

EFEKTIVITAS “PORTABLE UV DISINFECTION” DALAM MENURUNKAN ANGKA BAKTERI (*Escherichia Coli spp*) PADA AIR MINUM

Syarifudin A., Zulfikar Ali As, Gunung Setiadi

Poltekkes Kemenkes Banjarmasin Jurusan Kesehatan Lingkungan Banjarbaru

Jl. H. Mistar Cokrokusumo No. 1A Kota Banjarbaru

E-mail: syarif_yazid@yahoo.com

Abstrak: Effectivity of “Portable UV Disinfection” to Decrease Bacterial Number (*Escherichia Coli Spp*) in Drinking Water. Disinfection using ultraviolet ray is faster, more accurate and chiefer. This research aims to measure the effectivity of portable UV disinfection to decrease bacterial number (*E. Coli*) in drinking water. This research used true experiment methods with postest only control group design on laboratory scale. Drinking water contained *E. Coli* taken from wheel then disinfected by ultraviolet ray. Variation of treatment included variation of water depth 10, 15, dan 20 cm and variation of detention time 0, 1, 5, 10, dan 20 minutes. The result show ultraviolet ray been able to kill *E. Coli* in drinking water. Removal efficiency of *E. Coli* at 10 cm water depth with 0, 1, 5, 10, and 20 minutes detention time were 0,0%, 75,0%, 76,2%, 98,0%, and 98,3% particularly. At 15 cm water depth, removal efficiency of *E. Coli* were 0,0%, 36,3%, 58,2%, 68,0%, dan 89,0% particularly. At 20 cm water depth, removal efficiency of *E. Coli* were 0,0%, 56,1%, 77,5%, 83,9%, dan 88,1% particularly. Statistical test showed the number of killed bacteria based on detention time was difference significantly. The longer time to be flashed the killed bacterial more. Flash of ultraviolet ray with lamination be able to kill the bacterial more effective.

Key Words : Portable UV Disinfection; *E. Coli*; drinking water.

Abstrak: Efektivitas “Portable UV Disinfection” dalam Menurunkan Angka Bakteri (*Escherichia E. Coli Spp*) pada Air Minum. Disinfeksi menggunakan sinar ultraviolet merupakan metode yang cepat, akurat dan ekonomis. Penelitian ini bertujuan mengukur efektivitas *portable UV disinfection* dalam menurunkan angka bakteri *E. Coli* pada air minum. Penelitian ini merupakan eksperimen murni dengan rancangan *posttest* yang dilakukan pada skala laboratorium. Air minum yang mengandung bakteri *E. Coli* diambil dari sumur gali kemudian didisinfeksi menggunakan sinar ultraviolet. Variasi perlakuan meliputi variasi ketebalan air 10, 15, dan 20 cm dan variasi waktu kontak 0, 1, 5, 10, dan 20 menit. Hasil penelitian menunjukkan sinar ultra violet mampu membunuh bakteri *E. Coli* pada air minum. Prosentasi penurunan *E. Coli* pada ketebalan air 10 cm dengan waktu kontak 0, 1, 5, 10, dan 20 menit masing-masing adalah 0,0%, 75,0%, 76,2%, 98,0%, dan 98,3%. Pada ketebalan air 15 cm penurunan *E. Coli* masing-masing 0,0%, 36,3%, 58,2%, 68,0%, dan 89,0%. Pada ketebalan air 20 cm penurunan *E. Coli* masing-masing adalah 0,0%, 56,1%, 77,5%, 83,9%, dan 88,1%. Hasil uji statistik menunjukkan jumlah bakteri yang mati berdasarkan variasi waktu kontak berbeda secara signifikan. Semakin lama waktu penyinaran yang dilakukan maka semakin banyak bakteri yang mati. Usahakan sinar UV bersinar dengan luminasi sehingga daya bunuh UV terhadap bakteri lebih efektif.

Kata Kunci : *Portable UV Disinfection*; Bakteri *E. Coli*; Air minum.

PENDAHULUAN

Proses disinfeksi dalam pengolahan air minum pada saat ini masih mengembangkan cara disinfeksi dengan menggunakan bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan dalam proses disinfeksi adalah chlor, baik dalam bentuk larutan maupun dalam bentuk gas. Kaporit berfungsi sebagai desinfektan dan juga sebagai oksidator yang mampu mengurangi bau dan rasa,

secara tidak langsung penambahan kaporit dapat menurunkan zat-zat organik lainnya. Disinfeksi dengan bahan kimia (chlor) mempunyai dampak negatif terhadap kesehatan¹.

Dampak yang ditimbulkan dari mengkonsumsi air minum yang mengandung chlor dalam waktu yang lama akan menyebabkan kanker (karsinogenik).

Kandungan chlor dalam air dalam batas tertentu mempunyai pengertian dan diyakini air tersebut tidak mengandung bakteri baik pathogen maupun non pathogen. Keyakinan itu mengandung konsekuensi bahwa kita juga mengkonsumsi chlor secara terus menerus. Dari berbagai studi, ternyata orang yang meminum air yang mengandung klorin memiliki kemungkinan lebih besar untuk terkena kanker kandung kemih, dubur ataupun usus besar. Sedangkan bagi wanita hamil dapat menyebabkan melahirkan bayi cacat dengan kelainan otak atau urat saraf tulang belakang, berat bayi lahir rendah, kelahiran prematur atau bahkan dapat mengalami keguguran kandungan. Selain itu pada hasil studi efek klorin pada binatang ditemukan pula kemungkinan kerusakan ginjal dan hati².

Berdasarkan beberapa kelemahan proses disinfeksi yang selama ini dilakukan oleh Perusahaan air minum, masih menggunakan bahan khlor, maka perlu dikembangkan cara disinfeksi lain yang tidak menggunakan bahan kimia. Cara yang dipilih dan akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah disinfeksi menggunakan sinar ultraviolet.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen murni (*true experiment*) dengan rancangan postes dengan kelompok kontrol (*posttest only control group design*) yang dilakukan pada skala laboratorium. Air minum yang mengandung bakteri *E. Coli* diambil dari sumur gali dan dilakukan pengujian pada unit disinfeksi sinar ultraviolet yang sudah dirancang. Penurunan angka bakteri *E. Coli* dilakukan dengan memvariasikan waktu detensi (waktu kontak) antara sinar ultraviolet dengan air minum, jarak (ketebalan air) pada penyinaran. Selanjutnya air minum dilakukan pemeriksaan jumlah angka bakteri *E. Coli* sebelum dan sesudah pemaparan. Data hasil pemeriksaan angka bakteri dilakukan analisis regresi dan Anova. Dari penelitian ini akan didapatkan waktu kontak optimum dan ketebalan air optimal dalam menurunkan angka bakteri *E. Coli*. Dari penelitian ini akan

didapatkan waktu kontak dan ketebalan air yang tepat dalam menurunkan angka bakteri *E. Coli* pada air minum.

Pemilihan waktu kontak 0, 1, 5, 10, dan 20 menit dengan alasan waktu aktif penyinaran dan reaksi DNA bakteri terhadap UV. Sedangkan ketebalan air 0, 10, 20, 30 cm berdasarkan jarak gelombang dan panjang gelombang yang mampu mereaksi DNA bakteri. Analisis data menggunakan bantuan program komputer SPSS series, dengan uji statistik Analysis of Variance (ANOVA) two way.

Eksperimen dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pembuatan alat "*Portable UV Disinfection*".
2. Pemilihan air minum yang akan diuji.
3. Uji coba peralatan yang dibuat.
4. Memeriksa angka bakteri *E. Coli* pada air minum sebelum diolah.
5. Melakukan disinfeksi dengan "*Portable UV Disinfection*".
6. Melakukan pengulangan dengan berbagai variasi disinfeksi dengan "*Portable UV Disinfection*".
7. Memeriksa angka bakteri *E. Coli* pada air minum setelah diolah.
8. Menganalisis dan menyimpulkan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air sumur gali

Kualitas air sumur gali yang diambil sebagai sampel dalam penelitian ini telah diperiksa di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Banjarmasin dengan hasil seperti disajikan pada tabel 1. Pada pemeriksaan sampel air sumur gali sebelum dilakukan penyinaran dengan Ultra violet terlihat angka Bakteri *E. Coli* pada air sumur gali yang dipakai sebagai bahan baku sebelum dilakukan perlakuan mempunyai nilai bakteri golongan *E. Coli* sangat tinggi, melebihi standart kualitas air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang persyaratan Kualitas Air Minum. Tingginya jumlah bakteri pada air sumur gali dapat terjadi dari berbagai sumber seperti udara, tanah, sampah, lumpur, tanaman hidup atau mati, hewan hidup atau mati (bangkai),

kotoran manusia atau hewan, bahan organik lainnya, dan sebagainya. Mikroorganismenya tersebut mungkin tahan lama

hidup di dalam air, atau tidak tahan lama hidup dalam air karena lingkungan hidupnya yang tidak cocok³.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Penelitian sebelum dilakukan Penyinaran Ultra Violet terhadap Angka Bakteri *E. Coli* pada Air Sumur Gali

Waktu kontak	10 cm			15 cm			20 cm		
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3
0 menit	16000	16000	9200	2200	3500	3400	1700	2200	1800

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Banjarmasin

Keterangan : U = Ulangan

Hasil Pengolahan Air Sumur Gali

Pengolahan air sumur gali dilakukan dengan melakukan kontak dengan sinar Ultra Violet dengan variasi waktu kontak

1 menit, 5 menit, 10 menit, dan 20 menit, sedangkan variasi ketebalan air 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. Hasil penurunan angka bakteri *E. Coli* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Penelitian Efek Penyinaran Ultra Violet terhadap Angka Bakteri *E. Coli* pada Air Minum

Waktu kontak	10 cm			15 cm			20 cm		
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3
1 menit	3500	3400	3400	1700	2300	1800	700	1100	700
5 menit	3300	3400	3100	1100	1400	1300	460	330	490
10 menit	270	310	260	1100	940	790	310	340	270
20 menit	220	200	260	460	310	230	220	260	200

Sumber : Hasil pemeriksaan Lab Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Banjarmasin.

Keterangan : U = Ulangan

Tabel 2 menunjukkan kualitas air sumur gali setelah dilakukan penyinaran menggunakan sinar Ultra Violet terjadi penurunan terhadap bakteri *E. Coli* dibandingkan dengan kualitas air sumur gali sebelum dilakukan perlakuan. Penurunan angka bakteri *E. Coli* terjadi karena adanya Radiasi sinar ultraviolet yang dihasilkan merupakan suatu sumber energi yang mempunyai kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganismenya dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi ultraviolet oleh DNA (atau RNA pada beberapa virus) dapat menyebabkan mikroorganismenya tersebut tidak mampu melakukan replikasi akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin. Sel yang tidak mampu melakukan replikasi akan kehilangan sifat patogenitasnya. Radiasi ultraviolet yang diabsorpsi oleh protein pada membran sel akan menyebabkan ke-

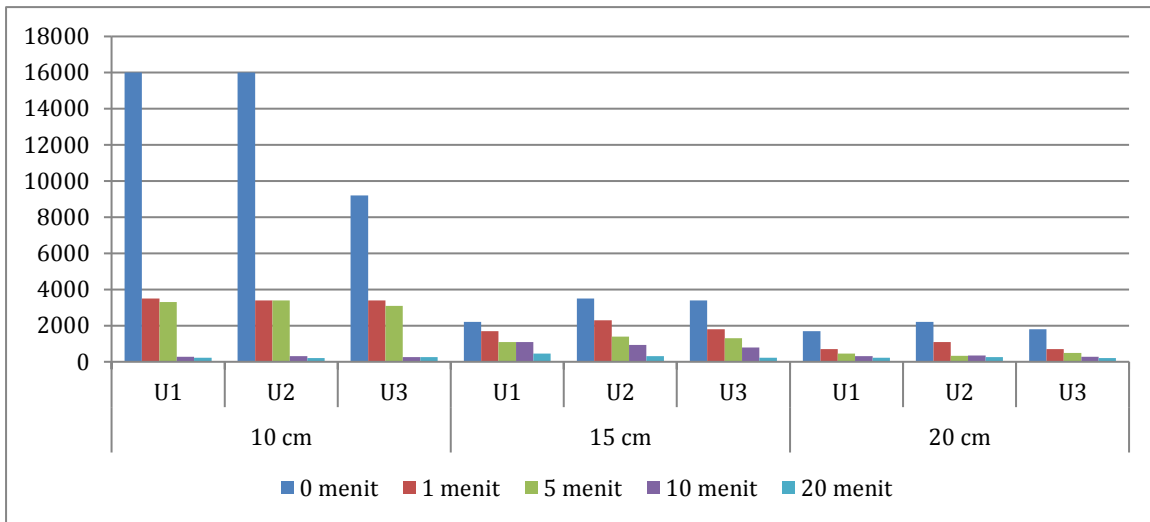
rusakan membran sel dan kematian sel⁴. Radiasi UV dapat membunuh bakteri secara efektif. Spektrum cahaya dengan intensitas tinggi mempunyai pengaruh yang paling utama dalam kematian sel. Irradiasi UV ini dapat menyebabkan kerusakan DNA. Basa purin dan pirimidin sebagai materi dasar DNA menyerap radiasi UV yang terbanyak, dan penyerapan maksimum untuk DNA dan RNA terjadi pada panjang gelombang UV 260 nm⁵. Gangguan pada DNA ini dapat menyebabkan kematian sel. Penyinaran UV juga dapat menyebabkan beberapa efek kerusakan lain seperti aliran ion yang abnormal, peningkatan permeabilitas membran dan depolarisasi membran sel. namun perlu diperhatikan bahwa beberapa mikroba khususnya bakteri memang mempunyai suatu sistem metabolik fungsional yang bervariasi dalam mekanisme untuk memperbaiki

kerusakan asam nukleatnya. Adanya kemampuan mikroba untuk memperbaiki kerusakan selnya

Pengaruh Penyinaran Ultra Violet terhadap Angka Bakteri E. Coli pada Air Sumur Gali

Dari hasil pemeriksaan sampel air sumur gali yang tertera pada tabel 1. yang kemudian dilakukan pengolahan secara

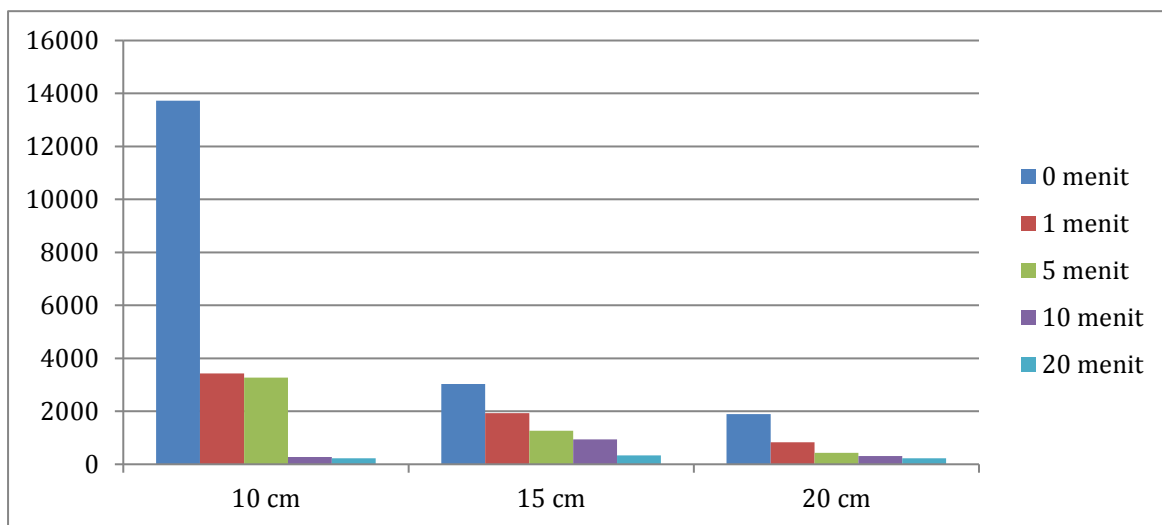
fisika yaitu dengan Penyinaran dengan Ultra Violet dan dilakukan waktu kontak antara 0-20 menit dengan ketebalan air antara 10-20 cm. Hasil pengolahan air sumur gali kemudian dilakukan pemeriksaan di laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kementerian Kesehatan Banjarmasin dengan hasil seperti pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Pengaruh Penyinaran Ultra Violet terhadap Angka Bakteri *E. Coli* pada Air Sumur Gali

Selanjutnya efek perlakuan menurut variasi waktu kontak dan ketebalan terhadap penurunan rata-rata jumlah bakteri dapat dilihat pada grafik 2. Dari gambar tersebut terlihat penurunan

angka Bakteri *E. Coli* pada air sumur gali setelah dilakukan kontak dengan sinar ultra violet dalam waktu maksimal 20 menit

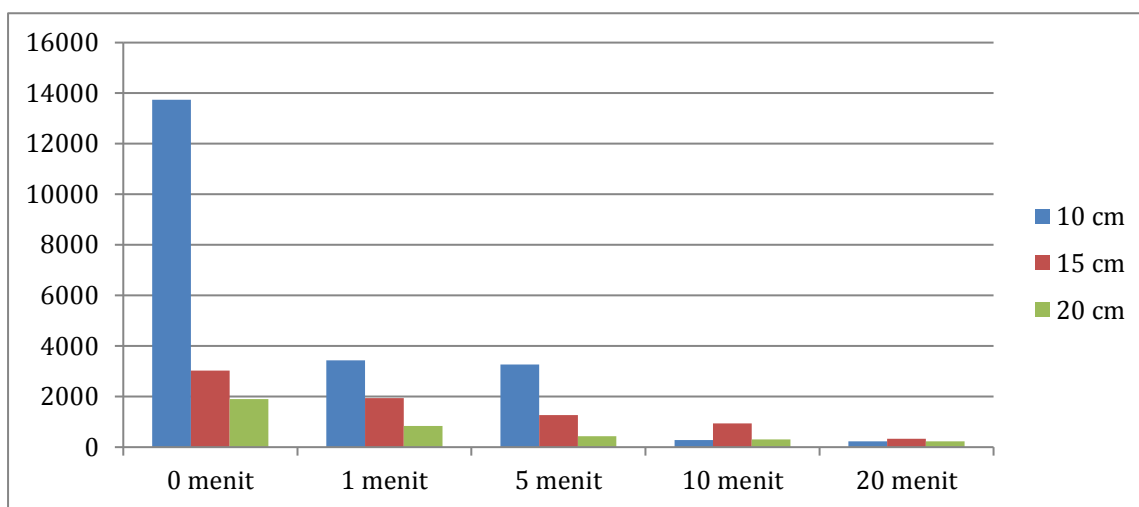


Gambar 2. Pengaruh Penyinaran Ultra Violet terhadap Rata-rata Angka Bakteri *E. Coli* Menurut Waktu Kontak

Perbedaan penurunan Angka Bakteri *E. Coli* terlihat signifikan menurut waktu kontak dengan variasi, 0, 1, 5, 10 dan 20 menit. Hal ini disebabkan lamanya kontak dengan sinar ultra violet sangat mempengaruhi kehidupan bakteri *E. Coli*. Semakin lama pemaparan yang diberikan pada ketebalan sampel air yang rendah, maka reduksi *E. Coli* akan semakin besar pula.

Dari Hal ini karena ketebalan sampel air yang rendah lebih memudahkan

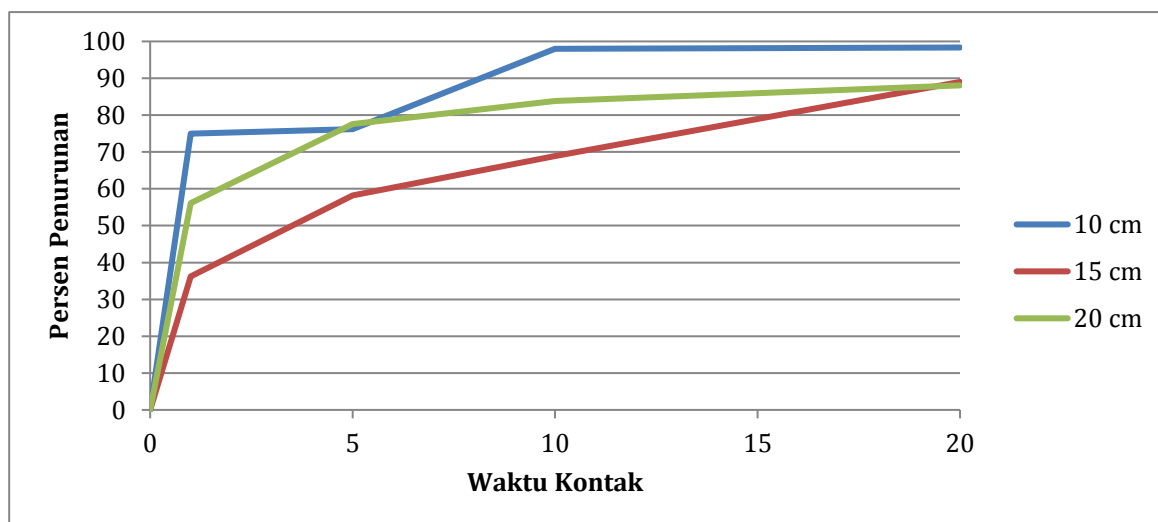
pemaparan UV secara merata, didukung juga dengan semakin lamanya waktu pemaparan. Tingkat inaktivasi mikroorganisme sangat tergantung pada dosis UV yang digunakan. Kinetika inaktivasi mikroorganisme pada desinfeksi menggunakan ultraviolet. Efek perlakuan menurut variasi ketebalan terhadap penurunan rata-rata jumlah bakteri *E. Coli* dapat dilihat pada grafik 3. di bawah ini:



Gambar 3. Pengaruh Penyinaran Ultra Violet terhadap Rata-rata Jumlah Bakteri Menurut Ketebalan air

Dari grafik 3. terlihat penurunan Angka Bakteri *E. Coli* terhadap ketebalan air setelah dilakukan Penyinaran Ultra Violet. Penurunan bakteri *E. Coli* tidak signifikan, hal ini disebabkan waktu pengambilan contoh air yang akan diuji tidak pada saat yang bersamaan. Meskipun demikian, karena pengujian dengan variasi waktu kontak dilakukan pada saat yang bersamaan (contoh air yang sama). Untuk lebih jelas, efek penyinaran ultra violet terhadap jumlah bakteri dalam air minum dikonversi dalam bentuk prosentase penurunan seperti tergambar pada grafik 4. Dari gambar tersebut terlihat penurunan Angka Bakteri *E. Coli* pada sampel air sumur gali setelah kontak dengan sinar Ultraviolet, kemampuan sinar ultra violet dalam membunuh bakteri *E. Coli* pada air minum diuji berdasarkan dua variasi perlakuan yaitu ketebalan air 10 cm, 15 cm, dan 20 cm sedangkan waktu kontak 0 menit, 1 menit, 5 menit, 10 menit, dan 20

menit. Selanjutnya variasi kedua perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Prosentasi penurunan daya bunuh sinar UV terhadap bakteri *E. Coli* pada ketebalan air 10 cm dengan waktu kontak 0 menit 0,0%, 1 menit 75,0%, 5 menit 76,2%, 10 menit 98,0%, 20 menit 98,3%. Pada ketebalan air 15 cm waktu kontak 0 menit 0,0% 1 menit 36,3%, 5 menit 58,2%, 10 menit 68,0%, 20 menit 89,0%, sedangkan ketebalan air 20 cm dengan waktu kontak sinar UV 0 menit 0,0% 1 menit 56,1%, 5 menit 77,5%, 10 menit 83,9%, 20 menit 88,1%. Hal ini menunjukkan semakin tipis ketebalan air, dan waktu yang lama semakin efektif pula daya bunuh sinar ultraviolet terhadap bakteri *E. Coli*. Efektifitas sinar ultra violet terhadap daya bunuh bakteri dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya: Intensitas cahaya yang digunakan, jarak sumber cahaya terhadap bakteri, lama waktu penyinaran, jenis bakteri itu sendiri⁶.



Gambar 4. Prosentase Penurunan Jumlah Bakteri pada Air Minum akibat Penyinaran Ultra Violet menurut Ketebalan dan Waktu Kontak

Untuk membuktikan efek variasi perlakuan terhadap penurunan Angka Bakteri *E. Coli* pada air sumur gali, dilakukan analisis faktorial menunjukkan penurunan jumlah bakteri akibat penyinaran ultra violet berdasarkan variasi ketebalan, waktu kontak maupun interaksi ketebalan dan waktu kontak berbeda secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95%.

Perbedaan jumlah bakteri menurut ketebalan air disebabkan waktu pengambilan contoh air yang akan diuji tidak pada saat yang bersamaan. Meskipun demikian, karena pengujian dengan variasi waktu kontak dilakukan pada saat yang bersamaan (contoh air yang sama), maka perbedaan ketebalan tersebut tidak berpengaruh terhadap penilaian hasil uji. Perbedaan penurunan jumlah bakteri juga terlihat signifikan menurut waktu kontak dengan variasi, 0, 1, 5, 10 dan 20 menit. Untuk melihat lebih jauh perbedaan pada masing-masing variasi waktu kontak dilakukan multiple comparison menggunakan uji beda nyata terkecil atau uji least significant difference (LSD) dengan. Hasil uji membuktikan bahwa setiap variasi waktu kontak memberikan efek penurunan jumlah bakteri yang signifikan. Artinya semakin lama waktu penyinaran yang dilakukan maka semakin banyak jumlah bakteri yang mampu dibunuh, dan perbedaannya bermakna secara statistik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian Efektivitas “Portable UV Disinfection” Dalam Menurunkan *E. Coli* Pada Air Minum adalah sebagai berikut: Penggunaan sinar Ultra violet dapat menurunkan jumlah bakteri *E. Coli* prosentasi penurunan mencapai 98,3% dengan waktu detensi (*contact time*) UV terhadap air secara optimal 20 menit. Ketebalan air yang tepat dalam proses UV disinfeksi dalam menurunkan angka bakteri *E.E. Coli* pada ketebalan 10 cm. Semakin lama pemaparan yang diberikan pada ketebalan sampel air yang rendah, maka efektivitas reduksi terhadap bakteri *E.E. Coli* akan semakin besar.

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan informasi untuk melaksanakan program pengawasan terhadap kualitas air minum pada depot air minum isi ulang khususnya Dinas Kesehatan. Saran bagi penelitian selanjutnya tentang pengujian sinar Ultraviolet terhadap daya bunuh bakteri *E. Coli*, dengan mempertimbangkan ketebalan kontak air dengan sinar UV dapat kontak secara optimal. Usahakan sinar UV bersinar dengan luminasi sehingga daya bunuh UV terhadap bakteri lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Darpito, Hening dkk (1997) *Pedoman Teknis Grading Penyediaan Air Sistem Perpipaan*. Dekjen P2M dan PLP Depkes RI. Jakarta.
2. Effendi H, 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta.
3. Fardiaz, S., 1992, *Mikro Pangan I*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
4. Hollaender, A. 1995 , *Radiation Biology*. Vol I L Effects Of Radiation On Bacteria. Cornell University, Itacha N.Y.
5. Anderson, John G., 2000, *Inactivation of Food-Borne Enteropathogenic Bacteria and Spoilage Fungi Using Pulsed-Light*, IEEE Transaction on Plasma Science, Vol.28, No. 1, February 2000.
6. Bryant, E.A., George P.F., George C.B. , 1992, *Disinfection Alternatives for Save Drinking Water*, Van Nostrand Reinhold, New York.

