

PERBEDAAN WAKTU KONTAK OZON TERHADAP PENURUNAN JUMLAH BAKTERI *Escherichia coli* DALAM AIR BERSIH

Nisa, Leontine Awalun¹, Dindin Wahyudin¹, Tati Ruhmawati¹, Zahra Nadia Putri¹

¹D4 Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Bandung,

Email: leontine.awalun@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas bakteriologi air bersih merupakan parameter penting yang perlu diperhatikan terutama parameter bakteri *Escherichia coli* yang merupakan bakteri patogen penyebab penyakit diare. Air bersih yang terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli* jika digunakan untuk kegiatan hygiene sanitasi seperti mencuci piring dapat mencemari alat makan sehingga dapat mengkontaminasi makanan yang akan dimakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan waktu kontak ozon terhadap penurunan jumlah bakteri *Escherichia coli* pada air bersih. Penelitian ini berjenis eksperimen lapangan dengan sampel penelitian yaitu air bersih. Mekanisme penelitian ini yaitu dengan mengkontakkan air bersih dengan ozon selama 5 menit; 7,5 menit; dan 10 menit di dalam tangki air bervolume 72 L. Hasil pengujian terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* yang dilakukan sebanyak enam kali pengulangan didapatkan rata-rata persentase penurunan pada waktu kontak 5 menit sebesar 23,68%; pada waktu kontak 7,5 menit rata-rata persentase penurunannya sebesar 63,64%; dan pada waktu kontak 10 menit rata-rata persentase penurunannya sebesar 90,95%. Pengujian Anova menunjukkan adanya perbedaan antar variasi waktu kontak, dan waktu kontak yang paling optimal dalam menurunkan bakteri *Escherichia coli* adalah 10 menit.

Kata Kunci : Air Bersih, ozonisasi, Bakteri *Escherichia coli*, waktu kontak

ABSTRACT

Bacteriological quality of clean water is important parameters that need to be considered especially the *Escherichia coli* bacteria which are pathogenic bacteria that cause diarrhea disease. Clean water contaminated with *Escherichia coli* bacteria if used for hygiene sanitation activities such as washing dishes can contaminate cutlery so that it can contaminate food to be eaten. The purpose of this study was to find the difference in ozone contact time with a decrease in the number of *Escherichia coli* bacteria in clean water. This research is a type of field experiment with the samples is clean water. The mechanism of this research is to contact clean water with ozone for 5 minutes; 7.5 minutes; and 10 minutes in a 72 L water tank. Anova testing showed a difference between variation in contact time to reduce *Escherichia coli* bacteria was 10 minutes.

Key Words : Clean water, ozonation, *Escherichia coli* bacteria, contact time

Air merupakan salah satu komponen lingkungan yang memiliki fungsi sangat penting bagi keberlangsungan hidup mahluk hidup termasuk manusia. Air merupakan kebutuhan yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan.

Masalah kualitas air bersih merupakan aspek penting terutama kualitas mikrobiologi air, karena fakta yang ada menunjukkan bahwa berbagai macam penyebab penyakit disebabkan oleh mikroorganisme yang ada di dalam air. Kualitas mikrobiologi air yang di maksud yaitu ada tidaknya dan jumlah sel bakteri golongan *coliform* yang diantaranya yaitu bakteri *escherichia coli* sebagai penyebab penyakit gastroenteritis. Hans (1994) dalam buku mikrobiologi umum menjelaskan, *Escherichia coli* (E. coli) adalah bakteri dalam kelompok *Enterobacteriaceae* yang bersifat gram negatif, anaerobik fakultatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, fermentatif dan biasanya bergerak dengan flagela peritrika. Bakteri *Escherichia coli* mampu memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan gas. Suhu optimum untuk pertumbuhannya adalah 37 – 42°C. Bakteri ini bisa menyebabkan keracunan makanan dan infeksi yang cukup serius. Bakteri *Escherichia coli* dapat menghasilkan racun yang mampu merusak dinding dari usus kecil dan mengakibatkan kram perut, diare yang bercampur dengan darah, hingga muntah-muntah.¹

Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap air bersih untuk kegiatan mencuci piring, didapatkan hasil bahwa air bersih mengandung *Escherichia coli* sebanyak 9 APM/100ml. Sedangkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 tahun 2017 menyebutkan bahwa batas maksimum cemaran bakteri *Escherichia coli* dalam air bersih untuk kegiatan higiene sanitasi yaitu 0 APM/100ml.²

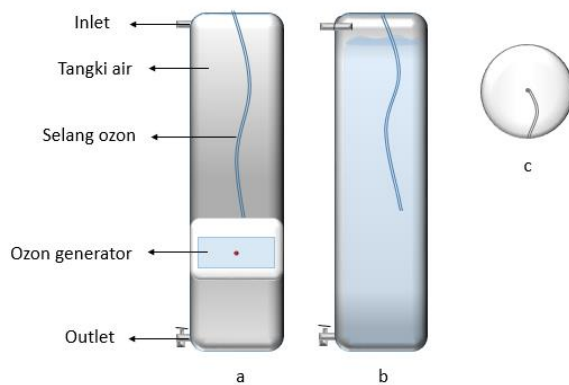
Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah diatas dapat dilakukan dengan cara desinfeksi. Terdapat beberapa cara desinfeksi yang umum digunakan di industri yaitu dengan cara

khlorinasi, ozonisasi, dan penyinaran Ultra Violet. Penelitian yang dilakukan oleh Amal Ma'ruf, dkk, menunjukkan bahwa waktu paparan gas ozon mempengaruhi efektifitas penurunan bakteri *Escherichia coli* dan waktu yang paling efektif dalam membunuh bakteri *Escherichia coli* yaitu 20 menit dengan konsentrasi ozon 0,3 ppm.³ Nanda, dkk (2013) ozon dengan konsentrasi 0,3 ppm mampu menyisihkan bakteri *coliform* sebesar 99 % dan bakteri *Escherichia coli* sebesar 100 % dalam waktu 10 menit pada air bersih yang memiliki pH netral. Sedangkan pada air bersih dengan pH basa, ozon mampu menyisihkan bakteri *coliform* sebesar 98 % dan bakteri *Escherichia coli* sebesar 100 % dalam waktu 15 menit.⁴

Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tetang pengolahan air bersih dengan cara desinfeksi menggunakan ozon. Konsentrasi ozon yang digunakan yaitu sebesar 0,5 ppm dengan variasi waktu 2,5 menit; 5 menit; dan 7,5 menit, karena tujuan dari penelitian ini ingin mengetahui perbedaan waktu kontak ozon terhadap penurunan kandungan bakteri *Escherichia Coli* dalam air bersih.

METODA

Rancangan penelitian ini adalah eksperimen lapangan dengan desain penelitian *pretest-posttest without control*, Sampel dalam penelitian ini adalah air bersih untuk kegiatan mencuci piring di industri garmen. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara mengkontakkan air bersih dengan gas ozon di dalam tangki desinfeksi. Kemudian menghitung jumlah bakteri *Escherichia coli* pada air bersih sebelum dan sesudah diozonisasi dengan waktu kontak ozon yang berbeda. Rangkaian alat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancang Bangun Alat

Keterangan:

- Tampak Luar
- Tampak Dalam
- Tampak Atas

Volume tabung ozonisasi yaitu 72 L. Diameter tabung yang dibutuhkan yaitu 30 cm, maka untuk tinggi tabung dibutuhkan 102 cm (untuk tinggi permukaan air) dan 8 cm (untuk ruang udara) sehingga tinggi tabung total yaitu 110 cm. Tabung ozonisasi terbuat dari bahan PVC. Selang ozon menggunakan diameter 1/4 inch dan Panjang 100 cm dan terbuat dari bahan PVC. Ozon generator yang digunakan yaitu ozon generator dengan merk moco N202C *Portable Multipurpose Air Purifier Ozone Generator Fruits Vegetables Sterilization Ozonator*. Ozon generator ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Voltase: 220 V / 50Hz
- Watt: 18 Watt
- Ozon Output: 0,5 ppm
- Dimensi: 17 cm x 7 cm x 24 cm
- Terdapat pengatur waktu.

Jumlah sampel yang dibutuhkan yaitu sesuai dengan volume tabung ozonisasi dengan pengulangan sebanyak 6 kali pengulangan.

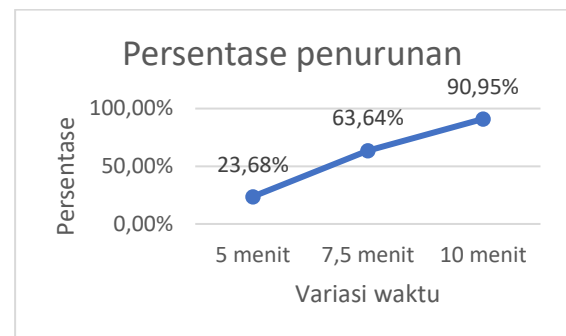
Hasil Penelitian

Setelah dilakukan penelitian terhadap jumlah bakteri *Escherichia coli* sebelum dan sesudah diberi perlakuan didapatkan hasil sebagai berikut:

Replikasi (Pengulangan)	Hari, tanggal	Pretest (Jumlah/100ml)	Posttest – Setelah dikontakkan dengan Ozon (Jumlah/100ml)		
			5 Menit	7,5 Menit	10 Menit
1	Jum'at, 22-03- 2019	5	4	2	0
2	Senin, 25-03- 2019	12	9	5	2
3	Selasa, 26-03- 2019	9	7	4	2
4	Rabu, 27-03- 2019	8	5	2	0
5	Kamis, 28-03- 2019	13	10	5	2
6	Jum'at, 22-03- 2019	7	6	2	0
Jumlah		54	41	20	6
Rata-rata		9	7	4	1

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Bakteri *Escherichia coli*

Persentase penurunan jumlah bakteri *Escherichia coli* sebelum dan sesudah diberi perlakuan didapatkan hasil sebagai berikut:



Grafik 1. Persentase Penurunan Jumlah Bakteri *Escherichia coli*

Grafik 1 menunjukkan bahwa Semakin lama waktu kontak air dengan ozon semakin tinggi persentase penurunan bakteri *Escherichia coli* pada air bersih.

Hasil pemeriksaan terhadap parameter pengganggu dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Replikasi (Pengulangan)	Hasil Pengukuran Suhu			
	Pretest (°C)	Posttest – Setelah dikontakkan dengan Ozon (°C)		
		5 Menit	7,5 Menit	10 Menit
1	24,5	24,5	24,3	24,5
2	25	24,5	25	25,1
3	25	25	24,8	25,5
4	24	24,8	24,6	24,5
5	25,7	25	25,9	25
6	24,5	24,9	24	24

Tabel 2. Hasil Pengukuran Suhu Air

Replikasi (Pengulangan)	Hasil Pengukuran pH			
	Pretest	Posttest – Setelah dikontakkan dengan Ozon		
		5 Menit	7,5 Menit	10 Menit
1	7,12	7	7,21	7
2	7,3	7	7,1	7,1
3	7,5	7,14	7	7,42
4	7	7,23	7,15	7
5	7,1	7,54	7	7
6	7	7	7,5	7,13

Tabel 3. Hasil Pengukuran pH Air

Replikasi (Pengulangan)	Hasil Pengukuran Kekeruhan			
	Pretest (NTU)	Posttest – Setelah dikontakkan dengan Ozon (NTU)		
		5 Menit	7,5 Menit	10 Menit
1	4,7	4,6	5	4,3
2	7,2	6,8	6,5	6
3	8	7,7	7,3	7
4	3,6	4	5	4,5
5	8,3	8	7,5	7
6	5	5	4,6	4,3

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kekeruhan Air

PEMBAHASAN

Jumlah bakteri *Escherichia coli* pada pengulangan ke 1, 4, dan 6 pada waktu kontak 10 menit menurun hingga 0 APM/ 100 ml sehingga memenuhi persyaratan kualitas air bersih. Sedangkan pada pengulangan ke 2, 3, dan 5 jumlah

bakteri *Escherichia coli* menurun hingga 2 APM/100 ml sehingga tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih. Hal tersebut dapat disebabkan karena pada pengulangan ke 2, 3, dan 5 nilai kekeruhan pada air melebihi nilai optimum untuk ozonisasi yaitu 5 NTU. Sebagaimana disebutkan dalam teori, tingginya kekeruhan air dapat melindungi bakteri *Escherichia coli* serta mencegah terjadinya kontak antara ozon dengan bakteri *Escherichia coli* di dalam air (Widayani, 2010).

Kekeruhan pada pengulangan ke 2, 3, dan 5 nilai kekeruhan berada pada rentang 6,8 – 8 NTU artinya nilai tersebut melebihi nilai optimum kekeruhan untuk proses ozonisasi yang dapat menghambat proses ozonisasi sehingga pada pengulangan tersebut jumlah bakteri tidak dapat mencapai 0 APM/100 ml. Tingginya kekeruhan pada pengulangan 2, 3, dan 5 ini dapat disebabkan karena pengulangan dilakukan di hari yang berbeda dan pada saat sebelum melakukan pengulangan tersebut terjadi hujan yang menyebabkan daerah disekitar industri terkena banjir.

Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi proses ozonisasi yaitu suhu dan pH air. Suhu air dapat mempengaruhi waktu paruh ozon dalam air (Lenntech, 2009). Waktu paruh ozon sendiri merupakan waktu yang dibutuhkan ozon untuk meluruh setengahnya (dari total).

Suhu pada air bersih selama penelitian berada pada rentang 24°C – 25°C. Berdasarkan teori, pada air bersih dengan suhu 25°C waktu paruh ozon yaitu selama 15 menit. Maka dari itu waktu paruh ozon pada penelitian ini yaitu selama 15 menit yang artinya ozon dapat berada di dalam air bersih selama 15 menit setelah dilakukan ozonisasi sehingga air yang telah melalui proses ozonisasi tersebut masih dapat membunuh bakteri selama 15 menit.

Suhu pada air bersih selama penelitian menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan yang tidak signifikan. Kenaikan dan penurunan suhu ini dapat disebabkan oleh pengulangan yang dilakukan tidak dihari yang sama dan juga naik turunnya suhu udara dapat mempengaruhi suhu air tersebut.

pH pada air bersih selama penelitian sebelum dan sesudah perlakuan berada pada rentang 7 – 7,2 yang berarti pH pada air bersih berada pada kondisi netral dan proses ozonisasi tidak mempengaruhi pH air. Sebagaimana dalam literatur menyebutkan bahwa reaksi ozon tidak langsung melibatkan ion-ion radikal. Reaksi ion hidoksida dengan ozon membentuk anion superoksida radikal ($O_2^{\cdot-}$) dan hidroperoksida radikal (HO_2^{\cdot}). Dimana hidroperoksida radikal tersebut berada pada keseimbangan asam basa. (Nusa Idaman Said, 2007).⁵

pH air dapat mempengaruhi perilaku ozon dalam proses ozonisasi, dimana pada pH rendah proses ozonisasi yang terjadi yaitu ozonisasi langsung dan pada pH netral proses ozonisasi yang terjadi yaitu ozonisasi tidak langsung (Peratitus, 2003). pH air pada penelitian ini berada pada kondisi netral, maka proses ozonisasi yang terjadi yaitu ozonisasi tidak langsung. Menurut Peratitus (2003) proses ozonisasi tidak langsung yaitu ozon akan terdekomposisi menghasilkan radikal OH yang merupakan oksidator kuat dan bereaksi dengan senyawa organik dan inorganik yang beragam pada air.

Keterbatasan Penelitian:

- a. Penelitian ini tidak menggunakan kontrol sehingga penurunan jumlah bakteri dapat saja disebabkan oleh faktor yang lain.
- b. Penelitian hanya dilakukan pada satu tangki air untuk tiga perlakuan.
- c. Peneliti tidak melakukan pengendalian terhadap parameter pengganggu yaitu kekeruhan sehingga proses ozonisasi tidak berlangsung optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan yaitu terdapat perbedaan waktu kontak ozon 5 menit; 7,5 menit; dan 10 menit terhadap penurunan jumlah bakteri *Escherichia coli* dalam air bersih. Saran untuk peneliti selanjutnya yaitu diharapkan untuk menggunakan 3 tangki air untuk 3 variasi waktu, menggunakan desain penelitian *pre-post with control*, dan

melakukan pengendalian terhadap variabel pengganggu.

DAFTAR RUJUKAN

1. Pelczar, MJ. Dasar-Dasar Mikrobiologi 2. Universitas Indonesia: Depok; 2005
2. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. 2017.
3. Ma'ruf, A, dkk. Waktu Paparan Gas Ozon Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Semarang.
4. Sari, N.N, dkk. Efek Perlakuan pH Pada Ozonisasi. Jurnal Institut Teknologi Nasional. 2013. Vol.1, No. 1, Halaman 1-12.
5. Said, NI. Desinfeksi untuk proses pengolahan air minum. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. 2007. JAI Vol.3, No. 1