

**UJI KANDUNGAN BAKTERI *COLIFORM* PADA ES BATU YANG  
DIGUNAKAN DI KANTIN-KANTIN DAN RUMAH MAKAN DI  
SEKITAR KAMPUS UIN RADEN FATAH PALEMBANG  
DAN SUMBANGSIHNYA PADA MATERI BAKTERI  
DI KELAS X SMA/MA**



Oleh:

**DIAN MAYA  
NIM. 11 222 012**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada Program Reguler S1  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh  
Gelara Sarjana Pendidikan (S.Pd)**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN FATAH PALEMBANG  
2015**

Hal : Pengantar Ujian Skripsi  
Lamp. : -

Kepada Yth,  
Bapak Dekan Fakultas Tarbiyah  
Dan Keguruan UIN Raden Fatah  
Palembang  
Di

Palembang

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Setelah melalui proses bimbingan, arahan dan koreksian baik dari segi isi maupun teknik penulisan terhadap skripsi saudara :

Nama : Dian Maya

NIM : 11 222 012

Program : Pendidikan Biologi

Judul Skripsi : Uji Kandungan Bakteri Coliform Pada Es Batu yang Digunakan di Kantin-kantin dan Rumah Makan di Sekitar Kampus UIN Raden Fatah Palembang dan Sumbangsihnya pada Materi Bakteri di Kelas X SMA/MA

Maka, kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara tersebut dapat diajukan dalam Sidang Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.

Demikian harapan kami dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.  
*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

**Pembimbing I**

**Palembang, Oktober 2015**  
**Pembimbing II**

**Hj. Agustiani Dumeva Putri, M.Si**  
**NIP. 19720812 200501 2 005**

**Fitratul Aini, M.Si**  
**NIP. 19790115 200912 2 003**

## **PENGESAHAN SKRIPSI**

Judul Skripsi : Uji Kandungan Bakteri Coliform Pada Es Batu yang Digunakan di Kantin-kantin dan Rumah Makan di Sekitar Kampus UIN Raden Fatah Palembang dan Sumbangsihnya pada Materi Bakteri di Kelas X SMA/MA

Nama : Dian Maya  
NIM : 11 222 012  
Program : S1 Pendidikan Biologi

Telah Disetujui Tim Penguji Ujian Skripsi.

1. Ketua : Dr. Yulia Tri Samiha, M.Pd (.....)  
NIP. 19680721 200501 2 004
2. Sekretaris : Elfira Rosa Pane, M.Si (.....)  
NIP. 19811023 200912 2 004
3. Penguji I : Irham Falahudin, M. Si (.....)  
NIP. 19711002 199903 1 002
4. Penguji II : Awalul Fatiqin, M.Si (.....)  
NIP. 140201100812/Blu

Diuji di Palembang pada tanggal 30 Oktober 2015

Waktu : Pukul 10.00-11.00 WIB  
Hasil/IPK : 3,15  
Predikat : A

**Mengesahkan**  
**Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan**

**Dr. Kasinyo Harto, M. Ag**  
**NIP. 197109111997031004**

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

*“Orang berilmu dan beradab tidak akan diam di kampung halaman,  
Tinggalkan negerimu dan merantaulah ke negeri orang  
Merantaulah,  
Kau akan dapatkan pengganti dari kerabat dan kawan  
Berlelah-lelahlah  
Manisnya hidup akan terasa setelah lelah berjuang  
Singa jika tak tinggalkan sarang, tak akan dapatkan mangsa  
Anak panah jika tak tinggalkan busur, tak akan kena sasaran  
Jika matahari di orbitnya tidak bergerak dan terus diam  
Tentu manusia bosan padanya dan enggan memandangnya  
Bijih emas bagaikan tanah biasa sebelum digali dari tambangnya  
Kayu gaharu tak ubahnya seperti kayu biasa jika di dalam hutan.  
(Imam Syafi’i)”*

Jika lelah mungkin kaki tlah berhenti melangkah, otak tak lagi berfikir keras

Tapi helaan nafas pengorbanan Ayah dan Ibu,

Menyulut semangat yang membara

Jika lelah, mungkin tangan enggan menari-nari lagi menyelesaikan tugasnya

Tapi sentuhan tangan Ayah dan Ibu,

Pacu semangat ia untuk terus mengurai setiap kata menjadi bahasa ilmu

Jika lelah, maka cinta Ayah dan Ibu adalah semangat yang tak pernah berhenti mengalir menjadi untaian do’a dan penyejuk di setiap derai air mata dan peluh keringat keasaan yang melemah

Tapi kini, lelah itu tlah lelah mengikutinya,

Karna Allah ridha atas ridho Ayah serta Ibu,

Hingga akhirnya kumampu selesaikan satu kewajibanku padanya

**Maka, Tiada kata seindah do'a**  
**Tiada kesan tanpa kenangan berharga**

Teruntuk yang kucinta karena Allah, kupersembahkan skripsi ini dengan keikhlasan dan ketulusan hati untuk :

1. Ayahanda tercinta (Syufrudin) dan Ibundaku tersayang (Fatimah) yang telah mengorbankan segalanya dan selalu mendo'akan, menginspirasi serta memotivasi Ananda tanpa henti.
  2. Keluarga besarku tercinta, Kakak-kakakku (Rizki Hidayat, Hari Septiadi dan Risa Yuli Yanti) dan adik-adiku (Lexi Adam dan Valen) yang telah memotivasiku dalam proses perkuliahan serta sahabatku Erni Tri Ratna, Dwi Zhafira, Ela Irmawati dan Dwi Astria, Kak Misbah, Mas Bagas dan Kak Wahyudi yang telah banyak membantuk baik jasa dan materil.
  3. Sahabat dan teman-teman seperjuangan angkatan 2011 Biologi 1 dan Biologi 2, Sahabat-sahabat ADK 2011, dan adik-adikku terkasih Amel, Marisa Prihartini, Iin Rohyani, Yuyun, Nurhalimah, dan dek Siska terima kasih atas bantuan, do'a dan partisipasinya serta motivasinya selama ini.
- Almamaterku UIN Raden Fatah Palembang tempat aku menimba ilmu.

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Dian Maya
Tempat dan tanggal lahir	: Palembang, 2 September 1992
Program Studi	: Pendidikan Biologi
NIM	: 11 222 012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Seluruh data informasi, interpretasi serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini kecuali yang disebutkan sumbernya adalah merupakan pengamatan, penelitian, pengolahan serta pemikiran saya dengan pengarahan para pembimbing yang ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di UIN Raden Fatah Palembang maupun perguruan tinggi lainnya.

Demikian Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan bukti ketidakbenaran dalam pernyataan tersebut di atas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

**Palembang, Oktober 2015**  
**Yang Membuat Pernyataan**

**Dian Maya**  
**NIM. 11 222 012**

## **ABSTRACT**

*Coliform contamination in ice cubes can cause diarrhea, dysentery, fever and other diseases. Ice cube are commonly used complementary beverages students and employees of college UIN Raden Fatah is not guaranteed hygiene beverages that can cause disease. This research is an experimental laboratory conducted on 4 August 2015 in Balai Besar Laboratorium penelitian (BBLK) Palembang. In this researching using random sampling method in order to get a sampling of six sample from 32 canteens and restaurants around campus UIN Raden Fatah. The initial step in the study used method for detecting coliform bacteria by using Lactose Broth (LB) and continued using Brilliant Green Lactose Borth (BGLB) media as confirmation test Coliform bacteria. The results showed 99% positiv coliform bacterial contaminants. And the results can be concluded that the quality of ice cube used around campus uin not good qualiti.*

**Keywords: Ice Cube, MPN, Coliform Bacteria**

## ABSTRAK

Es batu merupakan air yang dibekukan di bawah 0°C. Untuk membuat es batu harus menggunakan air bersih sesuai peraturan kementerian kesehatan yang terbebas dari bakteri *Coliform*. Kontaminasi *Coliform* dalam es batu dapat menyebabkan penyakit seperti diare, disentri, demam dan penyakit lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri *Coliform* pada es batu yang digunakan pedagang di kantin dan rumah makan di sekitar kampus UIN Raden Fatah dan untuk mengetahui kualitas es batu tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik, dilakukan pada tanggal 4 Agustus 2015 di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Palembang. Penelitian ini menggunakan metode *random sampling* dalam pengambilan sampel dan menggunakan metode MPN *Coliform* dengan tabung seri 5-1-1. Langkah awal dalam penelitian dengan melakukan tes pendahuluan menggunakan media *Lactose Borth* (LB) dan dilanjutkan dengan tes penegasan menggunakan media *Briliant Green Lactose Broth* (BGLB) bila hasil tes pendahuluan positif. Berdasarkan data dari tabel hasil penelitian, yakni 5 sampel terdapat 240 total *Coliform*/100 sampel dan 1 sampel terdapat 96/100ml sampel total *Coliform*. Sehingga hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas es batu yang digunakan di sekitar Kampus UIN Raden Fatah tidak berkualitas baik berdasarkan permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010.

**Kata Kunci** : Es Batu, MPN, Bakteri *Coliform*

## KATA PENGANTAR

Assalammualaikum Wr.Wb

Segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam yang telah mencurahkan segala nikmat, rahmat serta kemampuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Uji Kandungan Bakteri Coliform pada Es Batu yang Digunakan di Kantin-kantin dan Rumah Makan di Sekitar Kampus UIN Raden Fatah Palembang dan Sumbangsihnya Pada Materi Bakteri di Kelas X SMA/MA”** yang disusun sebagai salah satu syarat mencapai gelar sarjana di Fakultas Tarbiyah Jurusan Pendidikan Biologi dan Keguruan.

Shalawat beriring salam juga tak lupa kita haturkan kepada Sang Pembawa Perubahan, yaitu baginda kita Nabi Muhammad Saw., beserta para keluarganya, sahabatnya tabi'i dan tabiin hingga ahir zaman.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. DR. H. Afalaton Muchtar, MA selaku Rektor UIN Raden Fatah
2. Dr. H. Kasinyo Hartono, M. Ag. Selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
3. Irham Falahudin, M. Si selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang dan Penguji I yang telah memberikan arahan dan saran yang membangun untuk perbaikan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Awalul Fatiqin, M. Si selaku Penguji II yang sangat banyak memberikan arahan dan saran yang membangun untuk perbaikan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Agustiani Dumeva Putri, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Fitratul Aini, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan waktunya selama proses bimbingan proposal hingga penyusunan skripsi
6. Dr. Hj Nelly Windarti, MARS selaku Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Palembang dan Staf yang telah memberikan izin dan membantu dalam proses penelitian
7. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah sabar mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selam penulis menempuh studi di UIN Raden Fatah Palembang.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis katakan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwasanya masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Penulis berharap bahwa hasil penelitian ini mampu memberikan manfaat bagi kita semua.

**Palembang, Oktober 2015**  
**Penulis**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>Halaman Judul</b> .....	<b>i</b>
<b>Halaman Persetujuan</b> .....	<b>ii</b>
<b>Halaman Pengesahan</b> .....	<b>iii</b>
<b>Halaman Motto dan Persembahan</b> .....	<b>iv</b>
<b>Halaman Pernyataan</b> .....	<b>vi</b>
<b>Abstrack</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstrak</b> .....	<b>viii</b>
<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>ix</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>xi</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>xiv</b>
<b>Daftar Singkatan</b> .....	<b>xv</b>
<b>Daftar Lampiran</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	8
C. Batasan Masalah .....	8
D. Tujuan Penelitian.....	9
E. Manfaat Penelitian .....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Air Sebagai Sumber Kehidupan .....	10
1. Pengertian Air .....	10
2. Standarisasi dan Persyaratan Kualitas Air Minum .....	11
3. Pengertian Es .....	15
4. Perbedaan Es Batu yang Terbuat dari Air Matang dan Mentah	16
B. Bakteri Indikator Keamanan Air Minum.....	17
C. Pengertian Bakteri <i>Coliform</i> .....	19
D. Coliform Fecal dan Non Fecal.....	20
E. Coliform Fecal .....	21
F. Pengaruh Suhu Rendah Terhadap Mikroorganisme .....	22
G. Penyebaran Penyakit Melalui Air .....	23
H. Pengujian Untuk Mendeteksi Bakteri Coliform .....	24
1. <i>Persumptif Test</i> (Tes Pendahuluan) .....	25
2. <i>Confirmatif Test</i> (Tes Penegasan).....	26
3. <i>Completed Test</i> (Tes Kesempurnaan).....	26
I. Pengertian Metode MPN .....	27
J. Kajian Penelitian Terdahulu .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu.....	34
B. Alat dan Bahan .....	34

C. Jenis Penelitian .....	35
D. Sampel .....	35
E. Persiapan Penelitian.....	35
F. Pengambilan Sampel .....	36
G. Cara Kerja.....	36
H. Teknik Pengumpulan Data .....	38
I. Analisis Data.....	38
J. Tabel MPN <i>Coliform</i> Tabung 5-1-1 .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	40
1. Hasil Tes Pendahuluan ( <i>Presumtif Test</i> ).....	40
2. Hasil Tes Penegasan ( <i>Confirmatif Test</i> ).....	41
B. Pembahasan .....	42
1. Analisa Sampel Pada Tes Pendahuluan dan Tes Penegasan Bakteri <i>Coliform</i> Pada Es Batu.....	42
2. Jumlah Kandungan Bakteri Coliform Berdasarkan Tabel MPN Tabung 5-1-1.....	48
3. Sumbangsih Pada pembelajaran SMA/MA .....	58
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Simpulan .....	60
B. Saran Penelitian Lanjut .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>65</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>120</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Parameter Wajib Kualitas Air Minum Menurut KEMENKES RI .....	11
Tabel 2. Parameter Tambahan Kualitas Air Minum Menurut KEMENKES RI .....	13
Tabel 3. Perbedaan Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	32
Tabel 4. Perhitungan Kuantitatif MPN Coliform 5x10ml, 1x1ml, 1x0,1ml .....	39
Tabel 5. Hasil Tes Pendahuluan ( <i>Presumptif Test</i> ) Uji Kandungan Bakteri <i>Coliform</i> pada Es Batu .....	40
Tabel 6. Hasil Tes Penegasan ( <i>Confirmatif Test</i> ) Uji Kandungan Bakteri Coliform Pada Es Batu dengan Metode Tabung Ganda 5-1-1 .....	42

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Es Batu Rumah Tangga Berwarna Putih.....	16
Gambar 2. Es Batu Kristal Berwarna Bening .....	17
Gambar 3. Media Lactose Borth (LB) Berwarna Keruh Pada Tes Pendahuluan .....	41
Gambar 4. Media BGLB Berwarna Keruh Pada Tes Penegasan .....	42
Gambar 5. Tabung Reaksi yang Menghasilkan Gas Pada Tabung Durham Pada Tes Pendahuluan .....	45
Gambar 6. Hasil Positif Ada Gas Pada Tabung Durham Pada Tes Penegasan .....	46
Gambar 7. Sampel E yang Negatif <i>Coliform</i> dan Postif <i>Coliform</i> .....	49
Gambar 8. Proses Pembuatan Es yang Aman Konsumsi.....	53

## DAFTAR SINGKATAN

<b>Singkatan</b>	<b>Kepanjangan</b>
LB	<i>Lactose Broth</i>
BGLB	<i>Briliant Green Lactose Broth</i>
MPN	<i>Most Probable Number</i>
mL	Mili Litter
C	Celcius
RT	Rumah Tangga
RM	Rumah Makan
Lap.	Lapangan

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel MPN Coliform.....	65
Lampiran 2. Dokumentasi Proses Penelitian .....	66
Lampiran 3. Skema Inokulasi Media LB .....	74
Lampiran 4. Hasil Penelitian.....	75
Lampiran 5. Surat Keterangan Penelitian .....	76
Lampiran 6. Silabus .....	77
Lampiran 7. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).....	79
Lampiran 8. Lembar Kerja Siswa (LKS) .....	83
Lampiran 9. Materi Pengayaan .....	86
Lampiran 10. Daftar Konsultasi Bimbingan Proposal .....	93
Lampiran 11. Acc Penelitian dan Hasil Bimbingan Seminar Hasil .....	97
Lampiran 12. Acc Munaqosah .....	99
Lampiran 13. Formulir Konsultasi Revisi Skripsi .....	104
Lampiran 14. Surat Izin Penelitian.....	107
Lampiran 15. Surat Keterangan Hafalan 10 Surat Juz ‘Amma.....	108
Lampiran 16. Sertifikat Toefl.....	109
Lampiran 17. Sertifikat Ospek .....	110
Lampiran 18. Sertifikat BTA .....	111
Lampiran 19. Serifikat KKN.....	112
Lampiran 20. Nilai Hasil Ujian Komperehenshif .....	113
Lampiran 21. Nilai Hasil Ujian Skripsi/Makalah .....	114
Lampiran 22. SK Penunjukkan Pembimbing.....	115

Lampiran 23. SK Penunjukkan Penguji Proposal Skripsi.....	116
Lampiran 24. SK Penunjukkan Penguji Seminar Hasil .....	117
Lampiran 25. Surat Keterangan Bebas Labor .....	118
Lampiran 26. Ijazah SMA.....	119

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Tidak ada kehidupan tanpa air, seluruh sel-sel tubuh makhluk hidup mengandung air. Air ini berfungsi sebagai pelarut makanan yang dimakan sehingga mudah diserap oleh dinding usus, selain itu, air juga membantu kerja enzim agar penyerapan bahan makanan lebih mudah (Sitepoe, 1997).

Di Bumi ini air dijumpai dalam tiga bentuk. Pertama, bentuk cair yang berupa air laut, air tanah atau air permukaan seperti air sungai dan danau. Kedua, bentuk padat, misalnya es yang terdapat di kutub bumi serta di beberapa tempat yang tinggi di Indonesia di Irian Jaya. Juga, dari hujan misalnya hujan salju dan hujan es. Ketiga, bentuk uap yang terdapat di udara (Sitepoe, 1997).

Buchanan, dkk (1973) mengatakan bahwa air yang steril jarang ditemukan di alam, dan kemudian biasanya terkecuali di dalam kondisi seperti yang terjadi pada mata air yang mendidih. Air yang diperoleh bahkan dari sumur dalam dan mata air biasanya mengandung beberapa bakteri. Perairan, sungai, sumur, danau dan air laut, juga mengandung bakteri, biasanya dalam jumlah yang cukup besar. Bahkan air garam dan danau alkali memiliki karakteristik flora bakteri yang melimpah, seperti mata air belerang.

Menurut Suriawiria U (1995) “dalam” Widiyanti dan Ristiati (2004), perairan alami memang merupakan habitat atau tempat yang sangat parah terkena pencemaran. Sehingga rumus kimia air  $H_2O$  merupakan rumus kima

air yang hanya berlaku untuk air bersih seperti akuades, akuademin dan sebagiannya. Sedang untuk air alami yang berada di dalam sungai, kolam, danau, laut dan sumber-sumber lainnya akan menjadi H<sub>2</sub>O ditambah dengan faktor yang bersifat biotik dan faktor yang bersifat abiotik. Faktor-faktor biotik yang terdapat dalam air terdiri dari bakteri, fungi, mikroalga, protozoa, virus serta sekumpulan hewan ataupun tumbuhan air lainnya yang tidak termasuk kelompok mikroba. Kehadiran mikroba di dalam air mungkin akan mendatangkan keuntungan tetapi juga akan mendatangkan kerugian.

Dalam kehidupan sehari-hari air sangat dibutuhkan dalam setiap aktivitas makhluk hidup, baik hewan dan manusia. Maka dari itu manusia haruslah mendapatkan air yang layak konsumsi untuk kebutuhan hidupnya, seperti yang dijelaskan dalam Al-Quran Surat Al-Furqon Ayat 49 yang berbunyi:

لِنُحْيِيَ بِهِ بَلْدَةً مَيِّتًا وَنُسْقِيَهُ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَامًا وَأَنَاسِيَّ كَثِيرًا

*“Agar (dengan air itu) Kami menghidupkan negeri yang mati (tandus), dan Kami memberi minum kepada sebagian apa yang telah Kami ciptakan, (berupa) hewan-hewan ternak dan manusia yang banyak.” (Qs.Al-Furqon: 49)*

Menurut Amin (1976), mengatakan karena air penting sekali artinya bagi kita, maka air yang kita pakai itu harus benar-benar bersih. Kalau tidak, kita mungkin akan kena penyakit yang terdapat di dalam air itu.

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib

dan parameter tambahan. Air minum diperoleh melalui sistem jaringan perpipaan; jaringan non perpipaan yaitu air minum yang berasal dari sumur dangkal, sumur pompa tangan, bak penampungan air hujan, terminal air, mobil tanki air, atau bangunan/perlindungan mata air; air minum dalam kemasan (AMDK) maupun air minum isi ulang (AMIU) (Rahayu,dkk, 2013).

Berbicara tentang es, bahwasanya di beberapa tempat tertentu, baik di negara-negara tropis maupun di negara *temperate* terdapat es abadi. Pada negara yang memiliki empat musim setiap tahun dijumpai musim salju sehingga permukaan bumi ditutupi oleh es atau terjadi hujan salju. Sebaliknya, es banyak dibuat untuk keperluan rumah tangga atau keperluan industri lain. Pembuatan es memerlukan banyak energi karena bersifat mengubah bentuk air menjadi bentuk padat (Sitepoe, 1997).

Es batu merupakan produk pelengkap yang sering disajikan bersama minuman dingin dan dianggap aman untuk dikonsumsi. Dalam Masyarakat, es batu dikenal sebagai air yang dibekukan. Pembekuan ini terjadi bila air didinginkan di bawah 0°C. Air yang digunakan dalam pembuatan es batu haruslah air yang higienis dan memenuhi standar sanitasi. Sampai saat ini, belum ada peraturan pemberian izin atau rekomendasi kelayakan usaha es batu yang baku ditinjau dari segi higienis dan sanitasi, dikarenakan usaha es batu masih dalam skala kecil dan merupakan usaha rumah tangga, sehingga higienis dan sanitasinya masih diragukan (Micheal, 1988 “dalam” Hadi B, dkk, 2014).

Es yang berasal dari air yang dibekukan dalam *refrigerator* merupakan bahan pendingin yang biasa dicampurkan pada minuman, biasanya untuk

memberikan rasa segar. Es biasanya ditemukan di setiap tempat yang menjual minuman, dari restoran ternama sampai warung pinggir jalan (Elfidasari D, dkk, 2011).

Menurut ketentuan WHO (*World Health Organization*) dan APHA (*American Public Health Association*), Kualitas air ditentukan oleh kehadiran dan jumlah bakteri di dalamnya. Terdapat beberapa jenis bakteri yang hidup di dalam air yaitu bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*. *Coliform* merupakan bakteri fekal yang berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mati termasuk juga manusia. *Echerichia coli* adalah bakteri komensial pada usus manusia dan umumnya bukan patogen penyebab penyakit, namun apabila di dalam air tersebut terkontaminasi oleh bakteri *Echerichia coli* yang bersifat fekal jika dikonsumsi terus menerus dalam jangka panjang akan berdampak pada timbulnya penyakit seperti radang usus, diare, infeksi pada saluran kemih dan empedu. Jenis bakteri terakhir adalah *Coltinja* yaitu bakteri yang berasal dari kotoran tinja hewan dan manusia (Utami, 2012).

Bakteri atau mikroba indikator sanitasi adalah bakteri yang keberadaannya dalam air menunjukkan bahwa air tersebut pernah tercemar oleh kotoran manusia. Ada tiga jenis bakteri yang dapat digunakan untuk menunjukkan adanya masalah sanitasi yaitu *Echerichia coli*, kelompok *Streptococcus (Enterococcus)* fekal dan *Clostridium perfringens*. *Eschericia coli* merupakan indikator adanya polusi yang berasal dari kotoran manusia atau hewan dan menunjukkan kondisi sanitasi yang tidak baik terhadap air maupun pangan. *Streptococcus* merupakan bakteri yang umumnya ditemukan dalam kotoran hewan ternak atau peliharaan, dan beberapa spesies tidak

ditemui pada kotoran manusia. *Clostridium perfringens* merupakan bakteri jenis anaerobik, akan tetapi tahan hidup pada kondisi aerobik. Bakteri ini tersebar luas di alam (tanah, debu) dan merupakan mikro flora normal pada saluran usus manusia dan hewan (Rahayu, dkk, 2013).

Terdapat berbagai standar kualitas air minum. Standar kualitas air minum di Indonesia menurut Standar Nasional Indonesia yaitu air minum tidak boleh mengandung bakteri *Coliform* tinja sama sekali atau 0 cfu/100 ml dan *Coliform* total maksimal 3 cfu/100 ml (Lablink, 2008 “dalam” Micheal, dkk, 2010) Menurut Permenkes Keputusan Menteri Kesehatan RI no 907/Menkes/SK /VII/2002 tentang persyaratan dan pengawasan kualitas air minum, kadar *Escherichia coli* harus 0/100 mL air (Pusat Penelitian Kimia LIPI, 2010 “dalam” Michael, dkk, 2010).

*World Health Organization* (WHO) memberikan standar jumlah *Coliform* maupun *Echerichia coli* masing-masing 0 cfu/ml. Menurut *Food and Environmental Hygiene Department* (FEHD) pemerintah Hongkong, es dalam kemasan yang keluar dari pabrik tidak boleh mengandung *Coliform* maupun *Echerichia coli* sama sekali (0 cfu/100 ml) (*Food and Environmental Hygiene Department* (FEHD), 2005 “dalam” Michael, dkk, 2010).

Dinas Kesehatan Kota Padang, laporan tahunan tahun 2010, edisi 2011, Hasil uji kualitas bakteriologis air yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan kota Padang, wilayah Lubuk Buaya berada pada persentase terbawah, dengan nilai 54,7% sedangkan hasil uji terbaik 62,0%. Kualitas air yang rendah disebabkan buruknya sanitasi lingkungan.

Menurut Surat Keputusan Menteri Kesehatan No.907/Menkes/SK /VII/2002, salah satu parameter kualitas air minum yang dapat dikonsumsi adalah yang bebas dari bakteri *Escherichia coli*.

Keberadaan bakteri pencemar menyebabkan rendahnya kualitas es batu yang mungkin berasal dari berbagai hal seperti; bahan baku (air) dan alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan es batu (Micheal, 1988 “dalam” Hadi B,dkk, 2014).

Mikroorganisme dapat menyebabkan banyak bahaya dan kerusakan. Hal itu nampak dari kemampuannya menginfeksi manusia, hewan serta tanaman, menimbulkan penyakit yang berkisar dari infeksi ringan sampai kepada kematian. Mikroorganisme pun dapat mencemari makanan, dan dengan membuat makanan tersebut tidak dapat dimakan atau bahkan beracun (Pelczar, dkk, 2014).

Bakteri golongan *Enterobacteriaceae* atau bakteri enteric merupakan bakteri yang sering mengkontaminasi air. Famili ini mencakup banyak genus diantaranya *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* dan *Proteus* sebagai bakteri-bakteri penyebab infeksi saluran cerna. Parameter atau indikator tingkat pencemaran air secara bakteriologis, karena *Escherichia coli* merupakan flora normal usus yang ikut bersama tinja.

Selain itu, jika dilihat dari segi pendidikan khususnya pada mata pelajaran Biologi, tidak semua materi bersifat teori untuk disampaikan di kelas melainkan ada juga penyampaian materi yang harus dilakukan secara praktik. Namun, pada umumnya guru jarang sekali menerapkan kegiatan praktikum, dikarenakan untuk melakukan praktikum harus mempunyai

bahan-bahan dan alat yang dibutuhkan secara lengkap di dalam laboratorium agar dapat mempermudah siswa dalam melakukan kegiatan praktikum contohnya pada pokok pembahasan mengenai bakteri di SMA/MA.

Dilihat dari segi materi pembelajaran, pada beberapa buku Biologi SMA/MA khususnya pada materi Bakteri mengenai peran bakteri dalam kehidupan, ada bakteri yang menguntungkan dan juga ada bakteri yang merugikan, bakteri yang merugikan karena menimbulkan penyakit pada manusia, hewan dan tumbuhan. Bakteri juga menyebabkan banyak kerusakan pada makanan bahan pangan, dan menghasilkan toksin racun. Dalam pembahasan bakteri *Coliform*, Bakteri *Coliform* merusak suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi sanitasi yang tidak baik terhadap air, susu segar, dan produk olahan susu. Adanya bakteri *Coliform* dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan hidupnya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik/toksigenik yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia (Dwidjoseputro, 2010).

Dari pemaparan di atas, jelas bahwa minuman yang terkontaminasi bakteri *Coliform* dapat menimbulkan dampak buruk bagi tubuh kita, dalam hal ini es yang selama ini dikonsumsi. Berdasarkan beberapa fakta di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk kualitas es batu yang selama ini dikonsumsi Mahasiswa di Universitas Islam Negeri Raden Fatah. Apalagi dilihat dari jumlahnya, di kampus Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Fatah terdapat banyak kantin dan rumah makan yang berada di sekitarnya dan juga dengan adanya hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh

guru dan siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum, khususnya pada bakteri *Coliform* karena pada penelitian ini dijelaskan semua langkah kerja dan prosedur penelitian, sehingga bisa diterapkan dengan baik di sekolah khususnya Sekolah Menengah Atas (SMA/MA) kelas X semester ganjil.

. Berdasarkan uraian dari latar belakang di penulis tertarik untuk mengetahui tingkat kehygienisan es batu yang selama ini digunakan di kantin-kantin dan rumah makan di sekitar kampus UIN Raden Fatah dan manfaat penelitian ini bagi SMA/MA kelas X semester ganjil, maka penulis ingin melakukan penelitian ini dengan judul **“Uji Kandungan Bakteri *Coliform* pada Es Batu yang Digunakan di Kantin-kantin dan Rumah Makan di Sekitar Kampus UIN Raden Fatah Palembang dan Sumbangsihnya pada Materi di Kelas X SMA/MA”**

## **B. Rumusan Masalah**

1. Apakah pada es batu yang digunakan di kantin-kantin dan rumah makan di sekitar lingkungan kampus UIN Raden Fatah mengandung bakteri *Coliform*?
2. Apakah es batu tersebut memenuhi syarat untuk dikonsumsi atau tidak?
3. Bagaimanakah kontribusinya penelitian ini terhadap mata pelajaran biologi kelas x?

## **C. Batasan Masalah**

Permasalahan dalam penelitian mengenai Uji Kandungan Bakteri *Coliform* pada Es Batu ini diberikan batasan pada kantin Fakultas Syariah,

Kantin depan lapangan sepak bola, kantin depan gerbang dan kantin di belakang kampus UIN Raden Fatah Palembang (Jalan sekitar rawa jaya).

#### **D. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui ada atau tidaknya bakteri *Coliform* pada es batu yang digunakan di kantin-kantin dan rumah makan sekitar kampus UIN Raden Fatah Palembang.
2. Untuk mengetahui es batu tersebut memenuhi syarat untuk dikonsumsi atau tidak.
3. Untuk mengetahui kontribusi penelitian ini terhadap mata pelajaran biologi kelas x.

#### **E. Manfaat Penelitian**

##### **a. Praktik**

Agar masyarakat khususnya Mahasiswa dan Mahasiswi UIN Raden Fatah dapat mengetahui kesehatan dan dampak dari es batu yang mereka konsumsi setiap waktunya.

##### **b. Teoritik**

###### **1) Bagi Pengembangan Ilmu**

Agar dapat memberikan informasi bahwa adanya bakteri *Coliform* pada es batu yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

###### **2) Bagi Pendidikan**

Agar dapat digunakan sebagai media untuk melakukan percobaan/praktikum pada materi bakteri.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air Sebagai Sumber Kehidupan**

Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan (Dwidjoseputro, 2010).

Setiap manusia baru yang memperbesar penduduk dunia membutuhkan air agar dapat hidup. Air minum hanyalah bagian kecil dari kebutuhan orang akan air. Untuk memproduksi pangan dalam jumlah yang cukup dan untuk menghidupi satu orang dibutuhkan air dalam jumlah besar sekali (Laster R. Brown et al, 1982).

Dalam kehidupan manusia, air digunakan sebagai air minum, bahan makanan dan keperluan rumah tangga, irigasi, sebagai lintasan transpor, untuk keperluan industri (yang berkembang pesat mengalahkan sumber energi yang dipergunakan), dan sebagai tempat rekreasi (Sitepoe, 1997).

Manusia memperoleh air yang diperlukannya untuk minum, masak, mandi dan mencuci dari air hujan, dari air yang menggenang dipermukaan tanah seperti waduk, kubangan atau air sungai, sumber air dan sumur (Dwidjoseputro, 2010).

#### **1. Pengertian Air**

Air adalah materi esensial dalam kehidupan, tidak satupun makhluk hidup di dunia ini yang tidak memerlukan air. Sel hidup baik tumbuhan maupun hewan, sebagian besar tersusun oleh air, seperti di dalam sel

tumbuhan terkandung lebih dari 75% atau di dalam sel hewan terkandung lebih dari 67%. Dari sejumlah 40 juta mil-kubik air yang berada di permukaan dan di dalam tanah, ternyata tidak lebih dari 0.5% (0.2 juta mil-kubik) yang secara langsung dapat digunakan untuk kepentingan manusia, 97% dari sumber air tersebut terdiri dari air laut, 2.5% berbentuk salju abadi yang baru dalam keadaan mencair dapat digunakan. Keperluan sehari-hari terhadap air, berbeda untuk tiap tempat dan untuk tiap tingkatan kehidupan. Semakin tinggi taraf kehidupan, semakin meningkat jumlah keperluan akan air (Widiyanti, dkk, 2004).

Menurut Menteri Pekerjaan Umum “dalam” Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia (2010) air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum.

Menurut Menteri Pekerjaan Umum “dalam” Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia (2010) air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologi, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

## 2. Standarisai dan Persyaratan Kualitas Air Minum

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010, ada dua persyaratan kualitas air minum yang disajikan pada tabel 1 dan tabel 2, yakni:

**Tabel 1. Parameter Wajib**

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan Kesehatan		

---

a. Parameter Mikrobiologi		
1. <i>Echerichia coli</i>	Jumlah Per 100 ml sampel	0
2. Total Bakteri <i>Coliform</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0
b. Kimia an-organik		
1. Arsen	Mg/1	0,01
2. Flourida	Mg/1	1,5
3. Total Kromium	Mg/1	0,05
4. Kadmium	Mg/1	0,003
5. Ntrit, (Sebagai NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Mg/1	3
6. Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Mg/1	50
7. Sianida	Mg/1	0,07
8. Selenium	Mg/1	0,01
<b>2</b>	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan	
a. Parameter Fisik		
1. Bau		Tidak Berbau
2. Warna	TCU	15
3. Total zat padat terlarut (TDS)	Mg/	500
4. Kekeruhan	NTU	5
5. Rasa		Tidak Berasa
6. Suhu	°C	Suhu udara ±3
b. Parameter Kimiawi		
1. Aluminium	Mg/1	0,2
2. Besi	Mg/1	0,3
3. Kesadahan	Mg/1	500
4. Klorida	Mg/1	250
5. Mangan	Mg/1	0,4
6. pH	Mg/1	6,5-8,5
7. Seng	Mg/1	3
8. Sulfat	Mg/1	250
9. Tembaga	Mg/1	2
10. Amonia	Mg/1	1,5

---

**Tabel 2. Parameter Tambahan**

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
<b>1.</b>	<b>Kimiawi</b>		
	<b>a. Bahan Organik</b>		
	Air Raksa	Mg/l	0,001
	Antimon	Mg/l	0,002
	Barium	Mg/l	0,7
	Boron	Mg/l	0,5
	Molybdenum	Mg/l	0,07
	Nikel	Mg/l	0,07
	Sodium	Mg/l	200
	Timbal	Mg/l	0,01
	Uranium	Mg/l	0,015
	<b>b. Bahan Organik</b>		
	Zat Organik (KmnO <sub>4</sub> )	Mg/l	10
	Detergen	Mg/l	0,05
	<b>Chlorinated alkanes</b>		
	Carbon tetrachloride	Mg/l	0,004
	Dichloromethane	Mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	Mg/l	0,05
	<b>Chlorinated ethenes</b>		
	1,2-dichloroethene	Mg/l	0,05
	Trichloroethene	Mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	Mg/l	0,04
	<b>Aromatic hydrocarbons</b>		
	Benzene	Mg/l	0,01
	Toluene	Mg/l	0,7
	Xylenes	Mg/l	0,5
	Ethylbenzene	Mg/l	0,3
	Styrene	Mg/l	0,02
	<b>Chlorinated benzene</b>		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	Mg/l	1
	1,4-Sichlorobenzene (1,4-DCB)	Mg/l	0,3
	<b>Lain-Lain</b>		
	Di(2-ethylhexyl)phthalete	Mg/l	0,008

Acrylamide	Mg/I	0,0005
Epichlorohydrin	Mg/I	0,0004
Hexachlorobutadiene	Mg/I	0,0006
Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	Mg/I	0,6
Nitrilotriacetic acid (NTA)	Mg/I	0,2
<b>c. Pestisida</b>		
Alachlor	Mg/I	0,02
Aldicarb	Mg/I	0,01
Aldrin dan dieldrin	Mg/I	0,00003
Atrazine	Mg/I	0,002
Carbofuron	Mg/I	0,007
Chlordane	Mg/I	0.0002
Chlorotoluron	Mg/I	0,003
DDT	Mg/I	0,001
1,2-Dibromo-3chloropropane (DBCP)	Mg/I	0,001
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	Mg/I	0,003
1,2-Dichloropropane	Mg/I	0,004
Isoproturon	Mg/I	0,009
Lindane	Mg/I	0,002
MCPA	Mg/I	0,002
Methoxychlor	Mg/I	0,02
Metolachlor	Mg/I	0,01
Molinate	Mg/I	0,006
Pendimethalin	Mg/I	0,02
Pentchlorophenol (PCP)	Mg/I	0,009
Permethrin	Mg/I	0,3
Simazine	Mg/I	0,002
Trifluralin	Mg/I	0,02
Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA	Mg/I	
2,4-DB	Mg/I	0,090
Dichlorprop	Mg/I	0,10
Fenoprop	Mg/I	0,009
Mecoprop	Mg/I	0,001

2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	Mg/I	0,009
<b>d. Desinfektan dan Hasil Sampingannya</b>		
<b>Desinfektan</b>		
Chlorin	Mg/I	5
<b>Hasil Sampingan</b>		
Bromate	Mg/I	0,01
Chlorate	Mg/I	0,7
Chlorite	Mg/I	0,07
<b>Chlorophenols</b>		
2,4,6-Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	Mg/I	0,2
Bromoform	Mg/I	0,1
Dibromochloromethane (DBCM)	Mg/I	0,1
Bromodichloromethane (BDCM)	Mg/I	0,06
Chloroform	Mg/I	0,3
<b>Chlorinatedacetic acids</b>		
Dichloroacetic acid	Mg/I	0,05
Trichloroacetic acid	Mg/I	0,02
<b>Chloral hydrate</b>		
<b>Halogenated acetonitrilies</b>		
Dichloroacetonitrile	Mg/I	0,02
Dibromoacetonitrile	Mg/I	0,07
Cyanogen chloride (Sebagai CN)	Mg/I	0,07
<b>2. Radioaktifitas</b>		
Grossa alpha activity	Bq/I	0,1
Gross beta acitivity	Bq/I	1

(Sumber: Permenkes RI, 2010)

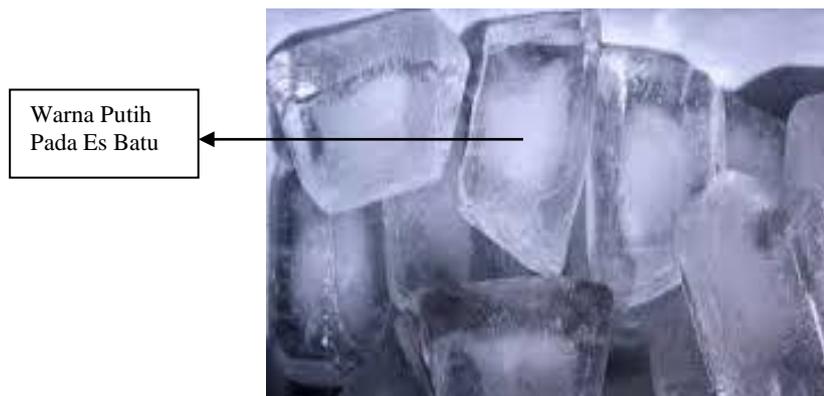
### 3. Pengertian Es

Menurut Amin (1976), es ialah air yang membeku atau air yang menjadi padat. Es merupakan wujud lain dari air dalam bentuk padatan yang terjadi bila air didinginkan pada suhu 0 °C (273.15 K, 32 °F) pada tekanan atmosfer standar. Es dapat terbentuk pada suhu yang lebih tinggi

dengan tekanan yang lebih tinggi juga, dan air akan tetap sebagai cairan atau gas sampai  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada tekanan yang lebih rendah (Elfidasari, dkk, 2011).

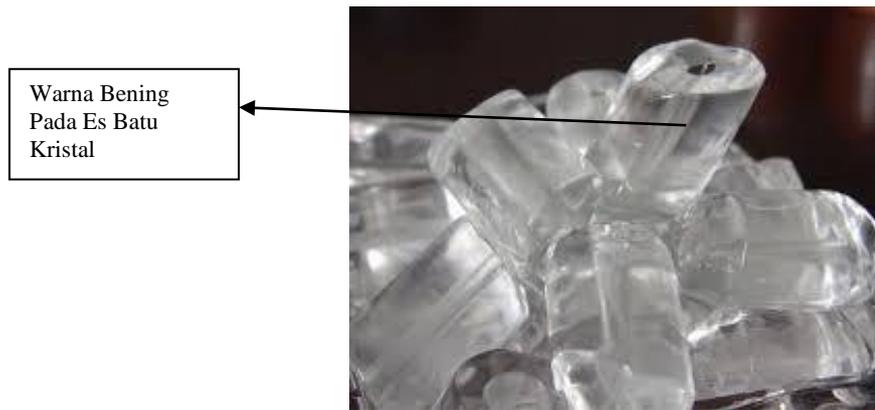
Air akan mulai membeku jika molekulnya tidak memiliki lagi cukup energi untuk melepaskan diri dari ikatan atom hidrogen (H). Pada suhu  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  mulailah terbentuk ikatan-ikatan yang kuat, dimana setiap atom oksigen (O) secara tetraedris dikelilingi oleh 4 atom hidrogen, yang pada mulanya ikatan molekul air tidak erat menjadi struktur kristal yang berlubang (*cluster*) (Elfidasari, dkk, 2011).

#### 4. Perbedaan Es Batu yang Terbuat dari Air Matang dan Air Mentah



**Gambar 1. Es Batu Berwarna Putih  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)**

Es dari air mentah berwarna putih karena masih banyak gas yang terperangkap di dalamnya. Biasanya, es yang dibuat dari air mentah adalah es balok. Es ini jelas-jelas tidak baik dikonsumsi, terlebih lagi jika airnya diambil dari sungai yang tercemar (Micheal, 1988 “dalam” Hadi B, dkk, 2014).



**Gambar 2. Es Batu Kristal Berwarna Bening  
(Sumber: Doc.Pribadi, 2015)**

Es dari air matang akan terlihat bening karena gas di dalam air terlepas ketika proses perebusan. Biasanya, es seperti ini disebut es kristal. Sekarang, menurut pengamatan TS, es kristal sudah banyak dipakai, TS menyebutnya es batu bolong, berbentuk pipa, bolong di tengah (Micheal, 1988 “dalam” Hadi B, dkk, 2014)

## **B. Bakteri Indikator Keamanan Air Minum**

Dalam bidang mikrobiologi pangan dikenal istilah bakteri indikator sanitasi. Dalam hal ini, pengertian pangan adalah pangan seperti yang tercantum pada Undang-undang Pangan Nomor 7 tahun 1996 yang mencakup makanan dan minuman (termasuk air minum) (Widianti dan Ristiati, 2004).

Bakteri indikator sanitasi adalah bakteri yang keberadaannya dalam pangan menunjukkan bahwa air atau makanan tersebut pernah tercemar oleh feses manusia. Bakteri-bakteri indikator sanitasi umumnya adalah bakteri yang lazim terdapat dan hidup pada usus manusia. Jadi, adanya bakteri tersebut pada air atau makanan menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahap pengolahan air atau makanan pernah mengalami kontak dengan feses

yang berasal dari usus manusia dan oleh karenanya mungkin mengandung bakteri patogen lain yang berbahaya (Widianti dan Ristiati, 2004).

Menurut Pelczar, dkk (2014) beberapa ciri penting suatu organisme indikator ialah:

1. Terdapat dalam air tercemar dan tidak ada dalam air yang tidak tercemar
2. Terdapat dalam air bila ada patogen
3. Jumlah organisme indikator berkorelasi dengan kadar polusi
4. Mempunyai kemampuan bertahan hidup yang lebih besar dari pada patogen
5. Mempunyai sifat dan seragam yang mantap
6. Tidak berbahaya bagi manusia dan hewan
7. Terdapat dalam jumlah yang lebih banyak daripada patogen (hal ini membuatnya mudah dideteksi)
8. Mudah dideteksi dengan teknik-teknik laboratorium yang sederhana.

*Coliform* merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk susu. *Coliform* sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C. Adanya bakteri *Coliform* di dalam makanan/minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat *enteropatogenik* dan *toksigenik* yang berbahaya bagi kesehatan (Widianti dan Ristiati, 2004).

### C. Pengertian Bakteri *Coliform*

Bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal, yaitu hidup dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri *Coliform* merupakan bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik dan masuk dalam golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator dimana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Bakteri *Coliform* ini menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu bakteri pembusuk ini juga memproduksi bermacam-macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh. Bakteri *Coliform* dapat digunakan sebagai indikator karena idensitasnya berbanding lurus dengan tingkat pencemaran air. Bakteri ini dapat mendeteksi patogen pada air seperti virus, protozoa, dan parasit. Selain itu, bakteri ini juga memiliki daya tahan yang lebih tinggi dari pada patogen serta lebih mudah diisolasi dan ditumbuhkan (Widianti dan Ristiati, 2004).

Golongan *Coliform* mempunyai spesies dengan habitat dalam saluran pencernaan dan non saluran pencernaan seperti tanah dan air. Yang termasuk golongan *Coliform* adalah *Escherichia coli* dan spesies dari *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* dan *Serratia*. Bakteri selain dari *Escherichia coli* dapat hidup dalam tanah atau air lebih lama dari *Escherichia coli*, karena itu adanya bakteri *Coliform* dalam makanan tidak selalu menunjukkan telah terjadi kontaminasi yang berasal dari feses. Keberadaannya lebih merupakan indikasi dari kondisi *processing* atau sanitasi yang tidak memadai dan keberadaannya dalam jumlah tinggi dalam makanan olahan menunjukkan

adanya kemungkinan pertumbuhan dari *Salmonella*, *Shigella* dan *Staphylococcus* (Badan POM RI, 2009).

*Coliform* sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai bakteri berbentuk gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasikan laktose dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C (Pelczar, dkk, 2014).

Kelompok *Coliform* mempunyai beberapa ciri yang juga dimiliki oleh anggota-anggota genus *Salmonella* dan *Shigella*, yaitu dua genera yang mempunyai spesies-spesies enterik patogenik. Namun, ada perbedaan biokimiawi utama yang nyata yaitu bahwa *Coliform* dapat memfermentasi laktose dengan menghasilkan asam dan gas, sedangkan *Salmonella* dan *Shigella* tidak memfermentasikan laktose. Sebagaimana akan menjadi jelas kemudian, fermentasi laktose merupakan reaksi kunci di dalam prosedur laboratorium untuk menentukan potabilitas air (aman tidaknya air untuk diminum) (Pelczar, dkk, 2014).

Bakteri *Coliform* dapat dibedakan menjadi 2 grup, yaitu *Coliform fekal* misalnya *Escherichia coli* dan *Coliform non fekal* misalnya *Enterobacter aerogenes* (Widianti dan Ristiati, 2004).

#### ***D. Coliform Fecal dan Non Fecal***

Bakteri *Coliform fekal* adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan *Coliform fekal* menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen. Selain itu, mendeteksi *Coliform* jauh lebih murah, cepat dan

sederhana dari pada mendeteksi bakteri patogenik lain. Contoh bakteri *Coliform* adalah, *Escherichia coli* dan *Enterobacter aerogenes*. Jadi, *Coliform* adalah indikator kualitas air. Makin sedikit kandungan *Coliform* artinya kualitas air semakin baik (Widianti dan Ristanti, 2004).

*Escherichia coli* adalah salah satu bakteri yang tergolong *Coliform* dan hidup secara normal di dalam kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga *Coliform fekal*. Bakteri *Coliform* lainnya berasal dari hewan dan tanaman mati disebut bakteri *Coliform non fekal*. *Escherichia coli* adalah bakteri yang bersifat gram negatif, berbentuk batang dan tidak membentuk spora (Fardiaz, 1992 “dalam” Purnamasari I, 2009).

Jadi, *Coliform* adalah golongan bakteri yang merupakan campuran antara bakteri fekal dan bakteri non fekal. Prinsip penentuan angka bakteri *Coliform* adalah bahwa adanya pertumbuhan bakteri *Coliform* yang ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung durham, setelah diinkubasikan pada media yang sesuai (Harmita dan Radji M, 2008 “dalam” Bambang, dkk, 2004).

### ***E. Coliform Fecal***

*Escherichia coli* dan *Coliform Fecal*, biasanya *Escherichia coli*, merupakan indikator dari kontaminan dengan sumber/bahan fekal. Habitat alami *Escherichia coli* adalah saluran bawah hewan dan manusia. Sedangkan *Coliform fekal* merupakan metode pemeriksaan untuk menunjukkan adanya *Escherichia coli* atau spesies yang sangat dekat dengan *Escherichia coli* secara cepat tanpa harus mengisolasi biakan dan melakukan test IMVIC (Badan POM RI, 2009).

## F. Pengaruh Suhu Rendah Terhadap Mikroorganisme

Pembekuan dalam *freezer storage* (penyimpanan dingin sekali) menghambat pertumbuhan bakteri, tetapi tidak membunuh bakteri. Namun pengaruh pembekuan dalam *deep freezer storage* (penyimpanan beku sampai pada suhu  $< -10^{\circ}\text{C}$  dapat menurunkan jumlah populasi drastis dan mematikan bakteri *Escherichia coli* secara perlahan (Nurwantoro, 1997 “dalam” Ika Purnamasari, 2009).

Suhu rendah tidak membunuh mikroorganisme tetapi menghambat perkembangbiakannya (dorman). Pembekuan sedikit banyak membuat kerusakan mikroorganisme. Kerusakan ini dapat bersifat reversible maupun menyebabkan kematian sel. Kerusakan ini bergantung pada jenis dan kecepatan proses pembekuan. Pembekuan cepat dengan suhu sangat rendah tidak atau hanya sedikit membuat kerusakan sel bakteri, sehingga jika pada kondisi yang menguntungkan, maka bakteri dapat kembali beraktivitas sedangkan pembekuan lambat dengan suhu pembekuan relatif tinggi (s/d  $-10^{\circ}\text{C}$ ) dapat membuat kerusakan hebat pada sel bakteri hingga menyebabkan kematian pada bakteri (Yudhabuntara, 2008 “dalam” Ika Purnamasari, 2009).

Ada suhu dan lingkungan yang cocok, satu bakteri akan berkembang biak lebih dari 500.000 sel dalam 7 jam dan dalam 9 jam telah berkembang menjadi 2.000.000 (dua juta) sel, dalam 12 jam sudah menjadi 1.000.000.000 (satu milyar) sel. Dengan jumlah sebanyak ini maka dosis infeksi dari bakteri terlampaui. Artinya kemungkinan menjadi penyebab penyakit sangat besar sekali. Suhu yang paling cocok untuk pertumbuhan bakteri adalah  $10^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$ . Suhu ini disebut *danger zone* (daerah berbahaya). Makanan yang masih

dijamin aman paling lama dikonsumsi dalam waktu 1 jam, karena jika lebih dari itu makanan sudah tercemar berat. Daerah aman (*safety zone*) adalah < (di bawah) 10°C dan > (di atas) 60°C yaitu dalam lemari es dan di atas 60°C, yaitu dalam wadah yang selalu berada di atas air pemanas (Depkes RI, 2004 “dalam” Ika Purnamasari, 2009).

### **G. Penyebaran Penyakit Melalui Air**

Organisme penting dalam air murni, ia dapat berupa patogen dan non patogen. Diantara mikroorganisme patogen yang dapat masuk ke dalam pasokan air melalui kontaminasi dengan limbah adalah bakteri yang menyebabkan penyakit demam tiroid, paratipoid, *Bacillary dysentri*. (Buchanan, dkk, 1973).

Infeksi asal air, sebagaimana halnya penyakit asal makanan, disebabkan oleh mikroorganisme yang memasuki dan meninggalkan inang lewat rute mulut-usus. Infeksi semacam itu disebut juga infeksi enterik karena usuliah yang terinfeksi. Penyakit asal air terjadi karena meminum air tercemar. Penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air ini disebut *waterborne disease* dan sering ditemukan pada penyakit tifus, kolera dan disentri. Sebenarnya sumber infeksi itu bukanlah airnya melainkan tinja yang berasal dari manusia atau hewan yang telah mencemari air tersebut. Tinja tersebut mengandung patogen-patogen enterik yang berasal dari orang sakit atau *carrier* (penular penyakit) (Pleczar, dkk, 2014). Bagaimana juga, dengan cara penularan lewat air itulah wabah infeksi enterik yang dapat menjangkiti banyak orang.

Sebuah pasokan air murni adalah salah satu perlindungan terbaik dari kesehatan individu dan komunitas. Sebenarnya, relatif sedikit ditularkan melalui air murni. Semua masuk melalui saluran pencernaan dan organisme meninggalkan tubuh dengan cara ekresi (Buchanan, dkk, 1973).

Kemunculan bakteri disebabkan oleh masuknya tinja, kotoran hewan, sampah, air kencing, dahak, ekresi luka, dan sebagainya ke dalam badan air atau adakalanya pencemar yang masuk ke dalam air tidak disengaja, seperti masuknya kembali air buangan ke dalam sumur. Adanya pipa yang bocor yang menyebabkan hubungan pipa air yang bersih dengan air riul (Suriawiria U, 2008 “dalam” Utami N S, dkk, 2012).

Untuk mengetahui jumlah *Coliform* di dalam contoh digunakan metode *Most Probable Number* (MPN). Pemeriksaan kehadiran bakteri coli dari air dilakukan berdasarkan penggunaan medium kaldu laktosa yang diletakkan di dalam tabung reaksi berisi tabung durham (tabung kecil yang letaknya terbalik, digunakan untuk menangkap gas yang terjadi akibat fermentasi laktosa menjadi asam dan gas). Tergantung kepada kepentingan, ada yang menggunakan sistem 3-3-3 (3 tabung untuk 10ml, tabung untuk 1.0 ml, 3 tabung untuk 0,1 ml) atau 5-5-5 (Widiyanti dan Ristiati, 2004).

#### **H. Pengujian Untuk Mendeteksi Bakteri *Coliform***

Penggunaan media selektif dan diferensial sangat membantu mempercepat usaha pemeriksaan air guna mendeteksi organisme *Coliform*. Pemeriksaan tersebut terdiri dari tiga langkah berurutan: (1) “Tes

Pendahuluan” (*Presumptive Test*), (2) Tes yang “diperkuat” (*Confirmed Test*), dan (3) “Tes Kesempurnaan” (*Completed Test*) (Pleczar, dkk, 2014).

Metode Pemeriksaan bakteri *Coliform* dapat dilakukan sebagai berikut:

### **1. *Presumptif Test* (Tes Pendahuluan)**

Merupakan tes pendahuluan tentang ada tidaknya kehadiran bakteri *Coliform* berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi *laktosa broth* oleh bakteri golongan *Coliform*. Tabung reaksi berisi 10 ml medium cair yang dicampuri laktosa diisi dengan 1-5 ml dari sampel air. volume inokulum ini bergantung pada asal-usul sampel air tersebut. jika diduga air contoh tersebut banyak mengandung kotoran, maka cukuplah diambil 1 ml saja untuk diinokulasikan ke dalam tabung reaksi tersebut (Dwidjoseputro, 2010).

Di dalam medium cair tersebut lebih dulu diletakkan dalam tabung durham dalam kondisi terbalik. jika dalam waktu 48 jam tabung-tabung durham mengandung gas, test dinyatakan positif. Sebaliknya, jika setelah 48 jam tidak ada gas, test dinyatakan negatif, dan ini berarti bahwa air aman untuk diminum (Dwidjoseputro, 2010).

Mungkin sekali gas yang terapung dalam tabung durham itu berasal dari sel-sel ragi atau dari mikroorganisme yang gram positif, misalnya *Clostridium perfringens*. Untuk menghilangkan keragu-raguan ini perlulah diadakan test berikutnya, yaitu “Tes Penegasan” (Dwidjoseputro, 2010).

## 2. *Confirmatif Test (Tes Penegasan)*

Ada dua cara untuk melakukan test ini (Dwidjoseputro, 2010).

- a. Ujian dapat dikerjakan seperti tersebut pada (Lampiran 2), hanya di dalam medium perlu ditambahkan zat warna hijau berlian. kepada medium ini kemudian diinokulasikan sejumlah ml air yang mengandung bakteri yang menghasilkan gas. Hijau berlian berguna untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan menggiatkan pertumbuhan bakteri golongan kolon. Jika timbul gas sebelum 48 jam berakhir test ini disebut positif.
- b. Cara yang kedua ialah dengan menginokulasikan air yang menghasilkan gas tersebut ke dalam cawan petri berisi medium yang mengandung laktosa dan eosin biru metilen atau laktosa dan endo biru metilen. Jika dalam 24 jam tumbuh koloni-koloni yang berinti dan mengkilap seperti logam, test ini berarti positif. Kadang-kadang orang masih melakukan satu ujian lagi demi kesempurnaannya; test ini disebut “Tes kesempurnaan”.

## 3. *Completed Test (Tes Kesempurnaan)*

Untuk ini diambillah inokulum dari suatu koloni terpencil pada cawan petri tersebut. Inokulum dimasukkan ke dalam medium cair yang mengandung laktosa dan dari inokulum tersebut juga dibuat gesekan pada agar-agar miring. Jika kemudian timbul gas dalam cairan laktosa, lagi pula agar-agar miring ditemukan basil-basil gram negative yang berspora, maka pastilah ada golongan bakteri kolon dalam contoh air yang semula (Dwidjoseputro, 2010).

## I. Pengertian Metode Indeks MPN

MPN adalah suatu metode untuk menaksir populasi mikrobial di lahan, perairan, dan produk agrikultur. Metode ini digunakan untuk menaksir populasi mikrobial berdasarkan pada ukuran kualitatif spesifik dari jasad renik yang sedang dihitung. Menetapkan adanya bakteri *Coliform* dalam contoh air dan memperoleh indeks berdasarkan tabel MPN untuk menyatakan perkiraan jumlah *Coliform* dalam sampel. Prinsip pengerjaan dengan melakukan tes pendahuluan (*presumptif test*) dengan menggunakan set tabung 3-3-3 atau 5-5-5 kaldu laktosa, dilanjutkan dengan tes penegasan (*confirmatif test*), dan terakhir dilakukan tes Kesempurnaan (*completed test*) (Novel S.S, dkk, 2010).

Metode MPN (*Most Probable Number*) untuk uji kualitas mikrobiologi air dalam praktikum digunakan kelompok *Coliform* sebagai indikator. Kelompok *Coliform* mencakup bakteri yang bersifat aerobik dan anaerobik fakultatif, batang gram negatif dan tidak membentuk spora. *Coliform* memfermentasikan laktosa dengan pembentuk asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C (Hastowo, 1992).

Pendekatan lain untuk enumerasi bakteri hidup adalah dengan metode MPN. Metode MPN didasarkan pada metode statistik (teori kemungkinan). Metode MPN ini umumnya digunakan untuk menghitung jumlah bakteri pada air khususnya untuk mendeteksi adanya bakteri *Coliform* yang merupakan kontaminan utama sumber air minum. Ciri-ciri utamanya yaitu bakteri gram negatif, batang pendek, tidak membentuk spora, memfermentasi laktosa menjadi asam dan gas yang dideteksi dalam waktu 24 jam inkubasi pada 37°C. Sampel ditumbuhkan pada seri tabung sebanyak 3 atau 5 buah tabung reaksi

untuk setiap kelompok. Apabila dipakai 3 tabung maka disebut seri 3, dan jika dipakai 5 tabung maka disebut 5 seri. Media pada tabung adalah Lactose Broth yang diberi indikator perubahan pH dan ditambah tabung Durham. Pemberian sampel pada tiap seri tabung berbeda-beda. Untuk sampel sebanyak 10 ml ditumbuhkan pada media LBDS (*Lactose Broth Double Strength*) yang memiliki komposisi *Beef extract* (3 gr), *peptone* (5 gr), *lactose* (10 gr) dan *Bromthymol Blue* (0,2 %) per literanya. Untuk sampel 1 ml dan 0,1 ml dimasukkan pada media LBSS (*Lactose Broth Single Strength*) yang berkomposisi sama tapi hanya kadar laktosa setengah dari LBDS yaitu 5 gr (Lay, 1992).

Menurut Hadi, B, dkk (2014), Untuk mendeteksi dan menghitung jumlah *Coliform* dalam air ada 3 metoda yang dapat digunakan, yaitu *standard plate count* (SPC), *multiple-tube method* (disebut juga metode “*Most Probable Number*, MPN), dan *the membran filtration*.

Prinsip tes pertama dan ketiga adalah sifat bakteri yang berkembang biak dalam waktu 24 sampai 72 jam pada suhu tertentu (dalam inkubator) dan dalam suasana yang cocok yaitu sebuah media yang terdiri dari agar-agar yang mengandung beberapa jenis zat kimia yang merupakan gizi bagi jenis bakteri tertentu serta dapat mengatur nilai pH (Hadi, B, dkk, 2014).

Prinsip tes kedua (metode MPN) adalah sama dengan prinsip tes pertama, hanya bakteri tidak berkembang biak pada media (agar-agar) tapi tersuspensi dalam kaldu (*broth media*) yang mengandung gizi untuk pertumbuhannya. Bakteri-bakteri tersebut dapat dideteksi karena jenis bakteri tersebut mampu meragikan (*fermentasi*) salah satu unsur zat gizi seperti laktosa yang akibatnya

proses peragian tersebut terbentuk gas, gelembung-gelembung gas ini menunjukkan adanya bakteri tersebut (Hadi, B, dkk, 2014).

Pemeriksaan mikrobiologis air sangat diperlukan untuk mencegah timbulnya pencemaran terhadap air yang dikonsumsi oleh manusia. Salah satu metode yang sering digunakan yaitu *Most Probable Number Method* (MPN). MPN merupakan suatu metode tabung fermentasi yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya bakteri pada air (Hadi, B, dkk, 2014).

## **J. Kajian Penelitian Terdahulu**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sopacua, Ekawati dan Sinung, (2013) yang berjudul “Kandungan *Coliform* dan Klorin Es Batu di Yogyakarta” Es batu merupakan produk pangan yang sudah sangat dikenal oleh masyarakat yang secara umum dianggap aman untuk dikonsumsi. Anggapan ini bertolak belakang dengan beberapa hasil penelitian yang menunjukkan bahwa dalam beberapa kasus, konsumsi es batu diketahui menjadi sumber pembawa penyakit, terutama penyakit enterik. Evaluasi mengenai mutu mikrobiologis es batu terutama evaluasi mengenai keberadaan *Coliform*, menjadi penting untuk mengetahui tingkat sanitasi dan tingkat bahaya akibat mikrobia patogen dari es batu yang dikonsumsi secara luas oleh masyarakat. Selain itu, klorin yang berfungsi sebagai desinfektan pada air minum bila kandungannya terlalu tinggi juga dapat menyebabkan kanker kandung kemih, dubur ataupun usus besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu mikrobiologis es batu, terutama jumlah total mikrobia dan *Coliform* serta kadar sisa klor pada es batu di daerah Kotamadya Yogyakarta.

Dalam penelitian ini dilakukan analisa terhadap 15 sampel, yang terdiri dari 13 penjual es batu industri rumah tangga dan 2 perusahaan es batu. Dari hasil analisa sampel diketahui jumlah total mikrobial berkisar antara  $0,058 \times 10^4$  CFU/ml sampai  $18,026 \times 10^4$  CFU/ml. Semua sampel negatif *Coliform* dan mengandung sisa klor yang kurang dari 0,1 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa es batu di Yogyakarta belum memenuhi standar untuk angka lempeng total dan memenuhi standar untuk keberadaan *Coliform* serta sisa klor.

Menurut penelitian Micheal, Onggowidjaja, dan Rusmana, (2010) yang berjudul “Bakteri *Coliform* dalam Es Batu pada Tiga Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung”. Berdasarkan hasil penelitian ini, es batu yang berasal dari sampel 1 dan sampel 2 mengandung bakteri *Echerichia coli* dan *Pseudomonas sp.*, sedangkan sampel 3 tidak mengandung bakteri *Coliform* apapun. Berdasarkan Permenkes no 907 tahun 2002, es batu sampel 1 dan 2 tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi, sedangkan sampel 3 memenuhi syarat.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Elfidasari, Anita, Grariani, Rugayah, dan Viki (2011) dalam judul “Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran *Fast Food* di Daerah seyanan dengan Indikator Jumlah *Escherichia coli* Terlarut” bahwa dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa es yang selama ini dikonsumsi oleh masyarakat masih memiliki nilai kelayakan konsumsi yang rendah atau jauh dari standar kelayakan yang telah ditetapkan oleh SNI yaitu 0 sel *Echerichia coli* per 100 ml air. Berdasarkan jumlah *Echerichia coli* yang terkandung di dalamnya, konsumsi es batu dalam intensitas yang berkala dapat

menimbulkan berbagai penyakit yang mengganggu sistem pencernaan yang diakibatkan oleh meningkatnya jumlah *Echerichia coli* dalam usus. Jika dikonsumsi dalam intensitas rendah, dapat dikatakan jumlah *Echerichia coli* dalam usus masih dalam kadar normal. Kadar *Echerichia coli* yang cukup dalam usus dapat membantu sistem pencernaan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hadi, Bahar, dan Sumiarti (2013) yang berjudul “Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga yang digunakan Penjual Minuman di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang” Es batu digunakan untuk minuman dan terbuat dari air. Nilai sanitasi dan kehegienenan yang baik suatu minuman/makanan adalah tidak ditemukan adanya kuman *Echerichia coli* sebagai parameter karena *Echerichia coli* merupakan flora normal usus yang keluar bersama tinja di mana sebagai sumber infeksi terhadap makanan dan minuman. Dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat perlu dilaksanakan berbagai upaya kesehatan termasuk pengawasan kualitas makanan dan minuman. Telah dilakukan penelitian deskriptif dengan menggunakan metoda indeks MPN (*Most Propable Number*) di bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kualitas bakteriologis es batu Rumah Tangga yang digunakan penjual minuman di pasar Lubuk Buaya kota Padang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 88,9% sampel es batu Rumah Tangga yang digunakan penjual minuman di pasar Lubuk Buaya kota Padang belum memenuhi syarat kesehatan, dengan angka MPN yang bervariasi. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sanitasi dan higienis es batu Rumah

Tangga yang digunakan penjual minuman di pasar Lubuk Buaya kota Padang terkontaminasi bakteri *Coliform*.

**Tabel 3. Perbedaan Penelitian Terdahulu yang Relevan**

No.	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Penelitian	Hasil penelitian
1	Sopacua, Ekawati dan Sinung	2013	Kandungan Bakteri Coliform dan Klorin Es Batu di Yogyakarta	Menguji kandungan Bakteri Coliform dan Klorim yang terdapat pada es batu	Dari hasil analisa sampel diketahui jumlah total mikrobial berkisar antara 0,058 x 10 <sup>4</sup> CFU/ml sampai 18,026 x 10 <sup>4</sup> CFU/ml. Semua sampel negatif <i>Coliform</i> dan mengandung sisa klor yang kurang dari 0,1 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa es batu di Yogyakarta belum memenuhi standar untuk angka lempeng total dan memenuhi standar untuk keberadaan <i>Coliform</i> serta sisa klor.
2	Micheal, Onggowidjaja, dan Rusmana	2010	Bakteri Coliform dalam Es batu pada Tiga Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung	Menguji ada atau tidaknya bakteri Coliform pada Es Batu di Tiga Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung	Berdasarkan hasil penelitian ini, es batu yang berasal dari sampel 1 dan sampel 2 mengandung bakteri <i>Echerichia coli</i> dan <i>Pseudomonas sp.</i> , sedangkan sampel 3 tidak mengandung bakteri <i>Coliform</i> apapun. Berdasarkan Permenkes no 907 tahun 2002, es batu sampel 1 dan 2 tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi, sedangkan sampel 3 memenuhi syarat.
3	Elfidasari, Grariani, Rugayah, dan Viki	2011	Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran Fast Food di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah Bakteri Echerichia coli Terlarut	Membandingkan kualitas Es di Lingkungan Universitas Al-Azhar Indonesia dengan Restoran Fast Food di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah Bakteri Echerichia coli Terlarut	Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa es yang selama ini dikonsumsi oleh masyarakat masih memiliki nilai kelayakan konsumsi yang rendah atau jauh dari standar kelayakan yang telah ditetapkan

---

				oleh SNI yaitu 0 sel <i>E. coli</i> per 100 ml air. Berdasarkan jumlah <i>Echerichia coli</i> yang terkandung di dalamnya, konsumsi es batu dalam intensitas yang berkala dapat menimbulkan berbagai penyakit yang mengganggu sistem pencernaan yang diakibatkan oleh meningkatnya jumlah <i>Echerichia coli</i> dalam usus. Jika dikonsumsi dalam intensitas rendah, dapat dikatakan jumlah <i>Echerichia coli</i> dalam usus masih dalam kadar normal. Kadar <i>Echerichia coli</i> yang cukup dalam usus dapat membantu sistem pencernaan.	
4	Hadi, bahar, dan Sumiarti	2013	Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga yang digunakan Penjual Minuman di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang	Menguji kandungan Bakteriologis Es Batu yang dibuat oleh rumah tangga yang digunakan penjual minuman di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang	Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sanitasi dan higienis es batu Rumah Tangga yang digunakan penjual minuman di pasar Lubuk Buaya kota Padang terkontaminasi bakteri <i>Coliform</i> .
5	Dian Maya	2015	Uji Kandungan Bakteri Colifrom pada Es Batu yang digunakan di Kantin-kantin dan Rumah Makan di Sekitar Kampus UIN Raden fatah Palembang dan Sumbangsihnya pada Materi di Kelas X SMA/MA	Menguji ada atau tidaknya kandungan bakteri Colifrom pada es batu yang digunakan di kantin-kantin dan rumah makan disekitaran kampus UIN Raden Fatah.	-

---

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu**

Adapun penelitian mengenai bakteri *Coliform* ini dilaksanakan pada tanggal 4 Agustus 2015. Pengambilan sampel es batu dilakukan di empat tempat, yaitu 2 sampel diambil di kantin depan lapangan sepak bola, 1 sampel diambil di kantin Fakultas Syariah, 1 sampel diambil di kantin depan gerbang kampus dan 2 sampel diambil di rumah makan belakang kampus UIN Raden Fatah (Sekitar jalan Rawa Jaya) dan untuk uji kandungan bakteri *Coliform* dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Palembang.

#### **B. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat :**

Obyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah es batu. Alat-alat yang akan digunakan adalah tabung reaksi, rak tabung reaksi, tabung durham, gelas ukur, erlenmeyer, pipet gondok, ose bulat, sendok, botol steril, bunsen, inkubator, autoklaf, *cool box*, kapas dan alat tulis menulis.

##### **2. Bahan :**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *Lactose Broth* (LB) dan *Bripliant Green Lactose Broth* (BGLB), alkohol 70%.

### **C. Jenis Penelitian**

Penelitian ini adalah penelitian Deskriptif Kualitatif. Penelitian menggunakan metode eksperimen. Objek penelitian ini adalah es batu yang di ambil dari 6 kantin dan rumah makan, 4 kantin dan 2 rumah makan yang berada di sekitar kampus UIN Raden Fatah. Sampel ini diambil dengan metode random sampling.

### **D. Sampel**

Sampel penelitian ini adalah penjual makanan yang berada di sekitar kampus UIN Raden Fatah. Sampel diambil dari 6 penjual makanan, yang mana dari masing-masing penjual makanan yang menyediakan minuman bercampur es batu diambil 2 sampel, yaitu 1 sampel diambil dari kantin di Fakultas Syariah, 1 Sampel diambil dari kantin di depan gerbang kampus UIN, 2 sampel dari kantin depan lapangan sepak bola dan 2 sampel diambil dari rumah makan yang berada di belakang kampus UIN. Jumlah sampel keseluruhan 6 sampel (Purnamasari I, 2009).

### **E. Persiapan Penelitian**

Tahap persiapan penelitian terdiri atas (Micheal, dkk, 2010) (Lampiran 2):

#### 1. Sterilisasi alat

Sebelum peneltian dimulai, seluruh alat-alat yang akan digunakan disterilisasikan dalam autoklaf ( $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit) atau oven ( $170^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam).

#### 2. Persiapan sampel penelitian

Sampel es batu sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam botol steril kemudian ditutup dengan *aluminium foil*/kapas yang telah dilewatkan di atas api bunsen. Es batu dibiarkan mencair pada suhu ruangan.

#### **F. Pengambilan Sampel**

Menurut Purnamasari I, 2009, adapun cara yang dapat dilakukan untuk pengambilan sampel, yaitu :

1. Persiapkan segala sesuatu untuk pengambilan sampel seperti keperluan alat tulis, catatan ada formulir pemeriksaan tentang lokasi pengambilan sampel dan tanggal pengambilan serta kantong plastik tempat sampel
2. Plastik kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass*
3. Kemudian distrerilkan ke dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 10 menit
4. Pesanlah Es Batu
5. Sampel diberi nomor kode untuk membedakan es batu yang digunakan ditiap-tiap kantin dan rumah makan
6. Es Batu dimasukkan ke dalam termos es/*cool box*
7. Pengiriman dilakukan secepatnya minimal dalam waktu 3 jam harus sudah sampai di laboratorium.

#### **G. Cara Kerja**

Menurut Purnamasari I (2009), pemeriksaan MPN dilakukan terhadap bahan pemeriksaan yang telah disiapkan dengan menggunakan metode tabung ganda (5 x 10 ml); (1 x 1 ml); (1 x 0,1ml).

Pemeriksaan tabung ganda terdiri dari :

### 1. Tes Pendahuluan (*Presumptive Test*)

Media yang biasa digunakan adalah *Lactosa Broth* (LB)

Cara Pemeriksaan (Lampiran 5):

- a. Siapkan 7 tabung reaksi yang masing-masing berisi media *Lactosa Broth* (LB) sebanyak 10 ml. Tabung disusun pada rak tabung reaksi, masing-masing tabung diberi tanda nomor urut, tanggal pemeriksaan dan volume.
- b. Dengan pipet steril ambil bahan pemeriksaan yang telah disiapkan yaitu sampel es batu masukkan ke dalam :  
Tabung 1 s.d 5 masing-masing sebanyak 10 ml  
Tabung ke-6 sebanyak 1 ml  
Tabung ke-7 sebanyak 0,1 ml.
- c. Masing-masing tabung tersebut digoyang-goyangkan agar spesimen dan media tercampur.
- d. Inkubasikan pada suhu 37°C selama 24-48 jam diperiksa ada tidaknya pembentukan gas pada tabung durham. Catat semua tabung yang menunjukkan peragian lactose (Pembentukan gas). Pembentukan gas pada tabung durham pada test pendahuluan dinyatakan (+) positif dan dilanjutkan dengan test penegasan. Bila tes negatif berarti *Coliform* negatif dan tidak perlu dilakukan test penegasan.

### 2. Tes Penegasan (*Confirmative Test*)

Media yang digunakan adalah *Briliant Green Lactosa Broth* (BGLB)

2%. Test ini untuk menegaskan hasil positif dari test pendahuluan.

Cara Pemeriksaan:

- a. Dari tiap-tiap *presumptive* yang positif, dipindahkan 1-2 ose ke dalam tabung *confirmatif* yang berisi 10 ml BGLB 2 %. Dari masing-masing tabung *confirmatif* diinokulasikan ke dalam tabung BGLB 2%.
- b. Tabung BGLB 2% diinkubasikan pada suhu 35-37°C selama 24-48 jam untuk memastikan adanya *Coliform*.
- c. Pemeriksaan dilakukan setelah 24-48 jam dengan melihat jumlah tabung BGLB 2% yang menunjukkan positif gas.
- d. Pembacaan hasil dari test penegasan dilakukan dengan menghitung jumlah tabung yang menunjukkan adanya gas pada tabung yang diinkubasikan pada suhu 37°C, angka yang diperoleh dicocokkan dengan tabel MPN, maka akan diperoleh index MPN *Coliform* untuk tabung yang diinkubasikan pada suhu 37°C.

## **H. Teknik Pengumpulan Data**

Data diperoleh dari hasil observasi langsung ke lokasi pemilik kantin dan rumah makan serta data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium terhadap es batu (Purnamasari I, 2009).

## **I. Analisis Data**

Data dari kualitatif mengenai kandungan bakteri *Coliform* pada es batu yang diperoleh akan dianalisa secara deskriptif, disajikan dalam bentuk tabel distributif dan dinarasikan dengan kepustakaan yang relevan dengan mengacu pada standar mutu air minum berdasarkan Peraturan

Menteri Kesehatan No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum (Purnamasari I, 2009).

### J. Tabel MPN *Coliform*

**Tabel 4. Perhitungan Kuantitatif MPN 5 x 10ml, 1 x1 ml, 1 x 0,1 ml**

Jumlah Tabung Positif			MPN/100ml
10 ml	1 ml	0.1 ml	
0	0	0	2,2
0	0	1	2
0	1	0	2
0	1	1	4
1	0	0	2,2
1	1	0	4,4
1	1	0	4,4
1	1	1	6,7
2	0	0	5
2	0	1	7,5
2	1	0	7,6
2	1	1	10
3	0	0	8,8
3	0	1	12
3	1	0	12
3	1	1	16
4	0	0	15
4	0	1	20
4	1	0	21
4	1	1	27
5	0	0	38
5	0	1	96
5	1	1	240

Sumber : Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1990

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

##### 1. Hasil Tes Pendahuluan (*Presumtif Test*)

Dalam uji kandungan bakteri *Coliform* pada es batu yang di peroleh dari beberapa kantin dan Rumah Makan di sekitar kampus UIN Raden Fatah yang diambil secara *random sampling* (acak) ini dilakukan dengan tes pendahuluan (*Presumtif Test*) dan tes penegasan (*Confirmatif Test*). Media pada tabung reaksi yang digunakan untuk tes pendahuluan ini adalah *Lactose Borth* (LB) dan ditambah tabung durham. Media ini mengandung laktosea borth dan garam empedu (*bile salt*) yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri non enterik dan menumbuhkan bakteri *enterik* sebagai dasar kemampuannya untuk memfermentasikan laktosa menjadi asam dan gas. Hasil tes pendahuluan ini dapat dilihat pada tabel di bawah, yang mana hasil positif pada setiap sampel akan dilakukan uji lanjut, yaitu tes penegasan yang hasilnya dapat dicocokkan dengan tabel MPN *Coliform* (Lampiran 1).

**Tabel 5: Tabel Hasil Tes Pendahuluan (*Presumtif Test*) Uji Kandungan Bakteri *Coliform* Pada Es Batu**

No	Sampel	Lokasi	Presumtif Test (LB 37°C)			<i>Coliform</i>	Ket.
			10 ml	1 ml	0.1 ml		
1	Sampel A (Es Batu RT)	Kantin depan gerbang kampus UIN	5	1	1	+	Uji Lanjut
2	Sampel B (Es	Kantin Fakultas	5	1	1	+	Uji Lanjut

	Batu RT)	Syariah					
3	Sampel C (Es Batu Kristal)	Kantin depan lap. Sepak bola	5	1	1	+	Uji Lanjut
4	Sampel D (Es Batu RT)	Kantin depan lap. Sepak bola dekat masjid	5	1	1	+	Uji Lanjut
5	Sampel E (Es Batu RT)	RM. Belakang Kampus UIN	5	1	1	+	Uji Lanjut
6	Sampel F (Es Batu RT)	RM. Belakang Kampus UIN	5	1	1	+	Uji Lanjut

**Keterangan :**

RT = Rumah Tangga

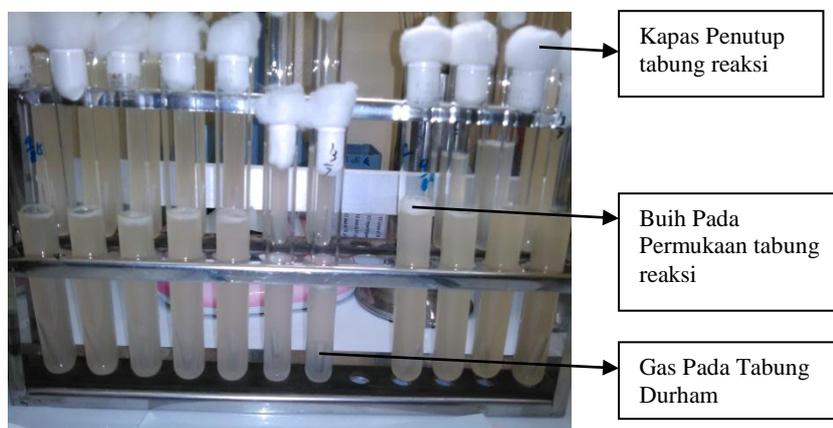
RM = Rumah Makan

Lap. = Lapangan

(5) = Lima tabung reaksi sampel 10 ml produksi gas (Positif)

(1) = Tabung reaksi dengan sampel 1ml produksi gas (Positif)

(1) = Tabung reaksi dengan sampel 0.1 ml produksi gas (Positif)



**Gambar 3. Media *Lactose Borth* (LB) Berwarna Keruh Pada Tes Pendahuluan**  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)

## 2. Hasil Tes Penegasan (*Confirmatif Test*)

Setelah diinkubasi selama 24-48 jam didapatkan hasil positif (+) pada semua tabung durham pada tes pendahuluan, maka uji MPN *Coliform* dilanjutkan dengan tes penegasan (*Confirmatif Test*) dengan media BGLB 2% pada suhu 37°C yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak hidup dalam saluran pencernaan dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif. Adapun hasil yang didapatkan dari semua sampel ialah:

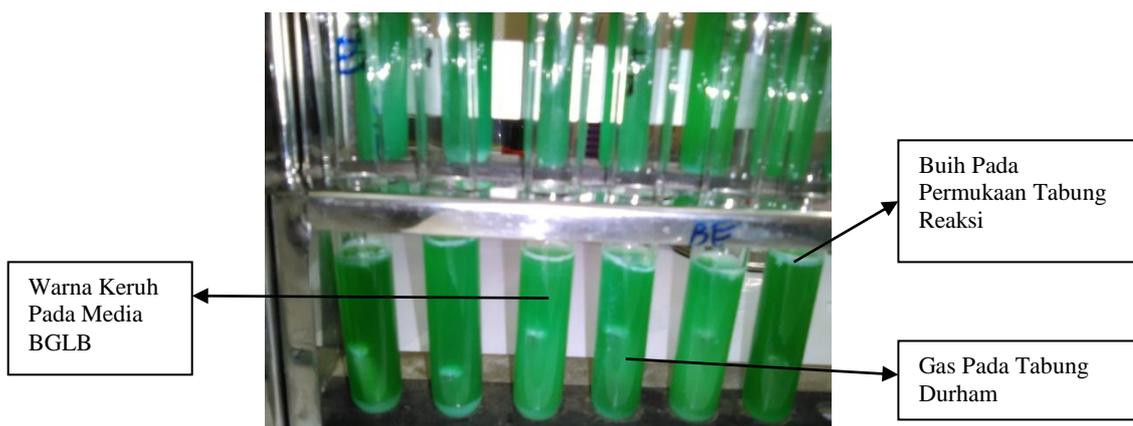
**Tabel 6: Tabel Hasil Tes Penegasan Uji Kandungan Bakteri *Coliform* Pada Es Batu dengan Metode Tabung Ganda 5-1-1**

Sampel	Confirmatif Tes (BGLB 37°C)			MPN Coliform /100 ml	Pertimbangan	Keterangan Permenkes 416/1990
	10 ml	1 ml	0.1 ml			
Sampel A (Es Batu RT)	5	1	1	240	Tidak Baik	
Sampel B (Es Batu RT)	5	1	1	240	Tidak Baik	
Sampel C (Es Batu Kristal)	5	1	1	240	Tidak Baik	
Sampel D (Es Batu RT)	5	1	1	240	Tidak Baik	Baik: MPN=0
Sampel E (Es Batu RT)	5	1	0	96	Tidak Baik	
Sampel F (Es Batu RT)	5	1	1	240	Tidak Baik	

**Keterangan:**

Ket. Permenkes > 0/100 mL sampel

(0) = Tabung reaksi dengan sampel 0.1 ml tidak memproduksi gas (negatif) *Coliform*



**Gambar 4. Media BGLB Berwarna Keruh Pada Tes Penegasan (Sumber: Doc. Pribadi 2015)**

## B. Pembahasan

### 1. Analisa Sampel pada Tes Pendahuluan dan Tes Penegasan Bakteri *Coliform* pada Es Batu

Bakteri *Coliform* adalah bakteri intestinal, yaitu hidup dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri *Coliform* adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Lebih tepatnya, adalah bakteri

*Coliform fecal* adalah bakteri indikator adanya cemaran bakteri patogen. Penentuan *Coliform fecal* menjadi indikator pencemaraan dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen (Dwidjoseputro, 1994).

*Coliform* merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk susu. *Coliform* sebagai suatu kelompok dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora *anaerobik fakultatif* yang memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C. Adanya bakteri *Coliform* di dalam makanan/minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksogenik yang berbahaya bagi kesehatan (Widiyanti, dkk, 2004).

Air baku adalah air bersih yang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Dalam penelitian ini menggunakan sampel es batu yang diambil dari 5 es batu buatan rumah tangga dan 1 es batu kristal buatan pabrik yang kualitas kehygienisannya belum terjamin bersih untuk kesehatan.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai uji kandungan bakteri *Coliform* pada es batu di sekitar kampus UIN Raden Fatah, didapatkan hasil dengan semua sampel yang berjumlah 6 sampel es batu terkontaminasi oleh adanya bakteri. Lima sampel yang terdiri dari

sampel A, B, C, D dan F yang merupakan es batu buatan rumah tangga positif terkontaminasi bakteri patogen setelah dilakukan tes pendahuluan, begitu juga dengan sampel E yang merupakan sampel es batu kristal buatan pabrik. Keenam sampel tersebut dinyatakan positif terkontaminasi bakteri setelah dilakukan tes pendahuluan dengan diinkubator dalam suhu 37°C selama 48 jam dengan menunjukkan hasil berupa warna keruh pada media LB dan terdapat buih pada permukaan tabung reaksinya serta terdapat gas pada tabung durham. Sehingga keenam sampel ini perlu dilakukan uji penegasan untuk memastikan kontaminasi yang terjadi merupakan kontaminasi dari bakteri *Coliform*.

Berdasarkan dari pengamatan sampel sebelum melakukan penelitian ditinjau dari parameter wajibnya berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 dari segi fiska, es batu tersebut berwarna putih namun tidak berbau pada es batu buatan rumah tangga dan berwarna bening pada es batu kristal dan juga tidak berbau.

Terjadinya kontaminasi pada tes pendahuluan ini tidak didasarkan pada parameter kimianya, sehingga hanya dilihat secara mikrobiologi, yakni terdapat kandungan bakteri di dalam sampel es batu tersebut, namun kemungkinan terjadinya kontaminasi ini terjadi pada saat pengambilan sampel dan pemindahan sampel. Karena dalam penelitian mengenai mikrobiologi ini sangat rentan sekali terjadi kontaminasi

apabila penelitian tidak dilakukan secara steril, maka dari itu diperlukan kehati-hatian dalam menjaga keadaan lingkungan sekitar.

Dalam penggunaan disinfektan keefektifannya bergantung pada waktu kontak. Tidak ada penggunaan disinfektan yang dapat segera bereaksi setelah kontak. Reaksi-reaksi kimia atau fisika yang akan terjadi memerlukan waktu yang cukup untuk bergabung dan waktu yang diperlukan ini tergantung pada sifat disinfektan, konsentrasi, pH, suhu, dan sifat organisme yang dihadapi dan perlu diperhatikan bahwa sel-sel dalam populasi bakteri kesensitifannya terhadap disinfektan itu berbeda-beda (Irianto, 2006).



Terdapat gas di dalam tabung Durham

**Gambar 5. Tabung Reaksi yang Menghasilkan Gas Pada Tabung Durham (Sumber: Doc. Pribadi, 2015)**

Tes penegasan (*Confirmatif Test*) ini dilakukan dengan prosedur yang sama seperti tes pendahuluan, namun medianya saja yang berbeda, yakni menggunakan media BGLB 2% pada tabung yang dinyatakan positif terkontaminasi bakteri. Setelah dilakukan uji lanjut pada tes penegasan, semua sampel baik es batu buatan rumah tangga dan es batu buatan pabrik yang merupakan es batu kristal juga positif terkontaminasi bakteri, yakni bakteri *Coliform* setelah bakteri dibiakan pada media BGLB 2% pada suhu 37°C yang merupakan suhu optimum untuk

pertumbuhan bakteri *Coliform*. Namun pada hal ini, salah satu sampel es batu yaitu pada sampel E pada pengenceran sampel 0,1 ml tidak terdeteksi adanya *Coliform* dikarenakan pada tabung durham tidak menunjukkan adanya gelembung gas yang merupakan tanda aktifitasnya bakteri tersebut.

Perbedaan hasil pada tes penegasan ini, dari sampel A,B,C, D dan F dibanding sampel E kemungkinan pada sampel E kualitas airnya atau bahkan kontaminasi yang terjadi pada proses pengambilan sampel tidak begitu besar pada sampel E, sehingga pada pengenceran 0,1 ini bebas *Coliform*, meskipun terjadi perubahan warna pada media BGLB 2%. Setelah dilihat dari proses penelitian ini yang mana dari semua sampel menunjukkan adanya kehidupan bakteri *Coliform*, maka untuk mengetahui jumlah total *Coliform* pada tes pengasan ini diperlukan tabel MPN untuk melihat jumlah kandungan *Coliform* yang terdapat pada keenam sampel es batu tersebut. Berikut ini merupakan salah satu contoh tabung reaksi yang menunjukkan adanya aktifitas bakteri *Coliform* pada media BGLB.



Terdapat gelembung udara di dalam tabung Durham

**Gambar 6. Hasil Positif Ada Gas Pada Tabung Durham  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)**

Menurut Lay (1992) Perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah tabung yang positif, yaitu yang ditumbuhi oleh mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Pengamatan tabung positif dapat dilihat dengan timbulnya kekeruhan atau terbentuk gas dalam tabung Durham.

Menurut Dwidjoseputro (2010) jika bakteri yang kita tumbuhkan dalam medium tersebut memang menghasilkan gas, maka gas akan tampak sebagai gelembung pada dasar tabung Durham. Gas-gas yang timbul sebagai hasil pembongkaran (fermentasi, respirasi) oleh bakteri dapat berupa Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), Hidrogen ( $\text{H}_2$ ), Metan ( $\text{CH}_4$ ), Nitrogen ( $\text{N}_2$ ), Hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan Amoniak ( $\text{NH}_3$ ). Namun, kebanyakan gas yang timbul karena aktivitas bakteri itu berupa  $\text{CO}_2$ . Gas ini dapat timbul sebagai hasil-hasil pernapasan aerob maupun anaerob. Jika  $\text{CO}_2$  yang timbul itu hanya sedikit, maka gas itu larut di dalam cairan medium dan mungkin juga meninggalkan medium itu dengan jalan difusi. Jika suatu spesies menghasilkan  $\text{CO}_2$  banyak dan cepat, maka hal ini ditunjukkan oleh buih yang timbul pada medium, sedangkan hidrogen biasanya timbul bersama-sama dengan  $\text{CO}_2$  sebagai hasil penguraian karbohidrat atau asam-amino (Dwidjoseputro, 2010).

Dalam tes penegasan ini, peneliti menggunakan suhu  $35\text{-}37^\circ\text{C}$  dalam proses inkubasi biakan pada media BGLB 2% dikarenakan dalam penelitian ini hanya untuk mengetahui ada atau tidaknya kontaminasi bakteri *Coliform*. Namun, bila ingin mendeteksi bakteri

fekal diperlukan suhu 42°C dan untuk bakteri non-fekal suhu inkubasinya ialah 37°C setelah diinkubasi selama 24-48 jam.

Novel, dkk (2010) menyatakan bahwa untuk menetapkan adanya *Coliform*, medium yang telah diinokulasi diinkubasi pada suhu 37°C, sedangkan untuk menetapkan adanya *Fecal Coli*, medium BGLB yang telah diinokulasi diinkubasi pada suhu 44,5°C.

## **2. Jumlah Kandungan Bakteri *Coliform* berdasarkan Tabel MPN Tabung 5-1-1**

Berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan bakteri *Coliform* pada es batu (MPN *Coliform*) menunjukkan semua sampel tidak memenuhi syarat kualitas air minum. Hasil pemeriksaan sampel es batu pada tes penegasan ini dapat kita lihat bahwa pada sampel A, B, C, D dan F dengan tabung seri 5-1-1 semuanya terkontaminasi *Coliform* dengan pengenceran 10 ml, 1 ml dan 0,1 ml yang dilihat pada tabel MPN-nya nilai tersebut berada pada angka 240/100 sampel, yang berarti terdapat 240 *Coliform* dalam 100 ml sampel es batu yang telah melebihi batas aman kandungan *Coliform* pada air minum, Sedangkan pada sampel E pada tabung seri yang terkontaminasinya 5-1-0 karena pada pengenceran 0,1 ml tidak terdeteksi *Coliform*, sehingga nilai *total Coliformnya* berdasarkan tabel MPN ialah 96/100 ml sampel air minum juga telah melebihi batas aman kandungan *Coliform*. Berikut ini adalah contoh sampel E yang positif dan negatif *Coliform*:



**Gambar 7: Sampel E yang Negatif *Coliform* dan Positif *Coliform***  
(Sumber: Doc.Pribadi, 2015)

Dari keenam sampel tersebut dapat kita lihat bahwa angka *Coliform* paling tinggi terdapat pada sampel A, B, C, D dan F, sedangkan pada sampel E lebih kecil dibanding dari kelima sampel tersebut karena hanya mengandung 96/ 100 ml *Coliform*. Entjang (2003) “dalam” Bambang (2014) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *Coliform*, semakin tinggi pula resiko kehadiran bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan.

Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan RI, semua sampel dikatakan tidak memenuhi syarat yang sesuai dengan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum yang mana nilai MPN *Coliform*/100 ml ialah 0 atau bebas dari bakteri *Coliform* dan berdasarkan Permenkes RI No. 416/ Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan air bersih, air bersih juga harus memenuhi persyaratan mikrobiologi (kadar maksimum yang

diperbolehkan ialah *Echerichia coli* = 0, MPN *Coliform* non perpipaan = 50/100 ml sampel, perpipaan 10/100 ml sampel), dari pemaparan tersebut dapat disimpulkan bahwa es batu tersebut tidak memenuhi syarat kualitas air minum dan air bersih sehingga es batu tersebut tidak baik untuk dikonsumsi.

Namun ada baiknya dalam pengolahan es batu dapat menggunakan bahan baku air yang dimasak terlebih dahulu atau untuk pabrik air harus difiltrasi agar dapat mematikan bakteri yang terdapat pada air minum. Menurut Rahayu, dkk (2013) menyatakan bahwa proses filtrasi merupakan proses yang harus dilakukan dalam prosedur pengolahan air baku menjadi air minum. Kualitas filtrasi adalah tingkat baik buruknya proses filtrasi.

Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan timbulnya bakteri pada es batu ini, yaitu diantaranya faktor alam (fisika) dan faktor kimia. Dimana faktor-faktor tersebut sangat mempengaruhi pertumbuhan bakteri, karena mikroorganisme ini tidak dapat menguasai faktor-faktor luar sepenuhnya, sehingga hidupnya tergantung pada keadaan di sekelilingnya.

Menurut Dwijoseputro (2010) satu-satunya jalan mikroorganisme ini untuk menyelamatkan diri ialah dengan menyesuaikan diri (adaptasi) kepada pengaruh faktor-faktor luar. Penyesuaian diri ini dapat terjadi secara cepat serta bersifat sementara waktu akan tetapi dapat pula perubahan itu bersifat permanen sehingga mempengaruhi bentuk morfologi serta sifat-sifat fisiologis yang turun-menurun.

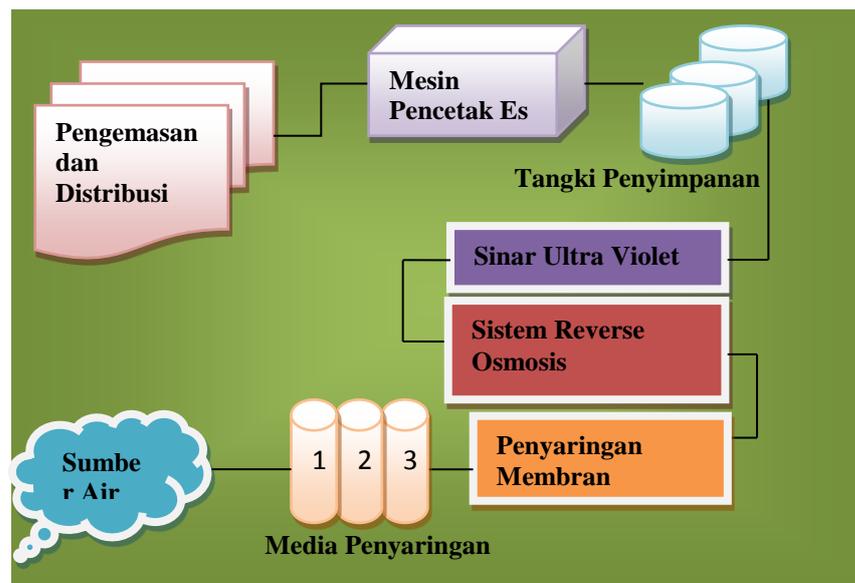
Adapun faktor-faktor lingkungan dapat dibagi menjadi faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor-faktor biotik terdiri atas makhluk-makhluk hidup dan faktor-faktor abiotik terdiri atas faktor-faktor alam (fisika) dan faktor-faktor kimia. Yang digolongkan sebagai faktor alam ialah temperatur, kebasahan, nilai osmotik dari medium, radiasi oleh sinar biasa dan sinar lainnya, serta penghancuran secara mekanik. (Dwijoseputro, 2010).

Berdasarkan hasil observasi lapangan, peneliti tidak mengetahui apakah penjual es batu tersebut menggunakan es batu yang bahan bakunya dimasak atau difiltrasi terlebih dahulu atau menggunakan air mentah seperti air sumur, air PAM, dan air galon yang kualitasnya belum terjamin, namun jika dilihat dari warna pada es batu tersebut semuanya berwarna putih kecuali es batu kristal yang berwarna bening. Karena warna pada es batu dapat menunjukkan penggunaan es batu menggunakan air yang dimasak/difiltrasi terlebih dahulu atau menggunakan air mentah. Menurut Micheal (1988) “dalam” Hadi B, dkk (2014) es dari air mentah berwarna putih karena masih banyak gas yang terperangkap di dalamnya, sedangkan es dari air matang akan terlihat bening karena gas di dalam air terlepas ketika proses perebusan. Biasanya, es seperti ini disebut es kristal.

Dalam penelitian ini, peneliti menyarankan ada baiknya dalam penggunaan es batu, gunakanlah es batu berwarna bening atau biasa disebut es batu kristal, Karena es batu kristal lebih aman untuk dikonsumsi dibandingkan dengan es balok atau es batu yang dibuat

menggunakan bungkus plastik, karena dilihat dari fisiknya warna dari es batu kristal lebih bening dibandingkan es batu buatan rumah tangga. Walaupun dalam penelitian ini es batu kristal terkontaminasi bakteri *Coliform*, namun, kontaminasi bakteri *Coliform* dapat terjadi akibat dari kesalahan peneliti dan kurang sterilisasinya dalam pengambilan sampel pada proses penelitian. Ruth (2008) “dalam” Marantina (2014) menyatakan bahwa untuk membuat es kristal air harus difitrase agar semua bakteri dan kuman yang berbahaya bagi tubuh tidak ikut menjadi es, karena menurutnya air yang dimasak tidak bisa menghilangkan mineral dan zat berbahaya. Sementara air di Indonesia pasti mengandung sedimen. Filtrasi dianggap cara paling baik untuk menyiapkan air atau es.

Sebelum diproses air akan disaring untuk menghilangkan klorin, seng, dan kapur. Lalu air hasil penyaringan ditampung dalam wadah. Selanjutnya air melalui tahap penyaringan ke 2. Proses penyaringan ke 2 untuk menghilangkan sisa endapan dan partikel kimia dengan sistem membran. Saat air sudah bebas dari kotoran dan bahan kimia saatnya disinari ultraviolet. Bakteri akan mati dalam proses ini sehingga air tak perlu direbus (Anonim, 2015).



**Gambar 8: Proses Pembuatan Es Yang Aman Konsumsi**  
(Sumber: Tripole Ice Cubes, 2015)

Selain itu, dilihat dari tempat penyimpanan es batunya sendiri disimpan di dalam box es yang tidak terjamin kebersihannya, begitu juga dengan alat pengeruk (sendok) untuk mengambil es batunya tidak terjamin kebersihannya. Belum lagi terkadang penjual es batu membiarkan es batunya terbuka dalam beberapa waktu saat penyajiannya yang memungkinkan masuknya bakteri patogen melalui udara. Pedagang juga kurang memperhatikan kebersihan tangannya saat penyajian es batu, sehingga melalui tangan bisa menyebabkan kontaminasi pada es batu. Kontaminasi bakteri yang telah disebutkan di atas dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya bahan pembuat, alat-alat yang digunakan, penggunaan tangan dan lingkungan sekitar sekolah (Agustina, 2009 "dalam" Selian, LS, dkk, 2013).

Ariyani (2006) "dalam" Selian, dkk (2013) menyebutkan dalam pemilihan es, es yang digunakan juga tidak dalam keadaan baik, karena es batu tersebut dihancurkan dengan menggunakan palu yang tidak

terjamin kebersihannya dan disimpan dalam termos es yang juga tidak terjamin kebersihannya.

Alat yang digunakan dapat menjadi kontaminasi bakteri. Alat yang sering digunakan pada pedagang minuman jajanan adalah termos es, teko air, sendok pengeruk es, gunting dll. Penggunaan alat-alat yang tidak disterilisasikan terlebih dahulu, meningkatkan pencemaran mikroorganisme. Selain itu, biasanya alat-alat yang digunakan disimpan dan dibiarkan begitu saja setelah dipakai, sehingga menambah resiko terjadinya kontaminasi bakteri patogen (Kurniadi, 2013 “dalam” Selian, dkk, 2013).

Dalam proses pendistribusian dari produsen ke konsumen, pengguna es batu (khususnya es batu rumah tangga) biasanya menggunakan kantong plastik sebagai alat pengangkut es batunya yang mana tingkat kebersihannya tidak terjamin, ditambah lagi penjual es batu biasanya langsung menggunakan tangan pada saat pemindahan es batu dari freezer ke dalam kantong plastiknya, sehingga hal tersebut membuat es batu sangat rentan terkontaminasi bakteri. Naria, 2005 “dalam” Selian, dkk, 2013 berpendapat bahwa penggunaan tangan yang tidak bersih dapat menjadi sumber kontaminasi bakteri patogen. Dimulai saat membuat hingga penyajian perlu diperhatikan kebersihan tangan, tangan yang tidak dicuci dengan sabun dan menyentuh minuman dapat meningkatkan resiko pencemaran bakteri patogen. Sehingga saat melakukan penjamahan makanan perlu digunakan sarung tangan.

Proses pengangkutan sama halnya dengan proses penyimpanan dalam lemari es penyimpanan es batu. Lemari es yang tidak higienis dan lamanya proses pengolahan akan berdampak yang sama yaitu terkontaminasinya air baku es batu oleh bakteri patogen. Kontaminasi dapat berasal dari mikrobia pada sumber air maupun berasal dari lemari es penyimpanan es batu. Berdasarkan hasil wawancara dengan penjual es batu ternyata sebagian besar depot tidak begitu memperhatikan berapa lama air baku tersimpan dalam lemari es. Penjual hanya melihat dari jumlah stok air yang harus selalu terisi pada lemari es (Farida, 2002 “dalam” Sopacua, dkk, 2013).

Hasil observasi lainnya, bahwasannya pedagang tidak begitu memperhatikan kebersihan dari es batu yang digunakannya, sehingga hal tersebut dapat menyebabkan rentan tumbuhnya bakteri pada es batu, bahkan masyarakat berpendapat bahwa bakteri akan mati apabila dibekukan ke dalam *freezer*, sehingga mereka tidak mengkhawatirkan adanya kontaminasi bakteri *Coliform* pada es batu yang pedagang gunakan. Pada kenyataannya, bakteri pada es batu itu tidak mengalami kematian apabila didinginkan dalam suhu  $-10^{\circ}\text{C}$ , bakteri tersebut hanya terhambat pertumbuhannya (berdormansi) selama air yang terkontaminasi dibekukan dan apabila es batu telah mencair pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$ - $60^{\circ}\text{C}$ , maka bakteri akan hidup dan berkembangbiak kembali. Berdasarkan Depkes Ri, 2004 “dalam” Ika Purnamasari, 2009 *Coliform* tumbuh pada suhu udara  $10$ - $35^{\circ}\text{C}$ , dengan suhu optimum  $37^{\circ}\text{C}$ . Sementara suhu yang paling cocok untuk perumbuhan bakteri adalah

10-60°C. Suhu ini disebut dengan *danger zone* (daerah berbahaya). Makanan yang paling aman paling lama dikonsumsi dalam waktu 6 jam, karena jika lebih dari itu makanan tercemar berat. Daerah aman (*safety zone*) adalah < (di bawah) 10°C dan > (di atas) 60°C. Prakteknya di bawah 10°C di dalam lemari es dan di atas 60°C di dalam wadah yang selalu berada di atas api pemanas Pembekuan dalam *freezer storage* (penyimpanan dingin sekali) menghambat pertumbuhan bakteri, tetapi tidak membunuh bakteri. Namun pengaruh pembekuan dalam *deep freezer storage* (penyimpanan beku sampai pada suhu < -10°C dapat menurunkan jumlah populasi drastis dan mematikan bakteri *Escherichia coli* secara perlahan (Nurwantoro, 1997 “dalam” Ika Purnamasari, 2009).

Suhu rendah tidak membunuh mikroorganisme tetapi menghambat perkembangbiakannya (dorman). Pembekuan sedikit banyak membuat kerusakan mikroorganisme. Kerusakan ini dapat bersifat *reversible* maupun menyebabkan kematian sel. Kerusakan ini bergantung pada jenis dan kecepatan proses pembekuan. Pembekuan cepat dengan suhu sangat rendah tidak atau hanya sedikit membuat kerusakan sel bakteri, sehingga jika pada kondisi yang menguntungkan, maka bakteri dapat kembali beraktivitas sedangkan pembekuan lambat dengan suhu pembekuan relatif tinggi (s/d-10°C) dapat membuat kerusakan hebat pada sel bakteri hingga menyebabkan kematian pada bakteri (Yudhabuntara, 2008 “dalam” Ika Purnamasari, 2009).

Menurut Irianto (2006) suhu adalah satu faktor yang terpenting yang mempengaruhi pertumbuhan, multiplikasi dan kelangsungan hidup dari semua organisme hidup. Suhu yang rendah umumnya memperlambat metabolisme seluler, sedangkan suhu yang lebih tinggi meningkatkan taraf kegiatan sel. Tetapi tiap organisme memiliki batas suhu terendah, batas suhu tertinggi, batas-batas terhentinya tumbuh, dan suhu optimum untuk pertumbuhan dan reproduksi. Ketiga batas ini dinamakan suhu kardinal (titik kardinal).

Hasil penelitian yang disajikan ini sesuai dengan penelitian Hadi B dkk (2013) yang menyatakan bahwa pada semua sampel es batu menunjukkan adanya kontaminasi bakteri *Coliform* setelah dilakukan uji penegasan dimana terdapat produksi gas pada tabung Durham.

Namun, hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sopacua, dkk (2013) dikarenakan pada penelitian ini menunjukkan hasil negatif *Coliform*. Hal ini disebabkan karena kualitas air yang digunakan dalam pembuatan es batu di Yogyakarta masih tergolong bersih. Berbeda dengan air baku yang digunakan untuk pembuatan es batu di sekitar kampus UIN Raden Fatah yang belum terjamin kebersihannya yang dilihat dari faktor-faktor kontaminasinya.

Di dalam alam yang sewajarnya, jarang-jarang bakteri menemui zat-zat kimia yang menyebabkan bakteri sampai mati karenanya. Hanya manusia di dalam usahanya untuk membebaskan diri dari kegiatan bakteri meramu zat-zat yang dapat meracuni bakteri, akan tetapi tidak meracuni diri sendiri atau zat makanan yang diperlukannya. Zat-zat yang

hanya menghambat pembiakan bakteri dengan tidak membunuhnya disebut zat *antiseptik* atau *bakteriostatik* (Dwijoseputro, 2010).

Lingkungan yang kotor dan tidak terjaga sanitasinya dapat menjadi kontaminasinya bakteri pada es batu yang dibiarkan terbuka. *Coliform* dapat bertahan berbulan-bulan pada tanah dan di dalam air, tetapi dapat diinaktifkan dengan pemanasan pada suhu 60°C selama 2 menit, atau dengan pemberian klorin berkadar 0,5-1 ppm. Mencuci bersih dengan sabun setelah kontak dengan air yang tercemar juga dapat membantu mencegah infeksi. Kontaminasi bakteri dapat terjadi karena air yang digunakan dimasak tapi tidak sampai mendidih (Shodikin, 2007 "dalam" Sopacua, 2013).

### **3. Sumbangsih Pada Pembelajaran SMA/MA**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi materi pengayaan pada mata pelajaran Biologi di kelas X Sekolah Menengah Atas atau Madrasah Aliyah khususnya pada materi Bakteri di semester ganjil. Yaitu pada Standar kompetensi memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup. Dengan standar kompetensinya mendeskripsikan ciri-ciri *Archaeobacteria* dan *Eubacteria* dan peranannya dalam kehidupan. Dengan adanya hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan pembaharuan dalam pembelajaran biologi mengenai bakteri baik dari segi teori maupun praktikum dengan metode penelitian atau eksperimen karena penelitian mengenai bakteri *Coliform* ini tidak begitu sulit. Adapun untuk mencapai standar kompetensi dasar, peneliti memberikan lampiran berupa contoh perangkat pembelajaran, yaitu Silabus (Lampiran 6), Materi

Pengayaan (Lampiran 9) dan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) (Lampiran 7) yang dilengkapi dengan lembar kerja siswa (LKS) (Lampiran 8).

Dalam hal sumbangsih pada pembelajaran siswa SMA/MA kelas X ini, peneliti menyarankan metode MPN *Coliform* ini digunakan dalam materi penelitian dengan sub bab “Peran Bakteri dalam Kehidupan Manusia”, yakni bakteri yang menguntungkan dan merugikan.

Output metode MPN adalah nilai MPN. Nilai MPN adalah perkiraan jumlah unit tumbuh (*growth unit*) atau unit pembentuk koloni (*colony forming unit*) dalam sampel. Namun pada umumnya, nilai MPN juga diartikan sebagai perkiraan jumlah individu bakteri. Satuan yang digunakan, umumnya per 100 mL atau per gram. Metode MPN memiliki limit kepercayaan 95 persen sehingga pada setiap nilai MPN, terdapat jangkauan nilai MPN terendah dan nilai MPN tertinggi (Dwidjoseputro, 1994).

Bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal, yaitu hidup dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri *Coliform* adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Lebih tepatnya, sebenarnya, bakteri *Coliform fecal* adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan *Coliform fecal* menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen. Selain itu, mendeteksi *Coliform* jauh lebih murah, cepat, dan sederhana daripada mendeteksi bakteri patogenik lain (Dwidjoseputro, 1994).

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil yang telah dilakukan pada 6 sampel es batu yang diambil dari kantin-kantin dan rumah makan di sekitar kampus UIN Raden Fatah, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Keenam sampel es batu tersebut, semuanya mengandung bakteri *Coliform* dengan nilai indeks MPN 96/100 ml pada sampel E dan 240/100 ml pada sampel A, B, C, D dan F yang melebihi batas maksimal total bakteri *Coliform* yang ditetapkan oleh Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu 0 *Colifom*/100 mL sampel dan juga berdasarkan Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan air bersih.
2. Es batu yang digunakan di kantin-kantin dan rumah makan di sekitar kampus UIN Raden Fatah tidak layak dikonsumsi.
3. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah pada mata pelajaran biologi materi *Eubacteria* kelas X sebagai salah satu kegiatan praktikum mengenai bakteri *Coliform* dengan metode eksperimen.

**B. Saran Penelitian Lanjut**

1. Penulis menyarankan agar melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kontaminasi *Coli Tinja* pada es batu di sekitar kampus UIN Raden Fatah.
2. Adapun saran untuk masyarakat, yaitu agar lebih berhati-hati dalam mengkonsumsi minuman yang disajikan dengan menggunakan es batu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an dan Terjemahan. 2006. *Al-Furqon*. Jakarta: Maghfirah pustaka
- Amin, H. 1976. *Seri Dasar Ilmu Pengetahuan Alam: Air*. Jakarta: PN Balai Pustaka
- Anonim. 2015. *Bagaimana Cara Membedakan Es Batu Layak Konsumsi*. Artikel. Diakses pada September 2015. Pk. 20.44
- Badan POM RI. 2008. *Pengujian Mikrobiologi Pangan*. Artikel. Jakarta. Diakses pada Desember 2014. Pk. 05.30
- Bambang, Fatimawali, dan Kojong. 2014. *Analisis Cemaran Bakteri Coliform dan Identifikas Esherichia coli pada Air Minum Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado*. 2014. Skripsi. Manado. Diakses pada Maret 2015.pk. 06.40
- Buchanan R.E and Estelle D.B. 1973. *Bacteriology*. New York: The Macmillan Company
- Departement Kesehatan RI. 1991. *Tabel MPN Coliform*.
- Dwidjoseputro. 2010. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan
- Dwidjoseputro. 1994. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan
- Elfidasari, D., Saraswati, AM., Nufadianti, G., Samiah, R., Setiowati, V. 2011. *Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran Fast Food di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah Escherichia coli Terlarut*. Diakses pada Oktober 2014. pk 20.35.
- Faridz R, Hafiluddin, Mega A. 2007. *Analisis Jumlah Bakteri Echerichia coli pada Pengolaan Ikan Teri Nasi di PT. Kelola Mina Laut Unit Sumenep*. Diakses pada Oktober 2014.pk 20.40.
- Hadi, B., Bahar, E., Semiarti R. 2014. *Uji Bakteriologis Es Batu Runah Tangga yang digunakan penjual minuman di pasar Lubuk Buaya Kota Padang*. Artikel. Diakses pada Oktober 2014. pk 20.35.
- Hastowo, Sugyo. 1992. *Mikrobiologi*. Jakarta: Rajawali
- Irianto, Koes. 2006. *Mikrobiologi*. Bandung: Yrama Widya

- Lay, Bibiana.W. 1992. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: Rajawali
- Lester R. Brown, Patricia L. Mc Grath, dan Stokes, B. 1982. *Dua Puluh Dua Segi Masalah Kependudukan*. Jakarta: Sinar Harapan.
- Marantina. 2014. *Menangkap 62 n dari Pabrik Es Kristal*. Dalam <http://m.kontan.co.id/ne...kap-kilau-cuan-dari-pabrik-es-kristal>. Diakses pada 14 September 2015.pk.21.15
- Micheal, Onggowidjaja P., Rusmana, D. 2010. *Bakteri Coliform dalam Es Batu pada Rumah Makan Ayam Goreng Siap Saji di Bandung*. Diakses pada Oktober 2014. pk 20.35
- Novel S.S.,Wulandari A.,Safitri R. 2010. *Praktikum Mikrobiologi Dasar*. Jakarta. Trans Info Media (TIM)
- Nuria, M.C., Rosyid A., Sumantri. 2009. *Uji Kandungan Bakteri Escherichia coli pada Air Minum Isi Ulang dari Depot Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Rembang*. Diakses pada Oktober 2014 pk. 20.35.
- Pelczar, M., dan Chan. 2014. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI-Press.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010. *Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/Menkes/Per/IX/1990. *Tentang Syarat-syarat Air Bersih*.
- Purnamasari I. 2009. *Hygiene Sanitasi dan Pemeriksaan Kandungan Bakteri Echerichia coli pada es krim yang dijajakan di kecamatan Medan Petisah Kota Medan*. Skripsi. Diakses pada 16 Desember 2014. pk 07.35.
- Rahayu C.S, Onny S, Nurjazuli. 2013. *Faktor Risiko Pencemaran Mikrobiologi pada Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Tegal*. Tegal. Jurnal Kesehatan Lingkungan. Diakses pada Desember 2014.pk 07.40.
- Selian LS, Warganegara E, dan Apriliana E. 2013. *Most Probable Number (MPN) Test and Coliform Bacteria Detection in Instant Drinks In Elementary School at Sukabumi District in Bandar Lampung*. Jurnal. Diakses pada 16 Desember 2014. Pk 07.30
- Sitepoe, M. 1997. *Air untuk Kehidupan Pencemaran Air dan Usaha Pencegahannya*. Jakarta: Grasindo.

Sopacua, F.C., Purwijatiningsih, E., Pranata, S. 2013. *Kandungan Coliform dan Klorin Es Batu di Yogyakarta*. Jurnal. Diakses pada 16 Desember 2014. pk 07.30.

Utami, NS. 2012. *Kaitan Pencemaran Bakteri Coliform dan E-Coli pada Air Sumur Penduduk Dengan Kepadatan Permukiman Di Kecamatan Jebres Kota Surakarta 2012*.Surakarta. Jurnal. Diakses pada Oktober 2014. pk 20.35.

Widiyanti dan Ristiati. 2004. *Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang Di Kota Singaraja Bali*. Bali. Jurnal Ekologi Kesehatan. Diakses pada Maret 2015. Pk. 05.25.

Lampiran 1. Tabel MPN *Coliform*

Tabel 4. Perhitungan Kuantitatif MPN Seri Tabung 5 x 10ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml

Jumlah Tabung Positif			MPN/100ml
10 ml	1 ml	0.1 ml	
0	0	0	2,2
0	0	1	2
0	1	0	2
0	1	1	4
1	0	0	2,2
1	1	0	4,4
1	1	0	4,4
1	1	1	6,7
2	0	0	5
2	0	1	7,5
2	1	0	7,6
2	1	1	10
3	0	0	8,8
3	0	1	12
3	1	0	12
3	1	1	16
4	0	0	15
4	0	1	20
4	1	0	21
4	1	1	27
5	0	0	38
5	0	1	96
5	1	1	240

Sumber : Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1990

## Lampiran 2. Gambar Proses Penelitian



Gambar 1. Proses Sterilisasi Alat  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 2. Kode Sampel Es Batu  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 3. Proses Pengambilan Sampel  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



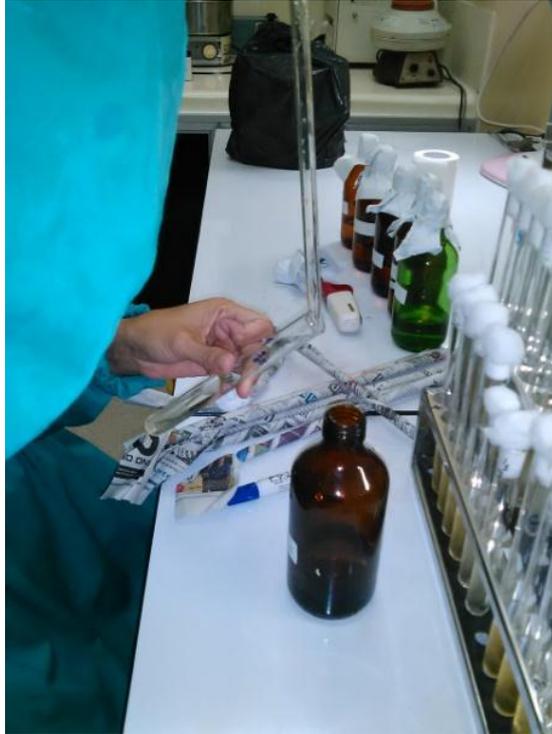
Gambar 4. Sampel yang Siap Diujikan  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 5. Tabung Reaksi yang Berisi Media *Lactosa Borth* (LB)  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 6. Pemindehan Sampel ke Dalam Tabung Reaksi  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 7. Cara Pemindahan Sampel ke Dalam Tabung Reaksi yang Berisi Tabung Durham dan Media *Lactosa Borth* (LB)  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 8. Proses Inkubasi Sampel Selama 48 Jam Dalam Suhu 37°C  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 9. Hasil Tes Pendahuluan, Nampak Media *Lactosa Borth* (LB) Berubah Warna Dari Bening Menjadi Keruh Serta di Dalam Tabung Durham Terdapat Gas yang Menunjukkan Adanya Kontaminan Bakteri (Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 10. Media BGLB Untuk Uji Lanjut Dari Tes Pendahuluan ke Tes Penegasan (*Confirmatif Test*) (Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 11. Pensterial Jarum Ose Sebelum Digunakan untuk Memindahkan Sampel Pada Media BGLB  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



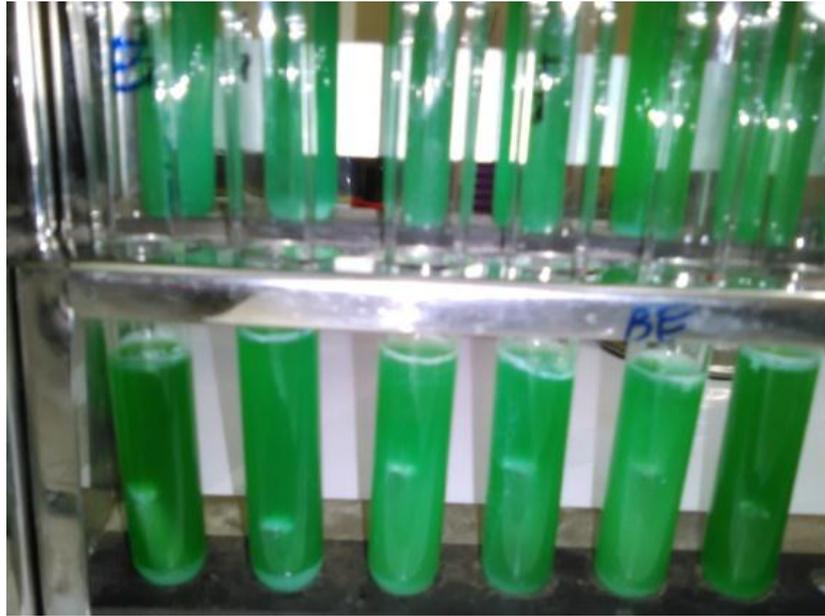
Gambar 12. Pengambilan Sampel Menggunakan Jarum Ose yang Telah Diseterilkan dan Akan Dipindahkan Pada Tabung Reaksi dengan Media BGLB  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



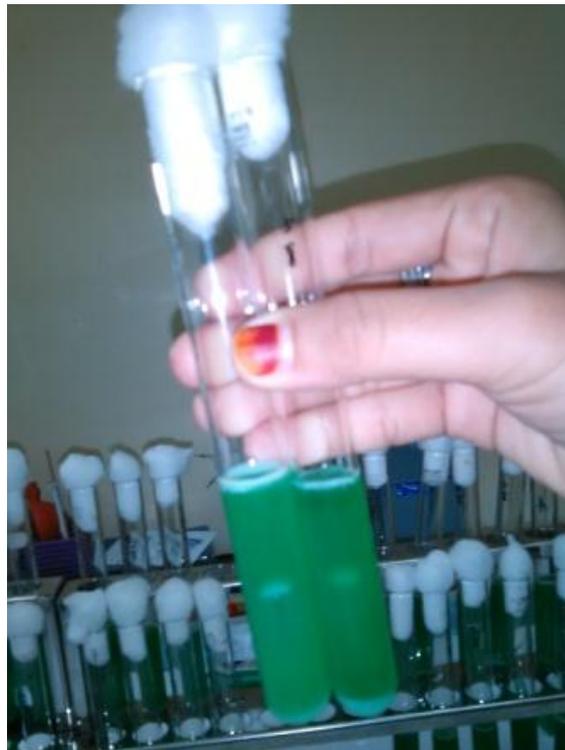
Gambar 13. Pemindahan Cemaran Es Batu ke Dalam Media BGLB ntuk  
Dilakukan Tes Penegasan  
(Sumber: Doc. Pribadi 2015)



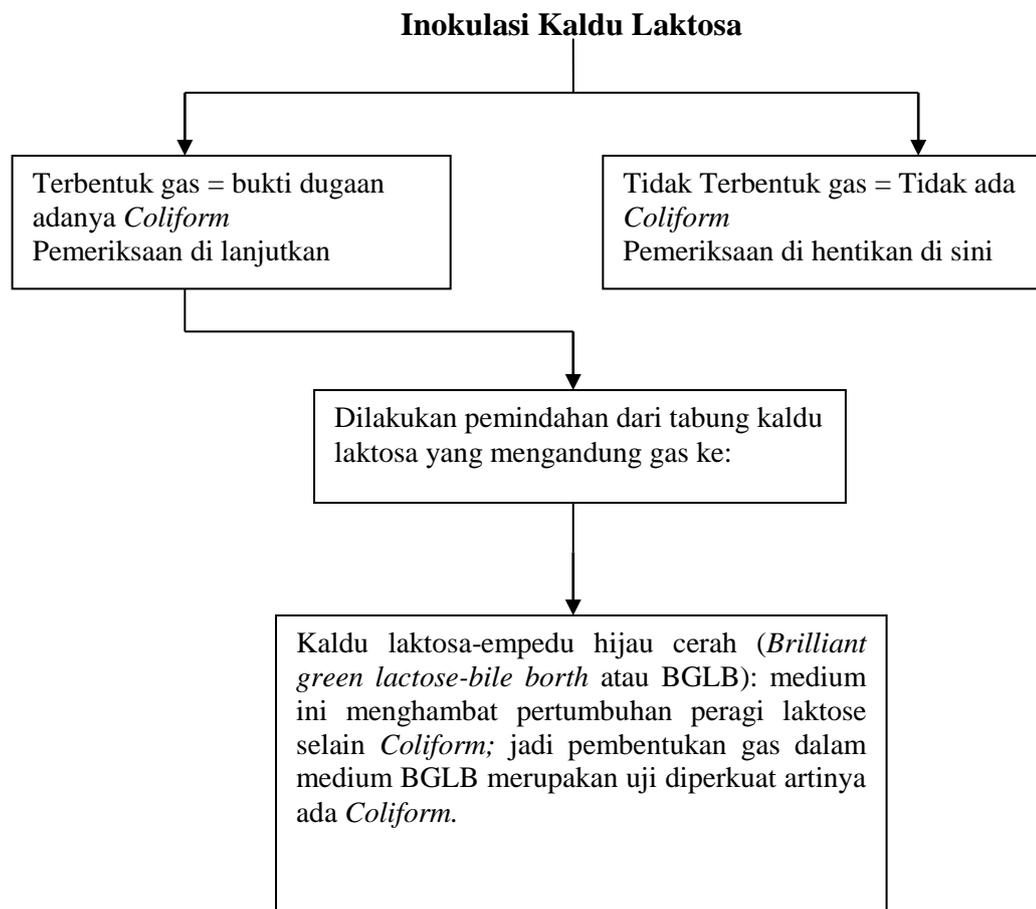
Gambar 14. Semua Sampel Diinkubator selama 24-48 Jam Pada Suhu  
37°C Untuk Tes Penegasan Adanya Bakteri *Coliform*  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 15. Media BGLB Berubah Warna Menjadi Keruh dan Terdapat Gas Pada Tabung Durham  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)



Gambar 16. Warna Media BGLB Menjadi Keruh dan Terdapat Gas Pada Tabung Durham. Es Batu Positif Mengandung Bakteri *Coliform*  
(Sumber: Doc. Pribadi, 2015)

**Lampiran 3. Gambar Skema Inokulasi media LB**

**Gambar 17. Skema Umum Pengujian Laboratoris Untuk Mendeteksi Bakteri *Coliform* Dalam Air.**  
(Sumber: Pelczar, dkk, 2014)

### Lampiran 4. Hasil Penelitian Metode MPN



**KEMENTERIAN KESEHATAN R.I**  
**DIREKTORAT JENDERAL BINA UPAYA KESEHATAN**  
**BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN PALEMBANG**  
 Jalan Inspektur Yazid No. 2 Km. 2,5 Palembang, 30126  
 Telp. (0711) 352 683 Facsimile (0711) 372 527 Email: bbik\_palembang@yahoo.co.id Website: www.bbikpalembang.com



Nama : Dian Maya  
 NIM : 11222012  
 Judul : Uji Kuantitas Coliform Pada Es Batu Yang Digunakan di Kantin-Kantin dan RM di Sekitar Kampus UTN Rabet Fatih & Sombangulaya Pada Materi Bakteri Kelas X SMA/MA  
 Tgl Penelitian : 04 Agustus 2015

**HASIL PENELITIAN**

No Urut	Kode Sampel	Lokasi Sampel	Dibambil Tgl. Dikerjakan tgl	Tes Perkiraan Coliform 48 ± 2°C			Tes Pemegangan Coliform 36 ± 2°C			MPN Coliform /100 ml	Perimbangan	Kategori Pencemaran (SK - 1998)
				10 ml	1 ml	0,1 ml	10 ml	1 ml	0,1 ml			
1	A	Kantin Depan Gerbang Kampus	04.08.2015 04.08.2015	5	1	1	5	1	1	240	Tidak Baik	Baik - MPN = 0
2	B	Kantin Fakultas Syariah	04.08.2015 04.08.2015	5	1	1	5	1	1	240	Tidak Baik	
3	C	Kantin Depan Lapangan Sepak Bola	04.08.2015 04.08.2015	5	1	1	5	1	1	240	Tidak Baik	
4	D	Kantin Depan Lapangan Sepak Bola Dekat Masjid	04.08.2015 04.08.2015	5	1	1	5	1	1	240	Tidak Baik	
5	E	RM di Balikang Kampus UTN	04.08.2015 04.08.2015	5	1	1	5	1	0	96	Tidak Baik	
6	F	RM di Balikang Kampus UTN	04.08.2015 04.08.2015	5	1	1	5	1	1	240	Tidak Baik	

Palembang, 08 Agustus 2015  
 Kepala Laboratorium Mikrobiologi  
 Yulianawati, S.M., M.Kes  
 NIP. 197402011995032001

**Lampiran 5. Surat keterangan penelitian BBLK Palembang**

**KEMENTERIAN KESEHATAN RI**  
**DIREKTORAT JENDERAL BINA UPAYA KESEHATAN**  
**BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN PALEMBANG**  
Jalan Inspektur Yazid No. 2 Km. 2,5 Palembang, 30126  
Telp. (0711) 352 983 Facsimile (0711) 372 527 Email: bblk\_palembang@pbho.go.id Website: www.bblk-palembang.com



**SURAT KETERANGAN**  
LB. 03.04/III /info / 2015

Yang bertandatangan dibawah ini, Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang dengan ini menerangkan :

Nama : Dian Maya  
N I M : 11222012  
Program Studi : Pendidikan dan Keguruan Biologi UIN Raden Fatah Palembang

Telah melakukan penelitian di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang dengan Judul "Uji Kandungan Coliform Pada Es Batu Yang Digunakan di Kantin-Kantin dan RM di Sekitar Kampus UIN Raden Fatah dan Sumbangsihnya Pada Materi Bakteri Kelas X SMA/MA" pada tanggal 04 Agustus 2015.  
Demikian surat keterangan ini diberikan untuk dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Palembang, 11 Agustus 2015  
Kepala,  
  
Dr. Hj. Nelly Widiyanti, MARS  
NIP. 195803111967012001

## Lampiran 7. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

### RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Nama Sekolah : SMA/MA .....

Kelas / Semester : X / I (Satu)

Mata Pelajaran : Biologi

Alokasi waktu : 1 x 45 menit

#### A. Standar Kompetensi

2. Memahami Prinsip-Prinsip Pengelompokkan Makhluk Hidup

#### B. Kompetensi Dasar

- a. Mendeskripsikan ciri-ciri *Archaeobacter* dan *Eubacteria* serta peranannya bagi kehidupan.

#### C. Indikator

1. Mendeskripsikan Pengertian Bakteri
2. Identifikasi Bakteri
3. Peranan Bakteri dalam Kehidupan Manusia

#### D. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik mampu :

1. Memahami pengertian bakteri
2. Menyebutkan bagian struktur tubuh bakteri
3. Memahami Peranan Bakteri Bakteri dalam Kehidupan Manusia

**E. Karakter Siswa yang diharapkan** : jujur, kerja keras, toleransi, rasa ingin tahu, komunikatif, menghargai prestasi, tanggung jawab, dan peduli lingkungan.

#### F. Materi Pembelajaran

- Archaeobacter dan Eubacteria

#### G. Metode Pembelajaran

- Ekspeimen

#### H. Kegiatan Pembelajaran

Tahap	Kegiatan	Alokasi
<b>Kegiatan awal</b>	a. Guru memberi salam, dilanjutkan dengan meminta salah seorang siswa memandu do'a, selanjutnya guru menanyakan kabar kepada siswa, dengan memberikan pertanyaan "Bagaimana kabar kalian hari ini?" b. Guru memotivasi dan memberi apresiasi dengan memberikan sebuah pertanyaan tentang Peranan Bakteri dalam Kehidupan Manusia "Apakah yang kalian ketahui tentang peranan bakteri dalam kehidupan sehari-hari?" c. Guru meminta salah seorang siswa menceritakan hasil pengamatannya tersebut. d. Guru mengaja siswa mengidentifikasi tujuan pembelajaran	5 Menit
<b>Kegiatan inti</b>	a. Eksplorasi Pada kegiatan eksplorasi : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menjelaskan pengertian tentang bakteri</li> <li>2. Guru membagi siswa menjadi 3 kelompok</li> <li>3. Guru membagikan lembar kerja siswa kepada seluruh siswa masing-masing kelompok.</li> <li>4. Guru menjelaskan cara kerja kegiatan praktikum sesuai dengan cara kerja yang tertera pada lembar kerja siswa.</li> <li>5. Siswa menyimak penjelasan guru.</li> </ol> b. Elaborasi : Pada kegiatan elaborasi : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menginstruksikan kepada seluruh siswa untuk mempersiapkan alat dan bahan praktikum.</li> <li>2. Guru membimbing siswa dalam setiap kelompok untuk mengerjakan langkah</li> </ol>	35 Menit

	<p>kerja praktikum sesuai dengan lembar kerja siswa.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Siswa dalam masing-masing kelompok bekerja sama melakukan praktikum yang diberikan dalam lembar kerja siswa.</li> <li>4. Guru menginstruksikan kepada siswa untuk mencatat hasil dan mendokumentasikan yang diperoleh dalam kegiatan praktikum.</li> <li>5. Guru menjelaskan cara pembahasan hasil kegiatan praktikum dalam penyusunan laporan.</li> </ol> <p>c. Konfirmasi</p> <p>Pada kegiatan konfirmasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa diberi penekanan mengenai peranan bakteri dalam kehidupan manusia</li> <li>2. Guru merefleksi materi dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran.</li> <li>3. Guru meluruskan kesalah-pemahaman dalam kegiatan praktikum.</li> </ol>	
<b>Kegiatan akhir</b>	<p>Dalam kegiatan akhir :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberitahukan jadwal pengumpulan tugas laporan hasil kegiatan praktikum.</li> <li>2. Siswa berbagi tugas sesuai prosedur praktikum.</li> <li>3. Guru mengucapkan salam dan meminta salah seorang siswa memimpin do'a sebelum pulang.</li> </ol>	5 Menit

## I. Media Pembelajaran

1. Alat dan bahan praktikum

## J. Sumber Pembelajaran

1. Buku Biologi kelas X, Dyah Aryulina, Esis.
2. Buku Lembar kerja siswa Simpati SMA/MA kelas X, Tim Kreatif Grahadi.
3. Lembar kerja siswa.

**K. Penilaian Hasil Belajar**

Keterampilan dan keaktifan dalam kegiatan praktikum.

Pemahaman mengenai berbagai peranan bakteri dalam kehidupan manusia

Tugas laporan hasil praktikum.

**Palembang, Oktober 2015**

**Mengetahui,  
Kepala Sekolah**

**Guru Bidang Studi**

**Dra. Yuristiani Ellysa**  
NIP.....

**Dian Maya**  
NIM. 11 222 012

## Lampiran 8. Lembar Kerja Siswa (LKS)

# LEMBAR KERJA SISWA (LKS)

**I. Judul** : Uji Kandungan Bakteri *Coliform* pada Es Batu yang Digunakan di Kantin-Kantin dan Rumah Makan di Sekitar Kampus UIN Raden Fatah dan Sumbangsihnya pada Materi Bakteri Kelas X SMA/MA

**II. Tujuan** : Untuk mengetahui ada atau tidaknya bakteri *Coliform* pada es batu

### III. Alat dan Bahan

- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Tabung reaksi     | 10. Bunsen                                     |
| 2. Rak tabung reaksi | 11. Inkubator                                  |
| 3. Tabung durham     | 12. Autoklaf                                   |
| 4. Gelas ukur 100 ml | 13. Box Es                                     |
| 5. Erlenmeyer        | 14. Kapas                                      |
| 6. Pipet gondok      | 15. Alat tulis menulis                         |
| 7. Ose bulat         | 16. <i>Lactose Borth</i> (LB)                  |
| 8. Sendok            | 17. <i>Briliant Green Lactose Borth</i> (BGLB) |
| 9. Botol steril      | 18. Alkohol 7 %                                |

### IV. Cara Kerja

#### 3. Test Pendahuluan (*Presumptive Test*)

Media yang biasa digunakan adalah *Lactosa Broth* (LB)

Cara Pemeriksaan:

- e. Siapkan 7 tabung reaksi yang masing-masing berisi media *lactosa broth* (LB) sebanyak 10 ml. Tabung disusun pada rak tabung reaksi, masing-masing tabung diberi tanda nomor urut, tanggal pemeriksaan dan volume.
- f. Dengan pipet steril ambil bahan pemeriksaan yang telah disiapkan yaitu sampel es batu masukkan ke dalam :  
Tabung 1 s.d 5 masing-masing sebanyak 10 ml  
Tabung ke-6 sebanyak 1 ml  
Tabung ke-7 sebanyak 0,1 ml.
- g. Masing-masing tabung tersebut digoyang-goyangkan agar spesimen dan media tercampur.
- h. Inkubasikan pada suhu 37°C selama 24-48 jam diperiksa ada tidaknya pembentukan gas pada tabung durham. Catat semua tabung yang menunjukkan peragian lactose (Pembentukan gas). Pembentukan gas pada tabung durham pada test pendahuluan dinyatakan (+) positif dan dilanjutkan dengan test penegasan. Bila tes negatif berarti *Coliform* negatif dan tidak perlu dilakukan test penegasan.

#### 4. Test Penegasan (*Confirmative Test*)

Media yang digunakan adalah *Briliant Green Lactosa Broth* (BGLB) 2%. Test ini untuk menegaskan hasil positif dari test pendahuluan.

Cara Pemeriksaan:

- e. Dari tiap-tiap *persumptive* yang positif, dipindahkan 1-2 ose ke dalam tabung *confirmatif* yang berisi 10 ml BGLB 2 %. Dari masing-masing tabung *confirmatif* diinokulasikan ke dalam tabung BGLB 2%.

- f. Tabung BGLB 2% diinkubasikan pada suhu 35-37°C selama 24-48 jam untuk memastikan adanya *Coliform*.
- g. Pemeriksaan dilakukan setelah 24-48 jam dengan melihat jumlah tabung BGLB 2% yang menunjukkan positif gas.
- h. Pembacaan hasil dari test penegasan dilakukan dengan menghitung jumlah tabung yang menunjukkan adanya gas pada tabung yang diinkubasikan pada suhu 37°C, angka yang diperoleh dicocokkan dengan tabel MPN, maka akan diperoleh index MPN *Coliform* untuk tabung yang diinkubasikan pada suhu 37°C
- i. Catat hasil pengamatan ke dalam tabel MPN *Coliform*

## Lampiran 9. Materi Pengayaan

### *Eubacteria*

Bakteri (dari kata Latin *Bacterium*; jamak: *bacteria*) adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain prokariota dan berukuran sangat kecil (mikroskopik), serta memiliki peran besar dalam kehidupan di bumi. Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan penyakit, sedangkan kelompok lainnya dapat memberikan manfaat dibidang pangan, pengobatan, dan industri. Struktur sel bakteri relatif sederhana: tanpa nukleus/inti sel, kerangka sel, dan organel-organel lain seperti mitokondria dan kloroplas. Hal inilah yang menjadi dasar perbedaan antara sel prokariot dengan sel eukariot yang lebih kompleks.

Bakteri adalah mikroorganisme bersel tunggal yang panjangnya beberapa mikrometer dan memiliki morfologi dari berupa tongkat (basil), kokus, sampai bentuk spiral. Bakteri hidup di tanah permukaan bumi, di perairan panas, air laut, di bawah permukaan tanah dan ada yang dapat berkembang pada sampah zat radioaktif. populasi bakteri dalam 1 gram tanah mencapai 40 juta sel bakteri dan pada 1 ml air jernih dapat mengandung satu juta sel bakteri.

Bakteri dapat ditemukan di hampir semua tempat: di tanah, air, udara, dalam simbiosis dengan organisme lain maupun sebagai agen parasit (patogen), bahkan dalam tubuh manusia. Pada umumnya, bakteri berukuran 0,5-5  $\mu\text{m}$ , tetapi ada bakteri tertentu yang dapat berdiameter hingga 700  $\mu\text{m}$ , yaitu *Thiomargarita*. Mereka umumnya memiliki dinding sel, seperti sel tumbuhan dan jamur, tetapi dengan bahan pembentuk sangat berbeda (peptidoglikan). Beberapa jenis bakteri bersifat motil (mampu bergerak) dan mobilitasnya ini disebabkan oleh flagel.

Keberadaan bakteri sangat penting dalam kehidupan mulai dari pembentukan zat atau substansi seperti peran dalam fiksasi dan siklus nutrisi sampai penguraian serta dekomposisi atau pembusukan dan penghancurannya. Hidupnya berinteraksi dengan lingkungan dan makhluk hidup lainnya, dapat bersifat simbiosis mutualisme dan dapat juga bersifat parasitik sebagai patogen.

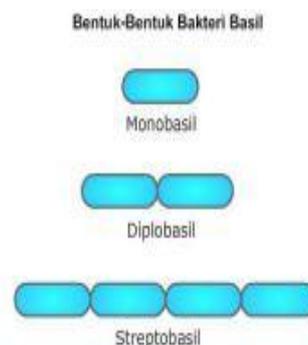
## 1. Bentuk Bakteri

Berdasarkan bentuk morfologinya, maka bakteri dapat di bagi atas tiga golongan, yaitu golongan basil, golongan kokus dan golongan spiral.

Basil (*Bacillus*) berbentuk serupa tongkat pendek, silindris. Sebagian besar bakteri berupa basil. Basil dapat bergandeng-gandengan panjang, bergandeng dua-dua atau terlepas satu sama lain.

Bentuk batang (Basil), dibedakan menjadi :

- a. Monobasil, berbentuk batang tunggal, contohnya *E. Coli*, *Salmonella typhosa*
- b. Diplobasil, berbentuk batang bergandeng dua-dua
- c. Streptobasil, bergandengan seperti rantai contohnya: *Streptobacillus moniliformus*, *Azotobacter sp.*

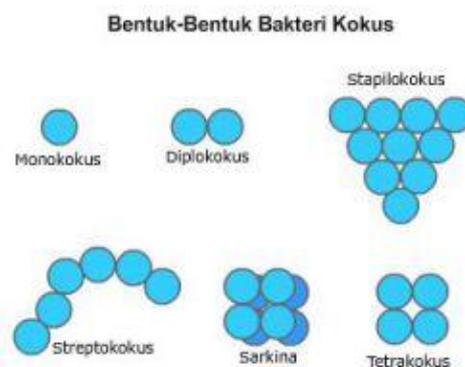


Ujung-ujung basil yang terlepas satu sama lain itu tumpul, sedangkan ujung-ujung yang masih bergandengan itu tajam.

Kokus ( *Coccus*) adalah bakteri yang berbentuk serupa bola-bola kecil. Golongan ini tidak sebanyak golongan basil.

Bentuk bulat (*Coccus*), dibedakan menjadi:

- a. Monococcus, berbentuk bulat tunggal, contohnya *Monococcus gonorrhoeae*
- b. **Diplokokus**, yaitu bakteri kokus berkelompok dua-dua, contohnya *Diplococcus pneumoniae*
- c. **Streptokokus**, selnya berbaris berantai, contohnya *Streptococcus lactis*
- d. **Stafilokokus**, berkelompok seperti anggur, contohnya *Staphylococcus aureus*
- e. **Sarcina**, berbentuk bulat seperti kubus berkelompok delapan, contohnya *Sarcina sp.*

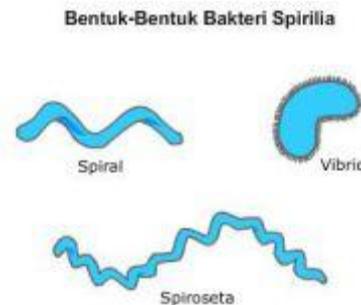


Spiral (*Spirillum*) ialah bakteri yang bengkok atau berbengkok-bengkok serupa spiral. Bakteri yang berbentuk spiral itu tidak banyak terdapat. Golongan ini merupakan golongan yang paling kecil, jika dibandingkan dengan golongan kokus maupun golongan basil.

Bentuk spiral, dibedakan menjadi:

- a. Koma (*Vibrio*), contohnya *Vibrio comma*

- b. Spiral, contohnya *Spirillum minor*
- c. Spiroseta, berbentuk spiral halus dan lentur, contohnya *Triponema pallidum*.



## 2. Ukuran Bakteri

Pada umumnya bakteri itu kecil sekali, sehingga kita memerlukan mikroskop untuk dapat mengamatinya. Ada juga bakteri yang agak besar yang dapat kita lihat dengan tidak menggunakan mikroskop. Akan tetapi untuk mengamati sifat morfologinya lebih teliti tetap kita perlukan mikroskop.

Kokus ada yang berdiameter 0.5 u, ada pula yang diameternya sampai 2.5 u. Basil ada yang lebarnya antara 0.2 sampai 2.0u, sedangkan panjangnya ada yang 1 sampai 15 u. ukuran-ukuran yang menyimpang dari ketentuan ini banyak pula. Seperti telah disebutkan di depan, maka pengukuran besar-kecilnya bakteri itu perlu didasarkan standard yang sama. Pada umumnya bakteri yang umurnya 2 sampai 6 jam itu ternyata lebih besar daripada bakteri yang umurnya lebih daripada 24 jam.

## 3. Struktur Tubuh Bakteri

Lazimnya orang berpendapat, bahwa pada sel bakteri itu ada dinding di luar, ada sitoplasma, dan ada bahan inti. Dinding luar terdiri atas 3 lapis, dari luar ke dalam berturut-turut, yaitu, lapisan lendir, dinding sel, dan membran sitoplasma.

Dinding sel itu sangat tipis, namun dinding sel inilah yang memberikan bentuk tertentu pada bakteri. Dinding ini dapat diperlihatkan dengan teknik pewarnaan tertentu, atau dengan mengusahakan terjadinya plasmolisis pada sel bakteri. Dengan mikroskop elektron dinding itu dapat diperlihatkan dengan jelas. Dinding sel berfungsi untuk melindungi isi sel dan memberikan bentuk pada sel. Dinding sel bakteri tersusun atas peptidoglikan, yaitu polisakarida yang berikatan dengan protein. Berdasarkan struktur peptidoglikannya bakteri dibedakan menjadi dua, yakni bakteri gram negatif dan gram positif.

Kapsul adalah bagian terluar bakteri yang melindungi dinding sel dan tersusun atas lendir. Bakteri yang berkapsul sering kali lebih berbahaya daripada bakteri yang tidak berkapsul.

Membran plasma tersusun atas fosfolipid dan protein, terletak di antara dinding sel dan sitoplasma. Membran sel berfungsi untuk transport zat masuk dan keluar sel.

Protoplasma merupakan isi sel yang tersusun atas cairan sel (Sitoplasma) dan organel. Beberapa organel. Beberapa organel yang terdapat di dalam sitoplasma adalah materi inti, plasmid dan ribosom.

#### **4. Peranan bakteri dalam kehidupan**

Bakteri ada yang menguntungkan manusia, namun ada pula yang merugikan manusia.

##### **a. Bakteri yang menguntungkan manusia**

- Bakteri Saprofit

Bakteri *E. Coli* dalam usus manusia berperan dalam proses pencernaan. Bakteri saprofit yang hidup bebas bermanfaat menyuburkan tanah, mengeluarkan sampah serta untuk pembuatan kompos.

- Bakteri yang digunakan dal industri

Bateri yang dimanfaatkan dalam bahan industri karena menghasilkan bahan antibioti, menyama kulit, menghasilkan bahan kimia, serta memfermentasikan makanan dan minuman.

- Bakteri pengikat Nitrogen

Bakteri pengikat nitrogen sangat berperan dalam menyuburkan tanah. Contohnya; *Azotobacter chroococcum* dan *Rhizobium leguminosarum*

- Bakteri Remediasi

Beberapa Bakteri dapat memulihkan lingkungan yang tercemar, disebut sebagai proses remediasi. Contohnya; *Pseudomonas aeruginosa*

- Archaeobacteria

Yang mampu hidup di tempat bersuhu tinggi memiliki enzim tahan panas yang digunakan dalam tenologi PCR. PCR banyak dimanfaatkan untuk penelitian di bidang rekayasa genetika dan proses identifikasi DNA di kepolisian.

b. Bakteri yang Merugikan

Selain menguntungkan manusia, banyak bakteri yang menyebabkan penyakit pada manusia dan menyebabkan

pembusukan pada bahan makanan sehingga dianggap merugikan. Beberapa bakteri tersebut sebagai berikut.

- Bakteri Patogen pada Manusia

1. *Mycobacterium tuberculosis*
2. *Salmonella typhosa*
3. *Shigella dysentriae*
4. *Vibrio comma*

- Bakteri Patogen pada Hewan

1. *Bacillus anthrax*
2. *Actynomices bovis*
3. *Streptococcus agalatica*
4. *Brucella abortus*

- Bakteri Patogen pada Tumbuhan

1. *Xanthomonas oryzae*
2. *Pseudomonas solanacearum*
3. *Erwinia carotovora*
4. *Agrobacterium tumifaciens*

- Bakteri Perusak Bahan Makanan

1. *Acetobacter sp.*
2. *Pseudomonas cocovenas*
3. *Clostridium botulinum*

- Bakteri Denitrifikasi

Bakteri denitrifikasi merugikan nitrit dan nitrat dari dalam tanah dan menghasilkan  $N_2$  yang dilepaskan ke udara sehingga menyebabkan tanah menjadi kurang subur. Contohnya *Thiobacillus denitrificans*.

## RIWAYAT HIDUP



Nama Dian Maya, lahir di Palembang, tepatnya pada tanggal 02 September 1992. Pendidikan dasar saya diselesaikan pada tahun 2004 di SD Negeri 520 Palembang. Pendidikan Sekolah Menengah Pertama saya diselesaikan pada tahun 2007 di SMP Taman Siswa Palembang. Pada tahun 2010, saya menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA Yayasan IBA Palembang. Pada tahun 2011 saya melanjutkan kuliah pada program studi Pendidikan Biologi di Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang yang saya selesaikan pada tahun 2015.