

Efek Perlakuan pH pada Ozonisasi

NANDA NURITA SARI¹, M.RANGGA SURURI¹, KANCITRA PHARMAWATI¹

1. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Itenas, Bandung
Email: nim252006006@gmail.com

ABSTRAK

Ozon merupakan salah satu oksidator kuat dalam air dan dianggap sebagai desinfektan paling efektif dibandingkan dengan desinfektan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pH pada konsentrasi sisa ozon (C) dan waktu kontak (T) optimum bagi proses penyisihan bakteri coliform dan E. Coli. Semakin tinggi kondisi pH di dalam air maka semakin besar kandungan ion hidroksida didalamnya. Ion hidroksida dalam dekomposisi ozon berperan sebagai inisiator yang dapat mempercepat pembentukan OH radikal yang bersifat tidak selektif. Sampel air yang digunakan adalah Mata Air Cibanteng dan air Unit Filter PDAM Tirtawening Kota Bandung. Metode yang digunakan untuk mengukur C adalah Indigo Colorimetric. Penelitian dilakukan di Laboratorium Air ITENAS secara semi batch dengan perlakuan pH asam, netral dan basa pada interval waktu kontak 3,5,10 dan 15 menit. Konsentrasi sisa ozon dengan perlakuan pH basa lebih kecil nilainya dibandingkan pH netral dan asam

Kata kunci : desinfeksi, konsentrasi sisa ozon (C), pH, ozonisasi.

ABSTRACT

Ozone is a strong oxidator in water and is deemed as the most effective disinfectant compared to the others. The aim of this research were raise awareness of the pH in the residual ozone concentration (C) and optimum time (T) for the residual process of coliform bacteria and E. Coli. The higher pH in the water will raised number of hydroxide ions. Hydroxide ions inside the decomposed ozone act as the initiator which could speed up the forming of radical OH who is not selective. The water sample used was Cibanteng Spring Water and output of water filter unit in PDAM Tirtawening Kota Bandung. The method used to measure C was the Indigo Colorimetric. This research was done in water laboratorium ITENAS using the semi batch technique in regards to the acidic, the neutral and the alkali pH during the interval contact time of 3, 5, 10 and 15 minutes. Concentration of residual ozone with alkaline pH treatment is lower than than neutral and alkaline pH treatment.

Key words : disinfection, residual ozone concentration (C), pH, ozonation

1. PENDAHULUAN

Peranan air yang sangat besar bagi kehidupan menimbulkan adanya upaya-upaya yang dilakukan oleh manusia untuk mendapatkan air minum dengan kualitas yang aman bagi kesehatan. Upaya yang dilakukan dalam pengamanan kualitas air minum di Indonesia adalah dengan diberlakukannya pengawasan kualitas air minum berdasarkan *Peraturan Menteri Kesehatan No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*, yang mensyaratkan tidak adanya kandungan *Coliform* dan *E. Coli*. Guna memenuhi syarat bakteriologis air minum, maka dibutuhkan proses desinfeksi untuk menginaktivasi mikroorganisme patogen. Salah satu metoda desinfeksi yang secara luas telah diterapkan di Indonesia adalah desinfeksi dengan ozon. Ozon merupakan desinfektan yang sangat reaktif dalam menginaktivasi mikroorganisme, namun proses dekomposisi ozon sangat dipengaruhi oleh pH. Kondisi air dengan pH tinggi, dapat menyebabkan semakin banyaknya kandungan ion hidoksida di dalam air. Ion hidoksida dalam dekomposisi ozon berperan sebagai inisiator yang dapat mempercepat pembentukan OH radikal yang bersifat tidak selektif, sehingga materi yang tidak dapat diolah dengan ozon akan dioksidasi oleh OH radikal (*Tizaoui, 2009*).

Aplikasi pemanfaatan ozon di Indonesia sebagai desinfektan sering ditemukan pada usaha Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan Air Minum Isi Ulang (AMIU). AMDK dan AMIU seringkali dijadikan alternatif bagi masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air minum. AMDK dan AMIU pada umumnya menggunakan air tanah dan mata air sebagai air baku, yang kandungan bakteriologisnya dinilai memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan air permukaan (*Amrih, 2005*). Hingga saat ini keberadaan AMDK dan AMIU sangat diminati oleh masyarakat karena dinilai lebih higienis dan praktis untuk memenuhi kebutuhan air minum sehari-hari. Sampai tahun 2010 tercatat adanya 567 perusahaan AMDK di Indonesia yang mampu menjual air minum sebanyak 13,5 Miliar liter per tahunnya. Lain halnya dengan AMIU, total jumlah perusahaan dan penjualan AMIU saat ini belum diketahui secara pasti. Pemanfaatan AMDK dan AMIU sangat dirasakan oleh masyarakat, karena AMDK dan AMIU merupakan sebuah solusi bagi masyarakat dalam mengkonsumsi air siap pakai yang tidak berbahaya bagi kesehatan (*Amrih, 2005*).

AMDK dan AMIU merupakan solusi bagi masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air minum, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai perlakuan pH pada proses ozonisasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan pH dalam proses ozonisasi, serta mengetahui pengaruh kualitas sampel air terhadap konsentrasi sisa ozon, dan mengetahui nilai CT (konsentrasi sisa desinfektan x waktu kontak) pada proses ozonisasi dalam menyisihkan bakteri *coliform* dan *E. Coli* pada sumber air yang telah diberi perlakuan pH. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi kepada masyarakat dan industri air minum mengenai pengolahan air minum terutama dalam proses desinfeksi yang menggunakan ozon.

2. RUANG LINGKUP PENELITIAN

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Metode desinfeksi yang digunakan adalah ozonisasi.
2. Air sampel yang digunakan adalah Mata Air Cibanteng
3. Metode Pengambilan sampel air adalah pengambilan sesaat (*grab sample*). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Air Teknik Lingkungan Itenas. Sistem yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *semi-batch*.
4. Parameter kualitas air yang diperiksa, yaitu suhu, pH, kekeruhan, bahan organik, besi dan mangan, alkalinitas, TOC, konsentrasi sisa ozon, dan bakteri *coliform* dan *E. Coli*.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Tinjauan pustaka dilakukan terhadap berbagai literatur yang berkaitan dengan variabel yang akan diteliti, terkait dengan penelitian terdahulu serta jurnal/karya ilmiah mengenai penggunaan ozon pada proses desinfeksi dan pengaruh pH terhadap proses desinfeksi dengan menggunakan ozonisasi.

3.2 Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan-larutan kimia untuk pengukuran karakteristik air, perlakuan pH dan larutan *indigo stock solution* dan *indigo reagent II* untuk pengukuran konsentrasi sisa ozon dalam air. Larutan stok indigo dibuat dengan melarutkan 125 ml air aquades; 0,25 ml asam *posporic*, 192,5 mg *potassium indigo trisulfonate*, dan tambahkan kembali air aquades hingga volume total larutan stok indigo 250 ml. Larutan stok indigo yang telah dibuat dapat digunakan untuk 50x pengukuran konsentrasi sisa ozon.

Larutan indigo *reagent II* digunakan untuk mengikat senyawa ozon di dalam air agar tidak terlepas ke udara. Larutan indigo reagent II dibuat dengan melarutkan 5 ml larutan stok indigo, 0,5 gram *sodium dihydrogen phosphate*, dan 0,35 ml asam *posporic*. Kemudian tambahkan aquades hingga volume total larutan indigo reagent II, yakni 50 ml. Larutan indigo reagent II yang telah dibuat, dapat digunakan untuk sembilan waktu kontak dan satu blanko pada satu kali pengukuran konsentrasi sisa ozon (4500-O₃ B) .

3.3 Pengambilan Sampel Air

Sampel air yang digunakan pada penelitian ini adalah Mata Air Cibanteng di daerah Ledeng. Pengambilan sampel air dilakukan pada bulan Juni 2010 dan Maret 2011. Sampling air dilakukan secara sesaat menggunakan jerigen 5 Liter, dan gelas 100 ml. Sampel air diuji di Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Itenas.

3.4 Pengawetan Sampel Air

Sampel air yang telah diambil dari sumber harus segera diawetkan agar kualitas air tidak berubah selama perjalanan dari lokasi *sampling* hingga ke laboratorium. Metode pengawetan

untuk setiap parameter kualitas air berbeda-beda, tergantung dari karakteristik parameter yang ada dalam air. Pengawetan sampel air yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengawetan Sampel Air

Parameter Air	Wadah Sampel Air	Cara Pengawetan Sampel Air	Batas Waktu Penyimpanan Sampel Air
pH	plastik, gelas	tanpa pengawetan	segera
Suhu	plastik, gelas	tanpa pengawetan	segera
Kekeruhan	plastik, gelas	tanpa pengawetan	48 jam
Alkalinitas	plastik, gelas	tanpa pengawetan	14 hari
Mangan	gelas	dinginkan $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	28 hari
Besi Terlarut	gelas	dinginkan $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ tambahkan HNO_3 sampai $\text{pH} < 2$	28 hari
Bakteri <i>Coliform</i>	gelas steril	dinginkan $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,	6 jam
TOC	gelas	dinginkan $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ tambahkan 10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tambahkan HNO_3 sampai $\text{pH} < 2$	
Ozon	plastik, gelas	dinginkan $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	segera

Sumber: Metoda Contoh Pengambilan Air Permukaan, 2008

3.5 Pengukuran Kualitas Sampel Air

Metode pengukuran parameter kualitas sampel air yang dilakukan pada ozonisasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Metode Pengukuran Parameter Air yang Digunakan

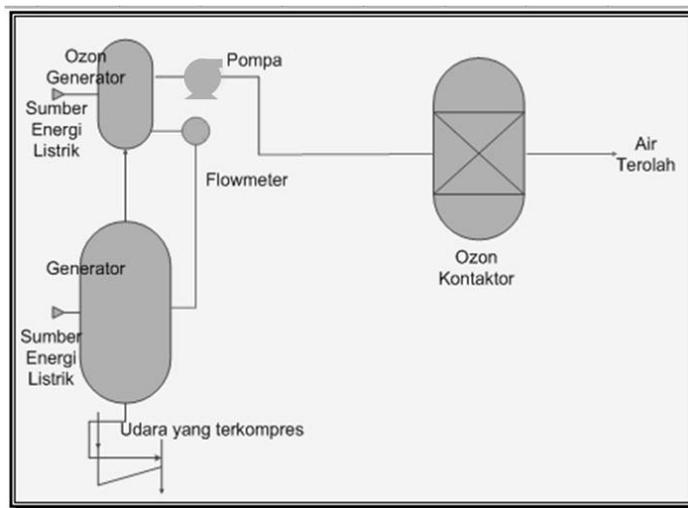
No.	Parameter Air	Metode Pengukuran Karakteristik Air Baku
1	pH	pH meter
2	Suhu	-
3	Kekeruhan	Turbidimetri Helliège
4	Alkalinitas	Titrasi asam-basa
5	Mangan	Colorimetri dengan Persulfat

6	Besi Terlarut	Spektrofotometri
7	Bakteri <i>Coliform</i>	uji duga dan uji ketetapan

Sumber: *Standard Methode 20th Edition, 1995*

3.6 Ozonisasi dengan perlakuan pH

Sistem yang digunakan pada ozonisasi adalah *semi batch*. Ozon generator akan dilalui udara melalui generator sehingga menghasilkan ozon dalam fasa gas, kemudian dikontakkan secara berlanjut ke 1,2 L air di dalam ozon kontaktor, sehingga diperoleh ozon dalam fasa cair. Interval waktu kontak yang digunakan pada penelitian ini adalah 3,5,10 dan 12 menit dengan perlakuan pH asam, netral dan basa. Skema ozonisasi dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Ozonisasi

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu peralatan analisis laboratorium untuk mengukur karakteristik air dan alat untuk ozonisasi adalah sebagai berikut:

- *Kompresor* digunakan untuk mensuplai udara ke *ozone generator*.
- *Ozon generator* digunakan untuk mengubah oksigen menjadi ozon. Sebelum dilewatkan pada ozon generator sebelumnya udara dimampatkan dahulu, kemudian dilewatkan pada *ozone generator*.
- Ozon kontaktor. Ozon yang dihasilkan oleh *ozone generator*, dialirkan menuju kontaktor. Dalam kontaktor, ozon dikontakkan dengan sampel air yang akan diolah. Debit udara yang dimasukkan ke dalam kontaktor adalah 2 L/menit.

Metode yang digunakan untuk pengukuran konsentrasi sisa ozon, yaitu metode *indigo Colorimetric (4500-O₃-B)*. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm. Setelah pengukuran dengan spektrofotometer maka diperoleh data nilai absorban, yang kemudian dimasukkan ke dalam rumus sehingga nilai konsentrasi sisa ozon

pada masing-masing interval waktu kontak dapat diketahui. Rumus konsentrasi sisa ozon, dapat di lihat sebagai berikut:

$$mgO_3 / L = \frac{50 \times \Delta A}{f \times b \times V}$$

Keterangan :

ΔA : Selisih absorban antara sampel dan blanko

b : panjang dari kuvet yang digunakan, cm \rightarrow 4,5 cm

V : volume sampel air, mL \rightarrow 45 mL

f : 0,42 (didasarkan kepada faktor sensitifitas dari 20.000/cm untuk perubahan dari absorban (600nm) per mol dari penambahan ozon per liter.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Karakteristik Sampel Air

Hasil pengukuran karakteristik sampel Mata Air Cibanteng dapat dilihat pada Tabel 3.

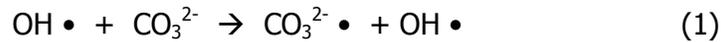
Tabel 3. Karakteristik Fisik dan Kimia Sampel Air

No.	Parameter Kualitas Air	Sampel Mata Air Cibanteng	Baku Mutu
1	Suhu (°C)	25	Suhu udara \pm 3°C
2	pH	6,09	6,5 – 8,5
3	Kekeruhan (NTU)	1,12	5
4	TOC (mg/L)	0,94	0,05 *
5	Alkalinitas (mg/L CaCO ₃)	67,32	-
6	Besi Terlarut (mg/L)	0,258	0,3
7	Bakteri <i>Coliform</i>	>1100	0
8	Bakteri <i>E. Coli</i>	43	0

Sumber: Penelitian (2010), PerMenKes 492/2010, (*)EPA drinking water standard

Dapat dilihat pada Tabel 3. suhu sampel mata air sebesar 25°C dan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan suhu ruang, yaitu 24 \pm 3 °C. Suhu mempengaruhi keberadaan ozon di dalam air. Pada suhu tinggi ketahanan dan keberadaan ozon di dalam air akan berkurang. Waktu paruh ozon dalam air pada suhu 25 °C adalah 15 menit, sedangkan pada suhu 35°C waktu paruh ozon adalah 8 menit (Lenntech, 2009). Waktu paruh ozon di dalam air semakin singkat seiring dengan meningkatnya suhu air, hal ini menyebabkan keberadaan ozon di dalam air berkurang. Disamping mempengaruhi kandungan ozon di dalam air, suhu juga

mempegaruhi kehidupan mikro yang ada di dalam air. Berdasarkan kisaran suhu optimum pertumbuhannya mikroorganisme terbagi menjadi tiga golongan yaitu, mikroorganisme psikrofilik, mesofilik dan termosofilik. *E. Coli* merupakan bakteri mesofilik yang dapat tumbuh optimum pada suhu 25°C – 37°C (Widayani,2010). Suhu sampel mata air sebesar 25°C , sehingga *E. Coli* dapat hidup di dalamnya. Selain suhu, parameter yang dapat mempengaruhi kandungan mikroorganisme di dalam air adalah pH. Air dengan pH asam dapat menghambat dekomposisi ozon, karena pH rendah menunjukkan alkalinitas yang tinggi. Alkalinitas dalam air menunjukkan kandungan karbonat (CO₃²⁻) dan bikarbonat (HCO₃⁻) yang menyebabkan waktu paruh ozon meningkat dan lambatnya reaksi berantau OH radikal.



Parameter pH tidak hanya mempengaruhi proses dekomposisi ozon, pH juga dapat mempengaruhi kandungan mikroorganisme di dalam air. Pada range pH sampel mata air masih memungkinkan adanya bakteri *E. Coli* , dimana *E. Coli* dapat hidup pada rentang pH 4,4 – 9,0. Nilai pH sampel mata air adalah 6,09, sehingga *E. Coli* dapat hidup di dalamnya. Tingginya kekeruhan air dapat melindungi *E. Coli*, serta mencegah terjadinya kontak antara desinfektan dengan *E. Coli* di dalam air (Widayani, 2010).

Berdasarkan Tabel 3. nilai kekeruhan sampel mata air adalah 1,22 NTU. Kekeruhan menunjukkan adanya kandungan zat tersuspensi di dalam air, baik organik maupun anorganik. Oleh karena itu nilai kekeruhan yang tinggi di dalam air harus diturunkan untuk efektifitas desinfeksi. Kekeruhan Mata Air Cibanteng di bawah 5 NTU dan telah memenuhi syarat air minum berdasarkan PerMenKes.492/2010, sehingga proses ozonisasi dapat berjalan dengan efektif.

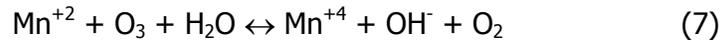
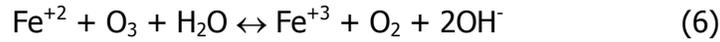
Parameter lain yang dapat mempengaruhi proses ozonisasi adalah alkalinitas. Alkalinitas merupakan kemampuan air dalam menetralkan asam. Pada Tabel 3. dapat dilihat nilai alkalinitas pada sampel mata air adalah 67,32 mg/L CaCO₃. Air yang mengandung karbondioksida dapat mengakibatkan tingginya nilai alkalinitas. Karbon dioksida merupakan hasil dari oksidasi mikroba. Reaksi yang terjadi antara air dengan karbondioksida dapat dilihat sebagai berikut (Sawyer, 1994).



Tingginya nilai alkalinitas dapat menyebabkan lambatnya dekomposisi ozon, akibat ion karbonat dan bikarbonat yang mengakibatkan waktu paruh ozon meningkat. Disamping alkalinitas, kandungan besi dan mangan terlarut dapat mempengaruhi proses desinfeksi dengan ozon.

Kandungan Fe²⁺ pada sampel mata air adalah 0,258 mg/L, sedangkan kandungan Mn²⁺ pada sampel mata air adalah 0. Reaksi ozon dipengaruhi dengan keberadaan Fe²⁺, karena Fe²⁺ merupakan salah satu zat reduktor. Fe²⁺ akan bereaksi terlebih dahulu dengan ozon, kemudian

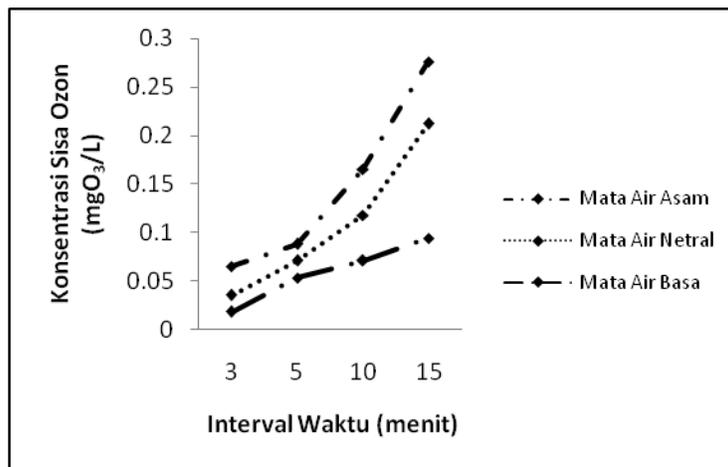
berperan sebagai desinfektan (Sururi, 2008). Air yang mengandung zat besi atau mangan, jika di desinfeksi dengan menggunakan ozon dapat mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi sehingga besi atau mangan terlarut akan bereaksi dengan ozon dan membentuk oksida besi atau oksida mangan yang tidak larut didalam air (Said, 1999). Reaksi ozon dan besi dapat dilihat sebagai berikut:



Pada Tabel 3. kandungan Total Organic Carbon (TOC) sampel mata air adalah 0.94 mg/L. TOC adalah akumulasi dari jumlah organik karbon terlarut dan organik karbon partikulat . Disamping itu, TOC merupakan indikator keberadaan Natural Organic Matter (NOM) di dalam air. Kandungan total organik karbon dapat menentukan jenis dan konsentrasi dari desinfection by product(DBP) (Ansari,2011). Keberadaan TOC di dalam air dapat menurunkan daya desinfeksi bakteri *coliform* dan *E. Coli*, karena TOC dapat bereaksi dengan desinfektan (Eikebrokk et al, 2006). Kandungan bakteri *coliform* dan *E. Coli* untuk sampel mata air Cibanteng adalah >1100 MPN/100 ml dan 3 MPN/100 ml. Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, tidak terpengaruhi oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam (Sutrisno, 2004). Hal ini menunjukkan kandungan air dari dalam tanah

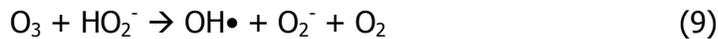
4.2 Konsentrasi Sisa Ozon Hasil Perlakuan pH pada Mata Air Cibanteng

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pH pada konsentrasi sisa ozon dan interval waktu kontak pada kedua sampel air saat proses ozonisasi berlangsung. Hasil pengukuran konsentrasi sisa ozon pada interval waktu kontak pada ozonisasi dari sampel air Unit Filter PDAM Tirtawening dan juga Mata Air Cibanteng yang telah diberikan perlakuan pH asam, netral dan basa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi Sisa Ozon pada Interval Waktu Kontak Sampel Mata Air yang Telah diberi Perlakuan pH Asam, Netral dan Basa (Sumber : Hasil Perhitungan, 2010).

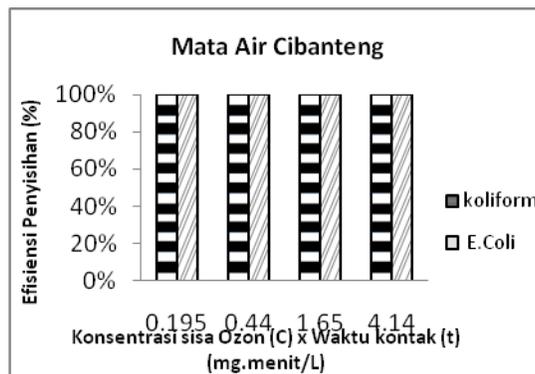
Pada Gambar 2. dapat dilihat konsentrasi sisa ozon tertinggi adalah konsentrasi sisa ozon dengan perlakuan asam (0.276 mgO₃/L) dan yang paling rendah adalah konsentrasi sisa ozon dengan perlakuan pH basa (0.018 mgO₃/L). Nilai konsentrasi sisa ozon sampel mata air dengan perlakuan basa lebih kecil di dibandingkan dengan perlakuan pH asam dan netral. Kecenderungan ini terjadi akibat air dengan pH tinggi mengandung ion hidroksida yang berperan sebagai inisiator dalam dekomposisi ozon (*Tizaoui, 2009*). Peran ion hidroksida dalam dekomposisi ozon dapat dilihat pada persamaan berikut:



Konsentrasi sisa ozon dan waktu memiliki peran yang sama pentingnya dalam menentukan efisiensi ozonisasi. Waktu kontak ozon merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan oleh ozon untuk menginaktivasi mikroorganisme di dalam air. Semakin lama waktu kontak maka proses desinfeksi akan lebih efisien (*Mountain, 2002*). CT digunakan untuk menghitung banyaknya desinfektan yang dibutuhkan dan untuk menentukan efektifitas dari desinfektan tertentu dalam membunuh mikroorganisme dalam air. CT dinyatakan dalam mg.menit/Ls (*Lenttech, 2009*).

4.3 Efisiensi Penyisihan Bakteri *Coliform* dan *E. Coli* pada Sampel Mata Air Cibanteng dan Sampel Air Filter

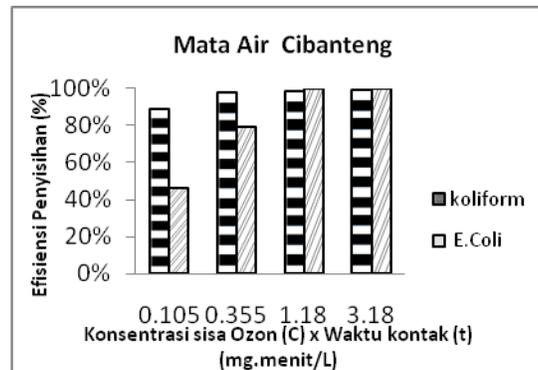
Bakteri *Coliform* dan *E. Coli* merupakan mikroorganisme indikator yang digunakan untuk mengetahui efektifitas ozonisasi dengan berbagai macam perlakuan pH. Bakteri *coliform* adalah bakteri gram negatif, berbentuk batang dan menghasilkan gas bila ditumbuhkan dalam medium laktosa, sedangkan bakteri *E.Coli* merupakan bakteri yang hidup pada usus besar mahluk berdarah panas. Efisiensi penyisihan bakteri *coliform* dan *E. Coli* dapat diketahui dengan cara mengacu pada sisa desinfektan (C) dan waktu kontak (T), sering kali di sebut sebagai konsep CT (*Solihah, 2008*). Grafik nilai CT terhadap penyisihan bakteri *coliform* dan *E. Coli* dengan perlakuan pH dapat di lihat pada Gambar 3.



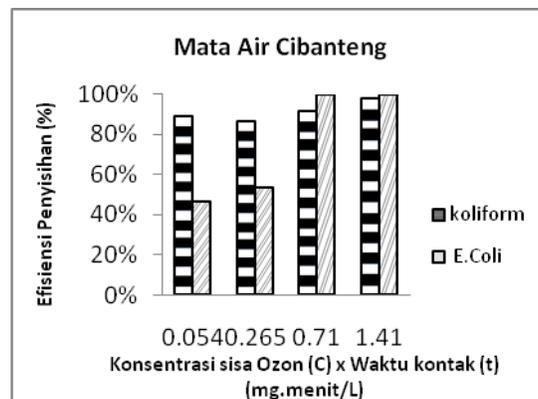
Gambar 3. Grafik Nilai CT terhadap Penyisihan Bakteri *Coliform* dan *E. Coli* dengan perlakuan pH Asam (pH=3) pada Proses Ozonisasi (*Sumber : Hasil Perhitungan, 2010*)

Dapat dilihat pada Gambar 3. bahwa penyisihan bakteri *coliform* dan *E. Coli* pada sampel mata air Cibanteng dapat mencapai 100% secara keseluruhan, hal ini diakibatkan *E. Coli* hanya dapat hidup pada rentang pH 4,4 – 9,0 (Zaifbio, 2009). Disamping itu tidak ada bakteri *coliform* yang mampu hidup pada perlakuan pH asam (pH=3) yang diberikan pada sampel mata air Cibanteng.

Pada Gambar 4 dapat dilihat efisiensi penyisihan bakteri *Coliform* tertinggi pada sampel mata air dengan ozonisasi adalah 99,18 % pada setiap kondisi CT 3,18 mg.menit/L , sedangkan efisiensi penyisihan bakteri *E. Coli* pada sampel mata air dengan ozonisasi adalah 100% pada CT 1,18 mg.menit/L pada interval waktu ke 10 dan 3,18 mg.menit/L pada interval waktu ke 15.



Gambar 4. Grafik Nilai CT terhadap Penyisihan Bakteri *Coliform* dan *E. Coli* pH Netral (pH =7±0,5) pada Proses Ozonisasi (Sumber : Hasil Perhitungan, 2010)



Gambar 5. Grafik Nilai CT terhadap Penyisihan Bakteri *Coliform* dan *E. Coli* dengan perlakuan pH Basa (pH=14) pada Proses Ozonisasi (Sumber : Hasil Perhitungan, 2010)

Dapat dilihat pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan bakteri *Coliform* tertinggi pada sampel mata air adalah 98,00% pada setiap kondisi CT 1,41 mg.menit/L, sedangkan efisiensi penyisihan bakteri *E. Coli* tertinggi pada sampel mata air dengan ozonisasi adalah 100% pada CT 0,71 dan 1,41 mg.menit/L.

Pada Gambar 4 sampai Gambar 6 dapat dilihat efisiensi optimum penyisihan bakteri *coliform* dan *E. Coli* terjadi pada perlakuan pH asam. Hal ini terjadi karena pH dapat mempengaruhi jenis bakteri yang ada di dalam air. Mikroorganisme asidofil tumbuh dengan baik pada kisaran pH 4,0

dan tidak dapat hidup pada perlakuan pH asam (pH=3). *E. Coli* hanya dapat hidup dalam rentang pH 4,4 – 9,0, dan tumbuh optimum pada pH 7,6-8,0 (Lengeler,1999), sehingga tidak dapat bertahan hidup pada kondisi perlakuan pH asam.

Pada pH netral, sampel mata air mencapai desinfeksi optimum pada menit ke 10, dengan penyisihan *coliform* sebesar 99% dan bakteri *E. Coli* sebesar 100%. Lain halnya pada pH basa, desinfeksi mata air mencapai waktu desinfeksi optimum pada menit ke 15 dengan penyisihan bakteri *coliform* sebesar 98% dan *E. Coli* sebesar 100%.

Pada kondisi netral dan basa didapati penyisihan *coliform* pada sampel mata air tidak mencapai 100%, dikarenakan pada sampel air terdapat mikroorganisme yang lebih resisten daripada *E. Coli* (Sururi, 2008). Lain halnya yang terjadi pada sampel mata air dengan perlakuan pH basa di mana penyisihan *E. Coli* tidak sampai 100%, hal ini diindikasikan akibat kandungan bahan organik dan kekeruhan. Kekeruhan dapat melindungi *E. Coli* dari desinfektan akibat di lindungi oleh zat pada tersuspensi (Soemirat, 2003). Bahan organik reduktor dapat berkompetisi dengan *E. Coli* untuk bereaksi dengan ozon (Sururi et all, 2010).

KESIMPULAN

Kualitas air yang mempengaruhi proses ozonisasi adalah suhu, pH, kekeruhan, TOC, alkalinitas, besi terlarut, jumlah bakteri *coliform* dan bakteri *E. Coli*.

Air dengan pH tinggi mengandung ion hidroksida yang lebih besar berperan sebagai inisiator dalam dekomposisi ozon sehingga menghasilkan konsentrasi sisa ozon lebih kecil dibandingkan air dengan perlakuan netral dan asam.

Efisiensi desinfeksi *coliform* dan *E. Coli* mencapai 100% pada perlakuan pH asam (pH=3), akibat *coliform* baik *E. Coli* tidak dapat hidup pada kondisi perlakuan pH asam yang di lakukan.

Pada pH netral desinfeksi optimum bakteri *coliform* dan *E. Coli* sampel mata air terjadi pada menit ke 10. Pada perlakuan basa, sampel mata air mengalami desinfeksi optimum pada menit ke 15.

Pada sampel mata air dengan perlakuan pH basa di mana penyisihan *E. Coli* tidak sampai 100%, hal ini akibat kandungan bahan organik dan kekeruhan, untuk mengetahui penyebabnya secara lebih detil sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan mengenai kandungan organik pada sampel mata air.

DAFTAR RUJUKAN

- Amrih, Pitoyo. Solo (2005). DUA JAM ANDA TAHU CARA MEMASTIKAN AIR YANG ANDA MINUM BUKAN SUMBER PENYAKIT pdf. Diunduh pada 13 Mei 2009. [http : www.pitoyo.com](http://www.pitoyo.com).
- Eaton,A.D., Clesceri, L.S., Greenbergh, A.E., Franson, M.A.H. (1995). Standar Methods for the Examintaion of Water and Wastewater. Washington DC: American Public Health Association.
- Fessenden, Ralp dan Joan Fessenden. (1990). Kimia Organik Jilid 1. Erlangga.
- Lenntech. 2009. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Desinfeksi Air.. Diunduh pada 15Januari2010.<http://www.lenntech.com/processes/disinfection/factors/factors-disinfection-water.htm>
- Mountain, Empire. (2002). Lesson 7: Disinfection. Diunduh pada Januari 2011.* http://water.me.vccs.edu/courses/env110/lesson7_4.htm
- Tizaoui. 2009. Ozonation Processes. Diunduh pada 26 Desember 2009. [http : www.staff.brad.ac.uk/ctizaoui/OzonationProcesses.html](http://www.staff.brad.ac.uk/ctizaoui/OzonationProcesses.html)
- Savant, Gaurav. August, 2003. COMBINE OZONE AND ULTRAVIOLET INACTIVATION OF ESCHERICHIA COLI. Mississippi : Mississippi United University
- Sawyer, Clair N, Perry L. McCarty, and Gene F. Parkin. 1994. Fourth Edition : Chemistry For Environmental Engineering. United Stated :MC Graw-Hill.
- Soemirat, Juli. (2004). Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Solihah, Matinna. 2008. Tugas Akhir : PERBANDINGN EFEKTIFITAS KLOR DAN OZON SEBAGAI DESINFEKTAN PADA SAMPEL AIR UNIT PRASEDIMENTASI DAN FILTRASI DARI INSTALASI PDAM KOTA BANDUNG. Bandung : Institut Teknologi Nasional
- Sururi, Rangga. (2008). PEMBENTUKAN LOW MOLEKUL WEIGHT (LMW) ORGANIC : ALDEHID, SEBAGAI HASIL SAMPING PROSES DESINFEKSI DENGAN OZON. Bandung : Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Von Gunten., Urs. (2003). Ozonation of Drinking Water: PartII. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine. WaterResearch