

Perbandingan Jumlah Koloni Bakteri Kontaminan pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Antapani Kota Bandung Tahun 2016

Number of Contaminant Bacteria Colony Comparison Among Water Refill Depots in Antapani Bandung 2016

¹Nur Lia Fitriyani, ²Sadeli Masria, ³Siti Annisa Devi Trusda

¹Prodi Pendidikan Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung

²Bagian Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung

³Bagian Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹Nurliafitriani@gmail.com, ²Sadelimasria1945@gmail.com, ³trusda5rhh@gmail.com

Abstract. Water is an important substance for human. Water consumption is directly related to the human health. People tend to consume ready to drink water, which led to the development of drinking water refill depot, unfortunately, not all drinking water refill depot assured the product quality which is safe and healthy to consume. The study was aimed to compare the number colonies of bacteria contaminants and fecal *Escherichia coli* bacteria in drinking water refill depot in District Antapani Bandung in 2016. Method used in this study was an analytical laboratory. Samples were taken from 10 drinking water refill depot. The study was conducted in the laboratory to calculate and compare the total plate count (TPC) of contaminating bacteria and bacteria *Escherichia coli* fecal contaminants. Data were analyzed using one way ANOVA test with $p > 0.05$. The results showed the number of total plate count bacterial contaminants on depots that use ultraviolet disinfection is $3,97 \times 10^1$, depots which use reverse osmosis disinfection is $2,65 \times 10^1$, and Depots which use the combined ozone and ultraviolet disinfection is $1,7 \times 10^1$. Results of research *Escherichia coli* fecal contamination in all samples was 0 APM / 100 ml. Conclusion of research, there were no significant differences in the number of bacterial contaminants on drinking water refill depot that use ultraviolet disinfection, reverse osmosis and ultraviolet ozone combined. There was no contamination of fecal *Escherichia coli* bacteria in all drinking water refill depots throughout the sample.

Keywords : Bacteria, Disinfection, E.Coli, Water Refill

Abstrak. Air merupakan zat penting yang dibutuhkan oleh manusia. Konsumsi air minum secara langsung berkaitan dengan kesehatan tubuh manusia. Kecenderungan penduduk untuk mengonsumsi air minum siap pakai menyebabkan berkembangnya industri depot pengisian air minum isi ulang, tetapi tidak semua depot air minum isi ulang terjamin kualitas produknya sehingga aman dan sehat untuk dikonsumsi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbandingan jumlah koloni bakteri kontaminan dan bakteri kontaminan *Escherichia coli* tinja pada depot air minum isi ulang di Kecamatan Antapani Kota Bandung tahun 2016. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analitik laborator. Sampel diambil dari 10 depot air minum isi ulang. Penelitian dilakukan di laboratorium untuk menghitung dan membandingkan angka lempeng total (ALT) bakteri kontaminan dan bakteri kontaminan *Escherichia coli* tinja. Data dianalisis menggunakan uji *one way ANOVA* dengan nilai $p > 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan jumlah ALT bakteri kontaminan pada depot yang menggunakan desinfeksi ultraviolet adalah $3,97 \times 10^1$, depot yang menggunakan desinfeksi reverse osmosis adalah $2,65 \times 10^1$, dan depot yang menggunakan desinfeksi gabungan ozon dan ultraviolet adalah $1,7 \times 10^1$. Hasil penelitian kontaminasi *Escherichia coli* tinja di semua sampel adalah 0 APM/100 ml. Simpulan penelitian, tidak terdapat perbedaan jumlah ALT bakteri kontaminan pada DAMIU yang menggunakan desinfeksi ultraviolet, reverse osmosis dan gabungan ozon ultraviolet. Tidak terdapat kontaminasi bakteri *Escherichia coli* tinja pada seluruh depot air minum yang menjadi sampel.

Kata Kunci : Air Minum, Bakteri, Desinfeksi, E.Coli

A. Pendahuluan

Air merupakan zat penting yang dibutuhkan oleh manusia. Volume air dalam tubuh manusia rata-rata 65 % dari total berat badan. Penggunaan air yang utama adalah sebagai air minum untuk memenuhi kebutuhan cairan dan metabolisme tubuh, selain itu air juga digunakan untuk kegiatan sehari-hari yang lain seperti memasak, mandi, mencuci, keperluan industri, pertanian dan lain-lain.¹ Konsumsi air minum secara langsung berkaitan dengan kesehatan tubuh manusia sehingga kualitas air minum harus sesuai dengan persyaratan kesehatan air minum yang meliputi persyaratan bakteriologi, kimia, fisik dan radioaktif karena air minum yang dikonsumsi dapat menjadi media penularan dan penyebaran penyakit. (Chandra, 2007; Kemenkes, 2010)

Pemenuhan kebutuhan air minum penduduk Indonesia bersumber dari air minum dalam kemasan (AMDK), air minum isi ulang (AMIU), air ledeng dari PDAM, air tanah dangkal dari sumur-sumur gali atau pompa serta air hujan yang dimasak terlebih dahulu sebelum menjadi air minum. Kecenderungan penduduk untuk mengkonsumsi air minum siap pakai membuat air minum isi ulang (AMIU) yang memiliki harga lebih murah dibandingkan dengan air minum dalam kemasan (AMDK) menjadi salah satu pilihan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air minum, hal ini menyebabkan berkembangnya industri depot pengisian air minum isi ulang, tetapi tidak semua depot air minum isi ulang terjamin keamanan produknya salah satunya dari segi aspek bakteriologi. (Depkes RI, 2010)

Air minum isi ulang harus memenuhi persyaratan kualitas yang telah ditetapkan agar air layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat dan tidak menyebabkan masalah pada kesehatan. Salah satu parameter bakteriologi untuk air minum adalah tidak terdapat bakteri *Escherichia coli* dalam 100 ml sampel dan jumlah koloni bakteri tidak melebihi 1×10^2 koloni/ml sampel. (Kemenkes, 2010; BPOM, 2009) *Escherichia coli* merupakan salah satu golongan *coliform* yang termasuk kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya cemaran tinja manusia, tingginya kontaminasi bakteri *coliform* maka semakin tinggi pula risiko kehadiran bakteri patogen lainnya yang biasa hidup atau terdapat dalam kotoran manusia dan dapat menyebabkan masalah kesehatan. (Suprihatin, 2004)

Proses produksi air minum isi ulang terdiri dari penampungan air baku kemudian penyaringan dan disinfeksi. Pada tahap disinfeksi yang bertujuan untuk menghilangkan bakteri dalam air digunakan beberapa metode, seperti penggunaan ozon, ultraviolet atau reverse osmosis yang memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. (Kepmenperindag, 2004) Terdapat beberapa penyebab kontaminasi AMIU diantaranya dari kualitas air baku, proses filtrasi dan disinfeksi dengan kualitas rendah, wadah tempat distribusi air yang tidak memenuhi standar higiene dan sanitasi depot AMIU. (Pitoyo, 2005)

Kecamatan Antapani merupakan salah satu kecamatan yang memiliki banyak depot air minum isi ulang yang menggunakan proses disinfeksi yang berbeda sehingga peneliti tertarik untuk meneliti kualitas air minum yang dihasilkan. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : “Apakah terdapat perbedaan jumlah koloni bakteri kontaminan dan apakah terdapat kontaminasi *Escherichia coli* tinja pada depot air minum isi ulang (DAMIU) yang menggunakan proses disinfeksi ultraviolet, reverse osmosis dan kombinasi antara ultraviolet dan ozon?”. Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis perbandingan jumlah koloni bakteri kontaminan dan menghitung bakteri *Escherichia coli* tinja pada depot air minum isi ulang yang menggunakan proses disinfeksi dengan reverse osmosis, ultraviolet dan gabungan antara ultraviolet dan ozon.

B. Landasan Teori

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. (Kemenkes, 2010) Proses produksi depot air minum terdiri dari penampungan air baku, penyaringan dan desinfeksi. Proses disinfeksi yang digunakan depot air minum paling sering menggunakan ozonisasi, ultraviolet dan reversed osmosis.

Desinfeksi ozon merupakan senyawa yang dapat membunuh bakteri, virus, jamur dan mikroorganisme lainnya karena mempunyai daya oksidasi yang kuat. Efektivitas ozon tergantung pada konsentrasi ozon yang digunakan. Ozon dapat menginaktivasi bakteri pada konsentrasi 0,1 mg/l. *E.coli* dapat diinaktivasi oleh ozon pada konsentrasi yang rendah yaitu sebesar 0,01 mg/l sedangkan untuk virus enterik konsentrasi ozon yang dibutuhkan 0,04 sampai 0,042 mg/l. (Said, 2007)

Desinfeksi Ultraviolet memiliki kemampuan untuk merubah struktur DNA dalam sel dan menghambat reproduksi mikroorganisme dan mampu untuk menginaktifkan bakteri, virus dan beberapa organisme yang lain. Sebagian besar mikroorganisme dapat diinaktivasi oleh sinar UV pada panjang gelombang 260 nm. Ultraviolet efektif menginaktivasi bakteri jika intensitas cahaya mencapai organisme dan air harus bersih dari segala sesuatu yang menghalangi cahaya sampai ke organisme. Efektivitas UV dalam menginaktivasi organisme dalam air tergantung lama pajanan sinar pada air, intensitas cahaya dan jenis mikroorganisme. (Said, 2007; Wagenet *et al*, 2004)

Reverse osmosis merupakan proses pemisahan berbagai pencemar dari dalam air dengan cara melewatkan air pada suatu membran yang bersifat *semipermeabel* dengan ukuran pori bervariasi dari 0,1 nanometer sampai 5000 nanometer. Efektivitas reverse osmosis tergantung dari ukuran pori, temperatur, tekanan dan area permukaan membran. (Wimalan, 2013)

Bakteri adalah mikroorganisme bersel tunggal, tidak memiliki inti dan memperbanyak diri melalui pembelahan sel, dapat aerob ataupun anaerob, motil ataupun nonmotil, hidup bebas, saprofitik, parasitik atau patogenik. (Dorland, 2011) Reproduksi sel bakteri terjadi secara aseksual melalui pembelahan biner yaitu dari satu sel menghasilkan dua sel anakan, pertumbuhan secara populasi diakibatkan pertumbuhan individu bakteri dan dapat diamati dari pertumbuhan jumlah sel atau massa sel. Metode pengukuran pertumbuhan dapat dilakukan secara tidak langsung salah satunya dengan hitung cawan (*plate count*) dengan jumlah sel dinyatakan dengan *colony forming unit* (CFU). (Harti, 2015)

Bakteri koliform adalah golongan bakteri intestinal yaitu bakteri yang hidup didalam saluran pencernaan manusia. Bakteri ini tidak membentuk spora, motil atau nonmotil, gram negatif berbentuk batang, mampu memfermentasikan laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada temperatur 37⁰ C dalam waktu 48 jam. Contoh tipikal koliform tinja adalah *E.coli* dan nontinja adalah *Klebsiella aerogeus*. *E.coli* dalam air minum mengindikasikan kontaminasi tinja. (Chandra, 2007)

Escherichia coli merupakan bakteri flora normal dalam usus manusia dan hewan. Bakteri ini dapat memfermentasikan glukosa dan manitol, dan menghasilkan indol dari triptofan. Memiliki enzim - galaktosidase dan -glukoronidase. Mayoritas dari *E. coli* tidak berbahaya tetapi beberapa dari jenis *E. coli* adalah patogen, sehingga dapat menyebabkan penyakit pada tubuh manusia, seperti diare. Diare yang disebabkan oleh *E. coli* ini ditransmisikan melalui air atau makanan yang terkontaminasi. (Jawetz *et al*, 2010; CDC, 2015) Bakteri lain yang dapat mengkontaminasi air adalah *Shigella sp* yang menyebabkan penyakit disentri, kera-

perut, demam. *Vibrio cholera* ditransmisikan melalui air dan berhubungan dengan sistem sanitasi air dan dapat menyebabkan penyakit diare pada manusia dan *Salmonella sp* yang dapat ditransmisikan melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi. *Salmonella* serotipe *typhi* menyebabkan penyakit demam tifoid sedangkan *Salmonella* seritipe *enterica* menyebabkan diare pada manusia. (Jawetz *et al*,2010;Ryan,2004)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tabel 1. Perbandingan Jumlah ALT Koloni Bakteri Kontaminan Pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Antapani Kota Bandung tahun 2016

Ultraviolet		Ultraviolet+Ozon		Reverse Osmosis	
Id depot	ALT (CFU/ml)	Id depot	ALT (CFU/ml)	Id depot	ALT (CFU/ml)
B	1,4 X 10 ¹	A	1,7 X 10 ¹	D	2,8 X 10 ¹
F	7,2 X 10 ¹	C	1,8 X 10 ¹	J	2,5 X 10 ¹
H	3,3 X 10 ¹	E	2,2 X 10 ¹		
		G	1,7 X 10 ¹		
		I	1,1 X 10 ¹		
Rata-rata	3,97 X 10 ¹		1,7 X 10 ¹		2,65 X 10 ¹

Berdasarkan tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa jumlah ALT koloni bakteri kontaminan pada depot air minum isi ulang di Kecamatan Antapani semuanya memenuhi syarat BPOM yaitu kurang dari 1×10^2 koloni/ml. Uji statistik dilakukan untuk mengetahui perbandingan efektivitas desinfektan dalam menghilangkan kontaminasi bakteri dalam air minum isi ulang. Berdasarkan uji normalitas melalui tes *Shapiro-Wilk* didapatkan bahwa data terdistribusi normal (nilai $p > 0,05$), kemudian dilakukan uji alternatif (parametrik) yaitu tes *one way ANOVA*. Hasilnya didapatkan bahwa nilai $p > 0,05$ yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan pada ketiga jenis desinfeksi dalam menghilangkan kontaminasi bakteri pada air minum isi ulang.

Tabel 2. Perbandingan Jumlah Bakteri *Escherichia coli* Pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Antapani Kota Bandung tahun 2016

Ultraviolet	Ultraviolet+Ozon	Reverse Osmosis
<i>E. coli</i> (APM/100 ml)	<i>E. coli</i> (APM/100 ml)	<i>E. coli</i> (APM/100 ml)
0	0	0

Berdasarkan tabel 2 diatas dapat diketahui bahwa semua depot air minum isi ulang di Kecamatan Antapani tidak terkontaminasi bakteri *Escherichia coli* tinja.

Hasil pemeriksaan ALT dari 10 depot yang menjadi sampel memperlihatkan bahwa DAMIU yang menggunakan desinfeksi gabungan ultraviolet ozon memiliki jumlah bakteri yang lebih sedikit dibandingkan dengan DAMIU yang menggunakan desinfeksi ultraviolet dan reverse osmosis meskipun perbedaan ini tidak signifikan. Hal ini dapat terjadi karena DAMIU yang hanya menggunakan desinfeksi ultraviolet memiliki beberapa kelemahan yaitu efektivitas desinfeksi ultraviolet tergantung dari lama pajanan sinar ultraviolet pada air, panjang gelombang sinar ultraviolet harus sekitar 260 nm dan lamanya penggunaan lampu ultraviolet. Kualitas air baku yang digunakan termasuk jumlah bakteri yang terlalu banyak dan kualitas fisik air baku seperti tingginya total zat padat terlarut dan kekeruhan juga dapat menurunkan efektivitas dari desinfeksi ultraviolet.

Begitu pula dengan penggunaan desinfeksi reverse osmosis saja, efektivitas

desinfeksi reverse osmosis tergantung dari ukuran pori, temperatur, tekanan, area permukaan membran dan kualitas air baku terutama total zat padat terlarut dalam air baku. Tingginya kandungan total zat padat terlarut dalam air baku dapat menyebabkan pengendapan sedimen pada membran dan merusak membran sehingga dapat menurunkan fungsi dari membran untuk menyaring bakteri dan partikel lain dalam air yang menyebabkan lolosnya bakteri yang seharusnya tersaring.

Penelitian yang dilakukan Wulansarie dan Bismo tahun 2015 di Depok menyimpulkan bahwa proses desinfeksi menggunakan desinfeksi ozon dan sinar ultraviolet pada sampel air keran mampu mendegradasi bakteri 100% sedangkan pada sampel AMDK mampu mendegradasi bakteri sebanyak 99,993%. Hal ini dikarenakan adanya sinergitas antara desinfeksi ozon dan sinar ultraviolet sehingga dapat mengurangi jumlah bakteri lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan desinfeksi sinar ultraviolet atau reverse osmosis saja.

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan kemampuan desinfeksi ultraviolet, reverse osmosis dan gabungan antara ultraviolet dan ozon yang digunakan depot dalam menurunkan jumlah *Escherichia coli* tinja dalam air minum karena semua depot menunjukkan hasil nol yang artinya tidak ditemukan bakteri dalam sampel air minum isi ulang. Semua desinfeksi yang digunakan depot air minum isi ulang di Kecamatan Antapani sudah efektif dalam menghilangkan bakteri *Escherichia coli* tinja.

Berbeda dari hasil penelitian Rosmiati saleh dkk, tahun 2013 di Kota Pekalongan bahwa terdapat perbedaan signifikan jumlah *Escherichia coli* pada DAMIU yang menggunakan desinfeksi ultraviolet, reverse osmosis dan gabungan ultraviolet ozon dan menyimpulkan bahwa desinfeksi gabungan dan lebih lengkap akan menurunkan jumlah cemaran bakteri lebih efektif. Begitu pula penelitian Rahayu dkk, tahun 2012 di Kabupaten Tegal menyimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kualitas mikrobiologi air baku, proses filtrasi, proses desinfeksi dengan kualitas mikrobiologi air produk DAMIU di depot air minum isi ulang.

Perbedaan hasil penelitian ini dapat disebabkan karena perbedaan dari sumber air baku, kualitas air baku dan kondisi peralatan yang digunakan. Sumber air baku yang digunakan oleh DAMIU di Kota pekalongan dan Kabupaten Tegal telah tercemar oleh kotoran manusia sehingga terdapat beberapa DAMIU yang air bakunya mengandung bakteri *Escherichia coli* tinja yang tidak memenuhi syarat bakteriologi Begitu pula dengan perbedaan kondisi peralatan yang digunakan DAMIU yaitu kondisi dan ukuran filter yang digunakan dan kondisi alat desinfeksi yang digunakan dapat mempengaruhi perbedaan hasil ini.

D. Kesimpulan

Dari paparan diatas dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan jumlah ALT bakteri kontaminan pada DAMIU yang menggunakan proses desinfeksi ultraviolet, reverse osmosis dan gabungan antara ultraviolet dan ozon. Begitu pula tidak terdapat kontaminasi *Escherichia coli* tinja pada semua DAMIU yang menjadi sampel.

Daftar Pustaka

BPOM. 2009. Peraturan kepala badan pengawasan obat dan makanan republik Indonesia nomor HK.00.06.1.52.4011 tentang penetapan batasan maksimum cemaran mikroba dan kimia dalam makanan. Jakarta.

- CDC. 2015. Escherichia coli. U.S Department of Health and Human services. Tersedia di:<http://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html>. [diakses tanggal 15 Mei 2016]
- Chandra B, Widyastuti Palupi. 2007. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: EGC.
- Depkes RI. Direktorat jendral pengendalian penyakit dan penyehatan lingkungan. 2010. Pedoman Pelaksanaan Penyelenggaraan Hygine Sanitasi Depot Air Minum. Jakarta.
- Dorland WA, Newman.2011. Kamus Kedokteran Dorland; Edisi 28. Jakarta: EGC.hlm 128.
- Harti AS. 2015. Mikrobiologi kesehatan. Yogyakarta. CV. Andi Offset.hlm.111-2
- Jawetz, Melnick, Adelberg. 2010. Medical microbiology, 25 ed. United State of America: Mc Graw Hill.
- Kemendes. Peraturan menteri kesehatan republik Indonesia nomor 492/Menkes/Per/IV/2010. 2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta.
- Kemendes RI. 2010. Riset kesehatan dasar. Air minum. Jakarta.
- Kepmerindag No. 651/MPP/kep/10/2004.Tentang persyaratan teknis depot air minum dan perdagangannya.Jakarta.
- Pitoyo.2005. Dua jam anda tahu cara memastikan air yang anda minum bukan sumber penyakit. No. Seri E Book : 05-00001-100-0220. Solo.
- Rahayu CS, Setiani O, Nurjazuli. 2013. Faktor Risiko Pencemaran Mikrobiologi pada Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Tegal. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia Vol. 12 No. 1.
- Ryan KJ, Ray CG. 2004. Sherris Medical Microbiology, 4 ed. The Mc Graw Hill.
- Said NI.2007.Disinfeksi untuk pengolahan air minum. JAI Vol 3, No.1
- Saleh R, Setiani O, Nurjazuli. 2013. Efektivitas Unit Pengolahan Air di Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) dalam Menurunkan Kadar Logam (Fe, Mn) dan Mikroba di Kota Pekalongan. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia Vol. 12 No. 1.
- Suprihatin.2004.Keamanan Air Minum Isi Ulang. Tersedia di : <http://www.ampl.or.id/digilib/read/keamanan-air-minum-isi-ulang/21656>. [diakses tanggal 20 Februari 2016]
- Wagenet L,Darling S,Lemley A.2004.Ultraviolet Radiation for Disinfecting Household Drinking Water. Tersedia di : <http://waterquality.cce.cornell.edu/publications/CCEWQ-10UVWaterTrtforDisinfection.pdf>. [diakses tanggal 12 Februari 2016]
- Wimalawans S. 2013. Purification of Contaminated Water with Reverse Osmosis: Effective Solution of Providing Clean Water for Human Needs in Developing Countries. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Volume 3.
- Wulansarie R,Bismo S.2015. Synergy Of Ozone Technology And UV Rays In The Drinking Water Supply As A Breakthrough Prevention Of Diarrhea Diseases In Indonesia. International Journal Waste Technology, Vol. 3(2), ISSN : 2338-6207.