

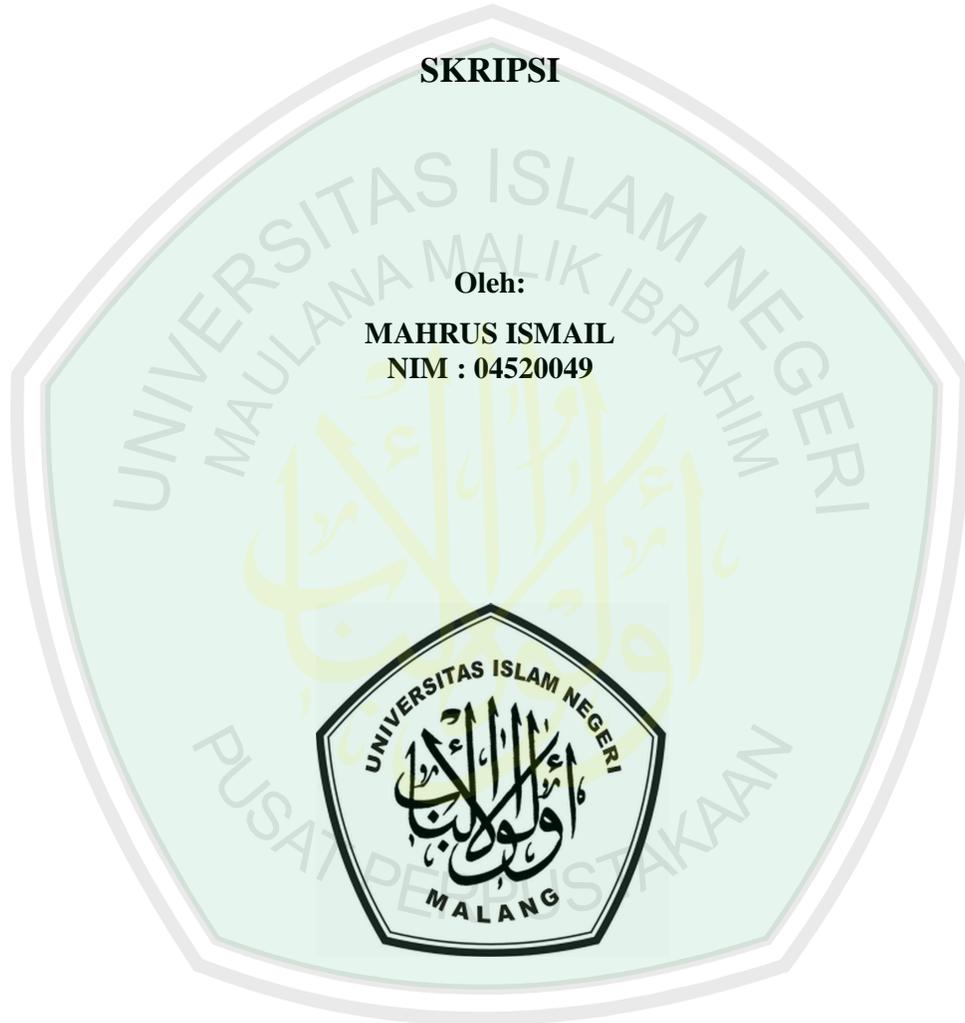
**EFEKTIVITAS PROSES CHLORINASI TERHADAP
PENURUNAN BAKTERI *Escherichia coli* DAN RESIDU CHLOR
PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH
RSU. Dr. SAIFUL ANWAR MALANG**

SKRIPSI

Oleh:

MAHRUS ISMAIL

NIM : 04520049



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
MALANG
2009**

**EFEKTIVITAS PROSES CHLORINASI TERHADAP PENURUNAN
BAKTERI *Escherichia coli* DAN RESIDU CHLOR
PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH
RSU. Dr. SAIFUL ANWAR MALANG**

SKRIPSI

Diajukan Kepada
Universitas Islam Negeri (UIN) Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Sains (S.S.i)

oleh:

**MAHRUS ISMAIL
04520049**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
MALANG
2009**

HALAMAN PERSETUJUAN

**EFEKTIVITAS PROSES CHLORINASI TERHADAP PENURUNAN
BAKTERI *Escherichia coli* DAN RESIDU CHLOR
PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH
RSU. Dr. SAIFUL ANWAR MALANG**

SKRIPSI

Oleh:

**MAHRUS ISMAIL
04520049**

Telah Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ulfah Utami, M.Si.
NIP. 150 291 272

Achmad Nasichuddin, M.A
NIP. 150 302 531

Tanggal, 09 Januari 2009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Dr.drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.S.I
NIP. 150 229 505

HALAMAN PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS PROSES CHLORINASI TERHADAP PENURUNAN
BAKTERI *Escherichia coli* DAN RESIDU CHLOR
PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH
RSU. Dr. SAIFUL ANWAR MALANG**

SKRIPSI

oleh:

MAHRUS ISMAIL

NIM: 04520049

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.S.i)

Tanggal, 15 Januari 2009

Panitia Ujian

Susunan Dewan Penguji:

Tanda Tangan

- | | |
|---|-----|
| 1. Penguji Utama : Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 150 321 633 | () |
| 2. Ketua Penguji : Drs. Eko Budi Minarno, M. Pd
NIP. 150 295 150 | () |
| 3. Sekretaris Penguji: Dr. Ulfah Utami, M.Si
NIP. 150 291 272 | () |
| 4. Anggota Penguji : Achmad Nasichuddin, M.A
NIP. 150 302 531 | () |

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Biologi

Dr.drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.S.I
NIP. 150 229 505

MOTTO

وَلَوْ أَتَبَعَ الْحَقُّ أَهْوَاءَهُمْ لَفَسَدَتِ السَّمَوَاتُ وَالْأَرْضُ وَمَنْ فِيهِنَّ ۚ بَلْ أَتَيْنَهُمْ
بِذِكْرِهِمْ فَهُمْ عَنْ ذِكْرِهِمْ مُعْرِضُونَ ﴿٧١﴾

Artinya: *Andaikata kebenaran itu menuruti hawa nafsu mereka, pasti binasalah langit dan bumi ini, dan semua yang ada di dalamnya. Sebenarnya kami Telah mendatangkan kepada mereka kebanggaan (Al Qur'an) mereka tetapi mereka berpaling dari kebanggaan itu. (Q.S. al-Mu'minun: 71)*

Kebenaran Pada Manusia Tiada Yang Haqiqi, Karena Masih

Dibarengi oleh Hawa Nafsu Tanpa Landasan,

Kebenaran Haqiqi Hanyalah

Milik Allah.....

Kebenaran Haqiqi Yang Diberikan Oleh Allah

Pada Manusia Hanyalah Sebatas

Isyarat dan Bukti Akan Kebesaran-Nya.....

Maka Kebenaran Haqiqi Hanya Akan Diberikan

Pada Orang-orang Yang Beriman dan Tidak Berpaling

Pada al- Qur'an.....

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

*Abah Muhyidin dan Ibu Maryam
tercinta yang telah memberikan curahan kasih sayang lahir batin,
dengan do'a disetiap hela nafasnya serta selalu memberikan motivasi.*

Kakakku

*Mutmainnah, Muslihah, Musbihah & Muyassaroh beserta
keluarganya, dan Adikku Mudzakkir Abdul ghofur
Yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan do'a,*

*Sahabat-sahabatku Di kost Joyo tambak sari & Joyoraharjo Malang
(Eyang, David, Micho, Didik, Umar, Bpk Nanang & Ibu Rina) dan
Mami Nurul Chotimah.*

Thank's atas persaudaraan yang telah kalian berikan selama ini

*Sahabat-sahabatku Rayon PMII Galileo, LP2B, Lancang Kuning,
dan Biologi angkatan 2004 Semuanya,
Semoga Kesuksesan dan Kebahagiaan Selalu Menyertai Kita
dalam Ridlo-Nya.....
Amiin Ya Rabbal 'Alamiin...*

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur dan sembah sujud hanyalah milik Sang Khaliq, Allah SWT, Tuhan sekalian alam yang menguasai alam semesta dengan segala kebesaran-Nya yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Salawat ma'as salam semoga senantiasa tercurah limpahkan diantara doa-doa para hamba-Nya, semoga Allah melimpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW sebagai *rahmatan lil alamin*. Pembawa risalah agung yang penuh dengan keselamatan dan kebahagiaan haqiqi dalam indah rengkuh ad-Din al-Islam.

Suatu kebahagiaan dan kebanggaan tersendiri bagi penulis karena dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini tidak lepas dari bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat serta ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor UIN Malang.
2. Bapak Prof.Drs. Sutiman B. Sumitro, SU., DSc, selaku Dekan Fakultas Saintek UIN Malang.
3. Ibu Dr. drh Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku Ketua Jurusan Biologi UIN Malang.
4. Ibu Dr. Ulfah Utami, M.Si, selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang dengan penuh ketulusan hati memberikan kasih sayang, kerja keras dan keagungan do'a serta pengorbanan materiil maupun spirituil demi keberhasilan penulis.
6. Kakak-kakakku, Mutmainnah, Muslihah, Musbihah dan Muyassaroh beserta para keluarganya, serta adikku Mudzakkir Abdul Ghofur.
7. Seluruh mahasiswa angkatan 2004 Fakultas Saintek Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Malang, dengan segala kenangan dan rintangan telah sudi menemani penulis.
8. Seluruh staf di RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang khususnya di IPL dan IPS yang telah membantu dalam pengumpulan data selama penelitian.
9. Segenap Sahabat-sahabati, PMII, LP2B, FORMAL, BEM-F yang tidak disebutkan nama-namanya disini yang telah banyak membantu penulis dalam mengarungi samudera Ilmu Pengetahuan
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan demi terselesainya skripsi ini.

Tiada gading yang tak retak. Penulis menyadari banyak kekurangan dan kelemahan yang ada, sehingga keberadaan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari segenap budiman dan ilmuwan guna perbaikan penulis selanjutnya.

Akhirnya, semoga Allah SWT memberikan rahmat dan kemanfaatan yang banyak atas penulisan skripsi ini dan menjadikan kita sebagai hamba-Nya yang pandai mensyukuri ni'mat. Amin.

Malang, 15 Januari 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang masalah	1
1.2 Rumusan masalah	6
1.3 Tujuan penelitian	6
1.4 Manfaat penelitian.....	7
1.5 Batasan masalah	7
1.6 Variabel dan definisi operasional variabel	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kualitas Air Bersih.....	10
2.2 Pengolahan air bersih RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.....	14
2.3 Komponen kehidupan dalam air	15
2.4 Bakteri <i>Coliform</i>	19
2.5 Bakteri <i>Escherchia coli</i>	20
2.6 Desinfeksi	22
2.7 Chlorinasi	24
2.8 Pemeriksaan kandungan bakteri pada air	28
2.9 Air dalam kajian perspektif islam	30
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis penelitian	37
3.2 Tempat dan waktu penelitian.....	37
3.3 Alat dan bahan penelitian	37
3.4 Rancangan penelitian	38
3.5 Cara kerja penelitian	40
3.6 Metode analisis data.....	47

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Jumlah bakteri <i>E. coli</i> sebelum dan setelah diberi chlor.....	48
4.2 Keefektifan chlorinasi sebagai bahan desinfektan.....	56
4.3 Pengolahan air bersih dalam perspektif Islam.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN	71



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
2.1	Persyaratan kualitas air bersih Indonesia baik secara fisika, kimia dan biologi	11
2.2	Beberapa penyakit yang berada pada air	18
2.3	Macam medium karakteristik pertumbuhan bakteri enteropatogenik pada medium selektif.....	30
3.1	Cara pembuatan medium LB (<i>Lactose bouillon</i>).....	40
3.2	Cara pembuatan medium BGLB (<i>Brilliant green lactosa broth</i>).....	41
4.1	Data jumlah bakteri <i>E. coli</i> sebelum dan sesudah diberi chlor.....	48
4.2	Perbandingan antara jumlah <i>E.coli</i> dan jumlah sisa chlor	59

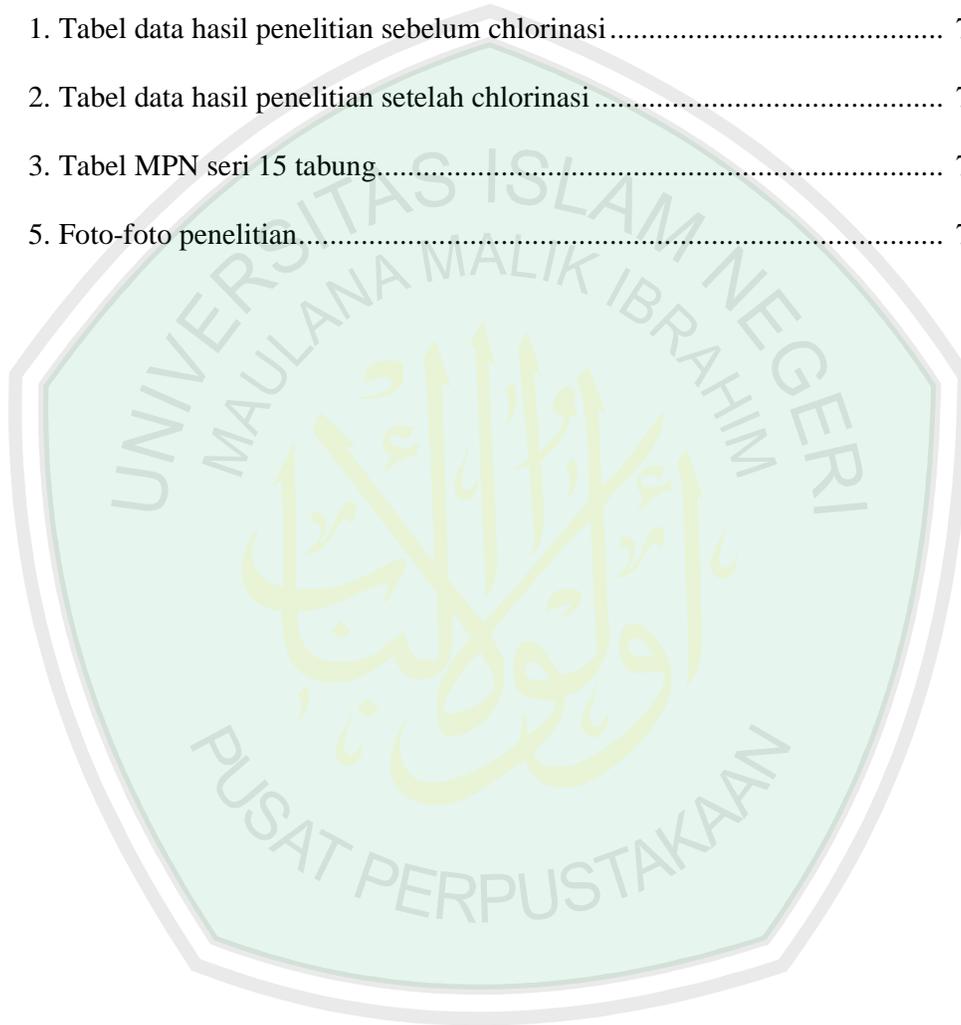
DAFTAR GAMBAR

No	Gambar	Halaman
3.1	Kerangka skematis operasional penelitian	39
3.2	Skema pengenceran uji pendugaan dan penegasan media LB dan BGLB dengan metode 5 seri.....	44
4.1	Grafik hasil pemeriksaan jumlah bakteri <i>E. Coli</i> setelah pemberian clorin.....	49
4.2	Grafik hasil pemeriksaan jumlah sisa clor setelah pemberian clor	56



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Tabel data hasil penelitian sebelum chlorinasi	71
2.	Tabel data hasil penelitian setelah chlorinasi	72
3.	Tabel MPN seri 15 tabung.....	74
5.	Foto-foto penelitian.....	75



ABSTRAK

Ismail, Mahrus. 2009. **Efektivitas Proses Chlorinasi terhadap Penurunan Bakteri *Escherichia coli* dan Residu Chlor pada Instalasi Pengolahan Air Bersih RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang.**

Pembimbing : Dr. Ulfah Utami, M. Si dan Achmad Nasichuddin, M.A

Kata Kunci : *Chlorinasi, Escherichia coli, Air.*

Air merupakan suatu zat yang sangat dibutuhkan, dimana semua makhluk hidup di muka bumi ini membutuhkan air. Bagi manusia air adalah kebutuhan pokok sehingga air dapat disebut juga sebagai zat kehidupan. Air dapat dijadikan sebagai tempat hidup bakteri pathogen yang berbahaya apabila dikonsumsi dan digunakan. Sehingga perlu adanya perlindungan dan perhatian terhadap air bersih agar tidak menjadi ancaman terhadap kesehatan masyarakat. Yaitu dengan melakukan pengolahan dan desinfeksi

Untuk mengetahui seberapa besar dosis chlorine yang dibutuhkan oleh air bersih di tandon RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang, yang berasal dari tiga jenis yaitu; (1) Tandon air bersih PDAM, (2) Tandon air bersih bawah tanah (ABT) (3) Tandon air bersih campuran ABT dan PDAM, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian efektivitas proses chlorinasi terhadap penurunan bakteri *Escherichia coli* dan residu chlor pada instalasi pengolahan air bersih RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimanakah efektivitas pembubuhan chlor pada ketiga sampel dengan dosis 0.006 gr/l; 0.012 gr/l; 0.018 gr/l; 0.024 gr/l; 0.03 gr/l sebagai bahan desinfektan untuk menurunkan bakteri *Escherichia coli* dan residu chlor pada pengolahan instalasi air bersih di tandon RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang.

Sebelum dilakukan chlorinasi kualitas air bersih yang terdapat dalam tandon sumber air bersih RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang, dari hasil penelitian jumlah total bakteri *E. coli* pada (1) Tandon air bersih PDAM adalah 5 koloni/100ml; memenuhi syarat, (2) Tandon air bersih bawah tanah (ABT) adalah 78 koloni/100ml; tidak memenuhi syarat dan (3) Tandon air bersih campuran ABT dan PDAM adalah 60 koloni/100ml, tidak memenuhi syarat seharusnya jumlah koloni bakteri *E. coli* yang diperbolehkan 10.

Pembubuhan dosis chlor yang efektif pada air bersih sebagai bahan desinfektan terhadap penurunan bakteri *E. coli* dan sisa chlor yang sesuai dengan standart Permenkes NO: 416/Menkes/PER/1990 adalah (1) Tandon air bersih PDAM adalah dengan dosis 0,006gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 3 koloni dan sisa chlor 0,24 ppm, (2) Tandon air bersih bawah tanah (ABT) adalah dengan dosis 0,024gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 5 koloni dan sisa chlor 0,40ppm, (3) Tandon air bersih campuran ABT dan PDAM adalah dengan dosis 0,024gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 3 koloni dan sisa chlor 0,29 ppm.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan suatu zat yang sangat dibutuhkan, dimana tidak ada makhluk hidup satupun di muka bumi ini yang tidak membutuhkan air. Bagi manusia air adalah kebutuhan pokok yang tidak bisa lepas dari kehidupan sehingga air dapat disebut juga sebagai zat kehidupan. Menurut Slamet (1994), bahwasannya air di dalam tubuh manusia berkisar 50-70% dari seluruh berat badan, kehilangan air 15% dari berat badan mengakibatkan kematian, karenanya orang dewasa perlu minum minimum 1,5-2 liter sehari.

Susilowati dan Suheryanto (2006), menuliskan bahwa air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup yang mutlak harus ada. Dengan air Allah menghidupkan bumi beserta makhluk yang ada di dalamnya, sebagaimana Allah berfirman dalam Q.S. Al-Ankabuut: 63 sebagaimana kutipan berikut:

وَلَئِنْ سَأَلْتَهُمْ مَنْ نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ مِنْ بَعْدِ مَوْتِهَا
لَيَقُولَنَّ اللَّهُ قُلِ الْحَمْدُ لِلَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْقِلُونَ ﴿٦٣﴾

Artinya: Dan sesungguhnya jika kamu menanyakan kepada mereka: "Siapakah yang menurunkan air dari langit lalu menghidupkan dengan air itu bumi sesudah matinya?" tentu mereka akan menjawab: "Allah", Katakanlah: "Segala puji bagi Allah", tetapi kebanyakan mereka tidak memahaminya(nya).

Kandungan dari kajian ayat tersebut diperkuat oleh Azwar (1979), yang mengemukakan bahwa kebutuhan air merupakan hal yang mutlak bagi kelangsungan hidup manusia baik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari

maupun untuk pengembangan lingkungan hidup. Meningkatnya kuantitas dan kualitas air yang diperlukan dari waktu ke waktu sangat ditentukan oleh perkembangan penduduk serta perkembangan tingkat kesejahteraan manusia. Salah satu tempat umum yang memerlukan air dalam jumlah besar adalah rumah sakit.

Keputusan Dirjen PPM dan PL (Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan) dan Dirjen Yanmed (Direktorat Jenderal Pelayanan Medis) tahun (2002), rumah sakit mempunyai fungsi utama menyelenggarakan upaya kesehatan yang bersifat penyembuhan dan pemulihan penderita. Walaupun demikian bukan berarti hanya unsur pengobatan saja, tetapi kandungan makna dan tugas unsur pencegahan penyakit, dimana fungsi pelayanan kesehatan rumah sakit lebih menyeluruh, baik dari segi kuratif (pengobatan dan perawatan) maupun preventif (penanggulangan dan pencegahan penyakit).

Mengingat fungsi rumah sakit seperti tersebut di atas maka kualitas dan kuantitas air perlu dipertahankan dan diperhatikan setiap saat agar tidak mengakibatkan sumber infeksi baru bagi penderita atau penyakit bagi pengunjung dan petugas rumah sakit.

Tercatat sampai tahun 2007 sebagian besar rumah sakit memakai sumber air dari PDAM yang jumlahnya tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih, untuk itu maka rumah sakit menggunakan air tanah yang umumnya tidak didesinfeksi atau tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga kualitas air tersebut diragukan telah memenuhi syarat kesehatan (Anonymous, 2007).

Undang-undang No. 23 tahun 1992 ayat 4 menyatakan bahwa setiap tempat atau sarana pelayanan umum wajib memelihara dan meningkatkan lingkungan yang sehat sesuai dengan standart dan persyaratan, dalam Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 416/Menkes/Per/IX/1990 dan No. 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum (Menkes R.I., 1990).

Berdasarkan peraturan tersebut perlu adanya perlindungan dan perhatian terhadap air bersih agar tidak menjadi ancaman terhadap kesehatan masyarakat di rumah sakit (pasien, penunggu pasien, pengunjung, karyawan ataupun pengguna jasa rumah sakit lainnya) dirasa sangat diperlukan perlindungan ditujukan pada pengamanan terhadap sumber air, tempat pengolahan, tempat penampungan dan sistem distribusinya di rumah sakit. Salah satu upaya untuk melindungi kualitas air bersih adalah dengan melakukan pengolahan dan desinfeksi dimana selama ini yang dipakai pada umumnya yaitu sistem chlorinasi.

Sistem chlorinasi atau pemberian zat chlor menurut Azrul (1979), adalah hal yang paling sering dilakukan dalam rangka membersihkan atau desinfektan air bersih dari kuman-kuman penyakit. Chlorinasi tersebut dimaksudkan untuk mencucihamakan air dengan menggunakan bahan chlor. Chlorinasi ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas air secara kimia yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi kualitas bakteriologisnya. Dilakukannya chlorinasi pada air bersih agar air tersebut tidak mengandung atau bebas bakteri sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sebesar 10 koloni bakteri setiap 100 ml air bersih.

Chlorinasi merupakan penanganan dan pengolahan air bersih dan air minum di rumah sakit yang menjadi bagian dari upaya penyehatan lingkungan

yang mempunyai tujuan untuk melindungi masyarakat dari bahaya yang ditimbulkan dari air serta mencegah meningkatnya infeksi nosokomial di lingkungan rumah sakit.

Chlorinasi yang dilakukan di rumah sakit umum Saiful Anwar sampai saat ini masih mengacu pada keputusan menteri kesehatan tahun 1990 yaitu 0,05 gr/lt, tetapi hal tersebut masih perlu dilakukan pemeriksaan laboratorium terkait sistem pemberian chlorinasi dengan dosis yang sesuai dan efektif untuk membunuh bakteri yang terkandung pada air bersih dan sisa chlor pada air bersih yang masih layak untuk digunakan, jumlah bakteri yang terkandung pada air bersih sangat relatif artinya jumlahnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan letak geografis, sehingga perlu diperiksa secara laboratorium. Pemberian dosis chlor agar dapat lebih efektif membunuh bakteri dan sisa chlor yang ada tetap aman dan layak untuk digunakan.

Apabila keadaan kualitas dan kuantitas air tidak diperhatikan dan dikendalikan maka akan menimbulkan pengaruh langsung dan tidak langsung yang berdampak negatif yaitu timbulnya atau meningkatnya penyakit yang disebabkan oleh kuman, bakteri, virus yang penularannya melalui air. Pengaruh langsung dimana air berfungsi sebagai penyalur ataupun penyebab penyakit ataupun sarang insecta penyebar penyakit, atau jumlah air bersih yang tersedia tidak mencukupi, sehingga orang tidak dapat membersihkan dirinya dengan baik dan air sebagai sarang hospes, penyakit menular yang disebabkan oleh air secara langsung di antara masyarakat seringkali dinyatakan sebagai penyakit bawaan air atau "*water borne disease*", penyakit-penyakit ini hanya dapat menyebar, apabila

mikroba penyebabnya dapat masuk kedalam sumber air yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Bakteri *coliform* merupakan jasad indikator dalam air, bahan makanan, dan sebagainya, termasuk golongan sifat gram negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, serta mampu memfermentasikan kaldu laktosa pada temperatur 37 °C dengan membentuk asam dan gas dalam waktu 48 jam. *Escherichia* sebagai salah satu contoh bakteri *coliform* memiliki beberapa spesies hidup dalam saluran pencernaan makanan manusia dan hewan berdarah panas. Sejak diketahui bahwa jasad tersebut tersebar pada semua individu, analisis bakteriologis terhadap air minum ditujukan kepada kehadiran jasad tersebut. Walaupun adanya jasad tersebut tidak dapat memastikan adanya jasad patogen secara langsung, dari hasil yang didapat memberikan kesimpulan bahwa *E.coli* dalam jumlah tertentu dalam air dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad patogen (Suriawiria, 2003).

Kualitas air secara biologis ditentukan oleh kehadiran bakteri *E. coli* di dalamnya. Kandungan bakteri *E. coli* dalam air berdasarkan ketentuan WHO (1968), bahwa ketentuan air untuk rekreasi jumlah maksimum yang diperkenankan per 100 ml adalah 1.000, air untuk kolam renang 200, dan air yang digunakan untuk keperluan minum 1. Penentuan kehadiran bakteri dalam air berdasarkan kebutuhannya, dimaksudkan untuk mengetahui ada tidaknya jenis yang berbahaya sebagai penyebab penyakit, penghasil toksin, dan penyebab pencemaran air (Suriawiria, 2003).

Bertolak dari hal-hal tersebut maka penulis tertarik melakukan studi tentang efektivitas penggunaan chlorinasi sebagai bahan desinfektan terhadap

penurunan bakteri *Escherichia coli* pada pengolahan air bersih di tandon RSU.

Dr. Saiful Anwar Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada maka penulis memberikan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah jumlah bakteri *Escherichia coli* sebelum dan setelah dilakukan chlorinasi pada tandon pengolahan air bersih di RSU. Dr. Saiful Anwar Malang?
2. Bagaimanakah keefektifan chlorinasi sebagai bahan desinfektan pada tandon pengolahan air bersih RSU. Dr. Saiful Anwar Malang ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan jumlah bakteri *Escherichia coli* sebelum dan setelah dilakukan chlorinasi pada tandon pengolahan air bersih RSU. Dr. Saiful Anwar Malang.
2. Untuk mengetahui keefektifan chlorinasi sebagai bahan desinfektan pada tandon pengolahan air bersih RSU. Dr. Saiful Anwar Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Memberikan suatu konstribusi atau masukan kepada rumah sakit dalam upaya pengolahan air bersih, sehingga kualitas dan kuantitas air bersih dapat dikendalikan dan dipertahankan.
2. Memberi gambaran tentang pembubuhan dosis chlor yang efektif pada air bersih untuk membunuh bakteri *E coli* dan sisa chlor yang aman, sesuai dengan syarat dari standart baku mutu Permenkes sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam pengolahan air bersih.

1.5 Batasan Masalah

Untuk lebih memperjelas penelitian maka masalah yang diteliti dibatasi pada:

- a. Sampel air bersih terdiri dari tiga jenis yaitu; air yang berasal dari PDAM, air sumur bor atau Air Bawah Tanah (ABT) dan air campuran dari PDAM dan ABT
- b. Setiap jenis sampel air bersih diberi chlorine dengan dosis yang sama yaitu: 0.006 gr/l; 0.012 gr/l; 0.018 gr/l; 0.024 gr/l; 0.03 gr/l
- c. Keefektifan chlorin dikaitkan dengan jumlah penurunan bakteri *Escherichia coli* sebelum dan sesudah dilakukan chlorinasi
- d. Pemeriksaan sisa chlor setelah pengolahan air bersih di tandon RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang.

1.6 Variabel dan Definisi Operasional Variabel

1.6.1 Variabel Penelitian

Variabel dalam hal ini adalah obyek suatu penelitian atau obyek pengamatan, dimana kehadirannya merupakan unsur yang melekat dengan masalah penelitian.

Pada penelitian ini dibagi dalam 3 variabel, yaitu:

A. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah Dosis chlorin tablet.

Pada penelitian ini dosis yang dipakai adalah: 0.006 gr/l; 0.012 gr/l; 0.018 gr/l; 0.024 gr/l; 0.03 gr/l. Alasan pemilihan chlorin tablet ini karena bahan tersebut mudah didapat, harganya lebih terjangkau dan penggunaannya lebih mudah. Dosis yang dipakai berdasarkan atas perhitungan yang telah ditetapkan oleh KEPMENKES yaitu 0.018 gr/l, dan peneliti memberi perlakuan dosis dengan kisaran dua dosis lebih rendah dan dua dosis lebih tinggi.

B. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kandungan bakteri *Escherichia coli*. Dalam penelitian ini kandungan bakteri *Escherichia coli* adalah jumlah bakteri *Escherichia coli* yang terdapat dalam media sampel yang diteliti (cawan petri).

C. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah sebagai faktor penunjang dari variabel bebas dan variabel terikat yang mempunyai fungsi pengontrol. Yang menjadi

variabel kontrol pada penelitian ini adalah waktu pemberian kaporit dan sisa chlor.

1.6.2 Definisi Operasional Variabel

- a. Dosis chlorin tablet adalah jumlah banyaknya chlorin tablet yang digunakan atau dibubuhkan pada air bersih yang akan di chlorinasi.
- b. Chlorin tablet adalah sejenis bahan desinfektan yang berbentuk tablet dengan konsentrasi 60 % tiap tabletnya.
- c. Efektivitas chlorinasi adalah jumlah minimum chlorine yang dibutuhkan bereaksi pada air dikaitkan dengan jumlah penurunan bakteri *Escherichia coli* yang terkandung sebelum dan sesudah dilakukan chlorinasi, sesuai dengan KEPMENKES.
- d. Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri yang berbentuk batang, bersifat aerob atau fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, bersifat gram negatif dan dapat meragikan laktose serta membentuk gas dalam waktu 2x24 jam pada suhu 35°C.
- e. Sisa chlor adalah chlor yang tersisa setelah bereaksi dengan zat organik yang bisa bekerja untuk membunuh kuman dengan kandungan yang diperbolehkan adalah 0,2-0,5 ppm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air Bersih

Air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup, apabila manusia, hewan, dan tumbuhan kekurangan air, maka akan mati. Pengaruh air sangat luas bagi kehidupan, khususnya air digunakan untuk makan dan minum. Manusia akan dehidrasi atau terserang penyakit apabila kekurangan cairan dalam tubuhnya. Saat ini kualitas air minum di kota-kota besar di Indonesia masih memprihatinkan. Kepadatan penduduk, tata ruang yang salah dan tingginya eksploitasi sumber daya air sangat berpengaruh pada kualitas air (Anonimus, 2007^a).

Fasilitas air yang tersedia di RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang berasal dari PDAM namun karena jumlah pemakaian yang sangat besar sehingga tidak mencukupi, maka RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang menggunakan air tanah (sumur bor) sebagai pilihan utama karena dirasakan geologi yang cukup baik, tidak memerlukan pengolahan dan lebih mudah didesinfeksi, disamping kualitasnya lebih stabil (RSSA Profil, 2006).

Sistem penyediaan air bersih di RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang adalah dengan menggabungkan antara air yang berasal dari PDAM dengan air tanah dalam suatu tendon atau reservoir dengan sistem distribusi perpipaan. Air dipompa ke tendon atau reservoir dan didistribusikan secara gravitasi, sistem ini hanya untuk melayani semua gedung yang ada di bawah, sedangkan untuk gedung lantai atas disediakan tangki yang diletakkan dengan ketinggian tertentu, dengan volume tangki tergantung pada jumlah yang ingin didistribusikan untuk keperluan sehari-hari. Reservoir ini letaknya terpisah terhadap gedung, tertutup rapat, kedap

udara, anti serangga, tahan terhadap korosi dan tahan terhadap tekanan, pada Reservoir IRNA air didistribusikan melalui perpipaan menuju ruang Irna I,II,III, dan IV yang masing- masing mempunyai letak geografis yang berbeda-beda dari jarak Reservoir (RSSA LAP Tahunan, 2006).

Rumah sakit memerlukan mutu air lebih dari mutu untuk keperluan sehari-hari, baik yang berasal dari air sumur bor atau PDAM sehingga dapat mencukupi untuk kebutuhan air secara keseluruhan. Pengolahan air bersih bergantung pada karakteristik asal air dan kualitas produk yang diharapkan, mulai dari cara yang paling sederhana, yaitu chlorinasi sampai cara lain yang lebih rumit. Dimana makin jauh penyimpangan kualitas air yang telah ditetapkan Permenkes No. 416 tahun 1990 dan Kepmenkes No. 907 tahun 2002 semakin rumit pengolahan yang dilakukan (Slamet, 2002).

Dirjen POM (2004), memutuskan kualitas air bersih Indonesia baik secara fisika, kimia dan biologi harus memenuhi persyaratan yang tertuang dalam peraturan Menteri Kesehatan RI No 173/ Men. Kes/per/VIII/77 dimana setiap komponen yang diperkenankan berada di dalamnya harus memenuhi syarat yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 2.1 : Persyaratan kualitas air bersih Indonesia baik secara fisika, kimia dan biologi

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Keterangan
	FISIKA			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1500	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4.	Rasa	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
6.	Warna	Skala TCU	50	

Lanjutan Tabel 2.1

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	Keterangan
	KIMIA a. Kimia Anorganik			
1.	Air raksa	mg/l	0,001	
2.	Arsen	mg/l	0,05	
3.	Besi	mg/l	1,0	
4.	Flourida	mg/l	1,5	
5.	Kadmium	mg/l	0,005	
6.	Kesadahan (CaCo ₃)	mg/l	500	
7.	Klorida	mg/l	600	
8.	Kronium, valensi 6	mg/l	0,05	
9.	Mangan	mg/l	0,5	
10.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10	
11.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1,0	
12.	pH	-	6,5-9,0	Merupakan batas minimum dan maksimum
13.	Selenium	mg/l	0,01	
14.	Seng	mg/l	15	
15.	Sianida	mg/l	0,1	
16.	Sulfat	mg/l	400	
17.	Timbal	mg/l	0,05	
	MIKROBIOLOGIK			
1.	Total Koliform	Jumlah /100 ml	50 (non perpipaan)	
2.	(MPN)	Jumlah / 100 ml	10 (peripaan)	

Sumber; Dirjen POM (2004)

Kualitas air di rumah sakit harus benar-benar dijaga dan diawasi agar senantiasa memenuhi standart yang telah ditetapkan, apabila tidak dijaga dan diawasi maka akan dapat menjadi tempat penularan penyakit. Kualitas air menyatakan tingkat kesesuaian air terhadap penggunaan tertentu dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia, seperti penggunaan air untuk minum, untuk mandi dan mencuci, untuk irigasi dan lain-lain. Air bersih harus mempunyai kualitas yang tinggi, baik secara fisik, kimia dan biologi guna mencegah timbulnya penyakit.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 416/Menkes/Per/IX/1990 tanggal 13 September 1990 (Menkes R.I., 1990).

Menurut (Pudjarwoto, 1993), kualitas air tersebut menyangkut :

- a) *Kualitas fisik* yang meliputi kekeruhan, temperatur, warna, bau dan rasa. Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalam air seperti lumpur dan bahan-bahan yang berasal dari buangan. Dari segi estetika, kekeruhan di dalam air dihubungkan dengan kemungkinan pencemaran oleh air buangan.
- b) *Kualitas kimia* yang berhubungan dengan ion-ion senyawa ataupun logam yang membahayakan, di samping residu dari senyawa lainnya yang bersifat racun, seperti residu pestisida. Dengan adanya senyawa-senyawa ini kemungkinan besar bau, rasa dan warna air akan berubah, seperti yang umum disebabkan oleh adanya perubahan pH air. Pada saat ini kelompok logam berat seperti Hg, Ag, Pb, Cu, Zn, tidak diharapkan kehadirannya di dalam air.
- c) *Kualitas biologis*, berhubungan dengan kehadiran mikroba patogen (penyebab penyakit, terutama penyakit perut), pencemar (terutama bakteri *coli*) dan penghasil toksin.

Menurut tempatnya air dapat dibedakan menjadi air permukaan dan air tanah. Air permukaan merupakan air yang berada di permukaan tanah, sedangkan air tanah merupakan air yang berada didalam tanah (Dwijoseputro, 2005).

Pembagian air berdasarkan tempatnya yang ada di muka bumi ini, tidak terlepas untuk mengetahui asal muasal air sebelum terdapat di bumi. Air

mengalami peredaran antara langit dan bumi melalui siklus, air turun dari langit berupa hujan dengan beberapa tahapan.

Menurut asalnya dijelaskan Dwijoseputro (2005), air hujan yang jatuh ditanah sebagian meresap kedalam tanah dan sebagian menggenang dipermukaan tanah hal ini tergantung pada kondisi tanah, air hujan membawa berbagai jenis mikroorganisme yang hidup berhamburan di udara. Saat air berada di dalam tanah air akan tercemar lagi karena adanya sisa-sisa makhluk hidup, kotoran hewan maupun manusia serta memungkinkan juga limbah-limbah dari pabrik. Pengujian air untuk mengetahui ada tidaknya mikroorganisme patogen, biasanya pengujian kemurniaan air ini hanya mungkin dilakukan di kota-kota besar dimana ada suatu sistem saluran air minum yang melayani bagian terbesar penduduk kota tersebut.

2.2 Pengolahan Air Bersih RSUD Dr. Saiful Anwar Malang

Rumah sakit memerlukan mutu air lebih dari mutu untuk keperluan sehari-hari, air sumur atau PDAM mungkin cukup untuk kebutuhan air pada umumnya, tetapi untuk kebutuhan khusus yaitu unit-unit pelayanan dan laboratorium, farmasi, CSSD, perawatan bedah, laundry, instalasi gizi perlu dilakukan pengolahan.

Pengolahan air bersih bergantung pada karakteristik asal air dan kualitas produk yang diharapkan, mulai dari cara yang paling sederhana, yaitu chlorinasi sampai cara lain yang lebih rumit. Dimana makin jauh penyimpangan kualitas air yang masuk terhadap Permenkes No. 416 tahun 1990 dan Kepmenkes No. 907 tahun 2002 semakin rumit pengolahan yang dilakukan.

Beberapa macam sistem pengolahan yang mungkin dipertimbangkan, antara lain:

- a. Tanpa pengolahan (mata air yang dilindungi)
- b. Chlorinasi (mata air)
- c. Pengolahan secara kimiawi dan chlorinasi (air tanah)
- d. Penurunan kadar besi dan chlorinasi (air tanah)
- e. Pelunakan dan chlorinasi (air tanah)
- f. Filtrasi pasir lambat (FPL) chlorinasi (sungai daerah pegunungan)
- g. Pra pengolahan ---- FPL ---- Chlorinasi ---- (air danau/waduk)
- h. Koagulasi ---- flokulasi ---- sedimentasi ---- filtrasi ---- chlorinasi (sungai)
- i. Aerasi ---- koagulasi ---- filtrasi ---- sedimentasi ---- chlorinasi (sungai/danau dengan kadar oksigen larut rendah)
- j. Pra pengolahan ---- koagulasi ---- filtrasi ---- sedimentasi ---- filtrasi ---- chlorinasi (sungai sangat keruh)
- k. Koagulasi ---- filtrasi ---- sedimentasi ---- filtrasi ---- pelunakan ---- chlorinasi (sungai)

2.3 Komponen Kehidupan Dalam Air

Menurut Ristiati (2004), Faktor-faktor biotik yang terdapat di dalam air terdiri dari bakteri, fungi, mikroalgae, protozoa dan virus, serta kumpulan hewan ataupun tumbuhan air lainnya yang tidak termasuk kelompok mikroba. Kehadiran mikroba pada air dapat menguntungkan tetapi juga dapat merugikan.

2.3.1 Menguntungkan

- a. Banyak plankton, baik fitoplankton atau zooplankton merupakan makanan utama ikan, sehingga kehadirannya merupakan tanda kesuburan perairan tersebut. Jenis-jenis mikroalgae misalnya: *Chlorella*, *Hydrodyction*, *Pinnularia*, *Scenedesmus*, *Tabellaria*.
- b. Banyak jenis bakteri atau fungi di dalam badan air berlaku sebagai jasad "dekomposer", artinya jasad tersebut mempunyai kemampuan untuk mengurai atau merombak senyawa yang berada dalam badan air. Sehingga kehadirannya dimanfaatkan dalam pengolahan buangan di dalam air secara biologis.
- c. Pada umumnya mikroalgae mempunyai klorofil, sehingga dapat melakukan fotosintesis dengan menghasilkan oksigen. Di dalam air, kegiatan fotosintesis akan menambah jumlah oksigen, sehingga nilai kelarutan oksigen akan naik atau bertambah, ini yang diperlukan oleh kehidupan di dalam air.
- d. Kehadiran senyawa hasil rombakan bakteri atau fungi dimanfaatkan oleh jasad pemakai atau konsumen. Tanpa adanya jasad pemakai kemungkinan besar akumulasi hasil uraian tersebut dapat mengakibatkan keracunan terhadap jasad lain.

2.3.2 Merugikan

- a. Tingkat yang paling dikawatirkan, apabila di dalam badan air terdapat mikroba penyebab penyakit, seperti: *Salmonella* penyebab penyakit tifus atau paratifus, *Shigella* penyebab penyakit disentribasiler, *Vibrio* penyebab penyakit kolera, *Entamoeba* dan *E.coli* penyebab disentriamuba.

- b. Kandungan air, ditemukan mikroba penghasil toksin seperti : *Clostridium* yang hidup anaerobik, yang hidup aerobik misalnya : *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, serta beberapa jenis mikroalgae seperti *Anabaena* dan *Microcystis*. Suriawiria (2003), menyebutkan *E. coli* dalam jumlah tertentu dalam air dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad pathogen, yang menyebabkan penyakit diare atau disentri.
- c. Warna air, ditemukan apabila disimpan cepat berubah, padahal air tersebut berasal dari air pompa, seperti di daerah permukiman baru yang tadinya persawahan. Ini disebabkan oleh adanya bakteri besi misal *Crenothrix* yang mempunyai kemampuan untuk mengoksidasi senyawa ferro menjadi ferri.
- d. Permukiman baru yang asalnya persawahan, apabila air pompa disimpan menjadi berbau (bau busuk). Ini disebabkan oleh adanya bakteri belerang misal *Thiobacillus* yang mempunyai kemampuan mereduksi senyawa sulfat menjadi H_2S .
- e. Badan dan warna air dapat berubah menjadi berwarna hijau, biru-hijau atau warna-warna lain yang sesuai dengan warna yang dimiliki oleh mikroalgae. Bahkan suatu proses yang sering terjadi pada danau atau kolam yang besar yang seluruh permukaan airnya ditumbuhi oleh algae yang sangat banyak dinamakan *blooming*. Biasanya jenis mikroalgae yang berperan didalamnya adalah *Anabaena flosaquae* dan *Microcystis aeruginosa*.

Apabila keadaan kualitas dan kuantitas air tidak diperhatikan dan dikendalikan maka akan menimbulkan pengaruh langsung dan tidak langsung

yang berdampak negatif yaitu timbulnya atau meningkatnya penyakit yang disebabkan oleh kuman, bakteri, virus yang penularannya melalui air.

Beberapa penyakit tersebut adalah sebagai berikut, tertera dalam tabel:

Tabel 2.2 : Beberapa penyakit yang berada pada air

Agent	Penyakit
Virus : Rotavirus Virus. Hepatitis A Virus. Poliomeletis	Diare pada anak Hepatitis A Polio (<i>Myelitis anterior acuta</i>)
Bakteri : <i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Enteropatogenik</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi</i> <i>Lanjutan Tabel 2.2</i> <i>Shigella dysentriae</i>	Cholera Diare/Dysentrie Typhus abdominalis Paratyphus Dysentrie
Protozoa : <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Balantidia coli</i> <i>Giardia lamblia</i>	Dysentrie Amoeba Balantidiasis Giardiasis
Metozoa : <i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Clonorchis sinensis</i> <i>Diphyllobothrium latum</i> <i>Taenia saginata/solium</i> <i>Schistosoma</i>	Ascariasis Clonorchiasis Diphyllobothriasis Taeniasis Schistomiasis

Sumber : Badan POM , 1985 modul 3.1.a

Penyakit-penyakit di atas dan hal-hal yang tidak diinginkan lainnya dapat dicegah melalui usaha sanitasi rumah sakit sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 986/Men. Kes/Per/1992 tanggal 14 Nopember 1992 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, beserta keputusan Direktur Jenderal PPM & PLP No. HK.00.06.6.64 tanggal 18 Pebruari 1993 tentang Persyaratan dan Petunjuk Teknis Tatacara Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit.

2.4 Bakteri *Coliform*

Menurut Fardiaz (1993), *Coliform* merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator polusi kotoran dan sanitasi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu, dan produk-produk yang dibuat dari susu. Adanya bakteri *Coliform* didalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenetik dan toksigenetik bagi kesehatan. Bakteri *Coliform* dapat dibedakan menjadi dua kelompok:

1. *Coliform* Fekal, merupakan suatu *Coliform* yang dapat memfermentasi laktosa pada suhu 44⁰ C, misalnya *Escherchia coli* yang berasal dari kotoran hewan maupun manusia.
2. *Coliform* non Fekal, misalnya *Enterobacter aerogenes* yang biasanya ditemukan pada hewan atau tumbuhan yang telah mati.

Azwar (1979), menyatakan bakteri *Coliform* selain dua kelompok di atas: *Edwaisilla*, *Citobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratir*, *Proteus*. Sifat bakteri *Coliform* antara lain berbentuk batang, gram negatif, motil atau non motil, memiliki flagella peritrikus, berfimbria atau tidak, berkapsula atau tidak. Sedangkan sifat pertumbuhannya pada media agar sederhana, koloni berbentuk

sirkuler dengan diameter 1-3 mm, sedikit cembung, permukaan halus, tidak berwarna atau abu-abu dan jernih.

Menurut Dwijoseputro (2005), temperatur yang optimum sepanjang tahun di Indonesia ini merupakan penyebab air di alam terbuka selalu mengandung mikroorganisme yang menyebabkan tercemar seperti alga, bakteri saproit, protozoa serta bakteri pathogen, meskipun bakteri pathogen tidak dapat bertahan lama di dalam perairan bebas. Berikut merupakan beberapa genus mikroorganisme pathogen yang terdapat pada air:

- *Salmonella typosa*, penyebab tipus perut
- *Escherichia coli* penyebab Diare atau disentri
- *Shigella dysentriae*, penyebab penyakit disentri
- *Vibrio comma*, penyebab penyakit kolera

2.5 Bakteri *Escherichia coli*

Golongan *E. coli* merupakan semua bakteri yang berbentuk batang, bersifat aerob fakultatif anaerob, tidak membentuk spora bersifat gram negatif dan dapat meragikan lactose serta membentuk gas dalam waktu 2 x 24 jam pada suhu 37 °C. Penggunaan bakteri golongan coli sebagai indikator pencemaran perlu dilengkapi dengan analisis bakteri golongan coli tinja, karena sebagian dari spesies bakteri coli mempunyai habitat pada tanah, oleh karena itu analisa golongan coli tinja digunakan untuk mengetahui kepadatan bakteri aerob dan anaerob dari bakteri heterotropik dalam air (Rohana, 1993).

Bakteri *E. coli* merupakan jasad indikator dalam air, bahan makanan, dan sebagainya untuk kehadiran jasad berbahaya yang memiliki persamaan sifat gram negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, serta mampu

memfermentasikan kaldu laktosa pada temperatur 37°C dengan membentuk asam dan gas dalam waktu 48 jam. Escherichia sebagai salah satu contoh bakteri *E. coli* memiliki beberapa spesies hidup dalam saluran pencernaan makanan manusia dan hewan berdarah panas. Sejak diketahui bahwa jasad tersebut tersebar pada semua individu, analisis bakteriologis terhadap air minum ditujukan kepada kehadiran jasad tersebut. Walaupun adanya jasad tersebut tidak dapat memastikan adanya jasad patogen secara langsung, dari hasil yang didapat memberikan kesimpulan bahwa *E. coli* dalam jumlah tertentu dalam air dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad pathogen (Suriawiria, 2003).

Kualitas air secara biologis ditentukan oleh kehadiran bakteri *E. coli* di dalamnya. Kandungan bakteri *E. coli* dalam air berdasarkan ketentuan WHO (1968), air untuk rekreasi jumlah maksimum yang diperkenankan setiap 100 ml adalah 1.00 koloni, air untuk kolam renang 20 koloni, dan untuk air minum 1 koloni. Standart jumlah total bakteri *E. coli* yang sesuai dengan Permenkes No. 416/PERMENKES/PER/IX/1990 yaitu dalam setiap 100 ml air terdapat 10 koloni total bakteri *E. coli*. Penentuan kehadiran bakteri dalam air berdasarkan kebutuhannya, dimaksudkan untuk mengetahui ada tidaknya jenis yang berbahaya sebagai penyebab penyakit, penghasil toksin, dan penyebab pencemaran air (Suriawiria, 2003).

Suriawiria (2003), menuliskan bahwa jasad hidup yang mungkin ditemukan dalam air, misalnya air sungai, danau, dan kolam antara lain seperti bakteri, mikroalge, serta cacing. Kehadiran kehidupan ini tidak diharapkan dalam air karena berbagai jasad akan dapat menyebabkan penyakit di samping adanya pengaruh lain seperti timbulnya rasa dan bau tidak sedap atau perubahan warna.

Air yang tidak aman untuk kesehatan biasanya mengandung jasad hidup yang tidak diharapkan. Pengaruh kehadiran jasad hidup terhadap kualitas air akan menyebabkan

- a. Rasa dan bau ditimbulkan oleh adanya bakteri dan mikroalga.
- b. Air menjadi berlendir dan berwarna merah disebabkan oleh bakteri besi.
- c. Bau yang tidak sedap sehingga dari segi estetika air tidak diterima untuk diminum disebabkan kehadiran jasad renik.

2.6 Desinfeksi

Menurut Irianto (2007), pengertian dari desinfeksi adalah suatu zat yang digunakan untuk membunuh bakteri pathogen (bakteri penyebab penyakit) yang penyebarannya melalui air seperti: penyakit typhus, kholera, dysentri, dan lain-lain.

Mekanisme kerja Desinfeksi dalam membunuh mikroorganisme adalah :

1. Merusak dinding sel
2. Mengubah permeabilitas sel
3. Mengubah sifat koloidal pada protoplasma
4. Menghambat efektivitas enzim

Desktruksi dinding sel akan menghasilkan lepasnya sel dan kematian. Beberapa bahan seperti pinicilin, menghambat sintesis dinding sel bakteri. Bahan seperti senyawa fenolat dan deterjen mengganggu permeabilitas membran sitoplasma. Bahan-bahan tersebut merusak permeabilitas selektif dari membran dan membiarkan nutrien penting seperti nitrogen dan fosfor lepas.

Menurut Sidharta (1997), beberapa cara untuk membunuh bakteri pathogen diantaranya dengan cara kimia, desinfeksi cara kimia antara lain dilakukan dengan penambahan bahan kimia seperti Cl_2 , Br_2 , phenol, bermacam-macam asam dan basa lainnya.

Menurut Priyanto dan Masduqi (2004), efektivitas bahan kimia yang dipergunakan untuk desinfeksi tergantung dari :

a. Waktu kontak,

Pengaruh waktu kontak dikemukakan dalam hukum *Chicks* yaitu waktu yang dibutuhkan desinfeksi membunuh kuman-kuman yang ada dalam air semakin lama waktu kontak maka semakin cepat kuman atau bakteri terbunuh. Variabel yang paling penting dalam desinfeksi adalah waktu kontak.

b. Konsentrasi desinfeksi

Efektivitas desinfeksi berkaitan dengan konsentrasi. Dimana konsentrasi Desinfeksi berpengaruh terhadap waktu yang diperlukan untuk mempengaruhi kematian yang konstan.

c. Temperatur

Pengaruh temperatur yaitu meningkatnya temperatur akan menghasilkan kematian mikroorganisme yang lebih cepat.

d. Jumlah mikroorganisme

Sesuai dengan efektivitas desinfeksi bahan kimia antara waktu kontak, konsentrasi dan temperature maka jumlah atau konsentrasi mikroorganisme yang lebih besar membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mematikan.

e. Tipe mikroorganisme

Efektivitas beberapa desinfeksi dipengaruhi oleh sifat dan kondisi mikroorganisme. Sebagai contoh, sel bakteri yang hidup viabel mudah dimatikan, sedangkan bakteri berspora sangat resisten dan beberapa desinfeksi yang normal digunakan sedikit atau tidak berpengaruh. Umur dan jumlah mikroorganisme yang besar terutama yang patogen akan memerlukan dosis desinfeksi yang lebih besar pula.

2.7 Chlorinasi

Menurut Azrul (1979), chlorinasi atau pemberian zat chlor dalam rangka membersihkan air bersih dari kuman-kuman penyakit adalah hal yang paling sering dilakukan. Chlorinasi ini dimaksudkan untuk mencucihamakan air dengan menggunakan bahan chlor. Chlorinasi ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas air secara kimia yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi kualitas bakteriologisnya. Dilakukannya chlorinasi pada air bersih agar air tersebut tidak mengandung atau bebas kuman sesuai dengan standart yang telah ditetapkan, sebesar 10 kuman setiap 100ml air bersih.

Jumlah chlor yang dibutuhkan untuk membunuh kuman, amat dipengaruhi oleh keadaan air itu sendiri, jika air lebih keruh tentu saja dibutuhkan chlor yang lebih banyak. Namun demikian kadar chlor dalam air tidak boleh berlebihan, karena meskipun bibit penyakit dapat dibunuh, tetapi jika kadar chlor sisa dalam air tinggi, tentu saja tidak baik untuk kesehatan. Untuk air bersih dan air minum kadar chlor yang dipandang sesuai dengan batas kesehatan adalah berkisar 0,2-0,5ppm.

Sisa chlor yang melebihi batas berdampak negatife pada kesehatan dalam hal penggunaan terhadap air bersih, apabila dikonsumsi secara terus menerus dapat menyebabkan beberapa penyakit yaitu; asma, apabila chlor di dalam tubuh bersenyawa dengan zat organik, seperti air seni atau keringat, maka akan menghasilkan senyawa sejenis nitrogen triklorin yang dapat mengakibatkan iritasi hebat terhadap sel-sel tubuh yang melindungi paru-paru, gangguan saluran cerna, anemia, peningkatan absorpsi chlor dalam tubuh merupakan bahan penyebab kanker.

Penggunaan chlor yang berlebihan dapat mengakibatkan gangguan hati, ginjal dan susunan saraf pusat dan meningkatkan resiko kanker. Apabila air bersih dengan sisa chlor tinggi digunakan untuk mandi efek pada bagian luar tubuh dapat mengakibatkan iritasi mata dan hidung, dapat terjadi akibat penggunaan klorin jangka panjang (Dirjen Yanmed, 2002).

Terjadinya proses chlorinasi, adalah chlor berasal dari gas chlor Cl_2 $Ca(OCl)_2$ (kaporit) atau larutan HOCL (asam chlorit). Chlor ini akan lebih efektif membunuh kuman apabila konsentrasinya tinggi dan waktu kontak yang lama (Dirjen Yanmed, 2002).

Menurut buku pedoman Departemen Kesehatan (1992), apabila reaksi berjalan secara lengkap maka pada suatu titik baru berbentuk sisa chlor yang bebas yang sangat aktif dalam membunuh bakteri. Titik inilah yang dikenal sebagai *break point chlorination* yaitu jumlah chlor yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua zat. Chlor dan asam hipochlorit merupakan sisa chlor aktif yang bersifat toksik (racun) bagi kuman dan keaktifannya tergantung pada pH dan suhu.

Kaporit atau chlor yang dimasukkan ke dalam air mula-mula akan bereaksi dulu dengan unsur-unsur atau senyawa pereduksi yang biasa terkandung didalamnya seperti H_2S , Fe, Mn, NO_2 , NH_3 , zat organik dan lain-lain. Selanjutnya baru akan efektif untuk membunuh kuman, hal ini disebut daya pengikat chlor atau daya sergap chlor (chlor yang dipakai untuk mengoksidasi unsur-unsur yang ada dalam air).

Jadi daya sergap chlor adalah selisih antara jumlah Cl_2 yang diberikan ke dalam air dengan sisa chlor bebas pada waktu akhir kontak, biasanya waktu kontak antara 30 sampai 60 menit. Sebenarnya daya membunuh yang dimiliki oleh chlor tergantung dari chlor aktif yang terdapat. Makin rendah zat persenyawaan chlor mengandung aktif chlor, maka makin banyak zat tersebut dibutuhkan. Kekuatan chlor larut dalam air disebut chlor aktif, sedangkan aktif chlor yang terdapat pada berbagai senyawaan chlor berbeda-beda. Gas chlor (Cl_2) misalnya, mengandung 100% chlor aktif, kaporit ($CaOCl$) mempunyai 60%-70% chlor aktif, sedangkan hypochlorit ($Ca(OCl)_2$) mengandung 15%-30% chlor aktif.

Berbagai produk dan bentuk chlorin dapat digunakan, di Indonesia kebanyakan menggunakan kaporit, dengan pertimbangan disamping karena harganya murah dan mudah didapat selain itu mudah dalam penggunaannya. Kaporit yang tersedia di lapangan kemurniannya 60%-70% salah satunya adalah chlorin tablet 60% (Menteri Kesehatan, 2004).

Chlorin tablet 60% adalah produk yang mempunyai kemampuan untuk mematikan kuman dengan daya bersifat komulatif, sehingga tepat bagi air minum sebagai ganti kaporit dengan konsentrasi 60%. Mempunyai sifat dan

keunggulan dimana setiap 200gr/tablet dengan *specific gravity* 19°C adalah 2,50gr/ml, chlorine 90% mempunyai daya kumulatif sampai dengan 7 hari, daya konsentrasi dapat mencapai 0,5-0,7ppm, mempunyai kemampuan melindungi terhadap sinar ultra violet matahari, sehingga chlor bebas lebih berdaya tahan lama, sebab Cl_2 bebas cepat lepas dan bereaksi apabila terkena sinar ultraviolet. Lebih efisien, tidak mempunyai sisa endapan, semua produk larut karena tidak mengandung kalsium, selain membunuh kuman, juga bisa membunuh lumut (algae). Setiap tablet 200gr untuk pemakaian Desinfeksi pada air minum dengan konsentrasi chlor bebas 0,1-0,3ppm, maka 1 tablet chlorin tablet dapat untuk 40-50m³ dalam waktu sampai dengan 7 hari (Menteri Kesehatan, 2004).

Macam-macam sistem chlorinasi atau kaportisasi menurut Pudjarwoto (1993), adalah sebagai berikut:

1. Pembubuhan Langsung

Pembubuhan kaporit dilakukan langsung ke dalam bak air terlebih dahulu sudah di ketahui volume airnya. Sistem pembubuhan harus dilakukan secara kontinue dalam waktu yang sama (misalnya setiap pagi).

2. Cara Sederhana

Kaporit secara sederhana ini dapat digunakan botol bekas yang dilubangi dan diisi serta kaporit dalam botol kecil didalamnya. Perbandingan volume pasir dan kaporit 7:1. Selanjutnya dimasukkan dengan tali ke dalam bak air, kemudian setiap saat digerakkan dan dicek kalau baunya berlebihan diangkat. Cara ini bisa tahan 15-25 hari. Kemudian diangkat dan kaporit diganti dengan kaporit yang baru.

3. Type Mom

Biasanya digunakan pada perusahaan-perusahaan air minum. Untuk pelayanan sehari semalam disediakan dua bak yang bekerja secara bergantian setiap 12 jam (masing-masing volume 300 liter). Kaporit yang dimasukkan dalam bak didasarkan pada hasil perhitungan kebutuhan untuk 12 jam.

4. Desoring Pump

Pemakaian cukup praktis, tetapi sistem pengambilan air harus dengan pompa karena setiap pompa air jalan, pompa kaporit juga berjalan

2.8 Pemeriksaan Kandungan Bakteri Pada Air

Menurut buku pedoman yang diterbitkan Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No. 986/Men. Kes/Per/1992 tanggal 14 Nopember 1992 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, beserta keputusan Direktur Jenderal PPM & PLP No. HK.00.06.6.64 tanggal 18 Pebruari 1993 tentang Persyaratan & Petunjuk Teknis Tatacara Penyehatan Lingkungan Rumah Sakit, bahwa pemeriksaan laboratorium untuk uji kandungan bakteri pada air bersih dilakukan dengan beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

A. Uji Pendugaan

Untuk memeriksa mikrobiologi air bersih disiapkan tabung 5 seri, terlebih dahulu kita siapkan 15 tabung reaksi dengan volume 10 ml berisi medium LB (*Lactose bouillon*) yang didalamnya diberi tabung durham sebagai indikator adanya kandungan bakteri aerob, dengan susunan 5 tabung untuk 10 ml, 5 tabung untuk 1 ml, dan 5 tabung untuk 0.1 ml.

Dilanjutkan menginkubasi medium yang telah diinokulasi pada incubator pada suhu 37°C selama 2 X 24 jam, jika hasil inkubasi positif (adanya gelembung akibat aktifitas fermentasi didasar tabung durham) maka dilanjutkan dengan uji penegasan untuk mengetahui adanya bakteri *Coliform*.

B. Uji Penegasan

Setelah mengetahui tabung yang positif maka dilanjutkan dengan uji penegasan menggunakan medium BGLB, dengan cara menginokulasikan 1 ose sampel positif dari medium LB dipisah kemedium BGLB dilakukan secara aseptik, kemudian diinkubasi dalam suhu 37°C selama 2 X 24 jam. Indikator tabung positif adalah terbentuk gelembung akibat aktifitas fermentasi didasar tabung durham dengan keberadaan bakteri *Coliform*. Kemudian dicocokkan dengan table nilai MPN atau JPT (*most probable numbers* atau jumlah perkiraan terdekat).

C. Uji Kepastian

Hasil dari uji penegasan jumlah total *Coliform*, dapat diuji kepastian Jenis bakteri yang akan diteliti dengan menggunakan medium spesifik atau selektif bakteri tersebut. Menurut Ferdiaz (1993), karakteristik pertumbuhan bakteri enteropatogenik pada medium selektif, terdapat beberapa macam medium yang tersebut pada tabel berikut;

Tabel 2.3 : Macam medium karakteristik pertumbuhan bakteri enteropatogenik pada medium selektif

No	Organism	Medium selektif	Inkubasi	Penampakan
1.	<i>Salmonella</i>	SS Agar	35 ⁰ C, 18-24 jam	Keruh atau bening, tidak berwarna (bagian tengah mungkin berwarna hitam)
2.	<i>Shigella</i>	SS Agar	35 ⁰ C, 18-24 jam	Keruh bening tidak berwarna
3.	<i>Yersinia</i>	SS Agar	35 ⁰ C, 40-48 jam	Keruh bening tidak berwarna
4.	<i>Salmonella-Shigella</i>	BG Agar	35 ⁰ C, 18-24 jam	Koloni berwarna merah
5.	<i>Vibrio cholrae</i>	TCBS Agar	35 ⁰ C, 18-24 jam	Kuning, permukaan agak datar, bagian tengah keruh dan bagian pinggir keruh
6.	<i>Koliform koloni fekal</i>	EMB Agar	32 ⁰ C, 24-48 jam	Berwarna gelap dengan sinar hijau metalik, diameter 0,5-1,5 mm
7.	<i>Koliform koloni non fekal</i>	EMB Agar	32 ⁰ C, 24-48 jam	Berwarna merah muda, diameter 1,0-3,0 mm dan tengahnya berwarna gelap seperti mata ikan
8.	<i>Escherichia coli</i>	M. Endo Agar	37 ⁰ C, 24-48 jam	Berwarna Abu-abu tua kekuningan
9.	<i>Staphylococcus</i>	VJ Agar	37 ⁰ C, 24-48 jam	Berwarna hitam dikelilingi areal warna kuning

2.9 Air dalam Kajian Perspektif Islam

Air merupakan suatu zat yang sangat dibutuhkan, dimana tidak ada makhluk satupun di muka bumi ini yang tidak membutuhkan air. Bagi manusia air adalah kebutuhan pokok yang tidak bisa lepas dari kehidupan sehingga air dapat disebut juga sebagai zat kehidupan. Menurut Slamet (1994), bahwasannya air di dalam tubuh manusia berkisar 50-70% dari

seluruh berat badan, kehilangan air 15% dari berat badan mengakibatkan kematian, karenanya orang dewasa perlu minum minimum 1,5-2 liter sehari.

Dalam perspektif Islam disebutkan pula bahwa air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup yang mutlak harus ada. Dengan air Allah menghidupkan bumi beserta makhluk yang ada di dalamnya, sebagaimana Allah berfirman dalam Q.S. Al-Ankabuut: 63 dan Q.S. An-Nahl: 65 sebagaimana kutipan berikut:

وَلَيْن سَأَلْتَهُمْ مَنْ نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ مِنْ بَعْدِ مَوْتِهَا لَيَقُولُنَّ اللَّهُ
قُلِ الْحَمْدُ لِلَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْقِلُونَ ﴿٦٥﴾

Artinya: Dan Sesungguhnya jika kamu menanyakan kepada mereka: "Siapakah yang menurunkan air dari langit lalu menghidupkan dengan air itu bumi sesudah matinya?" tentu mereka akan menjawab: "Allah", Katakanlah: "Segala puji bagi Allah", tetapi kebanyakan mereka tidak memahaminya).

وَاللَّهُ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَسْمَعُونَ ﴿٦٥﴾

Artinya: Dan Allah menurunkan dari langit air (hujan) dan dengan air itu dihidupkan-Nya bumi sesudah matinya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang mendengarkan (pelajaran).

Kandungan air di bumi sangat berlimpah volume seluruhnya mencapai 1.400.000.000 km³ . lebih kurang 97% merupakan air laut (air asin) yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung dalam kehidupan manusia. Dari 3% sisanya, 2% berupa gunung-gunung es di kedua kutub bumi dan selebihnya 0,75% merupakan air tawar yang mendukung kehidupan makhluk hidup di darat, yang terdapat di danau, sungai dan di dalam tanah (Susilowati dan suheriyanto, 2006).

Fakta Al-Qur'an mengenai pembahasan air dan tanah ini adalah sejajar dengan fakta saintifik. Ini terbukti Islam dalam pandangan Al Qur'an

menyebut sebanyak 32 kali tentang lautan (air) dan 13 kali tentang daratan (tanah). Jika ini dihitung maka pembahasan air juga memenuhi 71.111% ruangan tubuh, yaitu 32 ditambah dengan 13 sama dengan 45. Maka pembahasan air adalah $32/45 \times 100$ yaitu 71.111% dan tanah $13/45 \times 100$ sama dengan 28.888% (Harun Yahya, 2006).

Ini membuktikan bahwa air menguasai alam dan tubuh. Tubuh kita adalah penyimpan rahasia alam, sehingga air amat penting dalam masalah pelestarian begitu pula dengan tanah atau daratan juga amat penting dalam konsep mengenal kejadian atau penciptaan diri kita.

Kebutuhan air merupakan hal yang mutlak bagi kelangsungan hidup manusia baik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari maupun untuk pengembangan lingkungan hidupnya. Meningkatnya kuantitas dan kualitas air yang diperlukan dari waktu ke waktu sangat ditentukan oleh perkembangan penduduk serta perkembangan tingkat kesejahteraan manusia. Salah satu tempat umum yang memerlukan air dalam jumlah besar adalah rumah sakit.

Firman Allah SWT pada surat Al-Furqon ayat 48-49, terdapat inti sari yang maknanya dapat dihubungkan dengan syarat dan ketentuan air yang dapat dikonsumsi dan dimanfaatkan terutama untuk minum bagi makhluk yang ada di bumi (manusia dan binatang ternak), yaitu air yang “amat bersih”, dari kutipan amat bersih tersebut sudah jelas sekali bahwa air yang layak konsumsi adalah yang bebas dari kuman dan penyakit. Adapun kutipan ayat tersebut adalah:

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ ۗ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا ﴿٤٨﴾

لِنُحْيِيَ بِهِ بَلَدَةً مَّيْتًا وَنُسْقِيَهُ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَمًا وَأُنَاسِيًا كَثِيرًا ﴿٤٩﴾

Artinya: Dia lah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan kami turunkan dari langit air yang amat bersih, Agar kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, dan agar kami memberi minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak.

Makna kalimat air bersih (ماء طهـو ر) yang terdapat pada ayat di atas ditafsirkan menurut Muhammad Hasbi ash- Shiddieqy (2000), adalah air bersih yang murni dan menyucikan, dapat menghilangkan najis dan mengangkat hadas. Menghilangkan najis oleh air suci (bersih) murni dimaksudkan bahwa air yang digunakan untuk menyucikan bukanlah yang telah mengandung atau terkena najis, karena apabila air yang telah digunakan untuk menyucikan najis maka sifat dari air tersebut telah berubah menjadi air yang tidak suci dan tidak boleh untuk menyucikan. Apabila air yang tidak suci (bersih) setelah digunakan menyucikan najis digunakan lagi maka sudah jelas tidak akan memberikan hasil namun sebaliknya akan menambah najis (penyakit) yang baru.

Pandangan ulama fiqih dalam hal air yang ditulis oleh Sayyid Sabiq (2004) dalam bukunya fiqih sunnah, air dibagi menjadi beberapa jenis yaitu;

1. Air mutlak

Air mutlak dihukumkan sebagai air suci lagi menyucikan. Artinya, ia suci pada dirinya dan menyucikan bagi lainnya. Adapun yang termasuk macam-macam air mutlak adalah, air hujan, salju atau es, air embun, air laut, dan air telaga (zam-zam).

2. Air *Musta'mal* (air yang telah terpakai)

Yaitu air yang telah terpisah (telah terpakai) dari anggota-anggota orang yang berwdhu dan mandi. Hukumnya suci lagi menyucikan,

sebagaimana halnya air mutlak tanpa adanya perbedaan dari segi hukum.

3. Air yang bercampur dengan barang yang suci

Misalnya dengan sabun, lumut, tepung dan lain-lain yang biasanya terpisah dari air. Hukumnya tetap menyucikan selama kemutlakannya masih terpelihara. Jika sudah tidak, hingga ia tidak dapat lagi dikatakan air mutlak, maka hukumnya ialah suci pada dirinya, dan tidak menyucikan bagi lainnya.

4. Air yang bernajis

Air yang bernajis terdapat dua macam, yaitu sebagai berikut; *pertama*, bila najis itu mengubah salah satu dari rasa, warna, atau baunya. Berdasarkan kondisi ini maka ulama sepakat bahwa air itu tidak dapat dipakai untuk bersuci. *Kedua*, bila air tetap dalam keadaan mutlak, artinya salah satu dari sifatnya yang tiga tidak berubah. Hukumnya adalah suci dan menyucikan, baik kadar air tersebut banyak ataupun sedikit.

Air bersih menurut Ibnu Hajar (2007), bahwa air bersih dapat juga disebut air suci lagi menyucikan, sebagaimana Hadits yang tercantum dalam kitab bulughul maram, yang kutipannya sebagai berikut:

وعن ابي سعيد الخدرى رضي الله عنه قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم "الماء طهور لا ينجسه شيء"

Artinya: dari Abu Sa'id Al- Khudriyyi r.a., bahwa Rosulullah s.a.w bersabda: "sesungguhnya air itu suci dan menyucikan, tak ada sesuatupun yang dapat menajiskannya.

Pada hadits yang lain dalam kitab fiqih yang ditulis oleh Umar Sitanggal (2007), tentang air suci (bersih) dapat berubah menjadi tidak suci karena beberapa sebab, kutipan hadits tersebut adalah:

وعن ابي امامة الباهلي رضى الله عنه قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم "ان الماء لا ينجسه شئ الا ما غلب على ريحه وطعمه ولونه" اخرج ابن ماجه، وضعفه ابو حاتم.

Artinya: dari abbu umamah r.a., bahwa Rosulullah s.a.w. bersabda: "sesungguhnya tak satu bendapun yang dapat menajiskan air, kecuali benda yang dapat mengubah bau atau rasa dan warnanya".

Hadis di atas menjelaskan bahwa air suci dapat berubah menjadi tidak suci (tidak dapat untuk menyucikan) apabila telah berubah karena adanya benda yang dapat merubah warna, rasa dan bau (aroma) air tersebut. Kata "benda" dalam hadits tersebut dapat berupa apa saja yang intinya dapat merubah. Dalam kajian ilmu biologi salah satu penyebab terjadinya perubahan pada air adalah adanya kandungan bakteri pada air, sehingga apabila dikonsumsi atau digunakan air tersebut dapat membahayakan karena bakteri yang dapat hidup di air semuanya adalah membahayakan atau bersifat pathogen pada makhluk hidup, apabila dikonsumsi dapat menyebabkan penyakit dalam tubuh seperti diare, apabila digunakan dapat menyebabkan penyakit kulit.

Berdasarkan hal tersebut perlu adanya perlindungan dan perhatian terhadap air bersih agar tidak menjadi ancaman terhadap kesehatan masyarakat dan dirasa sangat diperlukan perlindungan ditujukan pada pengamanan terhadap sumber air, tempat pengolahan, tempat penampungan dan sistem distribusinya. Salah satu upaya untuk melindungi kualitas air

bersih adalah dengan melakukan pengolahan dan desinfeksi dimana selama ini yang dipakai pada umumnya yaitu sistem chlorinasi.

Air merupakan asal kejadian atau penciptaan semua unsur yang hidup di alam ini. Semua benda jika dikaji dari sudut pandang sains tersusun dari unsur air. Semua benda itu tidak abadi dan nantinya akan kembali menjadi air. Air yang baik dan hidup ialah air yang mengalir. Salah satu anugerah yang disediakan Allah untuk makhluknya adalah air. Air yang sudah menjadi salah satu bagian penting dalam kehidupan kita selalu bersirkulasi secara dinamik, baik di lingkungan sekitar seperti di udara tanah dan tumbuhan (Susilowati dan Suheriyanto, 2006).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yaitu penelitian dengan menggunakan perlakuan terhadap air untuk mengetahui efektivitas chlorin tablet terhadap kandungan bakteri *Escherichia coli*. Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratoium Instalasi Penyehatan Lingkungan (IPL) RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang dan Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang, sampel diperoleh dari tandon air bersih RSUD. Dr Saiful Anwar Malang. Waktu penelitian pada bulan November 2008.

Lokasi pengambilan sampel penelitian diperoleh di RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang. Alasan pemilihan lokasi tersebut karena selama ini belum pernah dilakukan penelitian tentang efektivitas chlorin tablet sebagai bahan desinfeksi terhadap penurunan bakteri *Escherichia coli*.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Untuk melakukan penelitian ini kami butuhkan alat dan bahan sebagai pendukung agar dapat memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan, adapun alat dan bahan tersebut adalah:

3.3.1 Alat

A. Peralatan yang dibutuhkan dilapangan

1. Botol steril untuk mengambil sampel air di tandon guna diperiksa secara bakteriologis.
2. Bunsen untuk sterilisasi botol sampel pada pengambilan sampel.
3. Termos es sebagai tempat membawa sampel ke laboratorium.

B. Peralatan yang digunakan untuk pemeriksaan laboratorium

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian pemeriksaan laboratorium adalah autoklave, inkubator, koloni counter, pipet, tabung reaksi, tabung durham, kapas, cawan petri, alat saring, kertas saring, dan pinset.

3.3.2 Bahan

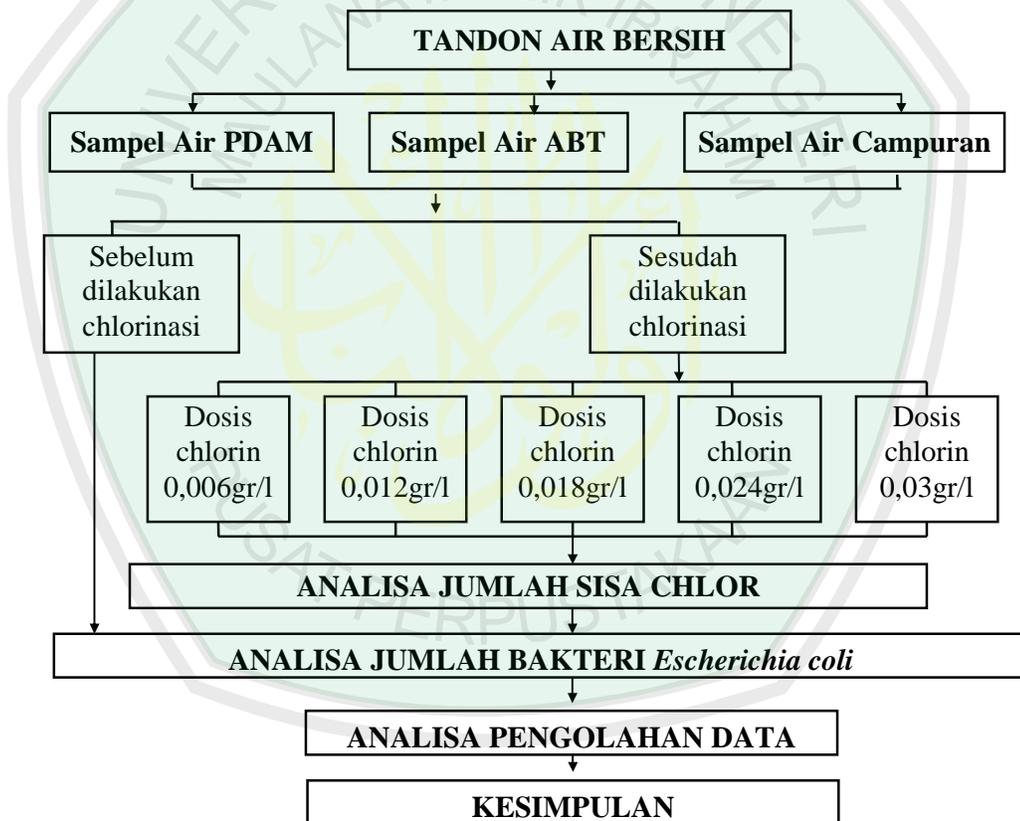
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang diambil dari 4 tandon yang dianggap berperan penting dalam proses penyembuhan pasien, Alkohol 90%, Media LB (*Lactosa Broth*), Media BGLB (*Brilliant green lactosa broth*), Media M-Endo Agar, chlor tablet dosis 60% : 0.006 gr/l; 0.012 gr/l; 0.018 gr/l; 0.024 gr/l; 0.03 gr/l.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian merupakan penelitian yang bersifat deskriptif kuantitatif, dengan ketentuan yang berhubungan dengan rancangan, jenis data, penentuan sampel dan pengumpulan data. Bertujuan untuk menentukan kandungan bakteri *Escherichia coli* sebelum dan setelah dilakukan chlorinasi dan

mengetahui keefektifitasan chlorinasi sebagai bahan desinfeksi pada tandon pengolahan air bersih RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang.

Pelaksanaan operasional penelitian, secara skematis disajikan pada gambar 3.1, yang pada prinsipnya mencakup penelitian di lapangan dan laboratorium dengan metode deskriptif, adapun rancangan skematis tersebut adalah sebagai berikut;



Gambar 3.1 : Kerangka skematis operasional penelitian

3.5 Cara Kerja Penelitian

a. Sterilisasi Alat

Prosedur sterilisasi alat dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- 1) Semua alat-alat yang terbuat dari bahan kaca dan tahan panas seperti tabung reaksi, cawan petri, gelas ukur sebelum disetrilisasi disumbat atau di bungkus dengan kertas.
- 2) Kemudian semua alat yang telah dibungkus disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit dengan suhu 150 °C.
- 3) Sedangkan untuk bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini (Aquades, medium LB, Medium BGLB, dan Medium Bakteri M-Endo) disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121 °C, tekanan 15 psi dan dipertahankan selama 15 menit (Faizati, 2003).

b. Pembuatan medium

1. Pembuatan medium LB (*Lactose bouillon*)

Tabel 3.1 : Cara Pembuatan Medium LB (*Lactose bouillon*)

No	Perlakuan	Pengamatan
1.	Ditimbang 1300 mg Zat <i>Lactose bouillon</i> (LB)	- zat berwarna kuning kecoklatan
2.	Dilarutkan dalam akuades sebanyak 1 liter	- larut dan berwarna kuning
3.	Dipanaskan dan distirer	- larut semua
4.	Diautoclave dengan temperatur 121°C dalam waktu 15 menit	- larutan menjadi steril

2. Pembuatan Medium BGLB (*Brilliant green lactosa broth*)

Tabel 3.1 : Cara Pembuatan Medium BGLB (*Brilliant green lactosa broth*)

No	Perlakuan	Pengamatan
1.	Ditimbang 1300 mg Zat BGLB (<i>Brilliant green lactosa broth</i>)	- zat berwarna hijau dan berbentuk serbuk
2.	Dilarutkan dalam akuades sebanyak 1 liter	- larut dan berwarna hijau
3.	Dipanaskan dan distirer	- larut semua
4.	Diautoclave dengan temperatur 121 ⁰ C dalam waktu 15 menit	- larutan menjadi steril

3. Pembuatan Medium Endo Agar

- a. Menimbang 4,15gr medium Endo agar.
- b. Dilarutkan medium endo agar dalam 75ml air destilasi digelas piala 100 ml.
- c. Dipanaskan 50 ml air destilasi dalam erlenmeyer sampai suhu 50° C.
- d. Dimasukkan larutan medium endo agar pelan-pelan ke erlenmeyer yang berisi air destilasi sambil diaduk
- e. Ditutup erlenmeyer dengan kapas dan sterilkan larutan media endo agar selama 15 menit atau volumenya tinggal 100 ml.

c. Prosedur pengambilan sampel air untuk uji mikrobiologi

Pada penelitian ini sampel air bersih yang diambil adalah tiga jenis yaitu air bersih PDAM, Air bersih Bawah Tanah (ABT) dan air bersih

campuran PDAM dan ABT, dimana masing-masing sampel yang diuji laboratorium pertama adalah sampel air tanpa perlakuan chlorinasi, dengan maksud sebagai bahan perbandingan.

Contoh air diambil dengan botol yang diberi pemberat di bagian bawah dan bertali ± 20 m, sebelumnya kondisi botol harus bersih dan steril, juga keadaan tangan kita harus dibasuh dengan alkohol 70% untuk pengambilan contoh sebagai berikut:

- 1) Botol dipegang di bagian bawah dan bungkus kertas dibuka, tangan tidak boleh bersentuhan dengan botol.
- 2) Plambir mulut botol agar dalam keadaan steril.
- 3) Tali dilepas dan botol diturunkan pelan-pelan, sampai mulut botol masuk minimum 10 cm ke dalam air.
- 4) Setelah terisi penuh, botol diangkat dan isi dibuang sampai volume contoh air menjadi $\frac{2}{3}$ volume botol (lebih dari 100ml).
- 5) Plambir mulut botol agar dalam keadaan steril.
- 6) Botol yang telah berisi contoh air dibungkus kembali dengan kertas pembungkus, diikat pada lehernya, kemudian ditemplei dengan keterangan jenis sampel asal air bersih.
- 7) Sampel air tersebut dimasukkan ke dalam termos es dan dibawa ke laboratorium

d. Prosedur pembubuhan chlor

1. Menyiapkan sampel air PDAM, ABT dan campuran masing-masing sebanyak 5 wadah Erlenmeyer sebanyak 1 liter.

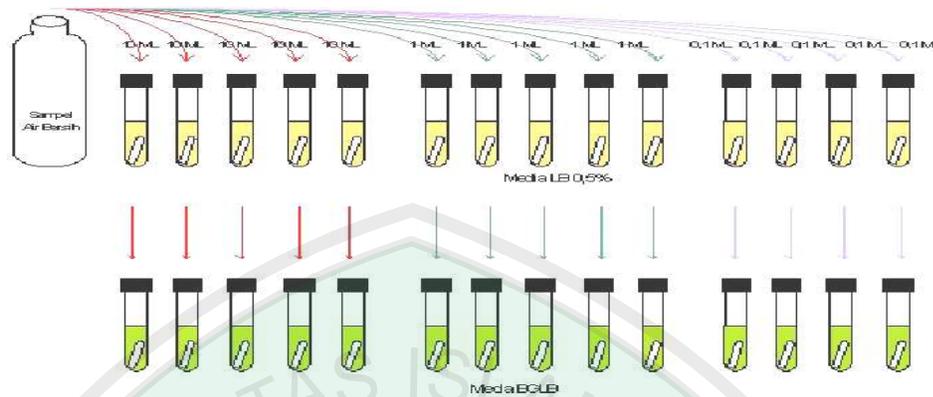
2. Disiapkan tablet chlor 60% kemudian ditimbang dengan berat 0,006 gr; 0,012 gr; 0,018 gr; 0,24 gr; 0,03 gr, masing-masing dipisahkan sebanyak 3 kali
3. Dibubuhkan chlor pada setiap sampel air dengan variasi dosis chlor yang berbeda-beda pada masing-masing sampel adalah: 0,006 gr/l; 0,012 gr/l; 0,018 gr/l; 0,24 gr/l; 0,03 gr/l. Setiap dosis diberi label pada masing-masing sampel
4. Perlakuan masing-masing sampel air diberi waktu 60 menit dari pembubuhan.

e. Pemeriksaan Air Bersih

Prosedur pemeriksaan air bersih dilakukan di laboratorium menurut Alaerts (1987), setelah mengambil sampel harus segera dilakukan pemeriksaan secara biologi untuk mengetahui kualitas mikrobiologi sampel air bersih dengan beberapa tahap sebagai berikut;

I. Uji Pendugaan

1. Untuk memeriksa mikrobiologi air bersih disiapkan tabung 5 seri, terlebih dahulu kita siapkan 15 tabung reaksi dengan volume 10 ml berisi medium LB (*Lactose bouillon*), dengan susunan 5 tabung untuk 10 ml, 5 tabung untuk 1 ml, dan 5 tabung untuk 0.1 ml.



Gambar 3.2: Skema pengenceran uji pendugaan dan penegasan media LB dan BGLB dengan metode 5 seri

2. Kemudian memberi label pada tabung reaksi sesuai dengan seri maupun jenis sampel, lalu diikat menggunakan karet.
3. Dilanjutkan menginkubasi medium yang telah diinokulasi pada incubator pada suhu 37°C selama 2×24 jam, jika hasil inkubasi positif maka dilanjutkan dengan uji penegasan.

II. Uji Penegasan

1. Setelah 2×24 jam, pemeriksaan dilakukan dengan melihat jumlah tabung yang positif, indikator tabung positif adalah terbentuk gelembung akibat aktifitas fermentasi di dasar tabung durham.
2. Kemudian mencatat jumlah tabung yang positif .
3. Setelah mengetahui tabung yang positif maka dilanjutkan dengan uji penegasan menggunakan medium BGLB, dengan cara menginokulasikan 1 ose sampel positif dari medium LB dipisah kemedium BGLB dilakukan secara aseptik.

4. Dilanjutkan dengan menginkubasi dalam suhu 37 °C selama 2x24 jam.
5. Indikator tabung positif adalah terbentuk gelembung akibat aktifitas fermentasi di dasar tabung durham. Kemudian dicocokkan dengan tabel nilai MPN dan dilanjutkan dengan uji kepastian.

III. Uji kepastian

a. Prosedur pemeriksaan laboratorium total bakteri *E. Coli*

Prosedur pemeriksaan laboratorium untuk uji mikrobiologi bakteri *E. coli* dengan metode *Spread plate* (permukaan). Menurut Zubaidah (2006), prosedur *Spread plate* ini dilakukan dengan cara menuangkan medium agar steril dahulu ke dalam cawan petri dan dibiarkan membeku. Setelah membeku sempurna, sampel cair dari uji penegasan yang positif masing-masing dipipet pada permukaan tersebut dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 2x24 jam. Prosedur ini dapat menghitung bakteri secara langsung dengan unit koloni.

Bakteri golongan *E.coli* akan tumbuh membentuk koloni dengan warna abu-abu pekat sampai kekuningan dan memberikan lapisan metalik pada permukaannya pada media agar M-Endo dalam jangka waktu 24 jam.

b. Prosedur Pemiakan

Semua peralatan yang digunakan dalam pekerjaan ini dalam kondisi steril:

- a) Mengencerkan media M-Endo agar.

- b) Menuang 5ml-10ml media endo agar kedalam cawan petri, ditutup cawan petri dan diamkan media sampai membeku sempurna
- c) Menyiapkan mikropipet yang digunakan untuk memindahkan sampel
- d) Memindahkan sampel dari tabung BGLB yang positif sebanyak 1 ml ke dalam medium M-Endo agar yang telah membeku.
- e) Menginkubasi pada temperatur 35°C-37°C selama 24 jam
- f) Dihitung koloni yang berwarna abu-abu pekat kekuningan dengan alat coloni counter.

c. Perhitungan

Dipilih dan dihitung koloni bakteri yang tumbuh berwarna abu-abu pekat kekuningan pada permukaan media. Perhitungan koloni bakteri menurut Fardiaz (1993), dengan menghitung jumlah koloni pada cawan berdasarkan SPC (*standart plate count*) adalah dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Koloni per ml} = \text{jumlah koloni} \times (1/\text{FP})$$

$$\text{Faktor pengencer (FP)} = P1 \times P2 \times \text{jumlah bakteri yang tumbuh}$$

Keterangan : P1= Pengenceran awal

P2= pengenceran selanjutnya

(Zubaidah, 2006).

d. Prosedur pemeriksaan Sisa Chlor

Untuk pemeriksaan sisa chlor air bersih digunakan alat yaitu spektrofotometer, alat ini mempunyai tabung untuk diisi air bersih yang

telah dichlorinasi dengan dosis yang telah ditentukan, setiap pengujian sisa chlor pada masing-masing dosis dilakukan penetralan nilai chlor dengan menggunakan tabung yang berisi air aquades, hasil sisa chlor sesuai yang tertera pada layar spektrofotometer (Ryadi, 1984).

3.6 Metode Analisis Data

Dari data pemeriksaan laboratorium diolah dan disusun dalam suatu tabel, dihitung dan disajikan secara diskriptif sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai kemudian dibandingkan dengan standart yang telah ditentukan dan dianalisa dengan teori yang ada, untuk mengetahui keefektivitasan chlorin tablet 60 % sebagai bahan desinfeksi terhadap penurunan bakteri *Escherichia coli* pada pengolahan air bersih di tandon RSU. Dr. Saiful Anwar Malang.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Jumlah bakteri *Escherichia coli* sebelum dan setelah diberi chlor

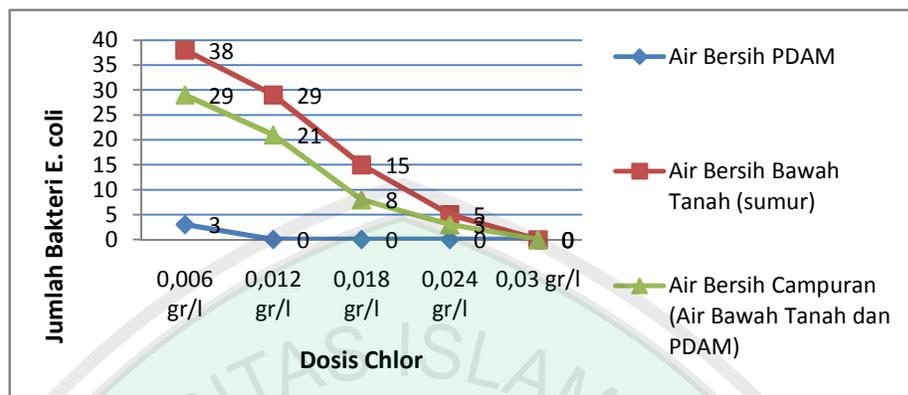
Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, disajikan dalam bentuk deskripsi berdasarkan perhitungan bakteri *Escherichia coli*, sebelum dan setelah diberi perlakuan chlorinasi. Hasil perhitungan yang didapatkan dibandingkan dengan standart yang ditetapkan Permenkes No. 416/PERMENKES/PER/IX/1990.

Jumlah bakteri *Escherichia coli* pada tiga macam sampel air bersih sebelum dan setelah diberi chlor, dapat dilihat pada Tabel 4.1;

Tabel 4.1 : Data jumlah bakteri *E. coli* sebelum dan setelah diberi chlorinasi

N O	Sampel air bersih	Jumlah bakteri <i>E. coli</i> sebelum diberi chlor (cfu/ml)	Dosis clorinasi tablet 60 %	Jumlah bakteri <i>E. coli</i> setelah diberi chlor (cfu/ml)
1.	Air bersih PDAM	5	0,006 gr/l	3
			0,012 gr/l	-
			0,018 gr/l	-
			0,024 gr/l	-
			0,03 gr/l	-
2.	Air bersih bawah tanah (sumur)	78	0,006 gr/l	38
			0,012 gr/l	29
			0,018 gr/l	15
			0,024 gr/l	5
			0,03 gr/l	0
3.	Air bersih campuran (air bawah tanah dan PDAM)	60	0,006 gr/l	29
			0,012 gr/l	21
			0,018 gr/l	8
			0,024 gr/l	3
			0,03 gr/l	-

Keterangan; (-) tidak dilakukan penelitian



Gambar 4.1: Grafik hasil penelitian jumlah bakteri *E. Coli* setelah pemberian clor

Berdasarkan data Tabel 4.1 hasil perhitungan jumlah koloni bakteri *E. coli* pada cawan petri dengan alat koloni counter, sebelum diberi chlorinasi dapat dianalisis bahwa jumlah total bakteri *E. coli* yang sesuai dengan Permenkes No. 416/PERMENKES/PER/IX/1990 yaitu dalam setiap 100 ml air terdapat 10 koloni total bakteri *E. Coli*. Pada sampel air PDAM diperoleh 5 koloni, yang berarti masih sesuai dengan standart Permenkes. Sampel air sumur atau ABT diperoleh 78 koloni dan sampel air campuran PDAM dan ABT diperoleh 60 koloni tidak sesuai dengan standart yang diperbolehkan permenkes. Hasil jumlah koloni bakteri dari air campuran lebih rendah, bukan malah sebaliknya menjadi lebih banyak dari air sumur karena air campuran lebih dipengaruhi oleh air PDAM yang telah mengandung desinfektan.

Hasil dari sampel PDAM memenuhi syarat Permenkes karena sebelum didistribusikan pada konsumen air tersebut telah dilakukan proses desinfeksi oleh PDAM. Air bersih yang berasal dari ABT belum memenuhi syarat untuk layak digunakan, karena masih terdapat jumlah bakteri *E. coli*

yang melebihi batas untuk layak digunakan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Pudjarwoto (1993), yaitu kualitas air yang berasal dari bawah tanah jumlah bakteri yang terkandung di dalamnya sangat tergantung pada asal mula rembesan yang berada di permukaan tanah hingga bawah tanah, yaitu kondisi dan jenis batuan atau tanah yang dilewati rembesan air tersebut. Artinya apabila jenis tanah atau bebatuan yang dilewati air dari permukaan memungkinkan untuk dapat menyaring air dari berbagai jenis bakteri dan kotoran, sehingga pada lapisan tanah sebagai tempat terkumpulnya air yang kemudian mengalir ke sumur akan sangat dimungkinkan bahwa jumlah bakteri pada air tersebut sangat kecil.

Kehadiran bakteri *E. coli* tersebut dapat pula dari faktor asal air tersebut berada, antara satu tempat tidak sama dengan tempat yang lain, secara jelas bahwa faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi, hal ini sesuai dengan yang dinyatakan Dwijoseputro (2005), bahwa asal air sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh di tanah sebagian meresap ke dalam tanah dan sebagian menggenang di permukaan tanah hal ini tergantung pada kondisi tanah, air hujan membawa berbagai jenis mikroorganisme yang hidup berhamburan di udara. Saat air berada di dalam tanah air akan tercemar lagi karena adanya sisa-sisa makhluk hidup, kotoran hewan maupun manusia serta memungkinkan juga limbah-limbah dari pabrik.

Melihat hasil penelitian dari air bawah tanah atau sumur yang berada di RSUD Dr. Saiful Anwar, kemungkinan besar dapat terjadi karena pengaruh dari lingkungan, jika dilihat dari letaknya RSUD Dr. Saiful Anwar

berada di tengah-tengah kota yang padat penduduk sehingga banyak sekali pengaruh dari beberapa aliran got-got penduduk perkotaan yang meresap, karena letaknya yang tidak jauh dari sungai maka besar kemungkinan juga bahwa aliran got penduduk tersebut melewati area rumah sakit. Adapun limbah dari RSUD Dr. Saiful Anwar sendiri dimungkinkan tidak berpengaruh karena memiliki pengolahan limbah sendiri yang aktif setiap waktu.

Jumlah bakteri *Escherichia coli* pada tiga macam sampel air bersih setelah diberi chlor, berdasarkan data Tabel 4.1 bahwa hasil penelitian air bersih jumlah koloni bakteri *E. coli* pada sampel air bersih yang berasal dari PDAM diperoleh 3 koloni bakteri *E.coli* hanya pada dosis pemberian chlor 0,006 gr/l.

Pada sampel air bersih yang berasal dari ABT (air bawah tanah) atau sumur diperoleh koloni bakteri *E.coli* pada cawan petri setelah dirata-rata, pada dosis pemberian chlor 0,006 diperoleh 38 koloni. Pada dosis pemberian chlor 0,012 diperoleh 29 koloni. Pada dosis pemberian chlor 0,018 diperoleh 15 koloni. Pada dosis pemberian chlor 0,024 diperoleh 5 koloni. Pada dosis pemberian chlor 0,03 tidak ditemukan koloni.

Pada sampel air bersih yang berasal dari campuran PDAM dan ABT diperoleh koloni bakteri *E.coli* pada cawan petri setelah dirata-rata, pada dosis pemberian chlor 0,006 diperoleh 29 koloni. Pada dosis pemberian chlor 0,012 diperoleh 21 koloni. Pada dosis pemberian chlor 0,018 diperoleh 8 koloni. Pada dosis pemberian chlor 0,024 diperoleh 3 koloni. Pada dosis pemberian chlor 0,03 tidak ditemukan koloni pada semua ulangan.

Berdasarkan data Tabel 4.1 hasil pemeriksaan air bersih setelah diberi chlor dapat dianalisis bahwa pemberian chlor sangat berpengaruh sekali terhadap penurunan jumlah bakteri *E. coli*, semakin besar dosis chlorinasi yang dibubuhkan maka semakin kecil jumlah bakteri. Apabila dibandingkan pada semua sampel air bersih dengan standart jumlah total bakteri *E. coli* yang sesuai dengan Permenkes No. 416/PERMENKES/PER/IX/1990 yaitu dalam setiap 100 ml air terdapat 10 koloni total bakteri *E. Coli*. Maka pada sampel air PDAM pada dosis yang diuji diperoleh 3 koloni, jumlah tersebut berarti masih sesuai dengan standart Permenkes. Sedangkan untuk sampel air sumur atau ABT pada dosis 1 sampai 3 (dengan jumlah rata-rata 38, 29 dan 15 koloni) tidak memenuhi persyaratan, adapun pada dosis 4 dan 5 (dengan jumlah rata-rata 5 dan 0 koloni) masih sesuai dengan persyaratan Permenkes.

Sampel air campuran PDAM dan ABT pada dosis 1 sampai 3 (dengan jumlah rata-rata 29, 21 dan 8 koloni) tidak memenuhi persyaratan, adapun pada dosis 4 dan 5 (dengan jumlah rata-rata 3 dan 0 koloni) masih sesuai dengan persyaratan standart yang diperbolehkan permenkes.

Hasil dari jumlah bakteri *E.coli* setelah pembubuhan chlor pada Gambar grafik 4.1 tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan antara jumlah bakteri dengan dosis chlor yang dibubuhkan. Ketiga sampel tersebut pada masing-masing dosis apabila dibandingkan dengan jumlah bakteri *E. coli* sebelum diberi clor dapat dijelaskan, pada sampel air PDAM semua sampel yang tidak mengandung bakteri *E.coli* tetap dilakukan uji kepastian walaupun sudah memenuhi syarat hal tersebut untuk memastikan apakah

terdapat koloni bakteri. Perbandingan antara sebelum diberi chlor dan setelah diberi chlor menunjukkan bahwa jumlah koloni mengalami penurunan dari 5 koloni menjadi 3 koloni pada dosis 0,006 gr/l.

Penurunan jumlah koloni pada air PDAM terjadi pada dosis yang terendah tersebut karena pada PDAM telah dilakukan desinfektan dengan chlor sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Priyanto dan Masduqi (2004), pada salah satu sampel penelitiannya adalah air PDAM, hasil dari penelitiannya menemukan jenis desinfektan bahan kimia berupa zat chlor pada air PDAM yang menyebabkan aroma seperti belerang. Kuat atau tidaknya aroma tersebut dapat dijadikan sebagai acuan banyak atau sedikitnya kandungan chlor pada air PDAM tersebut.

Pada sampel air ABT (sumur) apabila dibandingkan dengan jumlah koloni bakteri sebelum pembubuhan chlor yaitu 78 koloni, maka terjadi penurunan yang signifikan dari jumlah koloni yang ditemukan yaitu menjadi 38 koloni. Hasil yang sesuai dengan syarat kesehatan pada pembubuhan chlor dengan dosis 0,024 gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 5 koloni. Adapun hasil yang lebih efektif dan sesuai dengan syarat kesehatan pada pembubuhan chlor dengan dosis 0,03 gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 0 koloni.

Yuniangsih (2005), menuliskan bahwa penggunaan chlor yang sesuai dosis sebagai bahan desinfektan pada air sumur untuk air minum yang diujikan terhadap ternak lebih efektif jika dibandingkan dengan air yang

direbus. Karena zat chlor dapat membunuh mikroorganisme atau bakteri yang tahan terhadap panas.

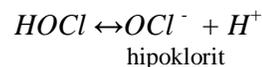
Pada sampel campuran (PDAM dan ABT) apabila dibandingkan dengan jumlah koloni bakteri sebelum diberi chlor 60 koloni terjadi penurunan, hasil yang sesuai dengan syarat kesehatan pada pembubuhan chlor dengan dosis 0,018 gr/l dan dosis 0,024 gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 8 koloni dan 3 koloni. Hasil yang lebih efektif dan sesuai dengan syarat kesehatan pada pembubuhan chlor dengan dosis 0,03 gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 0 koloni.

Ketiga macam sampel air yang tidak mengandung adanya koloni bakteri menandakan bahwa zat chlor yang dibubuhkan telah membunuh bakteri secara keseluruhan, karena perbandingan dosis chlor yang diberikan dengan jumlah bakteri *E. coli* sebanding atau zat chlor yang lebih banyak dari bakteri (Coppock, 1988).

Menurut Kammer, F.N (1985) dalam Erlina, dkk (2008), apabila zat chlor dilarutkan dalam air, maka akan terjadi reaksi hidrolisa yang cepat, dengan reaksi secara kimia sebagai berikut:



Asam hipoklorit akan terurai sesuai reaksi berikut:



Hasil dari reaksi hidrolisa di atas menghasilkan hipoklorit yang dapat membunuh bakteri *E. coli*, yaitu ion klorida (Cl^-) merupakan ion yang tidak

aktif, sedangkan Cl_2 , HOCl , dan OCI^- dianggap sebagai bahan yang aktif. Asam hipoklorit (HOCl) yang tidak terurai adalah zat pembasmi yang paling efisien bagi bakteri.

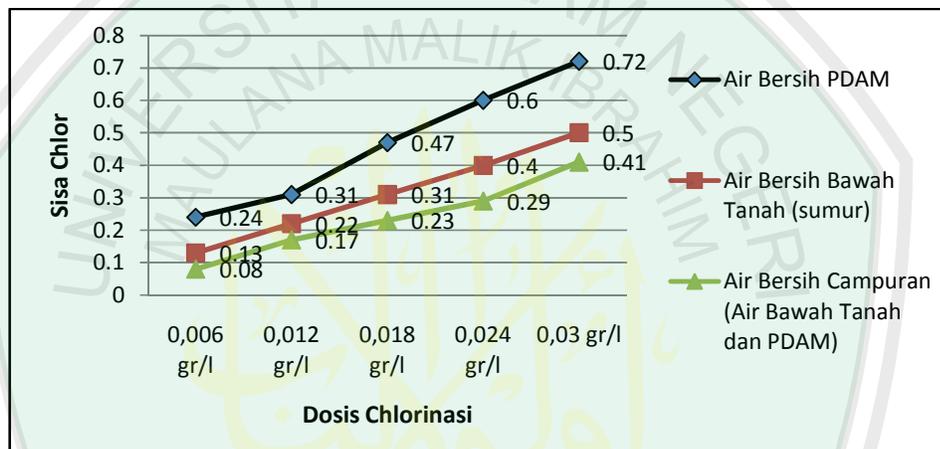
Desinfektan chlor yang berikatan dengan bakteri secara aktif memberikan efek penghambatan (*cidal effects*) pada bakteri *E.coli*. Mekanismenya, karena daya oksidasi (reaksi hidrolisa) dari penambahan chlor dalam air maka akan merusak struktur sel organisme, sehingga mikroorganisme akan mati, dengan cara berinteraksi dengan satu atau lebih target di dalam sel bakteri. Target-target desinfektan di dalam sel bakteri yaitu lapisan peptidoglikan, membran sitoplasma, membran luar, protein struktural, grup tiol dari enzim, asam nukleat, amplop viral, kapsid atau asam nukleat, dan lapisan pelindung spora (Erlina, dkk, 2008).

Hasil penelitian pembubuhan chlor sangat berpengaruh terhadap penurunan jumlah bakteri *E. coli* tersebut, terkait juga dengan cara pembubuhan chlor sesuai dengan yang diharapkan, sebagaimana yang dinyatakan oleh Sidharta (1997), dan Masduqi (2004), efektivitas bahan kimia yang dipergunakan untuk desinfeksi adalah dengan cara pembubuhan langsung.

Alaerts (1987), menyatakan juga tentang pengukuran residu chlorinasi disebutkan bahwa penambahan chlor dalam air akan lebih cepat membunuh bakteri dengan cara merusak struktur sel organisme. Namun proses tersebut hanya akan berlangsung bila chlorine mengalami kontak langsung dengan organisme tersebut.

4.2 Keefektifan chlorinasi sebagai bahan desinfektan

Sesuai dengan metode dan tujuan dari penelitian yang berdasarkan pada Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 menyebutkan tentang sisa chlor yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 0,2-0,5 ppm, maka hasil dari penelitian antara dosis pembubuhan chlor dan sisa chlor tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 : Grafik hasil pemeriksaan jumlah sisa chlor

Hasil dari penelitian tentang sisa chlor dapat dijelaskan bahwa semakin besar dosis yang dibubuhkan pada air maka sisa chlor yang terkandung pada air juga semakin besar apabila dibandingkan berdasarkan Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yang menyebutkan bahwa sisa chlor yang ada atau diperbolehkan dalam air bersih adalah berkisar antara 0,2 ppm - 0,5 ppm. Maka hasil yang ada pada air PDAM sisa chlor dosis 0,006 gr/l, 0,012 gr/l, 0,018 gr/l (nilai sisa chlor 0,24 ppm, 0,31 ppm dan 0,47 ppm) masih diperbolehkan, untuk dosis 0,024 gr/l, 0,03 gr/l (nilai sisa chlor 0,60 ppm dan 0,72 ppm) tidak diperbolehkan. Adapun pada sampel air ABT dan

pada sampel air campuran PDAM dan ABT sisa chlor masih memenuhi syarat yang diperbolehkan pada semua dosis yang dibubuhkan.

Nilai sisa chlor yang terkandung pada sampel PDAM pada dosis 0,006 gr/l, 0,012 gr/l, 0,018 gr/l, 0,024 gr/l, dan dosis 0,03 gr/l apabila dibandingkan dengan nilai sisa chlor pada sampel air sumur dan sampel air campuran pada dosis yang sama menunjukkan nilai sisa chlornya lebih tinggi, hal tersebut membuktikan lagi bahwa PDAM menggunakan zat chlor dalam pengolahan desinfektannya, sehingga chlor telah terkandung pada sampel air PDAM sebelum peneliti melakukan pembubuhan chlor pada sampel.

Gambar 4.2, pada grafik tersebut menunjukkan hasil dari jumlah sisa chlor setelah pembubuhan chlor, ketiga sampel tersebut dengan masing-masing dosis apabila dianalisa maka dosis chlor yang lebih efektif adalah, sampel air PDAM dosis chlor yang memenuhi syarat sesuai dengan Permenkes adalah pada pembubuhan chlor dosis 0,006 gr/l dengan hasil sisa chlor 0,24 ppm, sedangkan dosis yang lain tidak memenuhi syarat karena sampel tersebut telah diberi chlorinasi oleh pihak PDAM.

Terdapatnya sisa zat chlor berasal dari chlor yang dibubuhkan pada air, setelah semua organisme rusak atau mati akan terdapat sisa chlor bebas. Chlor bebas akan tetap berada dalam air sampai hilang di dunia luar (setelah terpakai) atau digunakan untuk membunuh bakteri baru. Sisa chlor merupakan bukti bahwa sebagian organisme berbahaya telah mati dan air dapat digunakan, Sisa chlor yang berbahaya dan air tidak baik untuk

digunakan adalah hasil dari chlor bebas yang berlebihan dan tidak digunakan untuk membunuh bakteri (Coppock, 1988).

Pada sampel air ABT semua sisa chlor memenuhi syarat sesuai dengan Permenkes pada pembubuhan semua dosis walaupun dosis paling besar 0,03 gr/l masih menghasilkan sisa chlor 0,50 ppm, adapun yang lebih efektif dosis chlornya adalah pada pembubuhan chlor dosis 0,024 gr/l dengan hasil sisa chlor 0,40 ppm.

Sampel air campuran (PDAM dan ABT) semua sisa chlor memenuhi syarat sesuai dengan Permenkes, walaupun pada pembubuhan dosis paling besar 0,03 gr/l, tetapi masih menghasilkan sisa chlor 0,41 ppm, adapun yang efektif sisa chlor adalah pada pembubuhan chlor dosis 0,024 gr/l dengan hasil sisa chlor 0,29 ppm.

Hasil sisa chlor jika dibandingkan antara sampel air sumur dan campuran, pada semua dosis hasilnya lebih besar nilai sisa chlornya dari sampel air bawah tanah, secara normal seharusnya lebih besar sampel air campuran karena pada sampel air campuran telah mengandung chlor.

Hal tersebut dijelaskan oleh Coppock (1988), bahwa zat chlor yang dibubuhkan pada air dengan jenis (kualitas dan sifat) air yang berbeda akan memicu pertumbuhan beberapa jenis mikroorganisme. Nilai sisa chlor sampel air campuran lebih sedikit dari sampel air sumur dimungkinkan jumlah mikroorganisme pada sampel air campuran lebih banyak dari sampel air sumur, sehingga zat chlor lebih banyak terpakai. Apabila dibandingkan dari jumlah bakteri *E. coli* antara sampel air campuran dan sampel air sumur maka

lebih banyak sampel air sumur, jadi mikroorganismenya yang ada pada sampel air campuran jika memang lebih banyak maka mikroorganismenya tersebut bukanlah bakteri *E. coli*.

Apabila dibandingkan hasil dari penelitian antara jumlah *E.coli* dan sisa chlor bahwa chlorin tablet 60% efektif sebagai bahan desinfektan air bersih untuk menurunkan kandungan angka bakteri *Escherichia coli* di tandon RSUD Dr. Saiful Anwar Malang. Agar dapat mencapai standart jumlah total bakteri *E. coli* yang sesuai dengan Permenkes No. 416/PERMENKES/PER/IX/1990 yaitu dalam setiap 100 ml air terdapat 10 total bakteri Coli dan sisa chlor 0,2-0,5 ppm. Perbandingan dari hasil penelitian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 : Perbandingan antara jumlah *E.coli* dan jumlah sisa chlor

N O	Sampel air bersih	Dosis clorinasi tablet 60 %	Jumlah bakteri <i>E.coli</i> (cfu/ml)	Jumlah sisa chlor (ppm)
1.	Air bersih PDAM	0,006 gr/l	3	0,24
		0,012 gr/l	-	0,31
		0,018 gr/l	-	0,47
		0,024 gr/l	-	0,60
		0,03 gr/l	-	0,72
2.	Air bersih bawah tanah (sumur)	0,006 gr/l	38	0,13
		0,012 gr/l	29	0,22
		0,018 gr/l	15	0,31
		0,024 gr/l	5	0,40
		0,03 gr/l	0	0,50
3.	Air bersih campuran (air bawah tanah dan PDAM)	0,006 gr/l	29	0,08
		0,012 gr/l	21	0,17
		0,018 gr/l	8	0,23
		0,024 gr/l	3	0,29
		0,03 gr/l	-	0,41

Hasil penelitian yang tertulis pada Tabel 4.2 dapat dideskripsikan bahwa terdapat pengaruh antara variasi dosis chlor yang dibubuhkan dengan jumlah total bakteri *E. coli*. Efektivitas dosis chlor yang dibubuhkan dalam air bersih sebagai bahan desinfektan terhadap penurunan bakteri *E. coli* yang sesuai dengan standart Permenkes NO: 416/Menkes/PER/1990 adalah :

1. Tandon air bersih PDAM adalah dengan dosis 0,006 gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 3 koloni dan sisa chlor 0,24 ppm.
2. Tandon air bersih bawah tanah (ABT) adalah dengan dosis 0,024gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 5 koloni dan sisa chlor 0,40 ppm
3. Tandon air bersih campuran ABT dan PDAM adalah dengan dosis 0,024gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 3 koloni dan sisa chlor 0,29 ppm.

4.3 Pengolahan air bersih dalam perspektif islam

Penelitian pengolahan kualitas air bersih dengan desinfeksi sistem chlorinasi ini menghasilkan suatu hasil yang positif terutama sebagai perlindungan terhadap air bersih agar tidak menjadi ancaman terhadap kesehatan masyarakat di rumah sakit (pasien, penunggu pasien, pengunjung, karyawan ataupun pengguna jasa rumah sakit lainnya) , perlindungan tersebut merupakan pengamanan terhadap sumber air, tempat pengolahan, tempat penampungan dan sistem distribusinya di rumah sakit.

Hasil dari penelitian ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam kehidupan manusia secara umum. Menurut Slamet (1994), bahwasannya air di dalam tubuh manusia berkisar 50-70% dari seluruh berat badan, kehilangan air 15% dari berat badan mengakibatkan kematian, karenanya orang dewasa perlu minum minimum 1,5-2 liter sehari. Tidak hanya manusia air juga merupakan suatu zat yang sangat dibutuhkan, dimana tidak ada makhluk satupun di muka bumi ini yang tidak membutuhkan air. Bagi manusia air adalah kebutuhan pokok yang tidak bisa lepas dari kehidupan sehingga air dapat disebut juga sebagai zat kehidupan.

Dalam perspektif Islam disebutkan pula bahwa air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup yang mutlak harus ada. Dengan air Allah menghidupkan bumi beserta makhluk yang ada di dalamnya, sebagaimana Allah berfirman dalam Q.S. Al-Ankabuut: 63 dan Q.S. An-Nahl: 65 sebagaimana kutipan berikut:

وَلَيْنَ سَأَلْتَهُمْ مَنْ نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ مِنْ بَعْدِ مَوْتِهَا لَيَقُولُنَّ اللَّهُ
 قُلِ الْحَمْدُ لِلَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْقِلُونَ ﴿١٢﴾

Artinya: Dan Sesungguhnya jika kamu menanyakan kepada mereka: "Siapakah yang menurunkan air dari langit lalu menghidupkan dengan air itu bumi sesudah matinya?" tentu mereka akan menjawab: "Allah", Katakanlah: "Segala puji bagi Allah", tetapi kebanyakan mereka tidak memahaminya).

وَاللَّهُ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَسْمَعُونَ ﴿١٣﴾

Artinya: Dan Allah menurunkan dari langit air (hujan) dan dengan air itu dihidupkan-Nya bumi sesudah matinya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang mendengarkan (pelajaran).

Kebutuhan air merupakan hal yang mutlak bagi kelangsungan hidup manusia baik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari maupun untuk pengembangan lingkungan hidupnya. Meningkatnya kuantitas dan kualitas air yang diperlukan dari waktu ke waktu sangat ditentukan oleh perkembangan penduduk serta perkembangan tingkat kesejahteraan manusia. Oleh karena itu kebutuhan air yang benar-benar sehat dan bersih dari kandungan bakteri penyebab penyakit merupakan hal yang sangat penting.

Kandungan bakteri pada air yang tidak layak untuk dikonsumsi tersirat pula pada firman Allah SWT pada surat Al-Furqon ayat 48-49, terdapat inti sari yang maknanya dapat dihubungkan dengan syarat dan ketentuan air yang dapat dikonsumsi dan dimanfaatkan terutama untuk minum bagi makhluk yang ada di bumi (manusia dan binatang ternak), yaitu air yang "amat bersih", dari kutipan amat bersih tersebut sudah jelas sekali

bahwa air yang layak konsumsi adalah yang bebas dari kuman dan penyakit.

Adapun kutipan ayat tersebut adalah:

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا ﴿٤٨﴾
لِنُحْيِيَ بِهِ بَلْدَةً مَيِّتًا وَنُسْقِيَهُ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَمًا وَأُنَاسِيًّا كَثِيرًا ﴿٤٩﴾

Artinya: Dia lah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan kami turunkan dari langit air yang amat bersih, Agar kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, dan agar kami memberi minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak.

Pandangan ulama fiqih dalam hal air bersih juga menggunakan bahasa air suci, sebagaimana Hadits yang tercantum dalam kitab bulughul maram, yang kutipannya sebagai berikut:

"وللبيهقي" الماء طهور إلا ان تغير ريحه، أو طعمه، أو لونه، بنجسة تحدث فيه

Artinya: dari Al-baihaqi meriwayatkan dengan lafazh: air itu suci dan mensucikan, kecuali jika baunya berubah, atau rasanya atau warnanya, karena sutau najis yang terjadi di dalamnya.

Kutipan ayat Al-Qur'an dan Hadits di atas dapat kita ambil inti sarinya yaitu keadaan air yang layak konsumsi (tidak mengandung bibit penyakit) adalah air bersih yang masih tetap murni dari sumbernya yaitu tidak adanya suatu perubahan dari bau (aroma tidak sedap), berasa dan berwarna. Hal tersebut dapat kita perjelas lagi dari kaca mata ilmiah yaitu kualitas air secara biologis ditentukan oleh kehadiran bakteri *E. coli* di dalamnya, apabila air mengandung bakteri maka sudah jelas sekali air akan berubah warna, aroma dan rasanya karena bakteri tersebut melakukan metabolisme pada air

tersebut, hasil metabolisme dari bakteri itulah yang menyebabkan bibit penyakit, maka semakin banyak jumlah bakteri tersebut maka perubahan tersebut akan semakin tampak sangat jelas.

Air diciptakan Allah dengan segala kesempurnaan sifatNya, yang juga tercermin dalam air itu sendiri. Air mampu memberikan kesegaran bagi makhluk yang kehausan. Air adalah lambang keikhlasan, mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah, tercurah dari langit menuju bumi, dari puncak gunung menuju lautan, walaupun banyak halangan dan rintangan, namun tetap akan mengalir ke tempat yang lebih rendah.

Di dalam perjalanannya air akan memberikan manfaat kepada yang dijumpainya, kepada hewan, tumbuhan dan manusia. Ketika berubah menjadi gas, air akan melepas oksigen yang sangat diperlukan untuk pernafasan makhluk hidup. Ketika menjadi es, akan memberikan perlindungan, sehingga dimanfaatkan untuk pengawetan makanan. Ketika kembali kewujud air, air adalah sumber kehidupan.

Begitu besarnya peranan air bagi makhluk hidup, maka sudah selayaknya kita untuk bersyukur kepadaNya. Sehingga apa yang telah diberikan Allah akan memberikan manfaat dan barokah. Kemudahan kita dalam memperoleh air wajib disyukuri dengan cara memanfaatkan air sebaik-baiknya, tidak boros dalam penggunaan, menjaga agar air tidak tercemar dan berusaha agar siklus air dapat tetap berjalan dengan baik.

Kita perlu menjaga keberadaan air di alam, kesalahan dalam pemanfaatan dan pengelolannya akan mengakibatkan terjadinya krisis air.

Pada saat ini beberapa Negara sudah mengalami krisis air bersih, jika ini dibiarkan terus tanpa da penanganan khusus dan yang pasti, maka pada suatu saat nanti mungkin anak cucu kita juga akan kesulitan mendapatkan air bersih.

Adalah menjadi tanggung jawab kita bersama sebagai umat Islam untuk menjaga ketersediaan air memanfaatkan dengan sebaik-baiknya, karena manusia diberi amanah oleh Allah untuk menjadi khalifah di muka bumi ini, maka dengan adanya chlorinasi kita telah melakukan salah satu cara dalam menjaga dan menurunkan adanya bahaya penyakit yang disebabkan oleh bakteri pathogen yang berada pada air yang kita manfaatkan, seperti yang tersurat di QS. Al Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۗ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن يُفْسِدُ فِيهَا
وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَخَنٌ نُّسَبِحُ بِحَمْدِكَ ۗ وَتُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾

Arinya: Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi." mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui."

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian yang sudah dipaparkan, maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Jumlah bakteri *E.coli* sebelum dilakukan proses chlorinasi, pada sampel air PDAM diperoleh 5 koloni, yang berarti masih sesuai dengan standart Permenkes. Sampel air sumur atau ABT diperoleh 78 koloni dan sampel air campuran (PDAM dan ABT) diperoleh 60 koloni tidak sesuai dengan standart yang diperbolehkan permenkes.
2. Pembubuhan dosis chlor yang efektif pada air bersih sebagai bahan desinfektan terhadap penurunan bakteri *E. coli* dan sisa chlor yang sesuai dengan standart Permenkes NO: 416/Menkes/PER/1990 adalah : Tandon air bersih PDAM adalah dengan dosis 0,006 gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 3 koloni dan sisa chlor 0,24 ppm. Tandon air bersih bawah tanah (ABT) adalah dengan dosis 0,024gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 5 koloni dan sisa chlor 0,40 ppm. Tandon air bersih campuran ABT dan PDAM adalah dengan dosis 0,024gr/l dengan hasil jumlah total bakteri *E. coli* 3 koloni dan sisa chlor 0,29 ppm.

5.2 Saran

Dalam usaha meningkatkan kualitas air bersih di RSUD. Dr. Saiful Anwar Malang, maka pada kesempatan ini penulis mencoba untuk memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses desinfektan yaitu pengukuran temperatur atau pH, dan lama waktu efektif chlor dalam membunuh bakteri.
2. Perlu adanya pembubuhan chlorin secara continue atau berkelanjutan terhadap semua tandon agar air tetap terjaga kualitasnya.
3. Perlu peningkatan pengawasan dengan melakukan pemeriksaan laboratorium baik secara mikrobiologis maupun fisika, kimia dengan rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Yusuf Al-Hajj. 2008. *Al-Qur'an Kitab Kedokteran (rahasia kemukjizatan sains*. Yogyakarta. Sajadah Press.
- Alaerts dan S.S. Santika. (1987). *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Anonimus, 2007a. *Evaluasi Daya Disinfektan Air HOP*. <http://www.tempo.co.id/medika/arsip/022001/art-3.htm>: diakses 29/9/2007
- Anonimus, 2007b. *Pemanfaatan Air Bersih Dalam Kehidupan*.<http://www.sehatgroup.web.id/articles/isiArt.asp?artID=167>: diakses 17/9/2007
- Azwar, Azrul, 1990. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: PT. Mutiara Sumber Widya.
- Departemen Kesehatan, 1992. *Direktorat Jenderal PPM dan PLP: Pedoman Sanitasi Rumah Sakit di Indonesia*. Jakarta.
- Coppock, M.S. Mostrom dan L .E . Lillie . 1988 . *The Toxicology of detergents, bleaches, antiseptics and disinfectans in small animals* . Vet. Hum. Toxicol . 30(5) : 463-473 .
- Dirjen PPM & PL dan Dirjen Yanmed, 2002. *Pedoman Sanitasi Rumah Sakit*. Jakarta: Dep.Kes. R.I.
- Erlina Lestari, Diyah, dkk. 2008. *Pengaruh Penambahan Biosida Pengoksidasi Terhadap Kandungan Klorin Untuk Pengendalian Pertumbuhan Mikroorganisme Pada Air Pendingin Sekunder Rsg-Gas*. Banten. Pusat Reaktor Serbaguna.
- Dwijoseputro. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan
- Fardiaz dan Srikandi. 1993. *Polusi Air dan Udara*. Jakarta: Kanisius
- Gubenur, 1996. *Baku Cara Pengambilan Contoh Air dan Air Limbah*. Surabaya.
- Ginting, Perdana. (1995). *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan
- Ibnu Hajar al-Ashqalani al- Hafidh. 2007. *Tarjamah Bulughul Maram*. Putra al Ma'arif. Surabaya
- Irianto, Koes. 2007. *Mikrobiologi (menguak dunia mikroorganisme) Jilid 1 dan 2*. Bandung: CV.Yrama Widya.

- Kammer, F.N, *The Nalco Water HandBook*, Mc.Grow Hill Book Company 1985.
- Kashiko, Tim. 2002. *Kamus Lengkap Biologi*. Surabaya: Kashiko Press.
- Mahrhan Jamaluddin. 2006. *Al- Qur'an bertutur Tentang Makanan dan Obat-obatan*. Mitra Pustaka. Yogyakarta.
- Menkes R.I., 1990. *Syarat-syarat Pengawasan Kualitas Air di Indonesia*. Jakarta: Dep. Kes. R.I.
- Menkes R.I., 2002. *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Dep. Kes. R.I.
- Menteri Kesehatan. 2004. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Muhammad Hasbi ash- Shiddieqy Teungku.2000. *Tafsir Al- Qur'anul Majid An-Nuur Jilid 4 surat 14-41*. PT. Pustaka Rizki Putra. Semarang
- Priyanto, Selamat dan Masduqi, Ahmad. 2004. *Penggunaan Secara Sehat dan Aman Desinfektan Bahan Kimia*. Jakarta: Erlangga.
- Purnomo, Hari. 1995. *Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Pudjarwoto, Nurindah P. 1993. *Kualitas Air Minum Ditinjau dari Sudut Mikrobiologi*. Jakarta: EGC
- RSU. Dr. Saiful Anwar Malang, 2006. *Profil*. Malang: RSU. Dr. Saiful Anwar Malang.
- RSU. Dr. Saiful Anwar Malang, 2005. *Laporan Tahunan*. Malang: RSU. Dr. Saiful Anwar Malang.
- Sabiq, Sayid. 2004. *Fiqih Sunnah (jilid 1)*. Jakarta: Darul Fath
- Sidharta, Bambang.1997. *Desinfeksi dan Sterilisasi*. Lawang: Pelatihan Pengawas Sanitasi Rumah Sakit.
- Soenirat, Slamet Juli. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Supardi, Imam dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*. Bandung: Alumni.
- Suriawiria, Unus.1985. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Bandung: Angkasa

- Susilowati, Retno dan Suheriyanto, Dwi. 2006. *Setetes Air Sejuta Kehidupan*. Malang. UIN Malang Press.
- Umar, Sitanggal Anshory. 2007. *Fiqih Syafi'i Sistematis*. Semarang. CV. Asy Syifa'..
- Wiryanan, W. 2003. *Rendahnya Kualitas Air Dan Permasalahan Yang Dapat Ditimbulkannya* . Infovet. Edisi 105 . hlm. 35-37.
- Yuningsih, 2005. *Pengaruh Cemaran Beberapa Senyawa Toksik Dalam Air Minum Terhadap Ternak*. Balai Penelitian Veteriner, Wartazoa Vol. 15 No. 2 95-102
- Volk dan Wheeler. 1990. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: Erlangga



Lampiran 1. Data hasil pengamatan sebelum chlorinasi

1. Tabel data hasil penelitian air bersih uji pendugaan

No	Sampel air Bersih	Jumlah tabung positif			Nilai MPN
		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
1.	Air bersih PDAM	1	1	0	4
2.	Air bersih bawah tanah (sumur)	4	3	1	33
3.	Air bersih campuran (air bawah tanah dan PDAM)	3	3	0	17

2. Tabel data hasil penelitian air bersih uji penegasan

No	Sampel air Bersih	Jumlah tabung positif			Nilai MPN
		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
1.	Air bersih PDAM	1	0	-	2
2.	Air bersih bawah tanah (sumur)	4	2	0	22
3.	Air bersih campuran (air bawah tanah dan PDAM)	3	2	-	14

Keterangan: (-); tidak dilakukan uji penegasan

3. Tabel data hasil penelitian jumlah bakteri *E. Coli* sebelum pemberian clorin

No	Tandon	Jumlah bakteri <i>E.coli</i> (cfu/ml)			Rerata
		Ulangan			
		1	2	3	
1	Air bersih PDAM	5	3	6	5
2	Air bersih bawah tanah (sumur)	78	78	80	78
3	Air bersih campuran (air bawah tanah dan PDAM)	62	58	60	60

Lampiran 2. Data hasil pengamatan setelah chlorinasi

1. Tabel data hasil pengamatan air bersih uji pendugaan setelah pemberian chlor

NO	Sampel air bersih	Dosis clorinasi tablet 60 %	Jumlah tabung positif			Nilai MPN
			Pengenceran			
			10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
1	Air Bersih PDAM	0,006 gr/l	1	0	0	2
		0,012 gr/l	0	0	0	0
		0,018 gr/l	0	0	0	0
		0,024 gr/l	0	0	0	0
		0,03 gr/l	0	0	0	0
2	Air Bersih Bawah Tanah (sumur)	0,006 gr/l	4	3	1	33
		0,012 gr/l	3	3	0	17
		0,018 gr/l	3	2	0	14
		0,024 gr/l	2	2	0	9
		0,03 gr/l	2	0	0	5
3	Air Bersih Campuran (Air Bawah Tanah dan PDAM)	0,006 gr/l	3	2	2	20
		0,012 gr/l	2	3	0	12
		0,018 gr/l	2	2	0	9
		0,024 gr/l	1	0	0	2
		0,03 gr/l	0	0	0	0

2. Tabel data hasil penelitian air bersih uji penegasan setelah pemberian chlor

NO	Tandon	Dosis clorinasi tablet 60 %	Jumlah tabung positif			Nilai MPN
			Pengenceran			
			10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
1	Air bersih PDAM	0,006 gr/l	1	-	-	2
		0,012 gr/l	-	-	-	-
		0,018 gr/l	-	-	-	-
		0,024 gr/l	-	-	-	-
		0,03 gr/l	-	-	-	-
2	Air bersih bawah tanah (sumur)	0,006 gr/l	3	3	0	17
		0,012 gr/l	2	2	-	9
		0,018 gr/l	2	1	-	7
		0,024 gr/l	1	1	-	4
		0,03 gr/l	2	-	-	5
3	Air bersih campuran (air bawah tanah dan PDAM)	0,006 gr/l	2	0	1	7
		0,012 gr/l	2	1	-	7
		0,018 gr/l	2	1	-	7
		0,024 gr/l	1	-	-	2
		0,03 gr/l	-	-	-	0

Keterangan: (-); tidak dilakukan uji penegasan

3. Hasil pemeriksaan jumlah bakteri *E. Coli* setelah pemberian chlor

NO	Tandon	Dosis clorinasi tablet 60 %	Jumlah bakteri <i>E. coli</i> (cfu/ml)			Rata-rata
			Ulangan			
			1	2	3	
1	Air bersih PDAM	0,006 gr/l	5	2	0	3
		0,012 gr/l	-	-	-	-
		0,018 gr/l	-	-	-	-
		0,024 gr/l	-	-	-	-
		0,03 gr/l	-	-	-	-
2	Air bersih bawah tanah (sumur)	0,006 gr/l	38	36	40	38
		0,012 gr/l	29	31	28	29
		0,018 gr/l	17	15	15	15
		0,024 gr/l	5	6	4	5
		0,03 gr/l	0	0	0	0
3	Air bersih campuran (air bawah tanah dan PDAM)	0,006 gr/l	27	31	29	29
		0,012 gr/l	19	23	21	21
		0,018 gr/l	8	10	7	8
		0,024 gr/l	3	2	4	3
		0,03 gr/l	0	0	0	0

4. Hasil penelitian jumlah sisa chlor

NO	Tandon	Dosis clorinasi tablet 60 %	Kosentrasi sisa chlor (ppm)			Rata-rata
			Ulangan			
			1	2	3	
1	Air bersih PDAM	0,006 gr/l	0,24	0,24	0,24	0,24
		0,012 gr/l	0,31	0,31	0,31	0,31
		0,018 gr/l	0,47	0,47	0,47	0,47
		0,024 gr/l	0,60	0,60	0,60	0,60
		0,03 gr/l	0,72	0,72	0,72	0,72
2	Air bersih bawah tanah (sumur)	0,006 gr/l	0,13	0,13	0,13	0,13
		0,012 gr/l	0,22	0,22	0,22	0,22
		0,018 gr/l	0,31	0,31	0,31	0,31
		0,024 gr/l	0,40	0,40	0,40	0,40
		0,03 gr/l	0,50	0,50	0,50	0,50
3	Air bersih campuran (air bawah tanah dan PDAM)	0,006 gr/l	0,08	0,08	0,08	0,08
		0,012 gr/l	0,17	0,17	0,17	0,17
		0,018 gr/l	0,23	0,23	0,23	0,23
		0,024 gr/l	0,29	0,29	0,29	0,29
		0,03 gr/l	0,41	0,41	0,41	0,41

Lampiran 3. Tabel MPN (Most Probable Number)

Tabel MPN Untuk : 15 Tabung			
0	0	0	< 2
0	0	1	2
0	1	0	2
0	2	0	4
1	0	0	2
1	0	1	4
1	1	0	4
1	1	1	6
1	2	0	6
2	0	0	5
2	0	1	7
2	1	0	7
2	1	1	9
2	2	0	9
2	3	0	12
3	0	0	8
3	0	1	1
3	1	0	1
3	1	1	14
3	2	0	14
3	2	1	17
3	3	0	17
3	2	2	20
4	0	0	13
4	0	1	17
4	1	0	17
4	1	1	21
4	1	2	26
4	2	0	22
4	2	1	26
4	3	0	27
4	3	1	33
4	4	0	34
5	0	0	23
5	0	1	31
5	0	2	43
5	1	0	33
5	1	1	50
5	1	2	60
5	2	0	50
5	2	1	70
5	2	2	94
5	3	0	80
5	3	1	110
5	3	2	140
5	3	3	170
5	4	0	130
5	4	1	170
5	4	2	220
5	4	3	280
5	4	4	350
5	5	0	240
5	5	1	300
5	5	2	500
5	5	3	900
5	5	4	1600
5	5	5	≥ 2400

Standard Methods for examination
of water sewage and industrial

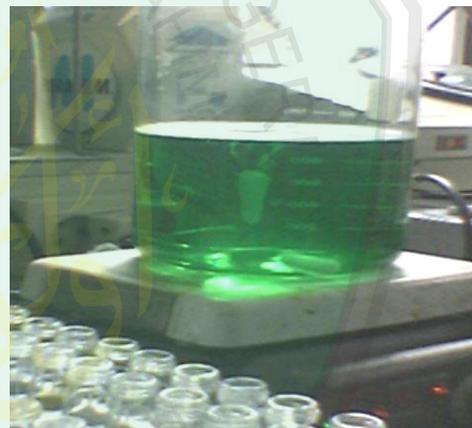
Lampiran 4. Foto-foto penelitian



Beberapa alat dan bahan yang digunakan penelitian



Pembuatan media LB



Pembuatan media BGLB



Media LB yang siap digunakan



Media BGLB yang siap digunakan



Botol sampel air bersih



Media LB seri 15 tabung



Teknik pengenceran sample dengan metode secara aseptis



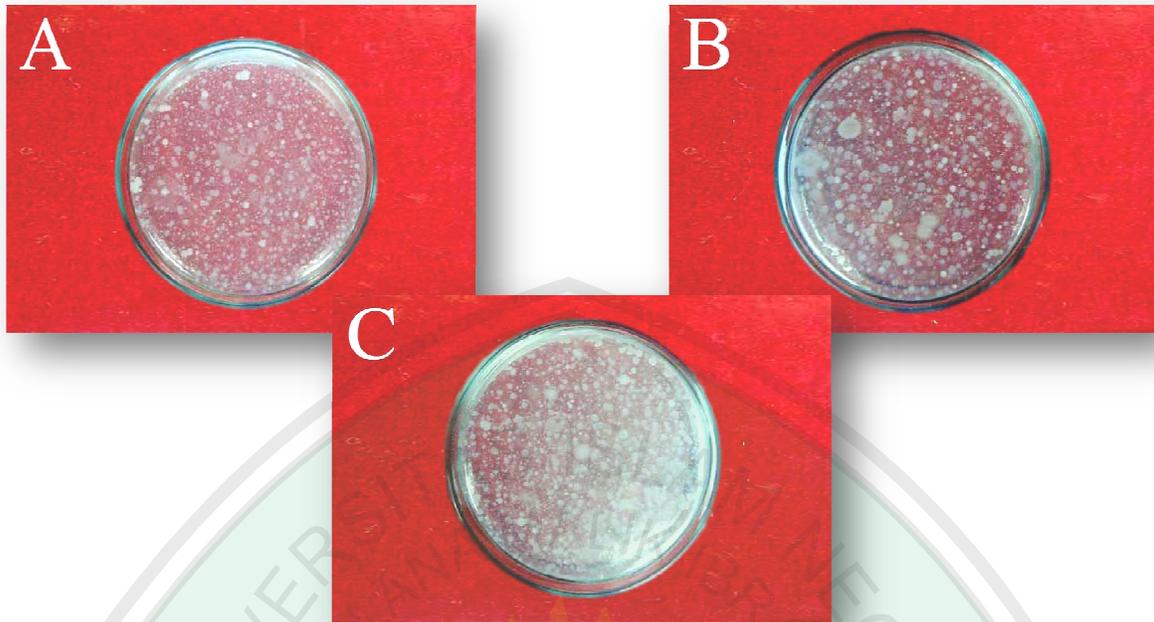
Tabung media LB yang telah diberi sampel air bersih



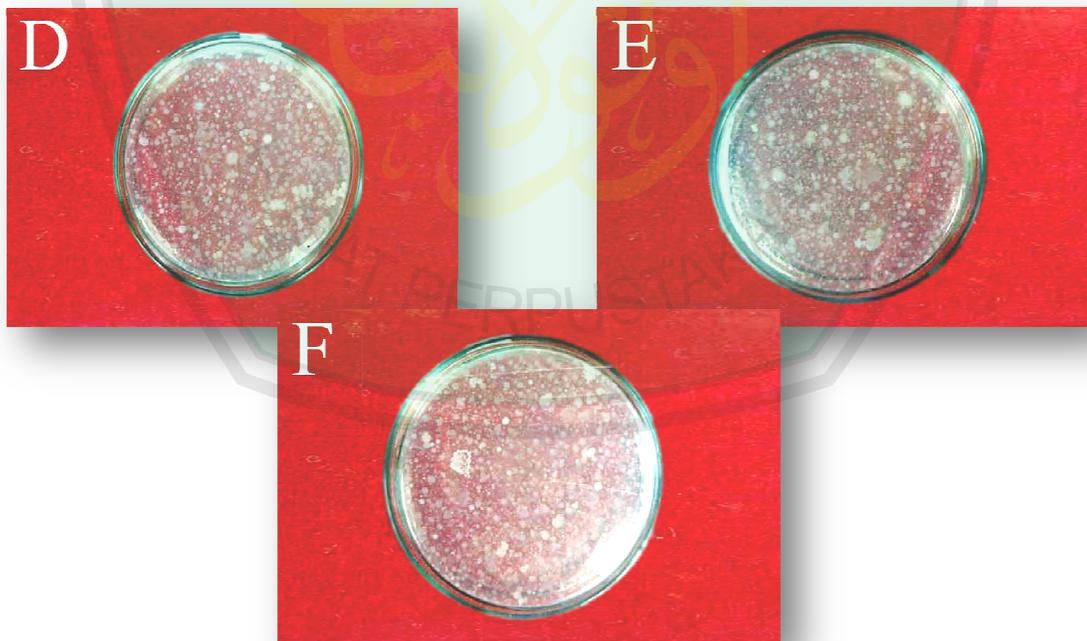
Sampel yang berada pada alat inkubasi pada uji penegasan



Uji penegasan BGLB yang positif



Koloni bakteri *E. coli* sampel air bersih bawah tanah (sumur) sebelum pemberian chlor pada 3 ulangan



Koloni Bakteri *E. coli* Sampel air bersih campuran PDAM dan ABT sebelum pemberian chlor pada 3 ulangan