

TA/TL/2006/0127

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HASILAH/BELI

TGL. TERIMA :

NO. JUDUL :

NO. INV. :

NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENURUNAN KADAR *ESCHERICHIA COLI* (*E.COLI*) DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR SELOKAN MATARAM DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Sebagian
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Lingkungan



Oleh :

Nama : Rina Ayu Agustina

No. Mhs. : 02 513 076

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2006**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA


HALAMAN PENGESAHAN

**PENURUNAN KADAR *ESCHERICHIA COLI (E. COLI)* DAN TOTAL
SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR SELOKAN MATARAM
DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI MEMBRAN KERAMIK**

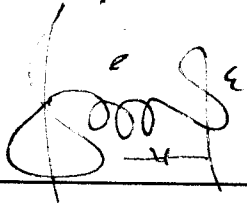
Nama : Rina Ayu Agustina
No. Mhs. : 02 513 076
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I
Ir. H. Kasam, MT


Tanggal : 14-11-06

Dosen Pembimbing II
Eko Siswoyo, ST


Tanggal : 14-11-06

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukurku Kupanjatkan Kepada Allah SWT,
Tempat memohon dan memasrahkan segalanya.

Nabi Muhammad SAW,

Junjunganku yang kunantikan syafaatnya.

Sebuah karya kecilku yang kupersembahkan dengan penuh kebanggaan
kepada:

Mamah Tercinta Hj. Dahniar, S.Pd., MM.

Dan

Papah Tercinta H. Muh. Muhidin, ST., MM.

Sebagai wujud kebanggaan, walaupun tidak sebanding dengan cinta dan kasih
sayang yang tulus seta doa dan dukungannya yang tiada henti untukku.

Mas'ku...Wahyu Maylanie Saputra

Ade'ku...Bayu Hari Nugraha

Ade'ku...M. Satria Ayubkhan (Satria Wardhana)

Terima kasih untuk kekompakkan, dukungan, motivasi, doa, dan kasih
sayang yang tulus dan tiada henti untukku.

Hari juleo (Ai.. ^-^)..

Thanks buat semua support dan perhatian yang tiada henti, juga pelajaran-
pelajaran hidup yang menjadikanku lebih dewasa.

SPECIAL THANKS FOR...

- ⊗ Teman-teman kost "Gardenia"...: ChiciT Cipit, Onenk, Tuty, R-Lin, Mo'i, Comel, Opin, Desi, Ma'e...Thanks buat kebersamaan kita selama ini yach...semua waktu yang kita lewat jadi kenangan terindah buatku...
- ⊗ Bapak kostku yang baik hati...terima kasih untuk care'nya selama ini untuk kami anak2 kosmu yang cantik2...hehe...semoga bapak cepat menemukan pendamping hidup..aminn....
- ⊗ Tim'nya membrane keramik...: Thio, I-unke, Lala, Tia, N-Chur, Kk Anton, pHyan, Akbar...Tengkyu buat bantuan n supportnya yah...Sukses ya prend...
- ⊗ My Prends Enviro Bersaudara (EB..^-^)...: Tia, Thio, Lala, Iunk, Bona, Nelly, Nefa, Lia Rinip, Kece, Rani, Rintis, Bani, Unhie, Uthie, Nisa, Desi, Noppi...Makasih ya prends2 kuw tersayaaanggg....hari2 kuw jadi lebih hidup karena kalian...ingat tgl.12, bln.12, jam.12, n di jakal Km.12 kita ketemuan yah...jangan lupa taonnya 2012...oche..oche..
- ⊗ M. Ady Farhan, ST., Dian A. Nasution, n' Tia Nur'aftiani...Thanks udah jadi sahabat yang tiada henti ngasih bantuan, support, nasehat yang tiada henti sehingga aku dapat bangkit dari semua persoalan hidup yang pernah aku alami, kalian selalu ada untukku...thanks ya..aku pasti merindukan kalian..
- ⊗ Heru Mardiansyah..trims buat nasehatnya..n' kamu bener2 kayak kakakku sendiri...thanks ya...oya akhirnya kamu nemuin cinta sejatimu..hehe...yg langgeng ampe merit yah..amin....

- ⊗ MZ Iwan..Laboran Lab.Kualitas Air JTL-U11,, Terimakasih mz...buat bantuan ngelabnya selama ini...gak pernah marah, n sabar banget ngajarin aku yang lelet ini..
- ⊗ MZ Pur pembuat keramik di kasongan...tengkyu banged ya mz dah ngebuatin keramikanya...sukses ya mz...
- ⊗ MZ Agus yang ngurusin semua urusan di JTL U11...thanks buat semua bantuannya yaaaa.....
- ⊗ Anak2 TL'02 yang uda lulus..bagi2 info kerja dunk... ato yg mau lulus...chayo...!! kita baru memulai perjuangan yg sebenarnya ato yg belum lulus...semangat..3x!!...teruskan perjuangan untuk gelar ST..

Semoga kita semua disatukan oleh ikatan pertalianNya dalam limpahan iman,
berkah, dan anugerah...

Amin ya Robbal alamin.....!!!

MOTTO

Jika kau merasa lelah & tak berdaya dari usaha yang sepertinya sia-sia,
Allah tau betapa keras kamu berusaha....

Ketika kau sudah menangis sekian lama & hatimu masih terasa pedih,
Allah sudah menghitung air matamu....

Ketika kau merasa sendirian & teman-temanmu terlalu sibuk dengan
urusannya, Allah selalu berada disampingmu....

Ketika kau pikir bahwa kau sudah mencoba segalanya & tidak tau mau berbuat
apalagi, Allah punya jawabannya....

Jika kau pikir bahwa hidupmu sedang menunggu sesuatu & waktu terus berlalu
begitu saja, Allah sedang menunggu bersama denganmu....

(HRB. Muslim)

Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan.

Maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan,

Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain.

Dan hanya kepada Allah hendaknya kita berharap.

(QS. Al. Insyirah: 6-8)

Hargailah cita-cita dan impianmu, karena kedua hal ini adalah anak jiwamu
dan cetak biru prestasi puncakmu

(Napoleon Hill)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam juga penulis haturkan keharibaan nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Penyusunan Tugas Akhir ini didasarkan atas penelitian laboratorium dan ditunjang dengan studi pustaka yang relevan selama penulis melakukan penelitian.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih banyak memiliki kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, meski segenap pengetahuan dan kemampuan telah penulis curahkan. Oleh karenanya, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang dan berbangga hati.

Pada kesempatan ini pula, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Drs. Edy Suandi Hamid, Mec selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Luqman Hakim, ST., MSi. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan.
3. Bapak Ir. H. Kasam, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan penulis banyak masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Eko Siswoyo, ST. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan dan selaku Pembimbing II yang banyak memberi masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah dengan sabar membimbing dan memberikan pengetahuannya selama ini.
6. Kedua Orang Tuaku yang telah memberikan dukungan moral dan materil serta doa dan kasih sayang yang tiada henti untukku.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini sepenuhnya dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Oktober 2006

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAKSI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Karakteristik Air Baku	7
2.2	E.Coli dan TSS di Dalam Air Selokan Mataram	11
2.2.1	Escherichia Coli (E.Coli)	11
2.2.2	Total Suspended Solid (TSS).....	14
2.3	Membran Keramik	17
2.3.1	Keramik	21
2.3.2	Bahan Baku Keramik	22
2.3.3	Pembuatan Keramik.....	31
2.4	Hipotesa	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metodologi Penelitian Secara Umum	37
3.2	Jenis Penelitian	37
3.3	Objek Penelitian	38
3.4	Lokasi Penelitian	38
3.5	Waktu Penelitian	38
3.6	Metode Penelitian	38
3.7	Variabel Penelitian	40
3.8	Parameter Yang Di Uji dan Analisa Laboratorium	40
3.9	Desain Reaktor	40

3.10 Dimensi Reaktor Luar	41
3.11 Analisa Data	42
3.11.1 Analisa Data Dengan Menggunakan T-Test	43

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Uji Laboratorium.....	45
4.1.1 Kadar E.Coli dan TSS pada Air Baku	45
4.2 Hasil Pengujian T.Test E.Coli Dengan Membran Keramik	46
4.2.1 T.Test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik Dengan Variasi Serbuk Gergaji 7,5%	51
4.2.2 T.Test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik Dengan Variasi Serbuk Gergaji 10%	53
4.2.3 Pembahasan Konsentrasi E.Coli	54
4.3 Hasil Pengujian T.Test TSS Dengan Membran Keramik	59
4.3.1 T.Test Analisa TSS Pada Membran Keramik Dengan Variasi Serbuk Gergaji 7,5%	64
4.3.2 T.Test Analisa TSS Pada Membran Keramik Dengan Variasi Serbuk Gergaji 10%	66
4.2.3 Pembahasan Konsentrasi TSS.....	67

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 72

5.2 Saran 72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Table 2.1	Macam dan Perkiraan Jumlah Limbah Serbuk Gergaji di Kalimantan Timur	30
Table 2.2	Jenis Kayu dan Kandungan Kimianya Yang Banyak Diolah di Kalimantan Timur	31
Tabel 2.3	Perubahan Komposisi Kaolin Dalam Pembakaran	36
Tabel 4.1	Kadar Escherichia Coli dan TSS yang Digunakan pada Reaktor Membran Keramik	45
Tabel 4.2	Hubungan Antara Waktu Dengan Konsentrasi E.Coli Serta Efisiensi Removal dengan Menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%	47
Tabel 4.3	Hubungan Antara Waktu Dengan Konsentrasi E.Coli Serta Efisiensi Removal dengan Menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 10%	49
Tabel 4.4	Porositas Dari Membran Keramik Dengan Variasi serbuk gergaji 7,5% dan 10%	54
Tabel 4.5	Hubungan Antara Waktu Dengan Konsentrasi TSS Serta Efisiensi Removal dengan Menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%	59

Tabel 4.6 Hubungan Antara Waktu Dengan Konsentrasi TSS Serta Efisiensi

Removal dengan Menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji
10% 62





DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3.2	Reaktor Membran Keramik	42
Gambar 4.1	Konsentrasi E.Coli Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%	47
Gambar 4.2	Hubungan Efisiensi Removal E.Coli dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5%	48
Gambar 4.3	Konsentrasi E.Coli Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 10%	49
Gambar 4.4	Hubungan Efisiensi Removal E.Coli dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10%	50
Gambar 4.5	Perbandingan Efisiensi Removal E.Coli dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5% dan 10%51	
Gambar 4.6	Konsentrasi TSS Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 7,5%	60
Gambar 4.7	Hubungan Efisiensi Removal TSS dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5%.....	61
Gambar 4.8	Konsentrasi TSS Pada Membran Keramik Variasi Serbuk Gergaji 10%	62
Gambar 4.9	Hubungan Efisiensi Removal TSS dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik Dengan Komposisi Serbuk Gergaji 10%	63

Gambar 4.10 Perbandingan Efisiensi Removal TSS dengan Variasi Waktu Pada Membran Keramik dengan Komposisi Serbuk Gergaji 7,5% dan 10%⁶⁴



**PENURUNAN KONSENTRASI *ESCHERICHIA COLI* (*E. COLI*) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR SELOKAN MATARAM
DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**

Ir. H. Kasam, MT. ¹⁾, Eko Siswoyo, ST ²⁾, Rina Ayu Agustina ³⁾

ABSTRAKSI

Selokan Mataram sekarang lebih kotor dibandingkan Selokan Mataram dulu, karena sekarang disekitar Selokan telah padat pemukiman, yang biasa membuang berbagai macam limbah ke selokan,. Akhirnya kualitas Selokan Mataram menurun, diketahui dengan memiliki kandungan Bakteriologis yang tinggi sehingga menyebabkan timbulnya penyakit dan padatan tersuspensi yang tinggi dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi membran keramik dalam menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS. Mencari komposisi membran keramik yang paling efektif dari komposisi serbuk gergaji 5%, 7,5% dan 10% dalam menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS pada air Selokan Mataram. Serta mengetahui waktu yang efektif dari variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit dalam menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS pada air Selokan Mataram.

Pada penelitian ini dipilih teknologi dengan menggunakan membran keramik. Yang prosesnya diawali pembuatan membran keramik dengan komposisi tanah lempung, pasir kwarsa dan serbuk gergaji. Dan dilanjutkan dengan pembuatan reaktor, kemudian running dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit, setelah itu dilakukan uji Laboratorium dan perhitungan hasil sehingga didapat pembahasan.

Hasil pengujian E.Coli dan TSS dengan membran keramik 7,5% serbuk gergaji, konsentrasi E.Coli mengalami penurunan sampai 98% yaitu dari 1898 MPN/100ml menjadi 44 MPN/ml, dan konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai dengan 72,55% yaitu dari 102 mg/L menjadi 28 mg/L. Sedangkan pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% konsentrasi E.Coli juga mengalami penurunan samapai dengan 98% yaitu dari 1898 MPN/100ml menjadi 44 MPN/ml, dan konsentrasi TSS mengalami penurunan sampai dengan 65,22% yaitu dari 92 mg/L menjadi 32 mg/L. Konsentrasi E.Coli dan TSS pada outlet masih berada dibawah baku mutu air minum golongan II yang di perbolehkan.

Kata kunci : Air Selokan Mataram, Membran keramik, E.Coli, TSS.

1) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

2) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3) Mahasiswa, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

**DEGRADATION OF *ESCHERICHIA COLI* (*E. COLI*) AND TOTAL
SUSPENDED SOLID (TSS) AT SELOKAN MATARAM WATER USING
CERAMIC MEMBRANE**

Ir. H. Kasam, MT. ¹⁾, Eko Siswoyo, ST ²⁾, Rina Ayu Agustina ³⁾

ABSTRACT

Selokan Mataram now more dirtier compared to Selokan Mataram first, because today around Moat have high of settlement, that usually throw away assorted of waste to moat, its relevant because not far from the moat, live a dozens of college student. Its causing the quality of Selokan Mataram is become worst, known by containing high content Bakteriologi so that cause incidence of disease and high suspended material, so can influence the quality of water. For that conducted a processing technologically ceramic membrane which its process started by making a reactor. Then running with the variation of time 30, 60, 90, 120, 150, and 180 minute, afterwards do test of Laboratory and calculation result, so got the solution.

This research to know how big ceramic membrane efficiency in degrading concentration of E.Coli and TSS. Searching most effective ceramic membrane composition from sawdust composition 5%, 7,5% and 10% in case to decrease the concentration of E.Coli and TSS for the water quality in Selokan mataram. Also to know the most effective time from the variation of 30, 60, 90, 120, 150 and 180 minutes to decrease the concentrate of E.Coli and TSS for the water at Selokan mataram.

Result of examination of E.Coli and TSS with the ceramic membrane 7,5% sawdust, concentrate E.Coli experience of the degradation until 98% that is from 1898 MPN / 100ml becoming 44 MPN / ml. and concentrate TSS experience of the degradation up to 72,55% that is from 102 mg / L become 28 mg / Ll. While at ceramic membrane with the sawdust composition 10% concentrate E.Coli also experience of the degradation up to 98% that is from 1898 MPN / 100ml becoming 44 MPN / ml, and concentration TSS experience of the degradation of up to 65,22% that is from 92 mg / L become 32 mg / L. Concentrate of E.Coli and TSS outlet still reside in under standard quality of drinking water of faction II which is allowed.

Keywords : Water of Selokan Mataram, Ceramic Membrane, E.Coli, TSS.

1) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

2) Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3) Mahasiswa, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Orang Yogya pastilah mengenal nama Selokan Mataram. Selokan Mataram ini berupa sungai kecil yang dibuat oleh Sri Sultan Hamenungku Buwana IX pada zaman pendudukan Jepang. Air dari Selokan Mataram diambil dari Sungai Progo dan mengalir sepanjang kira-kira 60 Km menuju sungai Opak. Wilayah yang dilewati Selokan Mataram dengan sendirinya bisa mengambil air untuk keperluan pertanian. Inilah fungsi ekonomis dan kultural Selokan Mataram, sebagai irigasi yang menghidupi lahan pertanian di Yogyakarta, khususnya di wilayah Kabupaten Sleman.

Melihat Selokan Mataram sekarang dengan Selokan Mataram yang dulu, tentu banyak yang berbeda, setidaknya dari segi kebersihan wilayah sekitar, namun dari segi limbah, boleh jadi Selokan Mataram sekarang lebih kotor dibandingkan Selokan Mataram dulu, karena sekarang disekitar Selokan telah padat pemukiman, yang bisa membuang berbagai macam limbah ke selokan, apalagi tak jauh selokan tidak sedikit mahasiswa/mahasiswi indekost. Tentu lahan pertanian yang memanfaatkan aliran Selokan Mataram tidak lagi seluas pada masa lalu, karena di Sleman telah banyak pemukiman baru muncul yang menggusur lahan pertanian.

Akhirnya Selokan Mataram selain menjadi tanda kultural di Yogyakarta, juga telah menimbulkan masalah. Padahal Selokan Mataram dulu dibuat untuk mengatasi masalah (*Ons Untoro, 2006*).

Air dan sumber-sumbernya merupakan salah satu kekayaan alam yang mutlak dibutuhkan oleh makhluk hidup guna menopang kelangsungan hidupnya dan memelihara kesehatannya, sehingga dapat dikatakan bahwa air tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan, tanpa air tidaklah mungkin ada kehidupan. Perkembangan ilmu pengetahuan telah membuktikan bagaimana pentingnya air dalam berbagai fenomena. Namun sumber daya air ada batasnya dan apabila pengelolaannya keliru dapat menimbulkan suatu kerusakan/kehancuran (bencana akibat banjir dan sebagainya). Oleh sebab itu pengembangan dan pengelolaan sumber daya air secara nasional merupakan suatu keharusan.

Beberapa filosof Yunani (abad ke 5 SM) menyatakan bahwa *The Best of all Things is Water* (Air adalah yang terbaik dari segalanya). Walaupun sangat berlebihan, pernyataan ini tidak mengherankan karena sepanjang sejarah kehidupan manusia air selalu dipandang sebagai barang yang paling berharga dan perlu dijaga/dilindungi dan dilestarikan. Pernyataan tersebut di atas merupakan motto dari Organisasi Kesehatan Sedunia (WHO = *World Health Organization*) saat ini. Airlah yang memungkinkan manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan hidup, tanpa air niscaya kehidupan dan kebudayaan manusia tidak akan bertambah/berkembang sampai sekarang ini.

Tanggung jawab para ahli teknik dimulai dengan pengembangan sumber daya air, untuk memenuhi penyediaan air yang cukup dengan kualitas yang baik, yaitu air harus bebas dari :

- Material tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan
- Warna yang berlebihan
- Rasa dan bau

- Material terlarut yang tidak dikehendaki
- Zat – zat yang bersifat agresif
- Dan bakteri indikator pencemaran kotoran

Untuk penyediaan air bersih, air tersebut harus secara nyata memenuhi kebutuhan orang, yaitu dapat langsung diminum (*potable*), juga harus berasa enak dan secara fisis menarik.

Air tanah pada umumnya tergolong bersih secara bakteriologis. Akan tetapi kadar kimia yang terkandung dalam air tanah relatif sangat tinggi, yang sangat bergantung pada formasi litosfer yang dilaluinya. Salah satu senyawa yang terkandung didalam air adalah Bakteri Coli dan Total Suspended Solid (TSS). Kehadiran bakteri Coli yang merupakan parameter ada tidaknya materi fekal di dalam suatu habitat (di sini air) sangat diharuskan dalam penentuan kualitas air yang aman. Karena itu pengolahan air bersih maupun air minum sangat penting dilakukan.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut di atas, maka perlu dirancang suatu teknologi yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi kadar E.Coli dan TSS yang terdapat pada air sumur. Pada penelitian ini dipilih teknologi dengan menggunakan membran keramik dengan komposisi tanah lempung, pasir kwarsa dan serbuk gergaji. Teknologi keramik merupakan teknologi yang kini sedang dikembangkan. Teknologi ini memiliki kelebihan-kelebihan antara lain:

1. Bahan-bahannya mudah diketemukan karena telah ada dialam (alami).
2. Murah dan mudah dalam pembuatannya dan.
3. Mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

Untuk teknologi membran keramik sendiri telah ada penelitian sebelumnya antara lain tentang efisiensi pemisahan optimum untuk purifikasi air dan konsentrasi logam berat pada limbah elektrolisis pada penggunaan kembali bahan baku dengan tujuan untuk menyediakan air tawar di daerah pesisir dan menyediakan konsentrat logam berat dari suatu limbah pelapisan logam sejenisnya agar dapat diproses kembali untuk bahan baku.

Hasil dari penelitian adalah sebagai berikut: Efisiensi pemisahan optimum untuk salinitas berkisar antara 32-28% untuk material dengan komposisi keramik Karang Pilang/Pasir/SG 10/5/2.5 dengan kecepatan filtrasi 5 liter per jam. Air baku yang dengan kadar klorida 1000, 5000, dan 10000 mg/L terpisahkan salinitasnya masing-masing sebesar 33, 32, dan 38% dengan kecepatan filtrasi masing-masing sebesar 5.94, 4.32, dan 4.7L/jam. Komposisi material keramik Sidoarjo/pasir/arang 10/5/1, keramik Sidoarjo/pasir/SG10/5/2, Keramik Karang Pilang/pasir/arang 10/5/1.5, dan keramik/SG 10/2.5, ditengarai mempunyai kemampuan pemisahan terbaik untuk logam tembaga. Efisiensi pemisahan tertinggi untuk logam kromium terjadi pada komposisi material keramik Sidoarjo/pasir/arang 10/5/2, keramik Sidoarjo/pasir/SG 10/5/1, keramik Karang Pilang/pasir/arang 10/5/2.5, keramik Karang Pilang/pasir/SG 10/5/1, dan keramik/SG 10/2.5 (Wahyono Hadi, download 5 Oktober 2006).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka diperoleh rumusan masalah yaitu:

- a) Apakah reaktor Membran keramik dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi E-Coli dan TSS pada air Selokan Mataram dan berapa besar efisiensinya.
- b) Pada komposisi berapakah serbuk gergaji dapat menurunkan konsentrasi E-Coli dan TSS yang efektif.
- c) Berapakah waktu yang efektif untuk menurunkan konsentrasi E-Coli dan TSS.

1.3 Batasan Masalah

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

- a) Metode yang digunakan adalah metode filtrasi dengan menggunakan reaktor Membran keramik, dengan komposisi reaktor adalah tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji.
- b) Jenis tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung dengan bakaran suhu rendah.
- c) Sampel limbah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah air permukaan yaitu air dari Selokan Mataram Yogyakarta.
- d) Parameter yang diukur adalah: E-Coli dan TSS.
- e) Variasi dari serbuk gergaji adalah : 5%, 7.5%, dan 10%. Variasi dari waktu tinggal adalah : 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah :

- a) Untuk mengetahui besarnya efisiensi penurunan konsentrasi E-Coli dan TSS pada air Selokan Mataram.
- b) Mencari komposisi membran keramik yang paling efektif, dari komposisi serbuk gergaji 5%, 7.5%, dan 10% dalam menurunkan konsentrasi E-Coli dan TSS pada air Selokan Mataram.
- c) Mengetahui waktu yang efektif dari variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, dan 180 menit dalam menurunkan konsentrasi E-Coli dan TSS pada air Selokan Mataram.

1.5. Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain, yaitu :

- a) Mendapatkan suatu teknologi yang murah dan sederhana yang dapat menurunkan konsentrasi E-Coli dan TSS pada air Selokan Mataram.
- b) Memberikan salah satu alternatif pengolahan limbah domestik dalam menurunkan konsentrasi E-Coli dan TSS pada air Selokan Mataram.
- c) Sebagai referensi dan bahan kajian bagi peneliti berikutnya untuk mengembangkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan mencoba berbagai variasi sehingga akan diperoleh data yang lebih lengkap tentang kemampuan membran keramik dalam menurunkan konsentrasi E-Coli dan TSS pada air Selokan Mataram.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Air Baku

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

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

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

Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek umum bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik dikaitkan dengan suatu baku mutu air

tertentu (standar kualitas air). Untuk memperoleh gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, seringkali diperlukan pengukuran sifat-sifat air atau biasa disebut *parameter kualitas air*, yang beraneka ragam. Formulasi-formulasi yang dikemukakan dalam angka-angka standard tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air. Parameter tersebut terbagi dalam :

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

Untuk dapat memahami akibat yang dapat terjadi apabila air minum tidak memenuhi standar, berikut pembahasan karakteristik beserta parameter kualitas air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI, 416/MENKES/PER/IX/1990 :

1. Karakteristik Fisis

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

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

2. Karakteristik Kimiawi

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

A. Kimia Anorganik

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

B. Kimia Organik

- q. Aldrin dan dieldrin
- r. Benzo (a) pyrene (B (a) P)
- s. Chlordane
- t. Chloroform
- u. 2,4-D
- v. Dichloro-diphenyl-trichloroetane (DDT)
- w. Detergen
- x. Zat Organik

3. Karakteristik Biologis

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

⊗ JPT Coli/100 cc air

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

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

⊗ Parameter Radioaktivitas

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

Sinar alpha, beta dan gamma berbeda dalam kemampuan menembus jaringan tubuh. Sinar alpha sulit menembus kulit, jadi bila tertelan lewat minuman maka yang terjadi adalah kerusakan sel-sel pencernaan, sedangkan beta dapat

menembus kulit dan gamma dapat menembus sangat dalam. Kerusakan yang terjadi ditentukan oleh intensitas sinar serta frekuensi dan luasnya pemaparan.

2.2 E-Coli dan Total Suspended Solid (TSS) Didalam Air Selokan Mataram.

2.2.1. Escherichia Coli (E.Coli)

Hampir disetiap badan air, dalam tanah, pada tumbuh-tumbuhan, kulit manusia dan hewan, serta dalam sistem pencernaan manusia dan hewan berdarah panas, terdapat jenis-jenis bakteri tertentu. Ada ribuan jenis bekteri dan setiap jenis mempunyai sifat-sifat sendiri. Sebahagian besar dari jenis bakteri tersebut tidak berbahaya bagi manusia, bahkan ada yang sempat bermanfaat bagi kehidupan manusia seperti bakteri pencernaan dan ada pula yang mempunyai peranan penting dalam lingkungan hidup kita.

Organisme-organisme tersebut tumbuh dalam suasana yang cocok bagi dirinya yaitu usus manusia dan hewan berdarah panas. Namun bila tinja seseorang yang sakit mengandung bakteri tersebut masuk ke badan air, maka bakteri-bakteri tersebut tetap hidup selama beberapa hari sebelum mati. Bila air tersebut diminum oleh manusia maka bakteri patogen masuk sekali lagi ke dalam usus manusia dan akan berkembang biak sehingga dapat menyebabkan penyakit. Jadi air disini berfungsi sebagai pembawa penyakit.

Mikroorganisme tersebut dapat berupa bakteri, virus, protozoa, ataupun cacing-cacing parasit. *Coliform bacteria* yang dikenal sebagai *Escherichia coli* dan *fecal streptococci (enterococci)* yang sering terdapat pada hewan-hewan

berdarah panas dalam jumlah besar rata-rata sekitar 50 juta per gram tinjanya (Hammer, 1977).

Organisme ini merupakan organisme indikator yang meliputi *Escherichia coli* yang berasal dari saluran pencernaan makanan binatang berdarah panas. Adanya organisme Coliform menunjukkan kemungkinan adanya patogen, baik virus ataupun bakteri (Soeparman, suparmin, 2002).

E.Coli adalah bakteri yang berbentuk batang gram negatif yang dapat membentuk spora. Pada umumnya tidak dapat memproduksi H₂S, tetapi beberapa strain mendapatkan plasmid dari salmonella sehingga mampu memproduksi gas H₂S. Sporangya mudah dirusak oleh panas, germisida dan disinfektan pada konsentrasi rendah. Punya tiga jenis antigen yaitu O, H, dan K. Mempunyai sejumlah fimbriae atau pili sebagai alat melekat pada host. Bakteri ini biasanya dapat menyebabkan penyakit diare.

Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (*faeces*) dan tanah. Bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah :

- a. *Bakteri typhsum.*
- b. *Vibrio colerae.*
- c. *Bakteri dysentriae.*
- d. *Entamoeba hystolotica.*
- e. *Bakteri enteritis* (penyakit perut).

Air yang mengandung golongan Coli dianggap telah berkontaminasi (*berhubungan*) dengan kotoran manusia. Dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologik, tidak langsung diperiksa apakah air itu telah mengandung bakteri

pathogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan Coli (*Sutrisno, 1996*).

Penentuan kualitas mikrobiologis sumber air dilatarbelakangi dasar pemikiran bahwa air tersebut tidak akan membahayakan kesehatan si peminum. Dan dalam konteks ini maka penentuan kualitas mikrobiologis air didasarkan terhadap analisis kehadiran jasad indikator yang selalu ditemukan dalam tinja manusia/hewan berdarah panas baik yang sehat maupun tidak. Jasad ini tinggal dalam usus manusia/hewan berdarah panas dan merupakan suatu bakteri yang dikenal dengan nama bakteri Coliform. Bila dalam sumber air ditemukan bakteri Coliform ini maka hal ini merupakan indikasi bahwa sumber tersebut telah mengalami pencemaran oleh kotoran manusia/hewan berdarah panas (*Suriawiria, 1996*).

Golongan bakteri Coli, merupakan jasad indikator di dalam substrat air, bahan-makanan, dan sebagainya untuk kehadiran jasad berbahaya, yang mempunyai persamaan sifat, gram negatif berbentuk batang, tidak membentuk spora dan mampu memfermentasikan kaldu laktosa pada temperatur 37°C dengan membentuk asam dan gas di dalam waktu 48 jam.

Escherichia sebagai salah satu contoh terkenal mempunyai beberapa spesies hidup di dalam saluran pencernaan makanan manusia dan hewan berdarah panas. *Escherichia coli* misalnya mula-mula diisolasi oleh Escherich pada tahun 1885 dari tinja bayi. Sejak diketahui bahwa jasad tersebut tersebar pada semua individu, maka analisis bakteriologi air minum ditujukan kepada kehadiran jasad tersebut. Walaupun adanya jasad tersebut tidak dapat memastikan adanya jasad

patogen secara langsung, tetapi dari hasil yang diperoleh, memberikan kesimpulan bahwa bakteri Coli dalam jumlah tertentu di dalam air, dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad patogen (Suriawiria, 1996).

Pemakaian bakteri coliform ini dalam analisis bakteriologi air minum didasarkan pertimbangan-pertimbangan antara lain :

- a) Bakteri coliform berasal dari/banyak terdapat dalam kotoran manusia (*binatang berdarah panas*).
- b) Terdapat dalam jumlah yang sangat banyak dan mudah cara mengidentifikasinya.
- c) Lebih tahan hidup di udara terbuka, agak lama dibandingkan dengan kuman-kuman patogen.

Dengan terdapatnya bakteri Coli dalam air tak berarti bahwa air tersebut mengandung kuman berbahaya, akan tetapi hanya menunjukkan bahwa air tersebut baru saja terkontaminasi oleh kotoran.

2.2.2. Total Suspended Solid (TSS)

Padatan total (residu) adalah bahan yang tersisa setelah air sampel mengalami evaporasi dan pengeringan pada suhu tertentu. Residu dianggap sebagai kandungan total bahan terlarut dan tersuspensi dalam air. Selama penentuan residu ini, sebagian besar bikarbonat yang merupakan anion utama di perairan telah mengalami transformasi menjadi karbondioksida, sehingga karbondioksida dan gas-gas lain yang menghilang pada saat tidak tercakup dalam nilai padatan total. Padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid atau TSS) adalah bahan-bahan

tersuspensi (diameter $> 1\mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori $0,45\mu\text{m}$. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air.

Materi yang tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih besar daripada molekul/ion yang terlarut. Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel. Perbedaan antara kedua kelompok zat yang ada dalam air alam cukup jelas dalam praktek manum kadang-kadang batasan itu tidak dapat dipastikan secara definitif. Dalam kenyataan sesuatu molekul organis polimer tetap bersifat zat yang terlarut, walaupun panjangnya lebih dari $10\mu\text{m}$, sedangkan beberapa jenis zat padat koloid mempunyai sifat dapat bereaksi seperti sifat zat-zat yang terlarut.

Analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan. Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). Zat padat tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang ataupun mengapung apabila sangat ringan, materi inipun dapat disaring. Koloid sebaliknya sulit mengendap dan tidak dapat disaring dengan saringan (*filter*) air biasa.

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (*efek tyndall*) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan (*presipitasi*) yang merupakan keadaan kejenuhan dari sesuatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat dikatakan keruh karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang.

Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganik (tanah liat, kwarts) dan organik (protein, sisa makanan dan ganggang, bakteri). Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan dalam suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organik dan inorganik seperti pada keternagan dibawah ini :

Zat padat total, terbagi menjadi dua :

- Zat padat terlarut
- Zat padat tersuspensi, terbagi menjadi dua :
 1. Zat padat tersuspensi organik
 2. Zat padat tersuspensi inorganik

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklarifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat pada terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap

yang dapat bersifat organik dan inorganik. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Penentuan zat padat terendap ini dapat melalui volumenya, disebut analisa volume lumpur (sludge volume) dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (settleable solids). Dimensi dari zat-zat padat diatas adalah dalam mg/L atau g/L, namun sering pula ditemui : %berat yaitu kg zat padat / kg larutan, atau %volume yaitu dm^3 zat padat/liter larutan.

Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih sering apabila zat-zat ini sampai di muara sungai dan bereaksi dengan air yang asin, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara-muara dan proses inilah yang menyebabkan terbentuknya delta-delta. Dapat dimengerti, bahwa pengaruh terhadap kesehatan pun menjadi titik langsung.

2.3 Membran Keramik

Membran Keramik merupakan suatu proses penyaringan air (dalam penelitian ini adalah air tanah) 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 E-Coli dan TSS dalam air tanah.

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

Adsorpsi 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 sorpsi, baik adsorpsi sebagai sorpsi yang terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya. Namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi.

Adapun adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua:

- a. Adsorpsi fisik, yaitu terutama terjadi adanya gaya van der Waals 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 teradsorpsi di atas permukaan adsorben.
- b. Adsorpsi kimia yaitu reaksi kimia yang terjadi antara zat padat dengan adsorbat larut dan reaksi ini tidak berlangsung bolak-balik.

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 adsorpsi sangat mempengaruhi sorpsi. Beberapa adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya:

bentonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel. Pemilihan adsorben juga mempengaruhi kapasitas adsorpsi.

Adapun faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu:

1. Luas permukaan adsorben.

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

2. Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. 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 adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar 10 – 15 menit.

4. Distribusi ukuran pori

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

2.3.1. 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

porcelain dapat dibuat setipis mungkin, seperti misalnya cangkir porcelain yang biasa kita pakai untuk minum tipis sekali sehingga dapat ditembus cahaya lampu.

2.3.2. Bahan Baku 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 komposisi silikat terhidrat aluminium dan magnesium dan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Berukuran lebih kecil dari 0,002 m
- 2) Struktur terutama berbentuk lapisan dan sebagian kecil berbentuk rantai.
- 3) 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).

i. Ekuidimensional

Kelompok kaolinite : kaolinite, nacrite, dictrite

ii. Memanjang

Kelompok halloysite

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

i. Kisi yang mengembang

▪ Ekuidimensional

Kelompok montmorillonite : montmoriloni, saukonit, vermikulit

▪ Memanjang

Kelompok montmoriloni : nontronit, saonit, hektorit

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 miscellaneous : Atapulgit, sepiolite, poligorskit.

3. Sifat Fisik Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. 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

2. Plastisitas

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

3. *Thixoptropy*

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

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

5. Warna lempung

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

6. Kekuatan panas pada mineral lempung

Mineral lempung akan kehilangan air pori-pori bila dilakukan pemanasan di atas suhu 150°C , sedangkan pemanasan pada suhu $400-900^{\circ}\text{C}$ air akan meloncat ke atas dari kisi-kisi sebagai kelompok OH dan struktur kristal akan terhancurkan sebagian atau berubah.

4. Sifat Kimiawi Mineral Lempung

Mineral lempung mempunyai sifat-sifat kimiawi sebagai berikut :

1. 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 menetralsir, artinya dengan mudah

digantikan oleh anion dan kation lain saat kontak dengan ion ion lain pada larutan yang encer.

2. Interaksi dengan air

a. 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.

b. 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 elektrik. Dasarnya adalah lapisan lempung berharga negatif menyebabkan penarikan kation dan penolakan anion.

c. 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 :

- i. Ikatan hidrogen
- ii. Kekuatan ion dwi kutub
- iii. Pertukaran kation
- iv. Pertukaran anion

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

5. Permeabilitas Tanah (Lempung)

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

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

6. Porositas Tanah Lempung

Porositas merupakan sejumlah ruang pori-pori yang berisi air dan udara. Ruang pori-pori ini menjadi penting karena di dalamnya air dan 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 demikian juga sebaliknya. Menurut Sarwo Hardjowigeno udara dan air mengisi pori-pori tanah. Banyaknya pori-pori $\pm 50\%$ 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 SiO_2 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. Al_2O_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.

Sumber dan besarnya limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur dapat dilihat pada table 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1. Macam dan perkiraan jumlah limbah serbuk gergaji di Kalimantan Timur

No	Kegiatan Sumber Limbah	Volume Per tahun m ²
1	Pemotongan	37,625
1	Pemotongan Kayu Lapis	1254,000
2	Penghalusan/ Amplas	1756,000
3	Sawmil	79,136
Jumlah		3126,761

Sumber : Laporan Penelitian, Studi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku briket Arang oleh Bandi Suprptono dkk, Lemlit Unmul 1995.

Jenis kayu yang diolah di Kalimantan Timur beserta kandungan kimianya dapat dilihat dalam tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Jenis kayu dan Kandungan Kimianya yang banyak diolah di Kalimantan Timur.

Kandungan Kimia	Jenis Kayu		
	Kapur	Meranti	Bangkirai
Sellulosa (%)	60,0	50,76	52,9
Lignin (%)	26,9	30,60	24,0
Pentosa (%)	11,7	17,76	21,7
Abu (%)	0,8	0,68	1,0
Silika (%)	0,6	0,29	0,4

Sumber : Laporan Penelitian, Studi Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji untuk Bahan Baku briket Arang oleh Bandi Suprpto dkk, Lemlit Unmul 1995.

2.3.3. 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*, *rubbermold 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 dianginkan, 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 seperti *Hot Isolatic Press (HIP)*, *atmospheric pressure sintering*, *Ultra high pressure sintering*, *Post reaction sintering* dan *recrystallization sintering*.

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

Tahap dalam pembakaran dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Tahap penghilangan uap

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

2) Tahap pengelasan

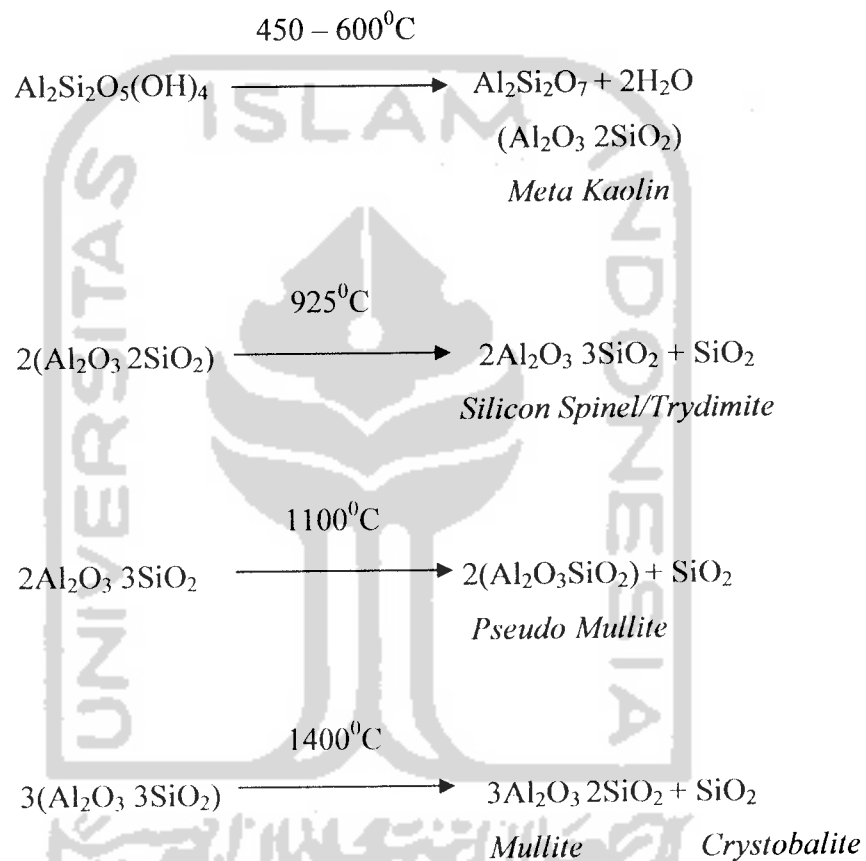
Setelah air dalam bahan habis, suhu dapat ditingkatkan sedikit demi sedikit. Pembakaran suhu yang paling menentukan adalah pada suhu 573°C. pada suhu ini tungku pembakaran mulai menjadi merah panas dan terjadi penggantian fisik silika. Pada proses pendinginan suhu 573°C juga merupakan titik kritis, sehingga 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. Untuk tungku bakar yang bagus disediakan fasilitas pendingin dengan mengalirkan udara.

Proses perubahan bentonit alam dalam pembakaran :



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

Perubahan komposisi kaolin dalam pembakaran adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3. 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 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \rightarrow Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O$
850 – 1050°C	- Terjadi reaksi eksotermal ketika terjadi reaksi peruraian keseimbangan (disosiasi) membentuk Mullite dan Trydimite $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \rightarrow 3AlO_3 \cdot 2SiO_2 \text{ (amorph)} + 4SiO_2 \text{ (trydimate)}$
1350°C	- Kristalisasi awal dari mineral Mullite ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)
1470°C	- Tyrdimite berubah menjadi Crystobalite stabil (SiO_2)
1470 + 1790°C	- Keseimbangan Mullite-Crystobalit
+ 2000°C	- Melebur

2.4. Hipotesa

Terjadi penurunan kandungan E-Coli dan Total Suspended Solid (TSS) setelah melalui proses filtrasi dengan menggunakan membran keramik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian Secara Umum

Pada penelitian dengan membrane keramik ini terdapat 2 proses yang terjadi yaitu: filtrasi dan adsorpsi, dimana air dialirkan ke *membrane keramik* melalui pipa dengan menggunakan bantuan pompa dengan $Q=1000$ Lt/jam, $Ac=220-240$ v/Hz dan $w=15$ watt.

Membran Keramik/Gerabah yang direncanakan terbuat dari komposisi antara lain: tanah lempung, pasir kwarsa dan serbuk gergaji. Tanah lempung yang digunakan dalam pembuatan gerabah adalah tanah lempung yang berasal dari tanah lempung local yaitu tanah Kasongan. Dengan ukuran gerabah yaitu: tinggi 12.5 cm dan diameter 9 cm, dengan komposisi serbuk gergaji 5%, 7,5%, dan 10%. Untuk reactor luar terbuat dari kaca yang berukuran 25m x 25m (Gambar 3.2).

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field eksperiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kandungan E-Coli dan Total Suspended Solid (TSS) dari air Selokan Mataram dengan menggunakan membran keramik

3.3 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan E-Coli dan Total Suspended Solid (TSS) dari air Selokan Mataram.

3.4 Lokasi Penelitian

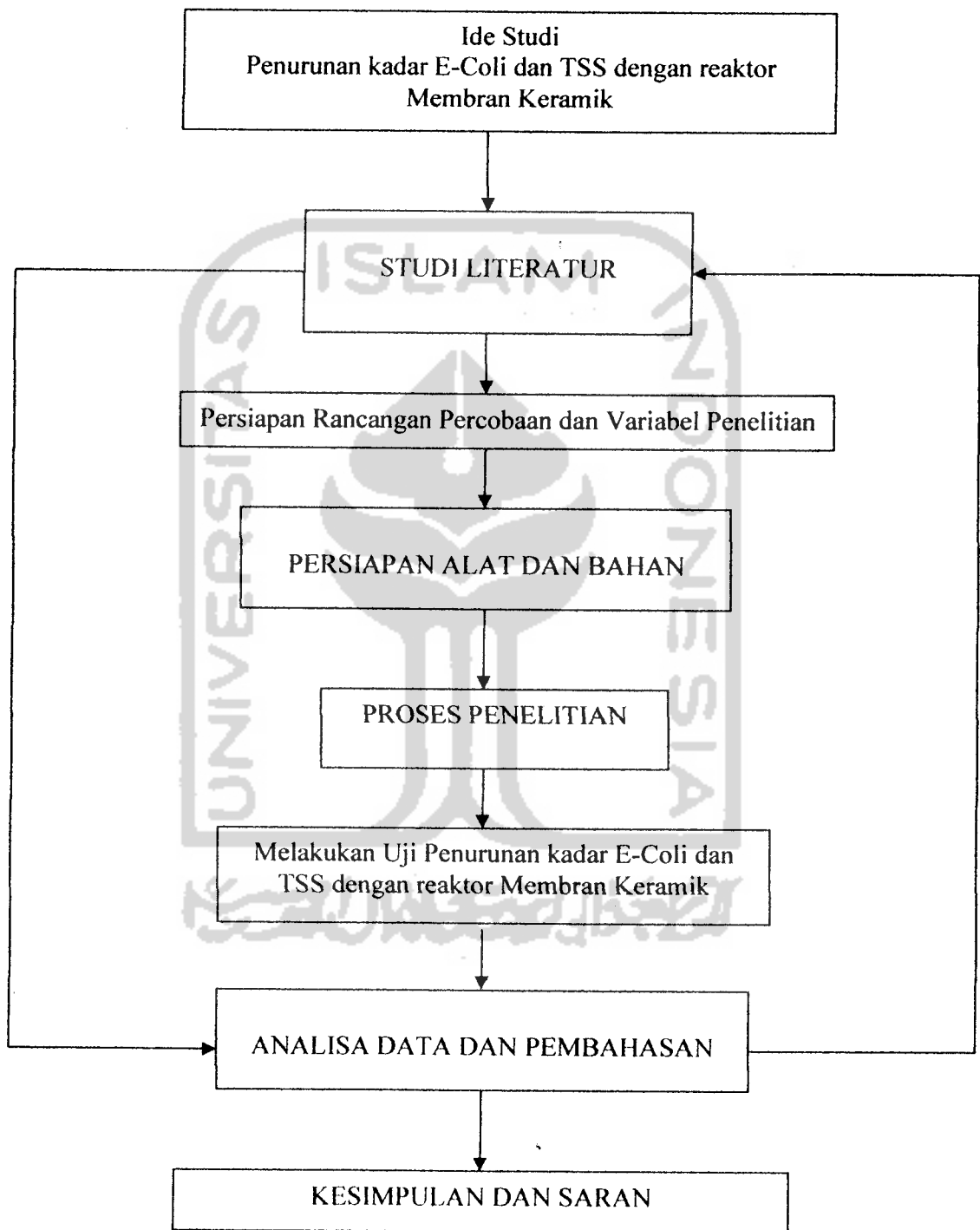
Lokasi pengambilan sampel air bertempat di Selokan Mataram (Sepanjang Jalan Seturan yang menghubungkan ke Jalan Gejayan dan UGM), dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta.

3.5 Waktu Penelitian

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

3.6 Metode Penelitian

Tahapan penelitian "**PENURUNAN KADAR E-Coli DAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA AIR SELOKAN MATARAM DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KERAMIK**" dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.7 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Tinggi membran 12.5 cm.
- Diameter keramik bagian atas 3.5 cm.
- Diameter bagian bawah keramik 9 cm.
- Variasi waktu untuk menghitung laju penurunan E-Coli dan TSS

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah E-Coli dan Total Suspended Solid (TSS).

3.8 Parameter yang diuji dan Analisa Laboratorium

Pada penelitian ini parameter yang akan diteliti adalah parameter *Escherichia Coli (E.Coli)* dan parameter Total Suspended Solid (TSS). Effluent hasil penyaringan dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta menggunakan metode MPN 333 menurut Formula Thomas untuk E-Coli dan SK SNI M-03-1990-F untuk TSS.

3.9 Desain reaktor

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

1. Tanah lempung
2. Pasir kwarsa

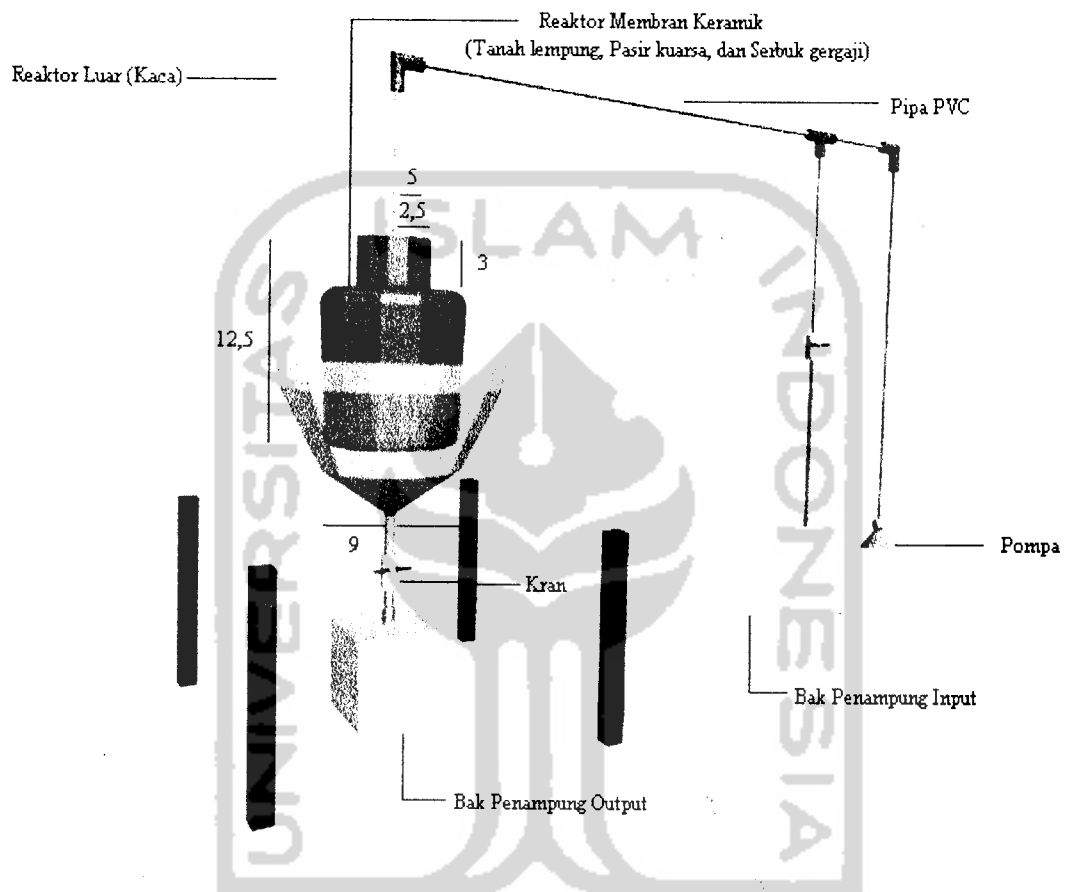
Komposisi pasir kwarsa adalah 10% dari berat tanah lempung, untuk setiap 5 Kg tanah lempung

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.

3.10 Dimensi Reaktor Luar

Reaktor yang direncanakan terbuat dari komposisi antara tanah lempung, pasir kuarsa dan serbuk gergaji. Proses dari reaktor ini adalah air tanah dari tempat penampungan (inlet) akan mengalir melalui pipa menuju membran keramik (gerabah), dengan bantuan pompa. Air tanah yang mengalir kedalam membran keramik tersebut akan merembes melewati pori-pori dinding keramik, yang kemudian ditampung didalam reaktor luar. Air tanah yang ditampung didalam reaktor luar dialirkan ke pipa outlet untuk kemudian diteliti (diuji) di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan. Desain reaktor dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3.2. Reaktor Membran keramik

3.11. Analisa Data

Data hasil percobaan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar E-Coli dan TSS pada air limbah domestik dalam penelitian ini digunakan formula sebagai berikut :

$$E = \frac{\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100 \%$$

3.11.1. Analisa Data Dengan Menggunakan T-test

Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (*signifikansi*) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, t-test digunakan untuk menguji rata-rata tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

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

Dimana :

r = nilai korelasi X1 dengan X2

n = Jumlah sample

X1 = Rata-rata sample ke 1

X2 = Rata-rata sample ke 2

s1 = Standar deviasi sample ke-1

s2 = Standar deviasi sample ke-2

S1 = Variasi sample ke-1

S2 = Variasi sample ke-2

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Selokan Mataram merupakan aset peninggalan zaman Belanda yang perlu dilestarikan dan di jaga agar keberadaannya tetap eksis disamping sebagai aset sejarah juga merupakan sumber air yang menghidupi para petani di wilayah Kabupaten Sleman sebagian wilayah Kodya Yogyakarta serta Kabupaten Bantul.

Selain menjadi tanda kultur, Selokan Mataram menjadi lahan penghidupan bagi warga masyarakat, karena lahan disekitarnya yang masih tersisa dan sebetulnya sebagai lahan kontrol telah berubah menjadi kegiatan ekonomi dalam bentuk dibangunnya warung-warung. Rupa-rupa jenis warung untuk bermacam kegiatan ekonomis banyak bermunculan di sekitar kawasan Selokan Mataram. Kurang sadarnya masyarakat disepanjang selokan mataram yang dengan sengaja membuang limbah rumah tangga, baik padat maupun cair, berakibat kelestarian selokan mataram terancam.

Penggunaan teknologi membran keramik sebagai filter yang memanfaatkan serbuk gergaji sebagai bahan baku pembuatan keramikny sangat inovatif pada dewasa ini karena selain bahan bakunya mudah didapat, mudah dan murah dalam pembuatannya juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.



4.1. Data Hasil Uji Laboratorium

4.1.1. Kadar E.Coli dan TSS pada Air Baku

Air baku yang akan digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari Selokan Mataram, Yogyakarta. Untuk pengolahan air baku tersebut akan digunakan reaktor membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 5%, 7,5% dan 10%. Namun pada pelaksanaan serbuk gergaji dengan variasi 5% tidak dapat digunakan karena air sampel yang dibutuhkan untuk pengujian di Laboratorium tidak mencukupi.

Berdasarkan analisis laboratorium awal terhadap air selokan Mataram khususnya E.Coli dan TSS diketahui bahwa konsentrasi kedua parameter tersebut sangat fluktuatif. Hasil pengujian awal dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1. Kadar E.Coli dan TSS yang digunakan pada reaktor Membran Keramik.

No.	Parameter	Variasi Serbuk Gergaji (%)	Satuan	Hasil Analisa
1	E.Coli	7,5	MPN/100ml	1898
2		10	MPN/100ml	1898
3	TSS	7,5	Mg/L	114
		10	Mg/L	113

Dari hasil analisis laboratorium diatas dapat dilihat konsentrasi dari E.Coli dan TSS sangat tinggi dan melebihi standar kualitas air menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Maka diperlukan pengolahan, untuk itu dalam penelitian ini digunakan reaktor membran keramik. Adapun pemeriksaan akan dilakukan pada inlet dan outlet dari membran keramik tersebut. Pengambilan sampel akan dilakukan sebanyak 6 kali untuk setiap variasi serbuk gergaji (%)

yaitu pada menit ke- 30, 60, 90, 120, 150, dan 180. pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kandungan E.Coli dan TSS yang terkandung dalam air yang berasal dari air Selokan Mataram. Hasil analisa laboratorium untuk konsentrasi E.Coli dan TSS diharapkan memenuhi standar baku mutu air bersih yang ditetapkan. Sebagaimana tertuang dalam peraturan pemerintah no.82 tahun 2001, batas maksimum untuk parameter E.Coli adalah 100MPN/100ml dan TSS adalah 50 mg/L. Pemeriksaan parameter E.Coli dan TSS dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Hasil analisis menyangkut konsentrasi E.Coli dan TSS yang terkandung dalam air Selokan Mataram, yaitu pada inlet dan outlet dari reaktor membran keramik.

Dan untuk pemeriksaan porositas dilakukan di Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN).

4.2 Hasil Pengujian *Escherichia Coli (E.Coli)* dengan menggunakan Membran Keramik

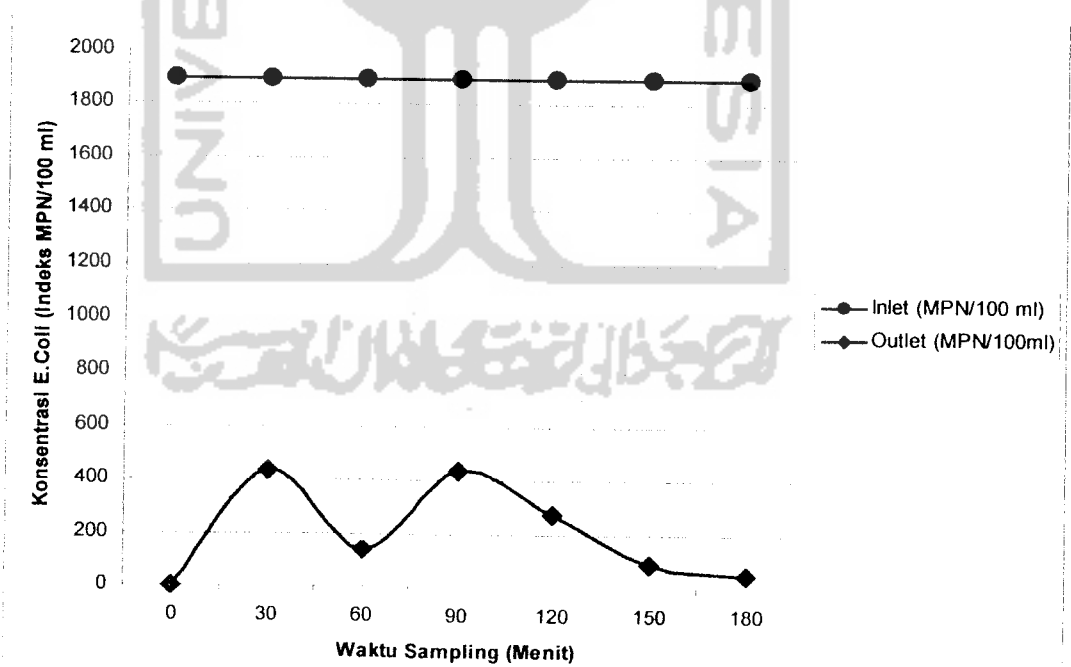
Berdasarkan hasil uji *Escherichia Coli (E.Coli)* dari air Selokan Mataram menggunakan reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dan 10% dan variasi waktu pengambilan sampel per 30 menit selama 3 jam pada inlet dan outlet dari membran keramik. Hasil dan grafik pengukuran parameter E.Coli pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7.5% dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan gambar 4.1 dan 4.2. berikut :

Tabel 4.2. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi E.Coli serta efisiensi Removal dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%.

Waktu (menit)	Inlet (MPN/100 ml)	Outlet (MPN/100ml)	Efisiensi (%)
0	1898	0	100
30	1898	438	77
60	1898	139	93
90	1898	438	77
120	1898	271	86
150	1898	86	95
180	1898	44	98

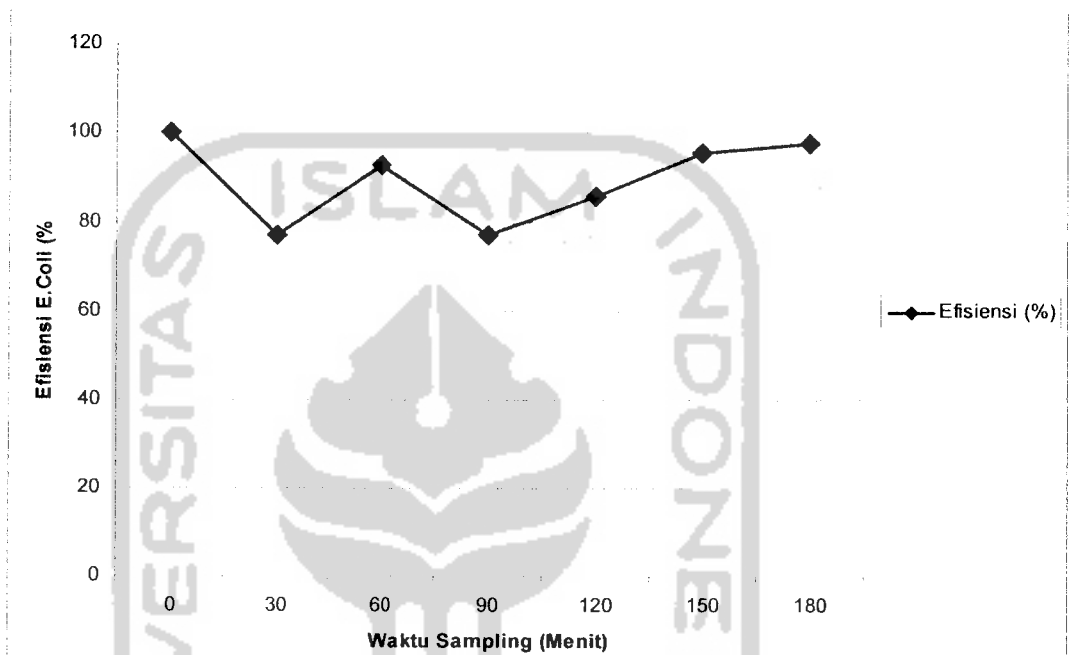
(sumber, data Primer 2006)

Dari Tabel 4.2. dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi E.Coli dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%



Gambar 4.1. Konsentrasi E.Coli pada membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%

Adapun grafik hubungan antara efisiensi removal E.Coli dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4.2. Hubungan efisiensi removal E.Coli dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5%.

Pada Tabel 4.2. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi E.Coli untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 7,5% pada variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit berturut-turut adalah **77%, 93%, 77%, 86%, 95%** dan **98%**. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada waktu menit ke 30 dan 90 yaitu **77%** dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada waktu menit ke 180 yaitu **98%**.

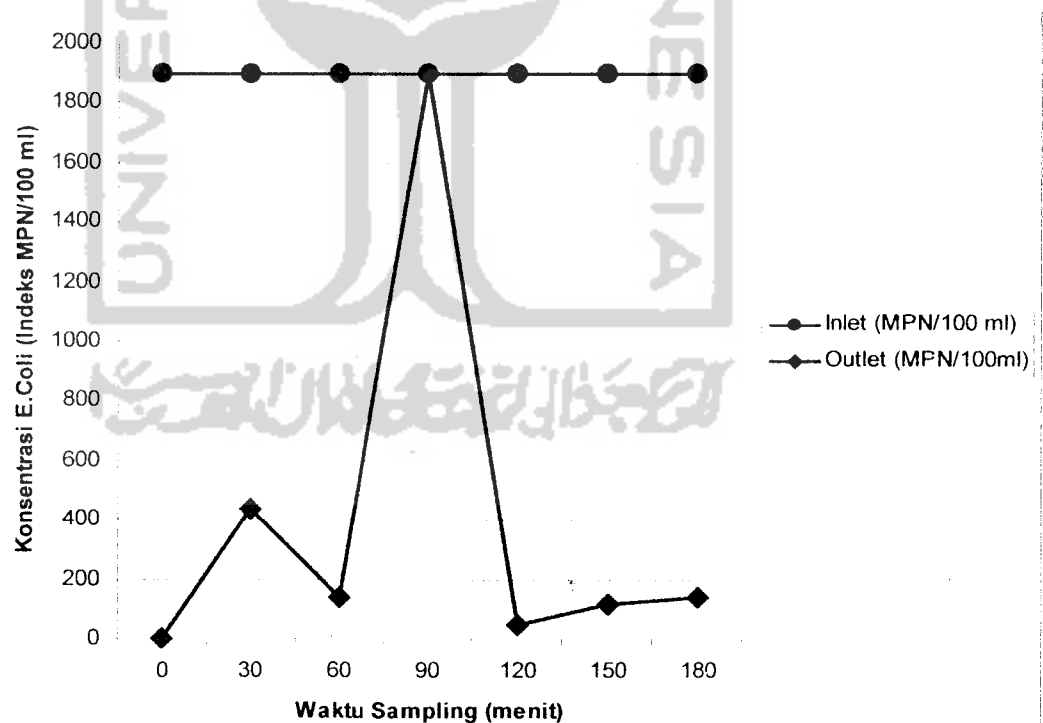
Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter E.Coli pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10%.

Tabel 4.3. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi E.Coli serta efisiensi removal dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 10%

Waktu (menit)	Inlet (MPN/100 ml)	Outlet (MPN/100ml)	Efisiensi (%)
0	1898	0	100
30	1898	438	77
60	1898	139	93
90	1898	1898	0
120	1898	44	98
150	1898	116	94
180	1898	139	93

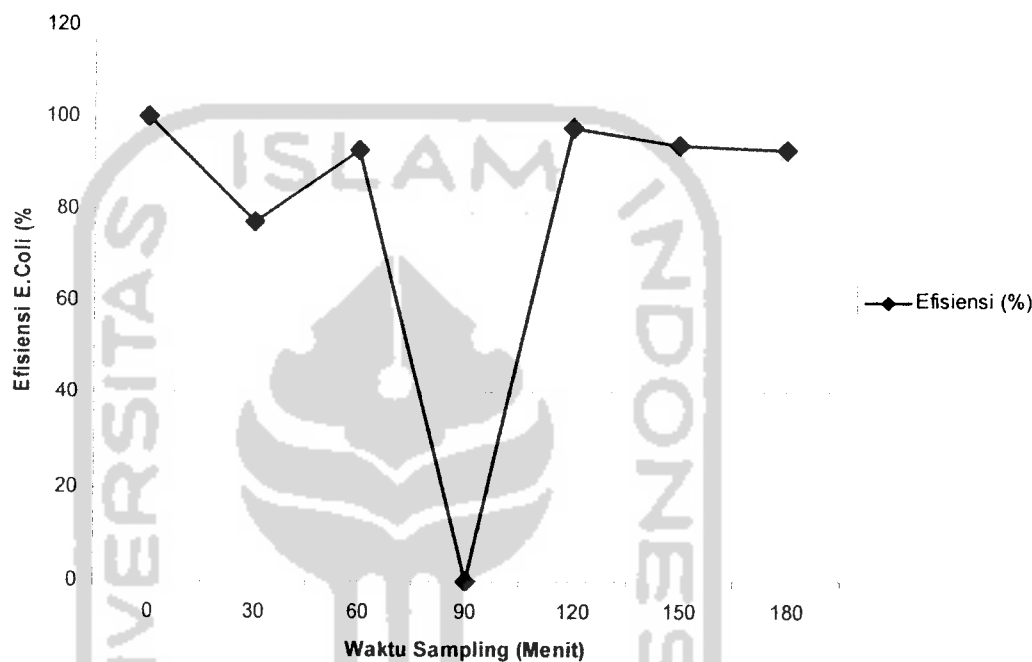
(Sumber, data Primer 2006)

Dari Tabel 4.3. dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi E.Coli dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 10%



Gambar 4.3. Konsentrasi E.Coli pada membran keramik variasi serbuk gergaji 10%

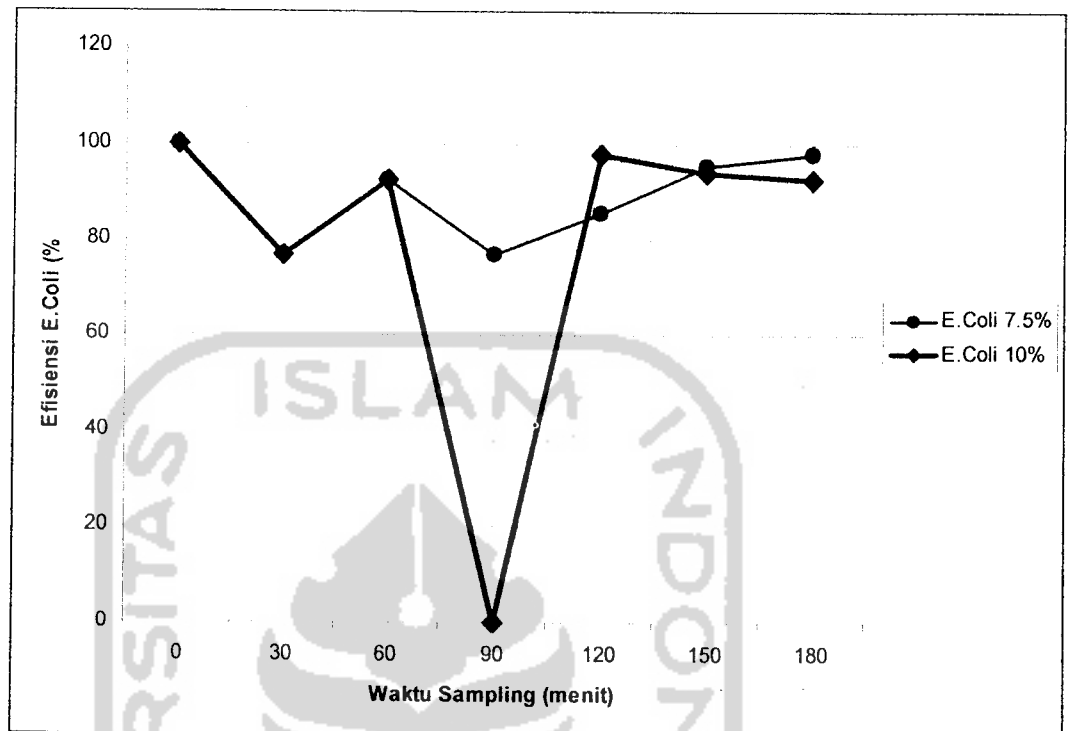
Adapun grafik hubungan antara efisiensi removal E.Coli dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% dapat ditunjukkan pada Gambar 4.4 berikut :



Gambar 4.4. Hubungan efisiensi removal E.Coli dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10%.

Pada Tabel 4.3. terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi E.Coli untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% pada variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit berturut-turut adalah 77%, 93%, 0%, 98%, 94% dan 93%. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada waktu menit ke 90 yaitu 0%, sedangkan efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu menit ke 120 yaitu 98%.

Berikut adalah grafik perbandingan antara efisiensi removal E.Coli pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10%.



Gambar 4.5. Perbandingan efisiensi removal E.Coli dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dan 10%.

4.2.1. T test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 7,5%

Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (*signifikansi*) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, t-test digunakan untuk menguji rataan tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

$$t_{\text{Hitung}} = \frac{\overline{x_1 - x_2}}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

Dimana :

r = nilai korelasi X1 dengan X2

n = Jumlah sample

X1 = Rata-rata sample ke 1

X2 = Rata-rata sample ke 2

s1 = Standar deviasi sample ke-1

s2 = Standar deviasi sample ke-2

S1 = Variasi sample ke-1

S2 = Variasi sample ke-2

Hasil dari uji t yang dilakukan untuk konsentrasi E.Coli dengan variasi serbuk gergaji 7,5% adalah sebagai berikut :

Rata-rata : x1 = 1898
x2 = 236

Standar Deviasi : s1 = 0
s2 = 174,12984

Varians : S1 = 0
S2 = 30321

Korelasi : r1 = 0,

t_{hitung} = 23,2167

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

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,812 < 23,2167 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa E.Coli dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $23,2167 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet air Selokan Mataram.

4.2.2. T test Analisa E.Coli Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 10%

Rata-rata : $x_1 = 1898$

$x_2 = 462,3333$

Standar Deviasi : $s_1 = 0$

$s_2 = 716,3476$

Varians : $S_1 = 3874,276277$

$S_2 = 513153,9$

Korelasi : $r_1 = 0$

$t_{\text{hitung}} = 4,882434724$

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

Sehingga diperoleh t tabel = 1,812

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t$ tabel, atau $-1,812 < 4,882434724 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa E.Coli dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $4,882434724 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi E.Coli pada inlet dan outlet air Selokan Mataram.

4.2.3. Pembahasan Konsentrasi E.Coli

Dalam pengujian parameter E.Coli pada penelitian ini digunakan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dan membran keramik dengan serbuk gergaji 10%, %. maksud dari variasi serbuk gergaji ini adalah penggunaan serbuk gergaji dengan jumlah 75 gr dan 100gr atau 1/100 dari berat tanah liat yaitu 1 kg. Untuk ukuran porositas dari membran keramik dengan variasi serbuk gergaji tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5. berikut.:

Tabel 4.4. Porositas dari membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 7,5% dan 10%

Variasi serbuk gergaji (%)	Porositas Membran Keramik (mm)
7.5	$34,40265 \times 10^{-4}$
10	$33,89180 \times 10^{-4}$

sebelum dilakukan pengujian E.Coli dengan membran keramik, dilakukan pencucian terlebih dahulu pada keramik tersebut dan *running* dengan menggunakan air bersih. Proses pencucian dan *running* ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran sisa dari hasil pembakaran keramik/gerabah agar tidak bercampur dengan hasil akhir/effluent pada membran keramik tersebut. Pada penelitian ini air baku yang digunakan yaitu air Selokan Mataram. Hasil dari pengolahan air baku dengan menggunakan membran keramik diambil pada influent dan effluent dari membran keramik yang dilakukan per 30 menit selama 3 jam (30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit). Jika air baku telah terlihat merembes (berupa butiran-butiran seperti keringat) keluar dari membran keramik maka perhitungan awal untuk pengambilan sampel dimulai kemudian air hasil pengolahan dengan membran keramik diambil dan disimpan dalam botol kemudian diuji konsentrasi E.Coli di laboratorium. Pengambilan inlet dilakukan setiap pengambilan outlet dikarenakan disetiap menitnya konsentrasi E.Coli berubah-ubah (tidak stabil). Untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% tidak dapat digunakan dalam penelitian karena setelah dilakukan *running* membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% sampel air (effluent) tidak mencukupi untuk diuji, karena effluent yang keluar hanya <15 ml, sedangkan untuk pengujian E.Coli dibutuhkan 33,3 ml sampel.

Dari hasil penelitian untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7.5% outletnya mampu menurunkan konsentrasi E.Coli sampai dengan 98% yaitu pada menit ke 180 dengan inlet 1898 MPN/100ml dan outlet 44 MPN/100ml, pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7.5%

konsentrasi inlet stabil yaitu 1898 MPN/100ml itu berarti menurut metode Thomas E.Coli yang terdapat di air sangat tinggi karena dengan metode Thomas tersebut yaitu menggunakan tabung 333 (3 tabung=10 ml sampel, 3 tabung=1 ml sampel, 3 tabung=0,1 ml sampel) bakteri E.Coli terdapat disemua tabung. Dan outlet pada membran keramik dengan komposisi 7.5% ini dari 30 menit pertama sampai menit ke 180 terus mengalami penurunan konsentrasi E.Coli.

Sedangkan untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% outlet yang dihasilkan dari pengolahan air baku mampu menurunkan konsentrasi E.Coli sampai dengan 98% pada menit ke 120 dengan inlet 1898 MPN/100ml dan outlet 44 MPN/100ml, namun yang berbeda dengan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7.5% yaitu efisiensi penurunan sangat fluktuatif karena pada menit ke 90 outlet yang dihasilkan sama dengan inlet, dengan kata lain tidak ada penurunan konsentrasi E.Coli. dan pada menit ke 120 langsung terjadi penurunan konsentrasi E.Coli sampai dengan 98%.Inlet dari membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% juga stabil yaitu 1898 MPN/100ml.

Penurunan konsentrasi E.Coli dengan menggunakan membran keramik juga terjadi karena adanya proses penyaringan (filtrasi) dan penyerapan (adsorpsi), dimana bahan-bahan organik yang terdapat pada air buangan disaring dan diserap oleh membran keramik dengan tekanan yang kuat menyebabkan bahan-bahan organik menempel pada dinding membran, sehingga air yang keluar lebih bersih. Hal itu terjadi karena E.Coli yang berukuran 1 mikron (Tjokrokusumo, 1998) dapat tersaring oleh membran keramik yang berpori lebih kecil daripada E.Coli. Dan variasi waktu sangat berpengaruh untuk mengetahui waktu jenuh sampel air.

Proses filtrasi pada membran keramik berfungsi untuk menyaring dan menangkap bahan-bahan padat, bahan-bahan terlarut, dan bahan-bahan tersuspensi yang terdapat pada air baku atau air buangan.

Selain proses filtrasi yang terjadi pada membran keramik, terjadi juga proses adsorpsi yang terjadi akibat tumbukan antara partikel-partikel tersuspensi dengan serbuk gergaji, yang merupakan campuran dalam pembuatan membran keramik, yang merupakan hasil daya tarik menarik partikel-partikel yang bermuatan listrik berlawanan (Razif, 1985). Serbuk gergaji yang terdapat dalam membran keramik tersebut mempunyai muatan listrik negatif, dengan demikian mampu mengadsorpsi partikel-partikel positif.

Bilamana adsorban dibiarkan berkontak dengan suatu larutan, jumlah zat terlarut yang diadsorpsi pada permukaan adsorban akan meningkat sehingga konsentrasi zat terlarut akan menurun setelah beberapa saat. Kesetimbangan adsorpsi akan tercapai bilamana jumlah molekul yang meninggalkan permukaan adsorban sama dengan jumlah molekul yang diadsorpsi pada permukaan adsorban. Sifat-sifat reaksi adsorpsi yang dapat dilihat dengan mengaitkan kapasitas adsorpsi (massa zat terlarut yang dapat diadsorpsi persatuan massa adsorban) pada konsentrasi kesetimbangan zat terlarut yang tertinggal dalam larutan (T.H.Y. Tebbut, 1990), karena adsorpsi merupakan fenomena fisik yang menyangkut permukaan suatu material maka adsorban yang baik harus berupa struktur berpori yang memiliki permukaan cukup luas setara dengan volumenya, dimana dalam hal ini membran keramik berfungsi sebagai adsorban sedangkan air selokan mataram berfungsi sebagai adsorbat/ solute.

Media adalah kumpulan zat-zat organik maupun anorganik yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri dengan syarat-syarat tertentu, dalam rangka isolasi, memperbanyak penghitungan, dan pengujian sifat fisiologik suatu mikroorganisme.

Untuk mendapatkan suatu lingkungan kehidupan yang cocok bagi pertumbuhan bakteri, maka syarat-syarat media, pembuatan media harus memenuhi dalam hal:

1. Susunan makanan. Media yang digunakan untuk pertumbuhan harus mengandung air, sumber nitrogen, mineral, vitamin, dan gas.
2. Tekanan osmose. Bakteri membutuhkan media yang isotonis
3. Derajat kesamaan (pH). Bakteri membutuhkan pH sekitar 7 atau netral.
4. Temperatur. Umumnya bakteri patogen membutuhkan temperatur sekitar 37 C, sesuai dengan suhu tubuh.
5. Sterilitas. Apabila media yang digunakan tidak steril maka sulit dibedakan dengan pasti apakah bakteri tersebut berasal dari material yang diperiksa atau hanya merupakan kontaminan. Untuk mendapatkan media yang steril maka setiap tindakan (pengambilan sampel, penuangan media) serta alat-alat yang digunakan (tabung, petri) harus steril dan dikerjakan secara aseptik. Dengan sterilisasi, bakteri dan kuman akan dibasmi semua. Baik botol, cawan petri, pipet, penyempit, tutup botol maupun bahan kimia dapat tercemar oleh bakteri yang dipindahkan melalui sidik jari, air liur dan debu yang terbawa angin. Agar supaya bakteri tersebut tidak mengganggu hasil tes mikrobiologi pada

sample air, maka semua peralatan dan bahan kimia yang akan berhubungan dengan sampel air dan media perlu di sterilkan dengan baik.

Dari data yang diperoleh maka dapat dilihat bahwa sampel yang telah mengalami pengolahan telah memenuhi standar baku mutu air bersih yang ditetapkan. Sebagaimana tertuang dalam peraturan pemerintah no.82 tahun 2001, batas maksimum untuk parameter E.Coli adalah 100MPN/100ml.

4.3. Hasil Pengujian TSS dengan menggunakan Membran Keramik

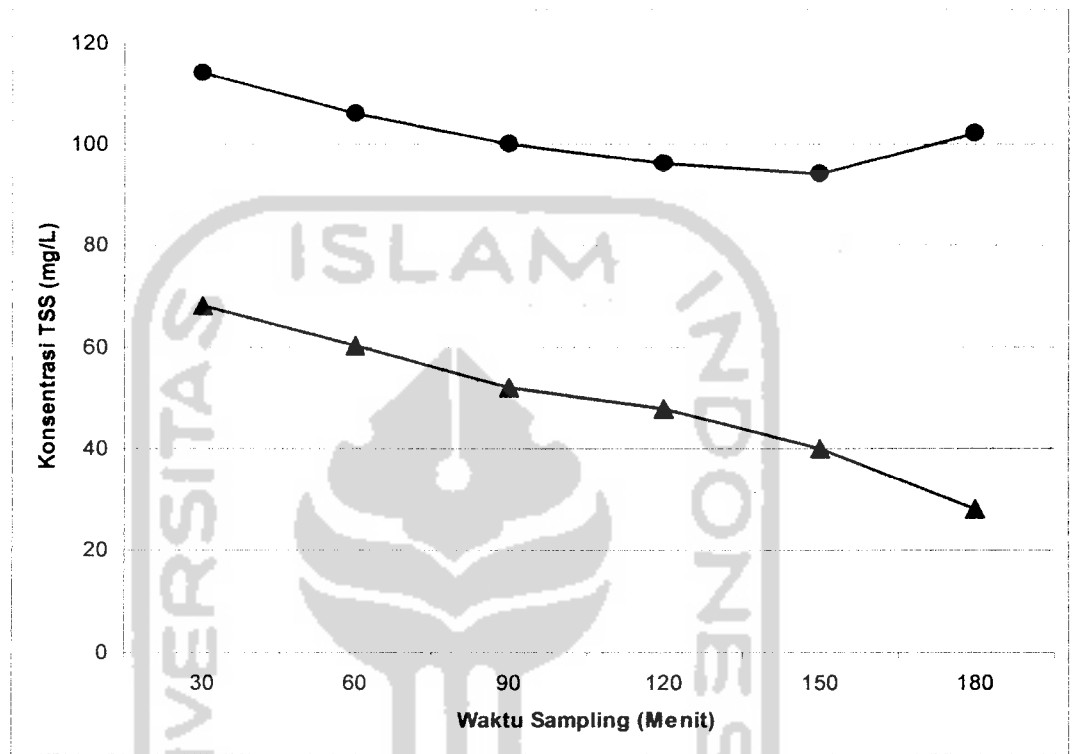
Adapun hasil pengujian TSS menggunakan reaktor membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dan 10% dan variasi waktu pengambilan sampel per 30 menit selama 3 jam pada inlet dan outlet dari membran keramik. Hasil dan grafik pengukuran parameter TSS pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dapat dilihat pada Tabel 4.5. berikut :

Tabel 4.5. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi TSS serta efisiensi removal dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%

Waktu (Menit)	Berat Kertas Saring Kosong		Berat Kertas Saring Isi		TSS		Efisiensi (%)
	Inlet(gr)	Outlet(gr)	Inlet (gr)	Outlet(gr)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	
30	1.1671	1.1811	1.1728	1.1828	114	68	40.35
60	1.1568	1.1817	1.1621	1.1832	106	60	43.4
90	1.1606	1.1916	1.1656	1.1929	100	52	48
120	1.1718	1.1799	1.1766	1.1811	96	48	50
150	1.1729	1.1757	1.1776	1.1767	94	40	57.45
180	1.1703	1.1812	1.1754	1.1819	102	28	72.55

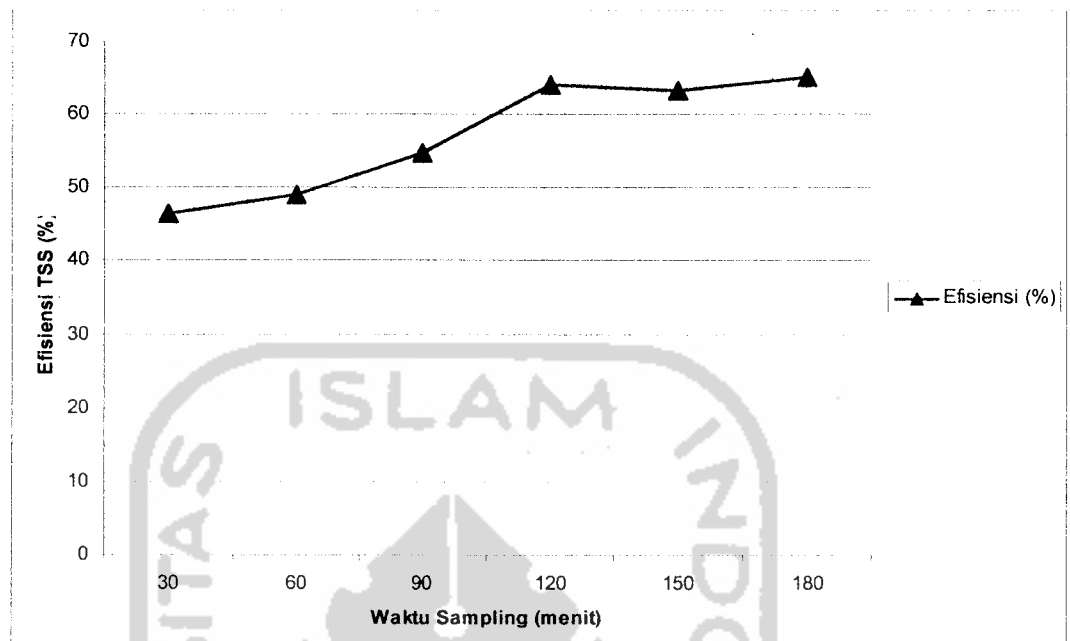
(sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.5. dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi TSS dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%.



Gambar 4.6. Konsentrasi TSS pada membran keramik variasi serbuk gergaji 7,5%

Adapun grafik hubungan antara efisiensi removal TSS dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dapat ditunjukkan pada Gambar 4.7 berikut :



Gambar 4.7. Hubungan efisiensi removal TSS dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5%.

Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi TSS untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 7.5% pada variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit berturut-turut adalah **40,35%, 43,4%, 48%, 50%, 57,45%** dan **72,55%**. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada waktu menit ke 30 yaitu **40,35%** dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada waktu menit ke 180 yaitu **72,55%**.

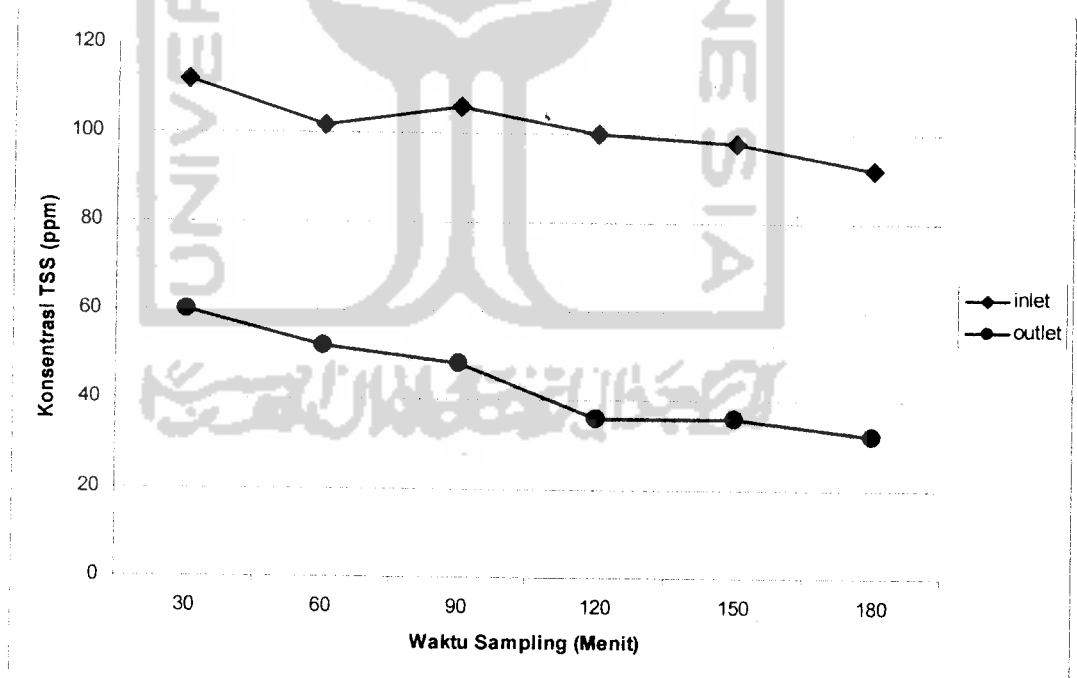
Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter TSS pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10%. dapat dilihat pada Tabel 4.6. berikut :

Tabel 4.6. Hubungan antara waktu dengan konsentrasi TSS serta efisiensi removal dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 10%

Waktu (Menit)	Berat Kertas Saring Kosong		Berat Kertas Saring Isi		TSS		Efisiensi (%)
	Inlet(gr)	Outlet(gr)	Inlet (gr)	Outlet(gr)	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)	
30	1.1667	1.1972	1.1723	1.1987	112	60	46.43
60	1.1721	1.1675	1.1772	1.1688	102	52	49.02
90	1.1728	1.1762	1.1781	1.1774	106	48	54.72
120	1.1534	1.1927	1.1584	1.1936	100	36	64
150	1.1739	1.2035	1.1788	1.2044	98	36	63.27
180	1.1535	1.1824	1.1581	1.1832	92	32	65.22

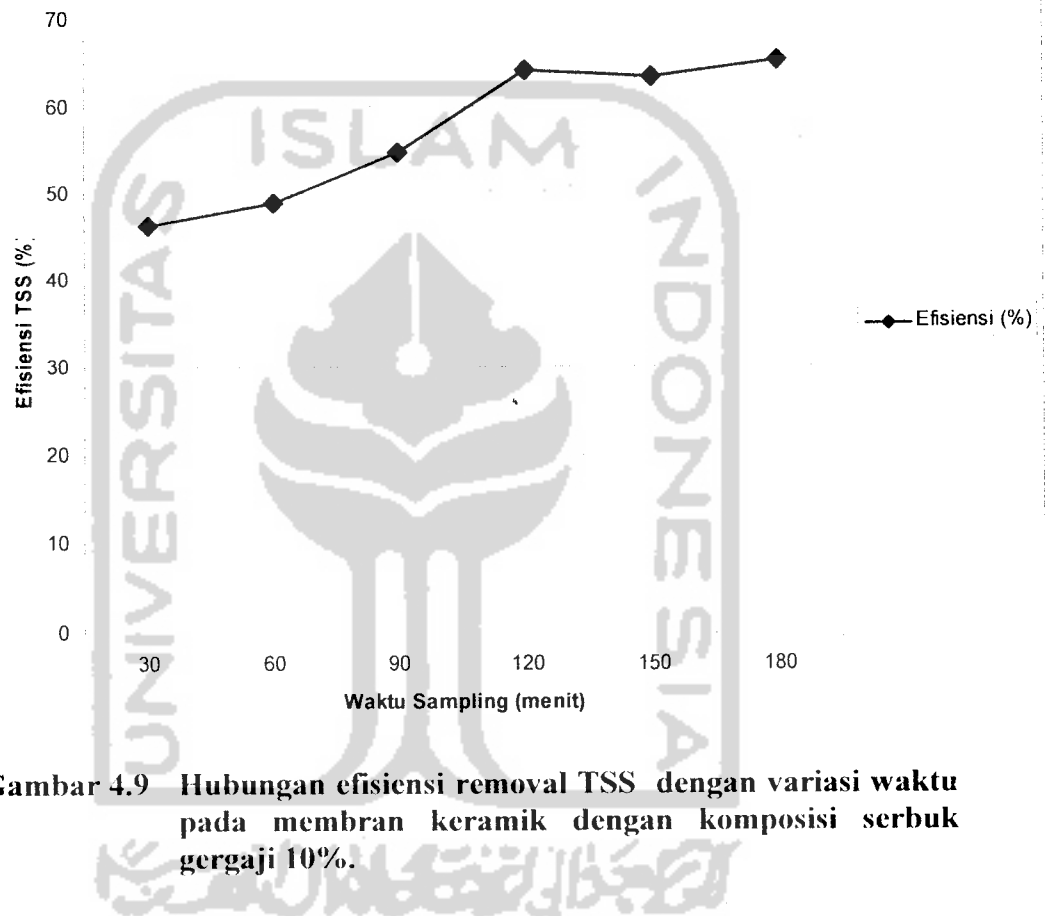
(Sumber, data primer 2006)

Dari Tabel 4.6. dapat dibuat garafik hubungan antara konsentrasi TSS dengan menggunakan membran keramik variasi serbuk gergaji 10%



Gambar 4.8. Konsentrasi TSS pada membran keramik variasi serbuk gergaji 10%

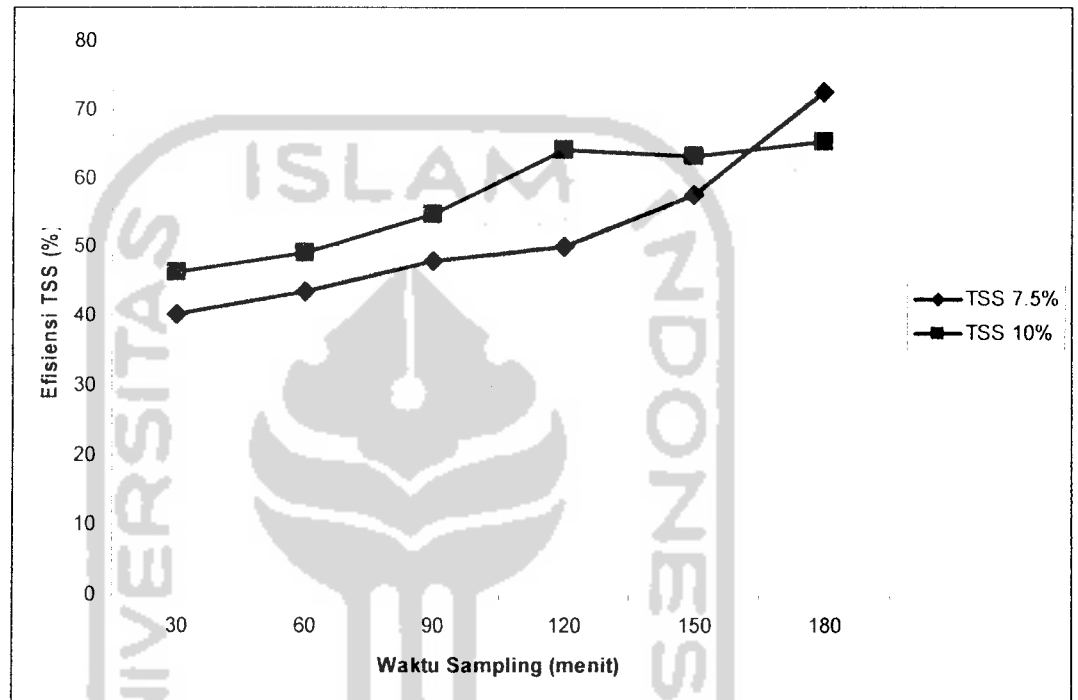
Adapun grafik hubungan antara efisiensi removal TSS dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% dapat ditunjukkan pada Gambar 4.9 berikut :



Gambar 4.9 Hubungan efisiensi removal TSS dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10%.

Pada Tabel 4.6 terlihat bahwa efisiensi removal konsentrasi TSS untuk membran keramik dengan variasi serbuk gergaji 10% pada variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit berturut-turut adalah **46,43%**, **49,02%**, **54,72%**, **64%**, **63,27%** dan **65,22%**. Tingkat efisiensi terendah terjadi pada waktu menit ke 30 yaitu **46,43%** dan tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada waktu menit ke 180 yaitu **65,22%**.

Berikut adalah grafik perbandingan antara efisiensi removal TSS pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dan membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10%.



Gambar 4.10. Perbandingan efisiensi removal TSS dengan variasi waktu pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dan 10%.

4.3.1. T test Analisa TSS Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 7,5%

Tujuan dari dilakukannya uji t dua variabel bebas adalah untuk membandingkan (membedakan) apakah kedua variabel tersebut sama atau berbeda. gunanya untuk menguji kemampuan generalisasi (*signifikansi*) hasil penelitian yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua rata-rata sampel. Atau dengan kata lain, t-test digunakan untuk menguji rata-rata tetapi variannya tidak diketahui.

Adapun rumus uji t dua variabel sebagai berikut :

$$t_{\text{Hitung}} = \frac{\overline{x_1 - x_2}}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

Dimana :

r = nilai korelasi X1 dengan X2

n = Jumlah sample

X1 = Rata-rata sample ke 1

X2 = Rata-rata sample ke 2

s1 = Standar deviasi sample ke-1

s2 = Standar deviasi sample ke-2

S1 = Variasi sample ke-1

S2 = Variasi sample ke-2

Hasil dari uji t yang dilakukan untuk konsentrasi TSS dengan variasi

serbuk gergaji 7,5% adalah sebagai berikut :

Rata-rata	:	x1	= 102
		x2	= 49,3333
Standar Deviasi	:	s1	= 7,26636
		s2	= 14,2361
Varians	:	S1	= 52,8
		S2	= 202,667
Korelasi	:	r1	= 0,66509

$$t_{\text{hitung}} = 7,900066838$$

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

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

Dengan membandingkan t_{tabel} dengan t_{hitung} ternyata $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$, atau $-1,812 < 7,9 < 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa T.test dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% menunjukkan bahwa hasil nilai $t_{\text{tabel}} 7,9 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet air Selokan Mataram.

4.3.2. T test Analisa TSS Pada Membran Keramik dengan Variasi serbuk gergaji 10%

$$\text{Rata-rata} : x_1 = 101,667$$

$$x_2 = 44$$

$$\text{Standar Deviasi} : s_1 = 6,86052$$

$$s_2 = 11,0272$$

$$\text{Varians} : S_1 = 47,0667$$

$$S_2 = 121,6$$

$$\text{Korelasi} : r_1 = 0,90942$$

$$t_{\text{hitung}} = 10,99285249$$

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

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

Dengan membandingkan t tabel dengan t hitung ternyata $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \geq + t \text{ tabel}$, atau $-1,812 < 10,99 > 1,812$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan :

Analisa TSS dengan menggunakan uji t pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% menunjukkan bahwa hasil nilai t tabel $10,99 > 1,812$ maka dapat dikatakan bahwa perbedaan yang signifikan antara konsentrasi TSS pada inlet dan outlet air Selokan Mataram.

4.3.3. Pembahasan Konsentrasi TSS

Total Suspended Solid (TSS) adalah jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang ada didalam air buangan estela mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron (Sugiharto, 1987). *Total Suspended Solid* menyebabkan kekeruhan air, tidak larut, dan tidak dapat mengendap langsung.

Total Suspended Solid (TSS) dapat melayang didalam air dan akan menghalangi masuknya sinar matahari kedalam lapisan air. Padahal sinar matahari Sangat dibutuhkan oleh mikroorganismenya untuk melakukan fotosintesis. Karena tidak adanya sinar matahari maka proses fotosintesis tidak dapat berlangsung dan akibatnya kehidupan mikroorganismenya jadi terganggu.

Perlakuan yang sama juga dilakukan pada pengujian parameter *Total Suspended Solid* (TSS) sebelum melakukan pengujian di Laboratorium yaitu melakukan pencucian dan *running* pada membran keramik dengan menggunakan air bersih. Pada pengujian TSS ini membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 5% juga tidak digunakan karena porositas membran keramik Sangat kecil

sehingga air baku yang keluar melewati pori-pori membran keramik tidak mencukupi untuk dilakukan pengujian.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% dan dan membran keramik dengan komposisi 10% mampu menurunkan konsentrasi TSS. Dari tabel 4.5 dan 4.6 dapat dilihat bahwa variasi waktu berpengaruh terhadap outlet TSS, yaitu dengan bertambahnya waktu maka konsentrasi TSS akan menurun, hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian parameter TSS yang diperoleh pada membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% yaitu pada menit ke 30 efisiensi removalnya sebesar 40,35%, menit ke 60 sebesar 43,4%, menit ke 90 sebesar 48%, menit ke 120 sebesar 50%, menit ke 150 sebesar 57,75%, dan menit ke 180 sebesar 72,55%. Dan untuk membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% yaitu pada menit ke 30 efisiensi removalnya sebesar 46,43%, menit ke 60 sebesar 49,02%, menit ke 90 sebesar 54,72%, menit ke 120 sebesar 64%, menit ke 150 sebesar 63,27%, dan menit ke 180 sebesar 65,22%.

Dari gambar 4.5 dan 4.7, pada reaktor membran keramik dengan komposisi 7,5% dan 10% menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi TSS pada inlet, hal ini disebabkan karena terjadinya proses pengendapan partikel-partikel yang terdapat dalam air baku. Hal ini dapat terjadi karena kondisi air baku yang sangat tenang (laminer), sehingga partikel-partikel yang memiliki berat yang lebih besar mudah untuk mengendap.

Penurunan konsentrasi TSS pada outlet dapat terjadi karena membran keramik memiliki kemampuan untuk menyaring (filtrasi) dan menyerap (adsorpsi)

padatan tersuspensi (TSS) yang terdapat pada air baku. Membran keramik sebagai penyaring (filter), karena pada membran keramik terdapat campuran serbuk gergaji berukuran 50 mesh yang berfungsi untuk merembeskan air. Sedangkan fungsi membran keramik sebagai penyerap (adsorpsi) dapat terjadi karena pada membran keramik terdapat mineral lempung yang dapat dengan mudah menyerap beberapa molekul organik yang terdapat di dalam air baku. Dan setelah dilakukan penelitian ternyata ukuran pori dari membran keramik jauh lebih kecil dibandingkan ukuran padatan tersuspensi yaitu dengan diameter > 1 mikron, sehingga membran keramik efektif dalam menurunkan konsentrasi TSS.

Tanah lempung memiliki sifat plastis yang memungkinkan tanah lempung untuk menyerap air pada bakaran rendah. Bahan penyerap merupakan suatu padatan yang mempunyai sifat mengikat partikel pada permukaan dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori. 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

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu:

1. Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

2. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (*Tchobanoglous, 1991*).

3. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan satu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan menempel adsorbat berlangsung lebih baik.

Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontaknya cukup dan waktu kontak berkisar antara 10-15 menit (*Reynolds, 1982*).

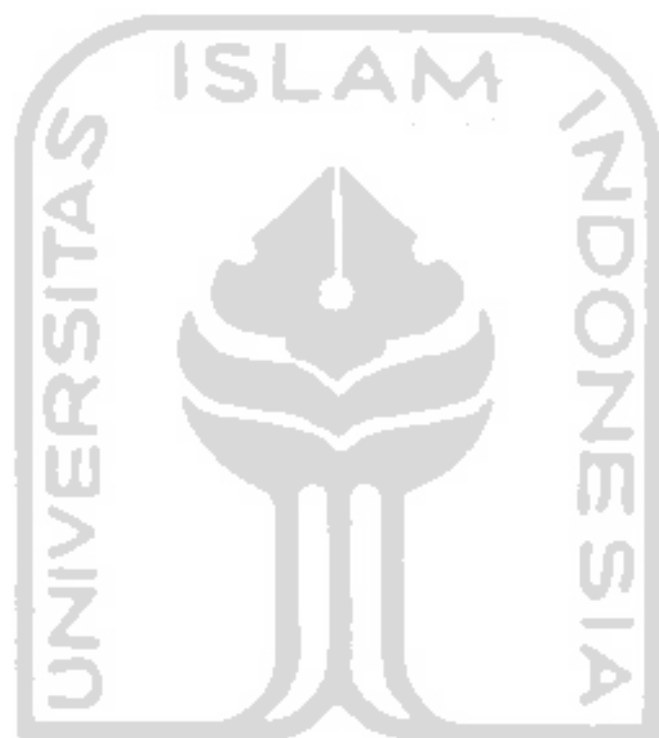
4. Distribusi Ukuran Pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran partikel yang mau masuk ke dalam partikel adsorben.

Variasi waktu berpengaruh terhadap outlet dari pengujian TSS, karena daya adsorpsi molekul dari satu adsorbat akan meningkat apabila waktu kontak dengan membran keramik lama. Makin lama waktu kontak akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik sehingga menyebabkan penurunan terhadap parameter TSS.

Dari data yang diperoleh maka dapat dilihat bahwa sampel setelah pengolahan telah memenuhi standar baku mutu air bersih yang ditetapkan. Sebagaimana tertuang dalam peraturan pemerintah no.82 tahun 2001, batas maksimum untuk parameter TSS adalah 50 mg/L.





جامعة الإسلام في إندونيسيا

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan antara lain yaitu:

1. Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% mampu menurunkan E.Coli sampai dengan 98% dan untuk TSS 72,55%. Dan Membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 10% mampu menurunkan E.Coli sampai dengan 98% dan untuk TSS 65,22%
2. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa membran keramik dengan komposisi serbuk gergaji 7,5% yang lebih efektif menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS.
3. Waktu yang efektif dalam menurunkan konsentrasi E.Coli dan TSS pada air Selokan Mataram yaitu pada menit ke 180.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan, penulis dapat memberikan saran yang berkaitan dengan penelitian tersebut, yaitu:

1. Menambah variasi waktu sehingga dapat diketahui waktu jenuh membran keramik dalam mengolah air baku.

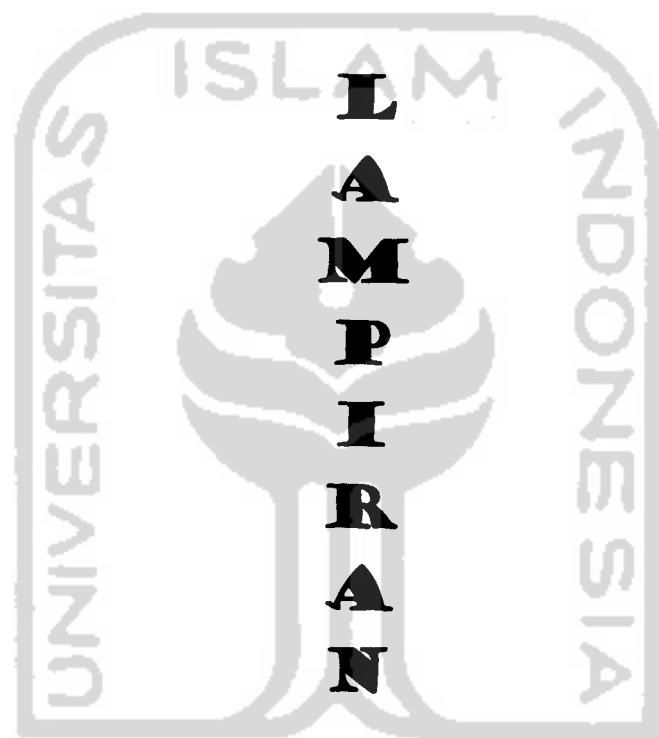
2. Perlunya mengikuti tata tertib Labotatorium Bakteriologi untuk E.Coli untuk mendapatkan hasil kerja semaksimal mungkin.
3. Menambah variasi serbuk gergaji agar dapat menahan lolosnya E.Coli.



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. 1984. *Metodologi Penelitian Air*. Usaha Nasional Indonesia: Surabaya.
- Alimuddin. *Optimasi Pengolahan Secara Konvensional air Sungai Karang Mumus Dan Pemanfaatan Serbuk Gergaji Dalam Pengolahannya*. Diambil dari website www.google.com.
- Amsyari, F. 1997, *Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*, Khaila. Indonesia.
- Asri Budiarti. 2005. *Skripsi Penurunan E.Coli Dalam Air Sumur Dengan Menggunakan Variasi Waktu Penyinaran Radiasi Sinar Gamma*. STTL.YLH: Yogyakarta.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Propinsi DKI Jakarta. *Saringan Air Keramik Penjernih Air Minum Bebas Bakteri*. Diambil dari website www.yahoo.com.
- Cristady, H. H. 2002. *Mekanika Tanah I, Edisi kedua*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Dian Anjarwani. 2006. *Skripsi Penurunan TSS, Amoniak dan Nitrat pada Limbah Domestik dengan Menggunakan Reaktor Anaerobik Roughing Filter Aliran Horizontal*. JTL UII: Yogyakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius: Yogyakarta.

- Harion Datik Juniati. 2006. *Skripsi Monitoring Kualitas Air Minum Isi Ulang Di Sekitar Jalan Magelang Yogyakarta Untuk Parameter Bakteriologis*. JTL UII: Yogyakarta.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. Mc Graw Hill, International Edition. Third Edition.
- Reynolds, T. D. 1982. *Unit Operations and Process in Enviromental Engineering*. Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA.
- Soemarno. 2000. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik Edisi III*. Akademi Analis Kesehatan Yogyakarta. Departemen Kesehatan Indonesia: Yogyakarta.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia: Jakarta.
- Tjokrokusumo, KRT, Ir. 1998. *Pengantar Enjiniring Lingkungan*. STTL: Yogyakarta.
- Wardana, Wisnu Arya. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit: Andi Offset: Yogyakarta.



لَمْبُورُ

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Rina Ayu Agustina	02513076	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan Kadar Fosfat dan Amoniak pada Air Limbah Domestik Dengan Menggunakan Membran Keramik *E. COLI dan TSS pada Air Selokan Matarani*

PERIODE : II
SEMESTER/ TAHUN : Genap 2005/2006

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

DOSEN PEMBIMBING I : Ir. H. Kasam, MT
DOSEN PEMBIMBING II : Eko Siswoyo, ST
DOSEN PEMBIMBING III :

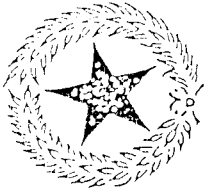
Yogyakarta, 12 Agustus 2006
Koordinator TA



(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

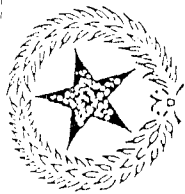


PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

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

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

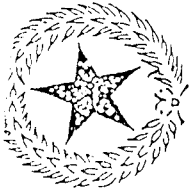
PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	deviasi 3 1000	deviasi 3 1000	deviasi 3 1000	deviasi 5 2000	
Residu Terlarut	mg/L	50	50	400	400	Deviasi temperatur dan keadaan alamiahnya
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi < 5000 mg/L
BOD	mg/L	2	3	6	12	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka dilakukan berdasarkan kondisi alami:
COO	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka balas 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	(-)	(-)	(-)	
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	Bagi Perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH ₃
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	
Kromium (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
						Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 2 -

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Hangin	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Panas	mg/L	0,001	0,002	(-)	(-)	
Senyawa	mg/L	0,05	0,05	0,002	0,005	
Kalsida	mg/L	600	(-)	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Sianida	mg/L	0,02	(-)	(-)	(-)	
Fluorida	mg/L	0,02	0,02	(-)	(-)	
Bahan sebagai H	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Sulfat	mg/L	0,05	0,05	0,05	(-)	
Klorin bebas	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₃ -N ≤ 1 mg/L
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,03	0,03	(-)	(-)	
0,002	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
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	(-)	
Deftogen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Ferok sebagai ferok	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	



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 3 -

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

Keterangan:

mg = milligram

ug = mikrogram

ml = mililitrer

L = Liter

Bq = Becquerel

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.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas tersebut tidak dipersyaratkan

Tanda < adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda > adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
ttd
MEGAWATI SOEKARNOFUTRI

Salinan sesuai dengan aslinya

Deputi Sekretaris Kabinet
Bidang Hukum dan Perundang-undangan,



Lambock Y. Nahattands

**Keputusan Menteri Tanggal 29 Juli 2002 Permenkes
No.907/menkes/sk/VII/2002, Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan
Kualitas Air Minum**

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

1. BAKTERIOLOGIS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
a. Air Minum			
E. Coli atau fecal coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	
b. Air yang masuk sistem distribusi			
E. Coli atau fecal coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	
Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	
c. Air pada sistem distribusi			
E. Coli atau fecal coli	Jumlah per 100 ml sampel	0	
Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	

2. KIMIA

A. Bahan-bahan inorganik (yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Antimony	(mg/liter)	0.005	
Air raksa	(mg/liter)	0.001	
Arsenic	(mg/liter)	0.01	
Barium	(mg/liter)	0.7	
Boron	(mg/liter)	0.3	
Cadmium	(mg/liter)	0.003	
Kromium	(mg/liter)	0.05	
Tembaga	(mg/liter)	2	
Sianida	(mg/liter)	0.07	
Fluoride	(mg/liter)	1.5	
Timah	(mg/liter)	0.01	
Molybdenum	(mg/liter)	0.07	
Nikel	(mg/liter)	0.02	
Nitrat (sebagai NO ₃)	(mg/liter)	50	

Nitrit (sebagai NO ₂)	(mg/liter)	3	
Selenium	(mg/liter)	0.01	

B. Bahan-bahan inorganik (yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Ammonia	mg/l	1.5	
Aluminium	mg/l	0.2	
Chloride	mg/l	250	
Copper	mg/l	1	
Kesadahan	mg/l	500	
Hidrogen Sulfide	mg/l	0.05	
Besi	mg/l	0.3	
Mangan	mg/l	0.1	
pH	-	6.5 - 8.5	
Sodium	mg/l	200	
Sulfate	mg/l	250	
Padatan terlarut	mg/l	1000	
Seng	mg/l	3	
	mg/l		

C. Bahan-bahan organik (yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Chlorinate alkanes			
carbon tetrachloride	(μ g/liter)	2	
dichloromethane	(μ g/liter)	20	
1,2 -dichloroethane	(μ g/liter)	30	
1,1,1 -trichloroethane	(μ g/liter)	2000	
Chlorinated ethenes			
vinyl chloride	(μ g/liter)	5	
1,1 -dichloroethene	(μ g/liter)	30	
1,2 -dichloroethene	(μ g/liter)	50	
Trichloroethene	(μ g/liter)	70	
Tetrachloroethene	(μ g/liter)	40	
Benzene	(μ g/liter)	10	
Toluene	(μ g/liter)	700	
Xylenes	(μ g/liter)	500	
benzo[a]pyrene	(μ g/liter)	0.7	
Chlorinated benzenes			
Monochlorobenzene	(μ g/liter)	300	

1,2 -dichlorobenzene	($\mu\text{g/liter}$)	1000	
1,4 -dichlorobenzene	($\mu\text{g/liter}$)	300	
Trichlorobenzenes (total)	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Lain- lain			
di(2-ethylhexyl)adipate	($\mu\text{g/liter}$)	80	
di(2-ethylhexyl)phthalate	($\mu\text{g/liter}$)	8	
Acrylamide	($\mu\text{g/liter}$)	0.5	
Epichlorohydrin	($\mu\text{g/liter}$)	0.4	
Hexachlorobutadiene	($\mu\text{g/liter}$)	0.6	
edetic acid (EDTA)	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Nitriloacetic acid	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Tributyltin oxide	($\mu\text{g/liter}$)	2	

D. Bahan-bahan organik (yang kemungkinan dapat menimbulkan keuhuan pada konsumen)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Toluene	$\mu\text{g/l}$	24-170	
Xylene	$\mu\text{g/l}$	20-1800	
Ethylbenzene	$\mu\text{g/l}$	2-200	
Styrene	$\mu\text{g/l}$	4-2600	
Monochlorobenzene	$\mu\text{g/l}$	10-12	
1,2 -dichlorobenzene	$\mu\text{g/l}$	1-10	
1,4 -dichlorobenzene	$\mu\text{g/l}$	0.3-30	
Trichlorobenzenes (total)	$\mu\text{g/l}$	5-50	
2 -chlorophenol	$\mu\text{g/l}$	600-1000	
2,4 -dichlorophenol	$\mu\text{g/l}$	0.3-40	
2,4,6 -trichlorophenol	$\mu\text{g/l}$	2-300	

E. Pestisida

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Alachlor	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Aldicarb	($\mu\text{g/liter}$)	10	
aldrin/dieldrin	($\mu\text{g/liter}$)	0.03	
Atrazine	($\mu\text{g/liter}$)	2	
Bentazone	($\mu\text{g/liter}$)	30	
Carbofuran	($\mu\text{g/liter}$)	5	
Chlordane	($\mu\text{g/liter}$)	0.2	
Chlorotoluron	($\mu\text{g/liter}$)	30	
DDT	($\mu\text{g/liter}$)	2	

1,2 -dibromo-3-chloropropane	($\mu\text{g/liter}$)	1	
2,4 -D	($\mu\text{g/liter}$)	30	
1,2 -dichloropropane	($\mu\text{g/liter}$)	20	
1,3 -dichloropropane	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Heptachlor and	($\mu\text{g/liter}$)	0.03	
Heptachlor epoxide	($\mu\text{g/liter}$)	1	
Hexachlorobenzene	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Isoproturon	($\mu\text{g/liter}$)	2	
Lindane	($\mu\text{g/liter}$)	2	
MCPA	($\mu\text{g/liter}$)	6	
Molinate	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Pendimethalin	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Pentachlorophenol	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Permethrin	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Propanil	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Pyridate	($\mu\text{g/liter}$)	2	
Simazine	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Trifluralin	($\mu\text{g/liter}$)	20	
Chlorophenoxy herbicides selain	($\mu\text{g/liter}$)	90	
2,4-D dan MCPA	($\mu\text{g/liter}$)	100	
2,4 -DB	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Dichlorprop	($\mu\text{g/liter}$)	10	
Fenoprop	($\mu\text{g/liter}$)	9	
Mecoprop	($\mu\text{g/liter}$)	10	
2,4,5 -T	($\mu\text{g/liter}$)	9	

F. Desinfektan dan hasil sampingannya

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket
1	2	3	4
Monochloramine	Mg/l	5	
di- and trichloramine	Mg/l	5	
Chlorine	($\mu\text{g/liter}$)	5	
Bromate	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Chlorite	($\mu\text{g/liter}$)	200	
2,4,6 -trichlorophenol	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Formaldehyde	($\mu\text{g/liter}$)	500	
Bromoform	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Dibromochloromethane	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Bromodichloro- methane	($\mu\text{g/liter}$)	60	
Chloroform	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Chlorinated acetic acids	($\mu\text{g/liter}$)	50	
Dichloroacetic acid	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Trichloroacetic acid	($\mu\text{g/liter}$)		
Chloral hydrate	($\mu\text{g/liter}$)	10	
(Trichloroacetal-dehyde)	($\mu\text{g/liter}$)	90	
Dichloroacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)		

Dibromoacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Trichloroacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)	1	
Cyanogen chloride	($\mu\text{g/liter}$)	70	
(sebagai CN)	($\mu\text{g/liter}$)	25	

3. RADIOAKTIFITAS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Gross alpha activity	(Bq/liter)	0.1	
Gross beta activity	(Bq/liter)	1	

4. FISIK

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Parameter Fisik			
Warna	TCU	15	
Rasa dan bau	-	-	Tidak berbau dan berasa
Temperatur	$^{\circ}\text{C}$	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
Kekeruhan	NTU	5	

MENTERI KESEHATAN RI

td.

Dr. ACHMAD SUJUDI

PELAKSANAAN PENGAWASAN INTERNAL KUALITAS AIR
OLEH PENGELOLA AIR MINUM

Untuk menjamin kualitas air minum yang diproduksinya, Pengelola wajib mengadakan pengawasan secara terus-menerus dan berkesinambungan agar air yang diproduksi terjamin kualitasnya. Untuk ini perlu pemeriksaan internal beberapa parameter yang frekuensinya tergantung dari besarnya volume air yang diproduksi Pengelola penyediaan air minum melalui sistem perpipaan.

Vol. Prod. Air/M3-Th Cabang	Test untuk memonitor desinfeksi pada setiap reservoir/stasiun klorinasi (1) (3)	Test rutin minimal pada jaringan pipa	Test untuk setiap reservoir minimal 1X per minggu	Test minimal untuk air baku minimal 2X per tahun menurut musim
< 200.000 M3	Sisa khlor = minimal 1X per hari	1. pH = 1X per minggu	1. pH	1. Total/total col.
		2. DHI. = 1X per 1hn	2. DHI.	2. DO
		3. Kekeruhan 1 X per Thn	3. Alkalinitas	3. Bahan organik (KmnO4)
		4. Organoleptik 1X per hari	4. Kesadahan Total	4. Alkalinitas
		5. Sisa Chlor 1X per hari (padu titik terjah)	5. CO ₂	5. Kesadahan Total (mg/l CaCO ₃)
			6. Sulf.	6. PH
			7. Besi & Mangan, jika menjadi masalah	7. CO ₂
				8. Sulf.
				9. DHI.
≥ 200.000 M3	Sisa khlor = minimal 1X per hari	1. pH	1. pH	10. Besi, mangan, jika menjadi masalah
		2. DHI.	2. DHI.	
		3. Kekeruhan	3. Alkalinitas	
		4. Total coliforms 1x Coli	4. Kesadahan Total	
		5. Sisa Chlor ORP (2) (No. 1 s.d No. 2 - 1 smp 15.000 M3)	5. CO ₂	
		6. Al 1X per bulan (jika digunakan sebagai Flukuan)	6. Sulf.	
			7. Besi & Mangan, jika menjadi masalah	

Keterangan :

- (1) Untuk memastikan efisiensi proses klorinasi sebelum didistribusikan.
- (2) Untuk pemeriksaan rutin sisa Chlor dapat digantikan sebagian dengan pengukuran ORP, hanya jika telah terinkui terdapat hubungan antara Sisa Chlor dan ORP dan secara rutin telah dikalibrasi, menurut sumber airnya.
- (3) Berlaku jika khlor dipakai sebagai desinfektan, jika tidak sampel khlor bebas diganti menjadi tambahan Test Total col.



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 alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0,5	Angka batas minimum
Total Fosfat sebagai P	mg/L	0,2	0,2	3	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	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Cu \leq 1$ mg/L.
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Fe \leq 5$ mg/L.
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Pb \leq 0,1$ mg/L.
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Zn \leq 5$ 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, $NO_2^- - N \leq 1$ mg/L.
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belereng sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S $\leq 0,1$ mg/L.
MIKROBIOLOGI						
Fecal coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, tidak dipersyaratkan

-Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	minimum secara konvensional, fecal coliform \leq 2000 jml / 100 ml dan total coliform \leq 10000 jml/100 ml
-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	
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 = miligram

ug = mikrogram

ml = militer

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

Lampiran 5 Tabel Indeks JPT Dalam 100 ml Sampel Air

Jumlah tabung yang positif			Indeks JPT per 100 ml	Jumlah tabung yang positif			Indeks JPT per 100 ml
10 ml	1 ml	0.1 ml		10 ml	1 ml	0.1 ml	
0	0	0	0	2	0	0	9.1
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6.1	2	1	1	20
0	1	2	9.2	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6.2	2	2	0	21
0	2	1	9.3	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9.4	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
0	3	2	16	2	3	2	44
0	3	3	19	2	3	3	53
1	0	0	5.6	3	0	0	23
1	0	1	7.2	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7.3	3	1	0	43
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120
1	1	3	19	3	1	3	160
1	2	0	11	3	2	0	93
1	2	1	15	3	2	1	150
1	2	2	20	3	2	2	210
1	2	3	24	3	2	3	290
1	3	0	16	3	3	0	240
1	3	1	20	3	3	1	460
1	3	2	24	3	3	2	1100
1	3	3	29	3	3	3	2400 +

Sumber data : APHA Edisi 13, 1971 Metode 3-3-3

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
		- penulisan format penulisan daftar di bawah dr dia		
	18/10'06	- Abstrak / kesimpulan - Grafik	<i>[Signature]</i>	
	1/11'06	- Ace utk seminar - Revisi Abstrak	<i>[Signature]</i>	
	10/11'06	- Ace, di jeda	<i>[Signature]</i>	

TATA TERTIB LABORATORIUM BACTERIOLOGI

Untuk menghindari kecelakaan kerja, penularan penyakit dan untuk mendapatkan hasil kerja yang semaksimal mungkin, perlu ditaati tata tertib Laboratorium Bacteriologi sebagai berikut :

A. Personilnya

1. Harus mengenakan jas kerja yang bersih dan rapi.
2. Rambut yang panjang harus diikat.
3. Tidak boleh merokok, makan dan minum di ruangan Laboratorium.
4. Dilarang membasahi kertas label dengan ludah, dilarang menggigit-gigit pensil atau sapu tangan.
5. Bawalah alat-alat tulis atau perabot lainnya secukupnya saja.
6. Sehabis bekerja atau praktek diharuskan cuci tangan dengan sabun dan kalau perlu dengan desinfectans.

B. Alat-alat

1. Alat-alat yang dipakai untuk memindahkan/menanam biakan/sampel, misalnya ose, jarum penanam dan sebagainya, sesudah dan sebelum dipakai harus disterilkan dengan membakarnya pada nyala api yang tidak berjelaga sampai membara. Sedangkan alat yang lain misalnya lidi kapas, alat suntik dan sebagainya dapat direndam didalam desinfectans.
2. Peralatan lainnya misalnya microscope, loupe, meja kerja/praktek, lemari penanam (laminar flow) harus selalu bersih dan rapi, serta siap pakai.
3. Alat-alat dan reagensia yang sudah selesai digunakan dikembalikan ketempat penyimpanan semula.
4. Kalau perlu jas kerja, alas kaki hanya dipakai di ruangan kerja/praktek saja.

C. Lain-lain :

1. Sediaan, biakan, kertas tissue, kapas bekas dan sebagainya yang tidak terpakai lagi dibuang kedalam tempat yang sudah tersedia.
2. Setiap kecelakaan antara lain biakan jatuh/turnpah, lampu spiritus meledak dan terbakar, tertusuk kaca, segera diatasi dengan cara yang sudah diketahui serta segera lapor kepada pembimbing/atasan, apalagi kalau tidak dapat mengatasi.
3. Pengisian spiritus kedalam lampu spiritus jangan didekat api. Kalau akan menyalakan lampu spiritus, jangan sampai sumbunya dibuka.
4. Setelah kerja atau praktek selesai, harus diperhatikan : kebersihan meja kerja, suhu inkubator, lampu yang menyala, gas yang masih dibuka, AC harus hidup/tidak dan sebagainya.
5. Harap dibuat catatan-catatan lengkap apa yang sudah dikerjakan; dilaporkan, dibuat diagnosa/kesimpulannya.

GENUS : *ESCHERICHIA* SPECIES : *ESCHERICHIA COLI*

MORPHOLOGIS

Gram (-) batang lurus, tidak berspora, tidak berkapsul (ada yang berkapsul dan bergerak aktif / ada yang tidak bergerak).

CULTURIL DAN BIOCHEMIS

Tumbuh mudah pada media sederhana yang dipakai sehari-hari umumnya lactose fermented (ada yang non lactose fermented), menguraikan glucose menjadi asam dan gas (aerogenic), tetapi ada juga yang tidak membuat asam (anaerogenic) dan ada yang dapat memproduksi hydrogen sulfida.

<i>Blood agar plate</i>	: Koloni sedang, abu-abu, smooth, keping, haemolytic atau anhaemolytic.
<i>Mac Conkey agar</i>	: Koloni sedang, merah bata atau merah tua, metallic, smooth, keping atau sedikit cembung.
<i>EMB agar</i>	: Koloni sedang, smooth, keping, kehijau-hijauan - hitam, metallic.
<i>Endo agar</i>	: Koloni besar, smooth, cembung, bulat, merah-merah tua, metallic.
<i>Violet Red Bile Agar</i>	: Koloni sedang, bulat, smooth, merah ungu dilingkari oleh zone yang berwarna merah muda.
<i>Tergitol 7 agar</i>	: Koloni sedang, bulat, smooth, kuning dengan zone kuning, kadang-kadang dengan warna coklat kasar (warna karat) ditengahnya.
TSI agar	: lereng : kuning. dasar : kuning. gas : positif/negatif
SIM medium	: H ₂ S : negatif/positif Indol : positif Motility : aktif/Brown.
Simmon's citrate agar	: negatif.
Fermentasi glucose	: +g/+ sorbitol : +
lactose	: +/- arabinose : +
mannitol	: +
Maltose	: +
sucrose	: +/-
Glucose OF	: fermentative.
Acetate agar	: +/(+)

Test test kimia yang menunjukkan hasil positif :

+ Reduksi nitrate, catalase test, ONPG test, Methyl red test.

Test test kimia yang menunjukkan hasil negatif :

- Malonate biorth, Phenylalanine deaminase, Urease, gelatinase, oxidase, Voges Proskauer test.

GROUPING

Berdasarkan mekanisme dalam menimbulkan penyakit, serologi dan epidemiologi, bakteri coli dibedakan menjadi type yaitu :

1. *Enteropathogenic E.coli (EPEC)*

Strain E. coli dari type ini tidak memproduksi racun dan sifat-sifat pathogennya tidak jelas. Pemeriksaan terakhir untuk type ini dilakukan dengan slide agglutinasi menggunakan sera diagnostika.

2. *Enterotoxigenic E.coli (ETEC)*

Strain E.coli dari type ini dapat memproduksi racun, Stable dan/atau Labile toxin. Stable toxin yaitu racun yang tahan panas, sedangkan labile toxin yaitu racun yang tidak tahan panas.

Racun racun itu dapat menimbulkan diare seperti pada cholera.

Stable toxin (ST) dapat diperiksa dengan percobaan biologis menggunakan infant mice umur maximum 4 hari.

Sedangkan labile toxin (LT) dapat diperiksa dengan ELISA test.

3. *Enteroinvasive E.coli (EIEC)*

Strain bakteri E.coli type ini dapat menimbulkan penyakit diare seperti pada Shigella.

Identifikasi bakteri ini dapat dilakukan dengan Sereny test yaitu dengan meneteskan suspensi pekat bakteri ini pada mata marmot.

4. *Enterohaemorrhagic E. coli* (EHEC) :

E.coli serotype O157 ini dapat memproduksi Vero Cytotoxin yang dapat menimbulkan diare berdarah atau haemorrhagic colitis (HC) dan Haemolytic Uremic Syndrome (HUS).

Identifikasi bakteri ini dapat dilakukan dengan reagent kit E.coli O157 latex test.

ISOLASI DAN DIAGNOSA

Hari I :

- Specimen ditanam pada isolasi media a.l. Blood agar plate, Mac Conkey agar plate, EMB agar, Endo agar, Violet Red Bile agar, Tergitol 7 agar, atau lainnya.
- Masuk inkubator 37°C 24 jam.

Hari II :

- Dari media isolasi koloni yang tersangka E.coli disubkultur pada TSI agar, SIM dan Simmon's citrate medium.
- Masuk inkubator 37°C 24 jam.

Hari III :

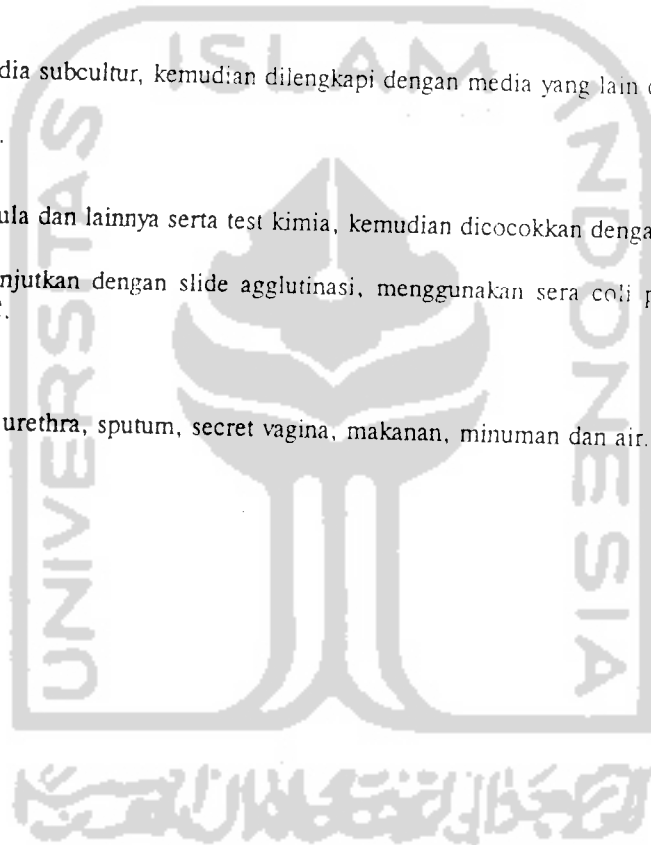
- Dibaca pertumbuhan pada media subkultur, kemudian dilengkapi dengan media yang lain dan test test kimia yang diperlukan.
- Masuk inkubator: 37°C 24 jam.

Hari IV :

- Dibaca pertumbuhan media gula dan lainnya serta test kimia, kemudian dicocokkan dengan ciri ciri E.coli untuk menentukan diagnosanya.
- Apabila diperlukan dapat dilanjutkan dengan slide agglutinasi, menggunakan sera coli pathogen, dan test test lainnya untuk ETEC dan EIEC.

SPECIMEN

Darah, faeces, urine, pus, secret urethra, sputum, secret vagina, makanan, minuman dan air.



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

PECIMEN :

(akanan, minuman, air.

DEFINISI :

Most probable number = perkiraan terdekat jumlah.

Bacteri coliform = bakteri golongan coli, yang ditandai dengan kemampuan bakteri 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 :

1. Persiapan specimen :

* Untuk specimen yang padat atau cair tapi pekat, dilarutkan dulu dengan aquadest atau air garam steril atau Quarter strength Ringer solution.

10 gram atau 10 cc specimen ditambah aquadest steril atau lainnya sampai 100 cc.

* Sedangkan specimen cair dapat langsung diperiksa.

2. 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 atau 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 Methylene 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 bakteri 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 memastikan apakah E. coli atau bukan. Kemudian dicari pada tabel MPN untuk menentukan 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 penanaman 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 :

$$(A + B + C) \times (\sqrt{(S \times N)})^{-1} \times 100 = \dots\dots\dots$$

- 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 :

$$(3 + 2 + 1) \times (\sqrt{(33,3 \times 1,2)})^{-1} \times 100 = 94,91.$$

* 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 pengenceran sampel 10 X, 100 X, dan 1000 X diambil masing-masing 1 ml dimasukkan kedalam petrie 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-agar nya 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 bakteri 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	7979

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	0	2	0	0	10
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	30
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	271
1	3	2	23	3	3	2	418
1	3	3	27	3	3	3	71898

TABEL MPN 555 MENURUT FORMULA THOMAS

Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml	Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml
5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml		5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml	
0	0	0	0	1	0	0	2
0	0	1	2	1	0	1	4
0	0	2	4	1	0	2	6
0	0	3	5	1	0	3	8
0	0	4	7	1	0	4	10
0	0	5	9	1	0	5	12
0	1	0	2	1	1	0	4
0	1	1	4	1	1	1	6
0	1	2	5	1	1	2	8
0	1	3	7	1	1	3	10
0	1	4	9	1	1	4	12
0	1	5	11	1	1	5	14
0	2	0	4	1	2	0	6
0	2	1	6	1	2	1	8
0	2	2	7	1	2	2	10
0	2	3	9	1	2	3	12
0	2	4	11	1	2	4	14
0	2	5	13	1	2	5	16
0	3	0	6	1	3	0	8
0	3	1	7	1	3	1	10
0	3	2	9	1	3	2	12
0	3	3	11	1	3	3	14
0	3	4	13	1	3	4	17
0	3	5	15	1	3	5	19
0	4	0	7	1	4	0	10
0	4	1	9	1	4	1	13
0	4	2	11	1	4	2	15
0	4	3	13	1	4	3	17
0	4	4	15	1	4	4	19
0	4	5	17	1	4	5	21
0	5	0	9	1	5	0	13
0	5	1	11	1	5	1	15
0	5	2	13	1	5	2	17
0	5	3	15	1	5	3	19
0	5	4	17	1	5	4	21
0	5	5	19	1	5	5	23

TABEL MPN 555 MENURUT FORMULA THOMAS

Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml	Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml
5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml		5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml	
2	0	0	5	3	0	0	8
2	0	1	7	3	0	1	11
2	0	2	9	3	0	2	13
2	0	3	11	3	0	3	16
2	0	4	14	3	0	4	19
2	0	5	16	3	0	5	21
2	1	0	7	3	1	0	11
2	1	1	9	3	1	1	14
2	1	2	11	3	1	2	16
2	1	3	14	3	1	3	19
2	1	4	16	3	1	4	22
2	1	5	18	3	1	5	25
2	2	0	9	3	2	0	14
2	2	1	12	3	2	1	17
2	2	2	14	3	2	2	19
2	2	3	16	3	2	3	22
2	2	4	19	3	2	4	25
2	2	5	21	3	2	5	28
2	3	0	12	3	3	0	17
2	3	1	14	3	3	1	20
2	3	2	17	3	3	2	23
2	3	3	19	3	3	3	26
2	3	4	21	3	3	4	29
2	3	5	24	3	3	5	31
2	4	0	14	3	4	0	20
2	4	1	17	3	4	1	23
2	4	2	19	3	4	2	26
2	4	3	22	3	4	3	29
2	4	4	24	3	4	4	32
2	4	5	27	3	4	5	35
2	5	0	17	3	5	0	24
2	5	1	19	3	5	1	27
2	5	2	22	3	5	2	30
2	5	3	24	3	5	3	33
2	5	4	27	3	5	4	36
2	5	5	29	3	5	5	39

TABEL MPN 555 MENURUT FORMULA THOMAS

Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml	Jumlah TB. (+) Gas pd penanaman			Index MPN per 100 ml
5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml		5 X 10 ml	5 X 1 ml	5 X 0,1 ml	
4	0	0	14	5	0	0	29
4	0	1	17	5	0	1	35
4	0	2	21	5	0	2	41
4	0	3	24	5	0	3	47
4	0	4	28	5	0	4	53
4	0	5	31	5	0	5	60
4	1	0	18	5	1	0	38
4	1	1	21	5	1	1	45
4	1	2	25	5	1	2	52
4	1	3	28	5	1	3	59
4	1	4	32	5	1	4	66
4	1	5	36	5	1	5	74
4	2	0	22	5	2	0	50
4	2	1	26	5	2	1	58
4	2	2	29	5	2	2	67
4	2	3	33	5	2	3	75
4	2	4	37	5	2	4	84
4	2	5	41	5	2	5	93
4	3	0	27	5	3	0	68
4	3	1	30	5	3	1	78
4	3	2	34	5	3	2	89
4	3	3	38	5	3	3	100
4	3	4	42	5	3	4	111
4	3	5	46	5	3	5	123
4	4	0	32	5	4	0	99
4	4	1	36	5	4	1	113
4	4	2	40	5	4	2	130
4	4	3	44	5	4	3	147
4	4	4	48	5	4	4	166
4	4	5	53	5	4	5	188
4	5	0	37	5	5	0	190
4	5	1	42	5	5	1	233
4	5	2	46	5	5	2	294
4	5	3	50	5	5	3	390
4	5	4	55	5	5	4	494
4	5	5	59	5	5	5	71898

3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu total} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(4)$$

dengan penjelasan :

- A = Berat cawan berisi residu dalam mg
 B = Berat cawan kosong dalam mg

3.6 Residu Tersuspensi

3.6.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu tersuspensi dilakukan dengan cara menimbang berat residu di dalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0,45 µm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105°C hingga diperoleh berat tetap.

3.6.2 Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

- 1) partikel yang besar, partikel yang mengapung, dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian;
- 2) contoh yang mengandung kadar garam tinggi untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pembilasan yang sempurna dengan air suling setelah contoh disaring.

3.6.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah:

- 1) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 2) kertas saring yang berpori 0,45 µm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 3) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja nitrat atau aluminium;

- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) penjepit.

3.6.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :
 - (1) taruh kertas saringan ke dalam alat penyaring;
 - (2) bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 20 mL dan operasikan alat penyaring;
 - (3) ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
 - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
 - (5) keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan dalam desikator selama 10 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4 %) misalnya B mg;
 - (9) taruh kertas saring tersebut di dalam desikator;
- 2) penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan :
 - (1) siapkan kertas saring yang telah diketahui beratnya pada alat penyaring;
 - (2) contoh dikocok hingga merata dan masukkan ke dalam alat penyaring; banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu tersuspensi sehingga berat residu tersuspensi antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - (3) saring contoh, kemudian residu tersuspensi dibilas dengan air suling sebanyak 10 mL dan dilakukan 3 kali pembilasan;
 - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus;
 - (5) keringkan di dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan di dalam desikator selama 10 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5),(6) dan (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg;
 - (9) hasil tersebut dapat dilanjutkan untuk penetapan residu tersuspensi terurai;

(10) air saringan yang diperoleh dapat digunakan untuk penetapan residu terlarut.

3.6.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu tersuspensi} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(5)$$

dengan penjelasan :

A = Berat kertas saring berisi residu tersuspensi, dalam mg

B = Berat kertas saring kosong, dalam mg

3.7 Residu Terlarut

3.7.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu terlarut dilakukan dengan cara menimbang berat residu yang lolos melalui kertas saring yang berpori < 0,45 μm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105 $^{\circ}\text{C}$.

3.7.2 Gangguan

Beberapa gangguan pengujian antara lain :

- 1) kadar residu terlarut yang lebih besar dari 200 mg; untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pengenceran atau pengurangan volume contoh;
- 2) contoh yang mengandung kalsium, magnesium, klorida dan atau sulfat dengan kadar yang tinggi, mengganggu penimbangan karena bersifat mudah menyerap air (higroskopis);
- 3) contoh yang mengandung bikarbonat dalam kadar tinggi memerlukan pengeringan yang lebih lama.

3.7.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 $^{\circ}\text{C}$;
- 3) penangas air;

- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 8) kertas saring yang bernori 0,45 μ m misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk meletakkan kertas saring yang terbuat dari baja nir karat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan.

3.7.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan cawan kosong dikerjakan dengan urutan :
 - (1) panaskan cawan kosong dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 1 jam, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (2) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (3) timbang dengan neraca analitik;
 - (4) panaskan kembali cawan kosong dalam oven pada suhu 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang kembali dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya B mg.
- 2) penyaringan contoh dilakukan dengan urutan :
 - (1) siapkan kertas saring pada alat penyaring;
 - (2) saring contoh sebanyak 250 mL;
 - (3) ambil filtrat sebanyak 100 mL kemudian tuangkan kedalam cawan yang telah diketahui beratnya dan banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu terlarut di dalam contoh uji sehingga berat residu terlarut yang diperoleh antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - (4) keringkan di dalam oven pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang cawan berisi residu terlarut tersebut dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg.

3.7.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu terlarut} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL Contoh}} \dots\dots\dots(6)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu terlarut, dalam mg

B = Berat cawan kosong, dalam mg

3.8 Residu Terurai dan Residu Terikat

3.8.1 Prinsip Kerja

Residu total atau residu tersuspensi dipijarkan pada suhu 550 °C selama 15 menit. Kehilangan residu total atau residu tersuspensi disebut residu terurai dan sisa dari residu total atau residu tersuspensi disebut residu terikat.

3.8.2 Gangguan

Gangguan yang ada pada residu terurai dan residu terikat sama dengan residu total dan residu tersuspensi (lihat 3.5.2 dan 3.6.2).

3.8.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan sama dengan pemeriksaan residu terlarut (lihat 3.7.3).

3.8.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penetapan residu total terurai dan residu total terikat dilakukan dengan urutan:
 - (1) tetapkan residu total dari contoh sesuai dengan cara residu total, lihat 3.5 di atas;
 - (2) pijarkan cawan yang berisi residu total di dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (3) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (4) timbang dengan neraca analitik;

- (5) ulangi pemanasan dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C mg.
- 2) penetapan residu tersuspensi terurai dan residu tersuspensi terikat dilakukan dengan urutan :
- (1) tetapkan residu tersuspensi dari contoh sesuai dengan cara residu tersuspensi lihat 3.6 di atas;
 - (2) masukkan residu tersuspensi ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya (lihat 3.5.4 (1));
 - (3) pijarkan dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (4) lanjutkan pendinginan dalam desikator selama 15 menit;
 - (5) timbang dengan neraca analitik;
 - (6) panaskan dalam alat pemanas pada suhu 103-105 °C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik, ulangi pemanasan dan pendinginan seperti pada langkah (6) sampai diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C' mg.

3.8.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

$$\text{mg/L residu total terurai} = \frac{(A - C) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{mg/L residu total terikat} = \frac{(C - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(8)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu total dalam mg

B = Berat cawan berisi residu total setelah pemijaran, dalam mg

C = Berat cawan kosong, dalam mg

$$\text{mg/L residu tersuspensi terurai} = \frac{(A' - C') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{mg/L residu tersuspensi terikat} = \frac{(C' - B') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(10)$$

dengan penjelasan :

A' = Berat cawan berisi residu tersuspensi, dalam mg

C' = Berat cawan berisi residu tersuspensi setelah pemijaran, dalam mg

B' = Berat cawan kosong, dalam mg

3.9 Residu Mengendap

3.9.1 Prinsip Kerja

Contoh yang serba sama diendapkan di dalam kerucut pengendap selama waktu tertentu, kemudian diukur banyak endapannya dalam mL/L atau mg/L.

3.9.2 Gangguan

Gangguan dalam pemeriksaan ini adalah zat yang mengapung, harus dipisahkan terlebih dahulu.

3.9.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 °C;
- 3) penangas air;
- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 8) kertas saring berpori 0,45 μm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja nirkarat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan;
- 11) kerucut Imhoff;
- 12) batang pengaduk yang dilengkapi dengan karet pembersih;
- 13) gelas ukur berdiameter ± 9 cm.

3.9.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah :

- 1) pemeriksaan dengan cara volumetri dikerjakan sebagai berikut :
 - (1) contoh dikocok hingga serba sama, kemudian diambil 1 Liter dan dimasukkan ke dalam kerucut Imhoff, biarkan selama 45 menit;
 - (2) suspensi yang melekat pada dinding dilepaskan dengan batang pengaduk, biarkan lagi selama 15 menit;
 - (3) baca volume dari suspensi yang mengendap pada kerucut Imhoff.
- 2) pemeriksaan dengan cara gravimetri dikerjakan sebagai berikut :
 - (1) tetapkan kadar residu tersuspensi sesuai dengan penetapan kadar suspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi mengendap dan tidak mengendap;
 - (2) ambil contoh 1 Liter yang telah dikocok hingga serba sama dan masukkan ke dalam gelas ukur (tinggi air ± 20 cm);
 - (3) biarkan contoh tersebut selama 1 jam;
 - (4) pisahkan lapisan air dengan endapan dengan menggunakan pipa pindah (sipon), dengan cara ujung selang diletakkan ditengah-tengah antara permukaan zat cair dan endapan, kemudian tampung sebanyak 250 mL;
 - (5) tetapkan kadar residu tersuspensi dari air yang ditampung tadi, seperti pada residu tersuspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi yang tidak mengendap.

3.9.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

- 1) cara volumetri;

$$\text{mL/L residu mengendap} = \frac{\text{mL pembacaan endapan pada kerucut Imhoff}}{1 \text{ L}} \dots\dots(11)$$

- 2) cara gravimetri;

$$\text{mg/L residu mengendap} = A - B \dots\dots\dots(12)$$

dengan penjelasan :

A = residu tersuspensi (mg/L)

B = residu tidak mengendap (mg/L)

3.10 Derajat Keasaman

3.10.1 Prinsip Kerja

Aktivitas ion hidrogen dalam air diukur secara potensiometri dengan elektroda gelas. Elektroda ini akan menghasilkan perubahan tegangan yang disebabkan oleh aktivitas ion hidrogen sebesar 59,1 mv/pH unit pada suhu 25 °C.

3.10.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengukuran adalah :

- 1) air suling;
- 2) larutan buffer pH 4,004;
- 3) larutan buffer pH 7,415;
- 4) larutan buffer pH 9,183.

3.10.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam analisis ialah :

- 1) pH meter;
- 2) labu ukur 1 Liter;
- 3) termometer;
- 4) gelas piala;

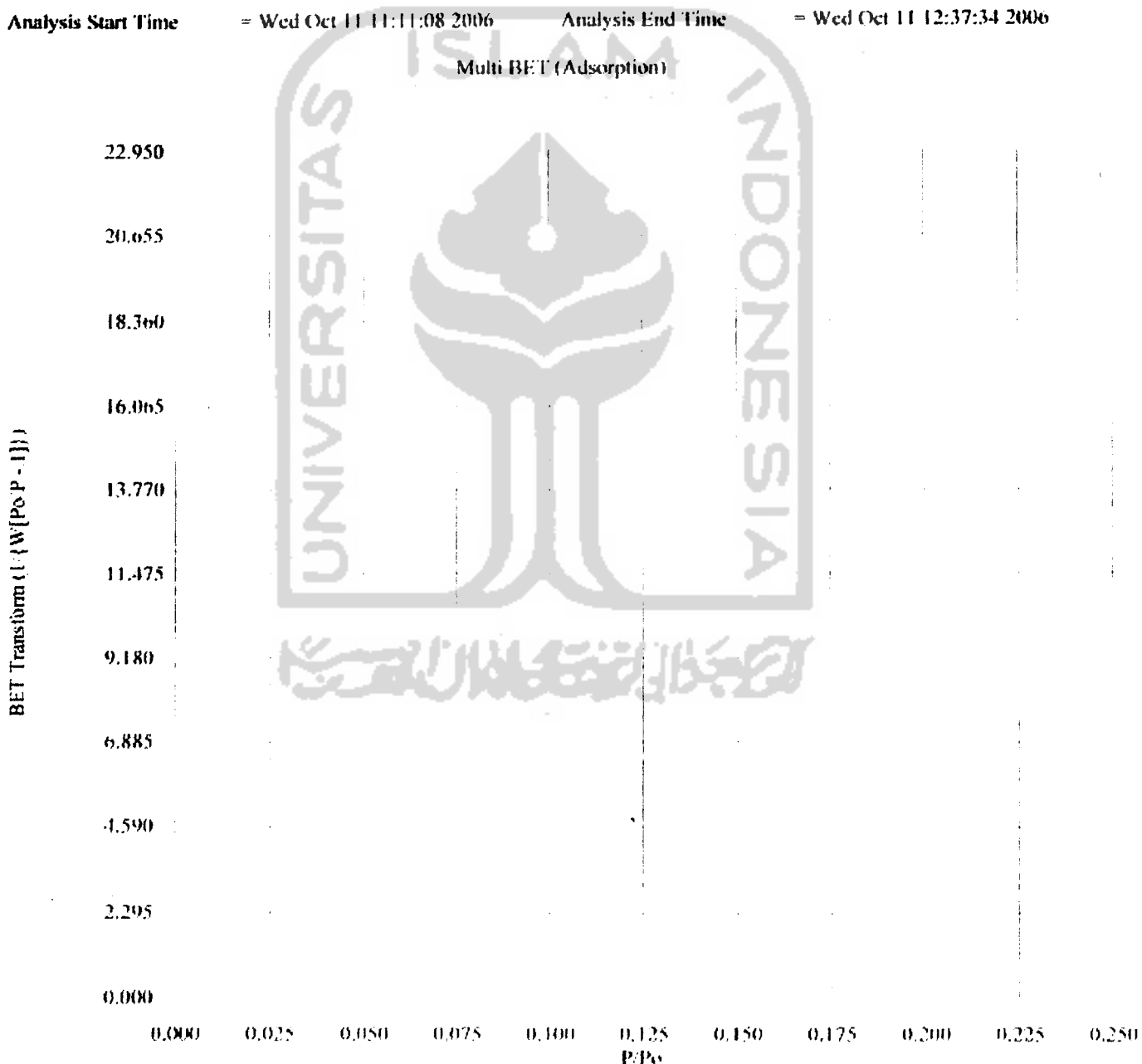
3.10.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja analisis adalah sebagai berikut :

- 1) kalibrasi alat dilakukan sebagai berikut :
 - (1) perlu diikuti petunjuk pemakaian alat dari pabriknya;
 - (2) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 7,415 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 7,415;
 - (3) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 4,004 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH

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

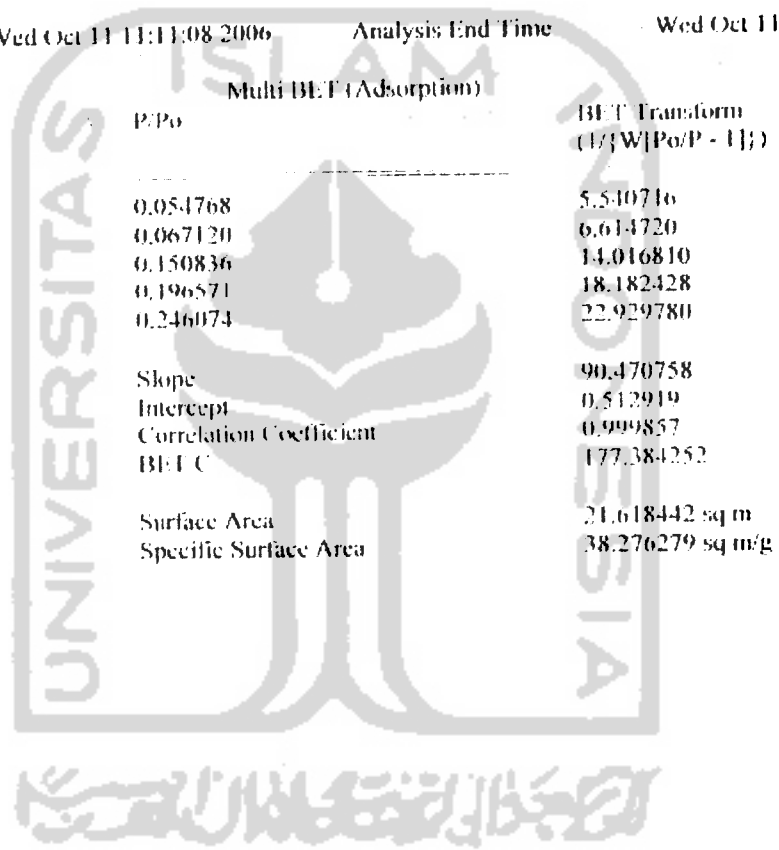


Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617a.dat

User ID	-	User Setup	- 5
Sample ID	617/PKA A	Sample Cell Number	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

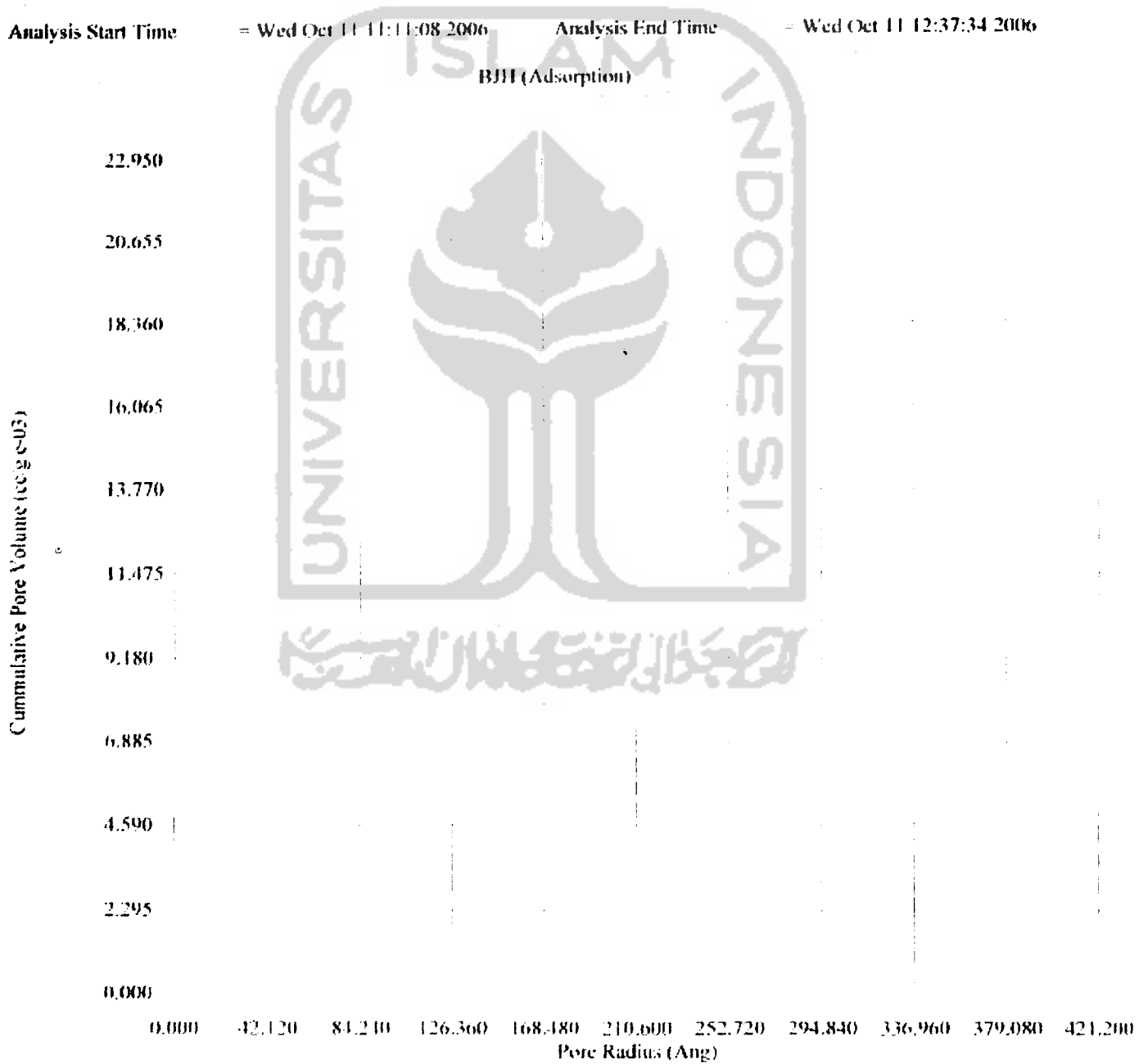
Multi BET (Adsorption)

P/Po	BET Transform (1/[W(Po/P - 1)])
0.054768	5.540716
0.067120	6.614720
0.150836	14.016810
0.196571	18.182428
0.246074	22.929780
Slope	90.470758
Intercept	0.512919
Correlation Coefficient	0.999857
BET C	177.384252
Surface Area	21.618442 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



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	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

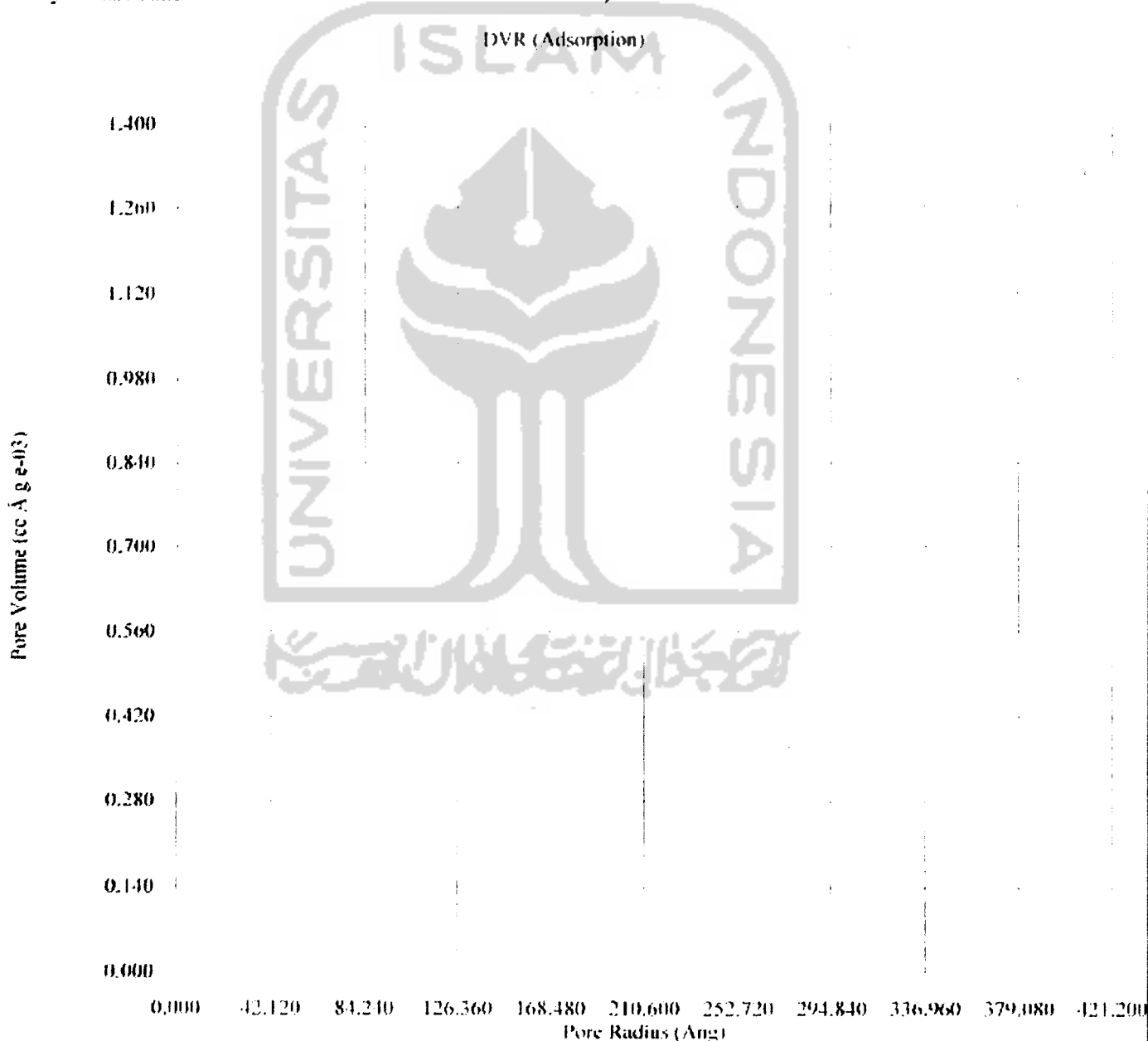
BJH (Adsorption)		
Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
421.185699	16530.948410	22.902683
155.206342	16476.501139	21.756063
100.599226	16318.152133	20.527224
75.214563	16068.101688	19.269480
59.910454	15764.869758	18.129107
49.859126	15383.006801	16.985228
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



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

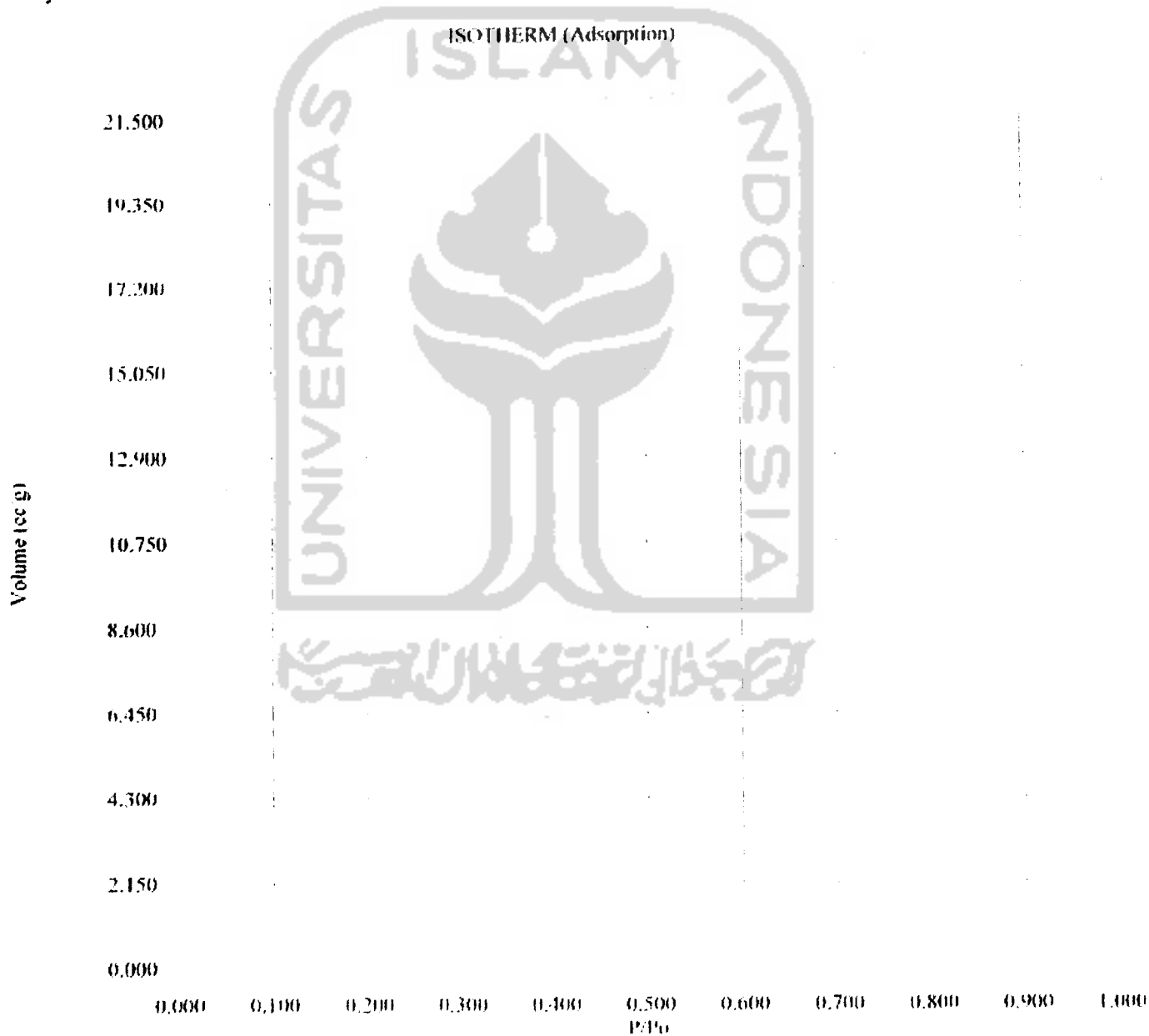
User ID		User Setup	5
Sample ID	617/P/KA A	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.5648 g	Sample Volume	0.5648 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.86 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	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)		
Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m ² /g e-03)	Pore Volume (cc/A/g e-03)
321.185699	0.119757	0.002522
155.206342	2.048196	0.015895
100.599226	7.837885	0.039424
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
32.902908	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.

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



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	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
0.246074	11.389136
0.286325	11.881301
0.324016	12.335592
0.360718	12.774660
0.397498	13.209428
0.433845	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	16.782041
0.731549	17.276393
0.768216	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

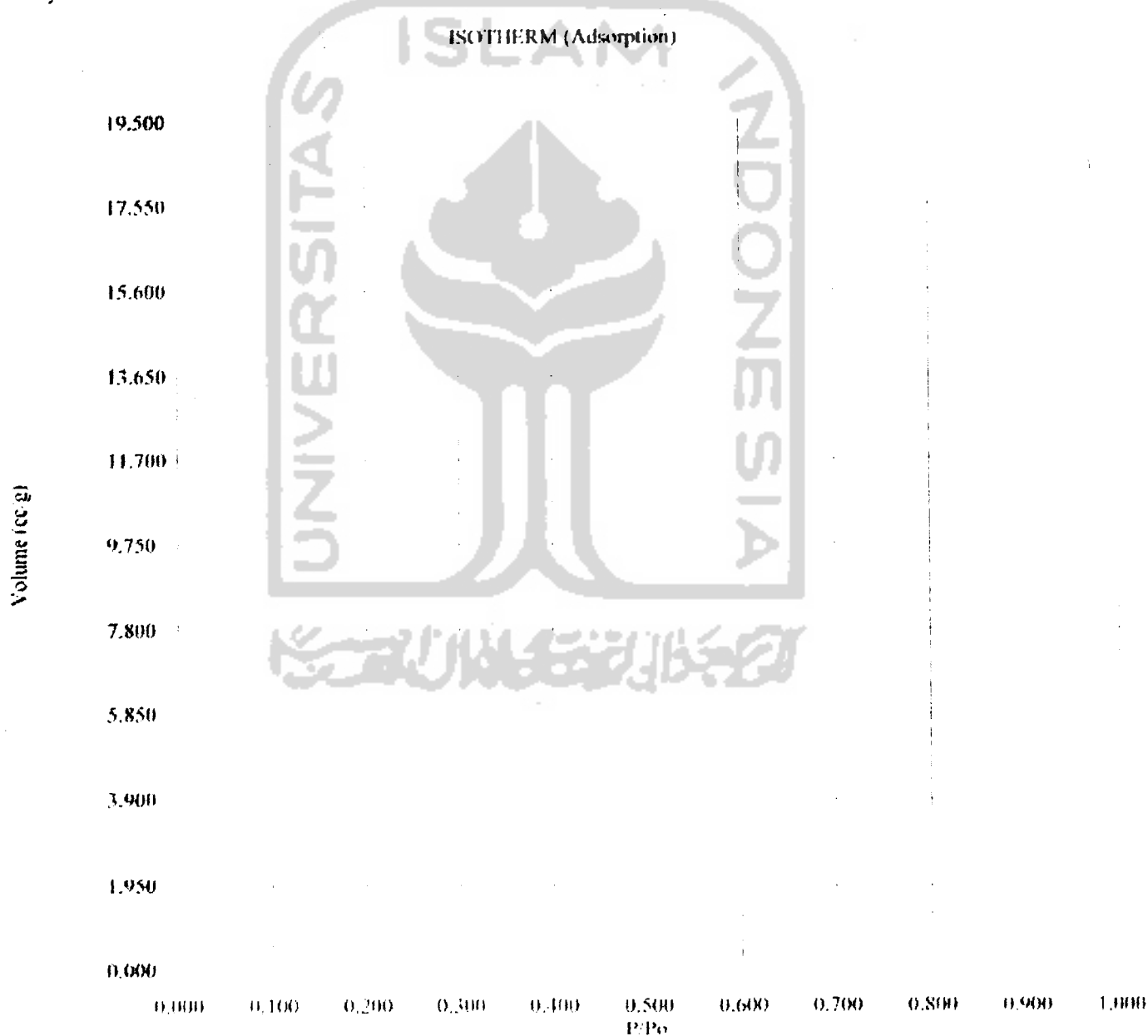
User ID		User Setup	5
Sample ID	617/P/KA-B	Sample Cell Number	2
Sample Weight	0.5770 g	Sample Volume	= 0.5770 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	752.03 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	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)

P/Po	Volume (cc/g)
0.049228	7.444880
0.074136	7.986339
0.151801	9.130175
0.196446	9.664659
0.215226	10.214865
0.285135	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	15.358847
0.729938	15.817067
0.765936	16.300761
0.802253	16.798226
0.839830	17.115951
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

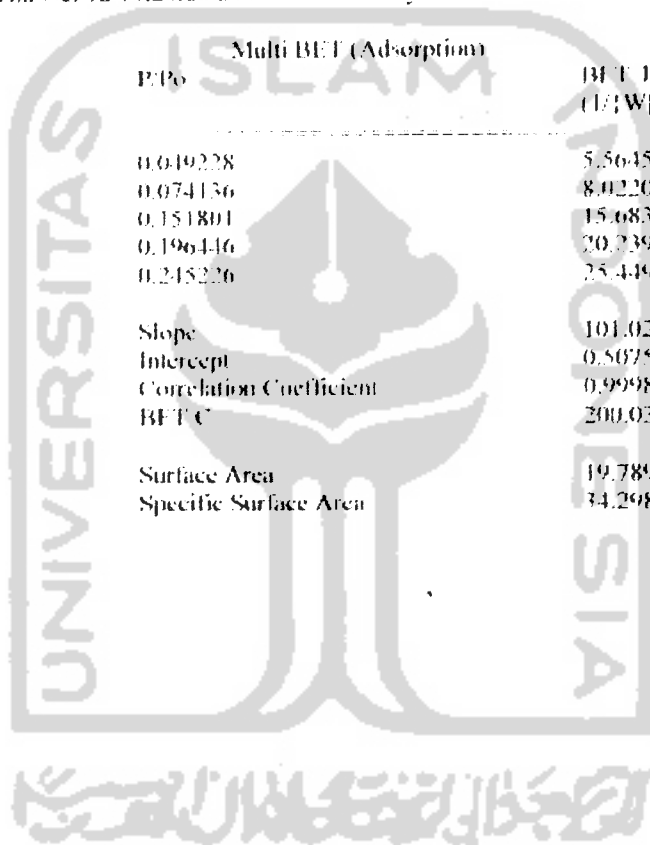


Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name -- 617b.dat

User ID		User Setup	-- 5
Sample ID	617/PEKA-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

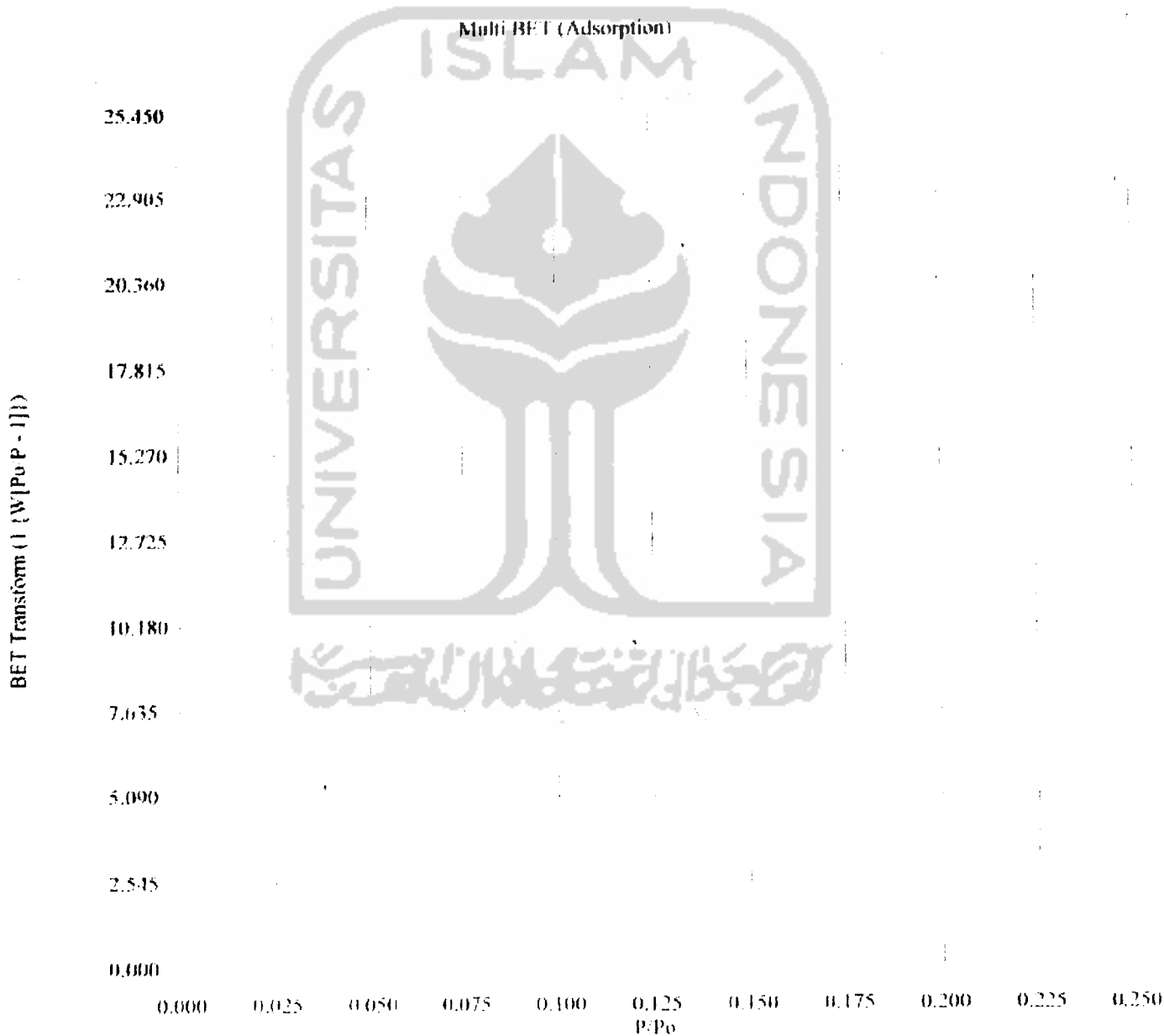
Multi BET (Adsorption)

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	0.507593
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 2006	Analysis End Time	= Thu Oct 12 11:47:33 2006



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

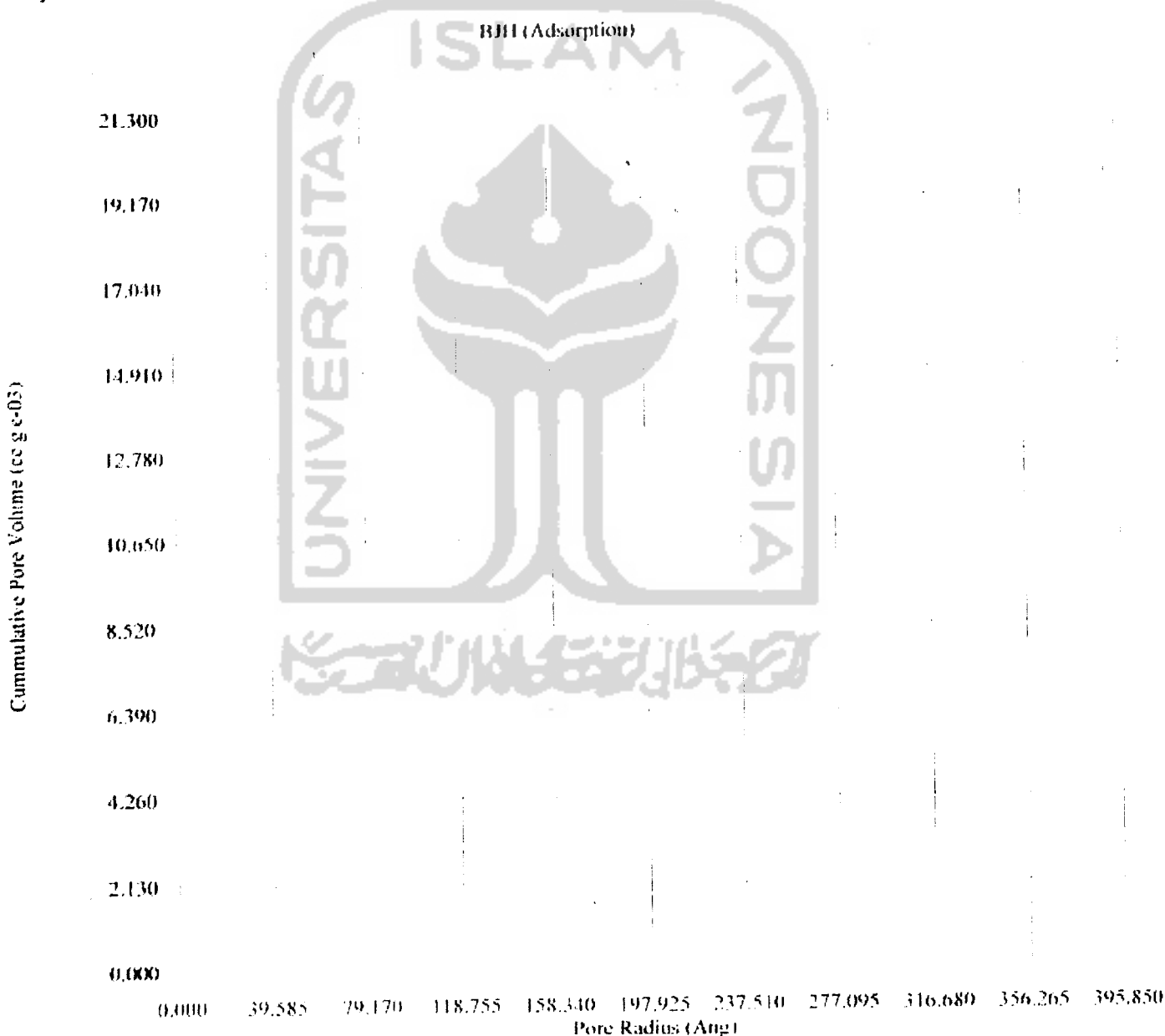
BJH (Adsorption)		
Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
395.857809	15626.911744	21.257351
155.466167	15572.245396	20.175401
100.353018	15431.344612	19.080135
74.471667	15211.696495	17.978018
59.482513	14931.785993	16.935748
49.315369	14717.075901	16.297173
42.246312	14271.343974	15.198101
36.932950	13747.689616	14.091978
32.801738	13135.545357	12.961563
29.292287	12487.322854	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	5.988347
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 30.046123 e-03 cc/g for all pores less than 574.368980 Angstrom.

Average pore radius is 47.520775 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



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

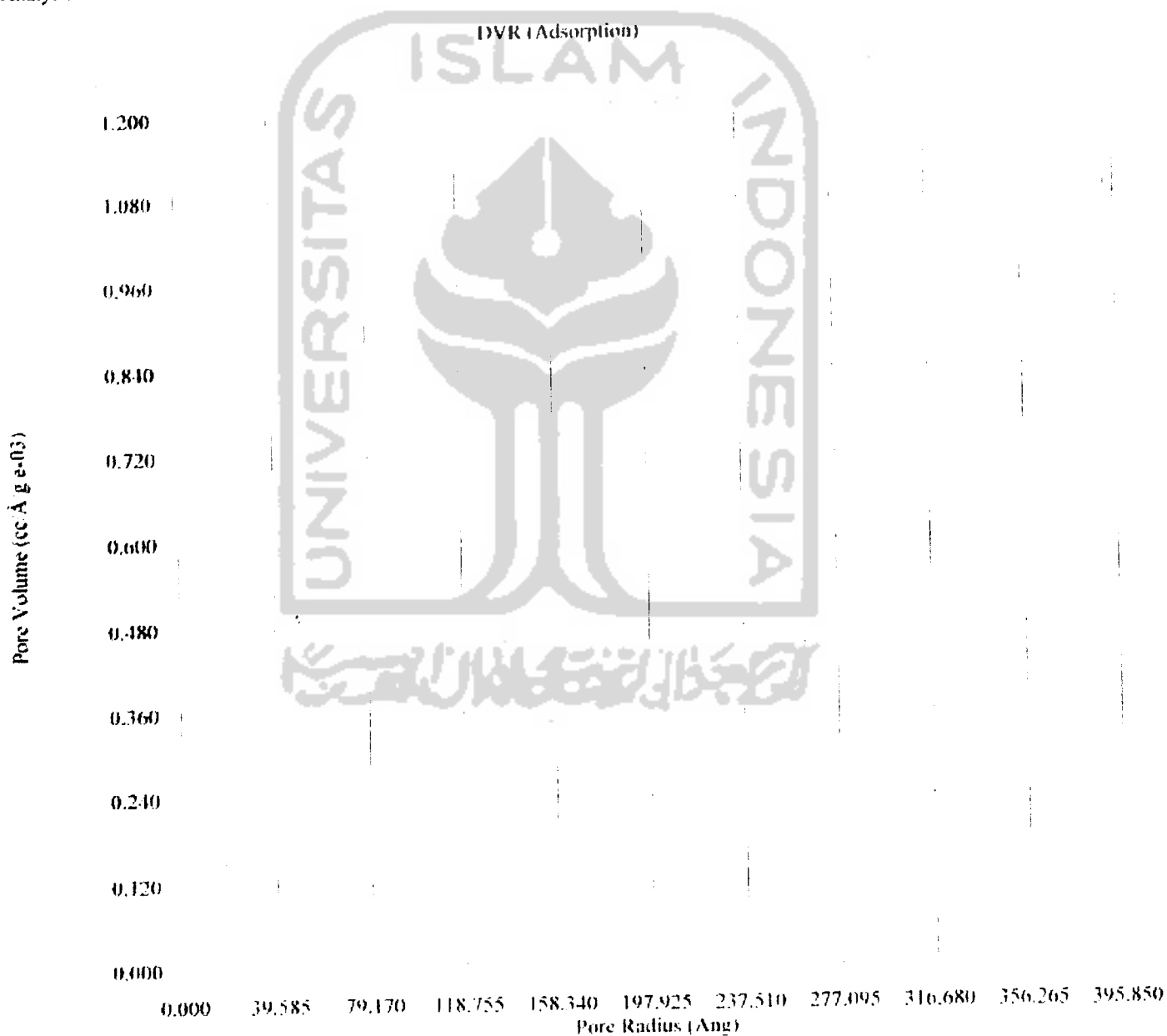
Pore Radius (Ang)	DVR (Adsorption)		Pore Volume (cc/A/g e-03)
	Pore Area (sq m/A/g e-03)		
395.837809	0.135151		0.002675
155.466167	1.847644		0.014362
100.353018	6.466592		0.032447
74.471667	15.728750		0.058567
59.482513	47.624899		0.082419
49.315369	54.677043		0.134821
42.246312	87.479431		0.184784
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		0.621251
20.172817	685.471779		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



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

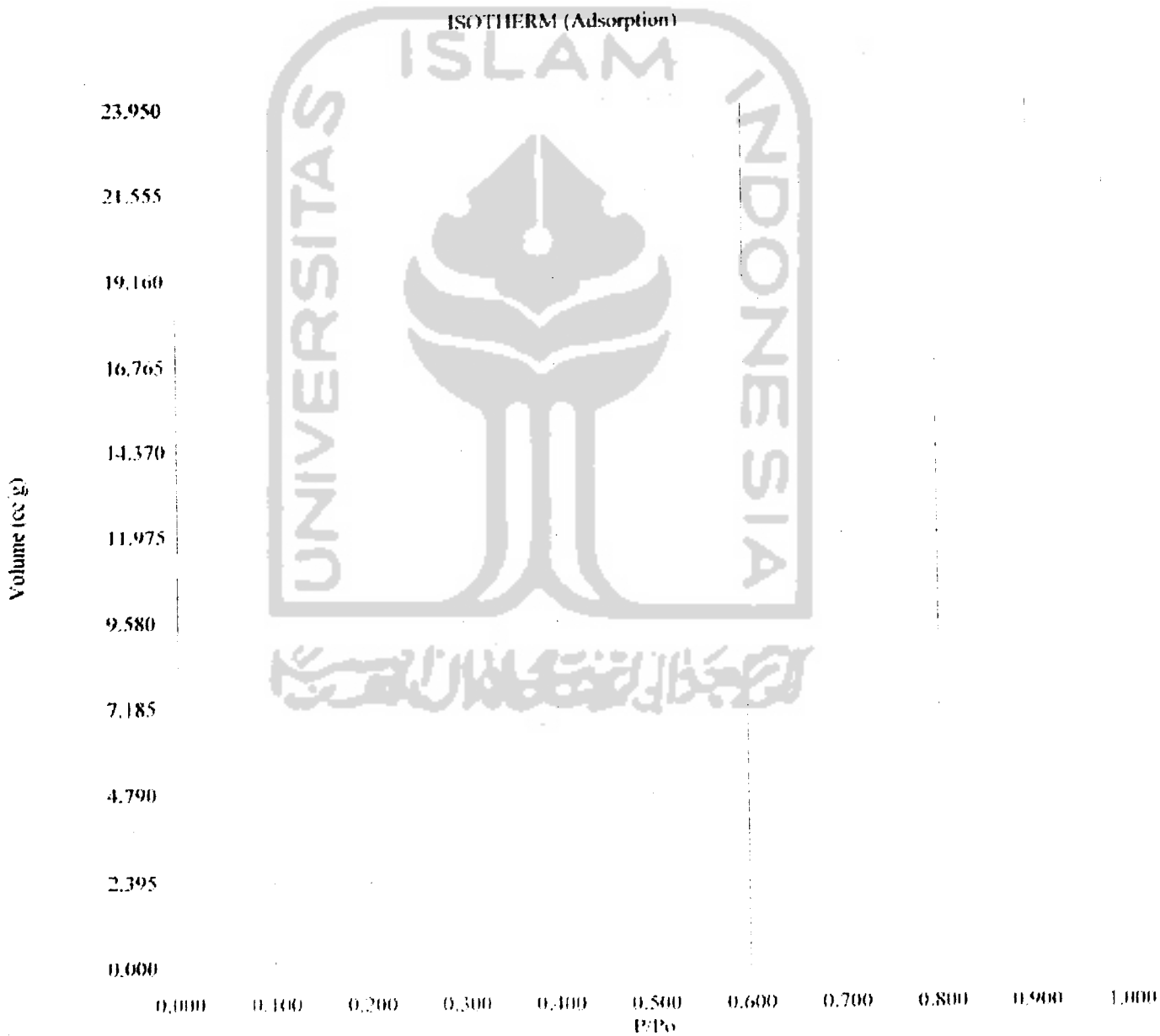
User ID		User Setup	5
Sample ID	617/P.KA.C	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.4130 g	Sample Volume	0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.42 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	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)
0.013426	9.323565
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	16.337214
0.581177	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	21.673754
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



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	0.1130 g	Sample Volume	0.4130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Pt 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

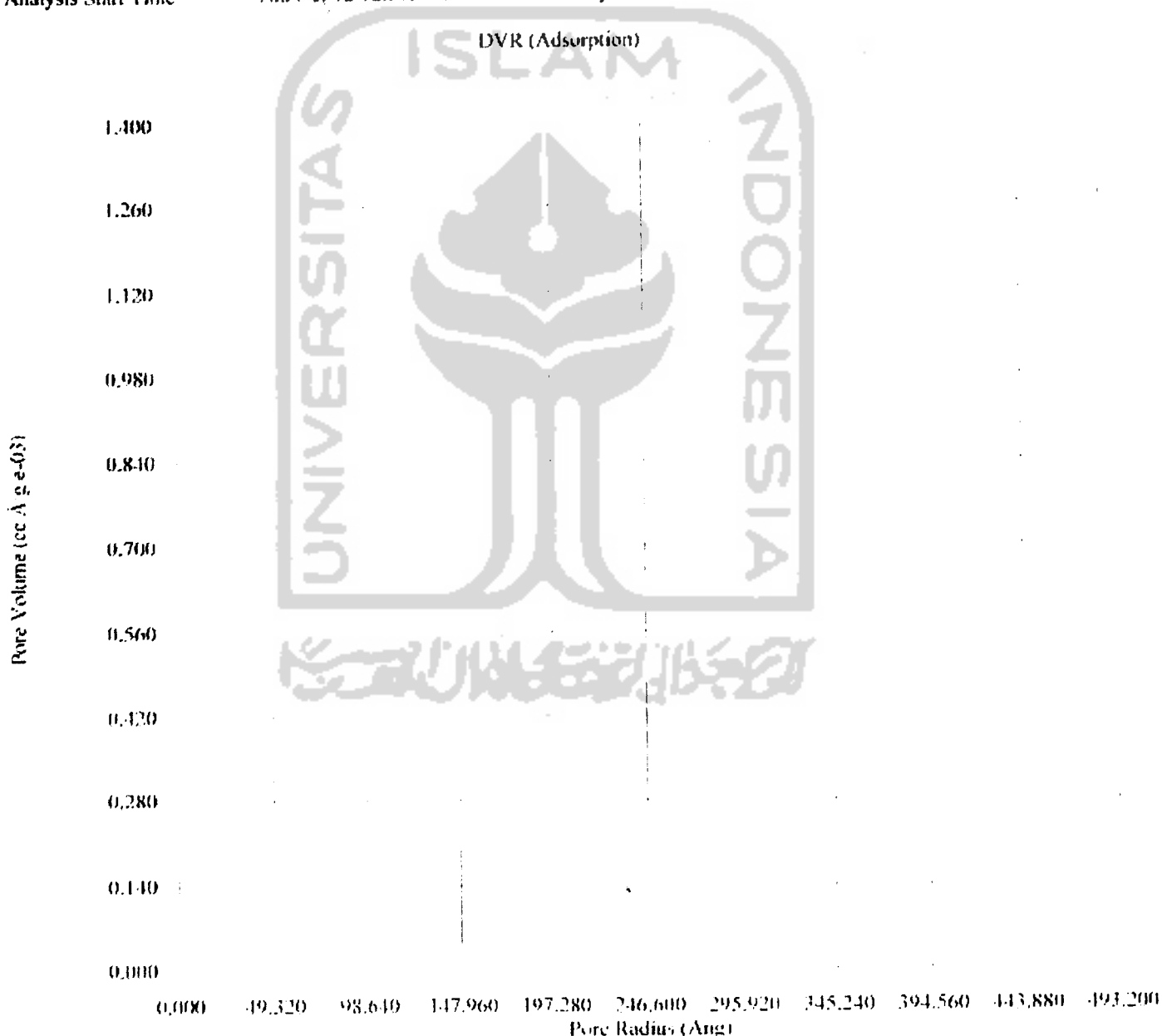
DVR (Adsorption)		
Pore Radius (Ang)	Pore Area (sq m ² /g e-03)	Pore Volume (cc/A/g e-03)
393.163916	0.078366	0.001932
159.193595	1.870751	0.014891
100.550384	11.072882	0.055669
75.665592	17.241598	0.065230
60.158490	32.848014	0.098804
50.128017	58.435474	0.146463
42.984611	92.459857	0.198718
37.401719	139.108098	0.260144
32.814394	213.325663	0.350008
29.287177	359.490174	0.481929
26.531383	558.085238	0.6475025
24.048191	844.867700	0.834913
21.958176	1261.323067	1.116280
20.205074	1861.524054	1.5668507
18.651898	2770.363275	2.131918
17.268319	4086.983414	2.938519
16.006427	6017.337618	4.134326
14.865019	8821.786003	5.805394
13.804895	12776.064755	8.063968

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

Average pore radius is 17.201323 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



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

User ID		User Setup	5
Sample ID	617P/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

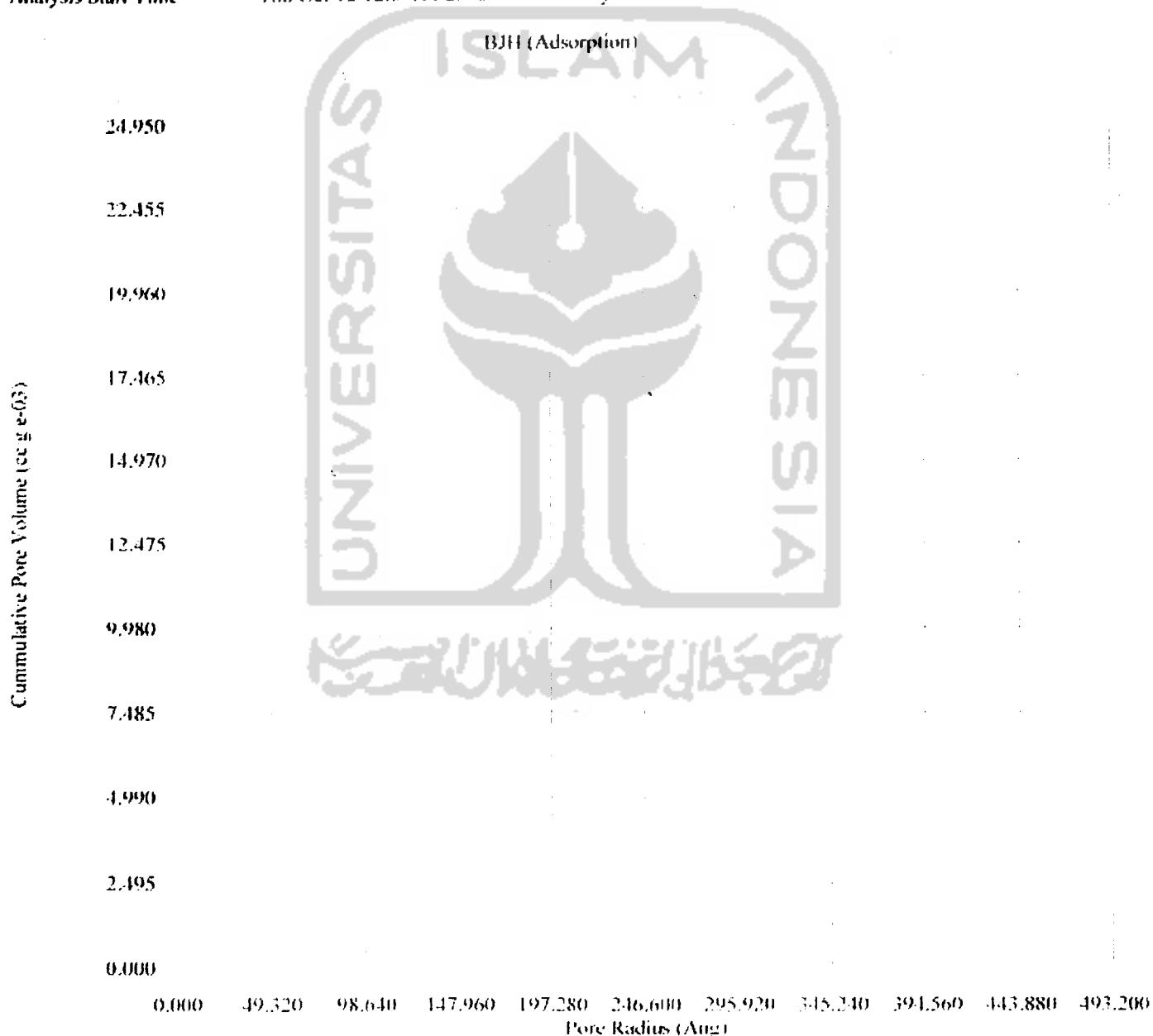
Pore Radius (Ang)	Cummulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cummulative Pore Volume (cc/g e-03)
493.463916	17391.094442	24.919331
159.193595	17345.537001	23.795974
100.880384	17183.526544	22.506423
75.665592	16843.759637	20.798238
60.158490	16514.703957	19.553328
50.128047	16122.852849	18.374670
42.984611	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	8.351945
20.205074	8864.259373	7.201150
18.651898	7758.633236	6.084187
17.268319	6940.149988	5.320873
16.006127	5492.140811	4.070639
14.865049	3803.170809	2.718920
13.804895	2033.534057	1.403636

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

Average pore radius is 17.201323 Angstrom.

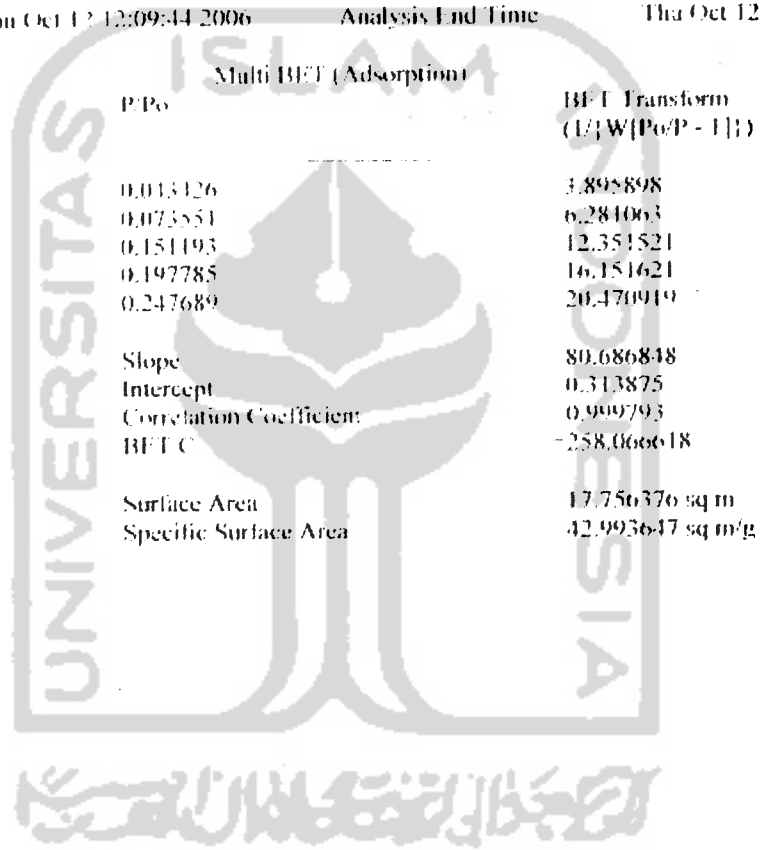
Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617c.dat

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



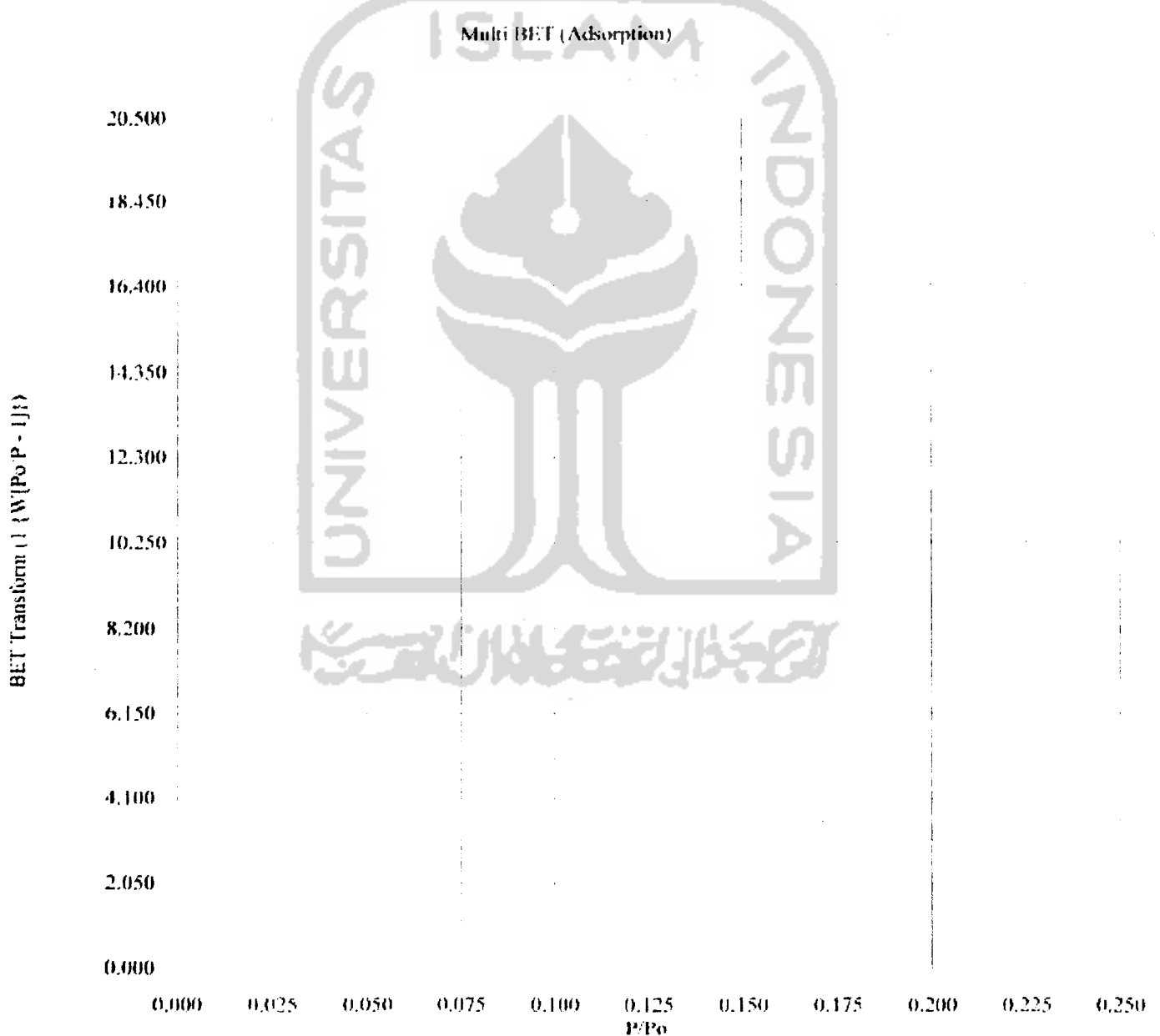
Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

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



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



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

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/PEKA 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

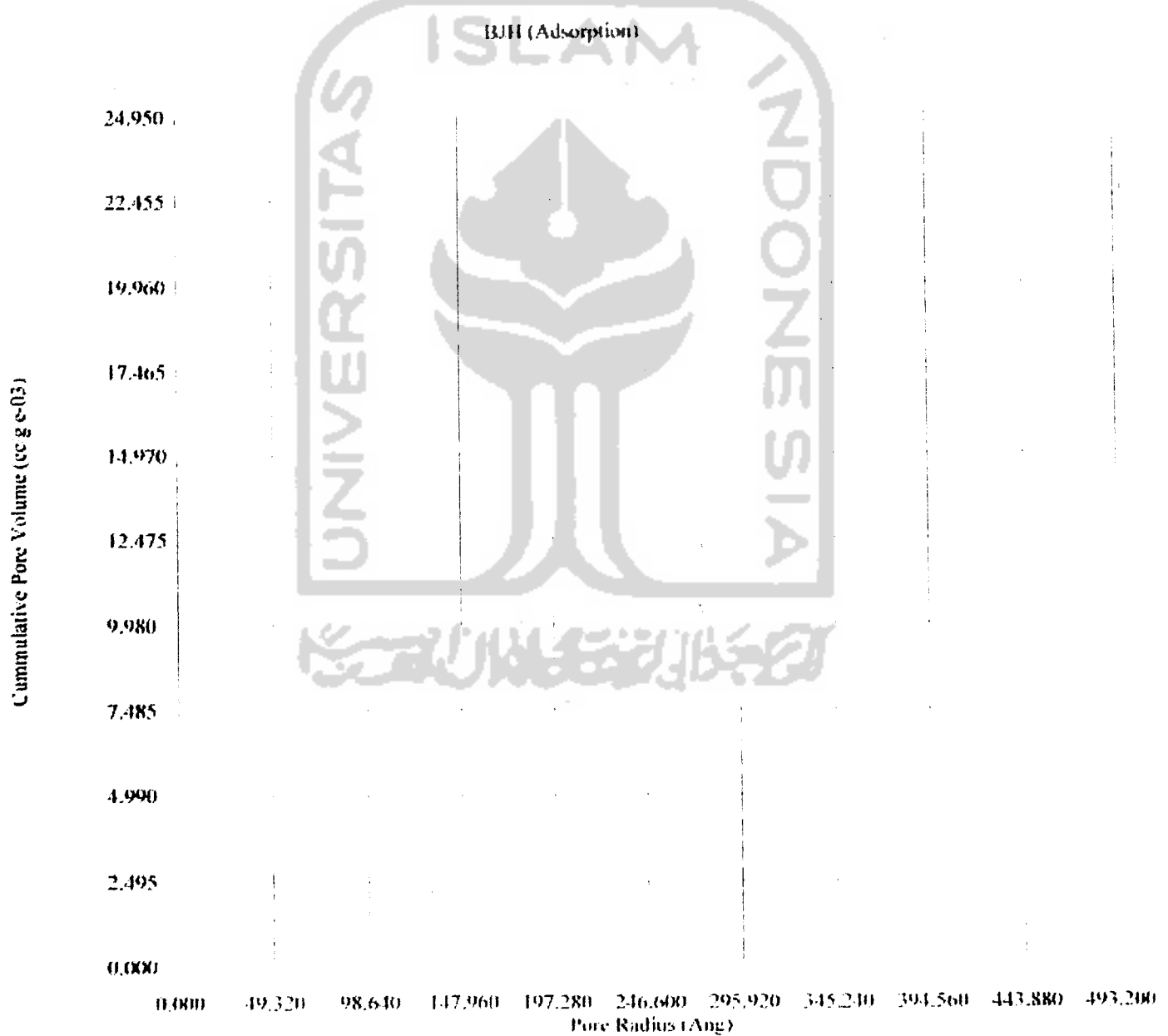
BJH (Adsorption)		
Pore Radius (Ang)	Cumulative Pore Area (sq m/g e-03)	Cumulative Pore Volume (cc/g e-03)
493.163916	17391.094142	24.919331
159.193595	17345.537001	23.795974
100.550384	17183.526544	22.506423
75.665592	16843.759637	20.798238
60.158490	16514.703957	19.553328
50.128047	16122.852849	18.574670
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	8.331915
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 Pore Volume is 36.977381 e-03 cc/g for all pores less than 757.827573 Angstrom.

Average pore radius is 17.201333 Angstrom.

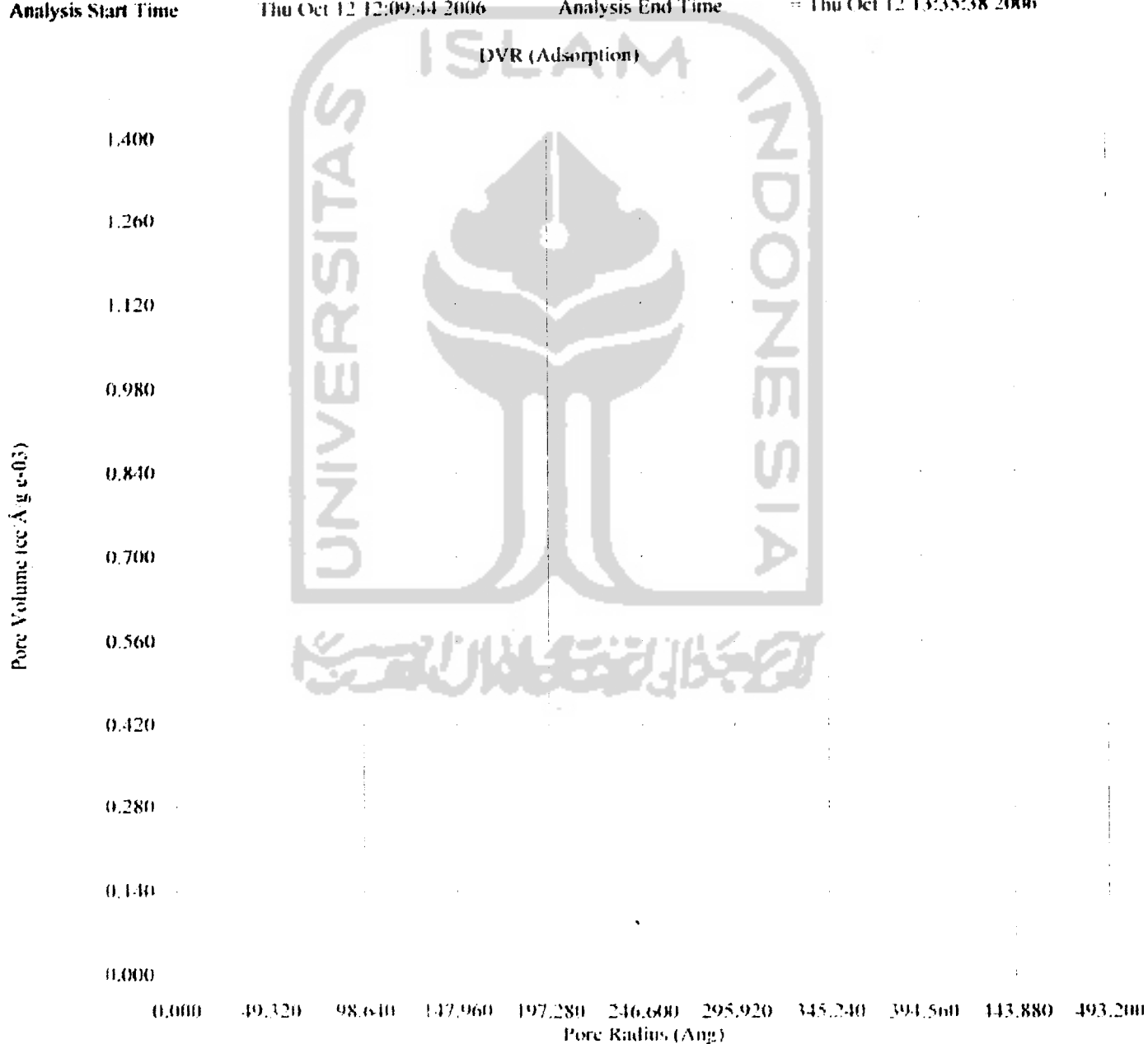
Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617c.dat

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



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



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

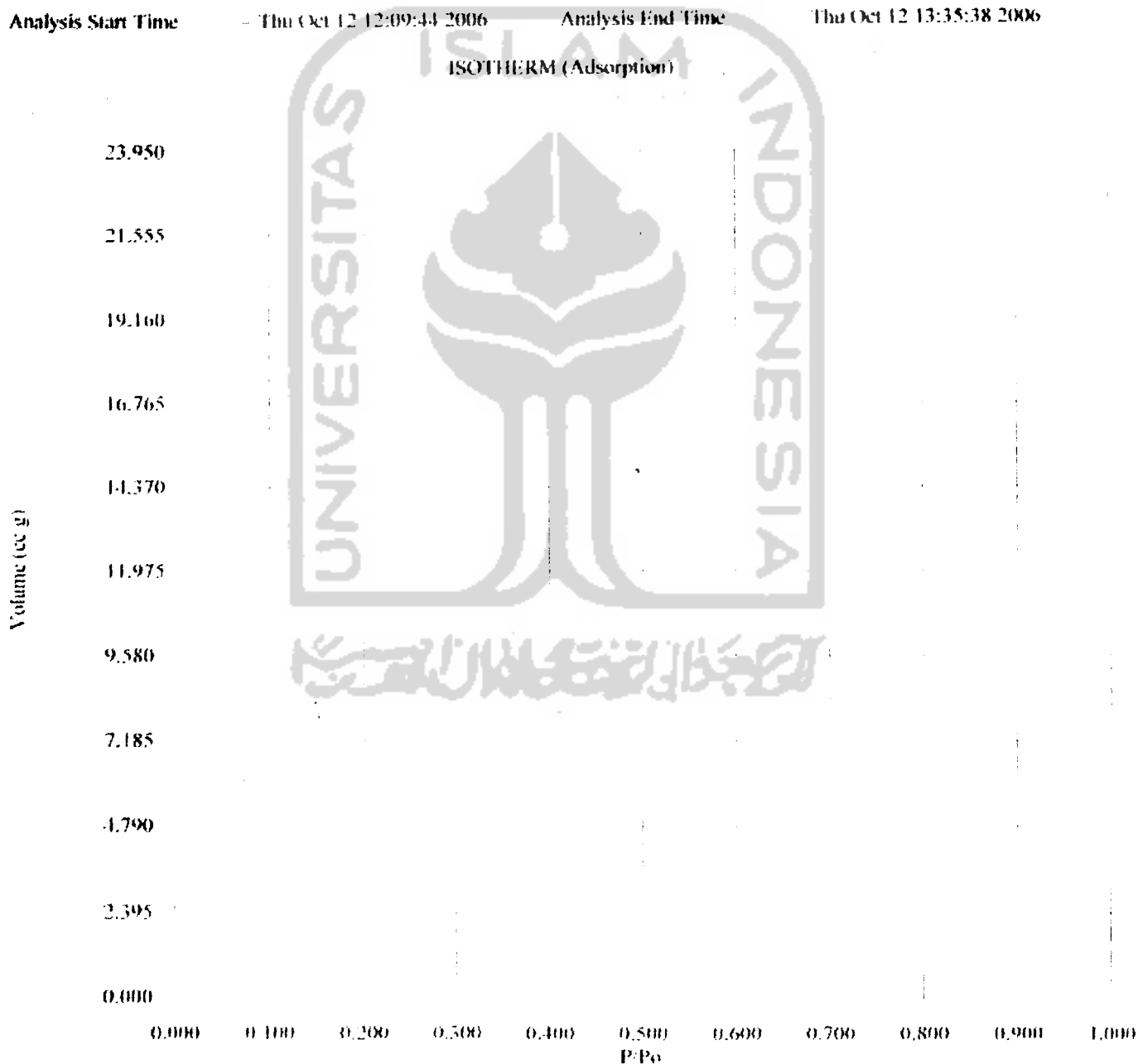
User ID		User Setup	5
Sample ID	617/PEKA C	Sample Cell Number	4
Sample Weight	0.1130 g	Sample Volume	0.1130 cc
Sample Density	1.0000 g/cc		
Po Type	User	Po	750.32 mm Hg
Adsorbate	N2	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.1000 mm Hg	Desorption Tolerance	0.0000 mm Hg
Adsorption Equil Time	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
0.217689	12.868135
0.287509	13.367611
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
0.581177	16.824086
0.621454	17.327466
0.655938	18.220390
0.696337	18.823888
0.731375	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
0.987170	23.939114

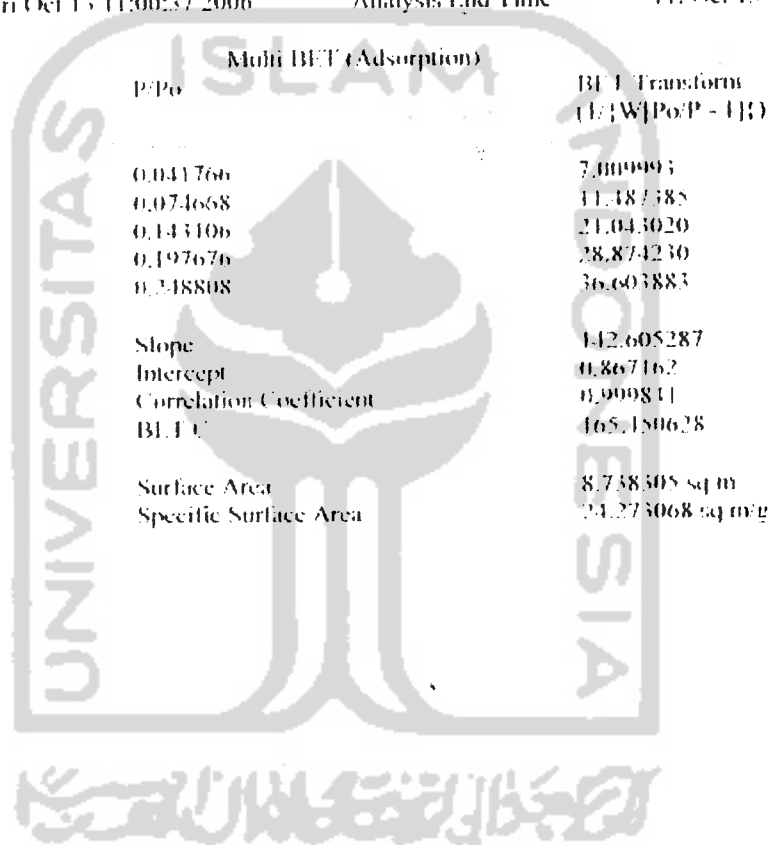
Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name = 617c.dat

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



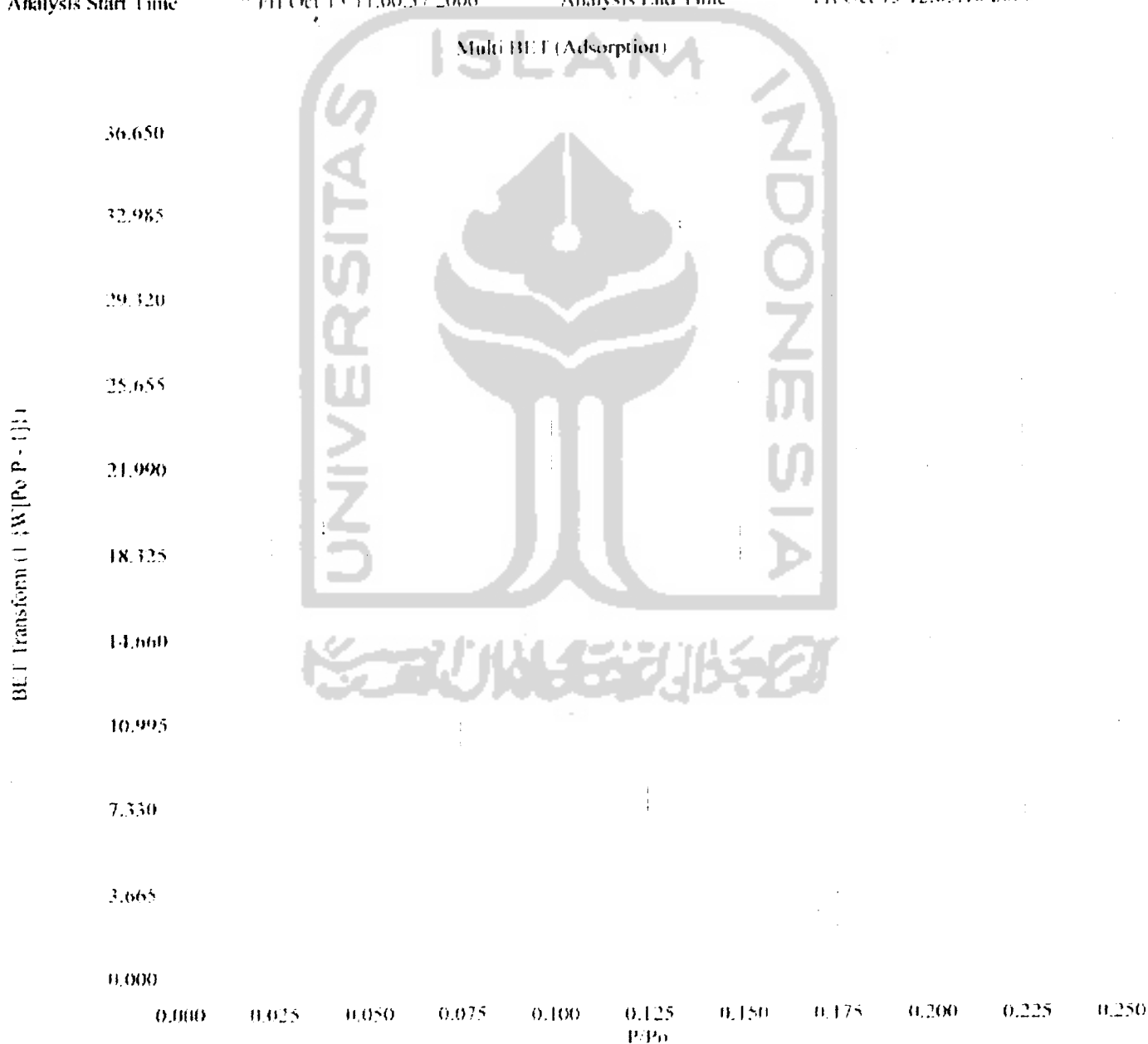
Quantachrome Corporation
NOVA Data Analysis Package Ver. 2.00
File Name 617d.dat

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/PKA-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	77.00 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



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

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/PEKA 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	0.0000 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



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

User ID		User Setup	5
Sample ID	617/PEA-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	N ₂	Bath Temperature	77.40 deg K
Adsorption Tolerance	0.0000 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

Pore Radius (Ang)	BII (Adsorption) Cumulative Pore Area (sq m/g e-05)	Cumulative Pore Volume (cc/g e-03)
713.193496	10955.120724	14.264299
171.076608	10937.991889	13.653491
106.275787	10864.301496	13.012302
77.283625	10736.352814	12.332210
60.677289	10570.809581	11.692521
49.058049	10567.081764	11.681211
41.968236	10215.174822	10.813165
37.471780	9972.467135	10.308061
32.937703	9560.725287	9.536626
29.000748	9019.169020	8.644715
26.232179	8310.051847	7.616499
24.277420	7877.575503	7.049259
22.141219	7241.446661	6.277081
20.282840	6347.468138	5.287592
18.726882	5323.179799	4.248618
17.316211	4438.739633	3.120478
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 16.915902 Angstrom.

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

User ID		User Setup	5
Sample ID	617 P.K.A.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	754.49 mm Hg
Adsorbate	N ₂	Bath Temperature	77.10 deg K
Adsorption Tolerance	0.0000 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

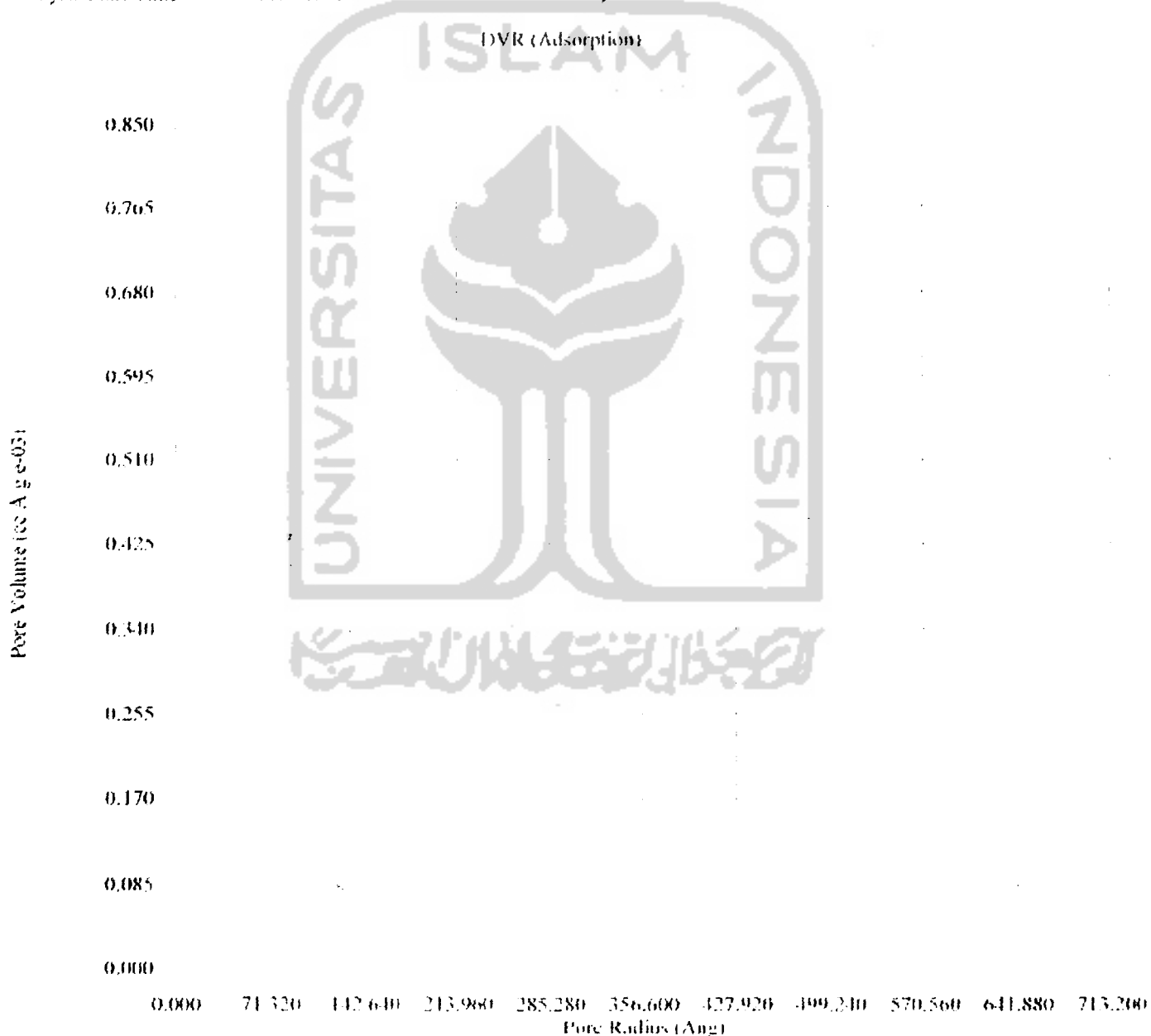
Pore Radius (Ang)	DVR (Adsorption) Pore Area (sq m/A/g e-03)	Pore Volume (cc/A/g e-03)
713.192496	0.017470	0.000623
174.076608	0.253929	0.006562
106.275787	3.379536	0.017958
77.283625	8.225959	0.031787
60.677299	0.284824	0.000864
49.055049	34.845944	0.085468
41.968236	59.917984	0.125733
37.471780	82.751779	0.155043
32.977703	132.328035	0.217949
29.000748	187.528657	0.271924
26.232179	246.318763	0.323074
24.277420	295.357373	0.358526
22.411319	421.958377	0.467134
20.282840	640.934175	0.649999
18.726882	584.252626	0.547062
17.316214	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 1473.352108 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/PKA-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	N ₂	Bath Temperature	77.30 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



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

User ID		User Setup	5
Sample ID	617P.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	0.0000 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	1.974948
0.074668	5.620388
0.143106	6.350013
0.197676	6.827284
0.248808	7.240028
0.288786	7.555113
0.336344	7.840831
0.362874	8.113523
0.400153	8.406539
0.436479	8.692936
0.474271	8.984740
0.509678	9.338205
0.550563	9.693458
0.586238	9.982549
0.641683	10.198342
0.657665	10.600073
0.697090	10.958914
0.734776	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

