

Studi Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali pada Kawasan Permukiman Menggunakan Biosensor TECTA™ B16 (Studi Kasus: Dusun Blimbingsari dan Dusun Wonorejo, Kabupaten Sleman Yogyakarta)

Fadilah Ramadita¹⁾; Noveriza Agrista Risky¹⁾; Luqman Hakim¹⁾ dan Ilya Fadjar Maharika²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

²⁾ Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Abstrak

Sumur gali merupakan salah satu sumber penyediaan air bersih bagi masyarakat di pedesaan dan perkotaan. Sumur gali harus ditunjang dengan konstruksi sumur yang baik dan jarak lokasi sumur dengan sumber pencemar yang sesuai dengan yang dipersyaratkan, serta tindakan masyarakat dalam menggunakan sumur gali yang tepat, agar air sumur gali terbebas dari pencemaran, dan dapat dikonsumsi oleh masyarakat secara aman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kualitas bakteriologis air sumur gali pada kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan tinggi, yaitu Dusun Blimbingsari; dan kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan rendah, yaitu Desa Hargobinangun; serta mengetahui gambaran kondisi fisik sumur gali dan pengguna sumur gali terhadap kandungan Escherichia coli. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling, yaitu pada 8 (titik) sumur gali. Pengamatan kondisi fisik sumur gali menggunakan checklist sebagai instrumen penelitian, sedangkan perilaku pengguna sumur gali menggunakan kuesioner. Pengujian kualitas bakteriologis air sumur gali dilakukan dengan menggunakan Biosensor TECTA™ B16. Biosensor TECTA™ B16 merupakan alat pengukuran kualitas air untuk mendeteksi dan mengetahui konsentrasi Escherichia coli dengan metode Colony Forming Units (CFU). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah Escherichia coli bervariasi antara 0 CFU/100 ml sampai 1.049 CFU/100 ml. Berdasarkan hasil analisa, pada Dusun Blimbingsari terdapat hubungan yang positif antara konstruksi sumur gali dan tindakan penggunaannya terhadap kualitas bakteriologis air sumur gali. Sementara itu pada Dusun Wonorejo terjadi hal yang sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, anatara lain tingkat kepadatan penduduk yang berbeda. Untuk itu perlu adanya perhatian dari masyarakat dalam membuat sumur gali yang aman dan baik, serta memerhatikan tindakannya dalam menggunakan sumur gali agar diperoleh kualitas air yang memenuhi syarat kesehatan.

Kata Kunci : Sumur Gali, Biosensor TECTA™ B16, Escherichia coli, Total Coliform

1. PENDAHULUAN

Sumur gali merupakan salah satu sumber penyediaan air bersih bagi masyarakat di pedesaan, maupun perkotaan. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dengan permukaan tanah, oleh karena itu mudah terkena kontaminasi melalui rembesan yang berasal dari kotoran manusia, hewan, maupun untuk keperluan domestik rumah tangga. Sumur gali sebagai sumber air bersih harus ditunjang dengan syarat konstruksi, syarat lokasi untuk dibangunnya sebuah sumur gali, hal ini diperlukan agar kualitas air sumur gali aman sesuai dengan aturan yang ditetapkan (Waluyo, 2005, dalam Katiho, dkk, 2012).

Dusun Blimbingsari dan Dusun Wonorejo menggunakan sumur gali sebagai salah satu sumber air bersih. Dusun Blimbingsari mempresentasikan kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan tinggi, sedangkan Dusun Wonorejo mempresentasikan kawasan permukiman dengan tingkat

kepadatan rendah. Kualitas air sumur gali sangat ditentukan oleh kondisi fisik atau konstruksi sumur gali, jarak antara lokasi sumur gali dan sumber pencemar, serta tindakan pengguna sumur gali.

Kualitas air yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan agar dapat terhindar dari berbagai penyakit maupun gangguan kesehatan yang disebabkan oleh air. Air merupakan medium pembawa mikroorganisme patogenik yang berbahaya bagi kesehatan. Untuk mengetahui kualitas air dimaksud, perlu dilakukan pemeriksaan kualitas air bersih yang mencakup pemeriksaan bakteriologis, yaitu *Escherichia coli* dan Total Coliform. Kualitas air bersih yang memenuhi syarat mempunyai peranan yang sangat penting dalam rangka pemeliharaan, perlindungan, serta mempertinggi derajat kesehatan masyarakat.

Saat ini, untuk mengetahui kandungan bakteriologis di dalam air, pengujian dilakukan menggunakan dengan metode *Most Probable Number* (MPN) yang meliputi beberapa tes, yaitu tes pendugaan (*presumptive test*), tes penegasan (*confirmed test*), dan tes kesempurnaan (*completed test*). Metode ini membutuhkan waktu lebih dari 24 jam untuk mengetahui kandungan bakteriologis air yang diujikan.

Seiring dengan perkembangan zaman, kecepatan dan ketepatan informasi sangat dimungkinkan oleh pemakaian teknologi yang tepat. Biosensor TECTATM-B16 hadir sebagai salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan bakteriologis (*Escherichia coli* dan *Total Coliform*), serta mengetahui konsentrasi atau jumlahnya di dalam air yang akan diujikan hanya dalam waktu 18 jam yang menggunakan satuan CFU (*Colony Forming Unit*).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas bakteriologis air sumur gali pada daerah penelitian, yang ditinjau dari parameter *Escherichia coli* dan *Total Coliform*; serta mengetahui gambaran konstruksi sumur gali dan pengguna sumur gali terhadap kandungan *Escherichia coli* dan *Total Coliform*.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah deskriptif korelasi yang bertujuan untuk mengungkapkan hubungan korelatif antara bakteriologis air sumur gali dengan kondisi fisik sumur gali dan tindakan pengguna sarana air bersih tersebut. Teknik pengumpulan data menggunakan menggunakan observasi kondisi

fisik sumur gali, wawancara dengan responden mengenai tindakan pengguna sumur gali, serta analisis kualitas bakteriologis air sumur gali yang meliputi *Escherichia coli* dan Total Coliform.

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu pada 8 (titik) sumur gali, yaitu lima titik pada Dusun Blimbingsari, dan tiga titik pada Dusun Wonorejo. Metode pengujian kualitas bakteriologis air sumur gali menggunakan Biosensor TECTA™ B16 dengan metode CFU (*Colony Forming Units*). Kondisi fisik sumur gali yang memenuhi persyaratan diukur berdasarkan observasi terhadap 5 (lima) indikator, yaitu: (1) kondisi dinding sumur gali dari permukaan tanah yang kedap air setinggi 3 meter atau lebih; (2) kondisi lantai sumur gali lebih atau sama dengan 1 meter; (3) kondisi bibir sumur gali yang kedap air setinggi 80 cm; (4) keadaan sumur gali yang selalu tertutup jika tidak digunakan; dan (5) jarak sumber gali terhadap sumber pencemar yaitu 10 m atau lebih. Tindakan pengguna sumur gali diukur melalui 3 (tiga) indikator yang diketahui melalui wawancara dengan responden, yaitu: (1) menggantung timba ketika selesai menimba air; (2) menutup sumur gali setelah selesai digunakan; dan (3) kebersihan lantai sumur gali.

Kualitas air bersih pada parameter bakteriologis yang ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia memiliki satuan unit MPN (*Most Probable Number*) per 100 ml, sehingga oleh karena itu sebagai pembanding penulis menggunakan referensi dari pedoman kualitas air bersih di New Zealand (2003) yang memiliki satuan CFU (*Colony Forming Units*) per 100 ml.

Tabel 1. Pedoman Kualitas Air Bersih di New Zealand (2003)

Jumlah <i>Escherichia coli</i> dalam CFU per 100 ml	Kategori	Respon Tindakan
Sampel tunggal ≤ 260	Hijau/Aman	Pemantauan rutin.
Sampel tunggal < 260 dan ≤ 550	Kuning/Waspada	Meningkatkan pemantauan serta menginvestigasi sumber dan risiko pencemaran.
Sampel tunggal > 550	Merah/Bahaya	Melakukan penutupan, peringatan publik, meningkatkan pemantauan dan menginvestigasi sumber pencemaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kondisi Fisik Sumur Gali dan Tindakan Penggunanya, serta Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali terhadap di Dusun Blimbingsari

Pada penelitian ini digunakan 40 sumur gali yang digunakan sebagai objek penelitian yang terdiri dari 35 sumur gali untuk pengamatan fisik sumur dan 5 sumur gali untuk pengujian kandungan bakteriologis air dengan menggunakan Biosensor TECTA™ B16. Hasil observasi konstruksi sumur gali di Dusun Blimbingsari dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut ini.

Tabel 2. Hasil Observasi Konstruksi Sumur Gali di Dusun Blimbingsari

Indikator	Jumlah	Persentase (%)
Ada sumber pencemar lain radius 10 m		
a. Ada	0	0
b. Tidak	35	100
Lantai sumur kedap air		
a. ≥ 1 m	27	77,14
b. < 1 m	8	22,86
Kondisi bibir sumur		
a. Baik	35	100
b. Tidak	0	0
Bibir sumur berdiameter 75 cm		
a. Ya	30	85,71
b. Tidak	5	14,29
Dinding sumur diplester 3 m		
a. Ya	18	51,43
b. Tidak	17	48,57

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada 35 orang pemilik sumur gali, hanya 18 pemilik sumur gali (51,4%) yang melakukan plester sedalam 3 meter pada sumur, sedangkan 17 pemilik sumur gali lainnya (48,57%) tidak melakukan plester dikarenakan kurangnya pengetahuan dan informasi dalam tata cara pembuatan sumur gali yang sehat. Konstruksi sumur gali diwajibkan mempunyai dinding sumur yang kedap air sedalam 3 meter dari permukaan tanah, dengan lantai

sekitar sumur selebar radius + 1 meter yang juga kedap air. Kedalaman 3 meter diambil karena bakteri pada umumnya tidak dapat hidup lagi pada kedalaman tersebut.

Kondisi bibir sumur memiliki kondisi baik pada keseluruhan sumur (100%). Sedangkan untuk diameter bibir sumur selebar 75 cm hanya dipenuhi sebanyak 30 pemilik sumur gali (85,7%), sedangkan 5 orang pemilik sumur gali lainnya memiliki diameter bibir sumur gali kurang dari 75 cm (14,3%). Bibir sumur yakni bangunan berbentuk cincin dengan tinggi minimal 75 cm dari permukaan lantai sumur yang berfungsi sebagai pelindung keselamatan bagi pemakai dan untuk mencegah masuknya limbah air/pencemaran ke dalam sumur.

Dari keseluruhan sumur yang diteliti, terdapat 27 sumur (77,14%) yang memiliki lantai sumur dengan luas lebih dari 1 (satu) meter, sedangkan 8 (delapan) sumur (22,8%) memiliki lantai sumur yang kurang dari 1 (satu) meter. Sebagian kecil warga melakukan kegiatan aktivitas MCK di lantai dekat sumur. Biasanya warga menyiapkan tempat atau ruangan khusus untuk penempatan sumur sehingga aktivitas MCK tidak dilakukan langsung di lantai dekat sumur. Namun setelah dilakukan penelitian, menunjukkan hasil bahwa tidak semua sumur gali memenuhi standar konstruksi sumur gali yang diwajibkan sehingga masih terdapat kondisi fisik sumur dimungkinkan berkontribusi pada pencemaran air sumur gali.

Perilaku pengguna sumur gali meliputi pengetahuan, sikap, dan tindakan responden sebagai pemilik sumur gali. Hasil observasi pengguna sumur gali di Dusun Blimbingsari dapat dilihat pada Tabel 3. Pada tabel tersebut, menunjukkan bahwa tidak semua pengguna sumur gali mengetahui perilaku sebagai tindakan pencegahan sumur gali terhadap pencemaran. Dari hasil observasi, sebanyak 30 sumur (85,71%) dibiarkan terbuka/tidak ada penutupnya, sehingga sumur dengan mudah dapat dimasuki oleh benda-benda dari luar, seperti daun, debu, kotoran, dan sebagainya. Sumur gali hanya dibiarkan terbuka, tidak terdapat penutup sumur adalah pelengkap dalam konstruksi sumur. Penutup sumur diperlukan agar setelah digunakan ditutup dan meminimalisir resiko pencemaran dalam sumur gali. Hal yang perlu diperhatikan adalah menutup sumur secara rapat pada bagian dinding parapet.

Seseorang tidak berperilaku sehat dalam menggunakan sarana air bersih dapat disebabkan karena orang tersebut tidak mengetahui bahwa perilaku tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya pencemaran air. Sesuai yang dikemukakan oleh Slamet (2000), Wiyono & Agustjik (1992), bahwa perilaku dalam hubungannya dengan air akan menentukan kualitas air tersebut, air yang sudah memenuhi syarat kesehatan sekalipun kadang-kadang masih juga mendapat pencemaran disebabkan

oleh perilaku, baik pada waktu pengambilan, pengangkutan sampai pada saat penyimpanan air yang sudah dimasak. Masing-masing tahap di atas mempunyai risiko rekontaminasi. Rekontaminasi ini amat tergantung pada tingkah laku/kebiasaan masyarakat dalam penanganan air.

Tabel 3. Hasil Observasi Tindakan Pengguna Sumur Gali di Dusun Blimbingsari

Indikator	Jumlah	Persentase (%)
Ember/timba diletakkan dengan baik		
a. Ya	30	85,71
b. Tidak	5	14,29
Lantai sumur kotor		
a. Ya	29	82,86
b. Tidak	6	17,14
Genangan air sekitar sumur radius 2 m		
a. Ada	25	71,43
b. Tidak	10	28,57
Sumur ditutup		
a. Ya	5	14,29
b. Tidak	30	85,71

Perilaku sebagian penduduk yang belum mendukung upaya peningkatan kesehatan lingkungan merupakan kebiasaan masyarakat yang dianut secara turun-temurun. Untuk mengubah kebiasaan tersebut membutuhkan waktu yang lama dan melalui proses yang panjang yang menyangkut nilai persepsi, pengetahuan, sikap, dan juga tradisi dalam kehidupan masyarakat (Kasnodiharjo, dkk, 1997).

Pada Tabel 4 diketahui kualitas bakteriologis air sumur gali ditinjau dari kandungan *Escherichia coli* oleh biosensor TECTATM-B16. Pengambilan dan pengujian sampel air sumur gali dilakukan sebanyak 7 (tujuh) kali pada waktu yang berbeda. Diketahui bahwa kualitas air yang diambil dari kelima sumur di Dusun Blimbingsari berada terbagi dalam kondisi aman (hijau) dan waspada (kuning).

Tabel 4. Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Dusun Blimbingsari

Pengambilan ke -	Sumur	Jumlah Kandungan <i>Escherichia coli</i> (CFU/100 ml)	Kategori
1	A	87	Hijau/Aman
	B	0	Hijau/Aman
	C	9	Hijau/Aman
	D	10	Hijau/Aman
	E	87	Hijau/Aman
2	A	9	Hijau/Aman
	B	0	Hijau/Aman
	C	1	Hijau/Aman
	D	36	Hijau/Aman
	E	1.049	Merah/Bahaya
3	A	25	Hijau/Aman
	B	113	Hijau/Aman
	C	1	Hijau/Aman
	D	277	Kuning/Waspada
	E	1	Hijau/Aman
4	A	70	Hijau/Aman
	B	0	Hijau/Aman
5	C	0	Hijau/Aman
	D	0	Hijau/Aman
	E	400	7.000
6	A	0	Hijau/Aman
	B	8	Hijau/Aman
	C	30	Hijau/Aman
	D	45	Hijau/Aman
	E	500	Kuning/Waspada
7	A	150	Hijau/Aman
	B	300	Kuning/Waspada
	C	50	Hijau/Aman
	D	45	Hijau/Aman
	E	300	1.000.000

b. Hubungan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali Terhadap Kondisi Fisik Sumur Gali dan Tindakan Penggunaannya di Dusun Wonorejo

Konstruksi sumur gali yang memenuhi syarat kesehatan adalah kondisi fisik sumur gali yang sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Depkes RI (1995) dalam Manual Teknis Upaya Penyehatan

Air. Kondisi fisik sumur gali yang tidak memenuhi syarat, jika salah satu indikator dalam penelitian ini tidak memenuhi syarat yang ditetapkan. Tindakan atau praktek merupakan perilaku dalam bentuk aktif yang dapat diobservasi secara langsung. Tindakan baik atau buruk terhadap sarana pengelolaan sarana air bersih sumur gali akan mempengaruhi baik-buruknya kualitas bakteriologis air sumur gali. Hubungan kualitas bakteriologis air sumur gali terhadap kondisi fisik sumur gali dan tindakan penggunanya di Dusun Wonorejo dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Pengaruh Kualitas Konstruksi Sumur Gali Terhadap Jumlah *Escherichia coli* pada Air Sumur Gali di Dusun Wonorejo Desa Hargobinangun Tahun 2013

Titik Sumur Gali	Konstruksi Sumur Gali	Tindakan Pengguna Sumur Gali	<i>Escherichia coli</i>	
			CFU/100 ml	Kategori*
A	Memenuhi Syarat	Baik	6	Hijau/Aman
B	Tidak Memenuhi Syarat	Tidak Baik	2	Hijau/Aman
C	Tidak Memenuhi Syarat	Tidak Baik	1	Hijau/Aman

Keterangan:

* : Pedoman Kualitas Air Bersih di New Zealand (2003)

Tabel di atas menunjukkan bahwa pada sumur gali B dan C memiliki jumlah *Escherichia coli* lebih rendah dibandingkan dengan sumur gali A, padahal jika dilihat kondisi fisik sumur gali B dan sumur gali C tidak memenuhi syarat. Dengan demikian hasil penelitian ini bertolak belakang dengan hasil penelitian yang diperoleh Marsono (2009) yang menyatakan bahwa kondisi fisik sumur gali mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kadar mikroorganisme dalam air sumur gali. Semakin baik kondisi fisik sumur gali, kualitas bakteriologis air sumur gali akan semakin baik, demikian sebaliknya semakin buruk kualitas fisik sumur gali maka semakin jelek kualitas bakteriologis air sumur gali.

Hal ini dapat terjadi karena berbagai hal. Peneliti hanya melakukan satu kali pengambilan sampel sehingga perlu dilakukan pengambilan sampel secara rutin dalam satu periode waktu agar dapat dilihat tren jumlah *Escherichia coli* secara jelas. Selain itu, Dusun Wonorejo merupakan termasuk kawasan permukiman perdesaan dengan tingkat kepadatan rendah, di mana jarak antar rumah penduduk terletak jauh satu sama lain, serta aktivitas penduduk yang belum beragam jika dibanding dengan kawasan perkotaan. Hal ini turut menyumbang faktor mengapa kondisi fisik sumur gali dan tindakan penggunanya tidak memiliki hubungan yang positif terhadap kandungan bakteriologis dalam air sumur gali. Namun demikian secara keseluruhan kualitas air sumur gali di Dusun

Wonorejo secara bakteriologis sudah memenuhi persyaratan, sehingga air tersebut aman secara kesehatan dan dapat dijadikan sebagai sumber air baku air minum. Pembangunan sumur gali harus tetap mempertimbangkan syarat-syarat konstruksi sumur gali yang sehat dan memerlukan tindakan pengguna yang tepat dalam mengelolanya agar risiko terhadap pencemaran dapat diminimalisir.

4. KESIMPULAN

Jumlah *Escherichia coli* pada air sumur gali di Dusun Blimbingsari yang merupakan kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan tinggi tergolong tinggi, yaitu berkisar antara 0 CFU/100 ml sampai 1.049 CFU/100 ml. Sementara itu jumlah *Escherichia coli* pada air sumur gali di Dusun Wonorejo yang merupakan kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan rendah tergolong rendah, yaitu berkisar antara 1 CFU/100 ml sampai 6 CFU/100 ml. Kualitas air sumur gali di Dusun Wonorejo secara bakteriologis sudah memenuhi persyaratan, sehingga air tersebut aman secara kesehatan dan dapat dijadikan sebagai sumber air baku air minum.

Pada kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan yang tinggi, yaitu Dusun Blimbingsari, konstruksi sumur gali dan tindakan penggunaannya memiliki hubungan yang positif terhadap kandungan *Escherichia coli* dalam air sumur gali. Sementara itu kondisi fisik sumur gali pada Dusun Wonorejo dan tindakan penggunaannya tidak memiliki hubungan yang positif terhadap kandungan *Escherichia coli* dalam air sumur gali.

Hal ini disebabkan oleh jarak sumber pencemar yang jauh dari lokasi sumur gali, meskipun konstruksi sumur gali belum memenuhi persyaratan. Selain itu, Dusun Wonorejo merupakan kawasan permukiman dengan tingkat kepadatan rendah, di mana jarak antar rumah penduduk terletak jauh satu sama lain, serta aktivitas penduduk yang belum beragam. Hal ini turut menyumbang faktor mengapa kondisi fisik sumur gali dan tindakan penggunaannya tidak memiliki hubungan yang positif terhadap kandungan bakteriologis dalam air sumur gali.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian penelitian kolaborasi antara Universitas Islam Indonesia dan University at Buffalo, yang tergabung dalam AirKami Project, dengan peneliti utama Prof. Marc Böhlen dan Dr. Ing. Ir. Ilya Fadjar Maharika. Penelitian ini diselenggarakan selama tahun 2012-2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryana, I Ketut. 2010. *Analisis Kualitas Air dan Lingkungan Fisik pada Perlindungan Mata Air di Wilayah Kerja Puskesmas Tabanan I Kabupaten Tabanan*. Tesis. Universitas Udayana Denpasar.
- Brenner, D.J., Krieg, N.R. dan Staley, J.T. 2005. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Two the Proteobacteria*. Springer, USA.
- Brooks, G.F., Butel, J.S. & Morse, S.A. 2008. *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Mikrobiologi Kedokteran, Edisi 1 Buku 2*. Salemba Medika.
- Idhamsyah, Jonny. 2008. *Pengaruh Lingkungan Fisik dan Perilaku Pemakai Sumur Gali Terhadap Kualitas Bakteriologis pada Air Sumur Gali di Kelurahan Jembatan Mas Kecamatan Pelayung Kabupaten Batanghari Propinsi Jambi*. Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Irwanti, Gisda. 2010. *Faktor Risiko Kolonisasi Enterobacteriaceae pada Nasofaring Anak*. Skripsi. Universitas Diponegoro.
- Katiho, Angela Suryani, dkk. 2012. *Gambaran Kondisi Fisik Sumur Gali di Tinjau dari Aspek Kesehatan Lingkungan dan Perilaku Pengguna Sumur Gali di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado*. *Jurnal Kesehatan*. Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado Volume 1 Nomor 1.
- Marsono. 2009. *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Sumur Gali di Permukiman Studi di Desa Karanganom, Kecamatan Klaten Utara, Kabupaten Klaten*. Tesis. Universitas Diponegoro.
- Pasaribu, Kepler. 2004. *Analisa Kualitas Air Secara Bakteriologis Fisik, Kadar Fe Pada Mata Air Pegunungan yang Didistribusi oleh PDAM Aek Mual Natio di Kecamatan Pangaribuan Kabupaten Tapanuli Utara, Tahun 2004*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.