

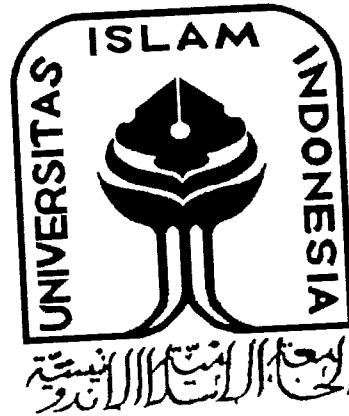
TA/TL/2006/0052

PERPUSTAKAAN FTSP UI	
HADIAN/BELI	
TGL. TERIMA :	5 Juli 2006
NO. JUDUL :	00 2008
NO. INV. :	51200002008001
NO. INDUK. :	

TUGAS AKHIR

**STUDI EFEKTIFITAS BIOSAND FILTER DALAM
MENURUNKAN JUMLAH BAKTERI COLIFORM DAN
FECAL COLI PADA AIR TANAH.**

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



Oleh :

Nama : Yulia Rusmadhani
No. Mahasiswa : 01 513 013
Program Studi : Teknik Lingkungan

DIBACA DI TEMPAT
TIDAK DIBAWA POLANG

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**


2006

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
STUDI EFEKTIFITAS *BIOSAND FILTER* DALAM
MENURUNKAN JUMLAH BAKTERI *COLIFORM* DAN
***FECAL COLI* PADA AIR TANAH.**

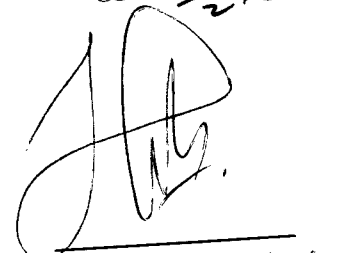
Nama : **Yulia Rusmadhani**
No. Mahasiswa : **01 513 013**
Program Studi : **Teknik Lingkungan**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I
Luqman Hakim, ST, MSi


Tanggal : $\frac{25}{2}$ '06

Dosen Pembimbing II
Hudori, ST


Tanggal : 18/2 '06

Sepenuh hati, kupersembahkan karya ini kepada

Babee' (ayah tercinta HM.IDRUS.Sy.),

*yang telah sepenuh hati berjuang mendidik dan membesarkan ku
dengan cinta dan kasih sayang dan selalu memberikan dorongan materiil dan
spiritual yang sungguh sulit ananda untuk membalasnya serta motifasi terbesar
saya untuk hidup lebih baik,*

IBu (Hj. Syahriah Idrus),

*yang selalu mendoakan anaknya dan memberikan kasih sayang yang tiada tara
hingga penulis dapat mewujudkan salah satu cita-citanya ini.*

Adikk- adek Tersayang,

M.Marsandi, M.Jhoni Fitrianur, M.Fahreza Akbar

*Salah satu sumber inspirasiku, agar ku jadi panutan kalian.
Capai cita-citamu adekku, kakak sayang kalian....*

ABSTRACT

Jogjakarta Society to full fill drinking water still used groundwater. The increasing of inhabitant densely in fact caused pollution of groundwater from domestic waste water from septic tank. Beside it, there is a change in society about drinking water source from water soil to drinking water in pack. Therefore, to return society's trust about water soil used so it's important for doing simple process before water soil was used. One of the alternative preparation was pass the ground water through the filter which contain of fine sand layer, crude sand layer, gravel layer or biosand filter. Biosand filter needs 10 day to growth the biofilm layer.

This experiment used biosand filter reactor with height variation of medium 40:15:15 cm, 50:10:10 cm, and 60:5:5 cm. With wide of the surface reactor was $A = 0,09 \text{ m}^2$. Total height of sand layer medium $h = 0,7 \text{ m}$, rate of flow $V = 0,6 \text{ m/hour}$, capacity of flow $Q = 0,054 \text{ m}^3/\text{hour}$, with water detention time in sand layer $td = 1 \text{ hour}$. The analyze of laboratory for Eschericia coli and faecal coli used the MPN (Most Probable Number) method 3-3-3 for bacteri number of coliform group.

Based on the result of laboratory analyze, the removal efficiency on medium height 40:15:15 cm was 97%-98%, variation of medium height 50:10:10 cm was 45%-91% for E.Coli and 45%-98% For Fecal Coli, medium 60:5:5 cm was 86%-96% for Eschericia coli and 86%-96% for faecal coli. Can attract the conclusion is various of medium hight in this re search have not.

Key words : Soil water, Biosand filter, Biofilm, MPN, Eschericia coli and faecal coli.

ABSTRAK

Masyarakat kota Jogjakarta pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan air minum masih mengandalkan sumber air tanah. Kepadatan penduduk yang terus meningkat secara nyata menyebabkan pencemaran air tanah yang disebabkan oleh buangan limbah domestik yang berasal dari septiktank. Selain itu juga, telah terjadi pergeseran masyarakat penggunaan sumber air minum dari air tanah ke air minum dalam kemasan. Oleh sebab itu, untuk mengembalikan kepercayaan masyarakat akan penggunaan air tanah maka perlu dilakukan pengolahan sebelum air tanah digunakan. Salah satu alternatif pengolahan yang sangat sederhana yang dapat diterapkan adalah melewatkan air tanah kedalam saringan berisi lapisan pasir halus, pasir kasar, kerikil atau *Biosand Filter*. *Biosand Filter* membutuhkan waktu 10 hari untuk menumbuhkan lapisan *biofilm*.

Penelitian ini menggunakan reaktor *biosand filter* dengan variasi ketinggian media 40:15:15 cm, 50:10:10 cm dan 60:5:5 cm. Dengan luas permukaan reaktor adalah $A = 0,09 \text{ m}^2$, ketinggian total media lapisan pasir adalah $h = 0,7 \text{ m}$, kecepatan pengaliran adalah $v = 0,6 \text{ m/jam}$, kapasitas pengaliran adalah $Q = 0,054 \text{ m}^3/\text{jam}$, dengan waktu detensi air dalam lapisan pasir adalah $t_d = 1 \text{ jam}$. Analisa laboratorium untuk *Eschericia coli* dan coli tinja menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*) 3-3-3 untuk jumlah kuman golongan coliform.

Berdasarkan hasil analisa laboratorium, efesiensi removal pada ketinggian media 40:15:15 cm sebesar 97 % - 98 %, variasi ketinggian media 50:10:10 cm sebesar 45 % - 91 % untuk *E.Coli* dan 45 % - 98 % untuk *Fecal Coli*, media 60:5:5 cm sebesar 86 % - 96 % untuk bakteri *Eschericia coli* dan 58 % - 98 % untuk *Fecal Coli*. Sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa variasi ketinggian media pada penelitian ini tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata kunci : Air tanah, *Biosand filter*, *Biofilm*, MPN, *Eschericia coli* dan coli tinja

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Tunggal, Pencipta Alam semesta beserta isinya dan tempat berlindung bagi Umat-nya. Shalawat serta salam saya limpahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Alhamdulillahillobbil'amin atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul **“STUDI EFEKTIFITAS BIOSAND FILTER DALAM MENURUNKAN JUMLAH BAKTERI COLIFORM DAN FECAL COLI PADA AIR TANAH.**

Penyusunan tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat dorongan dan motivasi, bantuan, bimbingan dan arahan, serta adanya kerja sama dari berbagai pihak. Untuk itu perkenankanlah penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi, selaku dosen pembimbing I atas arahan dan bimbingannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Hudori, ST, selaku dosen pembimbing II atas koreksi dan arahnya mulai dari pengerjaan proposal sampai pada pelaksanaan penelitian yang saya lakukan.

4. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Andik Yulianto, ST, selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
6. Pak Tasyono dan Pak Syamsudin, atas bantuan dan bimbingannya selama saya berada di Laboratorium Kualitas Air.
7. Mas Agus, yang banyak membantu dalam pengurusan surat-surat.
8. Pak Widyo, selaku bagian Laboratorium Universitas Atma Jaya yang berkenan menerima saya menganalisis di laboratorium Bio Manajemen.
9. Pak Pardi sekeluarga, terima kasih telah menerima saya dengan baik dan bersedia rumahnya menjadi tempat analisis saya. Tanpa bantuan serta pertolongan bapak sekelurga mungkin tugas akhir ini tidak berjalan selanjur ini.
10. Pak Teguh, Mba Ima, dek Ratna sekelurga, yang membantu saya membongkar, merebus pasir. Ihhhhhh kok PASIR DI REBUS !!!!!
11. Marlina (alin) & Ferina teman seperjuangan ku di tugas akhir. SOryyy bgt sebelumnya, kita enggak bisa bareng. Taukan alasannya!!!! Tapi aku do'akan kalian tetap semangat. Cayooooo😊😊
12. Mas wawan TL'99, teman seperjuanganku dilaboratorium. Makasih atas arahannya. Klo aku boleh memilih, aku pengen punya kakak seperti mas wawan yang baiiiikkk banget. Serta mas angga yang jahil (hai gay) ih, soryy aku cuma guyon, bang rovi teman seperjuangan di rancang bangun, kapan kita ke tawang mangu lagi!!!!

13. Teman –temanku KKN SL-06 angkatan 30 terimakasih atas persahabatannya, terutama buat genduk yang membantuku didetik-detik seminar hasil. Marmut yang sering benarin computer, markoyat yang usil serta pimen yang sekarang ngilang entah kemana.
14. Dy, yang dulunya ngajakin bareng. Terimakasih telah menjadi temanku yang kadang-kadang buatku ☹☹☹ kadang- kadang ☺☺☺ ku doa'akan moga cepatan kelar.
15. Indri, yeyen, ndut, vita, nunik, yeni, dian, ibu eva, rima, dan gerombolan si berat kalian teman terbaikku. *All the best friend...*
16. Mocchi, aan, anak –anak kontrakan: wisnu, azri, indras, dedek, imam, paman, fikar adi, agung, dan pak dee (bayu) pokoknya teman –teman ku angkatan 01. Makasih atas persahabatannya selama ini, sory aku mungkin banyak salah kepada kalian. Tolong banget dimaafian ya??? Seluruh teman2 angkatan 01 love u
17. Seluruh mahasiswa/i Teknik Lingkungan UII.
18. Terakhir, special buat seseorang yang selalu setia menungguku.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang berkaitan dengan keilmuan maupun dapat menjadi studi literatur bagi penelitian yang berhubungan.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, 4 Februari 2006

Yulia Rusmadhan

2.3.1 Mekanisme Kimia-Fisik.....	12
2.3.2 Mekanisme Biologi/Lapisan <i>Biofilm</i>	14
2.3.2.1 Proses Pemurnian di dalam <i>Schutzdecke</i> dan Zone biologi ..	17
2.3.2.2 Persediaan Oksigen	20
2.3.3 Pematangan / Pemasakan <i>Biofilm</i>	21
2.3.4 Pembersihan <i>Biosand Filter</i>	22
2.3.5 Keuntungan dan Kerugian <i>Biosand Filter</i>	23
2.4 Bakteri <i>E.Coli</i> dan <i>Fecal Coli</i>	25
2.5 Hipotesa.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Umum.....	34
3.2 Objek Penelitian	34
3.3 Lokasi Penelitian	35
3.4 Variabel Penelitian	35
3.4.1 Variabel bebas	35
3.4.2 Variabel terikat.....	35
3.5 Bahan dan alat penelitian	36
3.5.1 Penyediaan media pasir halus, pasir kasar, dan kerikil	36
3.5.2 Alat penelitian	37
3.6 Pelaksanaan Penelitian	38
3.6.1 Persiapan Media	38
3.6.2 Pengambilan Sampel awal	39

3.6.3 Persiapan Alat	39
3.6.4 Pengujian <i>Biofilm</i>	41
3.6.5 Pengukuran <i>E.Coli</i> dan <i>Fecal Coli</i>	42
3.7 Analisa data	45
3.8 Kerangka Penelitian Tugas Akhir	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA	47
4.1 Hasil Uji <i>Biofilm</i>	47
4.2 Hasil Pengujian <i>E.Coli</i> dan <i>Fecal Coli</i> dengan menggunakan <i>biosand filter</i> 51	
4.3 Pembahasan bakteri <i>Escherichia Coli</i> dan <i>Fecal Coli</i>	54
4.4 Perbandingan antar variasi ketinggian berdasarkan data uji laboratorium.	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran.....	66

DAFTAR TABEL

2.1 Kriteria desain <i>Biosand Filter</i>	10
2.2 Jenis bakteri dengan metoda analisis serta media, suhu dan waktu yang dibutuhkan	31
3.1 Ketinggian media	35
4.1 Kadar E.Coli dan Fecal Coli pada analisa awal	55

DAFTAR GAMBAR

2.1	<i>Biosand filter</i>	10
2.2	Proses Pembentukan lapisan <i>biofilm</i>	15
2.3	Bakteri – bakteri yang dapat dihilangkan <i>Biosand Filter</i>	24
3.1	Media kerikil, pasir halus dan pasir kasar	36
3.2	Reaktor <i>Biosand Filter</i>	37
3.3	Kondisi <i>Biosand Filter</i> di lapangan	40
3.4	Penghalang kecepatan air	41
3.5	Autoclave	42
3.6	Alat Inkubator	43
3.7	Media Laktose	43
3.8	Penanaman dengan jarum Ose	44
3.9	<i>Media Brilliant Green Laktose Broth</i> (BGLB)	44
3.10	Diagram alir penelitian.....	46
4.1	Pertumbuhan lapisan <i>biofilm</i> dengan perbesaran 10 x 45	49
4.2	Grafik E.Coli variasi ketinggian media 40:15:15 cm.....	51
4.3	Grafik Fecal Coli variasi ketinggian media 40:15:15 cm.....	52
4.4	Grafik E.Coli variasi ketinggian media 50:10:10 cm.....	52
4.5	Grafik Fecal Coli variasi ketinggian media 50:10:10 cm.....	53
4.6	Grafik E.Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm.....	53
4.7	Grafik Fecal Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm.....	54
4.8	Grafik efisiensi E.Coli variasi ketinggian media 40:15:15 cm.....	57
4.9	Grafik efisiensi Fecal Coli variasi ketinggian media 40:15:15 cm.....	57
4.10	Grafik efisiensi E.Coli ketinggian media 50:10:10 cm	58
4.11	Grafik efisiensi Fecal Coli ketinggian media 50:10:10 cm	58
4.12	Grafik efisiensi E.Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm.....	59
4.13	Grafik efisiensi Fecal Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm.....	59
4.14	Grafik Perbandingan variasi ketinggian E.Coli ke-I	63
4.15	Grafik Perbandingan variasi ketinggian E.Coli ke-II	63

4.16 Grafik Perbandingan variasi ketinggian Fecal Coli ke-I	64
4.17 Grafik Perbandingan variasi ketinggian Fecal Coli ke-II	64

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 PERATURAN PEMERINTAH NO.82 TAHUN 2001 TENTANG
PENGOLAHAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN
PENCEMARAN AIR.
- LAMPIRAN 2 Teknik Sampling Dan Analisa Bakteri E.Coli Dengan Metode
MPN
- LAMPIRAN 3 Tabel Indek MPN/ JPT Dalam 100 MI Sampel Air
- LAMPIRAN 4 Hasil Analisa E.Coli dan Hasil Analisa Fecal Coli
- LAMPIRAN 5 Perhitungan Efisiensi E.Coli Dan Fecal Coli

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu kebutuhan pokok hidup manusia adalah air. Air merupakan unsur terpenting yang dibutuhkan oleh makhluk hidup, karena sekitar 60- 70 % dari berat badan kita terdiri dari air, fungsinya tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Air berperan di dalam tubuh diantaranya sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa-sisa metabolisme, media reaksi kimia di dalam tubuh, merupakan cairan yang mengisi sel tubuh kita dan lain-lain. Selain itu dalam kegiatan sehari-hari air digunakan untuk memasak, mencuci, mandi dan kegiatan penting lainnya.

Air yang kita konsumsi tidak bersumber dari air minum saja tetapi juga berasal dari bahan makanan yang kita konsumsi sehari-hari. Misalnya nasi, lauk, buah, sayuran. Semua bahan makanan tersebut mengandung air dengan kadar tertentu tetapi air minum merupakan sumber air yang utama dan sangat dibutuhkan oleh tubuh kita. Oleh karena itu kualitas air minum sangat perlu untuk diperhatikan demi menjaga kesehatan tubuh kita dan banyak sekali penyakit yang disebabkan karena kualitas air minum yang tidak memenuhi kelayakan mutu dan kualitas air minum baik itu penyakit yang bersifat akut maupun kronis. Dampak yang bersifat akut biasanya disebabkan oleh bakteri dan mikroorganisme yang mencemari air, misalnya *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholerae*, dan lain-lain. *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

apabila jumlahnya melebihi kadar normal akan dapat menyebabkan penyakit typhus. Sedangkan dampak kronis seperti kanker, ginjal, hati, nafas, gangguan mental yang semuanya berbahaya dapat disebabkan oleh cemaran atau kandungan logam berbahaya dan kadar zat kimia tertentu yang terlalu tinggi (Lay, 1994).

Air konsumsi adalah air yang memenuhi persyaratan sebagaimana di sebutkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Pada prinsipnya pengolahan air hanya diperlukan bagi sumber air baku yang kurang memenuhi syarat air minum. Contoh sederhana adalah air yang diperoleh dari mata air yang tidak tercemar atau terkontaminasi oleh jenis-jenis mikroorganisme yang menyebabkan penyakit (Tjokrokusumo, 1995).

Jumlah penduduk yang semakin meningkat serta pertumbuhan ekonomi yang terus dipacu, permintaan akan sumberdaya air baik kuantitas maupun kualitasnya semakin meningkat melebihi ketersediaannya. Hal ini ditunjang lagi oleh adanya isu kritis yang menyatakan bahwa ketersediaan air bersih untuk kebutuhan bagi umumnya penduduk yang tinggal di perkotaan baik dari kuantitas maupun kualitasnya, semakin sulit diperoleh (Anonim, 1997).

Masyarakat kota Jogjakarta pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan air minum masih mengandalkan sumber air tanah. Kepadatan penduduk yang terus meningkat secara nyata menyebabkan pencemaran air tanah yang disebabkan oleh buangan limbah domestik yang berasal dari septik tank. Selain itu juga, telah terjadinya pergeseran masyarakat penggunaan sumber air minum dari air tanah ke air minum dalam kemasan. Oleh sebab itu, untuk mengembalikan

kepercayaan masyarakat akan penggunaan air tanah maka perlu dilakukan pengolahan sebelum air tanah digunakan. Salah satu alternatif pengolahan yang sangat sederhana yang dapat diterapkan adalah melewatkan air tanah kedalam saringan berisi lapisan pasir halus, pasir kasar, kerikil atau *biosand filter*.

Biosand filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran pasir yang lebih kecil agar dapat menyaring bakteriologi. *Biosand filter* adalah sebuah teknologi yang terbukti dapat diadaptasikan dan dapat bertahan di Negara-negara berkembang. Teknologi ini dapat mencapai 99.99 % penghilang bakteri virus tipus. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara grafitasi (Murcott dan Lukas, 2004).

Pengolahan air tanah dengan menggunakan saringan *biosand filter* merupakan salah satu cara pengolahan sederhana dan murah dalam mengurangi kandungan bakteriologis. Tetapi untuk menghasilkan air yang benar-benar terbebas dari bakteri maka diperlukan proses pengolahan lebih lanjut, dengan demikian air tanah hasil pengolahan dapat memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang aman juga bila digunakan untuk bahan baku air minum.

Tes standar yang digunakan untuk baktri coli dapat dilakukan meliputi tes perkiraan, tes pengasaan dan tes lengkap. Hasil perkiraan dinyatakan dengan Jumlah Perkiraan Terdekat (JPT). Adapun tujuan dari tes ini terutama pemeriksaan air yang telah dideteksi adalah untuk menentukan ada tidaknya pencemaran air dari suatu bakteri (Unus, 1993).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Apakah *biosand filter* dapat menurunkan kandungan bakteri *E.Coli* dan *fecal coli* dan seberapa besar efesiensinya ?
2. Apakah terjadi perbedaan secara signifikan hasil proses *biosand filter* apabila variasi ketebalan pasir 40,50,60 cm untuk pasir halus dengan diameter 0,25 mm, 15,10,5 untuk pasir kasar dengan diamter 0,85 mm dan 15,10,5 cm kerikil dengan diamater 6,3 mm ?

1.3 Tujuan Penelitaian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui tingkat efektifitas kemampuan *Biosand filter* dalam menurunkan jumlah bakteri *E.Coli* dan *fecal coli*.
2. Untuk mengetahui ketebalan yang paling efektif sehingga mendapatkan penurunan bakteri *E.Coli* dan *fecal coli* yang paling optimal.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Percobaan ini menggunakan ketebalan pasir yaitu ketinggian 40,50,60 cm pasir halus dengan diameter 0.25 mm, 15,10,5 cm pasir kasar dengan diameter 0.85 mm dan 15,10,5 cm kerikil dengan diameter 6.3 mm.
2. Air yang digunakan adalah air tanah yang ada di rumah penduduk jl.Jambon III RT.I/RW.I Kricak Jogjakarta.
3. Parameter yang diukur adalah bakteri *E.Coli* dan *Fecal Coli*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan salah satu alternatif teknologi dalam menurunkan kandungan bakter *E.Coli* dan *Fecal Coli* yang terlalu tinggi pada air tanah sebagai sumber air baku yang sering digunakan untuk skala rumah tangga
2. Sebagai referensi kepada penelitian berikutnya agar mencoba berbagai variasi percobaan, sehingga nantinya akan mendapatkan data yang lebih lengkap tentang kemampuan *biosand filter* dalam menurunkan bakteri *E.Coli* dan *Fecal Coli* pada air tanah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Tanah

Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup, dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan. Air tanah secara normal akan bebas dari kekeruhan dan organisme patogen. Apabila air berasal dari aquifer yang mengandung zat organik, kandungan oksigen akan terurai dan kandungan karbon dioksida akan menjadi tinggi, air akan menjadi korosif. Pada kandungan zat organik didalam aquifer tinggi, kandungan oksigen akan habis terurai. Air yang tidak mengandung oksigen (anaerobik) akan melarutkan besi, mangan dan logam berat dalam air tanah (Sanropie, Sumini dkk, 1984)

Air tanah, memiliki karakter-karakter tertentu dan berbeda satu dengan yang lainnya. Sedangkan air permukaan kualitasnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan perilaku manusia serta sanitasi sekitarnya. Sumber air tanah biasanya tidak bersih sempurna, tetapi mengandung senyawa pencemar, apakah air tersebut kelihatan jernih atau keruh. Semua air yang akan di gunakan sebagai air bersih oleh manusia, harus dibersihkan dan dimurnikan melalui sistem pengolahan air yang benar (Sanropie, Sumini dkk, 1984).

Menurut tempatnya, air dapat berada dipermukaan tanah selanjutnya air ini disebut air permukaan dan dapat pula berada di dalam tanah, dan selanjutnya air ini disebut air tanah. Air hujan yang jatuh ditanah sebagian meresap kedalam tanah dan sebagian lain dapat menggenang di permukaan tanah, hal ini tergantung

kepada kondisi tanah. Air hujan membawa serta mikroorganisme – organisme yang senantiasa berhamparan di udara, lebih – lebih di udara yang mengatasi tanah berdebu. Setiba di tanah, air menjadi lebih tercemar lagi karena sisa-sisa makhluk hidup (sampah), kotoran dari hewan maupun manusia, dan mungkin juga kotoran yang berasal dari pabrik-pabrik (Sanropie, Sumini dkk, 1984).

Air yang mengandung mikroorganisme itu disebut air yang terkena kontaminan, jadi air itu tidak steril. Beberapa penyakit menular dapat sewaktu – waktu meluas menjadi wabah (epidemi) karena peranan air yang tercemar. Air tanah mengandung zat – zat anorganik maupun zat – zat organik dan oleh karena itu merupakan tempat baik bagi kehidupan mikroorganisme. Mikroorganisme-mikroorganisme yang autorof merupakan penghuni pertama di dalam air yang mengandung zat-zat anorganik. Sel – sel yang mati merupakan bahan organik yang memungkinkan kehidupan mikroorganisme-mikroorganisme yang heterotrof. Temperatur turut menentukan populasi dalam air. Temperatur sekitar 30⁰C atau lebih sedikit baik sekali bagi kehidupan bakteri patogen yang berasal dari hewan maupun manusia. Sinar matahari, terutama sinar ultra ungunya, memang dapat mematikan bakteri, akan tetapi daya tembus sinar ultra ungu kedalam air itu tidak seberapa (Unus, 1993).

2.2 Karakteristik Air Baku

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. 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 standar tentu saja memerlukan penilaian yang kritis dalam menetapkan sifat-sifat dari tiap parameter kualitas air (Slamet, 1994).

Standar kualitas air adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, air menurut kegunaannya digolongkan menjadi :

- Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, Peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

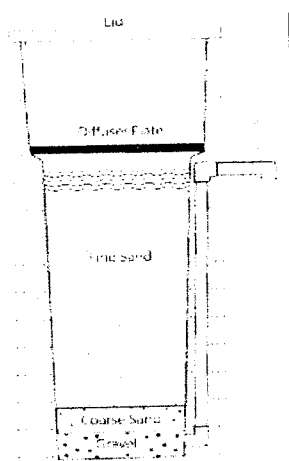
Analisis bakteriologi suatu sampel air bersih biasanya merupakan parameter kualitas yang paling sensitif. Ke dalam parameter mikrobiologis ini hanya dicantumkan *E.Coli* dan *Fecal Coli*. Sebetulnya kedua macam parameter ini hanya berupa indikator bagi berbagai mikroba yang dapat berupa parasit (protozoa, metazoa, tungau), bakteri patogen dan virus (Slamet, 1994).

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 (Slamet, 1994).

2.3 Biosand Filtration

Biosand filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang dipengaruhi oleh diameter butiran pasir yang lebih kecil agar dapat menyaring bakteriologi. Pada *biosand filter* dengan media pasir untuk proses pengolahan air permukaan yang tidak melalui unit – unit koagulasi,

flokulasi, sedimentasi. Karena pada filter ini proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi terjadi pada filter dengan bantuan mikroorganisme yang terbentuk pada permukaan pasir. *Biosand filter* adalah sebuah teknologi yang terbukti dapat diadaptasikan dan dapat bertahan di negara-negara berkembang. Teknologi ini dapat mencapai 99.99 % penghilang bakteri virus tipus. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara grafitasi (Murcott & Lucas, 2002).



Gambar 2.1 Biosand Filter

Sumber : Yung, 2003

Adapun kriteria *biosand filter* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Kriteria Desain Biosand Filtration :

Keterangan	<i>Biosand Filter</i>
Kecepatan	Berlahan-lahan
Loading Rate	0,6 m ³ /m ² /jam
Warna	30-100%
Kekeruhan	< 1 NTU

Sumber : Onita Basu & Shawn Cleary, 2004

Biosand filter menggunakan pasir sebagai media saringan ada dua faktor penting yang akan berperan. Ukuran butiran pasir dan kedalaman pasir. Keduanya mempunyai efek penting dalam ilmu bakteri dan kualitas air secara fisik. Kebanyakan literatur merekomendasikan bahwa ukuran pasir yang efektif yang digunakan untuk saringan pasir lambat yang dioperasikan harus di sekitar 0.15-0.35 mm dan keseragaman koefisien harus di sekitar 1.5- 3.mm

Pasir yang digunakan pada suatu saringan pasir lambat harus lebih dibulatkan, dan bebas dari tanah liat, lahan atau zat organik. Jika perlu, pasir harus dicuci sebelum digunakan (Hegazi, 2004).

Biosand filter didesain 5 cm di bagian atas air dilapisi pasir halus. Ketinggian 5 cm menjadi ketinggian optimim dari perpindahan patogen. Jika tingkatan air terlalu dangkal, lapisan *biofilm* dapat lebih mudah terganggu karena rusak oleh kecepatan datangnya air. Disisi lain, jika tingkatan air terlalu dalam, jumlahnya tidak cukup pada difusi O₂ pada *biofilm*. Mengakibatkan kematian dari mikroorganisme pada lapisan *biofilm*. Sebagai tambahan sebesar 5 cm untuk melindungi lapisan air, kontak pendifusi diatas lapisan butir-butir pasir memberikan tujuan yang penting untuk mengurangi kecepatan dari datangnya air yang dapat merusak lapisan paling atas dari pasir. Ketika air yang terkontaminasi mikrobial dimurnikan dengan *biosand filter* organisme pemangsa predator yang berada di lapisan *biofilm* akan memakan patogen-patogen yang ada (Tommy & Sophie, 2003).

Pada saringan pasir yang dioperasikan secara *intermitten*, kedalaman dari proses biologi juga bergantung pada seberapa banyak air yang ada di atas pasir selama sela waktu. Semakin dangkal kedalaman air berarti oksigen yang tersedia akan lebih banyak, sehingga bisa menyebabkan pada lapisan biologi zone yang aktif dapat tumbuh dengan lebih dalam di dalam pasir tersebut (Yung, 2003).

Pada tingkat ketahanan mikroorganisme di dalam zone biologi, pasir harus dijaga agar tetap basah. Ini harus selalu dipastikan bahwa saringan itu tidak dalam keadaan kering. Proses memusnahkan patogen dalam kontaminasi mikroba melalui air belum dipahami secara baik. Dipercayai sekarang ini bahwa patogen dalam *biosand filter* dapat dimusnahkan secara primer dengan 3 mekanisme yaitu: kimia, fisika, dan biologi (Yung, 2003).

2.3.1 Mekanisme Kimia-Fisika

Beberapa proses kimia-fisika tergantung dengan filtrasi, penyaringan permukaan dan daya tarik-menarik antar partikel yang merupakan proses paling penting yang bertanggung jawab pada pemusnahan patogen dalam *biosand filter*. Penyaringan permukaan berhubungan dengan diameter partikel paling atas *biosand filter* dari lapisan dasar penyaringan karena partikel – partikel itu sangat besar / terlalu besar untuk melewati dasar penyaring. Sebagai contoh pasir dengan diameter 0.1 mm akan menyaring partikel – partikel keluar yang berukuran 5 μm atau lebih besar. Dengan kekuatan yang lebih besar banyak partikel – partikel dapat dipindahkan dari permukaan air termasuk Cysts / kista (1 – 20 μm) dan

bakteri (0.1 sampai 10 μm) sampai virus lebih kecil dari 1 μm (Tommy Ngai & Sophie, 2003).

Daya tarik menarik antar partikel berhubungan dengan proses partikel luar yang di absorpsi dalam medium penyaring seperti pasir. Proses itu secara sama dengan berbagai interaksi kimia diantara sel mikrobia dan media yang berongga termasuk hidrofobitas (seperti porositas) dan pengisian permukaan (Ngai & Sophie, 2003). Proses Fisis dan kimia diantaranya:

- 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.

2.3.2 Mekanisme Biologi / Lapisan *Biofilm*

Kata *Schmutzdecke* atau lapisan *biofilm* berasal dari bahasa Jerman yaitu berarti 'Lapisan kotor'. Lapisan film yang lengket ini, yang mana berwarna merah kecoklatan, terdiri dari bahan organik yang terdekomposisi, besi, mangan dan silika dan oleh karena itu bertindak sebagai suatu saringan yang baik yang berperan untuk meremoal partikel - partikel koloid dalam air baku. *Schmutzdecke* juga merupakan suatu zone dasar untuk aktivitas biologi, yang dapat mendegradasi beberapa bahan organik yang dapat larut pada air baku, yang mana bermanfaat untuk mengurangi rasa, bau dan warna (Hegazi, 2004).

Biofilm adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan suatu lingkungan kehidupan yang khusus dari sekelompok mikroorganisme, yang melekat ke suatu permukaan padat dalam lingkungan perairan. *Biofilm* yang terdiri dari organisme predator seperti amoeba, protozoa, invertebrata, dan sedikit alga yang berkembang biak setiap harinya, sebagian besar bakteri akan mati dalam lingkungan karena meningkatnya kompetisi bakteri dalam *biofilm* tersebut sehingga kandungan bakteri *Eschericia Coli* dan *Fecal coli* menurun segera saat di dalam *biosand filter* (Hegazi, 2004).

Biofilm terdiri dari sel-sel mikroorganisme yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat (*irreversible*). Pelekatan ini seperti pada bakteri disertai oleh penumpukan bahan-bahan organik yang diselubungi oleh matrik *polimer ekstraseluller* yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Matrik ini berupa struktur benang-benang bersilang satu sama lain yang dapat berupa perekat bagi *biofilm*

(Yung, 2003). Adapun untuk proses pembentukan *biofilm* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 Proses Pembentukan *Biofilm*
Sumber : Basu & Cleary, 2004

Lapisan *schmutzdecke* bukanlah satu-satunya daerah tempat aktivitas biologi pada suatu *biosand filter*. Biasanya istilah *schmutzdecke* digunakan untuk menandakan zone aktivitas biologi yang umumnya terjadi di permukaan pasir. Dalam kaitan dengan fungsi gandanya yang meliputi penyaringan mekanis, kedalaman *schmutzdecke* bisa dikatakan dapat menghubungkan kepada zone penetrasi dari partikel - partikel padatan dimana ukurannya yaitu antara 0.5- 2 cm dari permukaan *biosand filter* (Hegazi, 2004).

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

Dengan kata lain terbentuknya *biofilm* adalah karena adanya daya tarik antara kedua permukaan (*psikokimia*) dan adanya alat yang menjembatani pelekatan (*matrik eksopolisakarida*)(Yung, 2003).

Biosand filter menghilangkan bakteri patogen pada saat zat –zat padat melawati pasir dalam filter, zat –zat ini akan bertubrukan dan menyerap ke dalam partikel – partikel pasir. Bakteri dan zat padat yang terapung mulai meningkat dalam kepadatan yang tertinggi di lapisan pasir paling atas, menuju *biofilm* (Yung, 2003). Banyak jenis mikroorganise predator (seperti amuba dan protozoa tingkat rendah dan sedikit invertebrata) dimana keberadaan mereka begitu berlimpah-limpah bagian atas permukaan yang hidup dengan sel lainnya (Hegazi, 2004).

Biofilm melibatkan serangkaian mekanisme biologis dimana tidak mudah untuk menunjukkan mekanisme yang tepat dan yang mendukung penghilangan *E.coli* tersebut, saat sistem beroperasi dalam berbagai mekanisme. Mekanisme biologis diantaranya:

- a. Predasi/predator, dimana mikrobiologi dalam *biofilm* mengkonsumsi bakteri dan patogen- patogen lain yang ditemukan dalam air (misalnya penyapuan bakteri oleh protozoa).
- b. Kematian alami/inaktivasi, sebagian besar organisme akan mati dalam lingkungan yang relative berbahaya karena meningkatnya kompetisi. Sebagai contoh: ditemukan bahwa jumlah *E.coli* menurun segera saat di dalam air.

- c. Pengolahan ini menuntut aliran yang terus-menerus untuk memberikan pemasukan oksigen yang konstan ke *biofilm*.
- d. Saat air mengalir melalui *biosand filter*, mayoritas penghilang patogen terjadi di bagian paling atas lapisan filter, dimana lapisan *biofilm* ada (Yung, 2003).

2.3.2.1 Proses Pemurnian di dalam *Schmutzdecke* dan Zone biologi

Permukaan saringan pada umumnya tidak berisi cukup bahan organik yang berasal dari binatang untuk kebutuhan gizi, bakteri ada juga kompetisi untuk makanan dari mikroba lainnya di dalam saringan. Sedangkan pada kedalaman lebih rendah makanan yang disukai akan menjadi rebutan bakteri sehingga mereka kelaparan, terutama sekali pada temperatur lebih tinggi ketika tingkat metabolisme mereka meningkat.

Proses oksidasi pada pasir yang dapat memusnahkan bahan - bahan organik dalam air baku, termasuk bakteri - bakteri patogen yang mati. Bakteri menghasilkan suatu unsur yang licin yang terdiri dari *exocellular polymers* seperti halnya sel mati dan sel - sel yang hidup, unsur ini dikenal sebagai *zoogeal*. Di dalam *schmutzdecke* dan lapisan film *zoogeal* ini, bakteri pada awalnya memperolehnya dari air baku dengan pemilihan yang selektif, bahan - bahan organik yang disimpan tersebut digunakan sebagai bahan makanan (Hegazi, 2004).

Bakteri mengoksidasi sebagian dari makanan untuk menyediakan energi yang mereka perlukan untuk proses metabolisme bagi mereka (*disimilasi*) dan mereka mengkonversi sebagian dari makanan tersebut ke dalam material sel untuk pertumbuhan mereka (*asimilasi*). Dengan begitu zat organik yang mati diubah menjadi material hidup. Produk hasil proses *disimilasi* terbawa oleh air, untuk digunakan lagi pada kedalaman lebih besar oleh mikroorganisme lain (Hegazi, 2004).

Populasi bakteri terbatas oleh jumlah material organik yang disediakan oleh aliran air baku pertumbuhan (*asimilasi*) yang kemudian imbangi oleh suatu padanan permulaan dari sebuah kematian. Cara ini dapat memusnahkan zat – zat organik yang mana dapat digunakan oleh bakteri yang berada pada kedalaman terendah. Di dalam pergerakannya mendegradasi bahan - bahan organik yang ditunjukkan pada air baku adalah dilakukan pemecahan secara berangsur-angsur dan zat tersebut diubah jadi air, CO₂ dan garam anorganik yang secara relatif tidak bahaya seperti sulfat, nitrat, dan fosfat (mineralisasi) yang akan hilang pada *effluent filter* (Hegazi, 2004).

Biofilm terbentuk khususnya secara cepat dalam sistim yang mengalir, dimana suplai nutrisi tersedia secara teratur bagi bakteri. Pertumbuhan bakteri secara ekstensif disertai oleh sejumlah besar *polimer ekstraseluller*, menyebabkan pembentukan lapisan berlendir (*biofilm*) yang dapat dilihat dengan mata telanjang pada permukaan baik biotik seperti daun dan batang tumbuhan air, kulit hewan-hewan air maupun abiotik seperti batu-batuan. Bakteri di habitat alamiah umumnya dapat eksis dalam dua lingkungan fisik yang berbeda:

1. Keadaan planktonik, berfungsi secara individu
2. Keadaan diam dimana dia melekat ke suatu permukaan membentuk *biofilm* dan berfungsi sebagai komunitas yang bekerjasama dengan erat (Jatmilah, 2003).

Kepadatan populasi yang rendah adalah karakteristik umum dari komunitas *planktonik* pada ekosistem mikroba di alam. Keadaan oligotropik dari ekosistem ini menyiratkan ketidakcukupan masukan nutrient untuk mendukung aktivitas mikroba lebih jauh. Jika kepadatan populasi rendah, kompetisi antara bakteri secara individu untuk ruang, oksigen, serta faktor-faktor pembatas lainnya hanya sedikit. Pada keadaan *planktonik*, kesempatan bagi individu untuk terpecah dari komunitas, khususnya oleh arus dalam fasa berair, secara relatif tinggi (Jatmulah, 2003).

Pada air *oligotropik* bakteri tumbuh seara aktif walaupun lambat, sedangkan banyak diantaranya tidak dapat mengambil makanan yang cukup untuk mendukung pertumbuhan lalu hanya survive pada keadaan lapar. Keadaan survive-lapar ini memberikan beberapa kesimpulan adanya kemampuan bakteri untuk bertahan dalam keadaan diam (Jatmilah, 2003).

Beberapa sel pada populasi yang berbeda dari bakteri *planktonik* menempel ke berbagai macam permukaan. Pada sistem mengalir, bakteri yang melekat memperoleh akses ke sumber nutrien yang kontinyu yang dibawa oleh yang mengalir. Bakteri yang kelaparan setelah melekat ke permukaan, tumbuh

menjadi ukuran yang normal kemudian memulai reproduksi sel. Pelekatan kontinyu dan pertumbuhan mendukung pembentukan *biofilm* (Jatmilah, 2003).

Walaupun banyak bakteri dapat tumbuh pada keadaan bebas (*free-living*) atau *planktonik*, secara umum mereka melekat ke suatu permukaan dengan menghasilkan *polisakarida ekstra seluler* (EPS). Pelekatan ini menghasilkan mikrokoloni, sebagai awal perkembangan *biofilm* yang dimulai dari satu sel tapi sering berkembang menjadi beberapa bakteri membentuk multilayers dengan matrik yang hidup pada komunitas kompleks. Dalam kenyataannya, hampir semua permukaan berhubungan dengan cairan dan nutrisi akan dikoloni oleh mikroorganisme. EPS sangat penting bagi kehidupan *biofilm*. Dia dapat menyediakan makanan bagi *biofilm*, terlibat dalam mekanisme pertahanan inang, dan membantu dalam agregasi dan pelekatan permukaan. Perlindungan EPS menyebabkan *biofilm* untuk bertahan pada kondisi dimana sel planktonik sudah tidak mampu bertahan hidup (Jatmilah, 2003).

2.3.2.2 Persediaan Oksigen

Pada tingkat ketahanan mikroorganisme di dalam zone biologi, mikroorganisme tersebut memerlukan persediaan oksigen. Oksigen digunakan pada proses metabolisme dari komponen – komponen pada proses pendegradasian, pelumpuhan dan konsumsi dari bakteri patogen. Jika oksigen tersebut berkurang hingga mencapai angka nol selama proses penyaringan pembusukan secara anaerobik terjadi, dengan produksi H₂S, amoniak, rasa, mangan dan besi terlarut, yang membuat pengolahan terhadap air tersebut tidak

sesuai digunakan untuk mencuci pakaian dan untuk keperluan lainnya. Dengan begitu rata-rata oksigen yang ada didalam air yang disaring harus tidak kurang dari 3 mg/l dan diharapkan untuk dihindarkan seluruh keseluruhan area permukaan saringan berada pada kondisi anaerobik (Hegazi, 2004).

2.3.3 Pematangan / Memasakkan *Biofilm*

Biosand filtration membutuhkan periode satu hingga tiga minggu untuk membentuk lapisan *biofilm*. Periode ini memungkinkan pertumbuhan yang cukup dari lapisan biologis dalam lapisan pasir (Hegazi, 2004).

Pengembangan suatu *biofilm* dan menemukan bahwa pada suhu 21 °C yaitu sekitar 16 hari untuk lapisan *biofilm* untuk menumbuhkan sekitar 85-90%. Mereka mencatat bahwa pada suatu air baku yang lebih secara biologi produktif akan berarti bahwa lapisan *biofilm* itu akan berkembang dengan cepat dan bahwa saringan akan beroperasi secara lebih efisien (Hegazi, 2004).

Sedangkan periode pematangan terjadi pada saat *biosand filter* terpasang pertama kali, atau ketika lapisan *biofilm* rusak (selama pembersihan penyaringan), waktu yang dibutuhkan oleh *biofilm* untuk tumbuh menjadi matang. Periode pematangan dapat diperpendek beberapa hari dan bisa juga lama sampai beberapa minggu, tergantung dari temperature air dan mekanisme kimia. Sebagai contoh: konsentrasi tinggi dari senyawa organik dalam pengaruh air dapat memacu pematangan *biofilm*. Selama periode pemasakan, penyaringan tidak mampu merubah keefektifan bakteri kerana hanya mekanisme kimia fisika yang bekerja memindahkan bakteri (Ngai & Sophie, 2003).

2.3.4 Pembersihan *Biosand Filtrasi*

Pasir didalam *biosand filter* membutuhkan pembersihan secara periodik. Umumnya karena lapisan *biofilm* dalam *biosand filtration* terus terakumulasi dan tumbuh hingga tekanan akan aliran hilang karena lapisan *biofilm* menjadi berlebihan. Lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* dan filtrasi pasir lambat biasanya di bersihkan setiap 1 hingga 3 bulan tergantung pada level kekeruhan. Tetapi, selama kekeruhan begitu tinggi dimana pasir membutuhkan pembersihan setiap 2 minggu atau bahkan sesering mungkin. Selain kekeruhan, jumlah pembersihan tergantung pada distribusi partikel, kualitas air yang masuk dan temperatur air (Bush, Gurnsey & Mulius, 2004).

Pembersihan filter untuk *biosand filter* jauh lebih sederhana di banding filter yang lain, yaitu *biosand filter* tidak perlu dikeringkan. Saat tingkat filtrasi menurun drastis, waktu refensi hidrolis akan meningkat, yang menunjukkan bahwa *biosand filtrasi* perlu dibersihkan. Karena jika ada kekeruhan yang banyak sehingga terjadi kemacetan pada *biosand filter*. Pembersihan kondisi turbiditas normal hanya dengan cara memecah lapisan *biofilm* dengan cara mengaduk secara perlahan- lahan air di atas lapisan *biofilm*. Oleh sebab itu kedalaman air 5 cm cukup penting untuk efesiensi *biosand filter* yang mana alasan utamanya adalah untuk mencegah pasir dari kekeringan di lapisan atas. Selain itu juga nantinya air tersebut akan diambil untuk dibuang sebanyak kurang lebih 2 cm saat pembersihan (Tommy & Sophie, 2003).

2.3.5 Keuntungan dan kerugian *Biosand Filter*

Adapun keuntungan dan kerugian reaktor *biosand filter* antara lain:

Keuntungan *Biosand Filtration*:

a. Efektif

Biosand Filter merupakan instansi pengolahan yang dapat berdiri sendiri dan sekaligus dapat memperbaiki kualitas secara fisik, kimia, biologis, bahkan dapat menghilangkan sama sekali bakteri pathogen tetapi dengan ketentuan operasi dan pemeliharaan filter dilakukan secara benar dan baik.

b. Murah

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

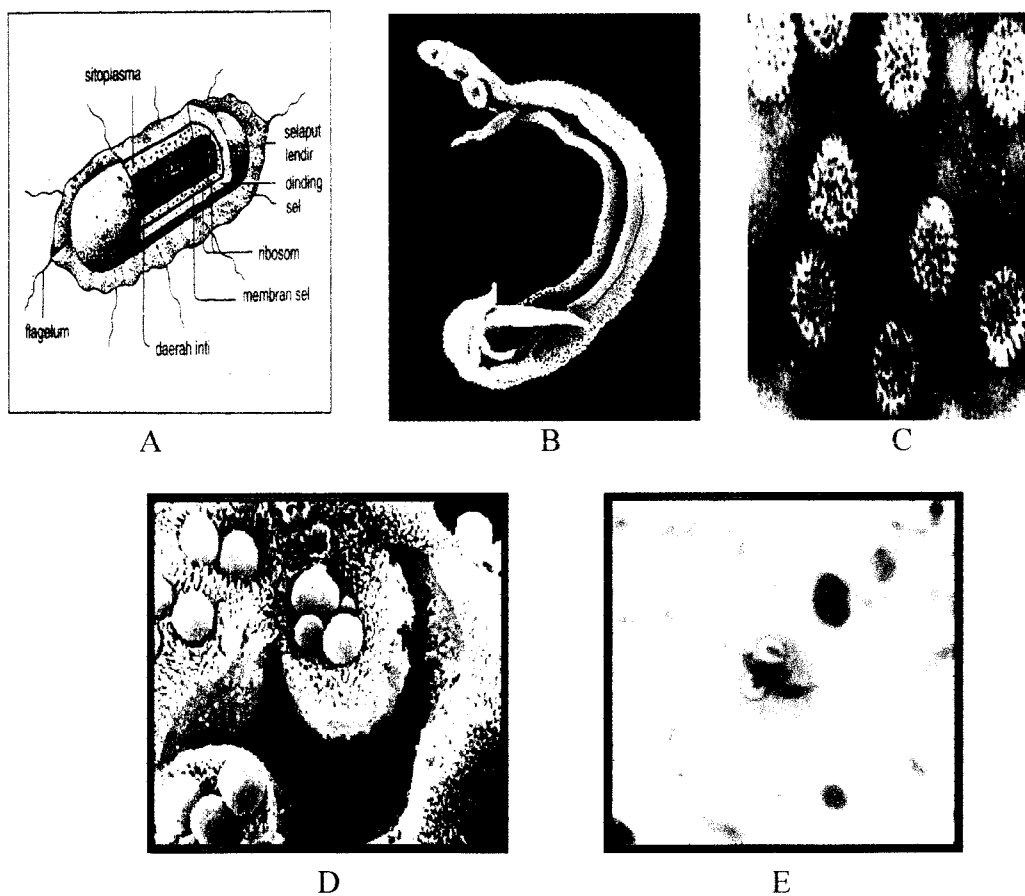
c. Sederhana

Karena operasi dan pemeliharaanya murah, tidak memerlukan tenaga kusus yang terdidik dan terampil khusus berkaitan dengan pembersihan , *biosand filter* sehingga cara ini cocok untuk digunakan di daerah pedesaan, khususnya di negara- negara yang sedang berkembang.

Berdasarkan penelitian University of Waterloo, Ontario, Canada (Onita Basu & Shawn Cleary, 2004) keuntungan *Biosand Filtration* menghilangkan mikroorganisme seperti:

- 1 *E.Coli dan fecal Coli* 95 -100 % (Gambar A)
- 2 *Schistosoma* 100 % (Gambar B)
- 3 *Enteric Viruses* 99.99 % (Gambar C)
- 4 *Gyptosporidium* 99.99 % (Gambar D)
- 5 *Giardia* 99.99 % (Gambar D)

Adapun bakteri –bakteri tersebut dapat terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.4 Bakteri – bakteri yang dapat di hilangkan *Biosand Filter*
Sumber : Basu & Cleary, 2004

Kerugian *Biosand Filter* :

- a. Sangat sensitive dengan variasi pH air baku.
- b. Waktu pengendapan air baku cukup lama sehingga proses filtrasi juga berlangsung lama apabila kapasitas besar.
- c. Karena pencucian umumnya dilakukan secara manual sehingga akan membutuhkan tenaga manusia.
- d. Ketidak mampuan *Biosand filter* untuk menangani turbiditas tinggi selama musim hujan, dimana jumlah hujan dan aliran air berlebih akan meningkatkan turbiditas.

2.4 Bakteri *E.Coli* dan *Fecal Coli*

Berbagai mikrobia patogen seringkali ditularkan melalui air yang tercemar sehingga dapat menimbulkan penyakit pada manusia maupun hewan. Mikrobia ini biasanya terdapat dalam saluran pencernaan dan mencemari air melalui tinja. Mikrobia asal tinja yang sering menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui air (water -borne disease) mencakup *Salmonella typhi*, *Shigella spp*, *Salmonella paratyphi*, dan *Vibrio cholerae*. Disentri yang disebabkan oleh *Campylobacter jejuni* dan *Eschericia coli* dapat pula ditularkan melalui air (Lay, 1995).

Keragaman mikroba yang dapat menimbulkan penyakit ini menyebabkan para ahli mencari indikator untuk menunjukkan adanya mikroba patogen sehingga dapat diketahui kualitas mikrobiologi atau sanitasi air. Sebagai indikator banyak digunakan kelompok *coliform*, meskipun dapat digunakan indikator lainnya (Lay, 1995).

Yang dimaksud golongan *coliform* adalah bakteri batang Gram negatif, tidak membentuk spora, dan fakultatif anaerobik, tumbuh dengan adanya garam empedu, dan memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas pada suhu 37°C, oksidase negatif. Yang dimaksud *E.coli* adalah salah satu grup coliform yang dapat memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas pada suhu 44°C, indol positif, tidak dapat menggunakan citrat, menghasilkan asam dari manitol pada suhu 37°C, MR positif, VD negatif.

Bakteri Coli merupakan salah satu bakteri yang tergolong dan hidup normal pada saluran pencernaan manusia dan hewan sehingga di sebut juga *Coliform Fecal*. Kemungkinan-kemungkinan terjadi pertumbuhan *E. Coli* dapat pada cucian, kulit, kolam renang yang kotor dan lain-lain. Coli tinja yang dipakai sebagai indicator kontaminasi tinja selain berasal dari kotoran / tinja manusia juga berasal dari kotoran hewan berdarah panas seperti mamalia dan burung (Lay, 1994).

Bakteri-bakteri patogen ada bermacam bakteri-bakteri patogen ada bermacam-macam dan konsentrasinya agak rendah, hal ini menyebabkan bakteri-bakteri tersebut susah dideteksi. Analisa mikrobiologi untuk bakteri tersebut berdasarkan “organisme petunjuk” (Bioindicator). Bakteri – bakteri ini menunjukkan adanya pencemaran oleh tinja manusia dan hewan berdarah panas, dan mudah dideteksi. Dengan demikian bila organisme petunjuk tersebut ditemui dalam sample air, berarti air tersebut mengandung bakteri patogen. Bakteri jenis *Escherichia Coli* merupakan petunjuk yang paling efisien, karena *E.coli* tersebut hanya dan selalu terdapat dalam tinja. Hanya sebagian dari total coli terdiri dari

E.coli yang berasal dari tinja dan lainnya terdiri dari bakteri yang berasal dari tanah seperti *Aerobacter Coli*. Oleh sebab itu tes *E.coli* merupakan anjuran untuk tes mikrobiologi, namun pada daftar mutu air minum tes bakteri total atau coli total masih digunakan.

E.Coli yang umumnya menyebabkan diare terjadi di seluruh dunia. *E.coli* ini di klasifikasikan berdasarkan sifat karakteristik dari Virulensinya dan tiap kelompok menyebabkan penyakit dengan mekanisme yang berbeda. *E.coli* merupakan suatu organisme yang tidak berbahaya yang biasanya hidup di dalam saluran usus manusia dan hewan.

Pemakaian bakteri *coliform* 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.

Pemeriksaan kuman golongan Coli (*coliform bacteri*) dapat dilakukan sebagai berikut :

- 1) Dengan cara "*the multiple tube fermentation technique*".

Ada tiga tahap pemeriksaan yaitu *presumptive test*, *confirm test* dan *completed test*.

a. *Presumptive test* (test pendugaan) :

Presumptive test didasarkan atas kenyataan bahwa *Coliform bakteri* dapat meragikan laktose dengan membentuk gas. Kedalam tabung laktose yang didalamnya terdapat medium laktose dan tabung Durham yang terbalik dituangkan contoh air yang akan diperiksa. Kemudian dieramkan selama 2 x 24 jam pada temperatur $35^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Jika dalam waktu 2 x 24 jam terbentuk gas pada tabung Durham, maka *presumptive test* dinyatakan positif yang berarti air yang diperiksa tersebut diduga mengandung *Coliform bakteri*. Sebaliknya bila tidak terbentuk gas dinyatakan *presumptive test* negatif yang berarti air tidak mengandung Coliform. Jika terjadi *presumptive test* positif, maka dilanjutkan dengan *confirm test* untuk memastikan adanya Coliform di dalam contoh air tersebut.

b. *Confirm test* (tes penegasan) :

Pada *Confirm test* digunakan medium : “*Brilliant Green Laktose Bile Broth* (BGLB)”, “*Eosin Metylene Blue Agar* (EMB)” atau Endo Agar.

Semua contoh air dari *presumptive test* positif dipindahkan ke dalam tabung yang berisi BGLB atau digeserkan ke dalam cawan Petri berisi EMB atau Endo agar. Jika dalam tabung BGLB ternyata terdapat gas setelah dieramkan selama 2 x 24 jam pada temperatur $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, maka *confirmed test* dinyatakan positif.

Demikian pula bila di dalam medium EMB atau Endo agar terdapat koloni yang tersangka, setelah dieramkan selama 24 jam pada $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ maka test disebut positif.

c. *Completed test* (test lengkap) :

Pada *completed test* digunakan medium : EMB endo agar dan laktose builyon serta agar miring. Semua contoh air dari *confirmed test* positif dilanjutkan dengan *completed test*. Contoh air dari *confirmed test* dengan BGLB digeserkan di atas EMB atau Endo agar, kemudian dieramkan pada $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Dicari koloni *Coliform bakteri* dalam setiap lempeng. Jika ditemukan koloni tersangka, maka dipindahkan ke laktose builyon dan agar miring, kemudian dieramkan pada $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam atau 48 jam. Dari agar miring dibuat sediaan dan dicat menurut gram untuk melihat adanya spora. *Completed test* dinyatakan positif bila terbentuk gas dalam medium laktose dan bersifat gram negatif serta tidak membentuk spora. Jika di dalam medium laktose tidak terbentuk gas dalam waktu 48 jam, test dinyatakan negatif. Demikian pula apabila tidak ada koloni yang tersangka pada EMB atau Endo agar, dinyatakan test negatif.

Khusus untuk pemeriksaan kuman golongan Coli yang berasal dari tinja (*fecal Coliform*) dilakukan sebagai berikut :

Suhu inkubasi dinaikkan untuk memisahkan kuman golongan Coli yang berasal dari tinja (*fecal Coliform*) dengan kuman golongan Coli yang tidak berasal dari tinja (*non fecal Coliform*). Semua tabung dari test perkiraan (*presumptive test*) yang positif dipindahkan ke dalam tabung-tabung yang berisi medium *Boric Acid Laktose Broth* (BALB) yang telah dipanaskan terlebih dahulu, kemudian diinkubasikan pada suhu $43^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ selama 48 ± 3 jam. Jika dalam waktu 48 ± 3 jam terbentuk gas dalam tabung peragian, dinyatakan positif dan menunjukkan

adanya kuman golongan Coli tinja (*fecal Coliform*) dalam contoh air yang diperiksa.

Hasil pemeriksaan kuman golongan Coli (*Coliform*) dengan cara *multiple tube fermentation technique* dinyatakan dengan indexs MPN (*Most Probable Number*) yaitu perkiraan terdekat jumlah kuman golongan Coli. Indexs MPN merupakan indexs dari jumlah golongan Coli yang paling mungkin, yang berarti bukan perhitungan yang sebenarnya.

2) Dengan cara "*the membrane method*".

Cara *membrane method* dikembangkan oleh Jerman selama Perang Dunia kedua. Contoh air yang diperiksa disaring melalui cawan yang di dalamnya terdapat saringan (membran saringan). Setelah penyaringan, membran saringan diletakkan terbalik di atas absorbent yang berisi medium Endo dengan konsentrasi tinggi, kemudian diinkubasikan selama 20 jam pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Apabila tumbuh koloni dengan ciri-ciri warna gelap, jingga, mempunyai kilat logam, maka dapat dipertimbangkan bahwa koloni tersebut berasal dari kuman golongan Coli. Jumlah koloni dihitung sehingga dapat periksakan jumlah kuman golongan Coli per 100 ml contoh air.

Tabel 2.2. Jenis Bakteri dengan metoda analisis serta media, suhu dan waktu yang di butuhkan.

Jenis Bakteri	Metode	Medium	Suhu(°C)	Waktu(jam)
Baketri total	Total plate count	Tripton glukosa ekstrak agar	35	48
E. Coli Tinja	Penyaringan membran	Medium M-FC	44.5	24
	Tabung Fermentasi			
	1.Tes Pendugaan	Kaldu lauril triptosa	35.5	24
	2.Tes penegasan	Medium EC	44.5	24
E.Coli total	Penyaringan membran	Medium M-Endo	35	24
	Tabung Fermentasi			
	1.Tes Pendugaan	Kaldu lauril triptosa	35.5	24
	2.Tes penegasan	Medium "Brilliant green Lactose Bile"	44.5	24

Sumber : Metoda Penelitian Air, Usaha Nasional Surabaya, 1984

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 karbon, sumber nitrogen, mineral, vitamin, dan gas.
2. Tekanan osmose. Bakteri membutuhkan media yang isotonis.
3. Derajat keasaman (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 di basmi semua. Baik botol, cawan Petri, pipet, penyumpit, 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 ini 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.

2.5 Hipotesa

1. *Biosand filter* dapat menurunkan kandungan bakteri *E.Coli* dan *fecal coli*.
2. Ada perbedaan secara signifikan hasil proses *biosand filter* apabila variasi ketebalan pasir halus 40,50,60 cm diameter 0,25 mm , pasir kasar 15,10,5 cm diameter 0,85 mm, dan kerikil 15,10,5 cm diameter 6,3 mm.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Sebelum penelitian ini berjalan, semua media pasir halus, pasir kasar, dan kerikil serta filter sebagai alat yang digunakan harus dalam keadaan siap. Penelitian selanjutnya adalah mengetahui pertumbuhan *biofilm* setelah beberapa lama ditumbuhkan pada media pasir, lalu kemudian menguji parameter *e.coli* dan *fecal coli* setelah melalui *biosand filter*.

Penelitian ini berlangsung kurang lebih selama 2,5 bulan. Adapun tahap awal penelitian ini adalah menyaring seluruh media pasir halus, pasir kasar, dan kerikil. Penyaringan dilakukan agar semua media mendapatkan variasi diameter yang sama. Adapun uji foto mikroskop dilakukan untuk mengetahui perkembangan *biofilm* pada permukaan pasir, lalu selanjutnya menguji sampel air baku untuk di uji kandungan bakteri *e.coli* dan *fecal coli*. Hasil dari penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.2 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan bakteri *Eschericia coli* dan *fecal coliform* dari sumber air baku yaitu air tanah.

3.3. Lokasi Penelitian

- a. Lokasi pengambilan sampel air bertempat di rumah penduduk jln. Jambon III RT. I / RW. I Kricak Jogjakarta
- b. Analisa ayakan media pasir halus, pasir kasar, dan kerikil dilakukan di laboratorium Jalan Raya, Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
- c. Analisa lapisan *biofilm*, dilakukan di laboratorium Bio Manajemen Fakultas Biologi Atma Jaya Jogjakarta.
- d. Analisa sampel untuk bakteriologis, yaitu *E.Coli* dan *Fecal Coli* dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

3.4. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri atas dua, yaitu:

3.4.1 Variabel bebas (*Independent Variable*)

Pada penelitian ini, media yang digunakan merupakan variabel bebas yang terdiri dari tinggi / ketebalan media 40,50,60 cm untuk pasir halus, Pasir kasar 15,10,5 cm, kerikil 15,10,5 cm dengan diameter media pasir halus = 0.25 mm, pasir kasar 0.85 mm, dan Kerikil 6.3 mm. Untuk lebih jelas bisa dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Ketinggian Media

Pasir Halus (cm)	Pasir Kasar (cm)	Kerikil(cm)	Total(cm)
40	15	15	70
50	10	10	70
60	5	5	70

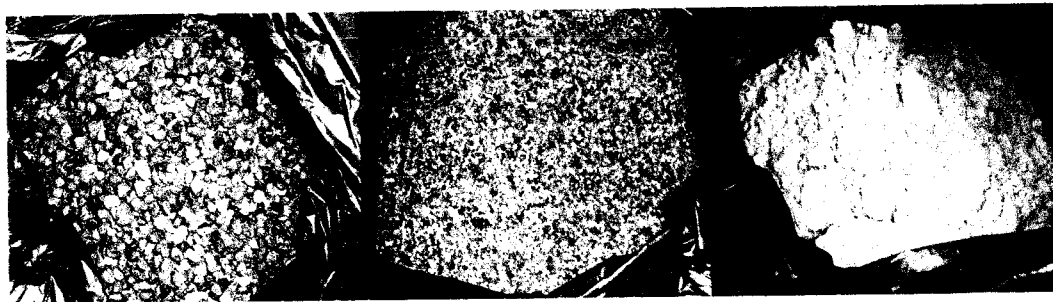
3.4.2 Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah bakteri *Eschericia coli* dan *fecal coliform* pada air tanah.

3.5 Bahan dan alat penelitian

3.5.1 Penyediaan media pasir halus, pasir kasar dan kerikil.

Pada penelitian ini, media yang digunakan adalah pasir dan kerikil. Sebelum media dimasukkan kedalam filter, perlu dilakukan pengayakan pada media agar diameter butiran sama. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan mesin pengayak dengan menyusun mest yang lebih besar dibagian atas. Adapun mest yang digunakan adalah mest $\frac{1}{4}$ inci dengan ukuran 6.3 mm kemudian mest 20 dengan ukuran 0.85 mm dan mest 60 dengan ukuran 0.25 mm. Sedangkan yang lolos dari mest 60 adalah PAN. Pengayakan dilakukan kurang lebih 2 minggu, hal ini selain media yang dibutuhkan banyak dan keterbatasan alat pengayakan. Hal lainnya adalah waktu pengayakan yang ± 5 menit setiap mesin dinyalakan dan keterbatasan media yang dimasukkan kedalam alat pengayakan yang terlalu sedikit.



Kerikil \varnothing 6,3 mm Pasir kasar \varnothing 0,85 mm Pasir halus \varnothing 0,25 mm

Gambar 3.1 Media kerikil, pasir kasar dan pasir halus
Sumber: Dokumentasi Pribadi

3.5.2 Alat penelitian

Rangkaian alat yang digunakan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

1. Sebuah prototype saringan berbentuk *rectangular* dari bahan kaca agar proses yang terjadi pada bagian dalam saringan dapat terlihat dari luar dan berukuran 30 cm x 30 cm x 100 cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3.2 Reaktor *Biosand Filter*
Sumber: Dokumtasi Pribadi

Reaktor merupakan elemen penting dalam melaksanakan penelitian ini. Dalam penelitian ini, reaktor dibuat dengan menggunakan kaca agar pembentukan lapisan *biofilm* bisa terlihat dengan mata terlanjang. Adapun dimensi dari reaktor direncanakan sendiri, disesuaikan dengan tinggi total media.

Direncanakan:

Panjang : 30 cm

Lebar : 30 cm

Tinggi reaktor : 100 cm

- Tinggi media total = 70 cm
- Tinggi air diatas media = 5 cm
- Tinggi dari muka air ke penahan kecepatan air (veber glass) = 5 cm
- freeboart (fb) = 20 cm

Lebar fiber glass = 30 cm

Panjang fiber glass = 30 cm

Jarak antara lingkaran = 3 cm dengan $\emptyset = 1$ cm

2. Satu buah drum plastik tempat menampung air baku dari sumur dengan volume 250 liter. Agar pengaliran air baku ke saringan dapat berjalan dengan konstan maka pada alat ini dilengkapi dengan kran putar.
3. Satu buah drum plastik tempat menampung air baku setelah melewati saringan *biosand filter*.

3.6 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan media, persiapan alat dan tahap pelaksanaan percobaan, yang diuraikan seperti dibawah ini.

3.6.1 Persiapan media

Setelah melalui tahap pegayakan, seluruh media tersebut dicuci. Pencucian dilakukan agar debu – debu yang masih menempel di media pasir dan kerikil dapat hilang. Namun karena pengujian penelitian ini adalah bakteriologis, maka langkah selanjutnya terhadap media tersebut adalah sterilisasi. Sterilisasi pada media, dilakukan dengan cara merebus seluruh media agar bakteri- bakteri yang masih menempel pada pasir dan kerikil tersebut mati.

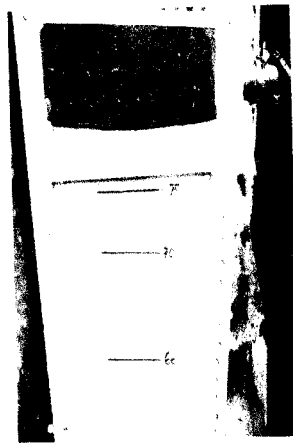
3.6.2 Pengambilan sampel awal

Air baku yang digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari sumur penduduk yang berada di jln. Jambon III RT.I/RW.I Kricak Jogjakarta. Sebelum penelitian dilakukan, hal terpenting yang harus diketahui adalah mengetahui kualitas air tanah guna mendapatkan data primer yang akan dipakai sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya.

Setelah melakukan uji mikrobiologi untuk sampel air didapatkan data bahwa kandungan bakteri *E.Coli* dan *Fecal Coli* mengandung +2400 indeks JPT / 100 ml sampel air. Itu berarti pada air sumur tersebut melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001, tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menyebutkan kandungan maksimal bakteri untuk *Fecal Coli* 100 ml dan *Total Coliform* 1000 ml / 100 ml sampel air golongan I.

3.6.3 Persiapan alat

Biosand filter adalah reaktor yang terbuat dari kaca dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 30 cm dan tinggi 100 cm. Setelah reaktor dalam siap, tidak mengalami kebocoran maka seluruh media dimasukkan ke reaktor dengan variasi ketinggian yang diinginkan. Untuk mempermudah dalam penelitian ini, maka reaktor *biosand filter* diletakkan pada lokasi pengambilan sampel.

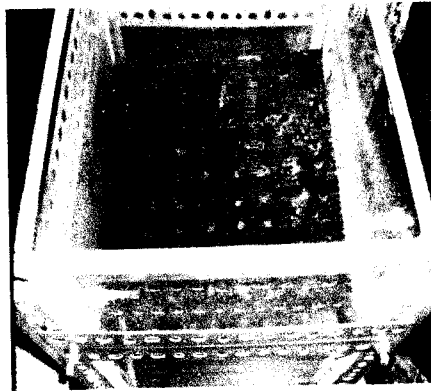


Gambar 3.3 Kondisi *Biosand Filter* di Lapangan
Sumber : Dokumtasi Pribadi

Seluruh media dirancang dengan ketinggian total 70 cm, dengan variasi sebagai berikut:

- a. Ketinggian pertama : 40 cm pasir halus, 15 cm pasir kasar, dan 15 cm kerikil
- b. Ketinggian kedua : 50 cm pasir halus, 10 cm pasir kasar, dan 10 cm kerikil
- c. Ketinggian ketiga : 60 cm pasir halus, 5 cm pasir kasar, dan 5 cm kerikil

Ketinggian total media pada *biosand filter* ini adalah 75 cm, dimana 70 cm merupakan tinggi total media, kemudian 5 cm diatas media pasir adalah tinggi air diatas permukaan pasir. Air tersebut berfungsi untuk mencegah pasir kering di lapisan atas tempat tumbuhnya *biofilm* pada permukaan pasir. Agar *biofilm* tersebut tidak terganggu, diatas permukaan air dipasang *fiber glass*.



Gambar 3.4 Penghalang kecepatan air
Sumber : Dokumtasi Pribadi

Filter dijalankan secara *intermmiten*, maksudnya untuk menumbuhkan lapisan *biofilm* air dijalankan setiap 2 hari, lalu hari berikutnya dimatikan. Hal ini dilakukan sampai lapisan *biofilm* tersebut tumbuh. Karena lapisan *biofilm* terbentuk pada hari ke tujuh, lalu dilakukan pengambilan dan pengujian lapisan *biofilm* dengan menggunakan foto Mikroskop. Setelah dilihat lapisan *biofilm* terbentuk, lalu bisa diambil sampelnya.

3.6.4 Pengujian *Biofilm*

Uji lapisan *biofilm* dilakukan pada saat lapisan *biofilm* sudah terbentuk. Uji lapisan *biofilm* ini dilakukan mulai hari ke -7 . Dengan mengambil media pasir yang ada di permukaan filter dengan menggunakan pipet. Lalu diletakkan pada kaca objek. Setelah dikeringkan, lalu kemudian diuji dengan menggunakan mikroskop untuk mengetahui pertumbuhan *biofilm* secara jelas.

3.6.5 Pengukuran bakteri *E.Coli* dan *Fecal Coli*

Sebelum melakukan uji laboratorium untuk analisa *E.Coli* dan *fecal coli* maka perlu disiapkan media yang dibutuhkan untuk pengujian tersebut. Untuk tes perkiraan bahan yang dibutuhkan adalah laktose tunggal 13 ml dengan di tambah aquades 1000 ml, laktose ganda 9.75 ml dengan di tambah aquades 1000 ml. Karena analisa awal menunjukkan hasil JPT / MPN untuk koliform tinja dan total koliform adalah + 2400 maka sebelum sampel dimasukkan ke media laktose tunggal maupun ganda perlu dilakukan pengenceran dengan NaCl 4.25 g ditambah 500 ml aquades. Setelah semua media di masukkan ketabung reaksi, maka media tersebut disterilkan dengan outoclap dengan suhu 120 ° C selama ± 2 jam.

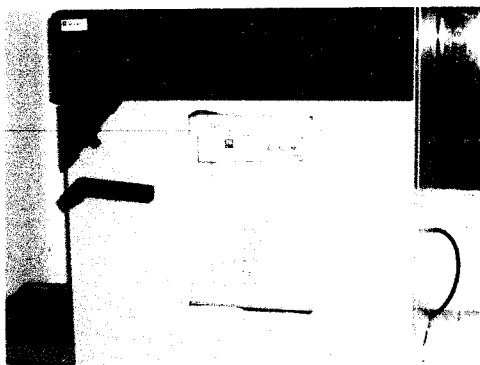


Gambar 3.5 Autoclave
Sumber : Dokumentasi Pribadi

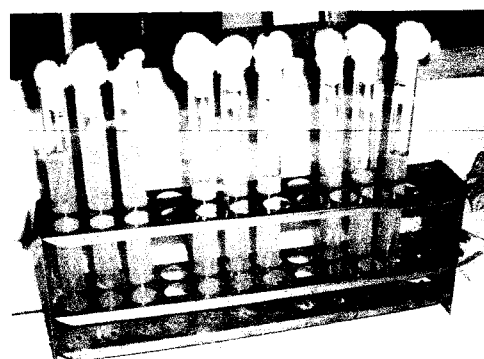
Metode yang digunakan untuk analisis laboratorium adalah metode MPN 3-3-3 yang merupakan uji deretan tabung yang menyuburkan pertumbuhan *coliform* sehingga memperoleh nilai untuk menduga jumlah *coliform* dalam sampel yang diuji. Jumlah *coliform* ini bukan perhitungan yang tepat namun

merupakan angka yang mendekati jumlah yang sebenarnya. Adapun metode 3-3-3 maksudnya adalah 3 tabung reaksi berisi tabung durham dan 5 ml media laktose steril ganda, 3 tabung reaksi berisi tabung durham dan 10 ml media laktose steril tunggal dan 3 tabung reaksi berisi tabung durham dan 10 ml media laktose steril tunggal.

Sebelum sampel dimasukkan ke media laktose tunggal dan laktose ganda maka perlu dilakukan pengencer yaitu dengan NaCl. Karena untuk 1 sampel air dibutuhkan 33.33 ml sampel, maka diperlukan 40 ml pengencer dengan perbandingan 36 ml NaCl dan 4 ml sampel air. Setelah pengenceran dilakukan, lalu hasil pengenceran dimasukkan ke dalam 3 tabung reaksi berisi tabung durham dan 5 ml media laktose steril ganda diinkubasikan dengan 10 ml sampel air, 3 tabung reaksi berisi tabung durham dan 10 ml media laktose steril tunggal diinkubasikan dengan 1 ml sampel air dan 3 tabung reaksi berisi tabung durham dan 10 ml media laktose steril tunggal diinkubasikan dengan 0.1 ml sampel air. Kemudian setelah semua semua sampel dimasukkan, lalu semua tabung reaksi diinkubasikan selama ± 2 hari dengan suhu 37°C .



Gambar 3.6 Alat Inkubator



Gambar 3.7 Media Laktose

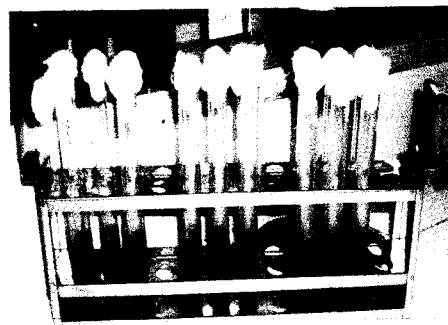
Sumber : Dokumtasi Pribadi

Setelah masa inkubasi 2 x 24 jam atau 48 jam dengan suhu 37 ° C, kemudian media dikeluarkan lalu di catat hasil tes perkiraannya. Hasil tes perkiraan / uji duga bisa dilanjutkan apabila tabung reaksi menghasilkan gas dalam masa inkubasi diduga mengandung bakteri *coliform*. Uji dinyatakan positif, bila terlihat gas dalam tabung durham.

Tabung yang memperlihatkan pembentukan gas diuji lebih lanjut dengan uji penetapan. Tes penetapan dilakukan untuk memastikan bahwa gas yang terbentuk disebabkan oleh kuman *coliform* dan bukan disebabkan oleh kerja sama berupa spesies sehingga menghasilkan gas. Adapun media yang digunakan pada tes penetapan adalah *Briliant Green Lactose Broth* (BGLB). Dari masing – masing tabung yang memperlihatkan hasil positif, dipindahkan sedikit suspensi bakteri dengan jarum ose pada tabung reaksi berisi BGLB steril. Kemudian disimpan selama 48 jam dengan suhu 37 ° C untuk total coliform dan 48 jam dengan suhu 44 ° C untuk koliform tinja.



Gambar 3.8
Penanaman dengan jarum Ose



Gambar 3.9 Media BGLB

Setelah 48 jam masing – masing tabung diperiksa untuk mengetahui uji positif pertumbuhan bakteri golongan coliform atau tidak. Kemudian tetapkan JPT / MPN *E.Coli* dan *Fecal Coli* dalam 100 ml sampel air berdasarkan tabel JPT.

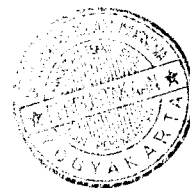
3.7 Analisa Data

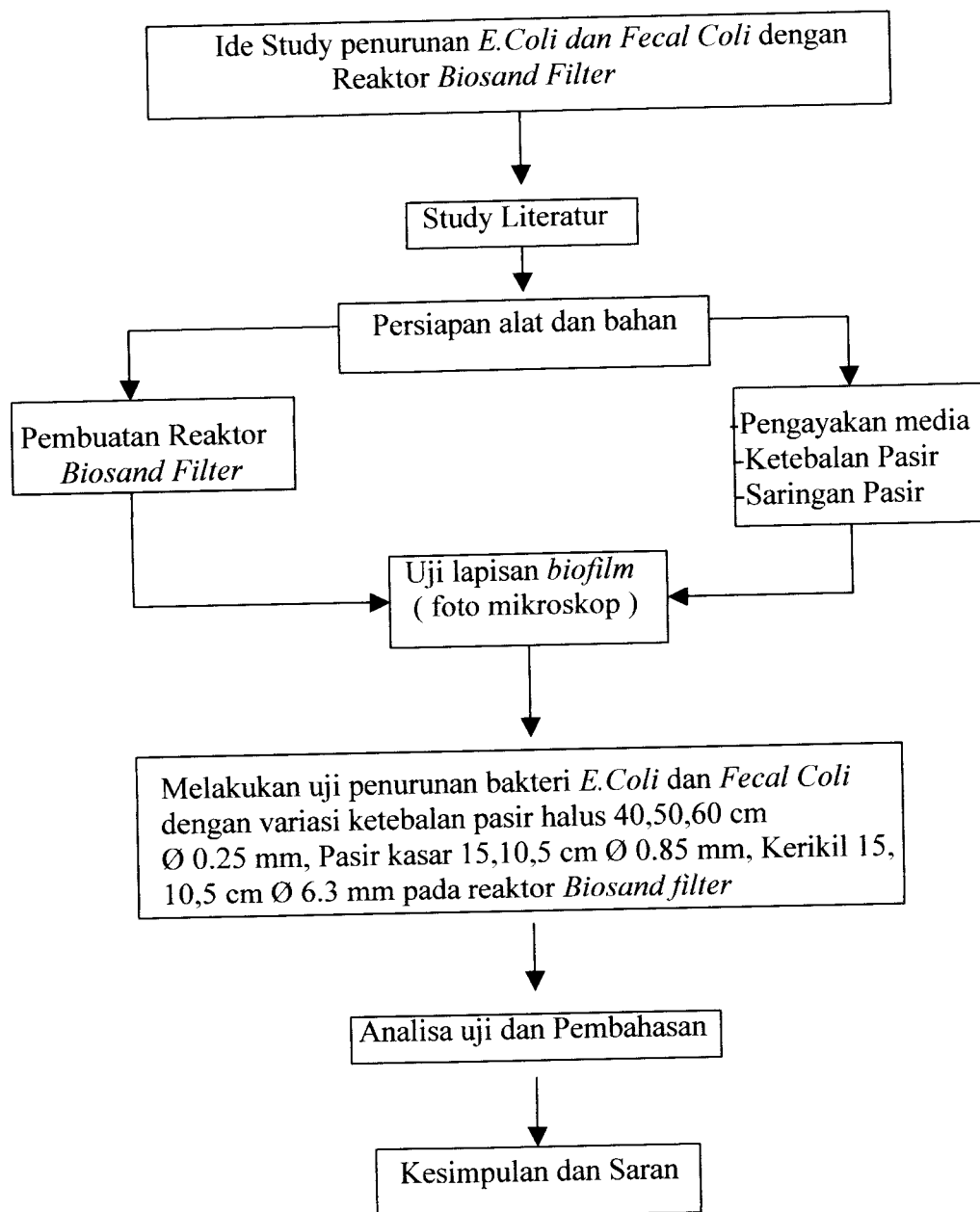
Setelah melakukan pengujian di laboratium, kemudian didapat data – data. Untuk mendapatkan nilai efisiensi, maka digunakan rumus berikut ini:

$$\text{Rumus Efisiensi} = \frac{\text{kadar awal} - \text{kadar akhir}}{\text{kadar awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

3.8 Kerangka Penelitian Tugas Akhir

Untuk mempermudah dalam proses pengerjaan penelitian tugas akhir ini dibuatlah kerangka diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.10 di bawah sebagai berikut:





Gambar 3.10 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji *Biofilm*

Sebelum melakukan pengambilan sampel, semua media harus dalam keadaan steril. Sterilisasi dilakukan dengan cara merebus semua media, yaitu pasir halus, pasir kasar, dan kerikil. Setelah semua media dianggap steril, kemudian media disusun sesuai dengan variasi ketinggian yang diinginkan. Kecepatan air antara inlet dan outlet diatur dengan mempertahankan 5 cm air di atas permukaan media pasir halus.

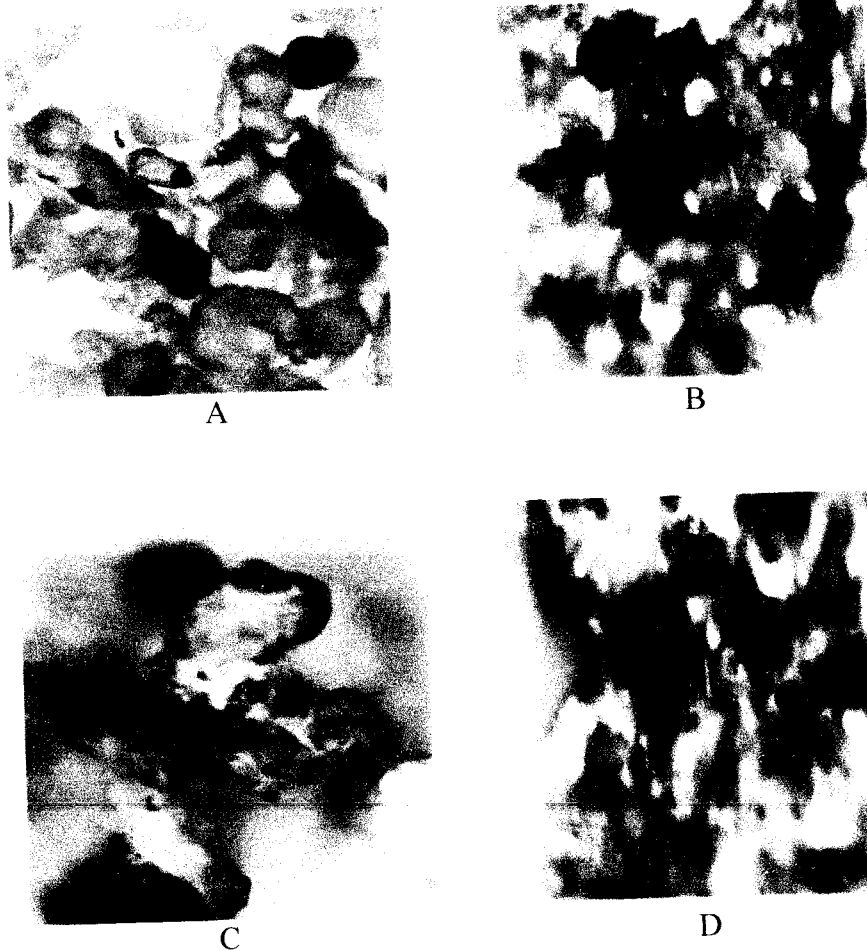
Untuk menumbuhkan lapisan *biofilm* tersebut diperlukan tempat agar lapisan *biofilm* melekat pada media seperti pasir. Air sebagai nutrisi, dialirkan secara terus menerus membuat lapisan *biofilm* berkembang dengan baik. *Biofilm* terdiri dari sel – sel mikroorganisme yang melekat erat pada suatu permukaan sehingga dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat. Pada *biosand filter* ketinggian air di atas media pasir setinggi 5 cm secara konstan. ini dimaksudkan apabila tingginya air lebih dari 5 cm maka jumlah oksigen bebas yang terdapat pada air tidak cukup untuk proses metabolisme bakteri pada lapisan *biofilm* sehingga mikroorganisme pada *biofilm* tersebut akan mati. Sedangkan apabila ketinggian air kurang dari 5 cm akan mengakibatkan lapisan *biofilm* yang berada di atas permukaan pasir akan rusak (Tommy & Sophie, 2003). Untuk itu perlu dilakukan pemantauan secara rutin sampai terbentuknya lapisan *biofilm*.

Biosand filter dijalankan secara *intermitten*, maksudnya untuk menumbuhkan lapisan *biofilm* yaitu dengan menjalankan air setiap 2 hari, lalu pada hari berikutnya dimatikan. Hal ini dilakukan sampai lapisan *biofilm* tersebut tumbuh.

Tinggi lapisan *biofilm* sekitar 0,5-2 cm pada permukaan media pasir. Lapisan *biofilm* sangat mudah rusak karena terlalu tipis, diharuskan pada saat pengambilan perlu ketelitian dan ke hati-hatian. Oleh sebab itu, pada saat pengambilan lapisan *biofilm*, air dari inlet sebaiknya dimatikan karena dengan adanya air bisa mengganggu proses pengambilan lapisan *biofilm*. Pengambilan lapisan *biofilm* diambil dengan menggunakan pipet, lalu lapisan tersebut dipindahkan ke kaca objek yang kemudian dikeringkan. Pada saat lapisan *biofilm* dikeringkan pada kaca objek, dipastikan *biofilm* tidak akan berkembang biak lagi karena tidak adanya air sebagai nutrien.

Lapisan *biofilm* dilihat dengan menggunakan Foto Mikroskop yang dilakukan di Laboratorium Bio Manajemen Universitas Atma Jaya Jogjakarta. Dari hasil Foto Mikroskop diperoleh hasil bahwa pada hari ke-7 (terlihat pada gambar A) sudah mulai terbentuk lapisan *biofilm*. Tetapi karena pembentukan baru hanya di sebagian permukaan media, sedangkan yang di harapkan adalah lapisan *biofilm* terbentuk di seluruh permukaan filter, maka pada hari berikutnya atau hari ke-8 (gambar B) dilakukan pengujian lagi. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa lapisan *biofilm* terbentuk dengan sempurna diseluruh permukaan. Sampai hari ke-10 (gambar D), lapisan *biofilm* sudah terbentuk secara

keseluruhan. Adapun pertumbuhan lapisan *biofilm* tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4.1 Pertumbuhan *biofilm* dengan perbesaran 10 x 45
Sumber: Dokumtasi Pribadi (Foto Mikroskop)

Biosand filter membutuhkan waktu satu sampai tiga minggu untuk membentuk lapisan *biofilm* (Hegazi, 2004). Pertumbuhan *biofilm* ini banyak dipengaruhi oleh banyak faktor seperti interaksi antara bakteri, permukaan yang ditemeli, kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, ikatan ion, ikatan van der waals, tegangan serta kondisi permukaan (Tung K, 2003).

Pembentukan lapisan *biofilm* dapat tumbuh dengan sendirinya. Dapat dilihat melihat secara fisik (mata terlanjang) dari pertumbuhan lapisan *biofilm* tersebut, yaitu terjadinya perubahan pada media pasir dipermukaan dari warna kuning muda, kemudian coklat muda, lalu menjadi merah kecoklatan yang merupakan zone dasar untuk aktifitas mikroorganisme yang menjadi dasar pertumbuhan *biofilm*.

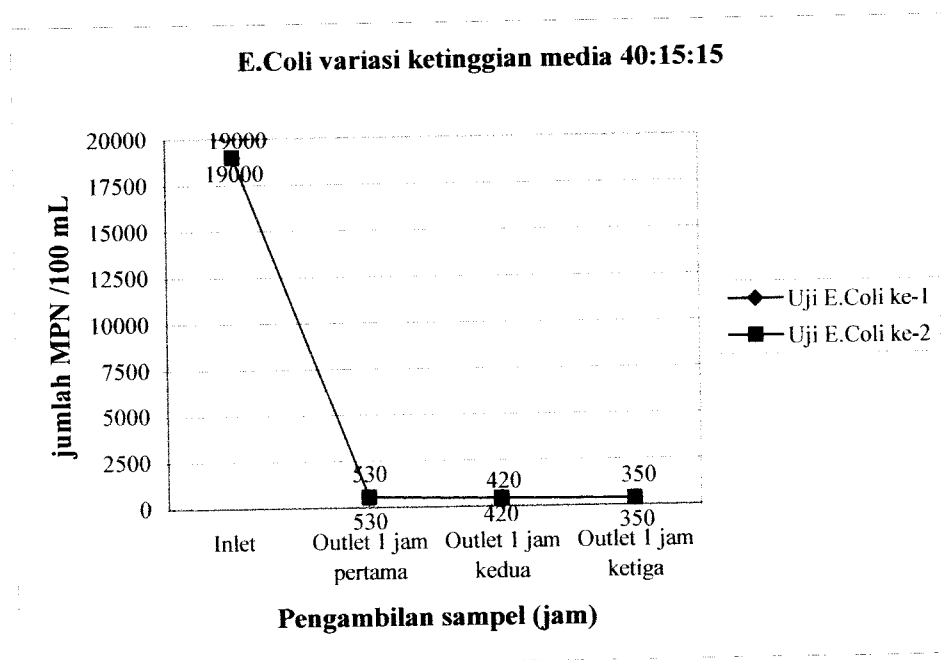
Eschericia Coli dan *fecal coli* tersisih oleh adanya *biofilm* pada pasir yang terdapat pada lapisan atas *biosand filter*. *Biofilm* terdiri dari lapisan gel yang terbentuk dari multispecies mikroorganisme dan matrik yang tersusun secara tidak beraturan serta bahan - bahan organik yang tertangkap didalamnya yang melekat kuat pada suatu permukaan padat. Pelekatan pada bakteri disertai oleh penumpukan bahan- bahan organik yang diselubungi oleh matrik *polimer ekstraseluller* yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Matrik ini berupa struktur benang- benang bersilang satu sama lain yang dapat berupa perekat bagi *biofilm*. Pertumbuhan bakteri secara terus-menerus dan disertai oleh jumlah besar *polimer ekstraseluller*, menyebabkan pembentukan lapisan *biofilm* dapat dilihat dengan mata terlanjang.

Selain itu juga karena *biofilm* yang terdiri dari organisme predator seperti amoeba, protozoa, invertebrata, dan sedikit alga yang berkembang biak setiap harinya, sebagian besar bakteri akan mati dalam lingkungan karena meningkatnya kompetisi bakteri dalam *biofilm* tersebut sehingga kandungan bakteri *Eschericia Coli* dan *Fecal coli* menurun segera saat di dalam *biosand filter*.

Eschericia Coli dan *Fecal Coli* menempel pada media pasir yang lebih banyak dan berdiameter lebih kecil. Sedangkan *biofilm* terbentuk karena adanya kontak langsung dengan media air. Yang mana akan mengikat antar pasir yang satu dengan yang lainnya, sehingga akan lebih rapat, dan akan lebih besar meremoval *Eschericia Coli* dan *Fecal Coli*.

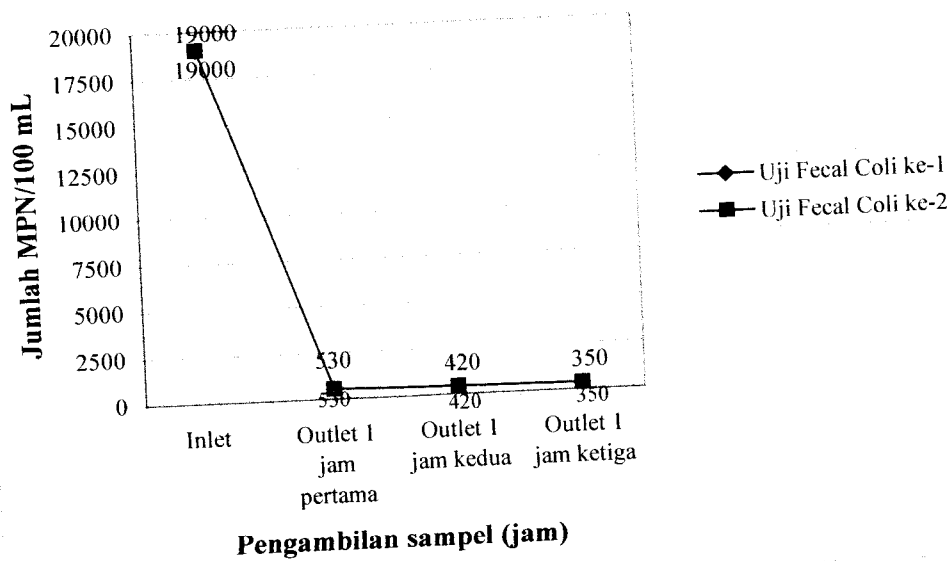
4.2 Hasil Pengujian *E.Coli* dan *Fecal Coli* dengan menggunakan *Biosand Filter*

Adapun hasil pengujian dengan menggunakan proses *biosand filter* sebagaimana dapat dilihat pada Lampiran 4 (terlampir) diketahui bahwa bakteri *Eschericia Coli* dan *fecal Coli* mengalami penurunan setelah melalui *biosand filter* dengan variasi ketinggian media seperti terlihat pada Gambar 4.2 sampai Gambar 4.7 dibawah ini :



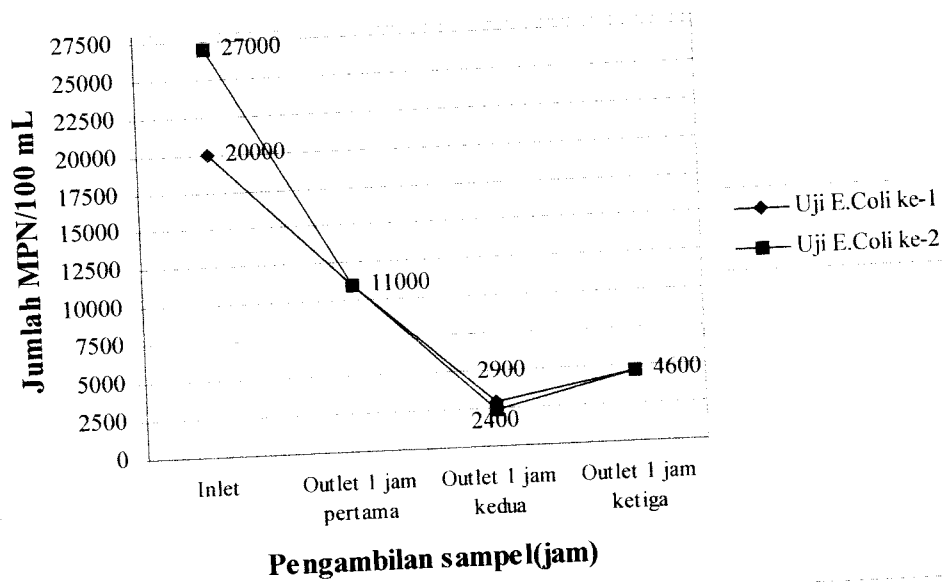
Gambar 4.2 Grafik *E.Coli* variasi ketinggian media 40:15:15 cm

Fecal Coli variasi ketinggian media 40:15:15 cm



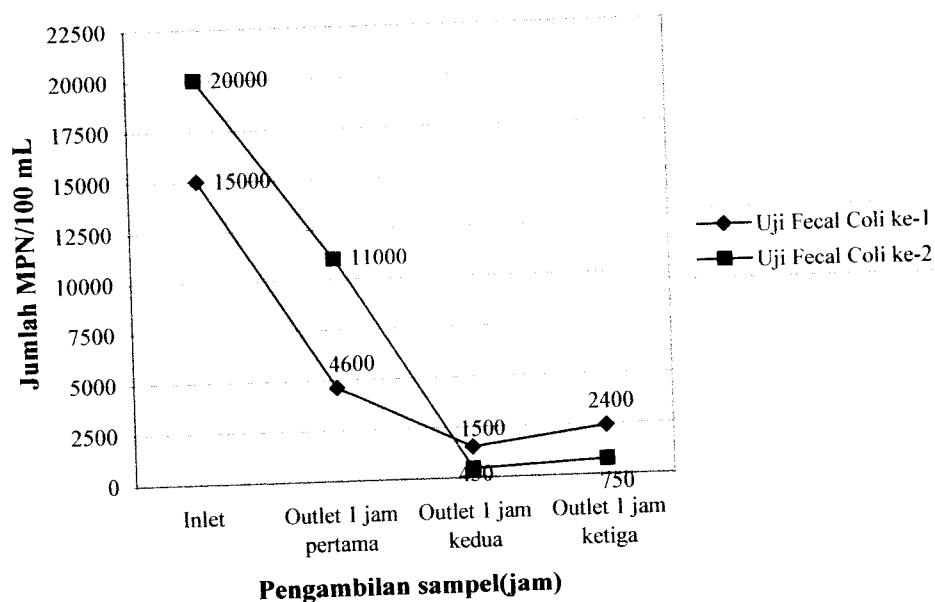
Gambar 4.3 Grafik *Fecal Coli* variasi ketinggian media 40:15:15 cm

E. Coli variasi ketinggian media 50:10:10 cm



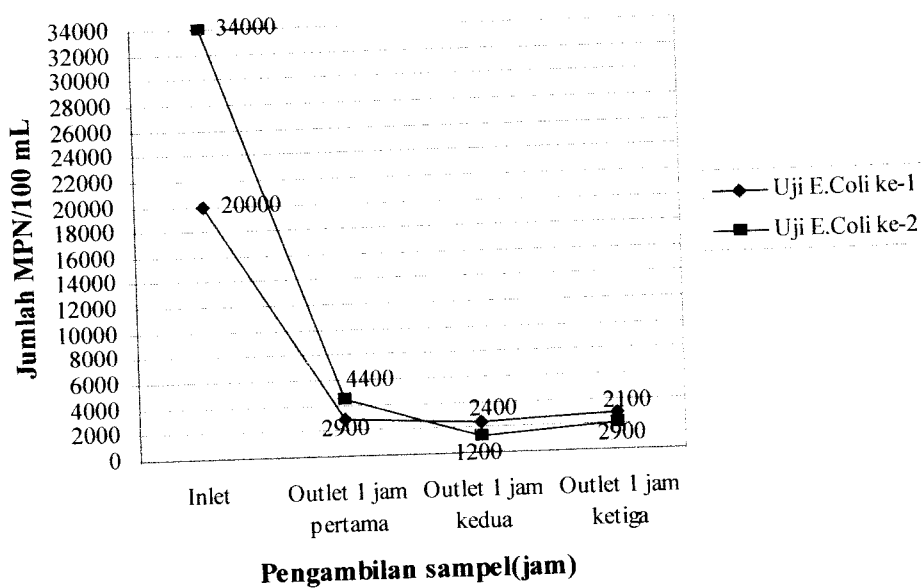
Gambar 4.4 Grafik *E. Coli* variasi ketinggian media 50:10:10 cm

Fecal Coli variasi ketinggian media 50:10:10 cm

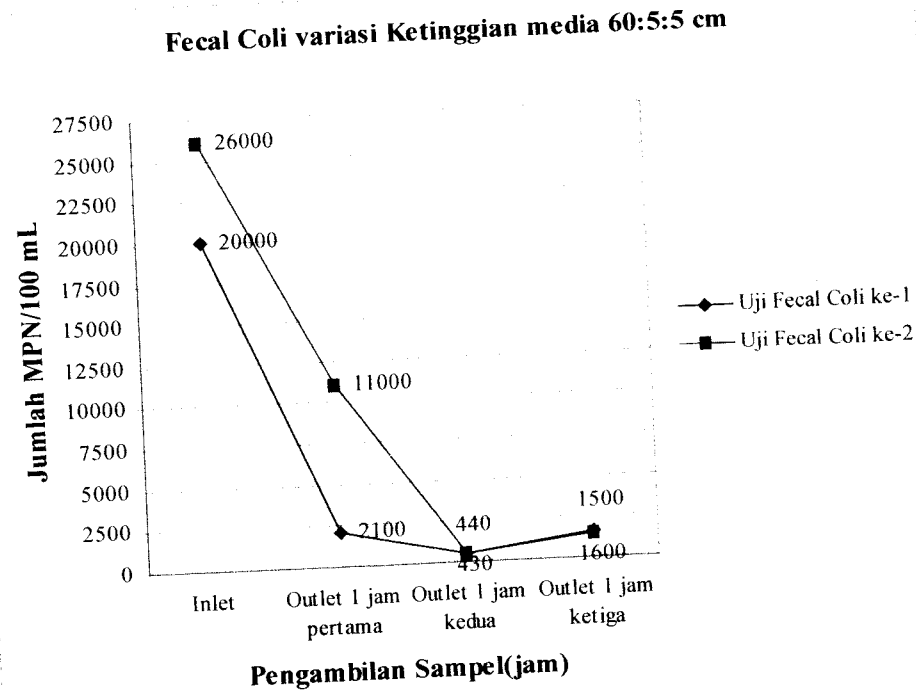


Gambar 4.5 Grafik Fecal Coli variasi ketinggian media 50:10:10 cm

E.Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm



Gambar 4.6 Grafik E.Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm



Gambar 4.7 Grafik Fecal Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm

4.3 Pembahasan bakteri *Escherichia Coli* dan *Fecal Coli*

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 dan fecal coli 42 ± 1 °C membentuk asam dan gas dalam waktu 48 jam (Unus, 1996).

Air baku yang akan digunakan sebagai objek penelitian ini diambil dari sumur penduduk jln. Jambon III RT.I/RW.I Kricak Jogjakarta. Sebelum penelitian dilakukan, hal terpenting yang harus diketahui adalah menguji kualitas air tanah itu sendiri, guna mendapatkan data primer yang akan dipakai sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian selanjutnya.

Berdasarkan analisis laboratorium yang dilakukan terhadap air baku yang diambil dari sumur penduduk tersebut, didapatkan data sebagai berikut :

Tabel. 4.1 Kadar *E.Coli* dan *Fecal Coli* pada analisa awal

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	E.Coli	MPN/100 ml	2400+
2	Fecal Coli	MPN/100 ml	2400+

(Sumber : Data Primer 2005)

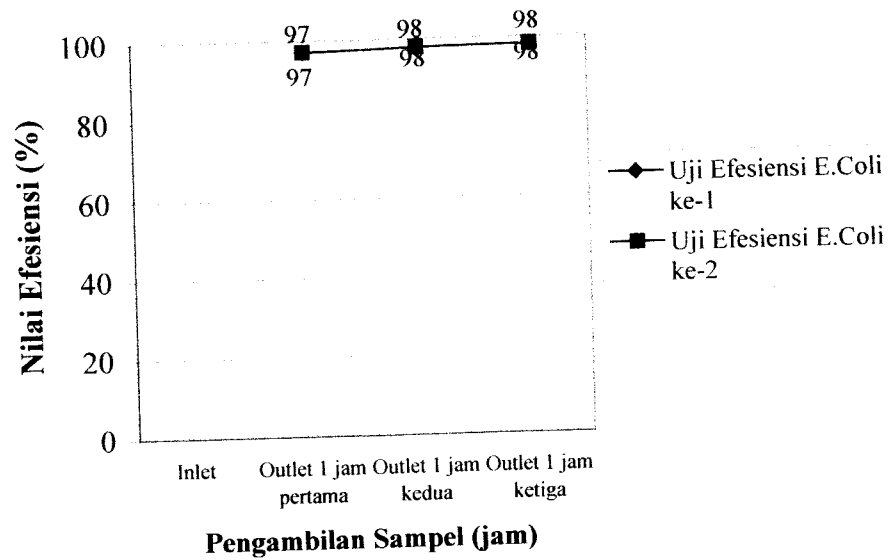
Dari data yang tersaji diatas, diketahui bahwa kadar *E.Coli* dan *Fecal Coli* yang terdapat pada sumur penduduk Jln. Jambon III RT.I/RW. I Kricak Jogjakarta telah melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air sebesar 1000 MPN/100 ml untuk *Coliform* dan 100 MPN/ 100 ml *Fecal Coli* golongan kelas 1.

Tingginya kandungan bakteri *Eschericia Coli* dan *fecal Coli* di lokasi tersebut berasal dari pencemaran septik tank. Hal ini terjadi karena sumur tempat penelitian tersebut merupakan perkampungan padat penduduk, sehingga jarak antara septik tank dan sumur tesebut ± 2 m. Oleh sebab itu diperlukan suatu pengolahan yang tepat, murah dan sederhana untuk menurunkan kandungan bakteri *Eschericia Coli* dan *fecal Coli* yang terdapat dalam air tanah. *Biosand filter* merupakan proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada media pasir dengan kecepatan rendah karena dipengaruhi diameter butiran pasir yang lebih kecil dan lapisan *biofilm* yang berada di permukaan pasir sehingga dapat menurunkan kandungan bakteriologis.

Setelah di dapat data analisa awal lokasi penelitian, maka reaktor *biosand filter* mulai dijalankan sesuai dengan variasi ketinggian yang di inginkan. Analisa pertama menggunakan variasi ketinggian media 40:15:15 cm, selanjutnya analisa yang kedua dengan variasi ketinggian media 50:10:10 cm dan kemudian analisa ketiga variasi ketinggian media 60:5:5 cm. Setiap variasi ketinggian, menggunakan perlakuan yang sama yaitu pengambilan sampel dilakukan setelah *biofilm* terbentuk dengan 2 kali perulangan.

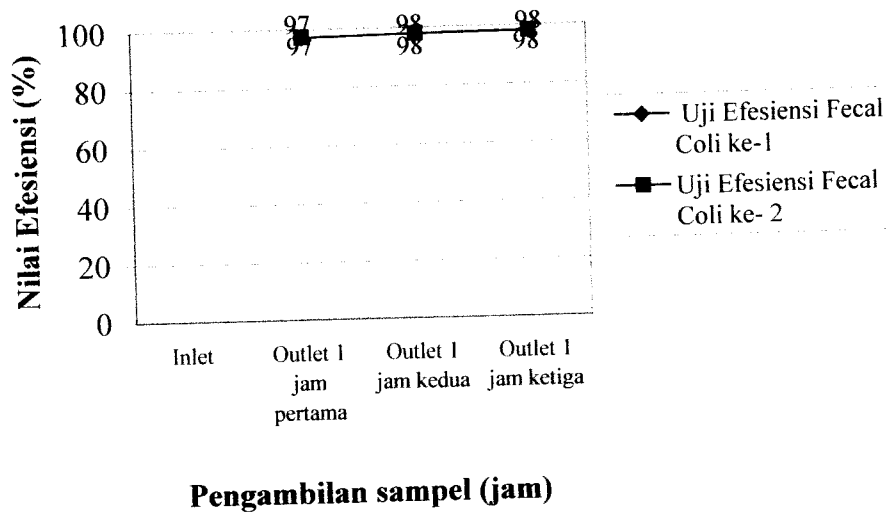
Nilai efesiensi *biosand filter* dipengaruhi waktu pengambilan sampel. Semakin lama waktu pengambilan sampel maka nilai efesiensi semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena aliran air dalam *biosand filter* mengalir secara kosntan yang memberi pemasukan oksigen ke *biofilm*, sehingga sebagian besar *E. Coli* akan mati karena meningkatnya kompetisi di permukaan media. Adapun nilai efisiensi variasi ketinggian media 40:15:15 cm , 50:10:10 cm, dan 60:5:5 cm, dapat dilihat pada Lampiran 6 dan Gambar 4.8 sampai dengan Gambar 4.13 dibawah ini.

Efisiensi E.Coli variasi ketinggian media 40:15:15 cm



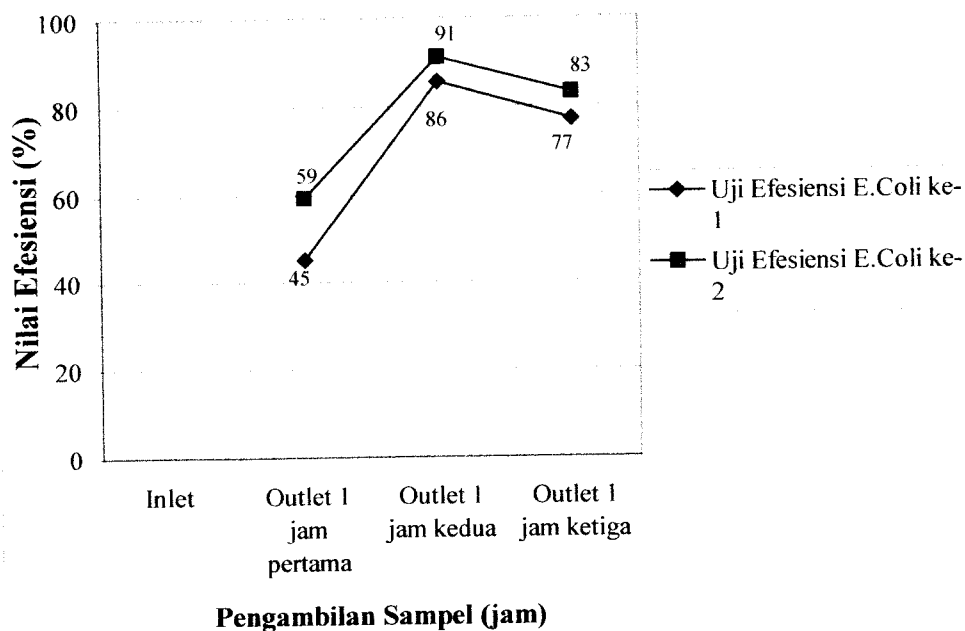
Gambar 4.8 Nilai Efisiensi *E.Coli* variasi ketinggian media 40:15:15 cm

Efisiensi Fecal Coli variasi ketinggian media 40:15:15 cm



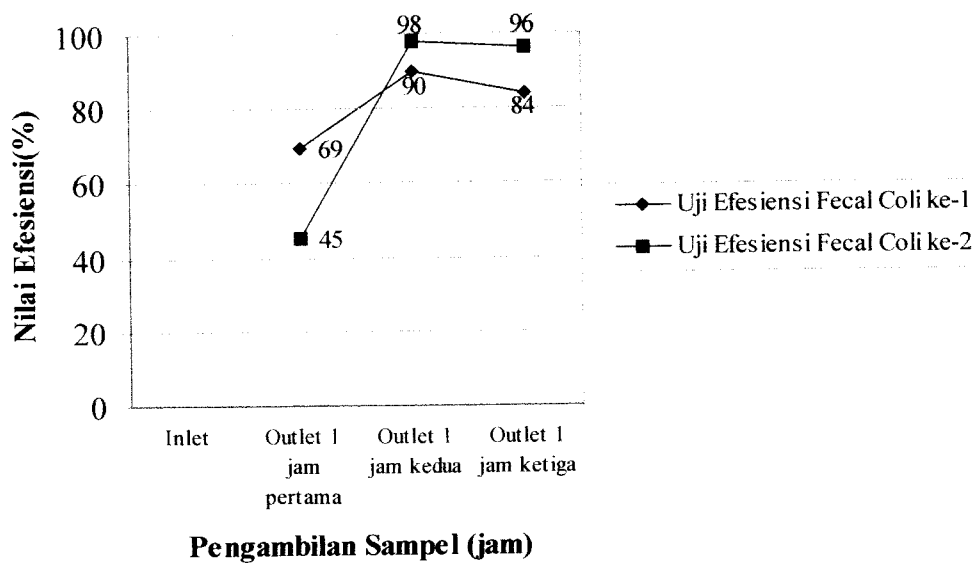
Gambar 4.9 Nilai Efisiensi *Fecal Coli* variasi ketinggian media 40:15:15 cm

Efisiensi E.Coli variasi ketinggian media 50:10:10 cm



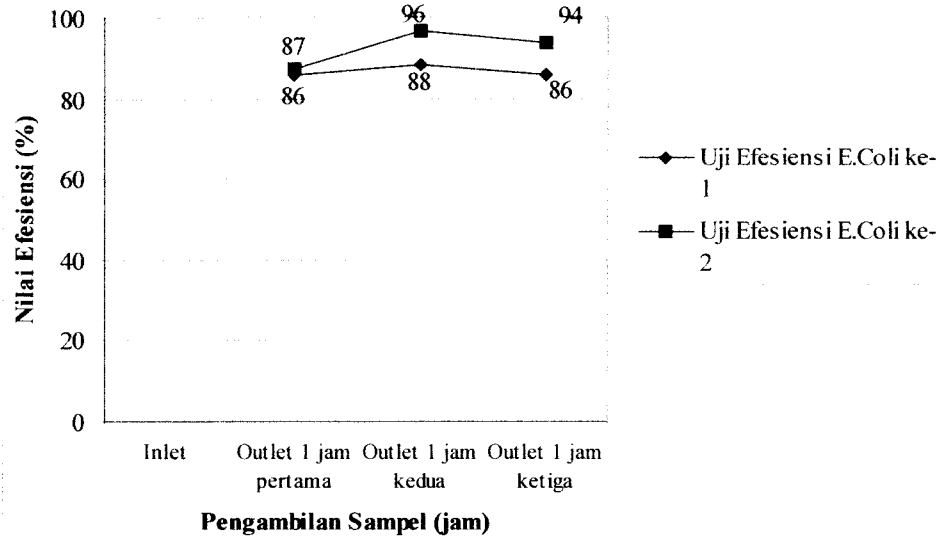
Gambar 4.10 Nilai efisiensi E.Coli Ketinggian Media 50:10:10 cm

Efisiensi Fecal Coli variasi ketinggian media 50:10:10 cm



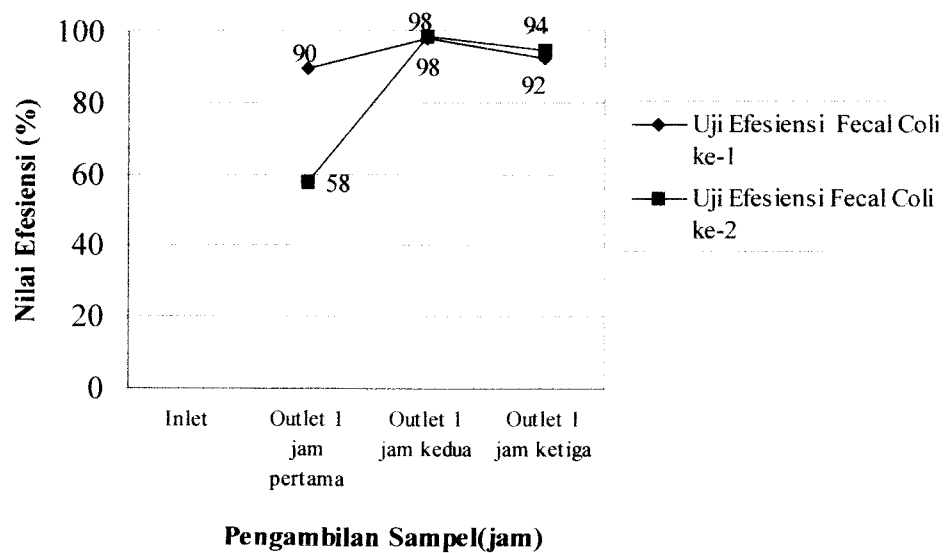
Gambar 4.11 Nilai efisiensi Fecal Coli Ketinggian Media 50:10:10 cm

Efisiensi E.Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm



Gambar 4.12 Nilai efisiensi *E.Coli* variasi ketinggian media 60:5:5 cm

Efisiensi Fecal Coli variasi ketinggian media 60:5:5 cm



Gambar 4.13 Nilai efisiensi *Fecal Coli* variasi ketinggian media 60:5:5 cm

Berdasarkan hasil uji laboratorium, pada ketinggian media 40:15:15 cm menunjukkan bahwa *biosand filter* mampu menurunkan kandungan bakteri *E.Coli* dan *Fecal Coli* sebesar 97 % - 98 % (lampiran 5). Hal ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa *biosand filter* mampu menurunkan bakteri *Eschericia Coli* dan *fecal Coli* sebesar 95 – 100 % (Basu & Cleary, 2004). Selanjutnya ketinggian media 50:10:10 cm didapat hasil bahwa reaktor *biosand filter* mampu menurunkan kandungan bakteri *E.coli* sebesar 45 % - 91 % dan *fecal coli* sebesar 45 % - 98% (lampiran 5). Sedangkan ketinggian media 60:5:5 cm diperoleh hasil bahwa *biosand filter* mampu menurunkan kandungan *Eschericia Coli* sebesar 86 % - 96 % dan *Fecal Coli* sebesar 58 % - 98 % (lampiran 5).

Mekanisme penurunan *E.coli* dan *fecal Coli* pada *biosand filter* mengalami proses *predasi / predator*, yang mana mikroorganisme mengkonsumsi bakteri dan patogen-patogen lain di air yang pastinya jumlah bakteri tersebut lebih banyak dibandingkan dari *E.coli* dan *fecal coli*. Sehingga, *E.Coli* dan *fecal coli* akan lenyap atau terserang oleh mikroorganisme *predasi/ predator* tersebut sehingga keberadaan *E.coli* dan *fecal coli* berkurang. Adapun bakteri yang bersifat predator adalah *protozoa*, *amouba*, dan *invertebrata*. Sifat dari mikroorganisme *predasi* diantaranya *protozoa*, *amouba*, *invertebrata*, *alga*, bakteri patogen dan non patogen hidup di tempat yang basah dan banyak mengandung zat organik seperti air.

Pembiakan bakteri terjadi setiap 15 – 30 menit menyebabkan *biofilm* yang ada dipermukaan media lebih besar menurunkan kandungan bakteri *Eschericia Coli* dan *Coli tinja*.

Selain mengalami proses *predasi / predator* keberadaan *E.coli* dan *Fecal Coli* berkurang karena kematian secara alami atau *Inaktivasi*. Karena adanya kompetisi dalam memperebutkan makanan, maka mikroorganisme yang jumlahnya lebih sedikit akan kalah dalam kompetisi, sehingga akan mati. *E.coli* dan *fecal coli* adalah bagian dari penyusun *biofilm*, maka akan kalah dengan mikroorganisme lain yang ada di *biofilm* tersebut.

Penumbukan partikel – partikel padatan pada permukaan *biosand filter* dapat menyebabkan penyumbatan sehingga *biosand filter* tidak dapat bekerja secara optimal. Akhirnya *biosand filter* dianggap telah menunjukkan titik jenuh. Hal ini dapat dilihat dengan penurunan jumlah bakteri *Eschericia Coli* dan *fecal Coli* pada satu jam pertama sampai dengan satu jam kedua, sedangkan pada satu jam ketiga jumlah bakteri *Eschericia Coli* dan *fecal Coli* lebih besar dari satu jam kedua seperti terlihat pada Gambar 4.10, Gambar 4.11, Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.

Kondisi ini menandakan meningkatnya kompetisi dan penumpukan zat-zat organik yang ada dipermukaan *biosand filter* tempat *biofilm* berada. Dengan bertambahnya waktu pengoperasian maka akan semakin bertambah juga tinggi muka air yang berada di atas permukaan media pasir. Sehingga pada *biosand filter* terjadi *clogging* (penyumbatan).. Menurut Brault & Monod (1991) penyumbatan pada celah-celah media pasir mengakibatkan terjadinya kenaikan kehilangan

tekanan. Penyumbatan ini dapat menimbulkan terjadinya kondisi *anaerobic* pada lingkungan permukaan pasir, sehingga dapat menyebabkan bakteri - bakteri yang terdapat dalam *biofilm* reaktor *biosand filter* akan mati.

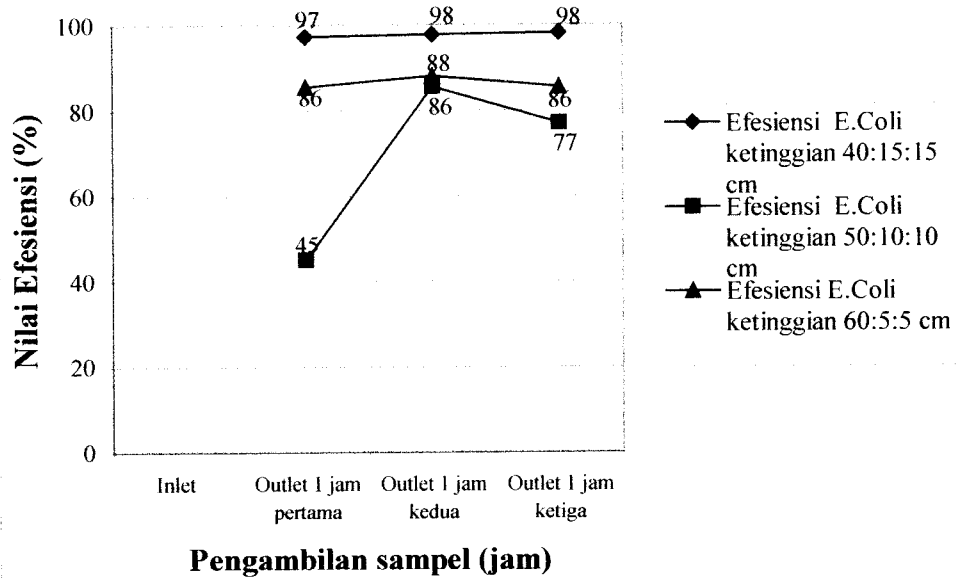
Apabila ruang antara butir penuh maka media penyaring akan jenuh dan tidak mampu meloloskan air baku lagi. Sehingga media penyaring tersebut perlu dilakukan pencucian. Selain pencucian kembali media penyaring pada *biosand filter*, salah satu alternatif untuk mengatasi terjadinya *clogging* pada *biosand filter* perlu dilakukan pengadukan secara perlahan-lahan pada permukaan media dimana lapisan *biofilm* berada. Selanjutnya air yang berada diatas media pasir dengan ketinggian 5 cm, diambil sekitar 2 cm. Hal ini diharapkan penyumbatan tidak terjadi lagi pada permukaan pasir.

4.4 Perbandingan antar variasi ketinggian berdasarkan data uji laboratorium

Berdasarkan hasil nilai efisiensi untuk seluruh percobaan ketinggian diatas dapat di tarik kesimpulan bahwa pada penelitian ini variasi ketebalan media tersebut mampu menurunkan kandungan bakteri *E. Coli* dan *fecal Coli*.

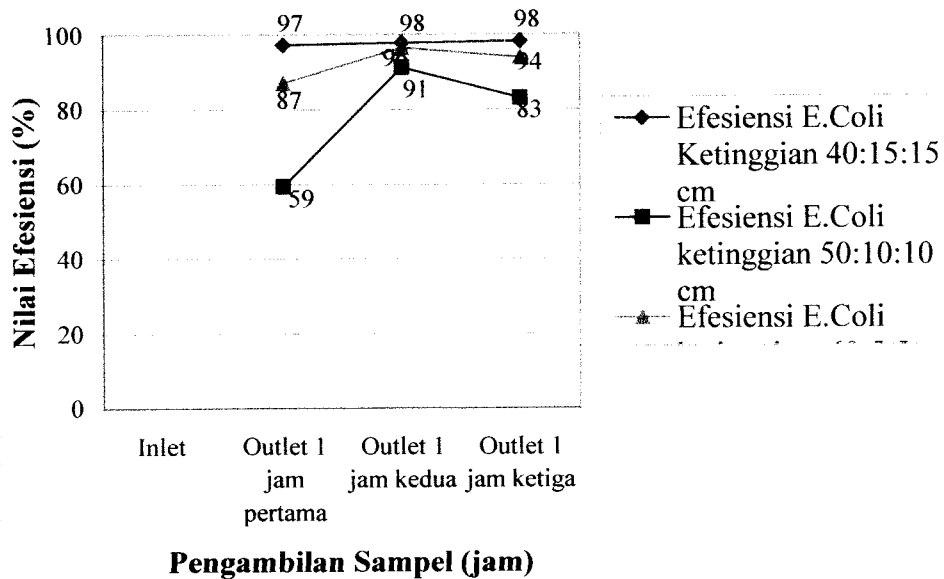
Setelah mengetahui nilai efisiensi dari masing – masing ketinggian, maka untuk lebih jelas perbandingan antar ketinggian yang satu dengan yang lainnya dapat dilihat pada Gambar 4.14 sampai dengan Gambar 4.17 di bawah ini:

Perbandingan Variasi Ketinggian media untuk E.Coli I

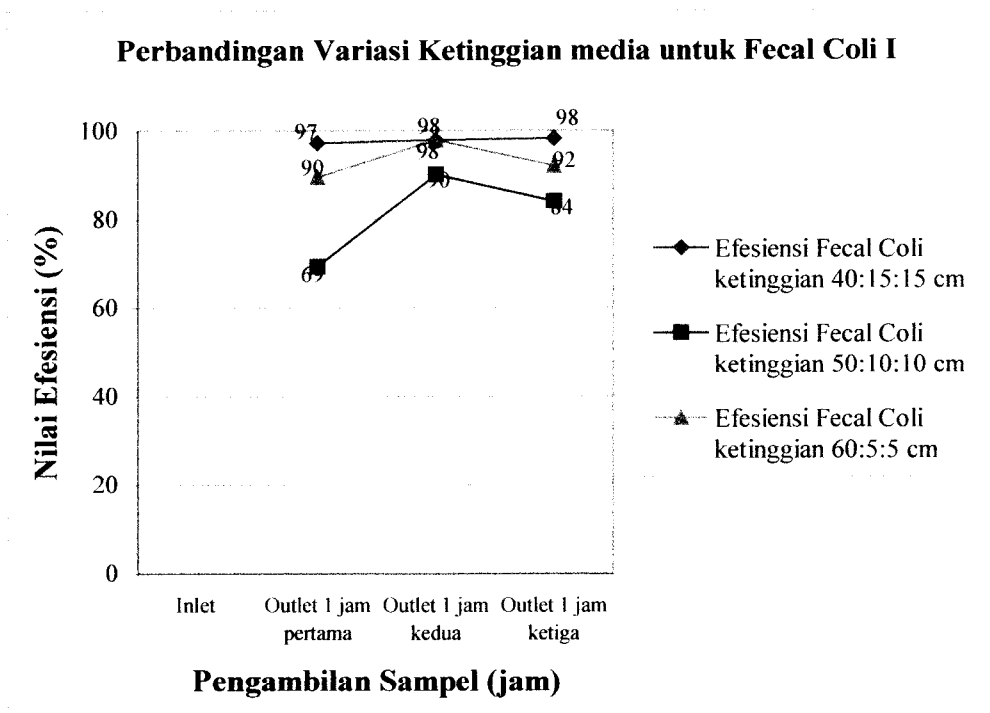


Gambar 4.14 Grafik Perbandingan variasi ketinggian *E.Coli* ke- I

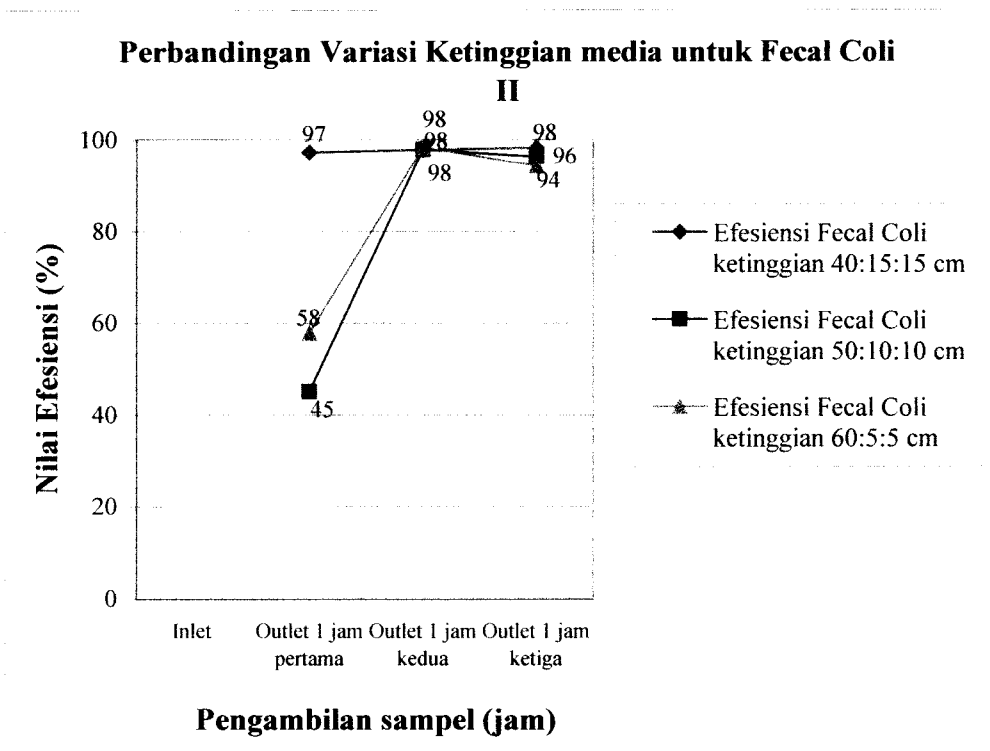
Perbandingan Variasi Ketinggian media untuk E.Coli II



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan variasi ketinggian *E.Coli* ke-II



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan variasi ketinggian *Fecal Coli* Ke-I



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan variasi ketinggian *Fecal Coli* ke-II

Baerdasarkan Gambar 4.14 sampai dengan Gambar 4.17 dapat dilihat perbandingan variasi ketinggian antara ketinggian 40:15:15 cm , 50:10:10 cm, dan 60:5:5 cm. Dari variasi tersebut tidak mengalami perbedaan nilai efisiensi secara jauh. Hal ini dikarenakan luas permukaan *biofilm* pada *biosand filter* berukuran sama (30 x 30 cm). Sehingga untuk ketiga ketinggian ini cukup efektif dalam menurunkan kandungan bakteri *e.coli* dan *fecal coli* pada *biosand filter*. Namun akan lebih efektif apabila variasi bukan pada ketinggian, melainkan pada luas permukaan. Hal ini dikarenakan pertumbuhan *biofilm* yang berperan besar dalam menurunkan kandungan bakteri *E.Coli* dan *fecal Coli* pada *biosand filter*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Melihat hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan yang didasarkan pada tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa laboratorium didapat bahwa *biosand filter* mampu menurunkan kandungan bakteri *Eschericia Coli* dan *Coli tinja* dengan efisiensi sebesar 45 – 98 %.
2. Hasil analisa ketiga variasi ketinggian yaitu 40:15:15 cm, 50:10:10 cm, 60:5:5 cm tersebut tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena yang berperan dalam menurunkan kandungan bakteri *Eschericia Coli* dan *Coli tinja* adalah lapisan *biofilm* yang berada dipermukaan *biosand filter*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan guna kesempurnaan penelitian tentang *Biosand filter* ini antara lain :

1. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya melakukan percobaan variasi dengan diameter butiran yang berbeda atau variasi luas permukaan. Karena untuk *biosand filter* mampu menurunkan bakteri pada bagian permukaan media, yang mana tempat *biofilm* tumbuh.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai *biosand filter* dengan variasi jenis media filter, pada refleksi yang sama dan pada saat kondisi lingkungan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G., dan S.S Santika., 1984, *Metode Penelitian Air, Usaha Nasional*, Surabaya, Indonesia
- American Public Health Association, Inc, 1980, *Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater*, New York . N.Y
- Anonim, 1993, *Dasar-Dasar Pemeriksaan Mikrobiologi*, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Bush,Gurnsey, dan L.Mulius, 2003, *Biosand Filtration Research and Development for Use in Kazakhstan—Phase I*. University of Waterloo, Waterloo, ON.
- Bush,Gurnsey, dan L.Mulius, 2004 , *The Effect of Sanity and Temperatur Variantion on Biosand Filtration Performance*, University of Waterloo, Waterloo, ON
- Djasio Sanropi, Sumini dkk, 1984, *Penyediaan Air Bersih*, Akademik Penilik Kesehatan Teknik Sanitasi (APK-TS), Departemen Kesehatan R.I
- Jamilah, It., 2003, *Biofilm,Sebagai Mikrolingkungan Bakteri Yang Unik : Seberapa Jauh Kita Mengenalnya ?*, Makalah Falsafah Sains, IPB, http://rudycet.tripod.com/sem1_023/it_jamilah.htm 26/08/05
- Kethleen Tung, March 2003, *Biosand Filtration Application In The Developing World*, University of Water Loo
- Lay, B.W., 1994, *Analisis Mikroba di Laboratorium*, Raja Gravindo Persada, Jakarta
- Maryland Sea Grent, 2004, “ *Biofilm and Biodiversity* “ College Park. <http://www.mgsd.umd.edu> 5 Januari 2006
- Miller, B., Murcott, S. & Prester, T. (2002).” *Appropriate Water - purification Technology for Nicaragua*, http://thinkcycle.media.mit.edu/thinkcycle/main/household_water_treatment_systems/thinkspace_bio_sand_filters_in_nicaragua/final_review_v2.ppt
Retrieved January 26, 2003
- Ngai. T dan Sophie, 2003. *The Arsenic Biosand filter (ABF) Desain of An Appropriate Household Drinking Water Filter For Rural Nepal*, Nepal
- Onita Basu dan Shawn Cleary, 2004. *Biosand Filter / Slow Sand Filter NSERC Chair In Water Treatmen*, Univercity Of Waterloo, Ontasio, Canada

Slamet. J. S, 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

Suriawiria. U, 1993, *Mikrobiologi Air Dan Dasar – Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*, Alumni, Bandung

Tarek Hegazi, Dr. P.Eng, Juli 2004, *Evaluation Of Varying Fine Sand Media In Biosand Filters*, University of Water Loo

Tjokrokusumo, K.R.T, 1995, *Konsep Teknologi Bersih*, STTL, Jogjakarta.

LAMPIRAN 1

PERATURAN PEMERINTAH RI NO.82 TAHUN 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 3	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	1000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
KIMIA ORGANIK						
PH		6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sebagai P	mg/L	0.2	0.2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg/L	0.5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan ammonia bebas untuk ikan yang peka $\leq 0.0.2$ mg/L sebagai NH ₃

Arsen	mg/L	0.05	1	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	
Kadmium	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Khrom (VI)	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	1	
Tembaga	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Cu \leq 1$ mg/L
Besi	mg/L	0.3	(-)	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Fe \leq 5$ mg/L
Timbal	mg/L	0.03	0.03	0.03	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	0.002	0.005	
Seng	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, $Zn \leq 0.5$ mg/L
Klorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	(-)	
Flourida	mg/L	0.5	1.5	1.5	1.5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0.06	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	0.03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan

Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S ≤ 0.1 mg/L
MIKROBIOLOGI							
Fecal Coliform	Jml/100mL	100	1000	2000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal Coliform ≤ 2000 jml/100mL
Total Coliform	Jml/100mL	1000	5000	10000	10000	10000	dan Total Coliform ≤ 10000 jml/100mL
RADIOAKTIVITAS							
Gross - A	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Gross - B	Bq/L	1	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK							
Minyak & Lemak	ug/L	1000	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol sebagai Fenol	ug/L	1	1	1	1	1	
BHC	ug/L	210	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2	2	2	2	2	

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

LAMPIRAN 2 TEKNIK SAMPLING DAN ANALISA BAKTERI E. COLI DENGAN METODE MPN

1. SAMPLING

Pengambilan sampel air untuk analisa bakteriologi (bakteri *E.coli* dan *coliform*) dilakukan dengan cara sebagai berikut (Santika, 1984) :

- a. Siapkan botol sampel dengan warna gelap dan sudah disterilkan.
- b. Bakar ujung kran dengan api (kran besi) dengan menggunakan pembakar busen/lilin selama $\frac{1}{2}$ sampai 5 menit sampai steril.
- c. Biarkan air kelur dengan debit tinggi selama \pm 5 menit.
- d. Kecilkan debit kran selama \pm 5 menit.
- e. Siapkan botol dan tutupnya yang telah steril, lalu isi botol tersebut dengan sampel air kran sampai $\frac{3}{4}$ bagian volume bersih lalu ditutup dengan penutup botol.
- f. Bawa segera ke laboratorium untuk analisa bakteriologi (bakteri *E.coli* dan *coliform*).
- g. Diberi label yang tertulis :
 1. Asal sampel.
 2. Nomor sampel.
- h. Untuk pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali pengulangan, baik untuk air baku dan air treatment.

2. TES BAKTERI E.COLI DENGAN METODE TABUNG PERMENTASI (MPN)

1. Pemeriksaan bakteri golongan coliform (test perkiraan/presumptive test)

Alat dan bahan

- Tabung reaksi berisi tabung durham dan 5 ml media Lactosa steril ganda.
- Tabung reaksi berisi tabung durham dan 10 ml media Lactosa steril tunggal.
- Pipet steril 10 ml.
- Pipet steril 0,1 ml.
- Pembakar Bunsen.
- Inkubator 37°
- Sample air baku sebelum treatment
- Sampel air setelah treatment

Cara kerja :

- 3 tabung reaksi berisi tabung durham + 5 ml media laktosa ganda diinokulsi secara steril dengan 10 ml sample air.
- Kedalam tabung reaksi yang mengandung tabung durham + 10 ml media laktosa tunggal dengan menggunakan pipet steril di inokulasikan dengan 1 ml sample air.
- Kedalam tabung reaksi yang mengandung tabung durham + 10 ml media laktosa tunggal dengan menggunakan pipet steril di inokulasikan dengan 0,1 ml sample air.

- Inkubasikan semua tabung reaksi ini pada suhu 37°C.
- Setelah 24 jam tabung ini diperiksa untuk melihat apakah terjadi pembentukan gas serta asam. Jika tidak ada gas dan asam tabung ini diinkubasi kembali selama 24 jam lagi, kemudian diperiksa kembali. Catatan hasil dari analisa terlampir

2. *Pemeriksaan bakteri golongan coliform (test penetapan/confirmed test)*

Alat dan bahan

- Tabung fermentasi yang memperlihatkan hasil positif dan ragu-ragu dari test pendugaan.
- Tabung *Briliant Green Lactosa Broth* (BGLB) steril.
- Jarum penanam/oase.
- Inkubator 37° C.
- Pembakar.

Cara kerja :

- Dari masing-masing tabung yang memperlihatkan hasil positif pindahkan sedikit suspensi bakteri dengan jarum oase pada tabung reaksi berisi *Briliant Green Lactosa Broth* (BGLB) steril.
- Simpan tabung selama 24 jam pada suhu 42°C.
- Setelah 24 jam periksa masing-masing tabung untuk mengamati apakah terjadi pertumbuhan bakteri golongan Coliform atau tidak.
- Tetapkan JPT total coliform dalam 100 ml sample air berdasarkan table JPT.

3. *Test penetapan untuk untuk menentukan fecal coliform*

Alat dan bahan

- Tabung fermentasi yang memperlihatkan hasil positif dan ragu-ragu dari test pendugaan.
- Tabung reaksi yang berisi pada tabung durham + 6 ml media *Briliant Green Lactosa Broth* (BGLB) yang telah disterilkan.
- Jarum penanam.
- Pembakar Bunsen.
- Waterbath/oven bersuhu 44,50 + 0,5°C

Cara kerja

- Dari tabung reaksi fermentasi yang positif dengan pertolongan jarum penanam inokulasikan 2-3 tetes suspensi bakteri ke dalam tabung yang mengandung *Briliant Green Lactosa Broth* (BGLB) + tabung durham.
- Inkubasikan tabung yang mengandung *Briliant Green Lactosa Broth* (BGLB) dan suspensi bakteri dalam waterbath. 44,5 + 0,5°C selama 2 x 24 jam. Penyimpanan tabung tersebut kedalam waterbath/oven harus secepat mungkin dan tidak boleh melebihi waktu setengah jam setelah penanaman suspensi bakteri.
- Amati hasilnya dan catat jumlah tabung yang memperlihatkan pembentukan bakteri.
- Tetapkan JPT dari Fecal Coliform dalam air berdasarkan table JPT (APHA edisi 13, 1971).

LAMPIRAN 3 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	15	2	2	3	42
0	3	0	9	2	3	0	29
0	3	1	12.1	2	3	1	36
0	3	2	15.2	2	3	2	44
0	3	3	18	2	3	3	51
1	0	0	3	3	0	0	18
1	0	1	6	3	0	1	24
1	0	2	9	3	0	2	30
1	0	3	12	3	0	3	36
1	1	0	6	3	1	0	27
1	1	1	9	3	1	1	33
1	1	2	12	3	1	2	39
1	1	3	15	3	1	3	45
1	2	0	9	3	2	0	36
1	2	1	12	3	2	1	42
1	2	2	15	3	2	2	48
1	2	3	18	3	2	3	54
1	3	0	12	3	3	0	45
1	3	1	15	3	3	1	51
1	3	2	18	3	3	2	57
1	3	3	21	3	3	3	63
2	0	0	6	4	0	0	24
2	0	1	9	4	0	1	30
2	0	2	12	4	0	2	36
2	0	3	15	4	0	3	42
2	1	0	9	4	1	0	36
2	1	1	12	4	1	1	42
2	1	2	15	4	1	2	48
2	1	3	18	4	1	3	54
2	2	0	12	4	2	0	48
2	2	1	15	4	2	1	54
2	2	2	18	4	2	2	60
2	2	3	21	4	2	3	66
2	3	0	15	4	3	0	60
2	3	1	18	4	3	1	66
2	3	2	21	4	3	2	72
2	3	3	24	4	3	3	78
3	0	0	9	5	0	0	36
3	0	1	12	5	0	1	42
3	0	2	15	5	0	2	48
3	0	3	18	5	0	3	54
3	1	0	12	5	1	0	48
3	1	1	15	5	1	1	54
3	1	2	18	5	1	2	60
3	1	3	21	5	1	3	66
3	2	0	15	5	2	0	60
3	2	1	18	5	2	1	66
3	2	2	21	5	2	2	72
3	2	3	24	5	2	3	78
3	3	0	18	5	3	0	72
3	3	1	21	5	3	1	78
3	3	2	24	5	3	2	84
3	3	3	27	5	3	3	90

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

LAMPIRAN 4 HASIL ANALISIS E.COLI

Ketinggian (cm)	No	Pengambilan Sampel (jam)	E.Coli ke-1	E.Coli ke-2
40:15:15	1	Air Baku (Inlet)	19000	19000
	2	1 jam pertama	530	530
	3	1 jam kedua	420	420
	4	1 jam ketiga	350	350
50:10:10	1	Air Baku (Inlet)	20000	27000
	2	1 jam pertama	11000	11000
	3	1 jam kedua	2900	2400
	4	1 jam ketiga	4600	4600
60:5:5	1	Air Baku (Inlet)	20000	34000
	2	1 jam pertama	2900	4400
	3	1 jam kedua	2400	1200
	4	1 jam ketiga	2900	2100

Sumber : Data Primer 2005

Keterangan:

Variasi ketinggian :

1. 40 cm pasir halus : 15 cm pasir kasar : 15 cm kerikil
2. 50 cm pasir halus : 10 cm pasir kasar : 10 cm kerikil
3. 60 cm pasir halus : 5 cm pasir kasar : 5 cm kerikil

Diameter :

1. Pasir halus diameter 0,25 mm
2. Pasir kasar diameter 0,83 mm
3. Kerikil diameter 6,3 mm

LAMPIRAN 4 HASIL ANALISIS *FECAL COLI*

Ketinggian (cm)	No	Pengambilan Sampel (jam)	Fecal Coli ke-1	Fecal Coli Ke-2
40:15:15	1	Air Baku (Inlet)	19000	19000
	2	1 jam pertama	530	530
	3	1 jam kedua	420	420
	4	1 jam ketiga	350	350
50:10:10	1	Air Baku (Inlet)	15000	20000
	2	1 jam pertama	4600	11000
	3	1 jam kedua	1500	430
	4	1 jam ketiga	2400	750
60:5:5	1	Air Baku (Inlet)	20000	26000
	2	1 jam pertama	2100	11000
	3	1 jam kedua	430	440
	4	1 jam ketiga	1600	1500

Sumber : Data Primer 2005

Keterangan:

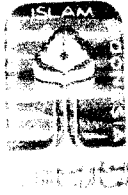
Variasi ketinggian :

1. 40 cm pasir halus : 15 cm pasir kasar : 15 cm kerikil
2. 50 cm pasir halus : 10 cm pasir kasar : 10 cm kerikil
3. 60 cm pasir halus : 5 cm pasir kasar : 5 cm kerikil

Diameter :

1. Pasir halus diameter 0,25 mm
2. Pasir kasar diameter 0,83 mm
3. Kerikil diameter 6,3 mm

LAMPIRAN 4 : HASIL ANALISA LABORATORIUM VARIASI KETINGGIAN MEDIA 40:15:15 CM



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Nomor agenda : 01 10 05/IL FTSP UII
Perihal : Tugas Akhir
Judul : Studi Efektifitas *Biosand Filter* dalam menurunkan jumlah bakteri *Coliform* dan *Fecal Coli* pada air tanah.
Parameter : *Coliform* Dan *Fecal Coli*
Alamat : Jl. Jambon III RT.1/RW.1 Kricak Jogjakarta
Ketinggian media : 40:15:15 cm
Tanggal sampling : 20-09-2005
Uji sampling : 20-09-2005
Analisis : Yulia Rusmadhani

No	No. Kode Sampel	Test penegasan Coli Form 37 °C			Test penegasan Coli Tinja 44 °C			Hasil Test MPN / 100 ml		MPN Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001	
		10 ml	1 ml	0,1 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml	Goi. Coli	Coli Tinja	Coli Form	Coli Tinja
1	Air Baku (inlet) ke-1	1	1	3	1	2	2	19.000	20.000	1000	100
2	Air Baku (inlet) ke-2	1	1	3	1	2	2	19.000	20.000	1000	100
3	1 jam pertama ke-1	2	3	3	2	3	3	530	530	1000	100
4	1 jam pertama ke-2	1	3	3	2	3	3	530	530	1000	100
5	1 jam kedua ke-1	2	2	3	2	3	3	420	420	1000	100
6	1 jam kedua ke-2	2	2	3	2	2	3	420	420	1000	100
7	1 jam ketiga ke-1	2	2	2	2	2	2	350	350	1000	100
8	1 jam ketiga ke-2	1	2	2	2	2	2	350	350	1000	100

Mengetahui
Ka. Lab

Hudon, S.

Jogjakarta, 5 Desember 2005
Analisis

Yulia Rusmadhani

Catatan : hasil analisa untuk sampel yang dianalisa

LAMPIRAN 4 :HASIL ANALISA LABORATORIUM VARIASI KETINGGIAN MEDIA 50:10:10 CM



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS SLEM NONGKOWIT

Nomor agenda : 01.10.05/TL.FTSP.UH
 Perihal : Tugas Akhir
 Judul : Studi Efektifitas *Biosand Filter* dalam menurunkan jumlah bakteri *Coliform* dan *Fecal Coli* pada air tanah.
 Parameter : *Coliform* Dan *Fecal Coli*
 Alamat : Jl. Jambon III RT.1/RW.1 Kricak Yogyakarta
 Ketinggian media : 50:10:10 cm
 Tanggal sampling : 04-10-2005
 Up sampling : 04-10-2005
 Analis : Yulia Rusmadhani

No	No. Kode Sampel	Test penegasan Coli Form 37 °C			Test penegasan Coli Tinja 44 °C			Hasil Test MPN / 100 ml		MPN Peraturan Pemerintah No.62 Tahun 2001	
		10 ml	1 ml	0.1 ml	10 ml	1 ml	0.1 ml	Gel. Coli	Coli Tinja	Coli Form	Coli Tinja
1	Air baku (mat. ke-1)	0	0	0	0	0	0	20.000	15.000	1000	0
2	Air baku (bag. ke-1)	0	0	0	0	0	0	27.100	20.000	1000	0
3	Jam pertama ke-1	0	0	0	0	0	0	11.000	4500	1000	100
4	Jam pertama ke-2	0	0	0	0	0	0	11.000	10.000	1000	100
5	Jam kedua ke-1	0	0	0	0	0	0	2900	1500	1000	100
6	Jam kedua ke-2	0	0	0	0	0	0	2000	400	1000	100
7	Jam ketiga ke-1	0	0	0	0	0	0	4500	2400	1000	100
8	Jam ketiga ke-2	0	0	0	0	0	0	4000	100	1000	100

Diketahui

KR. S. AN

Dudun, S.S

Jogyakarta, 5 Desember 2005

Analisis

Yulia Rusmadhani

(Catatan : hasil analisa untuk sampel yang dianalisa)

**LAMPIRAN 4 :HASIL ANALISA LABORATORIUM VARIASI KETINGGIAN
MEDIA 60:5:5 CM**



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Nomor agenda : 01 10 05/TL FTSP UII
 Perihal : Tugas Akhir
 Judul : Studi Efektifitas *Biosand Filter* dalam menurunkan jumlah bakteri *Coliform* dan *Fecal Coli* pada air tanah.
 Parameter : *Coliform* Dan *Fecal Coli*
 Alamat : Jl.Jambon III RT.I/RW.I Kricak Yogyakarta
 Ketinggian Media : 60:5:5 cm
 Tanggal sampling : 17-10-2005
 Uji sampling : 17-10-2005
 Analis : Yulia Rusmadhani

No	No. Kode Sampel	Test penegasan Coli Form 37 °C			Test penegasan Coli Tinja 44 °C			Hasil Test MPN / 100 ml		MPN Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001	
		10 ml	1 ml	0,1 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml	Gol. Coli	Coli Tinja	Coli Form	Coli Tinja
1	Air Baku (Intet) ke-1	2	0	2	2	1	1	20.000	20.000	1000	100
2	Air Baku (Intet) Bke-2	2	1	3	2	0	3	32.000	26.000	1000	100
3	1 jam pertama ke-1	3	2	3	3	2	2	2900	2100	1000	100
4	1 jam pertama ke-2	2	3	2	3	3	2	440	11.000	1000	100
5	1 jam kedua ke-1	3	3	0	3	1	0	2400	430	1000	100
6	1 jam kedua ke-2	3	1	2	2	3	2	1200	440	1000	100
7	1 jam ketiga ke-1	3	2	3	3	1	3	2900	1600	1000	100
8	1 jam ketiga ke-2	3	2	2	3	2	1	2100	1500	1000	100

Mengetahui
Ka. Lab

Hudori, S1

Jogyakarta, 5 Desember 2005

Analis

Yulia Rusmadhani

Catatan : hasil analisa untuk sampel yang dianalisa

LAMPIRAN 5 :PERHITUNGAN EFISIENSI E. COLI DAN FECAL COLI

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

A. Efisiensi E.Coli Dan Fecal Coli untuk ketinggian media 40:15:15 cm

1. Inlet E. Coli

$$E = \frac{19000 - 19000}{19000} \times 100\% \\ = 0$$

2. Outlet 1 jam pertama E.Coli

$$E = \frac{19000 - 530}{19000} \times 100\% \\ = 97 \%$$

3. Outlet 1 jam kedua E.Coli

$$E = \frac{19000 - 420}{19000} \times 100\% \\ = 98 \%$$

4. Outlet 1 jam keempat E.Coli

$$E = \frac{19000 - 350}{19000} \times 100\% \\ = 98 \%$$

1. Inlet Fecal Coli

$$E = \frac{19000 - 19000}{19000} \times 100\% \\ = 0$$

2. Outlet 1 jam pertama Fecal Coli

$$E = \frac{19000 - 530}{19000} \times 100\% \\ = 97 \%$$

3. Outlet 1 jam kedua Fecal Coli

$$E = \frac{19000 - 420}{19000} \times 100\% \\ = 98 \%$$

4. Outlet 1 jam keempat Fecal Coli

$$E = \frac{19000 - 350}{19000} \times 100\% \\ = 98 \%$$

Tabel 1 Nilai Efisiensi E.Coli dan Fecal Coli ketinggian 40:15:15 cm

Ketinggian (cm)	No	Pengambilan Sampel (jam)	Efisiensi E.Coli Ke-1	Efisiensi E.Coli Ke-2	Efisiensi Fecal Coli ke-1	Efisiensi Fecal Coli ke-2
40:15:15	1	Air Baku (Inlet)	0	0	0	0
	2	1 jam pertama	97%	97%	97%	97%
	3	1 jam kedua	98%	98%	98%	98%
	4	1 jam ketiga	98%	98%	98%	98%

Sumber : Data Primer 2005

B. Efisiensi E.Coli Dan Fecal Coli untuk ketinggian media 50:10:10 cm

1. Inlet E.Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 20000}{20000} \times 100\% \\ = 0$$

2. Outlet 1 jam pertama E.Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 11000}{20000} \times 100\% \\ = 45 \%$$

3. Outlet 1 jam kedua E.Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 2900}{20000} \times 100\% \\ = 86 \%$$

4. Outlet 1 jam ketiga E.Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 4600}{20000} \times 100\% \\ = 77 \%$$

5. Inlet E.Coli ke-2

$$E = \frac{27000 - 27000}{27000} \times 100\% \\ = 0$$

6. Outlet 1 jam pertama E.Coli ke-2

$$E = \frac{27000 - 11000}{27000} \times 100\% \\ = 59 \%$$

7. Outlet 1 jam kedua E.Coli ke-2

$$E = \frac{27000 - 2400}{27000} \times 100\% \\ = 91 \%$$

8. Outlet 1 jam ketiga E.Coli ke-2

$$E = \frac{27000 - 4600}{27000} \times 100\% \\ = 83 \%$$

1. Inlet Fecal Coli ke-1

$$E = \frac{15000 - 15000}{15000} \times 100\% \\ = 0$$

2. Outlet 1 jam pertama Fecal Coli ke-1

$$E = \frac{15000 - 4600}{15000} \times 100\% \\ = 69 \%$$

3. Outlet 1 jam kedua Fecal Coli ke-1

$$E = \frac{15000 - 1500}{15000} \times 100\% \\ = 90 \%$$

4. Outlet 1 jam ketiga Fecal Coli ke-1

$$E = \frac{15000 - 2400}{15000} \times 100\% \\ = 84 \%$$

5. Inlet Fecal Coli ke-2

$$E = \frac{20000 - 20000}{20000} \times 100\% \\ = 0$$

6. Outlet 1 jam pertama Fecal Coli ke-2

$$E = \frac{20000 - 11000}{20000} \times 100\% \\ = 45 \%$$

7. Outlet 1 jam kedua Fecal coli ke-2

$$E = \frac{20000 - 430}{20000} \times 100\% \\ = 98 \%$$

8. Outlet 1 jam ketiga Fecal Coli ke-2

$$E = \frac{20000 - 750}{20000} \times 100\% \\ = 96 \%$$

Tabel 2 Nilai efisiensi E.Coli dan Fecal Coli ketinggian 50:10:10 cm

Ketinggian (cm)	No	Pengambilan Sampel (jam)	Efisiensi E. Coli ke-1	Efisiensi E.Coli ke- 2	Efisiensi Fecal Coli ke-1	Efisiensi Fecal Coli ke-2
50:10:10	1	Air Baku (Inlet)	0	0	0	0
	2	1 jam pertama	45%	59%	69%	45%
	3	1 jam kedua	86%	91%	90%	98%
	4	1 jam ketiga	77%	83%	84%	96%

Sumber : Data Primer 2005

C. Efisiensi E.Coli Dan Fecal Coli untuk ketinggian media 60:5:5 cm

1. Inlet E.Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 20000}{20000} \times 100\% = 0$$

2. Outlet 1 jam pertama E.Coli ke-

$$E = \frac{20000 - 2900}{20000} \times 100\% = 86\%$$

3. Outlet 1 jam kedua E.Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 2400}{20000} \times 100\% = 88\%$$

4. Outlet 1 jam ketiga E.Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 2900}{20000} \times 100\% = 86\%$$

5. Inlet E.Coli ke-2

$$E = \frac{34000 - 34000}{34000} \times 100\% = 0$$

6. Outlet 1 jam pertama E.Coli ke-2

$$E = \frac{34000 - 4400}{34000} \times 100\% = 87\%$$

7. Outlet 1 jam kedua E.Coli ke-2

$$E = \frac{34000 - 1200}{34000} \times 100\% = 96\%$$

8. Outlet 1 jam ketiga E.Coli ke-2

$$E = \frac{34000 - 2100}{34000} \times 100\% = 94\%$$

1. Inlet Fecal Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 20000}{20000} \times 100\% \\ = 0$$

2. Outlet 1 jam pertama Fecal Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 2100}{20000} \times 100\% \\ = 90\%$$

3. Outlet 1 jam kedua Fecal Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 430}{20000} \times 100\% \\ = 98\%$$

4. Outlet 1 jam ketiga Fecal Coli ke-1

$$E = \frac{20000 - 1600}{20000} \times 100\% \\ = 92\%$$

5. Inlet Fecal Coli ke-2

$$E = \frac{26000 - 26000}{26000} \times 100\% \\ = 0$$

6. Outlet 1 jam pertama Fecal Coli ke-2

$$E = \frac{26000 - 11000}{26000} \times 100\% \\ = 58\%$$

7. Outlet 1 jam kedua Fecal coli ke-2

$$E = \frac{26000 - 440}{26000} \times 100\% \\ = 98\%$$

8. Outlet 1 jam ketiga Fecal Coli ke-2

$$E = \frac{26000 - 1550}{26000} \times 100\% \\ = 94\%$$

Tabel 3 Nilai efisiensi E.Coli dan Fecal Coli ketinggian 60:5:5 cm

Ketinggian (cm)	No	Pengambilan Sampel (jam)	Efisiensi		Efisiensi	Efisiensi
			E.Coli Ke-1	E.Coli ke- 2	Fecal Coli ke-1	Fecal Coli ke-2
60:5:5	1	Air Baku (Inlet)	0	0	0	0
	2	1 jam pertama	86%	87%	90%	58%
	3	1 jam kedua	88%	96%	98%	98%
	4	1 jam ketiga	86%	94%	92%	94%

Sumber : Data Primer 2005