

**EFEKTIVITAS BIJI KELOR (*Moringa oleifera* Lamk.) UNTUK
PENANGGULANGAN BAKTERI *COLI* PADA AIR SUMUR**

**OLEH
ULFA TRIYANI A.LATIF
H411 04 009**



20 - 2 - 09
MIPA
1 ds,
Husni
30
Sice - MPOG
LAT
e

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2009

**EFEKTIVITAS BIJI KELOR (*Moringa oleifera* Lamk.) UNTUK
PENANGGULANGAN BAKTERI *COLI* PADA AIR SUMUR**

OLEH
ULFA TRIYANI A.LATIF
H411 04 009

Skripsi untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat untuk memperoleh
gelar sarjana biologi

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2009

**EFEKTIVITAS BIJI KELOR (*Moringa oleifera* Lamk.) UNTUK
PENANGGULANGAN BAKTERI *COLI* PADA AIR SUMUR**

Disetujui oleh
Pembimbing Utama



(Dr. Hj. Dirayah R. Husain, DEA)

Nip : 131 570 872

Pembimbing Pertama,



(Dr. Gemini Alam, M.Si)

Nip : 131876 917

Pembimbing Kedua,

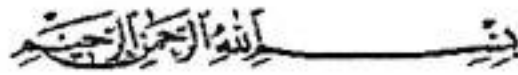


(Dra. Elis Tambaru, M.Si)

Nip : 131 876 918

Makassar, Januari 2009

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur senantiasa tercurahkan hanya kepada ALLAH SWT, atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya yang tak terhingga kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan taslim kepada junjungan nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, dan para pengikutnya yang tetap istiqomah hingga akhir zaman. Atas izin dari ALLAH SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul : “ **Efektivitas Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) Untuk Penanggulangan Bakteri *Coli* Pada Air Sumur ”**

Ucapan terima kasih kepada Ibu **Dr. Hj. Dirayah R. Husain, DEA** selaku pembimbing Utama, Bapak **Dr. Gemini Alam, M.Si** selaku pembimbing Pertama, dan Ibu **Dra. Elis Tambaru, M.Si** selaku pembimbing Kedua. Kepada ketiga Pembimbingku yang telah berkenan untuk meluang waktu, tenaga, dukungan, pikiran, dan kesabaran dalam membimbing serta menasehati penulis, dimulai dari awal persiapan penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini. Semoga ALLAH SWT akan memberikan balasan yang terbaik.

Penghargaan dan Pengabdian yang selalu tertanam dalam hati penulis, serta keinginan untuk dapat membahagiakan Kedua Orang tua tercinta, ayahanda Abdul Latif. H.Syawal, S.sos dan ummi Aminah Uswanas, ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya atas segala doa siang dan malam, motivasi, dukungan material, dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis untuk melanjutkan studi di kota makassar. Semoga segala keringat, air mata, dan senyuman dari

keduanya senantiasa dapat menjadi inspirasi agar penulis menjadi anak yang lebih berbakti. Kepada adik-adikku yang tersayang (Nurjana, Hidayatullah, dan Muhammad Rizky) yang selalu mendukung penulis, semoga dapat menjadi teladan yang baik.

Ucapan terima kasih juga tidak lupa penulis haturkan kepada :

- ❖ Bapak Prof. Dr. H. Alfian Noor, M.Sc selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanddin beserta staf pegawai.
- ❖ Bapak Drs. Karunia Alie, M.Si dan Ibu Syafaraenan, M.Si selaku ketua dan sekretaris Jurusan Biologi Fakultas MIPA UNHAS, semua dosen (selaku orang tua penulis di perantauan), beserta staf (ibu Nahar, ibu Nini, Pak Bachtiar, dan Pak Mencong) atas pelayanan administrasi akademik selama mengikuti pendidikan.
- ❖ Tim Penguji ujian sarjana ; Dra. Syafaraenan, M.Si (ketua), Drs. Asadi Abdullah, M.Si (sekretaris), Dr.Hj. Dirayah R. Husain, DEA (ex. Officio), Dr. Gemini Alam, M.Si (ex. Officio), Dra. Elis Tambaru, M.Si (ex. Officio), Drs. Ambeng, M.Si (anggota), dan Hj. Sri Suhadiyah, M.Agr (anggota).
- ❖ Sahabat serta inspirasiku Kanda Syamsi Rabo, Suparman Supardi, S.si, alm. Istiqomah dan Kanda Supriono, syukran atas segala motivasinya.
- ❖ Ibu Rosmah, S.ST dan seluruh staf pegawai Laboratorium Badan Penanggulangan Dampak Lingkungan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan.
- ❖ Teman-teman seperjuangan dalam wasilah Pengurus Wilayah Pelajar Islam Indonesia (PII) Sulawesi Selatan, syukran atas doanya.

- ❖ Sahabat sekaligus saudara terbaikku selama kuliah, teman seperjuangan angkatan 2004 : Ernawati, Fira, Wakida, Kurniati, Radhiyah, Sadiya, Rahmawaty, Neni, Diah, Anita, Sulis, Anty, Nanda, Maisya, Murni, Ridha, Tika, Fatma, Hesty, Rahmi, Eka, Sri Defriyana, Sri Suryani, Astrid, Asty, Indas, Alhidayatullah, Ismail, Muchdar dan Yustinus. Silaturahmi yang sudah terjalin dalam suka dan duka tetap dipertahankan kapan, dan dimanapun berada. Jadilah orang yang bermanfaat bagi orang lain.
- ❖ Seluruh aktifis himpunan Biologi UNHAS, Canopy dan Badan Eksekutif Mahasiswa FMIPA UNHAS "Use Your Mind Be The Best".
- ❖ Kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, syukran atas semua bantuannya. Semoga ALLAH SWT melimpahkan rahmat dan petunjuk-Nya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti-peneliti muda yang berani untuk membuat sebuah perubahan. Akhirul kalam, segala kesempurnaan hanyalah milik ALLAH SWT, semoga segala ikhtiar, doa, dan tawakkal kepada Qadha dan Qadar- Nya, mengantarkan kita pada kebaikan dunia dan akhirat. Amin.

Makassar, Januari 2009

Penulis

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang efektivitas serbuk biji kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) untuk penanggulangan bakteri *coli* pada air sumur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan biji kelor dalam pengolahan air sumur. Sampel diambil dari air sumur pondokan yang mengandung bakteri *coli* melebihi ambang batas yaitu >1600 sel/100 ml air. Air sumur diberi perlakuan dengan menggunakan serbuk biji kelor yang sudah ditimbang, sebanyak 0,05 gram, 0,1 gram, dan 0,15 gram. Selanjutnya serbuk biji kelor dicampurkan dengan sedikit air, sampai berbentuk pasta. Pasta ditambahkan ke dalam air 200 ml air, lalu disaring. Filtratnya dicampurkan ke dalam 2 liter air, dan diaduk selama 15 menit, kemudian dibiarkan selama 2 jam. Air bersih yang diperoleh, diambil sebanyak 100 ml lalu di uji secara bakteriologis dengan metode Most Probable Number (MPN). Hasilnya setelah perlakuan dengan serbuk biji kelor pada sumur 1 dan sumur 2, diperoleh penurunan jumlah bakteri hingga 1,2 sel/100 ml air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air sumur yang diolah dengan biji kelor aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Kata kunci : Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.), bakteri *coli*, kaporit.

ABSTRACT

A research was done about the using of morings (*Moringa oleifera* Lamk.) seed dusk in overcoming of *coli* bacteria on water well. The purpose of this research to know effectiveness of the using morings seed in water preparation. Sample was taken from water well of lodging which contain *coli* bacteria that exceed from limit threshold that was >1600 cell/100 ml water. Water well is given treatment with use morings seed dusk that was measured, amount to 0,05 gram, 0,1 gram, and 0,15gram. Then morings seed dusk was mixed with little water until have the shape of paste. Paste of morings seed was mixed into 200 ml water, after that water was filtered by gauze material. Filtrate was gotten that mixed into 2 liters water and was stired during 15 menits, then kepted quiet during 2hours. Higyenis water was gotten that taken amount to 100 ml for evaluation as bacteriology with metode of Most Probable Number (MPN). The output after the treatment with morings seed dusk at first water well, decrease of bacteria amount limit 1,2 cell/100 ml water. The output of experiment showed that water well was processed with morings seed save to be consumed by peoples.

Key words: morings seed(*Moringa oleifera* Lamk.), *coli* bacteria, caporite.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA.....	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
II. 1. Uraian Tanaman Kelor (<i>Moringa Oleifera</i> Lamk.)....	6
II.1.1. Klasifikasi Tanaman.....	6
II.1.2. Morfologi Tanaman	7
II.1.3 Nama Daerah.....	7
II.1.4 Manfaat.....	8
II.1.5 Kandungan Kimia	8
II. 2. Penggunaan Kelor Dalam Penjernihan Air	8
II. 3. Uraian Umum Kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$).....	9
II.3.1 Sifat Kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)	9

II.3.2 Dampak Negatif Kaporit Terhadap Manusia dan Alam Sekitarnya	11
II. 4. Prosedur Pengambilan Sampel Air Permukaan	12
II. 5. Uraian Bakteri Uji yang Digunakan.....	12
II.5.1 <i>Escherichia coli</i>	14
II.5.1.1 Klasifikasi	14
II.5.1.2 Sifat dan Morfologi	15
II. 6. Persyaratan Sumber Air Bersih dan Air Bersih Untuk Dikonsumsi Oleh Manusia.....	18
II. 7. Metode Most Probable Number (MPN).....	19
II. 8. Uraian Umum Antimikroba	22
II. 9. Uraian Umum Tentang Uji Mikrobiologis	23
II.9.1 Metode Pengenceran	23
II.9.2 Metode Difusi	23
BAB III. BAHAN, ALAT DAN METODE	25
III. 1. Alat dan Bahan	25
III.1.1 Alat	25
III.1.2 Bahan	25
III. 2. Sterilisasi Alat	46
III.3. Pembuatan Medium	26
III.4. Pengambilan dan Pengolahan Sampel	27
III.4.1 Sampel Kaporit dan Biji Kelor	27

III.4.2 Pengambilan Sampel Air di Sumur Pondokan	
Belakang Workshop	28
III.5. Penyiapan Sampel Uji di Laboratorium	28
III.6. Tes Pendugaan (Presumptive Test)	29
III.7. Tes Penegasan (Confirmed Test)	29
III.8. Analisis Data	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
IV. 1. Hasil Uji Bakteriologis Sumur Asli Sebelum Perlakuan	50
IV. 2. Hasil uji Sumur Setelah Perlakuan Dengan Biji Kelor	60
III.2.1 Hasil Uji Secara Fisik	33
III.2.2 Hasil Uji Secara Bakteriologis	35
IV.3. Hasil Uji Air Sumur Setelah Perlakuan Dengan Kaporit ...	38
IV.4. Hasil Uji Lanjutan	40
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
V. 1. Kesimpulan	41
V. 2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kelor (<i>Moringa oleifera</i> Lamk.)	6
2 dan 3. Morfologi <i>Escherichia coli</i>	15
4. Koloni Bakteri <i>E. coli</i> pada medium EMBA.....	40
5.a Contoh tabung positif setelah diinkubasi 1x24 jam dalam medium BGLB (Briliant Green Lactose Broth).....	51
5.b Contoh tabung positif setelah diinkubasi 1x24 jam dalam medium BGLB (Briliant Green Lactose Broth).....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Most Probable Number	20
2. Hasil Uji Pendahuluan sampel air sumur setelah dicocokkan pada tabel Most Probable Number (MPN)	32
3. Hasil MPN dari pengolahan air dengan menggunakan biji kelor pada sumur 1.....	35
4. Hasil MPN dari pengolahan air dengan menggunakan biji kelor pada sumur 2.....	36
5. Hasil MPN dari pengolahan air pada sumur 1 dengan Menggunakan kaporit.....	38
6. Hasil MPN dari pengolahan air pada sumur 2 dengan Menggunakan kaporit.....	38
7. Konsentrasi volum sampel (untuk beberapa jenis air) yang dianjurkan untuk dicampur dengan media.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Skema Kerja Pengolahan Biji Kelor	44
B. Skema Kerja Pengujian Bakteri <i>Coli</i>	45
C. Konsentrasi volum sampel (untuk beberapa jenis air) yang dianjurkan untuk dicampur dengan media.....	47
D. Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih	48
E. Perbedaan Tabung Positif dan Negatif	50
F. Proses Pengolahan Biji Kelor Pada Sampel Air Sumur	51

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar belakang

Air merupakan kebutuhan vital bagi manusia, sekitar 168 juta penduduk Indonesia (52-60%) belum mendapatkan akses terhadap air bersih dan sanitasi. Akibatnya, di beberapa daerah air menjadi barang eksklusif. Masyarakat harus membeli dengan harga yang mahal untuk mendapatkan 1 liter air bersih (Haristy, 2006). Data Kementerian Lingkungan Hidup menyebutkan, potensi sumber daya air di Indonesia diperkirakan 15.000 m³/kapita/tahun (Panji, 2005). Pusat-pusat pengolahan air perkotaan atau “municipal water treatment” ukuran skala besar, mengolah air dengan cara menambahkan senyawa kimia penggumpal (coagulants) ke dalam air kotor yang akan diolah. Partikel-partikel yang berada di dalam air, akan saling berdempetan menjadi suatu gumpalan yang lebih besar lalu mengendap. Setelah itu air di bagian atas yang bersih dipisahkan untuk digunakan keperluan sehari-hari. Namun demikian, zat kimia penggumpal yang baik tidak mudah dijumpai di berbagai daerah terpencil, dan harganya cukup mahal (Winarno, 2005).

Salah satu sumber air yang digunakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah air sungai yang memiliki derajat pengotoran yang tinggi sekali. Kualitas air sungai yang semakin tidak sehat, akibat banyaknya limbah dari berbagai aktifitas manusia dan industri. Oleh karena itu, sebelum air sungai dapat digunakan memenuhi keperluan keluarga, sangat diperlukan tindakan untuk

mengeluarkan dan memusnahkan sebanyak mungkin bahan-bahan pencemar yang terbawa (Kamal, dkk. 2006).

Air minum harus memenuhi syarat fisik yaitu air tidak berwarna, air tidak berasa, air tidak berbau, suhu $\pm 25^{\circ}$ C, dan air harus jernih. Syarat kimia yaitu air tidak boleh mengandung racun (arsen, barium, cadmium, chromium, lead (timah hitam), mercury (air raksa), nitrate (nitrat), selenium, silver (perak), sulfate, besi, tembaga, chlorida, fluor (Sutrisno, 2004). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416 Tahun 1990 salah satu syarat mikrobiologis air minum adalah bebas dari kuman-kuman patogen, kuman parasitik dan perkiraan terdekat jumlah bakteri golongan coli (Daud, 2005). Oleh karena itu, PDAM menggunakan kaporit untuk membunuh bakteri patogen dalam air. Kandungan klorin yang terdapat pada kaporit juga diatur dalam PP No. 22 Tahun 2001 yaitu sebesar 0,03 ppm (mg/L) (Anonim, 2007).

Penggunaan bahan kimia kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) oleh PDAM secara terus menerus akan menyebabkan gangguan fungsi ginjal dan merusak vitamin B, C, E dalam tubuh. Selain itu zat klorin yang terdapat pada kaporit juga merupakan zat berbahaya, karena zat tersebut lebih baik digunakan sebagai pemutih. Sedangkan jika bereaksi dengan asam dari tumbuhan yang membusuk akan terbentuk trihalomethans (THMs) yang bersifat karsinogen. Hal tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti lever, ginjal, gangguan pernapasan, tensi darah rendah dan cacat lahir. Juga menyebabkan pengendapan kolesterol dalam darah dan stroke (Anonim, 2003).

Salah satu alternatif yang tersedia secara lokal adalah penggunaan koagulan alami dari tanaman yang dapat diperoleh di sekitar kita. Berdasarkan hasil penelitian dari The Environmental Engineering Group di Universitas Leicester, Inggris, yang telah lama mempelajari potensi penggunaan berbagai koagulan alami, antara lain terhadap potensi koagulan dari tepung biji tanaman *Moringa oleifera* Lamk. (Winarno, 2005). Kelor adalah salah satu tumbuhan yang telah dikenal di Indonesia, tetapi multi manfaatnya belum banyak dipahami oleh masyarakat. Biji kelor dapat dimanfaatkan untuk penjernihan air. Jumlah biji kelor yang diperlukan untuk penjernihan air bagi keperluan rumah tangga, sangat tergantung pada seberapa jauh kotoran yang terdapat di dalamnya. Menurut perhitungan yang sudah diuji coba oleh tim ahli dari United Nation Development Program (UNDP), maka kebutuhan biji kelor untuk pengolahan air minum di kawasan pantai atau rawa, cukup 2-3 pohon dewasa selama setahun dengan keluarga sebanyak 6-8 orang, untuk memenuhi kebutuhan air sekitar 201 liter/hari/orang (Suriawiria, 2006).

Sejak tahun 1980-an, telah dilakukan rangkaian penelitian terhadap manfaat tanaman kelor mulai dari daun, kulit batang, buah, hingga biji. Kandungan senyawa yang terdapat pada serbuk biji kelor memiliki sifat antimikroba, khususnya terhadap bakteri (Suriawiria, 2006). Peneliti dari Universitas Gadjah Mada melaporkan bahwa serbuk biji kelor mampu mengisolasi bakteri secara luar biasa, yaitu 90% dari total bakteri *E.coli* dalam 1 liter air selama 2 menit. Hasil penelitian ini juga membuktikan bahwa serbuk biji ini mampu menjernihkan air, sehingga relatif aman untuk diminum. Sementara itu

peneliti dari jurusan Teknik Lingkungan ITB, sejak 1980 telah memanfaatkan biji kelor untuk menjernihkan permukaan air sungai dan danau (Pusat Pengembangan Volunter, 2002).

Biji kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dipilih sebagai bahan penelitian, karena cara penjernihan ini sangat mudah dan dapat digunakan di daerah pedesaan yang banyak ditumbuhi pohon kelor. Selain itu tanaman kelor sangat bermanfaat dan memiliki nilai ekonomis mulai dari daun, biji sampai akarnya. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian lanjutan, untuk mengetahui potensi biji kelor dalam menggantikan fungsi kaporit. sehingga dalam pengolahan air minum sehingga tidak membahayakan masyarakat yang mengkonsumsinya.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas penggunaan biji kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) untuk pengolahan air sumur.

I.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi ilmiah tentang kegunaan biji kelor, sehingga dapat diaplikasikan dalam masyarakat. Dengan demikian dapat mengurangi ketergantungan dalam menggunakan kaporit, pada pengolahan air bersih terutama untuk kebutuhan air minum.

I.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung dari bulan Agustus - September 2008. Pengambilan air sumur di pondokan belakang workshop, dan biji Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dari kebun workshop UNHAS Makassar, serta pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Bapedalda Kantor Gubernur Sulawesi Selatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

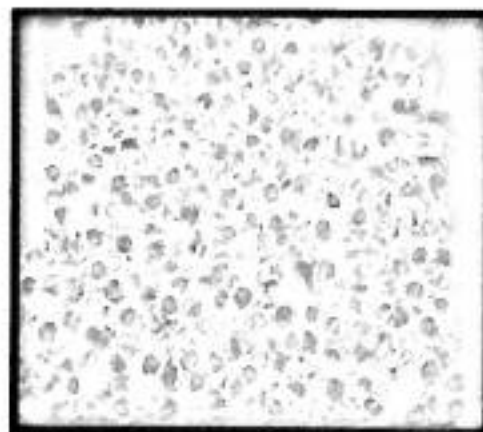
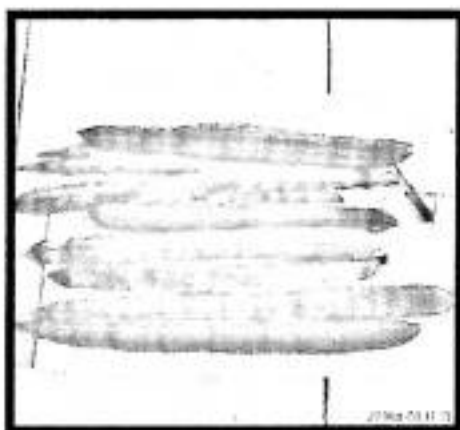


II.1 Uraian Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.)

II.1.1 Klasifikasi Tanaman

Menurut (Tjitrosoepomo, 2004) klasifikasi Kelor sebagai berikut :

- Regnum : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Sub divisio : Angiospermae
Classis : Dicotyledoneae
Sub classis : Dialypetalae
Ordo : Brassicales
Familia : Moringaceae
Genus : *Moringa*
Species : *Moringa oleifera* Lamk.



Gambar 1. Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.)
(www.Pribadi.com/2008/.jpg)

II.1.2 Morfologi Tanaman

Kelor (*moringa oliefera* Lamk.) termasuk jenis tumbuhan berhabitus pohon, dengan ketinggian batang 7 -11 meter, dan berakar tunggang. Batang kayunya getas (mudah patah) dan cabangnya jarang, tetapi mempunyai akar yang kuat. Batang pokoknya berwarna kelabu. Daunnya berbentuk bulat telur dengan ukuran kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. Berkayu, bulat, bercabang, berbintik hitam, putih, kotor. Majemuk, panjang 20-60 cm, anak daun bulat telur, tepi rata, ujung berlekuk, menyirip ganjil, rangkap tiga tak sempurna, hijau. Bunga majemuk bentuk malai, letak di ketiak daun, panjang 10-30 cm. Daun kelopak hijau, benang sari dan putik kecil, mahkota putih, putih. Panjang buah 20-45 cm, berisi 15-25 biji berbentuk bulat, coklat kehitaman, dan bersayap tiga (Pusat Informasi Wanita, 2005).

II.1.3 Nama Daerah (Heyne, 1988)

Jawa	: Kelor
Buru	: Kerol
Madura	: Marangghi
Flores	: Moltong
Gorontalo	: Kelo
Bugis	: Keloro
Sumba	: Kawano
Bima	: Ongge

II.1.4 Manfaat

Tanaman kelor mulai dari akar, batang, daun, dan bijinya berkhasiat sebagai obat. Akarnya banyak digunakan untuk obat luar (balur) penyakit beri-beri, haid tidak teratur, dan gusi berdarah. Daunnya ditambah dengan kapur sirih, juga merupakan obat kulit seperti kurap dengan cara digosokkan. Daunnya juga berfungsi mengobati sesak napas dan encok. Biji kelor digunakan untuk penjernihan air kolam, air sungai, dan air danau sebagai pengendap (koagulan) (Sastrowardoyo, 2004).

I.5 Kandungan Kimia

Biji kelor yang tua mengandung minyak lemak nabati 35-40% (asam oleat, linoleat, eikosanot, palmitat, stearat, arakhidat), akar, daun dan kulit batang *Moringa oleifera* Lamk. mengandung saponin dan polifenol, kulit batangnya juga mengandung alkaloida dan daunnya juga mengandung minyak atsiri. Menurut Bouz (2007) kotiledon biji kelor mengandung tiga komponen penting, yaitu substansi antimikroba 4 alfa 4 amnosyloxy benzyl isothiocynate, minyak Ben, dan flokulan.

II.2 Penggunaan Kelor dalam Penjernihan Air

Penjernihan air dengan biji kelor (*Moringa Oleifera*) dapat dikatakan penjernihan air dengan bahan kimia, karena tumbukan halus biji kelor dapat menyebabkan terjadinya gumpalan (koagulan) pada kotoran yang terkandung dalam air. Cara penjernihan ini sangat mudah dan dapat digunakan di daerah pedesaan yang banyak tumbuh pohon kelor (Winarno, 2005).

Menurut Pusat Informasi Wanita (2005) metode penjernihan air yang digunakan adalah memilih biji kelor yang sudah tua, kemudian dibersihkan dari kulitnya. Biji yang sudah bersih dibungkus dengan kain kasa, lalu ditumbuk sampai halus. Penumbukan yang kurang halus dapat menyebabkan kurang sempurnanya proses penggumpalan. Tumbukan biji kelor dicampurkan dengan sedikit air, sampai berbentuk pasta. Selanjutnya pasta biji kelor dicampurkan pada air keruh dengan perbandingan 1 biji : 1 liter air keruh. Kemudian diaduk selama 30 detik, dengan kecepatan 55-60 putaran/menit. Pengadukan dilanjutkan lagi secara perlahan dan beraturan selama 5 menit dengan kecepatan 15-20 putaran/menit. Setelah dilakukan pengadukan, air diendapkan selama 1-2 jam. Semakin lama waktu pengendapan makin jernih air yang diperoleh.

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari metode ini adalah caranya sangat mudah, tidak berbahaya secara fisik, dapat menjernihkan air lumpur, maupun air keruh (keputih-putihan, kekuning-kuningan, atau keabu-abuan). Kualitas air juga lebih baik, berkurangnya jumlah kuman pada air dan penurunan zat organik sehingga pencemaran kembali berkurang (Pusat Informasi Wanita, 2005).

II.3 Uraian Umum Kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)

II.3.1 Sifat Kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)

Kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) merupakan bahan kimia yang umumnya digunakan oleh Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM), sebagai desinfektan (pembunuh kuman). Dalam bentuk padat, khlorin juga dapat ditambahkan dalam bentuk kalsium hipoklorit (kaporit) dengan rumus empiris $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ di Indonesia lebih dikenal

dengan nama kaporit. Ciri khas dari zat Klorin adalah gas berwarna kuning kehijauan dengan bau yang cukup menyengat, bentuk gas. Klorin umumnya dijumpai dalam bentuk klorin dioksida dengan rumus empiris ClO_2 (Anonim, 2007). Senyawa klorin merupakan bahan kimia penting untuk chlorinasi pada proses produksi, yang menghasilkan produk organik sintetik seperti plastik (khususnya polivinil klorida), insektisida (DDT, lindan, dan aldrin), dan herbisida (2,4 di kloropenoksi asetat). Selain itu juga digunakan sebagai pemutih (bleaching agent) dalam proses selulosa, industri kertas, pabrik, pencucian tekstil, dan desinfektan untuk air minum dan kolam renang (Sukar, 1995).

Klorheksidin terkenal karena sangat ampuh untuk antimikroba terutama jenis bakteri gram positif dan beberapa jenis bakteri gram negatif. *Klorheksidin* sangat efektif dalam proses desinfeksi *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*, tetapi kurang baik untuk membunuh beberapa organisme gram negatif, spora, jamur terlebih virus serta sama sekali tidak bisa membunuh *Mycoplasma pulmonis* (Eriawan, 2004). Penggunaan kaporit akan menimbulkan bau pada air dan untuk menghilangkannya diperlukan proses penyaringan dengan media karbon aktif (Anonim, 2003). Kandungan klorin yang terdapat dalam kaporit juga diatur dalam PP No.22 Tahun 2001 yaitu sebesar 0,03 ppm (mg/L) (Anonim, 2007).

III.3.2 Dampak Negatif Zat Klorin Dalam Kaporit Terhadap Manusia dan Alam Sekitarnya.

Menurut penelitian Sukar (1995) gas khlorin sangat terkenal sebagai gas beracun yang digunakan pada perang dunia ke I. Penelitian di negara maju menunjukkan bahwa 1 ppm khlorin sudah mempengaruhi kesehatan. Selain bau yang menyengat gas khlorin juga dapat menyebabkan iritasi pada mata dan penyakit saluran pernapasan. Gas khlorin yang masuk ke dalam jaringan paru-paru akan bereaksi dengan gas hidrogen khlorida bisa menyebabkan emfisema dan radang paru. Gas khlorin dapat menyebabkan iritasi walaupun kadarnya rendah. Selain itu gas klorin juga dapat mencemari atmosfer. Iritasi pada umumnya terjadi pada kadar dibawah 1 ppm dan akan membahayakan manusia pada kadar 3 ppm. Nilai ambang yang bisa menyebabkan rusaknya tumbuh-tumbuhan adalah sekitar 0,11 ppm.

Penggunaan bahan kimia kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) oleh PDAM secara terus menerus akan menyebabkan gangguan fungsi ginjal dan merusak vitamin B, C, E dalam tubuh. Selain itu zat klorin yang terdapat pada kaporit juga merupakan zat berbahaya, karena zat tersebut lebih baik digunakan sebagai pemutih. Sedangkan jika bereaksi dengan asam dari tumbuhan yang membusuk akan terbentuk trihalomethans (THMs) yang bersifat karsinogen. Hal tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti lever, ginjal, gangguan pernapasan, tensi darah rendah dan cacat lahir. Juga menyebabkan pengendapan kolesterol dalam darah dan stroke (Anonim, 2003).

II.4 Prosedur Pengambilan Sampel Air Permukaan

Sampel yang akan diperiksa harus diambil secara representatif, dengan menggunakan botol sampel yang sudah disterilkan. Untuk sampel dari sumber air permukaan, tergantung dari apakah air yang diambil bisa langsung atau harus menggunakan alat pengambil sampel, misalnya di bawah jembatan, danau atau laut. Sampel air yang bisa dijangkau tanpa bantuan alat pengambil sampel, botol sampel yang sudah disterilkan bisa langsung dimasukkan ke dalam badan air, beberapa sentimeter dari permukaan air dan berlawanan dengan arus air. Prosedur pengambilan sampel dari sumber air permukaan sebagai berikut (Purwati, 2006) :

1. Memilih tempat yang tepat untuk pengambilan sampel.
2. Menggunakan botol sampel atau alat pengambil sampel.
3. Membuka tutup botol atau alat pengambil sampel yang sudah disterilkan terlebih dahulu. Untuk badan air sungai yang bisa dijangkau botol dibuka tutupnya di dalam air, sedalam 20-30 cm dari permukaan dan berlawanan dengan arus air.
4. Mengisi botol sampai penuh dan ditutup di bawah permukaan air (semua pekerjaan dilakukan di bawah permukaan air).

II.5 Uraian Bakteri Uji yang digunakan

Berdasarkan kandungan dinding selnya, bakteri terbagi menjadi 2 kelompok yaitu (Pelczar, 1988) :

1. Bakteri Gram Positif

Struktur dinding selnya relatif tebal (15-80 nm) dan berlapis tunggal. Merupakan bakteri yang dapat menahan zat pewarna meski telah dicuci dengan alkohol 96%. Komposisi dinding selnya terdiri dari 60-100% peptidoglikan dan 1-4% lipid. Semua sel bakteri gram positif memiliki polimer lurus asam N-asetilmuramat (NAM) dan N-asetilglukosamin (NAG). Beberapa sel bakteri gram positif juga mengandung substansi dinding sel yang disebut asam teikoat yang dikaitkan pada asam muramat dari lapisan peptidoglikan. Bakteri gram positif juga lebih resisten terhadap gangguan fisik.

2. Bakteri Gram Negatif

Struktur dinding selnya relatif tipis (10-15 nm) dan berlapis tiga. Merupakan bakteri yang tidak dapat menahan zat pewarna setelah pencucian dengan alkohol 96%. Komposisi dinding selnya terdiri dari 10% peptidoglikan dan 60-80% lipopolisakarida. Lipopolisakarida pada dinding sel bakteri gram negatif sangat penting karena toksisitasnya pada hewan, sehingga hewan lain tidak dapat menetralsirnya. Karena toksisitasnya ini dan karena material itu bagian yang tak terpisahkan dari sel bakteri, maka disebut endotoksin. Meskipun demikian, bakteri gram negatif lebih rentan terhadap pemberian antibiotik dan tidak resisten terhadap gangguan fisik. Perbedaan-perbedaan nyata dalam komposisi dan struktur dinding sel antara bakteri gram positif dan bakteri gram negatif, penting untuk dipahami. Karena kini diyakini bahwa dinding sel itulah yang menyebabkan

kedua kelompok bakteri ini, memberikan respons yang berbeda terhadap pewarnaan gram dan pemberian antibiotik (Pelczar, 1988).

II.5.1 *Escherichia coli* (Garrity, 2000)

II.5.1.1 Klasifikasi

Kingdom	: Procaryotae
Phylum	: Proteobacteria
Classis	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Familia	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Escherichia</i>
Species	: <i>Escherichia coli</i>



Gambar 3



Gambar 4

Keterangan : Gambar 3 dan 4 adalah Morfologi *Escherichia coli*
(Sumber:http://www.medicinenet.com/e.coli_pic_0157h7/.htm)

II.5.1.2 Sifat dan morfologi

Escherichia coli adalah bakteri batang pendek gram negatif dengan ukuran $1,1 - 1,5 \mu\text{m} \times 2-6 \mu\text{m}$, kadang-kadang berbentuk oval bulat, tersusun tunggal atau berpasangan. Banyak galur mempunyai kapsul atau mikrokapsul dapat bersifat motil maupun non motil. Bersifat fakultatif anaerob yang memiliki tipe metabolisme respirasi maupun fermentasi. *E.coli* tumbuh optimal pada suhu 37°C , membentuk koloni bulat konveks dengan pinggir yang nyata. Dapat meragikan dekstrosa, maltosa, dan laktosa dengan produksi asam dan gas (Masduki, 1996). Menurut (Clarke, 2004) ada 7 jenis *E. coli* yaitu enteropatogenik *E. coli* (EPEC), enterohaemorigic *E. coli* (EHEC), enteroinvasive *E. coli* (EIEC), enterotoxigenic *E. coli* (ETEC), enteroagregatif *E. coli* (EaggEC), difusiadheren *E. coli* (DAEC), dan cylolethal distending toxin producing

E. coli (CDT-EC). Beberapa penyakit yang disebabkan oleh *E. coli* antara lain adalah diare biasa, dimana dapat berlanjut menjadi diare yang mengandung darah (haemorrhagic colitis). Demam dan muntah dapat terjadi setelah pasien terkena diare selama 10 hari, infeksiya dapat berakibat pada ancaman terhadap keselamatan jiwa (Supardi, 1999).

Coli tinja adalah bakteri kelompok kecil yang berasal dari tinja manusia dan hewan berdarah panas. Bakteri golongan *coli* tinja mempunyai kemampuan untuk memfermentasikan laktosa pada suhu 44,4^o C selama waktu 24 jam, dan kemampuan ini merupakan dasar dari analisa bakteri golongan *coli* tinja dengan prosedur tabung fermentasi. Adanya pertumbuhan *coli* tinja dapat diketahui dengan adanya gas dalam tabung durham, yaitu tabung kecil volume ± 2 ml yang ditempatkan dalam tabung fermentasi. Tabung durham berisi cairan yang sama dengan yang ada dalam tabung fermentasi dan letaknya terbalik, sehingga sebagian gas asal fermentasi tertangkap di dalam tabung durham tersebut (Purwati, 2006).

Penyebaran kelompok bakteri coliform di alam sangat luas, diantaranya adalah hidup dan berkembang di dalam usus manusia dan binatang berdarah panas. Bakteri yang terdapat dalam suatu perairan dapat dibedakan menurut tempat asalnya, yaitu ada yang berasal dari usus manusia (yang keluar bersama tinja) dan yang bukan berasal dari usus manusia. Perbedaannya terletak dari suhu inkubasi pada analisis contoh air. Bakteri yang berasal dari usus manusia memerlukan suhu inkubasi

44,5° C selama 24 – 48 jam, sedangkan yang bukan berasal dari usus manusia suhu inkubasinya 35° C selama 24 - 48 jam. Kelompok bakteri yang dapat digunakan sebagai indikator pencemaran yaitu kelompok bakteri coli, fecal coli, dan fecal *streptococcus* (Purwati, 2006).

Bakteri indikator menurut National Academy of Sciences USA dalam Purwati (2006) adalah bakteri yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Dapat diterapkan untuk semua jenis perairan
2. Selalu ditemukan bila di dalam perairan tersebut dan terdaftar sebagai bakteri patogen.
3. Jumlahnya sebanding dengan tingkat pencemaran perairan tersebut.
4. Jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan bakteri patogen.
5. Tidak mengalami pertumbuhan selama berada di perairan.
6. Daya tahan hidupnya lebih lama dari bakteri patogen.
7. Tidak ditemukan dalam perairan yang tidak mengalami pencemaran.
8. Relatif mudah dideteksi di laboratorium.
9. Mempunyai ciri-ciri yang tetap.
10. Tidak berbahaya atau menyebabkan penyakit pada manusia atau hewan.

Berdasarkan kriteria di atas bakteri yang memenuhi sebagian besar persyaratan adalah kelompok bakteri coliform. Kelompok bakteri utama bakteri coli termasuk familia Enterobacteriaceae. Bakteri Enterobacteriaceae memiliki 4 marga yaitu *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter/Aerobacter*, dan *Klabsiela* (Anonimus. 1984 ; Lay. Bibiana. & Hastowo. 1992 dalam purwati 2006).

II.6 Persyaratan Sumber Air Bersih dan Air Bersih Untuk Dikonsumsi Oleh Manusia.

Menurut Sutrisno (2004) dari segi kualitas, air minum harus memenuhi beberapa syarat secara fisik yaitu air tidak boleh berwarna, tidak berasa, tidak berbau, jernih. Syarat secara kimia air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan. Sedangkan syarat bakteriologik, air minum tidak boleh mengandung bakteri golongan coli melebihi ambang batas yang telah ditentukan yaitu 1 coli/100 ml air. Air yang mengandung coli dianggap telah berkontaminasi (berhubungan) dengan kotoran manusia. Oleh karena itu, dalam pemeriksaan bakteriologik tidak langsung diperiksa, apakah air itu mengandung bakteri pathogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan coli.

Salah satu pemanfaatan sumber air tanah, dengan membuat sumur dangkal. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan sumur dangkal sebagai berikut (Sutrisno, 2004) :

a. Syarat lokasi

- Jarak dari sumber pengotoran minimal 11 meter.
- Lokasi sumur berada pada daerah yang mengandung air tanah sepanjang masa.
- Lokasi sumur diusahakan supaya bebas dari banjir.
- Tidak jauh dari pemukiman penduduk.

b. Syarat konstruksi

- Sumur harus diberi tembok rapat air 3 m dari permukaan tanah, agar pengotoran oleh air dapat dihindarkan.
- Sekeliling sumur harus diberi rapat air selebar 1-1,5 m, untuk mencegah pengotoran dari luar.
- Pada lantai (sekelilingnya) harus diberi saluran pembuangan air kotor, agar air dapat tersalurkan dan tidak akan mengotori sumur.
- Air tanah dangkal (sumur) dengan kedalaman 15 m dapat digunakan sebagai air minum.

II.7 Metode Most Probable Number (MPN)

Metode MPN menggunakan medium cair dalam tabung reaksi, perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah tabung positif, yaitu yang ditumbuhi oleh mikroba setelah diinkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Pengamatan tabung positif dapat dilihat dengan mengamati perubahan warna medium atau terbentuknya gas dalam tabung Durham, untuk mikroba pembentuk gas. Metode ini menggunakan 3 seri pengenceran untuk pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , sehingga ada 9 tabung pengenceran. Pengenceran adalah penambahan larutan fisiologis (larutan dengan

komposisi mendekati cairan sel mikroorganisme sebenarnya) ke dalam contoh uji, Setelah diinkubasi 24-48 jam dilihat pertumbuhan, mengamati jumlah tabung yang positif kemudian dicocokkan dengan menggunakan tabel yang menunjukkan nilai MPN sebagai berikut (Anonim, 2006) :

Table 1. For 5 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs and 95 percent confidence intervals.

Pos. Tubes			MPN/g	Conf. lim.		Pos. tubes			MPN/g	Conf.lim.	
0.1	0.01	0.001		Low	High	0.1	0.01	0.001		Low	High
0	0	0	<1.8	--	6.8	4	0	2	21	6.8	40
0	0	1	1.8	0.09	6.8	4	0	3	25	9.8	70
0	1	0	1.8	0.09	6.9	4	1	0	17	6	40
0	1	1	3.6	0.7	10	4	1	1	21	6.8	42
0	2	0	3.7	0.7	10	4	1	2	26	9.8	70
0	2	1	5.5	1.8	15	4	1	3	31	10	70
0	3	0	5.6	1.8	15	4	2	0	22	6.8	50
1	0	0	2	0.1	10	4	2	1	26	9.8	70
1	0	1	4	0.7	10	4	2	2	32	10	70
1	0	2	6	1.8	15	4	2	3	38	14	100
1	1	0	4	0.7	12	4	3	0	27	9.9	70
1	1	1	6.1	1.8	15	4	3	1	33	10	70
1	1	2	8.1	3.4	22	4	3	2	39	14	100
1	2	0	6.1	1.8	15	4	4	0	34	14	100
1	2	1	8.2	3.4	22	4	4	1	40	14	100
1	3	0	8.3	3.4	22	4	4	2	47	15	120
1	3	1	10	3.5	22	4	5	0	41	14	100
1	4	0	11	3.5	22	4	5	1	48	15	120
2	0	0	4.5	0.79	15	5	0	0	23	6.8	70
2	0	1	6.8	1.8	15	5	0	1	31	10	70
2	0	2	9.1	3.4	22	5	0	2	43	14	100
2	1	0	6.8	1.8	17	5	0	3	58	22	150
2	1	1	9.2	3.4	22	5	1	0	33	10	100
2	1	2	12	4.1	26	5	1	1	46	14	120
2	2	0	9.3	3.4	22	5	1	2	63	22	150
2	2	1	12	4.1	26	5	1	3	84	34	220
2	2	2	14	5.9	36	5	2	0	49	15	150

2	3	0	12	4.1	26	5	2	1	70	22	170
2	3	1	14	5.9	36	5	2	2	94	34	230
2	4	0	15	5.9	36	5	2	3	120	36	250
3	0	0	7.8	2.1	22	5	2	4	150	58	400
3	0	1	11	3.5	23	5	3	0	79	22	220
3	0	2	13	5.6	35	5	3	1	110	34	250
3	1	0	11	3.5	26	5	3	2	140	52	400
3	1	1	14	5.6	36	5	3	3	180	70	400
3	1	2	17	6	36	5	3	4	210	70	400
3	2	0	14	5.7	36	5	4	0	130	36	400
3	2	1	17	6.8	40	5	4	1	170	58	400
3	2	2	20	6.8	40	5	4	2	220	70	440
3	3	0	17	6.8	40	5	4	3	280	100	710
3	3	1	21	6.8	40	5	4	4	350	100	710
3	4	0	21	6.8	40	5	5	0	240	70	710
3	4	1	24	9.8	70	5	5	1	350	100	1100
3	5	0	25	9.8	70	5	5	2	540	150	1700
4	0	0	13	4.1	35	5	5	3	920	220	2600
4	0	1	17	5.9	36	5	5	4	1600	400	4600
						5	5	5	>1600	700	--

Keterangan : contoh Tabel MPN dengan menggunakan 5 tabung pengenceran
 Sumber : Anonim. 2006. Most Probable Number Method. Departement of Microbiology Center Food Safety and Applied Nutrition. FDA US.

Ketelitian tes mikrobiologi sangat tergantung dari metode yang dipilih, kecerdasan laboran, mutu sterilisasi dan kondisi pengawetan bahan kimia. Metode MPN merupakan metode statistic, hasilnya adalah nilai konsentrasi yang paling memungkinkan saja. Tabel jumlah perkiraan terdekat adalah tabel untuk memperkirakan kerapatan bakteri coli tinja di dalam 100 ml. Metode dengan penyaringan pada membran dan metode MPN memberi nilai konsentrasi yang tepat. Metode MPN sebenarnya terdiri dari 3 langkah yaitu tes pendugaan, tes penegasan dan tes pelengkap (Purwati, 2006).

II.8 Uraian Umum Antimikroba

Antimikroba adalah obat untuk membasmi mikroba, khususnya mikroba yang bersifat merugikan manusia. Dalam hal membasmi mikroba, masih dikenal berbagai istilah lain, yaitu : antibiotik, kemoterapeutik, antiseptik, desinfektan, dan sanitzer (Elcome, 1983 dalam Attamimi, 1996) :

- a. Antibiotik adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh organisme hidup yang dalam kadar kecil mampu menghambat proses hidup mikroorganisme.
- b. Kemoterapeutik adalah senyawa kimia yang digunakan untuk membasmi mikroba dan biasanya digunakan secara sistemik.
- c. Antiseptik adalah zat kimia yang digunakan untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan atau aktifitas mikroorganisme lain dengan cara menghambat atau membunuh dan biasanya digunakan pada jaringan hidup.
- d. Desinfektan adalah zat kimia yang digunakan untuk membunuh organisme patogen tetapi tidak untuk spora bakteri dan digunakan pada benda mati.
- e. Sanitizer adalah senyawa kimia yang digunakan untuk mengurangi jumlah mikroba yang mengkontaminasi ke suatu tingkat yang dinilai aman dan biasanya digunakan pada benda mati.

II.9 Uraian Umum Tentang Uji Mikrobiologis

Secara umum dapat dilakukan dengan dua cara (Ditjen POM, 1989; Yamaguchi, 1997) :

II.9.1 Metode Pengenceran

Metode pengenceran menggunakan sejumlah bahan antimikroba dengan kadar berbeda-beda, lalu ditanam mikroba uji. Kekeruhan yang terjadi diukur dengan alat fotoelektrik kolorimeter, kemudian dibandingkan dengan kekeruhan yang terjadi pada zat antimikroba pembanding yang mendapat perlakuan yang sama.

II.9.2 Metode Difusi

Pada metode difusi, kemampuan antimikroba ditentukan berdasarkan daerah hambatan yang terjadi. Metode difusi telah mengalami modifikasi sebagai berikut :

a. Metode difusi dengan silinder pipih

Cara difusi dengan silinder pipih didasarkan atas perbandingan antara luas daerah hambatan yang dibentuk larutan contoh terhadap pertumbuhan mikroba dengan daerah hambatan yang terjadi oleh larutan pembanding, dimana silinder kecil dapat ditempatkan pada cawan petri yang terdiri dari medium agar dengan sejumlah mikroorganisme uji, lalu silinder diisi dengan larutan sampel. Jika sampel tersebut efektif terhadap mikroorganisme uji, masa akan terbentuk daerah hambatan.

b. Metode difusi dengan mangkuk pipih

Cara difusi dengan mangkuk pipih hampir sama dengan cara difusi dengan silinder pipih, hanya terdapat sedikit perbedaan, dimana pada cara ini digunakan lubang yang dibuat langsung pada medium.

c. Metode difusi dengan kertas saring

Cara difusi ini menggunakan kertas saring dengan bentuk dan ukuran tertentu, biasanya dengan garis tengah 0,7-1 cm. Kertas saring masing-masing dicelupkan ke dalam larutan contoh dan larutan perbandingan. Pengamatan dilakukan setelah masa inkubasi dengan melihat daerah hambatan yang terbentuk.

d. Metode difusi Kirby-Bauer

Cara difusi ini menggunakan kertas saring dan cawan petri yang digunakan berukuran 150 kali 15 mm. Tinggi medium pada cawan petri adalah 5-6 mm (dibutuhkan lebih kurang 80 ml medium), sehingga dapat dilakukan pengujian berbagai konsentrasi larutan contoh secara bersamaan. Setelah inkubasi, besarnya daerah hambatan dapat diukur dengan alat jangka lengkung.

e. Metode difusi agar berlapis

Cara difusi agar berlapis merupakan modifikasi dari cara Kirby-Bauer, dimana pada cara ini menggunakan dua lapisan agar. Lapisan pertama (based layer) tidak mengandung mikroba, sedangkan lapisan kedua (seed layer) mengandung mikroba.

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Alat dan Bahan

III.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf (All American), inkubator (Heraceus), laminar air flow, lemari pendingin, oven (Heraceus), botol sampel, jerigen, neraca analitik, cawan petri, tabung reaksi, tabung durham, gelas ukur, gelas erlenmeyer (Pyrex), gelas kimia (Pyrex), corong, pipet, sendok tanduk, batang pengaduk, penangas air, dan bunsen.

III.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) yang telah tua, kaporit padat, air sumur pondokan di belakang workshop UNHAS, medium Lactose Broth (LB), medium Brilliant Green Lactose Blue (BGLB), medium EMBA (Eosin Methilen Blue Agar), aquadest steril, alkohol 70%, spritus, aluminium foil, kain kasa dan kapas.

III.2 Sterilisasi Alat

Semua alat gelas yang dipakai disterilkan dalam otoklaf pada tekanan 2 atm pada suhu 121 °C selama 15 menit untuk menghindari mikroba patogen. Alat -alat yang terbuat dari gelas, kaca, akan disterilkan

menggunakan oven pada suhu 180 °C dengan tekanan 1 atm selama 2 jam. Sterilisasi basah untuk media dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dengan tekanan 2 atm selama 15 menit. Sedangkan peralatan lainnya seperti botol sampel dicuci dengan menggunakan alkohol (Singkton, 1992).

III.3 Pembuatan Medium

Menurut Purwati (2006) cara membuat medium Lauryl tryptose broth (LB) dan Brilliant Green Lactose Broth (BGLB) sebagai berikut :

III.3.1 Medium Lauryl tryptose broth (LB)

Bahan-bahan :

Tryptose	20 gram
Lactose	5 gram
K ₂ HPO ₄	2, 75 gram
Air suling hingga	1000 ml

Cara Kerja :

Masing-masing bahan ditimbang lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan air suling sampai volume 1000 ml, kemudian dipanaskan di atas penangas air sambil diaduk. Setelah bahan tersebut larut, kemudian medium disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C, selama 15 menit dengan tekanan 2 atm.

III.3.2 Brilliant Green Lactose Broth (BGLB)

Bahan-bahan :

Lactose	1,5 gram
Briliant green	5 gram
Pepton	10 gram
Tryptose	5 gram
NaCl	5 gram
Air suling	1000 ml

Cara kerja :

Masing-masing bahan ditimbang sesuai dengan kebutuhan, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan air suling sampai volume 1000 ml, kemudian dipanaskan di atas penangas air sambil diaduk. Setelah bahan tersebut larut, kemudian medium disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C, selama 15 menit dengan tekanan 2 atm.

III.4 Pengambilan dan Pengolahan Sampel

III.4.1 Sampel Kaporit dan Biji Kelor

Biji kelor yang sudah tua di bersihkan dari kulitnya, kemudian ditumbuk sampai halus. Setelah itu ditimbang sebanyak 0,05 gram, 0,1 gram, dan 0,15 gram. Kemudian masing-masing ditambahkan sedikit air sampai membentuk pasta. Memasukkan pasta biji kelor ke dalam 200 ml air, lalu dikocok dan disaring dengan menggunakan kain kasa. Setelah itu filtratnya dimasukkan kedalam 2 liter air, diaduk selama 15 menit, lalu

didiamkan selama 2 jam. Air bersih yang diperoleh kemudian diambil masing-masing 100 ml untuk uji mikrobiologi di laboratorium. Kaporit yang digunakan sudah tersedia dalam bentuk bubuk, sehingga dapat langsung ditimbang dengan menggunakan neraca analitik, sebanyak 0,05 gram, 0,1 gram, dan 0,15 gram.

III.4.2 Pengambilan sampel di sumur pondokan belakang workshop

Pengambilan air sumur dilakukan pada 2 sumur pondokan, masing-masing diambil 12 liter air dengan menggunakan jerigen yang sudah disterilkan. Pengambilan sampel air sumur dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu hari pertama sebagai uji pembuktian ada tidaknya bakteri coli pada sampel asli yang belum dicampurkan dengan biji kelor. Selanjutnya pada hari kedua dilakukan sesuai dengan skema kerja untuk sampel air sumur yang sudah dicampurkan dengan biji kelor dan kaporit.

Kriteria air sumur yang diambil adalah :

- Letak sumur dekat dengan sumber pengotoran (MCK kurang dari 10 m).
- Sumur digunakan dalam berbagai aktivitas masyarakat disekitarnya.
- Tidak memenuhi syarat fisik (berwarna dan berbau).
- Tidak memenuhi syarat konstruksi (tidak memiliki saluran pembuangan air kotor).

III. 5 Penyiapan Sampel Uji di Laboratorium

1. Melakukan beberapa pengenceran volum sampel, sesuai jenis air dalam tabel panduan Standar Nasional Indonesia (SNI).
2. Menyiapkan 5 tabung reaksi untuk setiap pengenceran yang dipilih sesuai dengan tabel 1, sehingga jumlahnya adalah $3 \times 5 = 15$ tabung.
3. Menuangkan 10 ml medium ke dalam tabung 10 tabung, dan 5 ml medium ke dalam 5 tabung . Memasukkan tabung durham ke dalam masing-masing tabung dengan mulut ke arah bawah. Menutup tabung dengan kapas, kemudian mensterilkan ke dalam autoklaf.
4. Memindahkan sebanyak 1 ml sampel ke dalam 10 tabung dan 10 ml ke dalam 5 tabung, kemudian dihomogenasikan. Setelah itu diinkubasi dalam inkubator.

III. 6 Tes Pendugaan (Presumptive Test)

1. Menginkubasi tabung fermentasi yang telah berisi sampel (juga tabung blanko), pada suhu 35°C selama 24 jam.
2. Sesudah 24 jam, mengamati kembali gas yang tertangkap di dalam tabung durham. Apabila dalam tabung tidak dihasilkan gas, sampel tersebut dibuang karena tidak mengandung bakteri coli. Tabung yang menghasilkan gas dilanjutkan dengan tes penegasan (Purwati, 2006).

III. 7 Tes Penegasan (Confirmed Test)

1. Sampel yang menghasilkan gas (+) baik dalam jangka waktu 24 jam maupun dalam waktu 48 jam dilanjutkan dengan tes penegasan.

2. Memindahkan sebanyak 2 tetes cairan dari masing-masing tabung yang menghasilkan gas pada tes pendugaan, ke dalam medium BGLB dan tabung durham, homogenasikan dan menyiapkan 1 blanko berisi aquades.
3. Menginkubasi tabung reaksi pada suhu 44° C selama 24 jam.
4. Mengamati gas yang tertangkap dalam tabung durham. Tabung yang terdapat gas dicatat sebagai sampel yang mengandung bakteri coli tinja, sedangkan tabung yang tidak menghasilkan gas, berarti tidak mengandung bakteri coli tinja.
5. Untuk lebih mempertegas bahwa tabung yang terdapat gas mengandung bakteri *E.coli*, maka dapat diuji ke dalam medium EMBA (Eosin Methilen Blue Agar) dengan menggunakan cawan petri, kemudian mengoleskan 1 ose ke dalam medium lalu diinkubasi selama 24 jam. Mengamati koloni bakteri yang tumbuh (Purwati, 2006).

III.8 Analisis Data

Untuk menghitung jumlah bakteri dalam media cair, digunakan metode Most Probable Number (MPN). Perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah tabung positif yang ditumbuhi oleh mikroba setelah diinkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Kombinasi yang diperoleh kemudian dicocokkan dengan tabel MPN, atau dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Purwati, 2006) :

$$\text{MPN count} = \text{nilai MPN} \times \frac{1}{\text{Pengenceran tabung yang di tengah}}$$

Apabila kombinasi yang diperoleh tidak terdapat dalam tabel dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Purwati, 2006) :

$$\frac{A \times 100}{\sqrt{B \times C}} = \dots\dots\dots$$

Keterangan :

- A (Jumlah Tabung Positif)
- B (Jumlah Tabung Negatif)
- C (Volume Benda Uji)

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Uji Bakteriologis Air Sumur Asli Sebelum Perlakuan

Sebelum melakukan pengujian dengan menggunakan air yang sudah diolah dengan biji kelor, terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan. Hasilnya sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Uji Pendahuluan sampel air sumur setelah dicocokkan pada tabel Most Probable Number (MPN).

Sumber Air	Pengulangan	Nilai	Rata-rata nilai MPN pada medium uji Brilliant Green Lactose Broth (BGLB) / 100 ml sampel
Sumur 1	1	>1600	>1600
	2	>1600	
Sumur 2	1	>1600	> 1600
	2	>1600	

Berdasarkan tabel di atas, menunjukkan bahwa pada sumur 1 dan 2 diperoleh pertumbuhan bakteri pada medium BGLB, dengan jumlah bakteri yaitu >1600/100 ml sampel air. Angka ini menunjukkan bahwa kualitas air pada kedua sumur mengandung bakteri *coli*, dengan jumlah yang melebihi ambang batas. Karena menurut Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) No. 416 tahun 1990, menyatakan bahwa secara mikrobiologi jumlah maksimal bakteri yang

boleh ada dalam air non perpipaan, misalnya sumur adalah 50 bakteri per 100 ml air (Permenkes, 1993). Adanya jumlah bakteri yang melebihi >1600/100 ml air, maka air tersebut tidak layak dikonsumsi. Hasil ini kemudian dijadikan sebagai acuan, untuk melakukan uji selanjutnya pada kedua sampel.

IV.2 Hasil Uji Air Sumur Setelah Perlakuan Dengan Biji Kelor

Pengamatan dilakukan dengan melihat hasil uji secara fisik dan bakteriologis sebagai berikut :

IV.2.1 Hasil Uji Secara Fisik

Proses uji secara fisik dilakukan sebagai berikut biji kelor terlebih dahulu dibersihkan dan dihaluskan, setelah itu menimbang serbuk biji kelor masing-masing 0,05 gram, 0,1 gram dan 0,15 gram. kemudian dicampurkan kedalam air sebanyak 2 liter, lalu didiamkan selama 2 jam. Menurut (Sutrisno, 2004) air minum harus memenuhi syarat fisik yaitu air tidak berwarna, air tidak berasa, tidak berbau, dan air harus jernih. Perubahan secara fisik dapat dilihat, sebelum diolah kondisi air berwarna kuning dan berbau, setelah diolah air menjadi lebih jernih, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa. Hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) No. 416 tahun 1990 tentang parameter fisik yang harus dipenuhi, sebagai persyaratan kualitas air bersih. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa air yang diolah dengan biji kelor dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

IV.2.2 Hasil Uji Secara Bakteriologis

Uji secara bakteriologis dibagi atas beberapa tahapan yaitu, tes pendugaan (Presumptive test) dengan menggunakan medium Lactose Broth. Kemudian dilanjutkan dengan tes penegasan (Confirmed test) dalam medium Brilliant Green Lactose Broth (BGLB). Pada sampel air yang telah diolah dengan menggunakan biji kelor dan kaporit dimasukkan kedalam medium dengan volume 10 ml, 0,1 ml, dan 10^{-1} .

Tabel 3. Hasil MPN dari pengolahan air dengan menggunakan biji kelor pada sumur 1.

Sumber Air	Pengulangan	Biji Kelor (gram)	Nilai	Rata-rata nilai MPN pada medium uji Brilliant Green Lactose Broth(BGLB) / 100 ml sampel	
Sumur 1	1	0,05	11,1	0,05	8,52
		0,1	18,9		
		0,15	11	0,1	20,95
	2	0,05	5,94		
		0,1	23		
		0,15	3,12		

Perlakuan dengan menggunakan biji kelor dilakukan sebanyak 2 kali. Pada tabel di atas menunjukkan hasil rata-rata nilai MPN yang diperoleh yaitu, konsentrasi 0,05 gram menunjukkan bahwa jumlah bakteri *coli* 8,52/100 ml air. Untuk konsentrasi 0,1 gram, jumlah bakteri *coli* mencapai 20,95/100 ml air. Sedangkan untuk konsentrasi 0,15, jumlah bakteri *coli* menurun hingga 7,06/100ml. Menurut Supardi (1999) air yang tidak memenuhi syarat secara bakteriologi, yaitu memiliki jumlah *coli* diatas 50 bakteri/100 ml untuk air bersih,

yang telah diolah, masih dalam ambang batas yang normal. Sesuai dengan Permenkes No.416 tahun 1990 tentang jumlah bakteri *coli* yang memenuhi syarat kualitas air bersih.

Hasil yang ditunjukkan dari tabel 3 dan 4, setelah air sumur yang diolah dengan menggunakan biji kelor, baik dari segi fisik dan bakteriologis memenuhi standar kualitas air bersih, yang telah diatur dalam Permenkes No. 416 tahun 1990. Pada tabel 4 menunjukkan bahwa konsentrasi 0,1 gram lebih efektif dalam menurunkan jumlah bakteri hingga 1,2/100 ml air. Angka tersebut belum memenuhi syarat air minum, sesuai Permenkes No. 416 tahun 1990, jumlah bakteri *coli* dalam air yang digunakan sebagai air minum adalah 0 /100 ml air.

Menurut Bouz (2006) kotiledon biji kelor mengandung tiga komponen penting, yaitu substansi antimikroba 4- α -4 amnosyloxy benzyl isothiocynate, minyak Ben, dan flokulan. Zat 4- α -4 amnosyloxy benzyl isothiocynate bersifat antiseptic yaitu suatu senyawa yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan atau aktifitas mikroorganisme lain. Akan lebih efektif jika komposisi zat aktif 4- α -4 amnosyloxy benzyl isothiocynate lebih dominan dari komponen yang lain, agar dapat maksimal dalam membunuh bakteri.

IV.3 Hasil Uji Air Sumur Setelah Perlakuan Dengan Kaporit

Tabel 5. Hasil MPN dari pengolahan air pada sumur 1 dengan menggunakan kaporit.

Sumber Air	Pengulangan	Kaporit (gram)	Nilai	Rata-rata nilai MPN pada medium uji Brilliant Green Lactose Broth(BGLB) / 100 ml sampel	
Sumur 1	1	0,05	0	0,05	0
		0,1	23		
		0,15	33		
	2	0,05	0	0,1	11,5
		0,1	0	0,15	16,5
		0,15	0		

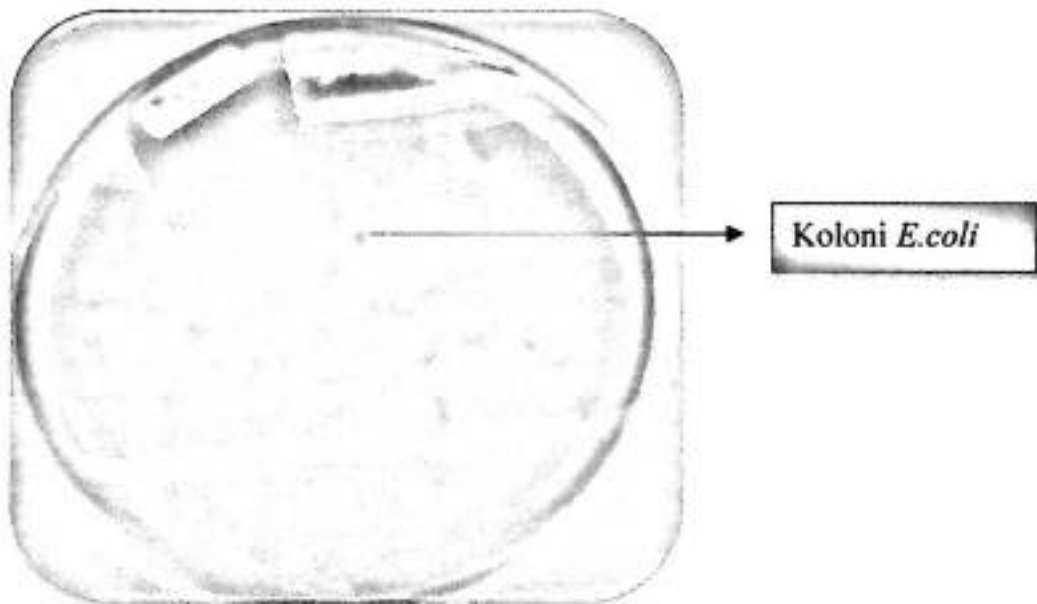
Tabel 6. Hasil MPN dari pengolahan air pada sumur 2 dengan menggunakan kaporit.

Sumber Air	Pengulangan	Kaporit (gram)	Nilai	Rata-rata nilai MPN pada medium uji Brilliant Green Lactose Broth(BGLB) / 100 ml sampel	
Sumur 2	1	0,05	0	0,05	0
		0,1	0		
		0,15	0		
	2	0,05	0	0,1	0
		0,1	0	0,15	0
		0,15	0		

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel di atas, setelah air diolah dengan menggunakan kaporit secara umum, dapat menurunkan bakteri secara efektif. Akan tetapi pada sumur 1 jumlah bakteri yang masih ada mencapai 16,5. Kaporit merupakan bahan kimia yang sudah sering dimanfaatkan untuk menjernihkan air. Senyawa chlor yang terkandung di dalam kaporit, merupakan senyawa aktif yang mampu membunuh bakteri dengan baunya yang sangat menyengat. Secara fisik air yang diolah dengan kaporit memang tidak berwarna, tetapi air berbau chlor dan rasanya seperti obat. Menurut Anonim (2003) penggunaan bahan kimia kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) oleh PDAM secara terus menerus akan menyebabkan gangguan fungsi ginjal dan merusak vitamin B, C, E dalam tubuh. Selain itu zat klorin yang terdapat pada kaporit juga merupakan zat berbahaya, karena zat tersebut lebih baik digunakan sebagai pemutih, sedangkan jika bereaksi dengan asam dari tumbuhan yang membusuk akan terbentuk trihalomethans (THMs) yang bersifat karsinogen. Hal tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti lever, ginjal, gangguan pernapasan, tensi darah rendah dan cacat lahir. Juga menyebabkan pengendapan kolesterol dalam darah dan stroke.

Sebaliknya air yang diolah dengan biji kelor sangat efektif dari segi fisik, karena air tidak berwarna, tidak, berasa, dan tidak berbau. Serbuk biji kelor adalah koagulan (penjernih air) alternatif yang ramah lingkungan. Pemanfaatannya dapat diperkenalkan melalui pemberdayaan masyarakat yang menggunakan air sumur keruh, dan daerah yang jauh dari jangkauan suplai air minum seperti halnya yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum, baik skala kecil maupun skala besar.

IV.4 Hasil Uji Lanjutan



Gambar 6. Koloni Bakteri *E.coli* pada medium EMBA

Untuk lebih memberikan data yang valid, maka dilakukan inokulasi pada medium Eosin Methylen Blue Agar (EMBA). Setelah 24 jam ditemukan adanya koloni *E.coli*, yang ditandai dengan warna hijau metalik. Selanjutnya dilakukan pengecatan gram yang dilanjutkan pada pengamatan dengan menggunakan mikroskop.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Serbuk biji kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) efektif untuk menurunkan jumlah bakteri pada sumur 1 dan sumur 2. Jumlah bakteri sebelum diolah mencapai >1600/100 ml air, setelah dilakukan pengolahan dengan biji kelor, jumlah bakteri menurun hingga 1,2/100 ml air.
2. Air sumur yang telah diolah dengan biji kelor memenuhi persyaratan sebagai air bersih menurut standar bakteriologi Permenkes No.416 tahun 1990 yaitu 50/100 ml air.

V.2 Saran

- Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan menggunakan biji kelor yang di sangrai sebelum dihaluskan, dan menggunakan sampel air yang berbeda.
- Penumbukan biji kelor yang dilakukan secara manual, hasilnya tidak terlalu halus, sehingga perlu dilakukan pengolahan khusus untuk biji kelor agar hasilnya lebih halus.
- Sebaiknya hasil penelitian tentang biji kelor, dapat dipublikasi ke masyarakat secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003. Bahaya Kaporit Terhadap Tubuh. Indosiar. Jakarta ([http:// www.Indosiar.com/berita](http://www.Indosiar.com/berita) diakses tanggal 20 Januari 2008).
- Anonim, 2007. Sifat Umum Klorin ([http://www. PikiranRakyat .com/ cetak/ 2007](http://www.PikiranRakyat.com/cetak/2007) diakses tanggal 15 Desember 2007).
- Anonim, 1991. Pengujian Kualitas Air dan Limbah Cair. SNI 06-2421.
- Anonim, 2006. Most Probable Number Method. Departement of Microbiology Center Food Safety and Applied Nutrition. FDA US.
- Attamimi, L.R., 1996. "Efektifitas Bunga Kembang Puli Sebagai Penghambat *Salmonella thyp*". Fakultas MIPA UH. Makassar.
- Bouz, B. 2006. Degradasi Bakteri Fecal Coliform Air Sungai Lematang dengan Serbuk Biji Kelor. UNM. Malang.
- Daud, A., 2007. Aspek Kesehatan Penyediaan Air Bersih. CV. Healthy and Sanitation. Makassar.
- Elcome, I.E., 1983. Fundamental Of Microbiology. Addison - Wesley Publishing. Company. Canada.
- Eriawan, R., 2004. Mengenal Bahan Kimia Desinfeksi. Pikiran Rakyat Ciber Media. Jakarta.
- Garrity, G., 2000. Bergey's Manual Systematic Bacteriology 2nd Edition. <http://www.cme.msu.edu/Bergey's/outline.pn.pdf>. diakses pada 25 July 2007).
- Haristy, 2006., Teknologi Tepat Guna Penjernihan Air Dengan Biji Kelor (*Moringa oleifera*). Wordpress.
- Heyne, K., 1988. Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid 1 dan 2. Yayasan Sarana Wana Jaya. Jakarta.
- John, L., 2006. The Most Probable Number Method. Departemen Bacteriology. University of Wisconsin. Madison.

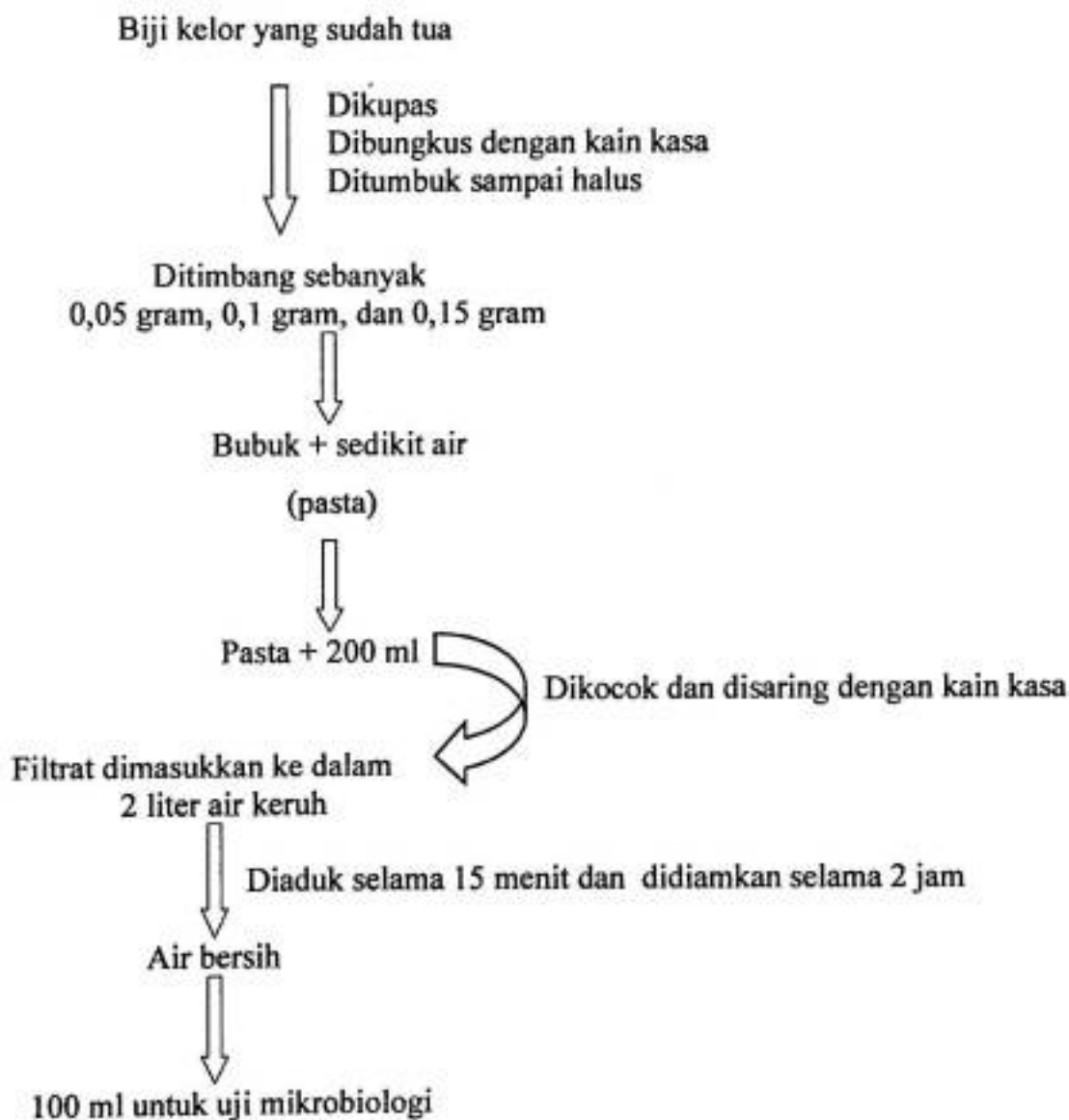
- Kamal, Z. M. Yazid, Mulyaningsih & I. Imroatin., 2006. Uji Kualitas Air Sumur PAM Ditinjau Dari Aspek Bakteriologis dan Radioaktivitas β Total. MIPA UII. Yogyakarta.
- Lay, W. B. dan Hastowo S., Bioteknologi Mikrobiologi. IPB. Bogor.
- Panji. 2005. 168 Juta Penduduk: Belum Mendapat Air Bersih, Indonesia Krisis Air Pada Tahun 2005. Media Indonesia. Jakarta.
- Pelezar, M.J., dan E.C.S.Chan., 1988. Dasar - Dasar Mikrobiologi Jilid 1 dan 2. UI-Press. Jakarta.
- Purwati, S.U., 2006. Metode Pengambilan Contoh Uji dan Sampel Air Untuk Pengujian Bakteri Coliform. Pusarpedal. KLIH. Makassar.
- Pusat Informasi Wanita, 2005. Buku Panduan Air dan Sanitasi . PDH- LIPI. Jakarta.
- Sastrowardoyo, W., 2004. Potency of *Moringa oleifera* Extract Anticonvulsion. Universitas Airlangga. Bali.
- Singhton, P., 1992. Introduction to Bakteria 2nd Edition. Wiley. England.
- Sukar. 1995. Pencemaran Klorin di Daerah Karet Kuningan. Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan. Departemen RI. Jakarta.
- Supardi, 1999. Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Penerbit Alumni. Bandung
- Suriawiria, U., 2006. Manfaat Daun Kelor. IPB. Bogor.
- Sutrisno, T.C., 2004. Teknologi Penyediaan Air Bersih. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Tjitrosoepomo, G., 2004. Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Winarno, 2005. Biji Kelor Untuk Bersihkan Air Sungai. Unika Atma Jaya.
- www.medicinenet.com/e.coli_pic/.htm (Diakses pada tanggal 14 Pebruari 2008).
- www.Pribadi.com/2008/jpg (Diakses pada tanggal 23 Pebruari 2008).

Yamaguchi, K.,1997. Susceptibility Testing. Department of Microbiology.
University of Medicine.

Lampiran A

SKEMA KERJA PENGOLAHAN BIJI KELOR

(Prosedur kerja menurut Winarno, 2005)

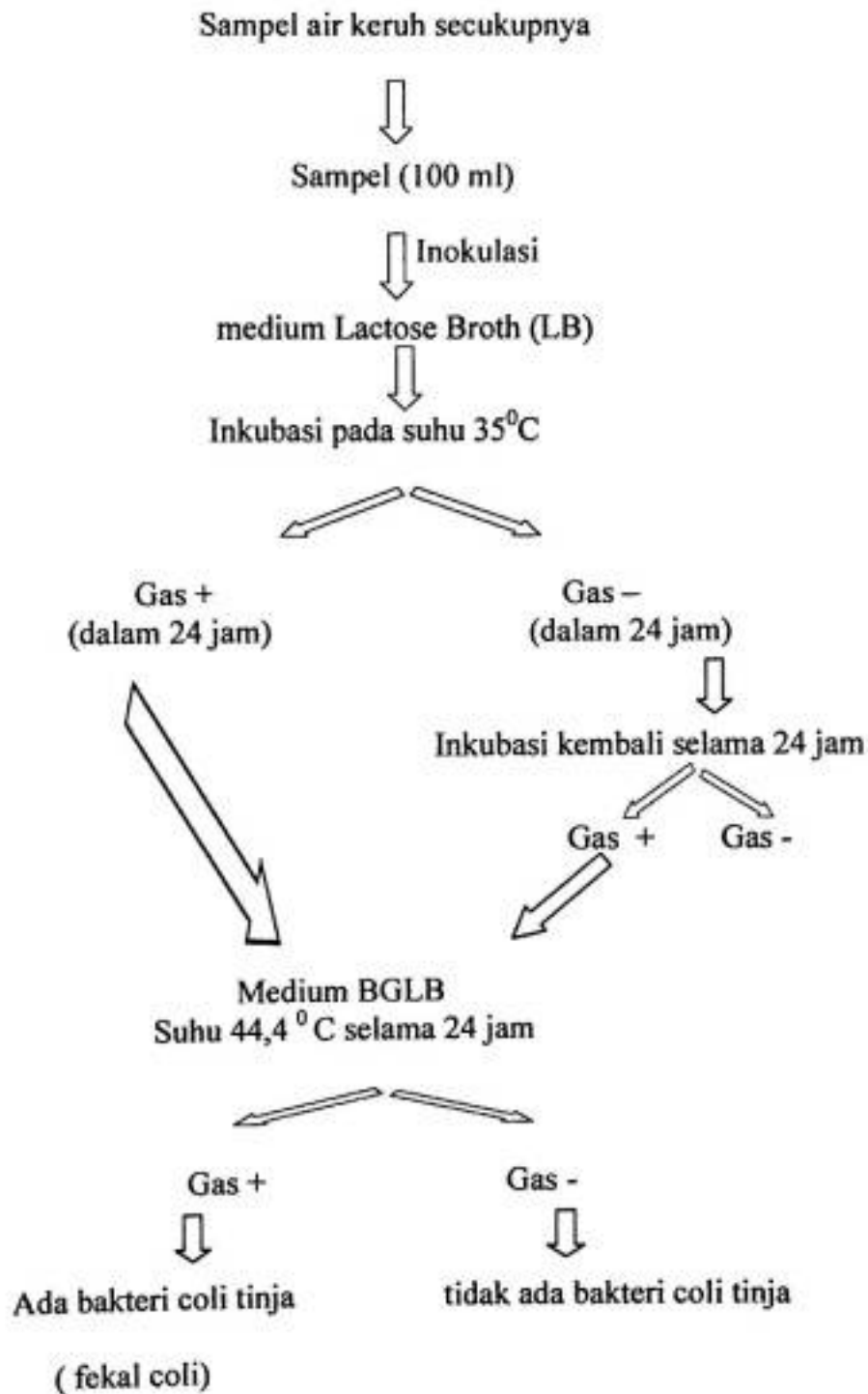


Lampiran B

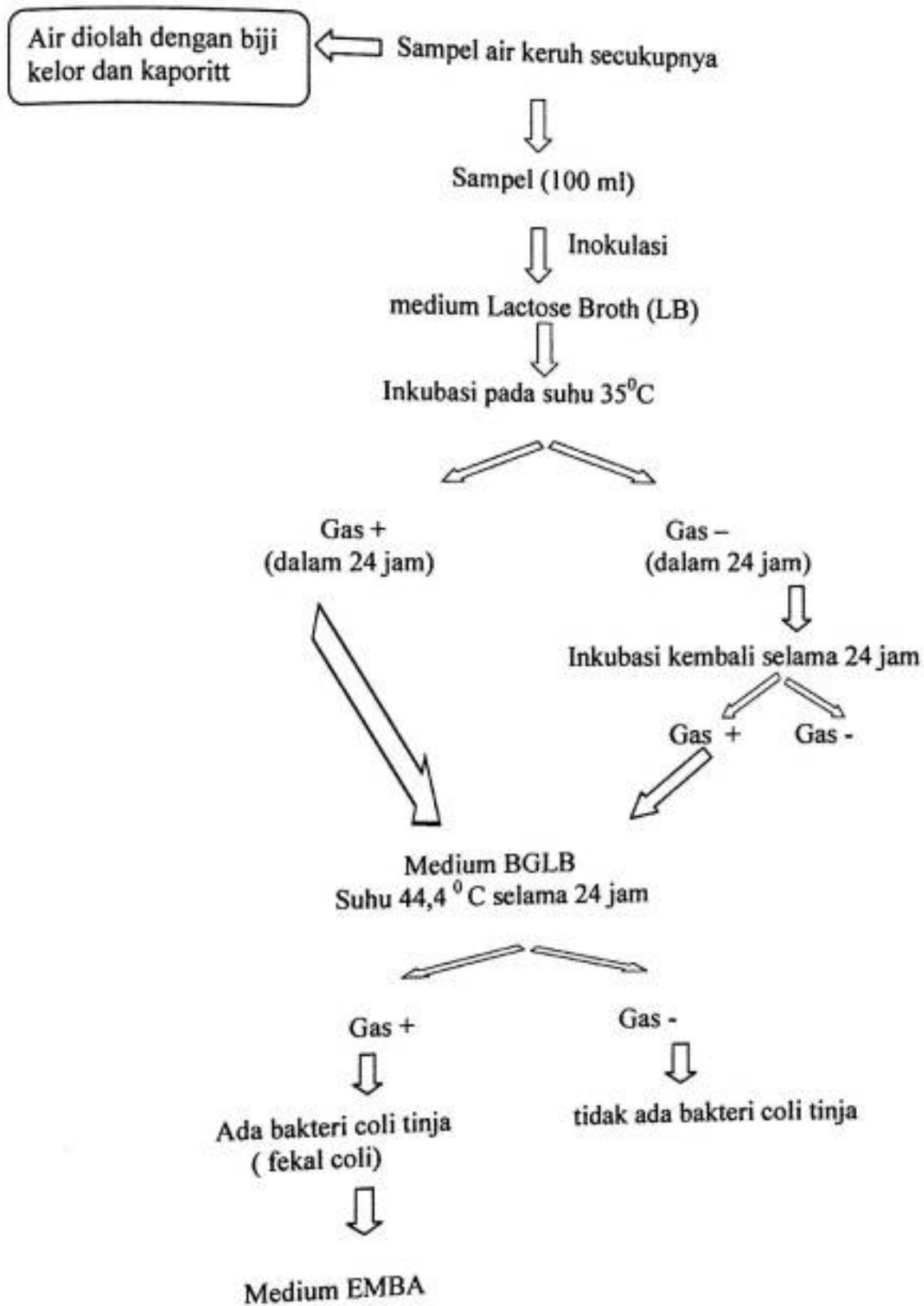
SKEMA KERJA PENGUJIAN BAKTERI COLI

(Prosedur kerja menurut Purwati, 2006)

Pengujian hari pertama



Pengujian hari kedua



Lampiran C

Konsentrasi volum sampel (untuk beberapa jenis air) yang dianjurkan untuk dicampur dengan media.

Jenis Air	Volume (ml)		
	10	1	10^{-1}
1. Air minum dan air sumur	10	1	10^{-1}
2. Air kolam renang, air danau	1	10^{-1}	10^{-2}
3. Air tercemar ringan, air sistem drainase	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
4. Air sungai tercemar, air riool	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}

(Sumber : Purwati S. U. 2006. Metode Pengambilan Contoh Uji dan Sampel Air Untuk Pengujian Bakteri Coliform. Pusarpedal. KLH. Makassar).

Lampiran D

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia
 Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal : 3 September 1990

DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR BERSIH

No.	PARAMETER	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
A.	FISIKA			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1.500	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4.	Rasa	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3°C	-
5.	Warna	Skala TCU	50	-
B.	KIMIA			
1.	Air raksa	mg/L	0,001	
2.	Arsen	mg/L	0,05	
3.	Besi	mg/L	1,0	
4.	Fluorida	mg/L	1,5	
5.	Kadmium	mg/L	0,005	
6.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	
7.	Klorida	mg/L	600	
8.	Kromium, 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, khusus air hujan pH minimum 5,5
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	
	Kimia Organik			
1.	Aldrin dan Dieldrin	mg/L	0,0007	
2.	Benzena	mg/L	0,01	
3.	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001	
4.	Chlordane (total isomer)	mg/L	0,007	
5.	Coloroform	mg/L	0,03	
6.	2,4 D	mg/L	0,10	
7.	DDT	mg/L	0,03	
8.	Detergen	mg/L	0,5	
9.	1,2 Discloroethane	mg/L	0,01	
10.	1,1 Discloroethene	mg/L	0,0003	
11.	Heptaclor dan heptaclor epoxide	mg/L	0,003	
12.	Hexachlorobenzene	mg/L	0,00001	
13.	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	
14.	Methoxychlor	mg/L	0,10	
15.	Pentachlorophanol	mg/L	0,01	
16.	Pestisida Total	mg/L	0,10	
17.	2,4,6 urichlorophenol	mg/L	0,01	
18.	Zat organik (KMnO ₄)	mg/L	10	

No.	PARAMETER	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
C.	Mikro biologik			
	Total koliform (MPN)	Jumlah per 100 ml	50	Bukan air perpipaan
		Jumlah per 100 ml	10	Air perpipaan
D.	Radio Aktivitas			
1.	Aktivitas Alpha (Gross Alpha Activity)	Bq/L	0,1	
2.	Aktivitas Beta (Gross Beta Activity)	Bq/L	1,0	

Keterangan :

mg = miligram

ml = mililiter

L = liter

Bq = Bequerel

NTU = Nephelometrik Turbidity Units .

TCU = True Colour Units

Logam berat merupakan logam terlarut

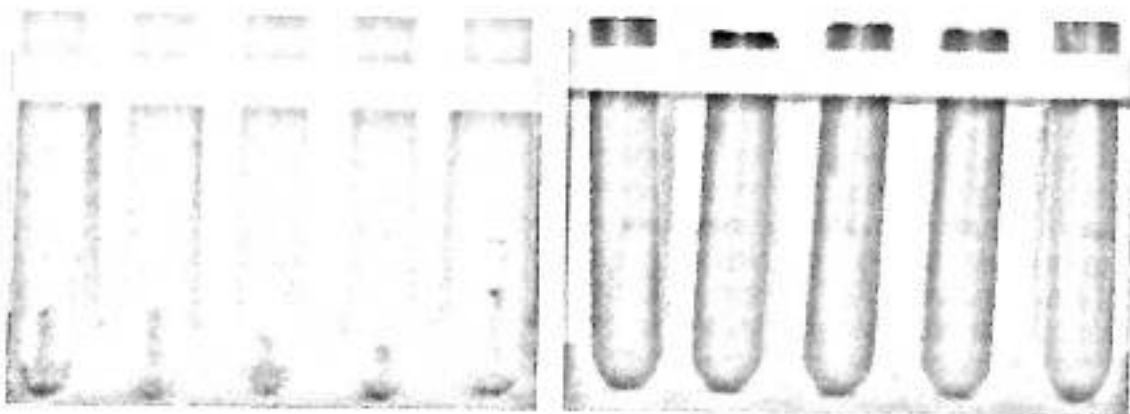
Ditetapkan di : J A K A R T A
 Pada tanggal : 3 September 1990
 Menteri Kesehatan Republik Indonesia

ttd

Dr. Adhyatma, MPH

LAMPIRAN E

PERBEDAAN TABUNG POSITIF DAN NEGATIF



a

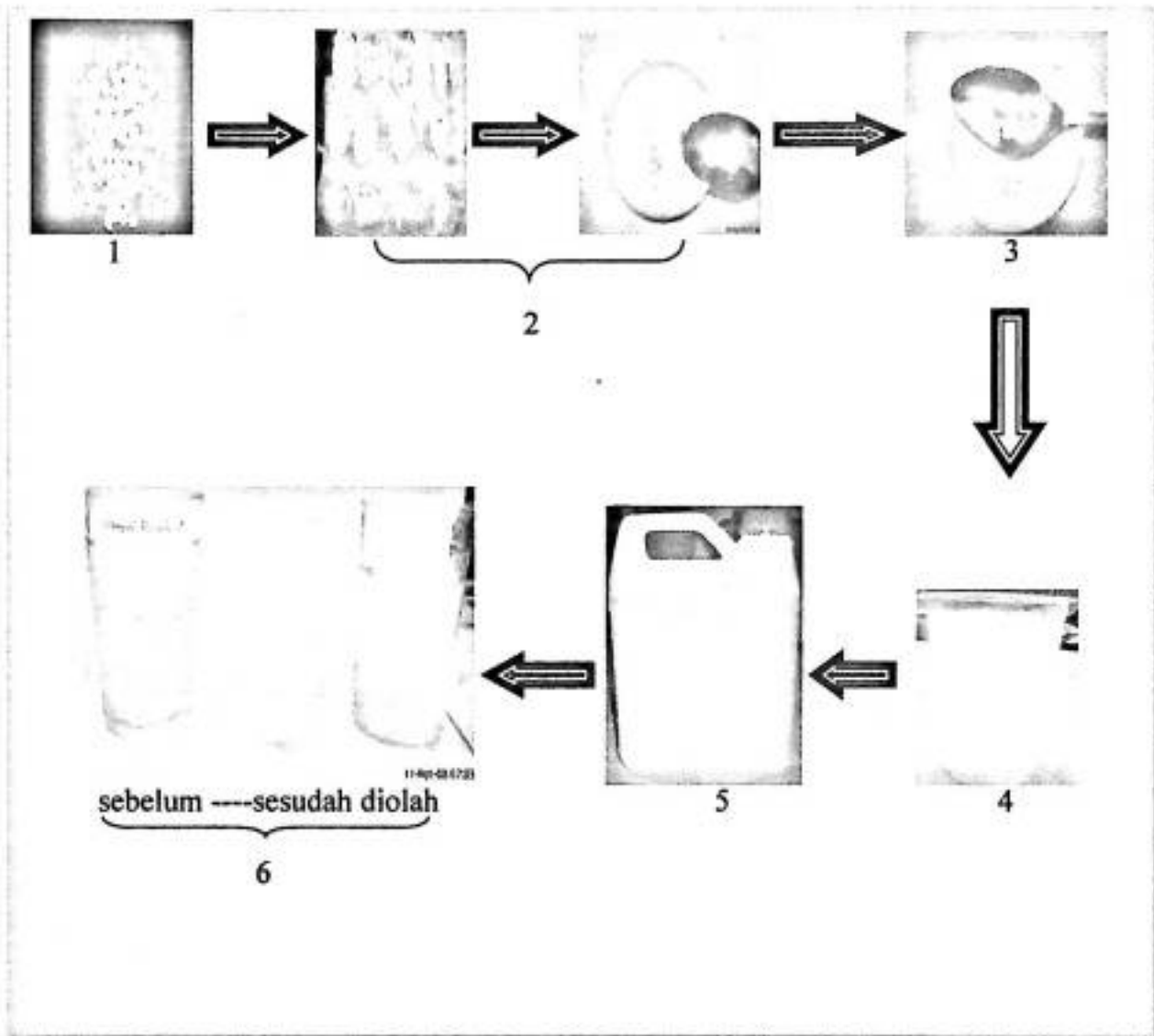
b

Keterangan :

- 6.a Contoh tabung positif setelah diinkubasi 1x24 jam dalam medium BGLB (Briliant Green Lactose Broth), perubahan ditandai dengan adanya gas dan perubahan warna.
- 6.b Contoh tabung negatif setelah diinkubasi 1x24 jam dalam medium BGLB (Briliant Green Lactose Broth), ditandai dengan tidak adanya gas.

LAMPIRAN F

PROSES PENGOLAHAN BIJI KELOR PADA SAMPEL AIR SUMUR



Keterangan :

1. Biji kelor yang telah dibersihkan.
2. Biji yang sudah dihaluskan (serbuk) dan sudah ditimbang.
3. Serbuk yang ditambahkan sedikit air, sehingga membentuk pasta.
4. Pasta dicampurkan ke dalam air 200 ml, kemudian disaring dengan kain kasa.
5. Filtrat dicampurkan ke dalam sampel sebanyak 2 liter, lalu diaduk selama 15 menit dan dibiarkan selama 2 jam.
6. Hasil sampel yang telah diolah telah mengalami perubahan secara fisik.