

Efisiensi Kadar Ozon dalam Proses Disinfeksi Bakteri Escherichia Coli pada Pengolahan Air Minum

Sukma Naufal Sudarsono, Bima Kusuma Abirawa I P, Edi Mulyadi, Nurul Widji Triana

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia
Penulis Korespondensi: Sukmanaufalsudarsono@gmail.com

Abstrak

Air minum yang di dalamnya masih terkandung bakteri Escherichia Coli tidak aman untuk kesehatan manusia apabila dikonsumsi. Dalam penanganannya diperlukan proses disinfeksi untuk mengatasi air yang terkontaminasi bakteri Escherichia Coli. Ada beberapa metode untuk proses disinfeksi bakteri di dalam proses pengolahan air minum, salah satunya adalah dengan metode ozonisasi. Metode ini memanfaatkan paparan dari ozon dalam proses disinfeksi bakteri Escherichia Coli. Metode ozonisasi di pilih karena dapat menginaktivasi virus dan mendisinfeksi bakteri dengan kuat serta tidak meninggalkan residu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persen degradasi bakteri Escherichia Coli setelah dilakukan proses disinfeksi dengan variasi kadar ozon dan laju alir tertentu serta menentukan kadar ozon dan laju alir yang efisien dalam proses disinfeksi bakteri pada pengolahan air minum secara kontinyu. Parameter yang akan dioptimasi meliputi kadar ozon dan laju alir. Adapun kadar ozon yang digunakan sebesar 0,953; 2,857; 4,761; 6,666; dan 8,5713 ppm. laju alir yang digunakan sebesar 3; 6; 9 lpm. Dari hasil penelitian di peroleh parameter kadar ozon dan laju alir yang efisien sebesar 4,761 ppm dan laju alir optimal sebesar 9 lpm. Kondisi efisien yang diperoleh efektif mendegradasi bakteri Escherichia Coli sebesar 100 persen.

Kata kunci: bakteri Escherichia Coli; disinfeksi; ozon; laju alir

Abstract

Drinking water which still contains Escherichia Coli bacteria is not safe for human health when consumed. In handling it, a disinfection process is needed to deal with water contaminated with Escherichia Coli bacteria. There are several methods for the disinfection of bacteria in the drinking water treatment process, one of which is the ozonation method. This method utilizes exposure to ozone in the process of disinfection of the Escherichia Coli bacteria. The ozonation method was chosen because it can inactivate viruses and disinfect bacteria strongly and leaves no residue. This study aims to determine the percent degradation of Escherichia Coli bacteria after the disinfection process with variations in ozone levels and certain flow rates and to determine the ozone level and flow rate that is efficient in the bacterial disinfection process in continuous drinking water treatment. The parameters to be optimized include ozone levels and flow rates. The ozone levels used were 0.953; 2,857; 4,761; 6,666; and 8.5713 ppm. the flow rate used is 3; 6; 9 lpm. From the research results obtained parameters of ozone levels and an efficient flow rate of 4.761 ppm and an optimal flow rate of 9 lpm. The efficient conditions obtained were effective in degrading Escherichia Coli bacteria by 100 percent.

Key words: Escherichia Coli bacteria; disinfection; ozone; Flow rate

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia, sehingga jika kebutuhan air

tersebut baik dalam segi kuantitas maupun kualitas belum tercukupi dapat memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial (Widayat, 2008). Tubuh

manusia tersusun dari jutaan sel dan hampir keseluruhan sel tersebut mengandung senyawa air (H₂O). Menurut penelitian, hampir 67% dari berat tubuh manusia terdiri dari air (Yusuf, 2012). Air memiliki fungsi yang sangat banyak dan beragam salah satunya sebagai air minum atau konsumsi. Dalam menjadikan air sebagai air minum mempunyai beberapa syarat dan ketentuan menurut Badan Standarisasi Nasional SNI 01-3553-2006 dan Permenkes Nomor 492/Menkes/Per VII/2010. Keberadaan mikroorganisme didalam air menjadi salah satu parameter biologis dalam menentukan persyaratan kualitas air. Salah satu kelompok mikroorganisme yang sangat penting diperhatikan kehadirannya dalam air ialah bakteri terutama yang bersifat patogenik yang berbahaya terhadap manusia misalnya *Escherichia Coli*.

Escherichia Coli adalah salah satu bakteri yang termasuk golongan *coliform* dan hidup normal di dalam kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga *coliform* fekal. bakteri *Escherichia Coli* memiliki bentuk batang pendek, Gram negatif, tidak berspora, ukuran 0,4-0,7 mikron, sebagian besar gerak positif dengan flagel peritrich, dan mempunyai kapsul. *Escherichia Coli* merupakan flora normal saluran pencernaan dan merupakan salah satu kuman yang menghasilkan indol positif dan tergolong kuman yang cepat meragi laktosa. Umumnya tidak menyebabkan hemolisa pada lempeng agar darah. Biakan *Escherichia Coli* pada media membentuk koloni bulat konveks, halus dengan tepi yang rata dan sedikit mukoid (Jawetz et al., 2008). *Escherichia Coli* yang bersifat patogen menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan pada manusia seperti diare. Maka dari itu perlu dilakukan disinfeksi agar menjadi aman, salah satunya dengan paparan ozon.

Ozon merupakan sebuah molekul gas tidak berwarna yang tersusun dari tiga buah oksigen. Pemanfaatan ozon dalam suatu industri biasanya digunakan dalam berbagai proses seperti proses penghilangan warna, penghilangan bau, dan sebagai disinfektan. Ozon menginaktivasi virus dengan cara merusak inti asam nukleat. Pelapis protein terpengaruh juga, namun merusak pelapis protein kecil dan kemungki- nan tidak ada pengaruhnya terhadap adsorpsi poliovirus ke dalam sel *host* (VP4, *capsid polyepitide* penyebab penempelan pada sel *host*, tidak terpengaruh oleh

ozon). Terhadap rotavirus, ozon merubah capsid dan inti RNA (Said, 2007). Proses disinfeksi menggunakan ozon mempunyai banyak kelebihan yaitu proses disinfeksi yang dilakukan hanya memerlukan waktu yang singkat. Ozon merupakan disinfektan yang dinilai lebih efektif daripada khlorin karena ozon merupakan oksidator kuat dengan nilai E_o sebesar 2,07 volt. Namun dalam pemanfaatan ozon sebagai disinfektan harus digunakan dalam kadar ozon yang tepat agar air yang dihasilkan aman dan proses disinfeksi akan berjalan efektif. Kelebihan kadar ozon yang diinjeksikan pada proses disinfeksi dapat menyebabkan dekomposisi polimer pada botol kemasan air minum. Sehingga hal ini menyebabkan perubahan karakteristik produk yaitu bau seperti metal, perubahan rasa pada air minum (Agustini, 2011).

Pemanfaatan ozon sebagai disinfektan telah banyak dilakukan penelitian. Menurut Han JH (2006) pada konsentrasi ozon 0,3 mg/L sampai dengan konsentrasi 0,9 mg/L ozon dapat digunakan untuk membunuh berbagai mikroorganisme seperti bakteri dan virus. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Prayitno dkk (2017), proses ozonisasi dapat menyisihkan bakteri *Escherichia Coli* sebesar 100% menggunakan kadar ozon 15 ppm dengan waktu kontak 3 menit dan lama ozonisasi 20 menit. Penelitian yang dilakukan oleh Nisa (2019) dapat menyisihkan bakteri *Escherichia Coli* sebesar 90,95% menggunakan kadar ozon 0,5 ppm selama 10 menit pada volume air 72 Liter. konsentrasi ozon yang dipakai dalam proses disinfeksi didasarkan pada jenis bakteri dan proses yang digunakan. Pada penelitian terdahulu, disinfeksi bakteri menggunakan ozon pada pengolahan air dilakukan dengan proses *batch*, dimana ozon akan diinjeksikan ke dalam air pada suatu wadah dengan volume dan lama waktu kontak tertentu. Pada penelitian ini, proses disinfeksi bakteri dilakukan dengan menggunakan proses *continous*. Pada proses *continous*, sistem injeksi ozon dari ozon generator harus memperhatikan tekanan gas yang keluar dari ozon generator. Hal tersebut dikarenakan apabila tekanan flow dari air lebih besar daripada tekanan flow gas maka akan terjadi *back flow* atau aliran balik pada selang ozon generator. Sehingga pada sistem injeksi ozon diperlukan cek *valve*.

Pada penelitian ini, terdapat beberapa tujuan yang akan dicapai yaitu untuk mengetahui jumlah persen degradasi bakteri *Escherichia Coli* dalam air yang telah didisinfeksi menggunakan ozon dan untuk menentukan kadar ozon dan lama waktu kontak/laju alir air seefisien mungkin pada proses disinfeksi bakteri *Escherichia Coli* di air.

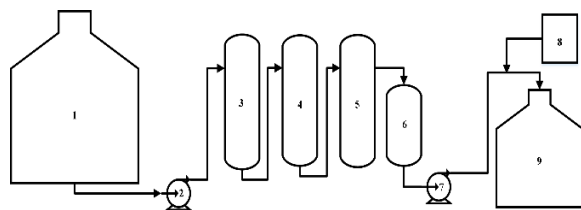
METODE PENELITIAN

Bahan

Sumber air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Air Sumur Bapak Yudi Dusun Sambirono Kulon RT 16/ RW 03, Desa Sidodadi, Kecamatan Taman, Sidoarjo, Jawa Timur. Ozon yang digunakan sebagai disinfektan diperoleh dari ozon generator tipe OZ-5G.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serangkaian alat pengolahan air minum yang terdapat di Gedung Teknologi Tepat Guna (TTG) Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.



Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

Keterangan:

1. Tangki penyimpanan air
2. Pompa 1 *wasser pump* (tipe PBMH90-3EA)
3. Tabung filtrasi berisi pasir silika
4. Tabung adsorpsi berisi karbon aktif
5. Tabung penukar ion berisi resin
6. Tabung filtrasi cartridge 1 µm (mikron)
7. Pompa 2 *CNP southe RN pumps* (tipe CDLF2-13)
8. Ozon generator dengan tipe OZ-5G
9. Tangki penyimpanan air produk

Prosedur

Pre-Treatment Air Baku

Pada pengolahan air minum umumnya terdapat proses penyisihan partikel yang terkandung di dalam air untuk memenuhi standar baku mutu air minum (Said, 2007). Air bahan baku sebelum dilakukan proses disinfeksi maka harus

di Pre-Treatment terlebih dahulu, air baku yang digunakan akan melalui proses filtrasi, proses adsorpsi, penghilangan kesadahan (*Softener*) serta filtrasi *catridge*. Proses filtrasi ini dilakukan dengan melewati air baku ke dalam tabung filtrasi berisi bahan isian silika yang bertujuan untuk menyaring kotoran seperti endapan, ataupun pasir yang terbawa dalam air bahan. Proses kedua adalah adsorpsi dengan dilewatkan ke dalam tabung yang berisi karbon aktif untuk penghilang warna dan bau dalam air serta bahan organik terlarut. Pada proses Penghilangan kesadahan (*Softener*) dilakukan resin untuk proses pertukaran ion. Selanjutnya air akan dilewatkan melalui *catridge filter* dengan tujuan untuk mengilangkan materi terlarut berupa partikel kecil yang tersuspensi dalam air. Proses *pre-treatment* dilakukan untuk mendapatkan air minum yang sesuai dengan standart serta untuk meningkatkan efektifitas proses disinfeksi melalui penghilangan kotoran dan kesadahan serta dapat menurunkan potensi pembentukan senyawa *trihalomethan* (THMs) yang bersifat karsinogenik.

Proses Disinfeksi

Disinfeksi merupakan proses untuk membunuh atau menonaktifkan mikroba terutama yang bersifat patogen. Proses disinfeksi dilakukan dengan paparan injeksi ozon yang berasal dari ozon generator tipe OZ-5G dengan variasi kadar ozon yang ditetapkan. Bahan baku Ozon generator adalah dengan udara bebas dan mengalirkannya melalui elektroda yang dialiri arus bolak-balik dengan tegangan tinggi. Elektroda yang terdapat di dalam ozon generator akan bertabrakan dengan oksigen yang berasal dari udara bebas sehingga molekul oksigen (O_2) akan terpecah menjadi O dan saling bergabung menjadi ozon (O_3). Reaksi pembentukan ozon secara umum yaitu sebagai berikut:



Persamaan reaksi (1) dan (2) merupakan reaksi pembentukan ozon. Agar pada reaksi (2) bisa berlanjut, maka membutuhkan suatu zat ketiga M. Zat M ini dapat berupa oksigen,

nitrogen, atau dinding tabung. Jika pembentukan ozon terus berlanjut dan mencapai konsentrasi tertinggi, maka ozon akan terurai kembali dengan reaksi yang terjadi yaitu pada reaksi (3) dan (4). Pembentukan dan peruraian ozon terjadi bersamaan di kedua kutub elektroda (Said, 2007).

Proses disinfeksi dilakukan dalam pipa penghubung antara tabung filtrasi *cartridge* dan tangki penampung produk akhir dengan Selang injektor dimodifikasi dan dihubungkan dengan pipa. Pengaturan laju alir air yang didisinfeksi dalam proses ini diatur melalui *valve* yang terdapat pada serangkaian alat pengolahan air minum yang digunakan.

Analisa Jumlah Bakteri *Escherichia Coli*

Analisa jumlah bakteri *Escherichia Coli* dilakukan menggunakan metode membran filter yang merujuk pada ISO 9308-1:2010. Analisa dilakukan di Dinas Kelautan dan Perikanan Pengujian Mutu Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan Surabaya. Analisa dilakukan dengan satuan cfu/100 ml. Dalam penentuan jumlah penyebaran bakteri *Escherichia Coli* digunakan metode acuan (Pengujian Standar) untuk mendeteksi dan menghitung bakteri *Escherichia Coli* pada air untuk konsumsi manusia. Pengujian standar didasarkan pada filtrasi dengan membran pertumbuhan kultur pada *differential agar medium* dan penghitungan jumlah organisme target dalam contoh uji.

Proses Efisiensi

Dalam menentukan kondisi yang efisien dari hasil penelitian ini dilakukan perhitungan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan tujuan untuk mengetahui peranan dan pengaruh variabel atau parameter kadar ozon dan laju alir terhadap hasil yang diperoleh dan ditetapkan sebagai kondisi yang efisien sehingga efektif untuk mendisinfeksi bakteri *Escherichia Coli* di air pada proses pengolahan air minum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku air dilakukan Analisa awal dengan tujuan mengetahui jumlah cemaran bakteri *Escherichia Coli* di dalamnya sebelum di proses *Pre-treatment*. Sampel awal yang diuji diambil setelah melewati proses *pre-treatment*. Berdasarkan hasil analisis kadar bakteri

menggunakan metode filtrasi membran didapatkan jumlah bakteri *Escherichia Coli* pada air baku sebesar 600 cfu/100 ml dan setelah melalui *pre-treatment* terjadi penurunan menjadi 437 cfu/100 ml. Hasil ini menunjukkan bahwasanya air tersebut masih tercemar dan belum layak untuk diminum. Hasil analisa setelah *Pre-treatment* digunakan sebagai jumlah awal bakteri sebelum dilakukan proses disinfeksi. Menurut Wulandari (2019) media filter sand filter berupa silika dapat menyaring bakteri *Escherichia Coli* di air. Menurut Mulyatna (2019) media adsorpsi karbon aktif dapat menyaring dan menghambat laju dari bakteri *Escherichia Coli* di air karena media karbon aktif memiliki pori-pori dan mempunyai permukaan adsorben yang menjadi tempat bakteri menempel menjadi lebih luas. Pada media filter *cartridge* mempunyai ukuran pori – pori 1 µm (mikron) dimana lebih besar sedikit dari ukuran bakteri *Escherichia Coli* yang memiliki ukuran 0,4 – 0,7 Mikron. Menurut Mulyatna (2019) Pada filter *Cartridge* dimungkinkan bakteri *Escherichia Coli* menempel pada lapisan serat filter *cartridge*. Serat filter *cartridge* ini terbuat dari Polypropilene.

Suhu air yang digunakan dalam penelitian ini dijaga pada suhu ruang dalam rentang 25-30°C. Kenaikan dan penurunan suhu disebabkan karena naik turunnya temperatur udara lingkungan selama proses pengambilan sampel. Namun, adanya kenaikan dan penurunan temperatur tidak mempengaruhi proses disinfeksi menggunakan ozon secara signifikan dikarenakan menurut Faridz (2007) bakteri *Escherichia Coli* tumbuh pada rentang temperatur 10-45 °C. pH air dapat mempengaruhi perilaku ozon dalam proses ozonisasi. Menurut Beltran (2005) ozon dapat bereaksi secara langsung dan tidak langsung tergantung pada pH proses ozonisasi. Pada pH rendah proses ozonisasi terjadi secara langsung sedangkan pada pH netral proses ozonisasi yang terjadi yaitu ozonisasi tidak langsung. Pada penelitian ini pH air berada pada kondisi netral ± 7. Proses tidak langsung merupakan kondisi ozon akan terdekomposisi menghasilkan radikal OH yang merupakan oksidator kuat sehingga akan bereaksi dengan senyawa organik dan inorganik yang beragam pada air. Menurut Sari (2013) air dengan pH asam akan menghambat proses dekomposisi ozon, dikarenakan air dengan pH

rendah memiliki alkalinitas yang tinggi sehingga akan menghambat proses dekomposisi dikarenakan waktu paruh ozon akan meningkat dan lambtanya reaksi berantai OH radikal.

Analisa Jumlah Bakteri *Escherichia Coli*

Hasil analisis total bakteri *Escherichia Coli* dengan metode membran filter telah sesuai dengan parameter uji yang ada di BSN:SNI 01-3553-2006 dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas ar minum.

Tabel 1. Hasil Analisa Bakteri *Escherichia Coli*

No	Kadar Ozon (ppm)	Laju Alir (Lpm)	Jumlah Bakteri (cfu/100 ml)
1	0.953	3	307
2	0.953	6	355
3	0.953	9	401
4	2.857	3	2.2
5	2.857	6	9.2
6	2.857	9	180
7	4.761	3	0
8	4.761	6	0
9	4.761	9	0
10	6.666	3	0
11	6.666	6	0
12	6.666	9	0
13	8.5713	3	0
14	8.5713	6	0
15	8.5713	9	0

Berdasarkan hasil analisis kadar bakteri *Escherichia Coli* menggunakan metode membran filter dapat dilihat bahwa pada parameter kadar ozon sebesar 0,953 ppm dengan laju alir sebesar 3,6,9 lpm masih mengandung cemaran bakteri *Escherichia Coli* sebesar 307 CfU/100 ml; 355 CfU/100 ml; 401 CfU/100 ml. Hasil analisis pada parameter kadar ozon sebesar 2,857 ppm dengan laju alir 3,6,9 lpm masih mengandung cemaran bakteri *Escherichia Coli* berturut-turut sebesar 2,2 CfU/100 ml; 9,2 CfU/100 ml; 180 CfU/100 ml. Hal ini menunjukkan bahwa pada parameter kadar ozon tersebut sudah terdapat pengaruh untuk mendegradasi atau mendisinfeksi cemaran bakteri *Escherichia Coli* dalam air. Berdasarkan hasil analisis membran filter yang diperoleh dapat

diolah untuk mencari nilai persen degradasi pada masing-masing parameter.

Persen Degradasi Bakteri *Escherichia Coli*

Tabel 2. Persen Degradasi Bakteri *Escherichia Coli*

No	Kadar Ozon (ppm)	Laju Alir (Lpm)	Degradasi <i>Escherichia Coli</i>
1	0.953	3	29.7483 %
2	0.953	6	18.7643 %
3	0.953	9	8.2380 %
4	2.857	3	99.4966 %
5	2.857	6	97.8947 %
6	2.857	9	58.8101 %
7	4.761	3	100.00 %
8	4.761	6	100.00 %
9	4.761	9	100.00 %
10	6.666	3	100.00 %
11	6.666	6	100.00 %
12	6.666	9	100.00 %
13	8.5713	3	100.00 %
14	8.5713	6	100.00 %
15	8.5713	9	100.00 %

Berdasarkan tabel 2 mulai mencapai degradasi sebesar 100% di laju alir 9 lpm dan kadar ozon 4,761 ppm. Menurut Metcalf (2003) faktor penting yang mempengaruhi dalam proses disinfeksi adalah konsentrasi disinfektan dan lama waktu kontak. Pengaruh konsentrasi disinfektan berpengaruh terhadap persen degradasi yang di peroleh, dimana semakin tinggi konsentarsi disinfektan yang digunakan maka persen degradasi bakteri juga akan meningkat hingga mencapai batas konsentrasi disinfektan yang efisien. Persen degradasi bakteri juga akan meningkat seiring dengan meningkatnya lama waktu kontak yang digunakan dalam proses dsinfeksi. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi proses disinfeksi yaitu temperatur dan pH. Menurut Budiyo (2013) inaktivasi mikroorganisme akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur.

Analisa Pengaruh Variabel terhadap Hasil

Analisis statistika dengan menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) untuk pengaruh signifikansi dari parameter kadar ozon (x1) dan parameter laju alir (x2) terhadap respon persen degradasi (y). analisis varian (ANOVA) dilakukan menggunakan aplikasi Minitab 19. Hasil Analisis varian (ANOVA) di sajikan dalam tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil *Analysis of Variance* (ANOVA)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
kadar ozon	4	14869.8	3717.4	34.55	0.000
laju alir	2	432.5	216.3	2.01	0.196
Error	8	860.7	107.6		
Total	14	16163.0			

Analysis of Variance (ANOVA) menggunakan metode dua arah karena terdiri dari 2 variabel yang mempengaruhi hasil yaitu kadar ozon dan laju alir terhadap persen degradasi bakteri *Escherichia Coli*. Derajat signifikansi menunjukkan toleransi *error* yang dihasilkan Berdasarkan hasil *analysis of varian* (ANOVA) didapatkan nilai p faktor kadar ozon lebih kecil dari derajat signifikansi = 5% atau 0,05 yaitu 0,000 < 0,05 yang berarti bahwa kadar ozon berpengaruh signifikan terhadap persen degradasi bakteri. Nilai p faktor laju alir lebih besar dari derajat signifikansi = 5% yaitu 0,196 > 0,05 yang berarti laju alir tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap persen degradasi bakteri. Hal ini disebabkan karena rentang dari parameter laju alir yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan terlalu kecil sehingga perbedaan waktu kontak ozon antar parameter laju alir dalam proses disinfeksi tidak terlalu besar yang menyebabkan perubahan laju alir tidak berpengaruh secara signifikan terhadap persen degradasi bakteri. Berdasarkan hasil Anova diperoleh nilai *F-value* sebesar 34,55 yang lebih besar *F-tabel* yang bernilai 3,84. Hal ini menyatakan bahwa variabel independen kadar ozon memberikan sumbangan yang berarti terhadap hasil. Pada variabel independen laju alir mempunyai hasil *F-value* sebesar 2,0102 yang lebih kecil dari nilai *F-tabel* sebesar 4,46. Hal ini menyatakan bahwa variabel independen laju alir tidak memberikan sumbangan yang berarti atau tidak berpengaruh yang signifikan di hasil.

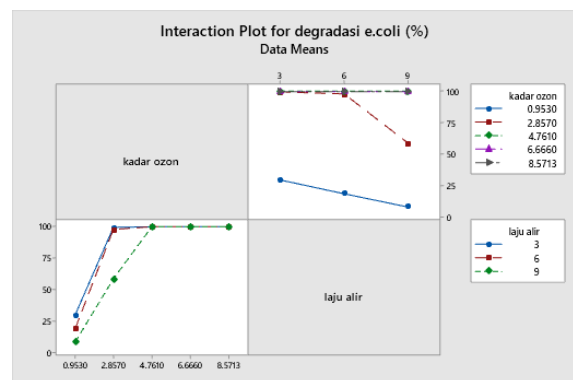
Tabel 4. Hasil *Model Summary*

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
10.3724	94.67%	90.68%	81.28%

Tabel *model summary* diperoleh menggunakan aplikasi minitab 19. Dari hasil *summary* di atas dapat dilihat nilai *R-squared* hampir mendekati 100%, hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi variabel independen secara bersama-sama

mempengaruhi nilai dari variabel dependen. Selain dari nilai *R-squared*, nilai *R-squared (adjusted)* dinilai lebih kompleks dalam memprediksi model dan hubungan variabel yang digunakan. Berdasarkan nilai *R-squared (Predicted)* yang di angka 81,28 % dirasa baik untuk menindikasikan bahwa model yang digunakan baik untuk dijadikan prediksi observasi baru dan memberikan informasi bahwa model yang digunakan tidak *overfit*.

Kondisi Efisien

Gambar 2. Grafik *Interaction Plot* for Degradasi *Escherichia Coli*

Berdasarkan gambar 2 nilai degradasi *Escherichia coli* mencapai 100 % di mulai dari kadar ozon 4,7610 ppm sampai dengan 8,5713 ppm di laju alir 3 lpm, 6 lpm maupun 9 lpm. Efektifitas ozonisasi sebagai disinfektan di lihat berdasarkan persen degradasi yang di dihasilkan dari proses. Berdasarkan hasil penelitian ozon dinilai efektif dalam melakukan disinfeksi terhadap cemaran bakteri *Escherichia coli* di air karena dapat mendegradasi hingga 100% bakteri *Escherichia coli*. Efisiensi degradasi bakteri *Escherichia coli* mencapai 100% terjadi di kadar ozon 4,7160 ppm di laju alir 9 lpm dengan lama waktu kontak selama 2,106 detik. Dari kondisi paling efisien tersebut sudah dapat memenuhi persyaratan menurut Badan Standarisasi Nasional SNI 01-3553-2006 dan Permenkes Nomor 492/Menkes/Per VII/2010. Menurut Permenkes Nomor 492/Menkes/Per VII/2010 menyatakan bahwa ditinjau dari kualitas mikrobiologisnya bakteri *Escherichia Coli* adalah negatif per 100 ml sampel, sedangkan untuk Badan Standarisasi Nasional SNI 01-3553-2006 persyaratannya adalah kurang dari (<) 2 APM/100 ml sampel

SIMPULAN

Telah dilakukan penelitian efisiensi kadar ozon dalam proses disinfeksi bakteri *Escherichia Coli* pada pengolahan air minum. kondisi efisien dari parameter yang digunakan yaitu kadar ozon dan laju alir terhadap hasil persen degradasi bakteri *Escherichia Coli* yaitu untuk parameter kadar ozon sebesar 4,716 ppm dan parameter laju alir sebesar 9 lpm. Dengan menggunakan kondisi efisien ini maka efektif mendegradasi bakteri *Escherichia Coli* dalam air bahan baku sebesar 100% sehingga air minum yang dihasilkan aman dikonsumsi dan sudah memenuhi standart mutu yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Beltran, F J. (2005). *Ozone Reaction Kinetic for Water and Wastewater system*. CRC Press LCC. Florida.
- Budyono dan Siswo S. (2013). *Teknik Pengolahan Air*. Graha Ilmu, Semarang.
- Faridz, R dkk. (2007). "Analisa Jumlah Bakteri dan Keberadaan *Escherichia Coli* pada Pengolahan Ikan Teri Nasi di PT. Kelola Mina Laut Unit Sumenep", ISSN 0216-0188, (4)2.
- Han, J. H. et al. (2006). "Killing effect of ozone on house dust mites, the major indoor allergen of allergic disease," *Ozone: science and engineering*, 28(3). Hal 191-196. doi : 10.1080/019195106 00689679
- Jawetz, Melnick & Adelberg's. (2005). *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi 1. Penerbit Salemba Medika. Jakarta.
- Metcalf dan Eddy. (2003). "*Wastewater Engineering: Treatment and Resue (Fourth Edition)*". McGrwa Hill Companies.
- Mulyatna, L dkk. (2019). "Penyisihan Total *Coliform* dalam Air Hujan Menggunakan Media Filter Zeolit Termodifikasi, Karbon Aktif dan *Melt Blown Filter Cartridge*", *Jurnal Infomatek*, Vol. 21, pp.15-26. doi: 10.23969/infomatek.v21i1.1610
- Nisa, Awalun L., Wahyudin D., Ruhmawati T., dan Putri Z. N. (2019). "Perbedaan waktu kontak ozon terhadap penurunan jumlah bakteri *Escherichia Coli* dalam air bersih," *Jurnal Riset Kesehatan*. Poltekkes Depkes Bandung. 11(1). doi :10.34011/juriskesb dg.v11i1.728
- Said, N. I. (2018). Disinfeksi untuk proses pengolahan air minum. *Jurnal air indonesia*. doi :/10.29122/jai.v3 i1.2314
- Sari, N R, dkk. (2013). "Efek Perlakuan Ph Terhadap Ozonisai". *Jurnal Teknik Lingkungan*. (1)1.
- Sri Agustini & rienoviar. (2011). "Pengaruh konsentrasi ozon terhadap cemaran mikroba pada air minum dalam kemasan". *Balai riset dan standardisasi industri palembang*.
- Prayitno, Saroso H, Hardjono, dkk. (2017). "Ozonisasi Air Limbah Rumah Sakit Menggunakan Reaktor Kontak Ber-packing". *Prosiding Sentrinov*. (3). ISSN:2477-2907. pp. 11-19.
- Widayat, W. (2008). "Teknologi Pengolahan Air Minum dari Air Baku yang Mengandung Kesadahan Tinggi". *Jurnal JAI*. 4(1), pp. 13-21. doi: 10.29122/j1i.v4i1.2364.
- Wulandari, J dkk. (2019). "Penurunan Kadar Bakteri *Esherichia Coli* dengan Metode *Biosand Filter* pada Air Sungai untuk Penyediaan Air Bersih di Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung". *Jurnal Teknologi dan Sains*. (3)1.
- Yusuf, Y. (2012). "Teknologi Pengolahan Air Tanah Sebagai Sumber Air Minum pada Skala Rumah Tangga". *Sigma Journal*, vol. (4)2. pp. 63-70.