

## Uji Bakteriologis Air di PDAM TG Kabupaten Magelang dengan Metode *Most Probable Number (MPN) Quanty-Tray*

LAILATUL MUBAROKHAH, WIJANARKA\*

*Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah*

Diterima: 03 Februari 2019 – Disetujui: 30 Maret 2019  
© 2019 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

### ABSTRACT

Water is the main need for life. The bacteriological requirements for clean water are the presence or absence of Coliform bacteria and *E. coli* in water. The purpose of this study was to determine the quality of water from gravity springs and pump springs as a source of water in Magelang Regency PDAM GT and Magelang Regency community. This study was to finding out the bacteriological test of water in Magelang Regency PGT. This study was to know bacteriological water testing techniques using the MPN Quanti-method Tray in Magelang Regency PGT. The method used in this study is the Quanty-Tray Most Probable Number (MPN) method. The sample of this study were two gravitational springs namely Sample A and Sample B and two pumping springs namely Sample C and Sample D. The results of MPN calculations from the four springs did not meet the requirements of clean water ready to be distributed to the community because Coliform in the spring gravity water and pumps and found *E. coli* in the pump spring water.

**Key words:** coliform, MPN quanty-tray, bacteriological requirement.

### PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang paling dibutuhkan di dalam kehidupan manusia. Air yang ada di alam bukanlah air murni, melainkan sebagai air yang mengandung bermacam-macam zat, baik yang terlarut ataupun tersuspensi. Jenis dan jumlah zat tersebut tergantung dari kondisi lingkungan sekitar sumbernya. Air bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, tawar dan tidak berbau. Pengambilan air yang digunakan untuk air minum berasal dari beberapa sumber seperti misalnya, air hujan, air permukaan (air, rawa, danau, dan air sungai), air tanah (dalam atau

dangkal), dan mata air (Wandrivel *et al.*, 2012).

Mata air adalah sumber air yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup (Priyono, 2012). Sistem infrastruktur merupakan pendukung utama fungsi sistem sosial dan ekonomi dalam kehidupan masyarakat (Agustina, 2007). Cara mendapatkannya pun melalui beberapa metode. Metode pendistribusian air dibedakan menjadi tiga berdasarkan kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada (Dharmasetiawan, 2014).

Metode yang dipakai adalah cara gravitasi, cara pemompaan, dan cara gabungan. Cara gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara pemompaan digunakan untuk menaikkan tekanan sehingga air dapat terdistribusi. Sistem ini digunakan apabila elevasi antara sumber air dan daerah pelayanan tidak memberikan tekanan yang cukup.

---

\* *Alamat korespondensi:*

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika  
Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto SH, Kampung  
Tembalang Semarang, Jawa Tengah. 50275.  
E-mail : wikasmara@yahoo.co.id.  
Telp./HP: +62 82220937946

Cara gabungan digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat (Dharmasetiawan, 2004).

Bakteri *Coliform* yang ada dalam air dibedakan ke dalam 2 kelompok yaitu kelompok *fecal* (*E. coli*) dan non *fecal* (*Enterobacter aerogenus*). Bakteri *Coliform* merupakan indikator kontaminasi lingkungan atau sanitasi yang kurang baik, sedangkan *E. coli* sebagai indikator kontaminasi tinja dari manusia dan hewan berdarah panas (Tururaja, 2010; Walangitan *et al.*, 2016). *Coliform* tidak termasuk dalam taksonomi bakteri namun hanya istilah untuk menyebutkan kelompok mikroorganisme yang berada di air. Ciri-ciri bakteri *Coliform* adalah Gram Negatif, berbentuk batang, merupakan anaerob fakultatif yang dapat memfermentasikan laktosa dengan pembentukan asam dan gas pada suhu 35 °C selama 24-48 jam. Memiliki enzim tambahan yaitu sitokrom oksidase dan beta-galaktosidase (Deepesh *et al.*, 2013). *Coliform* dapat ditemukan di saluran pencernaan hewan, tanah, atau secara alami pada sampel lingkungan (Madigan *et al.*, 2009). Penentuan bakteri *Coliform* 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. Contoh bakteri *Coliform* adalah *E. coli* dan *Enterobacter aerogenes*. Jadi, *Coliform* adalah indikator kualitas air. Makin sedikit kandungan *Coliform*, artinya kualitas air tersebut semakin baik (Khairunnisa, 2012).

Bakteri *E. coli* merupakan mikroorganisme yang dipakai sebagai indikator untuk menguji adanya pencemaran air oleh tinja. Meskipun *E. coli* merupakan mikroorganisme indikator yang dipakai di dalam analisis air untuk menguji adanya pencemaran oleh tinja, tetapi pemindah sebarannya tidak selalu melalui air, melainkan dipindah sebarannya melalui kegiatan tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif melalui makanan atau minuman (Melliawati, 2009).

Metode MPN dapat digunakan untuk menghitung jumlah mikroba tertentu yang terdapat diantara campuran mikroba lain

(Dwidjoseputro, 2005). Pemeriksaan air secara bakteriologis sangat penting dilakukan karena air merupakan substansi yang sangat penting dalam menunjang kehidupan organisme yang meliputi pemeriksaan secara mikrobiologi baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air dari mata air gravitasi dan mata air pompa sebagai sumber air di PDAM GT Kabupaten Magelang dan masyarakat Kabupaten Magelang. Selain itu, untuk mengetahui uji bakteriologis air dan penggunaan teknik uji bakteriologis memanfaatkan metode MPN *Quanti-Tray* (Hammond, 2017). Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sarana untuk menambah ilmu pengetahuan dan meningkatkan derajat kesehatan masyarakat dengan mengetahui pentingnya air yang bersih dan bebas dari mikroorganisme patogen, dan dijadikan sebagai referensi sehingga ilmu pengetahuan dapat terus berkembang.

## METODE PENELITIAN

### Sampling Mata Air

Pengambilan sampel air dilakukan dengan kondisi alat steril. Steril Whirl-Pak 110 ml digunakan untuk wadah air dan diisi sebanyak 100 ml. Air yang diambil adalah air yang berada di dalam, dan bukan bagian permukaan.

Pengambilan sampel dilakukan di beberapa yakni, sampel A merupakan air yang berasal dari Mata Air Sijajurang Kecamatan Kaliangkrik, sampel B adalah air dari Mata Air Silincat Kecamatan Kaliangkrik, sampel C adalah air dari Mata Air Gending Kecamatan Mertoyudan, dan sampel D adalah air dari Mata Air Kanoman Kecamatan Candimulyo, Kabupaten Magelang.

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara Reagen *Colilert-18* dibuka kemudian dituangkan ke dalam air dalam whirl-pak. Steril Whirl-Pak ditutup kemudian diputar dan ditali kencang agar air tidak tumpah. Air dikocok sampai reagen larut. Sampel diberi kode agar tidak tertukar dan disimpan dalam termos es agar suhu tetap terjaga.

### Uji Mikrobiologi dengan Metode MPN *Quanti-Tray*

*Quanti-Tray* Sealer atau Mesin Seal dihidupkan dan dipanaskan sampai indikator berwarna hijau yang berarti mesin seal sudah siap digunakan. Kotak *Quanti-Tray* 97 well disiapkan. Kotak *Quanti-Tray* 97 well diberi nama agar tidak tertukar. Kotak *Quanti-Tray* 97 well dibuka dengan cara kotak ditebuk sampai ujung terbuka. Kemudian mulut kotak dilebarkan. Air sampel dimasukkan ke dalam Kotak *Quanti-Tray* 97 well sampai habis. Kotak *Quanti-Tray* 97 well ditutup dan diletakkan di Rubber Insert *Quanti-Tray* 2000. Kotak *Quanti-Tray* 97 well di seal menggunakan *Quanti-Tray* Sealer atau mesin seal sampai tertutup rapat dan tidak bocor. Isolat di masukkan ke dalam inkubator pada suhu  $36 \pm 2$  °C selama 18 jam.

#### Pembacaan Hasil Inkubasi

Setelah 18 jam, isolat diamati. Hasil positif *Coliform* apabila terdapat warna kuning pada kotak sedangkan hasil positif *E. coli* apabila warna kuning tersebut berfluoresensi atau berpendar jika disinari lampu ultraviolet dengan panjang gelombang 365 nm. Bakteri *Coliform* dan *E. coli* dihitung dengan cara menghitung jumlah bakteri pada kotak besar dan kotak kecil. Hasil kotak besar dilihat dengan Tabel MPN 97 well pada baris vertikal sedangkan hasil kotak kecil dilihat dengan Tabel MPN 97 well pada baris horizontal kemudian dilihat hasilnya. Hasil ditulis dengan satuan MPN.

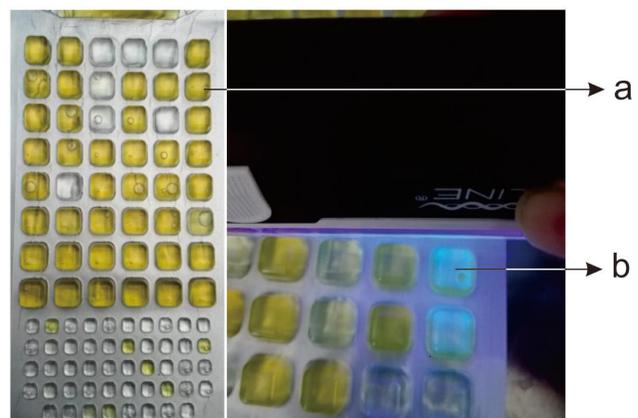
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan MPN pada uji bakteriologis di mata air gravitasi dan mata air pompa yang digunakan sebagai sumber air di PGT Kabupaten Magelang (Tabel 1).

Hasil yang didapatkan berupa hasil kualitatif perubahan warna yang dapat dikuantitatifkan melalui tabel MPN *Quanti-Tray*. Didapatkan hasil adanya bakteri *Coliform* adalah berwarna kuning (Gambar 1) dan adanya bakteri *E. coli* adalah fluoresensi pada warna kuning *Coliform* (Gambar

2). Hasil pengamatan dari Tabel 1 diketahui bahwa jumlah *Coliform* di Sampel A adalah terdapat warna kuning pada 40 kotak besar dan 5 kotak kecil. Untuk mengetahui jumlah bakteri *Coliform*, di gunakan tabel MPN 97 well dengan cara jumlah warna kuning pada kotak besar dilihat pada angka vertikal pada tabel MPN. Sedangkan jumlah warna kuning pada kotak kecil dilihat pada angka horizontal pada tabel MPN. Hasil yang didapatkan adalah 85,7 /100 ml (dengan satuan per 100 ml). Hasil pengamatan dari Tabel 1 diketahui bahwa tidak ada *E. coli* di Sampel A. Hal ini dikarenakan tidak terdapat warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar saat disinari dengan lampu ultraviolet dengan panjang gelombang 365 nm.

Hasil pengamatan dari Tabel 1 diketahui bahwa jumlah *Coliform* di Sampel B adalah terdapat warna kuning pada 42 kotak besar dan 7 kotak kecil. Untuk mengetahui jumlah bakteri



Gambar 1. Respon keberadaan bakteri *Coliform* warna kuning (a), dan *E. coli* (berpendar/fluoresensi (b)).

Tabel 1. Data hasil perhitungan *Coliform* dan *E. coli*

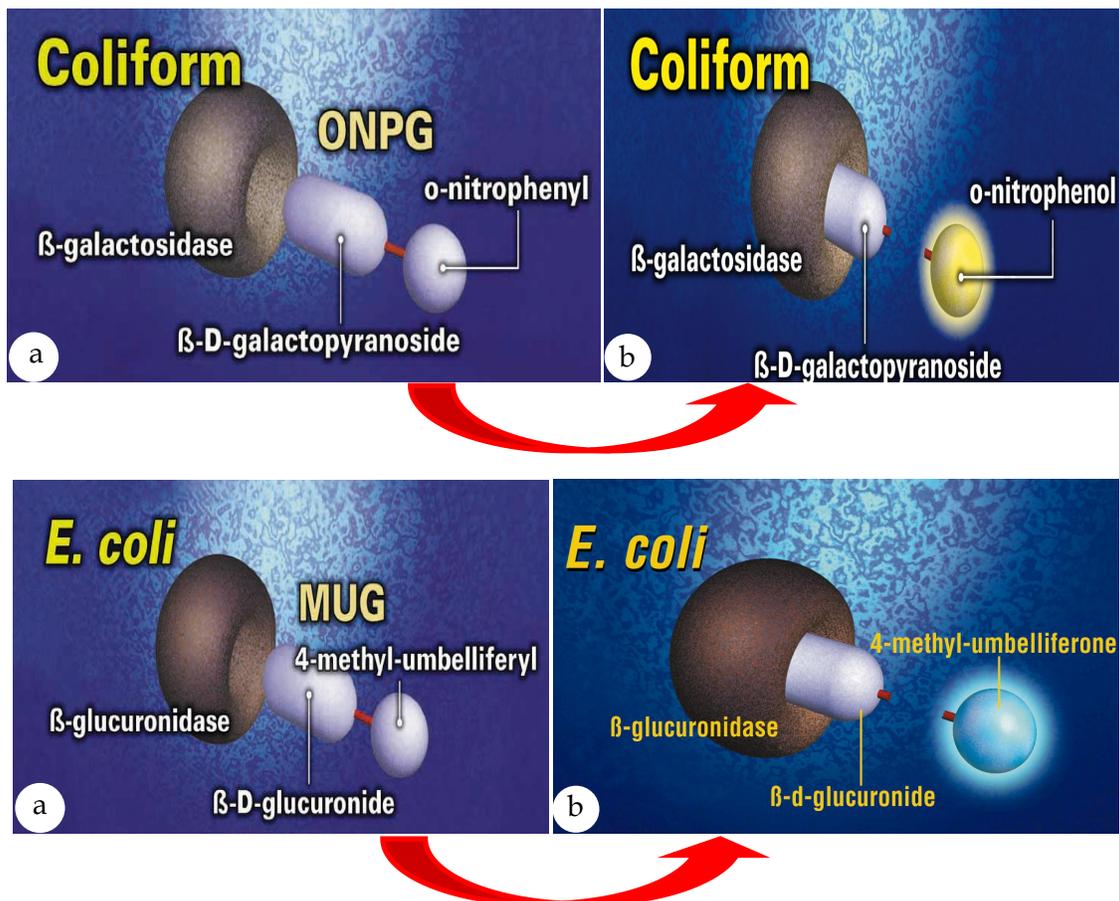
No	Sumber sampel mata air	<i>Coliform</i> (100 ml)	<i>E. coli</i> (100 ml)
1.	Sampel A	85,7	0,0
2.	Sampel B	101,7	0,0
3.	Sampel C	686,7	6,3
4.	Sampel D	73,8	1,0

*Coliform*, digunakan tabel MPN 97 well dengan cara jumlah warna kuning pada kotak besar dilihat pada angka vertikal pada tabel MPN. Sedangkan jumlah warna kuning pada kotak kecil dilihat pada angka horizontal pada tabel MPN. Hasil yang didapatkan adalah 101,7 /100 ml (dengan satuan per 100 ml). Hasil pengamatan dari Tabel 2 diketahui bahwa tidak ada *E. coli* di Sampel B. Hal ini dikarenakan tidak terdapat warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar saat disinari dengan lampu ultraviolet dengan panjang gelombang 365 nm.

Hasil pengamatan (Tabel 1) diketahui bahwa jumlah *Coliform* di Sampel C adalah terdapat warna kuning pada 49 kotak besar dan 32 kotak kecil. Untuk mengetahui jumlah bakteri *Coliform*, digunakan tabel MPN 97 well dengan cara jumlah warna kuning pada kotak besar dilihat pada angka vertikal pada tabel MPN. Sedangkan

jumlah warna kuning pada kotak kecil dilihat pada angka horizontal pada tabel MPN. Hasil yang didapatkan adalah 686,7 /100 ml. Hasil pengamatan dari Tabel 3 diketahui bahwa terdapat bakteri *E. coli*. Hal ini dikarenakan terdapat warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar ketika disinari lampu ultraviolet 365 nm dengan jumlah 6 kotak besar dan tidak ada pada kotak kecil. Untuk mengetahui jumlah bakteri *E. coli*, digunakan tabel MPN 97 well dengan cara jumlah warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar pada kotak besar dilihat pada angka vertikal pada tabel MPN. Sedangkan jumlah warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar pada kotak kecil dilihat pada angka horizontal pada tabel MPN. Hasil yang didapatkan adalah 6,3 /100 ml (dengan satuan per 100 ml).

Hasil pengamatan dari Tabel 1 diketahui



Gambar 2. Mekanisme Reaksi enzim *o*-nitrophenyl  $\beta$ -galactoside (ONPG) (a), dan Reaksi enzim *4*-methyl-umbelliferyl  $\beta$ -glucuronidase (MUG)(b).

bahwa jumlah *Coliform* di Sampel D adalah terdapat warna kuning pada 36 kotak besar dan 7 kotak kecil. Untuk mengetahui jumlah bakteri *Coliform*, digunakan tabel MPN 97 well dengan cara jumlah warna kuning pada kotak besar dilihat pada angka vertikal pada tabel MPN. Sedangkan jumlah warna kuning pada kotak kecil dilihat pada angka horizontal pada tabel MPN. Hasil yang didapatkan adalah 73,8 /100 ml (dengan satuan per 100 ml). hasil pengamatan dari Tabel 1 diketahui bahwa terdapat bakteri *E. coli*. Hal ini dikarenakan terdapat warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar ketika disinari lampu ultraviolet 365 nm dengan jumlah 1 kotak besar dan tidak ada pada kotak kecil. Untuk mengetahui jumlah bakteri *E. coli*, digunakan tabel MPN 97 well dengan cara jumlah warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar pada kotak besar dilihat pada angka vertikal pada tabel MPN. Sedangkan jumlah warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar pada kotak kecil dilihat pada angka horizontal pada tabel MPN. Hasil yang didapatkan adalah 1,0 /100 ml (dengan satuan per 100 ml).

Uji bakteriologis air di Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM) TG Kabupaten Magelang ini sudah menggunakan mekanisme MPN modern menggunakan MPN Quanti-Tray dan reagen *Colilert-18* yang digunakan reagen utama agar uji bakteriologis *Coliform* dan *E. coli* dapat diamati. Reagen ini memiliki fungsi utama untuk pengamatan secara kualitatif melalui enzim pada *Coliform* dan *E. coli*. Enzim yang digunakan pada *Coliform* adalah enzim  $\beta$ -galaktosidase sedangkan pada *E. coli* adalah  $\beta$ -glucuronidase. Menurut pendapat Khedr *et al.* (2013) bahwa  $\beta$ -galaktosidase adalah enzim yang dihasilkan dari proses penyandian gen oleh gen *lacZ* dari operon *lac* pada *E. coli* dan tersusun atas 1024 asam amino. Menurut pendapat Chang *et al.* (1989) bahwa  $\beta$ -glucuronidase pada *Coliform* dan *E. coli* dapat diamati melalui aktivitas kemampuannya dalam mengubah laktosa menjadi asam atau gas. Hampir 97% dari *E. coli* dapat memproduksi  $\beta$ -D-glucuronidase (GUR) dimana kebanyakan jenis *Coliform* lain tidak dapat memproduksinya.

Menurut penuturan Sugiarti (2018) ketika dilakukan Industrining atau pelatihan menggunakan alat baru dari Idexx bahwa indikator yang dihasilkan dari *Coliform* adalah warna kuning (Gambar 1a) sedangkan untuk *E. coli* adalah pendaran atau fluoresensi (Gambar 1b) pada *Coliform* (warna kuning) ketika disinari lampu ultraviolet 365 nm. Hal ini dikarenakan enzim  $\beta$ -galaktosidase pada *Coliform* akan bereaksi dengan reagen Colilert-18 yang mengandung  $\beta$ -D-galaktopyranosit dan o-nitrofenil yang menyebabkan putusya ikatan o-nitrofenil menjadi o-nitrofenol yang menjadikan warna kuning (Gambar 2a).

Menurut Idexx (2018), untuk enzim  $\beta$ -glucuronidase pada *E. coli* bereaksi dengan reagen Colilert-18 yang mengadung  $\beta$ -D-glucuronit dan 4-metil-umbelliferil yang menyebabkan putusya ikatan 4-metil-umbelliferil menjadi 4-metil-umbelliferon yang menjadikan warna kuning yang berfluoresensi atau berpendar ketika disinari lampu ultraviolet 365 nm (Gambar 2b).

Menurut Menteri Kesehatan (1990), Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 416/MEN.KES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air dijelaskan bahwa syarat air untuk air bersih adalah memenuhi parameter mikrobiologi yaitu kadar maksimum yang diperbolehkan adalah total *Coliform* (MPN) adalah 0/100 ml dengan keterangan bukan air pipa, sedangkan *Coliform* tinja belum diperiksa adalah 0/100 ml dengan keterangan bukan air pipa. syarat air untuk air kolam renang atau pemandian adalah memenuhi parameter mikrobiologi yaitu kadar maksimum yang diperbolehkan adalah *Coliform* total adalah 0/100 ml, sedangkan jumlah kuman adalah 200/100 ml. Apabila dilihat dari syarat mutu tersebut maka air dari Sampel A, Sampel B, Sampel C, dan Sampel D belum memenuhi standar mutu sebagai air bersih maupun air kolam renang atau air pemandian apabila langsung digunakan. Hal inilah yang melatar belakangi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Magelang untuk mengelola dan mengawasi kualitas air agar dapat digunakan oleh masyarakat. Upaya yang dilakukan adalah salah

satunya injeksi gas Clorin (Cl<sub>2</sub>) sebelum di distribusikan ke masyarakat.

## KESIMPULAN

Bedasarkan metode MPN *Quanti-Tray* kualitas air dan mata air gravitasi maka dapat disimpulkan bahwa air tersebut belum memenuhi kriteria tentang air bersih, air kolam renang atau pemandian yang ada pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D.V. 2007. *Analisa kinerja sistem distribusi air bersih PDAM Kecamatan Banyumanik di Perumnas Banyumanik*. [Tesis]. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Chang, G.W., J. Brill, and R. Lum. 1989. Proportion of 3-D-glucuronidase-negative *Escherichia coli* in human fecal samples. *Applied and Environmental Microbiology*. 55(2): 335-339.
- Deepesh, K., M. Shurutikirti, and M. Madan. 2013. Bacteriological analysis of drinking water by MPN method in a tertiary care hospital and adjoining area Western Up, India. *Journal of Environmental Science Toxicology and Food Technology*. 4(3): 17-22.
- Dharmasetiawan, M. 2014. *Sistem perpipaan distribusi air minum*. Ekaputra Engineering. Jakarta.
- Dwidjoseputro, D. 2005. *Dasar-dasar mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Hammond, E. 2017. Maret 7. *IDEXX Quanti-Tray Technology*. Retrieved Juli 20, 2018 from GEM Scientific. <http://www.gemscientific.co.uk/product/idexx-quant-tray-technology/>
- Idexx. 2018. Maret 7. *Quanti-tray system*. Retrieved Juli 16, 2018, from Idexx Water Products and Services. <https://www.idexx.com>
- Khairunnisa, C. 2012. *Pengaruh jarak dan konstruksi sumur serta tindakan pengguna air terhadap jumlah Coliform air sumur gali penduduk di sekitar pasar hewan Desa Cempeudak Kecamatan Tanah Jambo Aye Kabupaten Aceh Utara Tahun 2012*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara.
- Khedr, M., S. Desouky, U. Badr, Elboudy, and K. Khilil. 2013. Overproduction of  $\beta$ -galactosidase enzyme from *Escherichia coli* through genetic improvement. *Journal of Applied Sciences*. 9(8): 4809-4822.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, D.A. Stahl, and D.P. Clarck. 2009. *Brock biology of microorganism*. 12<sup>th</sup> Ed. Pearson Education Inc. San Francisco.
- Melliawati, R. 2009. *Escherichia coli* dalam kehidupan manusia. *Bio Trends*. 4(1): 10-14.
- Menteri Kesehatan RI. 1990. *Syarat-syarat dan pengawasan kualitas air*. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air (Nomor: 416/MEN.KES/PER/IX/1990). Jakarta.
- Prijono, D. 2012. *Distribusi air IPB*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/54386>, 5-6.
- Sugiarti, L. 2018. (Juli 5). *How to use Idexx Quanti-Tray methods*. (L. Mubarokhah, Interviewer).
- Tururaja, Tresia dan R. Moge. 2010. Bakteri *Coliform* di perairan Teluk Doreri, Manokwari aspek pencemaran laut dan identifikasi species. *Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Negeri Papua*. 15(1): 47-52.
- Walangitan, M.R., M. Sapulete, dan J. Pangemanan. 2016. Gambaran kualitas air minum dari depot air minum isi ulang di Kelurahan Ranotana-Weru dan Kelurahan Karombasan Selatan menurut parameter mikrobiologi. *Jurnal Kedokteran Komunitas dan Tropik*. 4(1): 49-58.
- Wandrivel, R., N. Suharti, dan Y. Lestari. 2012. Kualitas air minum yang diproduksi Depot Air Minum isi ulang di Kecamatan Bungus Padang berdasarkan persyaratan mikrobiologi. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 1(3): 129-133.