

**MONITORING *BACTERIOLOGICAL HAZARD* PADA  
PROSESPENGOLAHAN AIR MINUM DALAM KEMASAN  
DI INDUSTRI SKALA MENENGAH**

**Skripsi**

untuk memenuhi sebagian persyaratan  
guna mencapai gelar Sarjana Sains (S. Si.)



disusun oleh:

**Ratna Mega Firmanti**

**31091186**

**FAKULTAS BIOTEKNOLOGI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
YOGYAKARTA  
2013**

**BACTERIOLOGICAL HAZARD MONITORING ON  
BOTTLED DRINKING WATER MANUFACTURING  
PROCESS IN MEDIUM SCALE INDUSTRY**

**Thesis**

for comply most requirements to attain Bachelor of Science (B.Sc.)



by:

Ratna Mega Firmanti

31091186

**FACULTY OF BIOTECHNOLOGY  
DUTA WACANA CHRISTIAN UNIVERSITY  
YOGYAKARTA**

**2013**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa sesungguhnya skripsi dengan judul:

### **MONITORING *BACTERIOLOGICAL HAZARD* PADA PROSES PENGOLAHAN AIR MINUM DALAM KEMASAN DI INDUSTRI SKALA MENENGAH**

Yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian syarat untuk menjadi Sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta, adalah bukan hasil tiruan atau duplikasi dari karya pihak lain di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya sudah dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari karya pihak lain, maka saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar saya.

Yogyakarta, 9 Desember 2013



**(RATNA MEGA FIRMANTI)**

**NIM: 31091186**

## Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

MONITORING *BACTERIOLOGICAL HAZARD* PADA  
PROSES PENGOLAHAN AIR MINUM DALAM KEMASAN  
DI INDUSTRI SKALA MENENGAH

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

**RATNA MEGA FIRMANTI**  
31091186

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains pada tanggal 9 Desember 2013

**Nama Dosen**

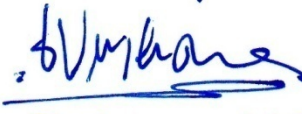
**Tanda Tangan**

1. Tri Yahya Budiarmo, S.Si., M.P.  
(Dosen Pembimbing / Ketua Tim)
2. Dr. Dhira Satwika, M.Sc.  
(Dosen Penguji)
3. Drs. Kisworo, M.Sc.  
(Dosen Penguji)

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

Yogyakarta, 24 Januari 2014  
Disahkan Oleh:

  
Dekan,  
  
Drs. Kisworo, M.Sc.

Ketua Program Studi,  
  
Dr. Charis Amarantini, M.Si.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Bapa, atas segala berkat dan penyertaan-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul *Monitoring Bacteriological Hazard* pada Proses Pengolahan Air Minum Dalam Kemasan di Industri Skala Menengah. Kelancaran dalam penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan serta dukungan berbagai pihak.

Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang terus mendukung dalam studi serta penyelesaian skripsi.
2. Bapak/Ibu dosen yang telah membimbing selama studi di Fakultas Bioteknologi UKDW.
3. Bapak Tri Yahya Budiarmo selaku dosen pembimbing skripsi.
4. Bapak Dhira Satwika dan Bapak Kisworo selaku dosen penguji.
5. Ibu Haryati Bawole yang dengan sabar menjadi dosen wali, mendampingi penulis selama studi.
6. Teman-teman di Fakultas Bioteknologi, khususnya angkatan 2009, bersama-sama dengan penulis menempuh masa-masa suka dan duka serta saling mendukung selama studi.
7. Para laboran, terkhusus Om Hari, Mbak Retno, dan Pak Setyo yang membantu selama proses penelitian di Laboratorium Fakultas Bioteknologi UKDW.
8. Mas Yanto dan Mbak Yanti yang juga turut membantu kelancaran administrasi skripsi.
9. Virgo Tri Septo Anggoro yang mendukung dalam studi maupun penyelesaian skripsi.
10. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Tiada gading yang tak retak, demikian juga dengan tulisan ini yang belum sepenuhnya sempurna. Kritik dan saran senantiasa penulis nantikan demi penyempurnaan. Apabila terdapat kata-kata yang salah dan kurang berkenan di hati pembaca, penulis mohon maaf. Terima kasih.

Yogyakarta, Januari 2014,

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| <b>SAMPUL DALAM</b> .....                     | i    |
| <b>SAMPUL DALAM BAHASA INGGRIS</b> .....      | ii   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....              | iii  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....               | iv   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                   | v    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                       | vi   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                    | viii |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                  | ix   |
| <b>ABSTRAK</b> .....                          | x    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                         | xi   |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....               | 1    |
| A. Latar Belakang .....                       | 1    |
| B. Rumusan Masalah .....                      | 2    |
| C. Batasan Masalah .....                      | 3    |
| D. Tujuan Penelitian .....                    | 3    |
| E. Manfaat Penelitian .....                   | 4    |
| F. Hipotesis .....                            | 4    |
| <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....         | 5    |
| A. Standar Kualitas Air Minum .....           | 5    |
| B. Sumber dan Kontaminan Mikrobia .....       | 7    |
| 1. <i>Escherichia coli</i> .....              | 7    |
| 2. <i>Enterobacter</i> .....                  | 8    |
| 3. <i>Streptococcus</i> .....                 | 9    |
| 4. <i>Citrobacter</i> .....                   | 10   |
| 5. <i>Salmonella</i> .....                    | 11   |
| 6. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....        | 12   |
| 7. <i>Aeromonas</i> .....                     | 13   |
| 8. <i>Chromobacterium violaceum</i> .....     | 14   |
| C. Proses Pengolahan Air Minum .....          | 15   |
| 1. Klorinasi .....                            | 15   |
| 2. Filtrasi dengan <i>sand-filter</i> .....   | 15   |
| 3. Filtrasi dengan <i>carbon filter</i> ..... | 15   |
| 4. Filtrasi dengan <i>microfilter</i> .....   | 16   |
| 5. Ozonisasi .....                            | 16   |
| 6. Penyinaran ultraviolet .....               | 16   |
| 7. Proses pengisian ( <i>filling</i> ) .....  | 17   |
| D. Pengendalian Mutu Proses Produksi .....    | 19   |
| <b>BAB III. BAHAN DAN METODE</b> .....        |      |
| <b>PENELITIAN</b> .....                       | 21   |
| A. Waktu dan Tempat .....                     | 21   |
| B. Bahan .....                                | 21   |
| 1. Sampel .....                               | 21   |

|   |           |
|---|-----------|
| 2. Medium .....   | 21        |
| C. Alat .....   | 22        |
| D. Metode Penelitian .....  | 23        |
| 1. Pengambilan sampel .....   | 23        |
| 2. Tahap resusitasi .....   | 23        |
| 3. Tahap inokulasi .....  | 23        |
| 4. Penghitungan koloni bakteri .....  | 24        |
| 5. Tahap Pemurnian .....  | 24        |
| 6. Identifikasi bakteri .....   | 24        |
| <b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>26</b> |
| A. Hasil Monitoring Kontaminan Bakteri.....   | 26        |
| B. Hasil Monitoring Kontaminan Bakteri<br>Terduga <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ..... | 28        |
| C. Hasil Monitoring Kontaminan BakteriTerduga <i>Coliform</i> .....                   | 31        |
| D. HasilMonitoring Kontaminan BakteriPatogen .....                                    | 36        |
| E. Amplifikasi DNA .....  | 40        |
| F. Monitoring terhadap <i>Bacteriological Hazard</i> .....                            | 44        |
| <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>  | <b>47</b> |
| A. Kesimpulan .....   | 47        |
| B. Saran .....  | 48        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   |           |
| <b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>  |           |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 1. Diagram Alir Proses Pengolahan Air Kemasan .....                    | 18 |
| Gambar 2. Pertumbuhan bakteri pada media PCA .....                            | 28 |
| Gambar 3. Pertumbuhan bakteri pada media MHA .....                            | 29 |
| Gambar 4. Hasil pengecatan gram.....  | 30 |
| Gambar 5. Pertumbuhan bakteri pada media CCA .....                            | 32 |
| Gambar 6. API 20E isolat B.5.2.....   | 39 |
| Gambar 7. API 20E isolat B.5.3.....   | 39 |
| Gambar 8. API 20E isolat C.5.3 .....  | 40 |
| Gambar 9. DNA hasil ekstraksi. ....   | 41 |
| Gambar 10. Amplikon/produk PCR berdasarkan gen <i>gyrB</i> ketiga isolat..... | 42 |

©UKDW



## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Komposisi Medium Isolasi, Identifikasi, dan Uji Biokimia .....            | 54 |
| Lampiran 2. Tahapan Inokulasi, Enumerasi, dan Isolasi .....                           | 60 |
| Lampiran 3. Distribusi Koloni Bakteri Coliform pada Media PCA dan CCA .....           | 61 |
| Lampiran 4. Distribusi Koloni Bakteri pada Media MHA .....                            | 63 |
| Lampiran 5. Hasil Pengecatan Gram .....   | 64 |
| Lampiran 6. Uji Biokimia .....  | 65 |
| Lampiran 7. Hasil Uji Biokimia Isolat Merah .....                                     | 72 |
| Lampiran 8. Hasil Uji Biokimia Isolat Putih .....                                     | 73 |
| Lampiran 9. Hasil Uji Biokimia Isolat Putih Terduga <i>Salmonella</i> Paratyphi ..... | 75 |
| Lampiran 10. Hasil Uji API 20E .....  | 76 |
| Lampiran 11. Hasil Uji API 20E pada <i>software</i> Analisis apiweb™ v 4.1.....       | 77 |
| Lampiran 12. Isolasi DNA .....  | 80 |
| Lampiran 13. Uji Molekuler dengan PCR .....   | 81 |

©UKDW

## ABSTRAK

Munculnya mikroorganisme di dalam air minum, khususnya pada air minum dalam kemasan tidak diinginkan. Pembuktian masalah ini dapat dilakukan dengan melakukan penilaian bahaya bakteriologis pada proses pengolahan.

Sebanyak 30 sampel dari tiap proses pengolahan dari industri air minum dalam kemasan di suatu industri Lampung dianalisis menggunakan uji biokimia, uji API 20E, dan uji analisis molekular dengan PCR untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri, terutama *Salmonella*, berdasarkan gen *gyrB*-nya. Hasil menunjukkan adanya *Salmonella* sp. pada tahap awal proses pengolahan yang akan tereliminasi dari produk akhir. Penelitian dibuktikan dengan kombinasi uji biokimia dan teknik molekular ini dapat menentukan ada/tidaknya bakteri yang tidak diinginkan dalam sampel makanan.

Hasil menunjukkan produk akhir air minum dalam kemasan tidak ditemukan bakteri *Salmonella* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, dan *E. coli*. Monitoring yang dilakukan pada proses pengolahan berfungsi sebagai tindakan korektif dan preventif.

**Kata kunci:** *bacteriological hazard, air minum dalam kemasan, API 20E, PCR, gen gyrB.*

## ABSTRACT

The presence of microorganisms in drinking water is not desirable, especially in bottled drinking water. Assuring this issue could be achieved by conducting bacteriological hazard assessment on its manufacturing process.

A total of 30 samples from manufacturing process from a bottled drinking water industry in Lampung were analyzed by biochemical assays, API 20E assay and molecular analysis with PCR to identify the presence of bacteria, especially *Salmonella*, based on its *gyrB* gene. Result showed the presence of *Salmonella* sp. in the early stage of manufacturing process that will be eliminated from the final product. This study proof that combined biochemical identification assays and molecular technique could pinpoint the presence/absence of unwanted bacteria in the food sample.

The result showed there is no *Salmonella* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, and *E. coli* detected in bottled drinking water final product. Conducting monitoring trough the manufacturing process could be considered as corrective and preventive measure in the bottled drinking water industry.

**Keywords:** *bacteriological hazard, bottled drinking water, API 20E, PCR, gyrB gene.*

## ABSTRAK

Munculnya mikroorganisme di dalam air minum, khususnya pada air minum dalam kemasan tidak diinginkan. Pembuktian masalah ini dapat dilakukan dengan melakukan penilaian bahaya bakteriologis pada proses pengolahan.

Sebanyak 30 sampel dari tiap proses pengolahan dari industri air minum dalam kemasan di suatu industri Lampung dianalisis menggunakan uji biokimia, uji API 20E, dan uji analisis molekular dengan PCR untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri, terutama *Salmonella*, berdasarkan gen *gyrB*-nya. Hasil menunjukkan adanya *Salmonella* sp. pada tahap awal proses pengolahan yang akan tereliminasi dari produk akhir. Penelitian dibuktikan dengan kombinasi uji biokimia dan teknik molekular ini dapat menentukan ada/tidaknya bakteri yang tidak diinginkan dalam sampel makanan.

Hasil menunjukkan produk akhir air minum dalam kemasan tidak ditemukan bakteri *Salmonella* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, dan *E. coli*. Monitoring yang dilakukan pada proses pengolahan berfungsi sebagai tindakan korektif dan preventif.

**Kata kunci:** *bacteriological hazard, air minum dalam kemasan, API 20E, PCR, gen gyrB.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Air minum merupakan kebutuhan pokok manusia. Ada tiga aspek yang mempengaruhi kebutuhan akan air minum, yaitu ketersediaan, kemudahan dalam mengakses, dan penjaminan kualitas. Kualitas air minum yang baik didapatkan dengan memenuhi persyaratan air minum yang terstandar. Salah satu bentuk air yang telah diolah adalah air minum dalam kemasan. Air minum dalam kemasan yang berkualitas harus terbebas dari *hazard* kimia, fisika, dan bakteriologi. *Hazard* bakteriologi yang tidak boleh terdapat pada air minum menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah *E. coli*, *Salmonella*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Hal ini diperkuat melalui Peraturan Menteri Kesehatan No. 907/MENKES/SK/VII/2002 bahwa dalam 100 ml air minum tidak boleh mengandung bakteri patogen yang berbahaya bagi tubuh (Kusnaedi, 2010).

Bahaya bakteriologi dapat mengakibatkan sakit bagi konsumen hingga menjadi kasus luar biasa (*waterborne diseases*). Di Indonesia, *Salmonella* menjadi kasus dengan angka yang tinggi, yaitu 600.000 – 1.500.000 kasus/tahun dengan angka kematian 50.000 orang/tahun (Surati, 2012) sedangkan di Prancis tercatat 337 kasus antara bulan Oktober-Desember 2011 (Gossner, *et al*, 2012). Di Jerman, *E. coli* penyebab penyakit saluran pencernaan menjadi kasus luar biasa pada Mei 2011 dan menyerang masyarakat dengan skala besar (Bucholz, *et al.*, 2011), sedangkan di Indonesia pada tahun 2005 tercatat 20 kejadian luar biasa

diare di 11 propinsi (UNIMUS, 2005). *Pseudomonas aeruginosa* menjadi *outbreak* di Spanyol sepanjang tahun 2007-2010 (Viedma, *et al.*, 2012). Di Yogyakarta, lebih tepatnya di daerah Bantul, banyak air minum dalam kemasan produk lokal yang mengandung *E. coli* dengan kadar tinggi. Kondisi ini menyebabkan masyarakat mengalami gangguan pencernaan (Anonim, 2013).

Bakteri-bakteri tersebut dapat dieliminasi melalui proses pengolahan yang terstandar dan terkontrol. Di Lampung terdapat Industri pengolahan air minum dalam kemasan yang telah menggunakan teknologi pengolahan yang cukup memadai, tetapi belum ada penelitian mengenai kualitas produknya.

Penulis tertarik melakukan penelitian untuk mengetahui bahaya bakteriologi pada proses pengolahan air minum melalui monitoring. Monitoring berfungsi untuk mengevaluasi proses pengolahan yang dilakukan serta menentukan perbaikan-perbaikan (*treatment*) yang harus dilakukan supaya kualitas luaran tetap terjaga dengan baik sebagai tindakan korektif. Selain sebagai tindakan korektif, monitoring juga mampu menjadi tindakan preventif sebagai pencegahan sejak dini.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan observasi yang dilakukan penulis sebelumnya, air baku yang dipergunakan oleh perusahaan berasal dari air tanah yang ditampung dalam reservoir PDAM. Potensi kontaminasi dalam air baku cukup besar. Proses pengolahan berpengaruh terhadap luaran produk yang dihasilkan. Maka, rumusan masalah ini dituangkan dalam pertanyaan:

1. Jenis-jenis bakteri apakah yang terisolasi dan teridentifikasi pada proses pengolahan air minum dalam kemasan?
2. *Bacteriological hazard* apakah yang muncul dari bakteri-bakteri teridentifikasi pada proses pengolahan air minum dalam kemasan?
3. Mengapa monitoring penting dilakukan pada proses pengolahan air minum dalam kemasan?

### **C. Batasan Masalah**

Bakteri yang diteliti dalam penelitian ini hanya mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan tidak mengacu pada standar Organisasi Kesehatan Sedunia (WHO). Terdapat tiga jenis bakteri yang harus hilang pada air minum yaitu *E. coli*, *Salmonella*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel air pada tiap tahapan proses pengolahan. Uji yang dilakukan meliputi uji biokimia dan PCR untuk mengetahui dan mengidentifikasi bakteri pada tiap sampel yang diteliti. Sampel diambil dari salah satu perusahaan air minum dalam kemasan di Lampung.

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah:

1. Mengisolasi dan mengidentifikasi jenis-jenis bakteri pada proses pengolahan air minum dalam kemasan.
2. Menganalisa *bacteriological hazard* pada proses pengolahan air minum dalam kemasan.

3. Menjelaskan pentingnya monitoring pada proses pengolahan air minum dalam kemasan.

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

Manfaat penelitian adalah:

1. Memberikan paparan tentang bakteri-bakteri yang teridentifikasi dan bahayanya pada air minum dalam kemasan.
2. Mengetahui pentingnya monitoring pada proses pengolahan air minum dalam kemasan.
3. Mengevaluasi proses pengolahan yang telah diterapkan.

#### **F. Hipotesis**

*Bacteriological hazard* dapat ditemukan pada tahapan proses pengolahan air minum dalam kemasan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Hasil penelitian terhadap tahapan proses pengolahan air minum di Perusahaan Air Minum dalam Kemasan di Propinsi Lampung, diperoleh hasil-hasil sebagai berikut:

1. Dari 30 sampel air minum dari tiap tahapan proses pengolahan, bakteri yang teridentifikasi adalah *Enterobacter* selalu ditemukan pada tiap tahapan proses, *Citrobacter* ada di titik air baku sampai titik setelah mikrofiltrasi, *Streptococcus* ada pada titik air baku dan setelah klorinasi, *S.ParatyphiA* dan *Aeromonas hydrophila* 2 ada pada titik air setelah klorinasi, dan *Chromobacterium violaceum* ada pada titik air setelah filtrasi *sand-carbon*.
2. Pada sampel air minum yang diteliti tidak ditemukan *bacteriological hazard* *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli* di titik akhir (air minum siap distribusi) sesuai ketentuan SNI, tetapi masih ditemukan *Enterobacter* yang menjadi *bacteriological hazard* menurut standar WHO.
3. Hasil ini digunakan sebagai evaluasi terhadap proses pengolahan air minum untuk melihat sejauh mana proses pengolahan air minum pada perusahaan.

## B. Saran

Monitoring kualitas air baku secara mikrobiologis perlu dilakukan secara berkala oleh pihak pengelola. Hal tersebut penting dilakukan supaya pihak pengelola dapat mengetahui kualitas air baku yang akan dipergunakan sebagai bahan air minum dalam kemasan serta untuk menentukan tindakan-tindakan preventif maupun korektif yang diperlukan. Agar proses pengolahan air minum berlangsung dengan optimal, perusahaan juga perlu memperhatikan pemeliharaan peralatan proses produksi secara berkala. Pemeliharaan alat ini utamanya adalah penggantian mikro filter secara rutin dan berkala. Penggantian mikro filter penting agar kinerjanya optimal dan mampu menyaring bakteri-bakteri patogen dengan baik. Selain itu, kebersihan pekerja dan lingkungan juga perlu mendapatkan perhatian secara serius agar tidak terjadi kontaminasi pada air. Hal ini terkait dengan kualitas produk akhir yang dihasilkan.

Teridentifikasi *bacteriological hazard* pada proses air minum menunjukkan pentingnya melakukan monitoring proses produksi air minum. Monitoring ini dilakukan secara berkala guna mengatasi penyimpangan-penyimpangan yang terjadi pada proses pengolahan air minum. Jika terjadi penyimpangan pada proses produksi, tindakan korektif haruslah tepat dan mampu mengatasi penyimpangan yang terjadi tersebut. Selain tindakan korektif, perlu juga melakukan tindakan preventif dengan cara meningkatkan kualitas alat-alat produksi, kualitas kerja, dan fasilitas laboratorium pengujian. Monitoring tidak berhasil tanpa dukungan laboratorium yang memadai dan sesuai dengan standar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achton, Ashton. 2013. *Pseudomonas aeruginosa: New Insights for the Healthcare Professional*. Atlanta, USA: Scholarly Editions™.
- \_\_\_\_\_. 2011. *Advances in Enterobacter Research and Application*. Atlanta, USA: Scholarly Editions™.
- Aldridge, K. E., Gardner, B.B., Clark, S.J., and Matsen, J.M.1978. *Comparison of Micro-ID, API 20E and Conventional Media Systems in Identification of Enterobacteriaceae*. *Journal of Clinical Microbiology*. 7 (6). 507-513.
- Ananthanarayan, R. 2004. *Introduction to Medical Microbiology*. New Delhi: Orient Longman Limited.
- Aneja, K.R.2003. *Experiments in Microbiology Plant Pathology and Biotechnology*. New Delhi, India: New Age International Publishers.
- Anonim, <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/103/jtptunimus-gdl-fitrijunit-5110-1-bab1.pdf> (diunduh tanggal 6 September 2013 pukul 09.13 WIB).
- Anonim, [http://eprints.undip.ac.id/35607/2/Bab\\_1.pdf](http://eprints.undip.ac.id/35607/2/Bab_1.pdf) (diunduh tanggal 6 September 2013 pukul 09.21 WIB).
- Anonim,[http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/47483/BAB%20II%20Tinjauan%20Pustaka\\_%20G11rsm.pdf?sequence=5](http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/47483/BAB%20II%20Tinjauan%20Pustaka_%20G11rsm.pdf?sequence=5) (diunduh tanggal 24 Agustus 2013 pukul 18.53 WIB).
- Anonim,  
[http://www.antimicrobialresistance.dk/data/images/protocols/gfn\\_biochem\\_final.pdf](http://www.antimicrobialresistance.dk/data/images/protocols/gfn_biochem_final.pdf) (diunduh tanggal 24 Mei 2013 pukul 23.01 WIB).
- Anonim,  
<http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuAirMinum/BAB4PENGANTAR.pdf> (diunduh tanggal 21 Mei 2013 pukul 15.51 WIB).
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2006. *Air Minum dalam Kemasan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Brands, Danielle. 2006. *Salmonella: Deadly Diseases and Epidemics*. Washington, DC: Chelsea House Publishers.
- Bruns, D.E., Ashwood, E.R., and Burtis, C.A. 2007. *Fundamental of Molecular Diagnostics*. New York: Elsevier Health Sciences.
- Bucholz, U., Bernard, H., Werber, D., Böhmer, M.M., Renschmidt, C., Wilking, H., Deleré, Y., an der Heiden, M., Adlhoch, C., Dreesman, J., Ehlers,

- J., Ethelberg, S., Faber, M., Frank, C., Fricke, G., Greiner, M., Höhle, M., Ivarsson, S., Jark, U., Kirchner, M., Koch, J., Krause, G., Luber, P., Rosner, B., Stark, K., Kühne, M. 2011. *German Outbreak of Escherichia coli O104:H4 Associated with Sprouts*. The New England Journal of Medicine. 365 (19).
- Cazman, E.P. 2012. *The Nature and Detection of Staphylococcal Enterotoxin dalam Microbiological Quality of Foods (ed.)*. New York: Academic Press Inc.
- Center for Disease Control and Prevention. *National Antimicrobial Resistance Monitoring System: Enteric Bacteria*.  
 ((<http://www.cdc.gov/narms/annual/2004/NARMSAnnualReport2004.pdf> diunduh tanggal 24 Mei 2013 pukul 22.59 WIB).
- Corry, J.E.L., Curtis, G.D.W., and Baird, R.M. 2003. *Handbook of Culture Media for Food Microbiology: Progress in Industrial Microbiology (vol 37)*. Amsterdam, Belanda: Elsevier Science B.V.
- Denny, Floyd W. 2000. *History of Hemolytic Streptococci and Associated Diseases dalam Streptococcal Infections: Clinical Aspects, Microbiology, and Molecular Pathogenesis* (Ed. By Dennis L. Stevens dan Edward L. Kaplan). New York: Oxford University Press Inc.
- Engelkirk, P.G. and Duben-Engelkirk, J. 2008. *Laboratory Diagnosis of Infectious Diseases: Essentials of Diagnostic Microbiology*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Entis, P. 2002. *Food Microbiology: The Laboratory*. Washington DC, USA: Food Processors Institute.
- Forshyte, S.J. dan Hayes, P.R. 1998. *Food Hygiene, Microbiology and HACCP (3<sup>rd</sup> edition)*. Maryland: Aspen Publishers, Inc.
- Garg, N. 2010. *Laboratory Manual of Food Microbiology*. New Delhi, India: I.K. Internasional Publishing House, Ltd.
- Gaspersz, V. 2003. *Total Quality Management (terj.)*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gati Windiastaka. *Metode Uji Kualitatif DNA dengan Elektroforesis Gel Agarosa*. (<http://ditjenbun.deptan.go.id/bbp2tpsurr/images/stories/perbenihan/uji%20kualitatif%20dna.pdf> diunduh tanggal 1 Juli 2013 pukul 12.49 WIB).
- Gray, N.C. 2008. *Drinking Water Quality: Problems and Solutions*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Hammack, T.S., Johnson, M.L., Jacobson, A.P., and Andrews, W.H. 2002. *Enhanced Recovery of Salmonella from Apple Cider and Apple Juice with Universal Preenrichment Broth*. Journal of AOAC International. 85 (2). 384-387.
- Harsiha. 2005. *An Introduction to Practical Biotechnology*. New Delhi, India: Laxmi Publications (P), Ltd.
- Hawa, L.V., Susilo, B., dan Jayasari, N.E. 2011. *Studi Komparasi Inaktivasi Escherichia coli dan Perubahan Sifat Fisik pada Pasteurisasi Susu Sapi Segar dengan Menggunakan Metode Pemanasan dan Tanpa Pemanasan dengan Kejut Medan Listrik*. Jurnal Teknologi Pertanian. 12 (1). 31-39.
- James, & James. 2003. *Microorganisms in Food 5: Characteristics of Microbial Pathogens*. UK: Sciences Publisher.
- Koneman, Elmer W. 2006. *Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Lew, K. 2011. *Food Poisoning E. coli and The Food Supply*. New York, USA: The Rosen Publishing Group, Inc.
- Liu, D. 2011. *Molecular Detection of Human Bacterial Pathogens*. USA: CRC Press.
- Mahardani, Nila Sari dan Kusuma, Ferdyan Hijrah. *Pengolahan Air Baku menjadi Air Minum dengan Teknologi Membran Mikrofiltrasi dan Ultrafiltrasi*. ([http://student-research.umm.ac.id/index.php/pimnas/article/viewFile/252/476\\_umm\\_student\\_research.pdf](http://student-research.umm.ac.id/index.php/pimnas/article/viewFile/252/476_umm_student_research.pdf) diunduh tanggal 8 September 2013 pukul 15.25 WIB).
- Marriott, N.G. 1997. *Essentials of Food Sanitation*. New York, USA: Chapman & Hall.
- Masniari Poeloengan. *Bahaya Salmonella terhadap Kesehatan*. (<http://peternakan.litbang.deptan.go.id/fullteks/lokakarya/lkzo05-34.pdf> diunduh tanggal 9 September 2013 pukul 05.52 WIB).
- Parry, S. dan Palmer, S. 2002. *E. coli: Enviromental health issues of VTEC O 157*. London, UK: Spon Press.
- Patil, U.K. dan Muskan, K. 2009. *Essentials of Biotechnology*. New Delhi: I. K. International Pvt Ltd.
- Porwollik, S. 2011. *Salmonella: From Genome to Function*. Norfolk, UK: Caister Academic Press.

- Pouch, D.F. and Ito, K. 2001. *Compendium of Methods for The Microbiological Examinations of Foods (4th ed)*. USA: American Public Health Association.
- Pramiadi, D. 2012. *Ekstraksi dan Uji Aktivitas  $\beta$ -Galaktosidase pada 5 Isolat Bakteri Asam Laktat dari Limbah Saluran Pencernaan Ikan*. ([http://eprints.uny.ac.id/171/1/Drajat\\_Pramiadi.pdf](http://eprints.uny.ac.id/171/1/Drajat_Pramiadi.pdf) diunduh tanggal 24 Agustus 2013 pukul 18.48 WIB).
- Rashid, F., Sharif, N., Ali, I., Naz, S., Sharif, S., and Nisa, F.. 2013. *Antimicrobial potential of Lactococcus lactis bacteriocin against Salmonella typhi*. African Journal of Microbiology. 7 (6). 436-439.
- Ratih Dewanti-Hariyadi. 2005. *Bakteri Indikator Sanitasi dan Keamanan Air Minum*. (diunduh dari [web.ipb.ac.id/~tpg/de/pubde\\_fsdf\\_bctrindktr.php](http://web.ipb.ac.id/~tpg/de/pubde_fsdf_bctrindktr.php) pada tanggal 12 November 2013 pukul 12.00 WIB).
- Ren, M., Maskel, D., Mastroeni, D., and Threlfal, J. 2007. *Salmonella: Molecular Biology and Pathogenesis*. Norfolk: Horizon Bioscience.
- Rompre, A., Servais, P., Baudart, J., de Roubin, M.R., and Laurent, P. 2002. *Detection and Enumeration of Coliforms in Drinking Water: Current Methods and Emerging Approaches*. Journal of Microbiological Methods. 49.
- Samadpour, Mansour. 2001. *Molecular Typing of Pseudomonas aeruginosa in Distribution Systems*. New York: ARF and AWWA.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F., and Maniatis, T. (1989). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual 2<sup>nd</sup> ed*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory.
- Soeharsono. 2005. *Zoonosis 2: Penyakit Menular dari Hewan ke Manusia*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sood, R. 2006. *Textbook of Medical Laboratory Technology*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- Suresh, K.G., Toranzos, G.A., Fayer, R., Nissaparton, V., Olveda, R., Ashbolt, N., and Gannon, V. 2012. "Assesing the Importance of Zoonotic Waterbone Pathogenes", dalam *Animal Waste , Water Quality and Human Health*, Ed. by Al Dufour, et al. London: IWA Publishing.
- Surzycki, S. 2003. *Human Molecular Biology Laboratory*. London: Blackwell Publishing Company.
- Sussman, M. 1997. *Eschericia coli: Mechanisms of Virulance*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Tajkbakhsh, M., Nayer, B.N., Motavaze, K., Kharaziha, P., Chiani, M., Zali, M.R., and Klena, J.D. 2011. *Phylogenetic Relationship of Salmonella enterica Strains in Tehran, Iran, using 16S rRNA and gyrB Gene Sequences*. Journal Infect Dev Ctries. 5 (6). 465-472.
- Torres, A.G. 2010. *Pathogenic Escherichia coli in Latin America*. Texas, USA: Bentham Science Publishers.
- Vasantakumari, R.. 2007. *Textbook of Microbiology*. New Delhi, India: BI Publications Pvt Ltd.
- Viedma, E., Juan, C., Villa, J., Barrado, L., Orellana, M.A., Sanz, F., Otero, J.R., Oliver, A., and Chaves, F. *VIM-2-producing Multidrug-Resistant Pseudomonas aeruginosa ST175 Clone, Spain*. Emerging Infectious Diseases. 18 (8). 1235-1241.
- Waggie, Kim. 1994. *Manual of Microbiologic Monitoring of Laboratory Animals*. Washington DC: Department of Health and Human Services.
- Wang, L.T., Lee, F.W., Tai, C.J., and Kasai, H. 2007. *Comparison of gyrB gene sequences, 16S rRNA gene sequences and DNA-DNA hybridization in the Bacillus subtilis group*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 57. 1846-1950.
- Winn, W. Jr., Allen, S., Janda, W., Koneman, E., Procop, G., Schreckenberger, P., and Woods, G. 2006. *Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- World Health Organization. 2008. *Guidelines for Drinking-water Quality: Incorporating The First and Second Addenda (3<sup>rd</sup> ed.)*. Geneva: World Health Organization.
- . 2011. *Guidelines for Drinking-water Quality (4<sup>th</sup> ed.)*. Geneva: World Health Organization.
- Yamamoto, S and Harayama, S. 1995. *PCR Amplification and Direct Sequencing of gyrB Genes with Universal Primers and Their Amplification to the Detection and Taxonomic Analysis of Pseudomonas putida Strains*. Appl Environ Microbiol. 61. 1104-1109.
- Yáñez, M.A., Catalán, V., Apráiz, D., Figueras, M.J., and Martínez-Murcia, A.J. 2003. *Phylogenetic analysis of members of the genus Aeromonas based on gyrB gene sequences*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 53. 875-883.
- Ye, X., Wang, Y., and Lin, X. 2011. *A gyrB-targeted PCR for Rapid Identification of Salmonella*. Curr Microbiol. 63. 477-483.