



**WAKTU PAPARAN GAS OZON TERHADAP PERTUMBUHAN
BAKTERI *Serratia marcescens***



**PROGRAM STUDI D IV ANALIS KESEHATAN
FAKULTAS ILMU KEPERAWATAN DAN KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

Manuscript dengan judul

WAKTU PAPARAN GAS OZON TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Serratia marcescens*

Telah diperiksa dan disetujui untuk dipublikasikan

Semarang, 03 Agustus 2018

Pembimbing I



Dra. Sri Sinto Dewi, M.Si, Med
NIK. 28.6.1026.034

Pembimbing II



Fandhi Adi Wardoyo, M.Sc
NIK. 28.6.1026.277

**SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Isma Hardiana
NIM : G1C217209
Fakultas/Jurusan : Ilmu Keperawatan Dan Kesehatan Universitas
Muhammadiyah Semarang / Jasus D-IV Analisis
Kesehatan
Judul : Waktu Paparan Gas Ozon Terhadap Pertumbuhan
Bakteri *Serratia marcescens*
Gmail : ismahardiana86@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan Unimus atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak penyimpanan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangakalan data (*database*), mendistribusikannya, kepada Perpustakaan Unimus, tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Unimus, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagai mana mestinya.

Semarang, 03 Agustus 2018



(Isma Hardiana)

WAKTU PAPARAN GAS OZON TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Serratia marcescens*

Isma Hardiana¹, Sri Sinto Dewi², Fandhi Adi Wardoyo³.

¹Program Studi DIV Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.

²Laboratorium Bakteriologi Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.

³Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.

Info Artikel	Abstrak
	Gas ozon adalah sebuah molekul yang terdiri dari tiga buah atom oksigen (O₃) dan berfungsi sebagai desinfektan yang dapat membunuh bakteri. Penelitian ini menggunakan gas ozon sebagai desinfektan bakteri <i>Serratia marcescens</i> yang merupakan bakteri coliform dan flora normal dalam usus namun bisa bersifat patogen jika jumlahnya banyak, bakteri ini berada dalam air sebagai petanda kontaminasi bakteri patogen. Gas ozon merupakan bahan oksidan dan desinfektan yang paling kuat dan paling reaktif, gas ozon dapat merusak membran sel bakteri sehingga menyebabkan hancurnya bakteri secara keseluruhan. Proses gas ozon didapat dari alat yang dinamakan ozonizer dengan konsentrasi yang dihasilkan 500 mg/jam. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui waktu paparan gas ozon terhadap pertumbuhan <i>Serratia marcescens</i>. Waktu paparan gas ozon terhadap pertumbuhan bakteri <i>Serratia marcescens</i> menggunakan metode TPC (Total Plate Count). Variasi waktu yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit serta kontrol yang tidak dipapari dengan gas ozon. Hasil yang mampu membunuh <i>Serratia marcescens</i> adalah waktu 20 menit. Jumlah koloni yang tumbuh setiap variasi waktu yaitu selama 5 menit <i>mean</i> $9,75 \times 10^{-7}$ CFU/50µl, 10 menit <i>mean</i> $2,75 \times 10^{-7}$ CFU/50µl, 15 menit <i>mean</i> 1×10^{-7} CFU/50µl dan di 20, 25 dan 30 menit <i>mean</i> 0×10^{-7} CFU/50µl dan data hasil uji statistik menunjukkan ada pengaruh waktu paparan gas ozon terhadap pertumbuhan bakteri <i>Serratia marcescens</i>.
Keywords :	
Waktu paparan, gas ozon, <i>Serratia marcescens</i>	

Pendahuluan

Air adalah materi esensial di dalam kehidupan. Semua makhluk hidup di dunia ini membutuhkan air termasuk manusia. Kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari berbeda untuk tiap tempat dan tiap tingkat kehidupan. Semakin tinggi taraf kehidupan semakin meningkat pula jumlah kebutuhannya, untuk pemenuhan kebutuhan tersebut manusia atau masyarakat memiliki berbagai alternatif antara lain yaitu membeli dari perusahaan penyedia air bersih ataupun

beralih kepada pengambilan air dari bawah tanah (Kurniawan, 2008).

Air yang ada di bumi umumnya tidak dalam keadaan murni (H₂O), melainkan mengandung berbagai bahan terlarut maupun tersuspensi, termasuk mikroba. Air sebelum dikonsumsi, harus diolah terlebih dahulu untuk menghilangkan atau menurunkan kadar bahan tercemar sampai pada tingkat yang aman. Air bersih adalah air yang jernih dan tidak berbau, meskipun demikian air jernih yang tidak berwarna, tidak berasa dan tidak

*Corresponding Author:

Isma Hardiana

Program Studi DIV Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang Indonesia 50273

Gmail: ismahardiana86@gmail.com

berbau belum tentu aman dikonsumsi (Sulistiyandari, 2009). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 492/MENKES/PER/IV/2010, tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, yang dimaksud air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif, dengan jumlah bakteri coliform adalah 0 MPN/100 ml. *Serratia marcescens* merupakan golongan coliform yang menjadi indikator adanya pencemaran pada air dari kontaminasi feses (Maulidya, 2013).

Serratia marcescens (Ser. *marcescens*) adalah bakteri gram negatif dari family Enterobacteriaceae dan termasuk flora normal pada usus manusia. Bakteri ini dapat hidup di air, tanah, permukaan daun, dalam tubuh serangga, hewan, dan manusia (Khanafari *et al*, 2006). Organisme ini mampu menyebabkan infeksi nosokomial pada tubuh terutama infeksi saluran pernapasan, saluran kemih, meningitis, bakteremia dan berbagai jenis luka (Ochieng *et al*, 2014). *Serratia marcescens* adalah bakteri enterik umum yang umumnya dianggap tidak patogen dalam saluran pencernaan, namun berdasarkan penelitian Ochieng (2014) melaporkan bahwa bakteri *Serratia marcescens* juga dapat menyebabkan diare pada anak-anak. Bakteri ini menyebar dan menular pada manusia lain melalui kotoran dan air kencing dari orang yang sudah terinfeksi (Lauzon *et al*, 2003).

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendesinfeksi bakteri adalah dengan metode ozonisasi untuk menjaga kualitas air. Ozon juga berperan sebagai oksidator yang sangat kuat sehingga mampu mendeaktivasi kerja enzim pada membran sel bakteri sedemikian hingga mati secara keseluruhan. Ozon berperan sebagai desinfektan yang sangat baik (Young & Setlow, 2004).

Ozon dapat berfungsi sebagai desinfektan terhadap bakteri patogen, mereduksi rasa dan bau serta kemampuan

mengoksidasi senyawa. Desinfeksi bakteri menggunakan ozon terjadi melalui proses oksidasi langsung, oksidasi ozon dapat merusak membran sel, dinding bagian luar sel bakteri dan juga dapat membunuhnya. Ketika ozon kontak langsung dengan bakteri, satu atom oksigen akan melepaskan diri dan mengoksidasi pelindung protein bagian luar yaitu phospholipid dan lipoprotein dari bakteri tersebut, kemudian atom oksigen yang lain akan berubah menjadi gas oksigen, sehingga bakteri dapat dihancurkan akibat adanya kebocoran pada sitoplasma (Adji *et al*, 2007).

Penelitian-penelitian tentang ozon terus dikembangkan untuk mensterilisasi air yang mengandung bakteri. Ozon mikrofiltrasi efektif untuk menghilangkan bakteri *Escherichia coli* dan semua coliform. Sinergi teknologi ozon dalam penyediaan air minum terbaru dalam pencegahan penyakit (Wulansarie, 2012). Menurut keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI No.705/MPP/Kep/11/2003 “Proses desinfeksi dapat berlangsung dalam tangki pencampur ozon dan selama ozon masih ada dalam kemasan. Kadar ozon pada tangki pencampur minimal 0,6 ppm dan kadar residu ozon sesaat setelah pengisian berkisar antara 0,1-0,4 ppm”. Dalam proses ozonisasi kemungkinan terjadi pembentukan senyawa yang bersifat racun mutagenik atau karsinogenik, tetapi karena tidak stabil hanya bertahan beberapa menit saja, sehingga pada waktu sampai di konsumen senyawa ozon sudah tidak ditemukan lagi (Rusdi & Suliasih, 2002).

Berdasarkan uraian diatas, peneliti berinisiatif melakukan proses desinfeksi dengan menggunakan gas ozon pada bakteri *Serratia marcescens*, mempertimbangkan paparan ozon dalam membunuh bakteri *Serratia marcescens*, proses desinfeksi menggunakan gas ozon dengan lama waktu yang bervariasi 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 menit, desinfeksi dilakukan dengan menggunakan ozonizer merk KENZA KZO-303 500 mg/jam yang telah dirancang khusus sebelumnya.

Bahan dan metode

Jenis penelitian ini bersifat eksperimen (true eksperimen) yaitu mengetahui suatu paparan ozon terhadap *Serratia marcescens* dengan adanya perlakuan tertentu. Desain dari penelitian ini adalah *posstest-only control design* dalam desain ini terdapat dua kelompok yang masing-masing dipilih secara purposive. Kelompok yang diberi perlakuan (T) dan kelompok yang tidak diberi perlakuan (K). Peralatan yang digunakan adalah ozonizer merk Kenza KZO-303 500 mg/jam, ose, triangel, autoclave, cawan, dan inkubator. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah koloni bakteri *Serratia marcescens*, akuades, media NA (Nutrient Agar), standar Mc farland 0,5 dan alkohol 70%. *Serratia marcescens* terpapar dengan gas ozon sebanyak 4,16 ppm/5 menit; gas ozon sebanyak 8,33 ppm/10 menit; gas ozon sebanyak 12,5 ppm/15 menit; 16,66 ppm/20 menit; 20,83 ppm/25 menit; 25 ppm/30 menit dan Kontrol tanpa desinfeksi ozon. Metode yang digunakan untuk menghitung koloni bakteri yaitu metode TPC (Total Plate Count). Pertumbuhan mikroorganisme yang membentuk koloni dapat dianggap bahwa setiap koloni yang tumbuh berasal dari satu sel, maka dengan menghitung jumlah koloni dapat diketahui penyebaran bakteri yang ada pada media. Data yang digunakan data primer, semua data yang diperoleh secara langsung dari hasil penelitian yang dilakukan. Data pengujian yang diperoleh ditabulasikan dan dianalisis dengan menggunakan uji statistik yaitu uji Mann Whitney. Untuk uji normalitas menggunakan uji Shapiro Wilk dan uji homogenitas menggunakan uji Lavene. Uji kruskal wallis digunakan karena data yang ditemukan normal dan varian tidak homogen.

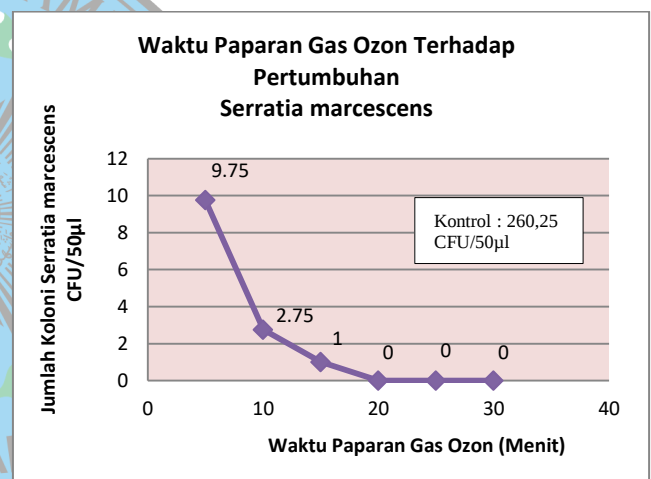
Hasil

Dari hasil pengujian waktu paparan gas ozon terhadap pertumbuhan bakteri *Serratia marcescens* didapatkan tabel dan grafik di bawah ini kelompok yang diberi paparan gas ozon kadar 500 mg/jam dengan

ukuran boks volume 10 Liter dan kontrol yang tidak diberi paparan gas ozon.

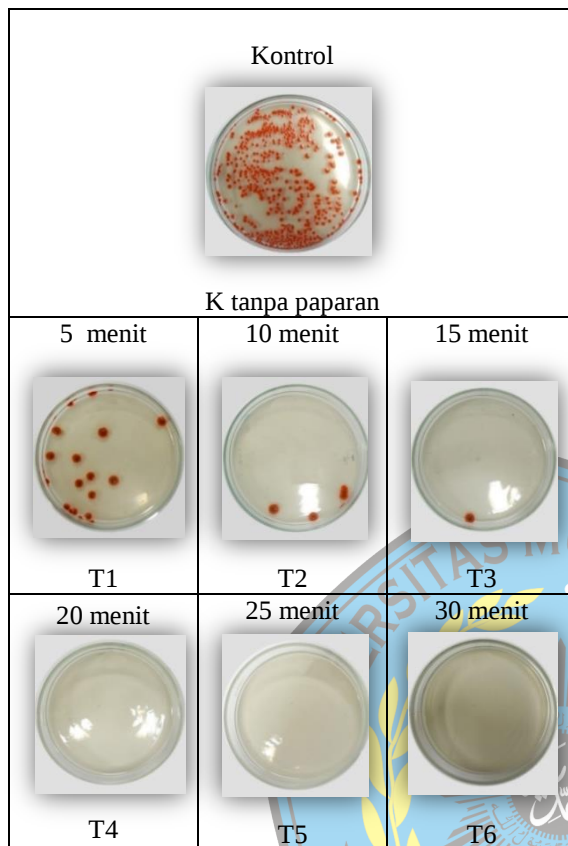
Tabel. 1. Hasil pertumbuhan jumlah bakteri *Serratia marcescens* yang telah terpapar gas ozon.

Perlakuan (Menit)	Ulangan				Mean <i>Serratia marcescens</i> (CFU/50µl)
	1	2	3	4	
5	7	17	12	3	$9,75 \times 10^{-7}$
10	4	3	3	1	$2,75 \times 10^{-7}$
15	1	1	1	1	1×10^{-7}
20	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
Kontrol Tanpa paparan	300	297	225	219	$260,25 \times 10^{-7}$



Gambar 1. Grafik pertumbuhan *Serratia marcescens* dengan paparan gas ozon.

Hasil pertumbuhan koloni *Serratia marcescens* pada media *Nutrient Agar*.



Gambar 2 . Hasil koloni *Serratia marcescens* yang tumbuh pada media *Nutrient Agar*.

Keterangan :

1. K (Kontrol) tanpa paparan gas ozon dan T (Kelompok yang di beri paparan gas ozon).
2. T1 paparan gas ozon selama 5 menit.
3. T2 paparan gas ozon selama 10 menit.
4. T3 paparan gas ozon selama 15 menit.
5. T4 paparan gas ozon selama 20 menit.
6. T5 paparan gas ozon selama 25 menit.
7. T6 paparan gas ozon selama 30 menit.

Untuk pengujian normalitas dan homogenitas menggunakan Shapiro wilk, uji Laveine yang hasilnya dapat dilihat pada Hasil analisis data dengan menggunakan statistik uji normalitas atau uji *Shapiro Wilk* didapatkan hasil 0,471 ($>0,05$) yang berarti data ditemukan normal, sedangkan untuk uji homogenitas atau uji *Laveine* didapatkan hasil 0,000 ($<0,05$) yang berarti data ditemukan tidak homogen, dikarenakan data yang ditemukan berdistribusi normal dan tidak homogen maka uji yang

digunakan adalah uji *Kruskal Wallis* didapatkan 0,000 ($<0,05$) yang berarti ada pengaruh paparan gas ozon terhadap pertumbuhan bakteri. Selanjutnya dilakukan pengujian *Mann-Whitney* untuk mengetahui perbedaan dari 1 kelompok dengan kontrol.

Tabel 2. Uji *mann-Whitney* mengetahui perbedaan dari 1 kelompok dengan kontrol.

Perbedaan waktu	p. value	Keterangan
5 menit – kontrol	0,021 ($<0,05$)	Ada perbedaan
10 menit – kontrol	0,020 ($<0,05$)	Ada perbedaan
15 menit – kontrol	0,014 ($<0,05$)	Ada perbedaan
20 menit – kontrol	0,014 ($<0,05$)	Ada perbedaan
25 menit – kontrol	0,014 ($<0,05$)	Ada perbedaan
30 menit – kontrol	0,014 ($<0,05$)	Ada perbedaan

Keterangan :

Jika p. value $< 0,05$ = Ada Pengaruh

Jika p. value $> 0,05$ = Tidak Ada Pengaruh

Diskusi

Awal penelitian ini dimulai dengan mengambil 50 ul suspensi *Serratia marcescens* yang telah diencerkan 10^{-7} dari standar Mc farland 0,5 kemudian dituangkan ke atas permukaan media NA (*Nutrient Agar*) dan disebarakan menggunakan tri angel hingga permukaan media rata dengan suspensi, selanjutnya dimasukkan ke dalam boks dengan volume 10 Liter dan didesinfeksi dengan menggunakan gas ozon Kenza model KZO-303 dengan lama waktu 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 menit, kemudian diinkubasi selama 2 x 24 jam dengan suhu ruang. Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah koloni yang tumbuh pada media NA.

Paparan gas ozon terhadap bakteri *Serratia marcescens* pada media NA (*Nutrient Agar*) seperti pada tabel 3 dilakukan dengan beberapa variasi waktu yaitu 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 menit yang didesinfeksi di dalam boks dengan volume 10 Liter. Pada 5 menit jumlah rata-tara/*mean* $9,75 \times 10^{-7}$ CFU/50 μ l, 10 menit *mean* $2,75 \times 10^{-7}$ CFU/50 μ l, 15 menit *mean* 1×10^{-7} CFU/50 μ l dan di 20, 25 dan 30 menit tidak terdapat pertumbuhan bakteri pada media NA sedangkan kontrol tanpa paparan gas ozon memiliki *mean* $260,25 \times 10^{-7}$ CFU/50 μ l. *Serratia marcescens* yang

merupakan coliform dan bakteri flora normal pada usus bersifat patogen jika jumlahnya banyak, bakteri ini merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang (basil). Bakteri ini bisa terdapat dalam air sebagai petanda kontaminasi bakteri patogen. Pengujian waktu paparan gas ozon terhadap pertumbuhan *Serratia marcescens* telah dilakukan dengan metode TPC (*Total Plate Count*) dengan menggunakan media NA.

Gas ozon yang digunakan untuk membunuh bakteri *Serratia marcescens* yaitu gas yang didapat dari alat ozonizer Kenza KZO-303 yang menghasilkan gas ozon sebanyak 500 mg/jam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui waktu paparan gas ozon terhadap pertumbuhan *Serratia marcescens*. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kontrol tanpa pemaparan gas ozon memiliki *mean* $260,25 \times 10^{-7}$ CFU/50 μ l. Waktu paparan gas ozon dapat menurunkan jumlah bakteri *Serratia marcescens* dan setelah dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali diperoleh penurunan bakteri yang cukup signifikan dari waktu 5 menit hingga 20 menit. Sedangkan pada menit ke 25 hingga 30 hasilnya sama dengan 20 menit. Paparan gas ozon selama 5 menit jumlah rata-rata/*mean* $9,75 \times 10^{-7}$ CFU/50 μ l (sebaran gas ozon kurang merata yang bisa dilihat dalam ulangan pada tabel 1 terdapat perbedaan ulangan yang tinggi) mengalami penurunan jumlah koloni pada 10 menit *mean* $2,75 \times 10^{-7}$ CFU/50 μ l dan mengalami penurunan jumlah koloni pada 15 menit, 15 menit *mean* 1×10^{-7} CFU/50 μ l juga mengalami penurunan jumlah koloni pada 20 menit, sedangkan pada 20, 25 dan 30 menit tidak terdapat pertumbuhan bakteri pada media NA.

Serratia marcescens terpapar dengan gas ozon sebanyak 4,16 ppm/5 menit; gas ozon sebanyak 8,33 ppm/10 menit; gas ozon sebanyak 12,5 ppm/15 menit; 16,66 ppm /20 menit; 20,83 ppm /25 menit; 25 ppm /30 menit dan kontrol tanpa desinfeksi ozon. Ozon membunuh mikroorganisme dengan cara mengoksidasi

dan menghancurkan dinding sel sehingga mampu membunuh mikroorganisme. Mekanisme desinfeksi ozon dengan cara mengoksidasi langsung ketika ozon kontak dengan dinding sel, suatu reaksi oksidasi terjadi sehingga menyebabkan lubang pada dinding sel sehingga bakteri mulai kehilangan bentuk atau pertahanan utamanya telah hancur (Zafhira, 2012).

Setelah reaksi oksidasi, kemampuan membran akan naik sehingga molekul ozon akan dengan mudah masuk dan merusak sel. Oksidasi dari ozon mengakibatkan kerusakan dinding sel dan membran sitoplasma bakteri, ozon akan merusak unsur pokok dari asam nukleat yaitu pada cincin purin dan cincin pirimidin serta putusannya ikatan utama antara karbon dan nitrogen (Desi 2012). Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa waktu paparan gas ozon dapat menurunkan jumlah bakteri *Serratia marcescens*.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Amal Ma'ruf (2017) waktu yang dibutuhkan untuk membunuh bakteri *Escherichia coli* yaitu 20 menit dan waktu yang digunakan dalam penelitian ini untuk membunuh *Serratia marcescens* yaitu juga pada menit ke 20. Hal ini dikarenakan bakteri yang digunakan sebelumnya memiliki karakteristik yang mirip dengan bakteri penelitian ini sehingga membutuhkan waktu yang kurang lebih sama untuk membunuh bakteri.

Kesimpulan pada penelitian ini waktu yang paling efektif dalam membunuh bakteri *Serratia marcescens* yaitu 20 menit dan ada pengaruh gas ozon terhadap pertumbuhan bakteri *Serratia marcescens* pada waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit.

Ucapan terima kasih

Atas selesainya tugas akhir ini saya selaku peneliti mengucapkan terima kasih kepada Dra. Sri Sinto Dewi, M.Si, Med dan Fandhi Adi Wardoyo, M.Sc yang telah memberikan bimbingan dan bantuannya selama penelitian dan terima kasih juga saya sampaikan untuk Ayah handaku Abdul Kadir

Hasan dan Ibundaku St. Hasnah yang selalu mendoakan di setiap sujudnya serta ucapan terima kasih kepada kakak dan adik tersayang. Terima kasih pula untuk teman-teman seperjuangan DIV Jalur Khusus Analis Kesehatan Muhammadiyah Semarang tahun 2017 terkhususnya kelas E yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Referensi

- Adji, D. Zuliyanti. & Larashanty, H. 2007. Perbandingan Efektivitas Sterilisasi Alkohol 70%, Inframerah, Otoklaf Dan Ozon Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Bacillus subtilis*. *J. Sain*. Vol. 25. 1. pp.17-24.
- Desi, kristanti, D., 2012. Pengaruh Ozonated Water Sebagai Antiseptik Dalam Menghambat Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Maj Ked Gr*, vol. 1. 19. 25-28.
- Khanafari, A., Assadi, M.M. & Fakhr, F.A. 2006. Review of Prodigiosin, Pigmentation in *Serratia marcescens*. *Jurnal Of Biological Science*, Vol.6. No.1. pp.1-13.
- Kurniawan Dody, 2018. *Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Bagi Masyarakat Di Perumnas Pucanggading*. Skripsi Universitas Diponegoro, Semarang.
- Lauzon CR *et al.* 2003. *Serratia marcescens* as a bacterial pathogen of *ragholetis pomonella* flies. *J entomol*, Vol.100. No.1. pp.87-92.
- Ma'ruf Amal, 2017. Waktu paparan gas ozon terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. *Jurnal Unimus*. Pp1-4.
- Maulidya Mitha, 2013. Analisis Bakteri *C o l i f o r m* (Fekal Dan Non Fekal) Pada Air Sumur Di Desa Pamijen Kecamatan Sokaraja Kabupaten Banyumas. Skripsi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Ochieng JB *et al.* 2014. *Serratia marcescens* is injurious to intestinal epithelial cells. *National Centre for Biotechnology Information*, Vol.5. No.6. pp.729-736.
- Rusdi, U.D. & Suliasih N. 2002. Ozonisasi Dan Kualitas Air Susu. *Jurnal Bionatura*.vol.4.No.2.pp96-107.
- Sulistiyandari, H. 2009. *Faktor – Faktor Yang Berhubungan Dengan Kontaminasi Deterjen Pada Air Minum Isi Ulang Di Depot Air Minum Isi Ulang (Damu) Di Kabupaten Kendal*. Tesis. Program Magister Kesehatan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Wulansarie, R. 2012. *Sinergi Teknologi Ozon Dan Sinar Uv Dalam Penyediaan Air Minum Sebagai Terobosan Dalam Pencegahan Penyakit Infeksi Diare Di Indonesia*. Skripsi Universitas Indonesia, Depok.
- Young, S.B. & Setlow P. 2004. Mechanisms of *Bacillus subtilis* spore resistance to and killing by aqueous ozone. 96 *Journal of Applied Microbiology*. pp. 1133-1142.
- Zafhira, N.A. 2012. *Pengaruh Waktu Inkubasi Dan Dosis Ozon Pada Desinfeksi Hama Bakteri *Xanthomonas oryzae* Dengan Kombinasi Proses Ozonasi Dan Adsorpsi Dengan Zeolit Alam*. Skripsi Universitas Indonesia, Depok.