

PENGARUH PENAMBAHAN NATRIUM HIPOKHLORIT PADA PROSES PEMBEKUAN AIR BAKU ES BATU TERHADAP PENURUNAN JUMLAH *E coli*

Dadang Tribowo*, Lucky Herawati**, Narto***

*Alumni D3 JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293

**JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, email: dok031204@yahoo.co.id

***JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, email: nartosukunan@gmail.com

Abstract

Escherichia coli is used as a water contamination indicator which giving information about the possibility of water contamination by pathogenic microorganisms. For economic and practical reasons, the raw water used as the source of ice cube making sometimes are not boiled nor disinfected, therefore it is not safe to be consumed. To provide information on the applicability of natrium hypochloride (NaOCl) as an alternative disinfectant, this research is aimed to understand the decrease of MPN *E. coli* by using this chemical compound. This research is an experimental one with pre test-post test with control design. Data obtained from fifteen raw water sample is analysed descriptively as well as analytically by using paired sample t-test at 95% confidence level to compare the average differences between ice cube added by NaOCl and those which are not. It is concluded that the addition of NaOCl can reduce the MPN *E. coli* significantly ($p < 0,001$), and the subsequent organoleptic test on the taste and odour of the two types of ice cube, shows that the disinfected ones is still acceptable to consumers.

Kata Kunci : natrium hypochloride, *Escherichia coli*

PENDAHULUAN

Air minum didefinisikan sebagai air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Menurut Kepmenkes No. 907/Menkes/SK/VII/2002¹⁾, air minum harus memenuhi syarat: tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung mikroorganisme berbahaya, dan tidak mengandung logam berat.

Minuman dingin sangat digemari oleh konsumen di Indonesia yang beriklim tropis dan untuk mendinginkan minuman tersebut ditambahkan es batu ke dalamnya. Banyaknya permintaan minuman dingin tersebut menyebabkan kebutuhan es batu tidak hanya dipenuhi oleh perusahaan es batu saja tetapi juga dari industri rumah tangga yang membuat dan menjual es batu secara langsung untuk memenuhi permintaan.

Untuk menekan biaya produksi, banyak produsen yang membuat es batu dengan bahan baku air sumur tanpa dimasak karena harga bahan bakar yang mahal. Selain biaya yang mahal tersebut, banyak juga produsen es khususnya yang berskala industri rumah tangga yang menganggap memasak air bahan baku es batu cukup merepotkan.

Tidak dimasukkannya air sumur ini cukup berbahaya bagi konsumen karena pada tahun 2008, sekitar 85 % sumber air atau sumur di Yogyakarta diketahui telah tercemar oleh bakteri *E. coli*²⁾

E. coli dapat digunakan sebagai indikator pencemaran kotoran untuk mengetahui kemungkinan telah terkontaminasinya air oleh mikroorganisme patogen³⁾. Air yang tercemar oleh kotoran manusia maupun hewan tersebut tidak dapat digunakan untuk keperluan minum, mencuci makanan, atau memasak karena dianggap mengandung mikro-

organisme patogen yang berbahaya bagi kesehatan, terutama patogen penyebab infeksi saluran pencernaan.

Bakteri patogen yang sering ditemukan di dalam air terutama adalah bakteri-bakteri penyebab infeksi saluran pencernaan seperti *Vibrio cholerae* penyebab penyakit kolera, *Shigella dysenteriae* penyebab disentri basiler, *Salmonella typhosa* penyebab tifus, *Salmonella paratyphi* penyebab paratifus, virus polio, virus hepatitis, dan *Entamoeba histolytica* penyebab disentri amuba.

Dengan demikian, apabila dalam es batu ditemukan *E. coli* maka es tersebut kemungkinan sudah tercemar pula oleh bakteri dan virus berbahaya di atas, sehingga tidak layak lagi untuk dikonsumsi karena tidak sesuai standar.

Untuk menghilangkan bakteri dan *E. coli* dalam air agar tidak menyebabkan gangguan kesehatan harus dilakukan tindakan disinfeksi. Disinfeksi air minum adalah usaha membunuh atau menghilangkan bakteri patogen dalam air tersebut⁴⁾.

Selain disinfeksi, yang biasa dilakukan dengan cara merebus air, masih ada cara-cara lain yang dapat dilakukan, salah satunya yang sering dan mudah dilakukan adalah dengan klorinasi atau penambahan klorin.

Mudahnya cara klorinasi yang dapat dilakukan dengan menambahkan natrium hipoklorit (NaOCl) dapat menekan biaya produksi dan mempercepat proses disinfeksi air baku es batu, dengan demikian penelitian tentang pengaruh penambahan natrium hipoklorit dalam air baku es batu terhadap penurunan *E. coli* ini dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat penurunan *E. coli* es batu tersebut.

Melalui penurunan *E. coli* tersebut diharapkan kualitas es batu dapat diperbaiki sehingga dapat memenuhi syarat serta dapat menekan gangguan kesehatan yang terjadi di masyarakat sehingga derajat kesehatan masyarakat dapat meningkat.

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui terjadinya penurunan *E. coli* setelah penambahan na-

trium hipoklorit pada proses pembekuan es batu sehingga dapat memenuhi syarat kesehatan dan dapat diterima oleh konsumen. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui rentang dosis natrium hipoklorit yang diperlukan untuk disinfeksi air baku.

METODA

Studi ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain *pre-post test with control design*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penambahan natrium hipoklorit pada air baku es batu sedangkan variabel terikatnya adalah penurunan *E. coli* pada air es batu.

Populasi dalam penelitian ini adalah semua air baku es batu yang dibekukan menjadi es dan dijual oleh produsen rumah yang ditujukan untuk minuman secara langsung. Sampel dari penelitian eksperimen ini adalah 15 sampel air baku dari 11 produsen es batu yang ada di Gadingan, Banyumeneng dan empat produsen es dari Dusun Patran, Banyumeneng.

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Gadingan, Banyuraden, Gamping, Sleman, dalam waktu dua bulan.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode pemeriksaan *E. coli* air es batu setelah air bahan baku es batu tersebut ditambah dan tidak ditambah natrium hipoklorit pada proses pembekuannya.

Data hasil pemeriksaan jumlah *E. coli* dan pemeriksaan mutu organoleptik dianalisis normalitas datanya dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Jika data terbukti terdistribusi secara normal, maka diuji secara parametrik dengan menggunakan *paired sample t-test* untuk membandingkan beda rata-rata antara *E. coli* es batu yang ditambahkan natrium hipoklorit pada proses pembekuan air bakunya dengan es batu yang tidak. Uji *paired sample t-test* juga digunakan untuk membandingkan beda rata-rata hasil uji organoleptik pada masing-masing parameter bau dan rasa es batu. Pengujian ini dilakukan menggunakan program *SPSS for Windows* versi 13 dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

HASIL

Tabel 1.

Jumlah *E. coli* pada air baku, es batu tanpa natrium hipoklorit dan es batu dengan natrium hipoklorit

Kode Sampel	MPN <i>E. coli</i> per 100 ml		
	Air baku	Es batu tanpa NaOCl	Es batu dengan NaOCl
A	21	17	0
B	19	10	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	21	12	0
F	14	5	0
G	17	10	0
H	12	12	0
I	12	5	0
J	0	0	0
K	0	0	0
L	29	16	0
M	14	10	0
N	14	7	0
O	14	8	0
rerata	12,5	7,5	0

Tabel 1 memperlihatkan bahwa jumlah *E. coli* tertinggi pada kelompok air baku es batu adalah 29 koloni, terendah nol koloni dengan rerata 12,5 koloni.

Pada kelompok es batu tanpa natrium hipoklorit, jumlah *E. coli* tertinggi adalah 17 koloni, terendah nol koloni dan rata-ratanya 7,5 koloni.

Adapun untuk kelompok es batu dengan natrium hipoklorit, semuanya menunjukkan 0 koloni atau tidak ditemukan adanya *E. coli*.

Dari Tabel 1 di atas dapat dihitung bahwa selisih rata-rata jumlah koloni *E. coli* antara yang ditemukan pada air baku dan yang ditemukan pada es batu tanpa NaOCl adalah sebesar 5 koloni, dan antara air baku dengan es batu yang diberi NaOCl adalah 12,5 koloni.

Selanjutnya, pada tabel berikut disajikan data mengenai daya sergap khlor.

Tabel 2.

Kebutuhan sisa khlor dalam satu liter air baku es batu

Kode Sampel	Daya sergap khlor (mg/l)	Dosis natrium hipoklorit (mg/l)
A	0,2	0,5
B	0,2	0,5
E	0,2	0,5
F	0,1	0,4
G	0,1	0,4
H	0,1	0,4
I	0,2	0,5
L	0,2	0,5
M	0,2	0,5
N	0,1	0,4
O	0,2	0,5

Dari Tabel 2 di atas, dapat diketahui bahwa dari sebelas sumber air yang positif *E. coli* terdapat enam sumber air yang daya sergap khlornya menunjukkan angka 0,2 mg/l sedangkan lima sisanya menunjukkan angka 0,1 mg/l.

Tabel 3.

Skor kesukaan bau dan rasa es batu

Panelis	Es batu dengan NaOCl		Es batu tanpa NaOCl	
	Bau	Rasa	Bau	Rasa
ALS	4	5	4	4
AW	5	5	3	4
RE	5	5	5	4
RD	4	4	5	5
MA	4	4	4	3
Rerata	4,4	4,6	4,2	4,0

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata parameter bau pada kelompok es batu yang ditambahkan natrium hipoklorit pada air bakunya adalah 4,4; sedangkan yang tanpa natrium hipoklorit menunjukkan nilai 4,2. Adapun untuk parameter rasa, kelompok es batu yang ditambahkan natrium hipoklorit pada air bakunya menunjukkan nilai 4,6 sedangkan yang tanpa natrium hipoklorit menunjukkan nilai 4,0.

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis secara analitik menggunakan *paired sample t-test* pada derajat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) diketahui bahwa penambahan natrium hipoklorit berpengaruh terhadap penurunan *E.coli* ($p < 0,001$). Penurunan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 1, di mana secara deskriptif jumlah *E.coli* tertinggi pada kelompok air baku es batu berjumlah 29 sedangkan jumlah *E.coli* terendah adalah nol.

Produsen es batu di Gadingan yang menggunakan bahan baku dari air PDAM berjumlah empat produsen, dan dari ke empat produsen es batu tersebut tiga diantaranya air bakunya telah memenuhi syarat yaitu nol, sedangkan satu di antaranya masih ditemukan *E.coli* yaitu sebanyak 14 koloni. Keberadaan *E.coli* pada air PDAM ini dimungkinkan karena perilaku pemilik yang menampung airnya dalam tempat penampung air terlebih dahulu.

Penelitian ini menggunakan 15 sampel air baku dari produsen es batu yang berada di wilayah Gadingan. Berdasarkan wawancara dengan produsen yang dilakukan saat pengambilan sampel, ke limabelas produsen es batu tersebut rata-rata menjual produknya dengan harga lima ratus rupiah untuk setiap satu buah es batu kemasan satu kilogram.

Karena memasak air baku es membutuhkan bahan bakar, alat memasak, tenaga, dan waktu yang relatif lama, para produsen es batu menggunakan bahan baku es batu konsumsi dari air sumur atau air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) secara langsung tanpa dimasak terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk mengurangi biaya produksi yang jika dianalisis secara biaya, harga kemasan plastik es batu satu kilogram yang berisi seratus kantong plastik berharga sebelas ribu rupiah, selain itu produsen es batu juga harus mengeluarkan biaya listrik untuk *freezer*, air, dan karet pengikat es batu sehingga apabila air baku dimasak terlebih dahulu para produsen mengaku bisa merugi.

Selain membutuhkan biaya bahan bakar, peralatan, serta waktu yang lama,

menurut para produsen es batu, air baku yang telah dimasak dan mendidih tidak dapat langsung dikemas untuk dijadikan es batu. Air yang telah dimasak dan mendidih harus ditunggu sampai menjadi dingin terlebih dahulu kemudian baru dapat dikemas agar tidak panas di tangan dan tidak merusak *freezer*. Air baku yang tidak dimasak dan tanpa proses disinfeksi inilah yang menyebabkan masih ditemukannya *E. coli* dalam sampel air es batu pada tahun 2008, karena sekitar 85% sumber air atau sumur di Yogyakarta telah tercemar oleh bakteri *E. coli*²⁾.

Dari Tabel 1 juga dapat diketahui bahwa pada kelompok air baku, jumlah *E. coli* tertinggi yang ditemukan berasal dari Sumur L sebanyak 29 koloni. Setelah air baku di jadikan es batu, jumlah *E. coli* es batu tertinggi menjadi 17 koloni yaitu pada es batu yang air bakunya berasal dari Sumur A. Dengan demikian, jumlah koloni es batu tertinggi pada kelompok air baku telah berubah setelah air baku dibekukan dalam *freezer* dan dijadikan es batu.

Secara umum jumlah *E. coli* pada kelompok es batu tanpa dan dengan tambahan natrium hipoklorit telah menurun dibandingkan dengan jumlah *E. coli* yang ditemukan pada air baku es batu. Penurunan jumlah koloni ini dapat terlihat jelas pada kelompok es batu yang ditambah natrium hipoklorit yakni seluruh es batu dari 15 produsen menunjukkan jumlah *E. coli* nol per 100 ml.

E.coli dapat hidup optimum pada suhu 37 °C, sedangkan pada penelitian ini air baku dibekukan pada suhu 0 °C sehingga suhu beku ini bukan merupakan suhu yang optimum untuk kehidupan *E. coli*³⁾.

Dalam ilmu pangan, Buckle¹⁾ menjelaskan bahwa penyimpanan yang lama pada suhu antara 0 dan 5 °C dapat mengakibatkan kerusakan yang nyata pada sel mikroorganisme sehingga jumlah mikroorganisme biasanya akan menurun selama pembekuan dan penyimpanan beku. Pembekuan yang terjadi pada suhu 0 °C selama 24 jam inilah yang mengakibatkan jumlah *E.coli* dari air baku menurun dibandingkan dengan

E. coli pada kelompok es batu yang tanpa disinfektan natrium hipoklorit.

Dijelaskan pula ⁵⁾ bahwa meskipun jumlah mikroba menurun selama pembekuan dan penyimpanan beku karena pembekuan mempunyai pengaruh yang nyata pada kerusakan sel mikroba, jika sel yang rusak atau luka tersebut mendapat kesempatan menyembuhkan dirinya, maka pertumbuhan yang cepat akan terjadi jika lingkungan sekitarnya memungkinkan. Hal inilah yang menyebabkan masih ditemukannya sejumlah *E. coli* dalam es batu tanpa desinfeksi natrium hipoklorit.

Air yang dipergunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk minum, mencuci, mandi, dan sebagainya dapat dicemari oleh penyakit berbentuk infeksi dari jenis virus, bakteri, jamur, protozoa, dan cacing ⁶⁾. Pencemaran biasanya disebabkan karena masuknya kotoran manusia dan binatang ke dalamnya, misal dalam bentuk tinja, air kencing, dahak, ekskresi, luka, dan sebagainya. Pencemaran yang tidak sengaja banyak pula terjadi, seperti kembalinya air buangan ke dalam sumur secara langsung atau melalui tempat bocor dan celah-celah tanah.

Air yang tercemar oleh kotoran manusia maupun hewan tersebut tidak dapat digunakan untuk keperluan minum, mencuci makanan, atau memasak karena dianggap mengandung mikroorganisme patogen yang berbahaya bagi kesehatan, yaitu yang sering ditemukan adalah bakteri-bakteri penyebab infeksi saluran pencernaan ³⁾.

Untuk menghilangkan bakteri patogen dalam air perlu dilakukan disinfeksi. Disinfeksi air minum adalah upaya membunuh atau menghilangkan bakteri patogen dalam air tersebut ⁴⁾. Pada penelitian ini cara disinfeksi yang dipakai untuk menurunkan bakteri *E. coli* sebagai indikator bahwa air tersebut telah tercemar kotoran adalah dengan metode khlorinasi.

Sasaran khlorinasi terhadap air minum adalah penghancuran bakteri melalui daya germisidal dari khlorin terhadap bakteri. Khlorinasi dilakukan dengan menggunakan natrium hipoklorit

yang ditambahkan pada air baku es batu sebelum akhirnya dibekukan dalam freezer ⁵⁾. Tujuan utama dalam proses khlorinasi adalah dicapainya residu khlorin yang sesuai dengan kualitas air minum yang ditentukan yaitu antara 0,2 sampai 0,5 mg/l, sesuai dengan Kepmenkes No.907/Menkes/SK/VII/2002.

Menurut Lucia W.M dalam Suria-wiria ⁷⁾, apabila kandungan khlor tersebut bisa dicapai melalui proses disinfeksi maka dengan sendirinya kandungan mikroorganisme yang ada dalam air akan dimusnahkan. Proses disinfeksi ini menurutnya dapat dijelaskan sebagai berikut: sel mikroorganisme diperkirakan terdiri atas 50% karbon, 5-15% nitrogen, 0,5-1,5% fosfor, dan 0,5-1,5 sulfur.

Perbandingan antara C, N, P dan S adalah 100 : 10 : 1 : 1, selain bahan tersebut, di dalam jaringan sel juga terdapat unsur lain seperti: hidrogen (H), oksigen (O₂), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), besi (Fe) dan elemen lain. Bahan dan unsur tersebut terkandung di dalam sitoplasma (yang meliputi: ribosom, granula, dan nukleus), di mana sitoplasma itu sendiri terlindungi oleh dinding sel yang berfungsi untuk melindungi pengaruh dari luar maupun tekanan osmotik dari dalam, agar metabolisme sel bisa berjalan.

Selanjutnya apabila dalam suatu medium air diberikan bahan atau senyawa khlorin sebagai disinfektan yaitu seperti: monokloramin (NH₂Cl), dikloramin (NHCl₂), kaporit atau Ca(OCl)₂, dan natrium hipoklorit Na(OCl), di dalam air akan terjadi reaksi kimia dan pelepasan ion-ion dari senyawa khlor.

Dari proses ini dinding sel akan terganggu dan unsur yang ada dalam sitoplasma sendiri (H, O₂, K, Ca, Mg, Na, Fe), cenderung untuk melakukan tekanan ke luar untuk berikatan dengan senyawa ion khlorin bebas. Akibatnya, dinding sel akan pecah dan sisa bahan dalam sitoplasma menekan ke dalam sel yang akan menyebabkan pecahnya inti sel serta akhirnya memusnahkan mikroorganisme tersebut.

Pemberian khlorin, secara efisien menghasilkan air yang boleh dikatakan

terbebas dari organisme coliform⁵⁾. Matinya mikroorganisme karena pemberian klorin tersebut sesuai dengan hasil dari penelitian ini yang menyatakan bahwa ada pengaruh yang bermakna penambahan natrium hipoklorit pada air baku es batu terhadap penurunan *E.coli* dimana es batu yang air bakunya ditambahkan natrium hipoklorit sudah tidak ditemukan *E.coli* lagi dalam 100 ml air sampelnya.

Proses disinfeksi menggunakan natrium hipoklorit ini juga dapat dikatakan efektif karena selain sudah dapat menghilangkan *E.coli*, harga natrium hipoklorit kemasan satu liter dengan kadar 15 % hanya sepuluh ribu rupiah. Jika dihitung dari aspek biaya, lima tetes NaOCl 15% dapat digunakan untuk 10 liter air, jadi dengan perhitungan 1 ml ekuivalen dengan 20 tetes maka NaOCl 1 liter seharga Rp 10.000 ini dapat digunakan untuk mendisinfeksi 40.000 liter air. Biaya ini jauh lebih murah jika dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk memasak air sehingga tidak akan memberatkan produsen es batu.

Berdasarkan analisis secara analitik menggunakan *paired sample t-test* pada derajat kepercayaan 95%, juga diketahui bahwa penambahan natrium hipoklorit dalam air baku es batu tidak berpengaruh terhadap bau ($p = 0,704$) ataupun rasa es batu ($p = 0,208$).

Menurut responden, bau dan rasa es batu yang telah ditambahkan natrium hipoklorit susah dibedakan setelah ditambahkan ke dalam minuman. Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa pada kelompok minuman yang menggunakan es batu tanpa natrium hipoklorit, untuk parameter bau, dua panelis menyatakan sangat menyukai, satu panelis menyatakan cukup menyukai, sedangkan dua sisanya menyatakan menyukai minuman tersebut.

Dari pengujian parameter rasa diketahui bahwa tiga panelis menyatakan menyukai, satu panelis sangat menyukai dan satu panelis yang lain cukup menyukai minuman dengan es batu tanpa natrium hipoklorit yang disajikan. Rata-rata untuk parameter bau pada minuman yang menggunakan es batu tanpa na-

trium hipoklorit adalah 4,2 sedangkan rata-rata untuk parameter rasa menunjukkan angka 4,0.

Dari Tabel 3 juga dapat diketahui bahwa pada kelompok minuman yang menggunakan es batu dengan natrium hipoklorit, untuk parameter bau, dua panelis menyatakan sangat suka sedangkan tiga panelis menyatakan suka; dan untuk parameter rasa, tiga panelis menyatakan sangat suka dan dua panelis menyatakan menyukai minuman yang disajikan.

Rata-rata untuk parameter bau pada minuman yang menggunakan es batu yang ditambahkan natrium hipoklorit adalah 4,4; sedangkan rata-rata untuk parameter rasa menunjukkan angka 4,6 yang berarti baik parameter bau dan rasa masih sama-sama disukai.

Nilai rata-rata bau dan rasa minuman es batu yang ditambahkan natrium hipoklorit justru lebih tinggi dibandingkan dengan minuman es batu tanpa natrium hipoklorit yang sudah lebih dulu berada di pasaran sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan natrium hipoklorit pada air baku es batu dengan dosis yang dihitung dengan daya sergap klor ditambah angka keamanan masih dapat diterima oleh panelis dan masyarakat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1) penambahan natrium hipoklorit pada proses pembekuan air baku es batu berpengaruh terhadap penurunan jumlah *E.coli* ($p < 0,001$); 2) es batu yang ditambahkan natrium hipoklorit masih disukai oleh konsumen, baik dilihat dari parameter bau maupun rasa; 3) rentang dosis yang dapat digunakan untuk disinfeksi di Desa Gadingan, Banyumeneng, Gamping, Sleman adalah 4 sampai 5 tetes natrium hipoklorit (bahan aktif 15%) untuk tiap 10 liter air baku es batu.

SARAN

Produsen es batu hendaknya melakukan proses disinfeksi air baku yang di-

gunakan agar tidak terjadi gangguan kesehatan pada orang yang mengkonsumsi es batu tersebut. Dalam hal ini produsen es batu dapat melakukan disinfeksi air baku dengan menggunakan natrium hipoklorit dengan dosis yang telah ditentukan, yaitu pada rentang antara 0,4 mg/l sampai 0,5 mg/l. Natrium hipoklorit tersebut dapat diteteskan langsung pada bak penampung air yang dimiliki oleh produsen.

DAFTAR PUSTAKA

1. Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., Wootton, M., 2009. *Ilmu Pangan*, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
2. *Kepmenkes No: 907/Menkes/SK/VII/2002, tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*, 2002. Jakarta, Depkes RI.
3. Fardiaz, S., 1992. *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
4. Departemen Kesehatan RI, 2008. *Profil Kesehatan Propinsi D.I. Yogyakarta Tahun 2008*, (Online), (<http://depkes.go.id/downloads/profil/prov%20diy%202008.pdf>, diakses 4 Maret 2010).
5. Redaksi Toegoe, 2008. *Banyu Panguripan, di Titik Nadir?*, (Online), (<http://walhi-jogja.or.id/index.php?option=comcontent&task=view&id=72&Itemid=6>, diakses tanggal 7 Maret 2010).
6. Rohim, M., 2006. *Analisis Penerapan Metode Kaporisasi Sederhana terhadap Kualitas Bakteriologis Air PMA*, (Online), (eprints.undip.ac.id/15727/1/Miftahur_Rohim.pdf, diakses tanggal 22 Juli 2010).
7. Suriawiria, U., 2003. *Mikrobiologi Air*, PT Alumni, Bandung.
8. Sutrisno, C. T., 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Rineka Cipta, Jakarta.