

PERBEDAAN DAYA LAMPU ULTRAVIOLET-C TERHADAP PENURUNAN JUMLAH BAKTERI COLIFORM PADA AIR BERSIH DI INDUSTRI LOGAM

*Differences of Ultraviolet-C Lamp Power to Decrease The Number of Coliform
Bacteria In Tap Water In Metal Industry*

Dewi Untari Ratna Ningsih^{1*)}, Mimin Karmini^{1*)}, Nurul Hidayah^{1*)}

^{1*)} Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Sanitasi Lingkungan Poltekkes Kemenkes
Bandung

Email: dewiuntariratna@gmail.com

ABSTRACT

Tap water at metal Industry does not meet the requirements because it is contaminated with coliform bacteria, so a disinfection process using ultraviolet-c light is needed. The purpose of the research is to study the relationship between the power of ultraviolet-c lamps and the decreasing of coliform bacteria population in tap water. The ultraviolet-c lamp power used is 15 watts, 30 watts, and 36 watts, a wavelength of 254 nm and a contact time of 45 seconds. This type of research is a true experiment with 6 repetitions and the research design is pre-posttest without control. The sampling technique is grab sampling. The population is tap water in ground tank 1, the sample is part of tap water in ground tank 1, the sample size is 36 samples. The data analysis is One Way Anova test. The results showed that 15 watts, 30 watts, and 36 watts ultraviolet-c lamps could reduce the number of coliform bacteria by up to 100%. The ANOVA test results showed that P value is 0.134 ($P > 0.05$), which means that there was no difference in lamp power to decrease the number of coliform bacteria in tap water. The industry can apply a disinfection process using ultraviolet-c light to reduce the number of coliform bacteria in tap water. Further researchers are advised to use a lower ultraviolet-c lamp power.

Key words: tap water, ultraviolet-c, coliform

ABSTRAK

Air bersih di industri logam tidak memenuhi syarat karena terkontaminasi oleh bakteri *coliform*, sehingga diperlukan proses desinfeksi menggunakan sinar ultraviolet-c. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbedaan daya lampu ultraviolet-c terhadap penurunan jumlah bakteri *coliform* pada air bersih. Daya lampu ultraviolet-c yang digunakan adalah 15 watt, 30 watt, dan 36 watt, panjang gelombang 254 nm dan waktu kontak 45 detik. Jenis penelitian ini yaitu *true experiment* dengan 6 pengulangan dan desain penelitian yaitu *pre-posttest without control*. Teknik pengambilan sampel yaitu *grab sampling*. Populasinya adalah air bersih di *ground tank* 1, sampelnya adalah sebagian air bersih di *ground tank* 1, besar sampelnya adalah 36 sampel. Analisis data menggunakan uji *One Way Anova*. Hasil penelitian menunjukkan daya lampu ultraviolet-c 15 watt, 30 watt, dan 36 watt dapat menurunkan jumlah bakteri *coliform* hingga 100%. Hasil uji anova menunjukkan nilai $P = 0,134 (P > 0,05)$ yang artinya tidak terdapat perbedaan daya lampu terhadap penurunan jumlah bakteri *coliform* pada air bersih. Industri dapat menerapkan proses desinfeksi menggunakan sinar ultraviolet-c untuk menurunkan jumlah bakteri *coliform* pada air bersih. Peneliti selanjutnya disarankan menggunakan daya lampu UV-C yang lebih rendah.

Kata kunci: air bersih, ultraviolet-c, coliform

PENDAHULUAN

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya.¹ Air menjadi sumber daya alam yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia, salah satunya dalam kegiatan perindustrian. Berdasarkan fungsinya dalam kegiatan perindustrian, air dibagi menjadi dua, yaitu untuk kegiatan produksi dan untuk kegiatan non-produksi. Pada kegiatan non-produksi, air digunakan untuk menunjang kebutuhan higiene, sanitasi, kantin, dan lain sebagainya.²

Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum, menyebutkan bahwa kualitas air bersih harus sesuai dengan standar baku mutu yang telah dipersyaratkan, baik secara fisik, kimia, maupun mikrobiologi. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan air untuk memenuhi persyaratan kualitas air bersih sesuai dengan peraturan yang berlaku.³

Proses pengolahan air bersih, diantaranya: proses penampungan air, proses secara kimia (oksidasi dan koagulasi), proses secara fisik (filtrasi), dan proses biologi (pembunuhan mikroorganisme).⁴ Penyediaan air bersih di industri logam berasal dari sumur artesis yang digunakan untuk keperluan produksi dan non-produksi. Air yang digunakan untuk keperluan produksi dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode *Reverse Osmosis* dan air yang digunakan untuk kebutuhan non-produksi tidak dilakukan proses pengolahan air.

Kualitas air bersih di industri logam untuk keperluan non-produksi tidak memenuhi syarat mikrobiologis dengan angka bakteri koliform yaitu

1732,9 APM/100 ml, sedangkan standar baku mutu bakteri *Coliform* menurut Permenkes No. 32 tahun 2017 yaitu 50 APM/ 100 ml.

Koliform adalah salah satu golongan bakteri intestinal yang terdapat pada pencernaan manusia dan hewan. Keberadaan bakteri koliform dijadikan sebagai indikator terjadinya kontaminasi oleh kotoran pada air maupun minuman,⁵ semakin sedikit bakteri koliform yang terkandung dalam air, maka kualitas air akan semakin baik.⁶ Bakteri koliform diketahui dapat menyebabkan diare pada manusia dan hewan.⁷ Faktor yang mempengaruhi adanya bakteri koliform pada air bersih dikarenakan adanya kontaminasi feses manusia atau kontaminasi feses hewan berdarah panas yang mengandung virus dan bakteri patogen.⁸

Kualitas mikrobiologis air bersih untuk kebutuhan non-produksi tidak memenuhi syarat dapat disebabkan oleh kebocoran pipa pendistribusian dan tidak terdapatnya pengolahan air untuk air bersih yang digunakan untuk kebutuhan non-domestik, termasuk tidak terdapatnya proses desinfeksi, sehingga air bersih tersebut tercemar oleh bakteri koliform. Salah satu dampak kesehatan yang disebabkan oleh adanya bakteri koliform ialah dapat terjadinya penyakit pada saluran pencernaan.⁹

Desinfeksi merupakan salah satu cara agar air bersih dapat memenuhi kualitas secara mikrobiologis, karena desinfeksi dapat menghilangkan mikroorganisme penyebab penyakit. Salah satu desinfeksi secara fisik dan efektif ialah dengan menggunakan sinar ultraviolet.¹⁰ Desinfeksi dengan menggunakan sinar ultraviolet dinilai lebih baik daripada desinfeksi dengan menggunakan khlorinasi.¹¹ Ultraviolet merupakan suatu radiasi elektromagnetik yang panjang gelombangnya pendek berkisar antara 100 – 400 nm.¹² Sinar ultraviolet memiliki kemampuan dalam

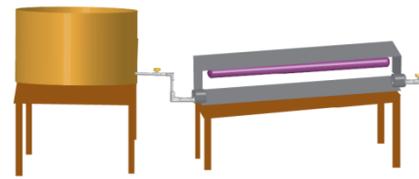
menonaktifkan bakteri, virus, dan protozoa tanpa mempengaruhi komposisi kimia air. Sinar ultraviolet-c tersebut akan berpenetrasi melalui membran sitoplasma dan membran sel mikroorganisme dan akan melakukan penyusunan ulang molekul DNA mikroorganisme sehingga mikroorganisme tersebut akan berhenti untuk bereproduksi dan akan mati.¹³ Faktor-faktor yang mempengaruhi sinar ultraviolet-c diantaranya: usia pakai lampu, kebersihan lampu, daya lampu, kejernihan air, waktu interaksi cahaya, dan jarak permukaan lampu dengan target.¹⁴

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian untuk mengetahui daya lampu ultraviolet-c yang paling efektif untuk menurunkan jumlah bakteri koliform pada air bersih di industri logam. Lampu ultraviolet-c yang digunakan yaitu memiliki panjang gelombang 254 nm, karena panjang gelombang tersebut merupakan panjang gelombang yang paling efektif untuk membunuh bakteri¹⁵, waktu kontak yang digunakan yaitu 45 detik, dan variasi daya lampu yang digunakan yaitu 15, 30, dan 36 watt.

METODE

Jenis penelitian ini adalah *true experiment* (penelitian sungguh) dengan desain penelitian yaitu *pretest-posttest without control*. Sampel pada penelitian ini adalah sebagian air bersih yang digunakan untuk kebutuhan domestik yang terdapat di *ground tank* 1 industri logam yang diteliti dan diberi perlakuan.

Dirancang alat teknologi tepat guna untuk mengurangi jumlah bakteri koliform pada air bersih di industri logam yang bernama *Sterilizationator*. Dalam alat ini terdapat lampu ultraviolet-c untuk membunuh bakteri koliform. Desain alat *sterilizationator* dapat dilihat pada gambar 1



Keterangan:

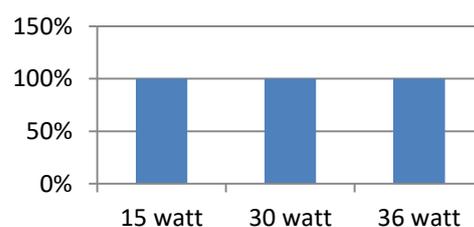
1. Dimensi ukuran penampungan sementara yaitu 35 cm x 45 cm x 45 cm.
2. Dimensi alat *Sterilizationator* yaitu 140 cm x 5 cm x 12 cm.
3. Diameter lubang inlet dan outlet yaitu 1 inch.
4. Jarak lampu dan air yaitu 2 cm.

Gambar 1 Desain Alat Sterilizationator

Jumlah data penelitian adalah 36 data. Analisis data penelitian menggunakan uji *one way anova*. Uji *one way anova* digunakan untuk mengetahui perbedaan daya lampu ultraviolet-c terhadap penurunan jumlah bakteri koliform.

HASIL

Hasil penurunan jumlah bakteri koliform dengan daya lampu ultraviolet-c 15 watt, 30 watt, dan 36 watt dapat dilihat pada gambar 2:



Keterangan:

1. Sumbu X : Daya lampu ultraviolet-c yang digunakan
2. Sumbu Y : Persentase penurunan bakteri koliform

Gambar 2 Grafik Persentase Penurunan Jumlah Bakteri Koliform

Hasil uji anova menunjukkan nilai $P = 0,134$ ($P > 0,05$) yang artinya tidak terdapat perbedaan daya lampu terhadap penurunan jumlah bakteri koliform pada air bersih.

PEMBAHASAN

Perbedaan Daya Lampu Ultraviolet-C terhadap Penurunan Jumlah Bakteri Koliform pada Air Bersih

Data pada gambar 2 menunjukkan bahwa seluruh bakteri koliform pada air bersih dapat terbunuh dengan adanya paparan sinar ultraviolet-c disetiap perlakuannya. Pemaparan sinar ultraviolet-c dengan menggunakan daya lampu ultraviolet-c 15 watt, 30 watt, dan 36 watt dapat menurunkan bakteri koliform hingga 100%.

Sinar ultraviolet memiliki kemampuan untuk penetrasi ke dinding sel mikroorganisme. Ketika mikroorganisme yang didesinfeksi dengan menggunakan sinar ultraviolet-c, misalnya bakteri koliform, maka Asam Deoksiribonukleat (DNA) bakteri koliform akan menyerap sinar ultraviolet tersebut. Hal ini dapat menyebabkan mikroorganisme tersebut tidak mampu melakukan replikasi dikarenakan adanya pembentukan ikatan dua rangkap pada molekul-molekul pirimidin, maka sel tersebut akan kehilangan sifat patogenitasnya. Radiasi sinar ultraviolet yang telah diabsorpsi tersebut akan menyebabkan kerusakan membran sel dan kematian sel.⁸

Pada penelitian ini, ketebalan lapisan air yaitu 7 cm dan kapasitas bak reaktor sebanyak 4,9 liter. Ukuran reaktor yang tergolong kecil dapat mempengaruhi terbunuhnya seluruh bakteri pada setiap perlakuannya dikarenakan semua sisi pada reaktor dapat terpapar oleh sinar ultraviolet-c.

Selain hal tersebut, proses ini juga dipengaruhi oleh waktu kontak, kebersihan lampu, usia pakai lampu, dan kejernihan air. Pada penelitian ini, kondisi penelitian disamakan, kecuali

daya lampu, dikarenakan agar dapat mengetahui daya lampu yang paling efektif untuk menurunkan jumlah bakteri koliform pada air bersih.

Setelah dilakukan uji statistik dengan menggunakan uji *one way anova* didapatkan nilai p yaitu 0,134 ($P > 0,05$) yang artinya tidak terdapat perbedaan daya lampu ultraviolet-c terhadap penurunan jumlah bakteri koliform pada air bersih.

SIMPULAN

Daya lampu ultraviolet-c yang digunakan pada penelitian ini yaitu 15 watt, 30 watt, dan 36 watt dengan waktu kontak 45 detik dengan pengulangan sebanyak 6 kali per variasi daya lampu ultraviolet-c dapat membunuh seluruh bakteri koliform yang terdapat pada air bersih yang dilakukan perlakuan. Rata-rata kematian bakteri pada penelitian ini yaitu 100%. Setelah dilakukan uji statistik, didapatkan bahwa tidak terdapat perbedaan daya lampu ultraviolet-c terhadap penurunan jumlah bakteri koliform pada air bersih.

DAFTAR RUJUKAN

1. Sasongko, Endar dkk. 2014. Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. Cilacap. Jurnal Ilmu Lingkungan, Vol. 12, Issue 2
2. Yusuf, Ahmad, dkk. 2018. Perbedaan Lama Waktu Paparan Desinfeksi Sinar UV-C Terhadap Penurunan Jumlah *Escherichia Coli* Pada Air Bersih di PT. Trisula *Textile Industries*. Bandung. Jurnal Riset Kesehatan, Vol. 10, No.1
3. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum
4. Indasah. 9.2017. Kesehatan Lingkungan. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Penerbit Deepublish
5. Siregar, Ulfa Rahayu. 2018. Analisa Bakteri *Coliform* Metode *Most Probable Number*

- (MPN) Pada Air Minum Isi Ulang di Jalan Anwar Idris Tanjungbalai. Medan: Poltekkes Kemenkes Medan
6. Chandra, B. 2006. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: EGC
 7. Amien, Mohammad, dkk. 2000. Analisis Bakteri Coliform dalam Air Sumur dan Kemungkinan Efek Biopatologik. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
 8. Yuniarti, Erny. 2007. Metode Analisis Biologi Tanah. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
 9. Widyaningsih, Wiwid, dkk. 2016. Analisis Total Bakteri Coliform di Perairan Muara Kali Wisu Jepara. Semarang: Diponegoro Journal Of Maquares, Vol. 5, No. 3
 10. Sarinaningih. 2018. Pengaruh Intensitas, Lama Waktu Penyinaran dan Posisi Sumber Sinar Ultraviolet Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri *E.coli* Pada Air Sumur. Universitas Mataram
 11. Said, Nusa Idaman. 2007. Disinfeksi Untuk Pengolahan Air Minum. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT
 12. Ryani, Natasya. 2014. Pengaruh Lama Penyinaran Sinar Lampu Ultraviolet-C Terhadap Pertumbuhan Bakteri. Medan: Universitas Sumatera Utara
 13. Wulansarie, Ria. 2012. Sinergi Teknologi Ozon dan Sinar UV dalam Penyediaan Air Minum Sebagai Terobosan dalam Pencegahan Penyakit Infeksi Diare di Indonesia. Depok: Universitas Indonesia
 14. Muhajidah, Annisa Nurul. 2018. Perbedaan Lama Waktu Kontak Sinar UV-C Terhadap Penurunan Jumlah Bakteri *Escherichia Coli* Pada Air Bersih di PT. Papyrus Sakti Paper Mill. Bandung: Poltekkes Kemenkes Bandung
 15. Yulianto, Trisatya Bambang, dkk. 2019. Rancang Bangunan Pengaturan Intensitas Sinar UV (Ultraviolet) dengan Mikrokontroler PIC untuk Tanaman. Jurnal Riset Rekayasa Elektro, Vol. 1, No. 1.