

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Air

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan manusia fungsi air bagi kehidupan tidak bisa digantikan. Penggunaan air yang utama bagi manusia adalah sebagai air minum. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/Per/IV/2010 bahwa yang dimaksud air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum (Amrullah, 2016). Air yang tercemar merupakan salah satu faktor utama penyebab penyakit (*water borne disease*) (Kusuma & Rasyid, 2015).

Water borne disease adalah penyakit penularannya melalui air yang terkontaminasi bakteri patogen yang ditularkan kepada manusia melalui mulut atau sistem pencernaan yang banyak terjadi di negara – negara berkembang. *Water borne disease* yang paling sering terjadi adalah diare. Infeksi ini disebabkan oleh virus dan bakteri. Diare adalah buang air besar dengan tinja berbentuk cair atau setengah cair dan kandungan air tinja lebih banyak dari biasanya lebih dari 200 gram atau 200 ml/24 jam dan frekuensinya lebih dari 3 kali per hari. Menurut *World Health Organization (WHO)* dan *The United Nations Children's Fund (UNICEF)* pada tahun 2006 angka kejadian diare sekitar dua miliar kasus per tahunnya dan sekitar 1,9 juta anak-anak dibawah usia lima tahun meninggal setiap tahunnya dan sebagian besar terjadi di negara berkembang (Kusuma & Rasyid, 2015).

2.2. Bakteri *coliform*

Bakteri *coliform* adalah golongan bakteri intestinal yang hidup dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri ini dapat menyebabkan gangguan pencernaan (*gastroenteritis*) menyebar melalui terkontaminasinya makanan dan minuman oleh tinja.

Coliform dicirikan sebagai kelompok bakteri gram negatif, berbentuk batang, oksidase negatif, aerob dan anaerob fakultatif tidak membentuk spora mampu tumbuh secara aerobik pada media agar yang mengandung garam empedu dan mampu memfermentasikan laktosa dengan membentuk gas dan asam dalam waktu 48 jam pada suhu 37 °C. Kelompok bakteri *coliform* terdiri atas yaitu *Escherichia coli*, *Citrobacteri*, *Enterobacteri*, *klebsiella* dan *Serratia* (Yuniarti, 2016).

Indicator pencemaran air adalah total *coliform* dan *Escherichia coli*. Total *coliform* adalah suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indicator adanya populasi kotoran. Keberadaan *coliform* dalam makanan dan minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik yang berbahaya bagi kesehatan. Total *coliform* dibedakan menjadi dua macam yaitu *coliform* fekal misalnya *E. coli* yang berasal dari tinja manusia dan bakteri non fekal seperti *Aerobacteria* dan *Klebsiella* yang disebut golongan prantara memiliki sifat seperti *E. coli* dan banyak ditemukan didalam habitat tanah dan air dari pada usus (Pakpahan dkk, 2015).

2.3. Media CCA

Chromogenic Coliform Agar (CCA) merupakan media selektif direkomendasikan untuk deteksi simultan *Escherichia coli* dan Total coliform dalam sampel air. Medium ini berisi tiga substrat kromogenik. Enzim β -D-galaktosidase diproduksi oleh coliform memotong 6-kloro-3-indoxyl- β -D-galactopyranoside membentuk koloni berwarna merah. Enzim β -D-glucuronidase diproduksi oleh *E.coli*, membelah asam 5-bromo 4chloro-3--indoxyl- β -D-glukuronat. Koloni *E.coli* memberikan biru gelap sampaiungu. Koloni berwarna karena pembelahan kedua *chromogens*. Kehadiran ketigachromogen IPTG meningkatkan reaksi warna. Penambahan *L-Tryptophan* meningkatkan reaksi indole sehingga meningkatkankeandalan deteksi. *Tergitol-7* menghambat gram positif serta beberapa bakteri gram negatif lainnya dari coliform (Vadhani, 2014).

Tabel 2. Komposisi media CCA (Atlas, 2010)

Agar	10.0 g
NaCl	5.0 g
Peptone	3.0 g
Na ₂ HPO ₄	2.7 g
NaH ₂ PO ₄	2.7 g
Tryptophan	1.0 g
Na-pyruvate	1.0 g
Chromogenic	0.4 g
Tergitol	0.15 g
pH 7.0 $\pm$ 0.2 at 25 ⁰ C	

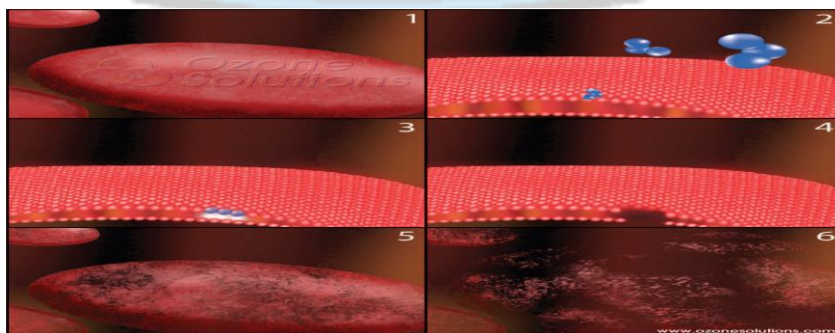
2.4. Desinfeksi

Desinfeksi merupakan suatu kegiatan untuk membunuh atau menyingkirkan mikroba yang menyebabkan infeksi (Subandi, 2014). Terutama untuk mencegah penyebaran penyakit pada pengguna air dan lingkungan sekitar karakteristik yang diperlukan untuk memilih desinfektan yang ideal yaitu kemampuan menghancurkan bakteri patogen secara cepat dalam berbagai kondisi, kemampuan menghilangkan rasa dan bau dan tidak ada pembentukan senyawa atau produk samping yang berbahaya (Wulansarie, 2012).

2.5. Mekanisme desinfeksi dengan ozon

Kemampuan ozon dalam merusak sel bakteri adalah melalui proses kontak langsung dengan dinding sel bakteri kemudian pelepasan satu atom akan mengoksidasi fosfolipid dan lipoprotein (Dhirgo Adjil, 2007) dan mempengaruhi permeabilitas, aktifitas enzim dan DNA dari sel bakteri residu guanine dan/atau thymine merupakan sasaran ozon sehingga lisisnya sel bakteri (Hasan 2016).

Mekanisme penghancuran sel bakteri dengan ozon oleh Wulansarie (2012) dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 1. Mekanisme kerja ozon (Slution, 2014)

Penjelasan gambar 2 diatas sebagai berikut: (1) komponen menangkap sel bakteri,(2) molekul ozon mendekati dinding sel bakteri, (3) penetrasi dan pembentukan lubang pada dinding sel bakteri oleh ozon, (4) Efek ozon pada dinding sel bakteri, (5) sel bakteri setelah berkontak dengan sedikit molekul ozon, (6) penghancuran sel oleh ozon (sel lisis).

2.6. Pengaruh desinfeksi dengan ozon

Karakterisasi ozon sebagai desinfektan karena sifatnya yang sangat reaktif dan termasuk oksidator yang sangat kuat dalam menghilangkan bakteri-bakteri patogen dan senyawa organik dalam air. Ozon kalau dibandingkan dengan klorin kekuatan ozon sebagai tenaga desinfektan bisa 3250 kali lebih cepat serta 50 % lebih kuat tenaga oksidatifnya. Ozon dapat berfungsi sebagai desinfektan terhadap patogen, mereduksi bau dan rasa serta mengoksidasi senyawa. Ozon dengan mudah menempel pada molekul bakteri dan mengubah struktur kimia bakteri sehingga desinfektan dapat dengan cepat membunuh. Namun menurut Sari (2013) dalam proses desinfeksi ozon dapat dipengaruhi oleh beberapa hal:

2.6.1 suhu

Pengaruh suhu terhadap ozon akan berpengaruh sebagaimana Waktu paruh ozon 15 menit pada suhu 25⁰C dan menjadi 8 menit pada suhu 35⁰C. Jadi, semakin meningkat suhu maka waktu paruh ozon dalam air akan menurun.

2.6.2 pH

Pada kondisi normal ozon akan terdekomposisi menghasilkan radikal OH yang merupakan oksidan yang sangat kuat. Dan pada pH asam menunjukkan alkalinitas sehingga ozon akan bereaksi secara eksklusif. Alkalinitas menunjukkan

kandungan karbonat dan bikarbonat sehingga waktu paruh ozon meningkat dan lambatnya reaksi radikal OH.

2.6.3 Turbiditas

Kekeruhan menunjukkan adanya kandungan zat tersuspensi didalam air, baik organik maupun anorganik. Oleh karena itu nilai kekeruhan yang tinggi di dalam air harus diturunkan untuk efektifitas desinfeksi karena dapat mempengaruhi kontak dengan bakteri.

2.6.4 Zat terlarut

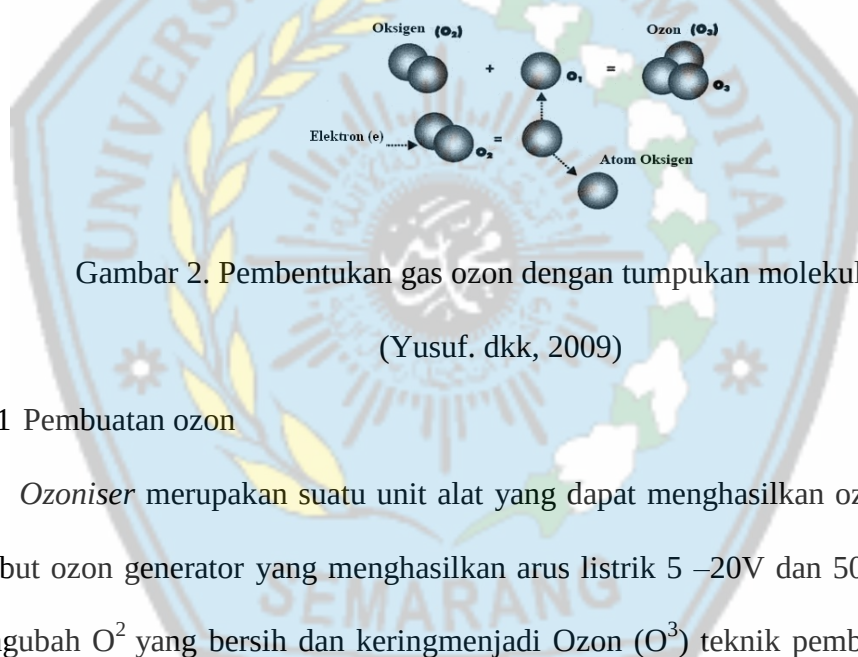
Keberadaan Fe^{2+} , karena Fe^{2+} merupakan salah satu zat reduktor. Fe^{2+} akan bereaksi terlebih dahulu dengan ozon, kemudian berperan sebagai desinfektan Air yang mengandung zat besi atau mangan, jika di desinfeksi dengan menggunakan ozon dapat mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi sehingga besi atau mangan terlarut akan bereaksi dengan ozon dan membentuk oksida besi atau oksida mangan yang tidak larut didalam air sehingga mempengaruhi desinfektan dengan ozon (Sari, 2013).

2.7. Gas Ozon

Ozon merupakan molekul yang terdiri atas tiga atom oksigen O_3 yang tidak berwarna. Ozon sendiri diambil dari bahasa Yunani *ozoin* yang berarti bau yang ditemukan oleh Cristian Friedrich Schonbein di tahun 1840. Secara alamiah ozon ditemukan di atmosfer 0.01 ppm, 0,04 ppm terbentuk melalui radiasi sinar UV yang mengurai gas oksigen bebas di udara menjadi dua buah atom oksigen (photolysis). Kemudian bergabung dengan gas oksigen disekitarnya sehingga terbentuk ozon. Gagasan pembuatan ozon juga terinspirasi melalui pembentukan ozon alami

secara elektrik ketika terjadi petir di udara. Ozon berhasil dibuat oleh Siemens (1857) dengan metode *dielectric barrer discharge* dan secara prinsip dijelaskan oleh Debye (1956) ozon dibentuk dari tumpukan elektron electrical dengan oksigen disekitarnya (Neocybertech, 2017).

Ozon (O^3) melalui pemecahan molekul oksigen (O^2) dengan kemampuan energi yang sangat besar menjadi ion oksigen (O^-) menyebabkan ketidak stabilan ion ini dan memiliki kecenderungan untuk membentuk kembali dengan oksigen lain menjadi molekul ozon (Fanani, 2008)



Gambar 2. Pembentukan gas ozon dengan tumpukan molekul electron
(Yusuf. dkk, 2009)

2.7.1 Pembuatan ozon

Ozoniser merupakan suatu unit alat yang dapat menghasilkan ozon O^3 atau disebut ozon generator yang menghasilkan arus listrik 5 – 20V dan 50 – 500 Hz, mengubah O^2 yang bersih dan kering menjadi Ozon (O^3) teknik pembuatan ozon mampu dilakukan dengan melewati udara kering yang telah difilter melalui tabung – tabung atau dilewatkan diantara lempengan tegangan listrik yang tinggi (Sulistiyandari, 2009).

2.7.2 Sifat - sifat ozon

Ozon yang tersusun sebagai O^3 apabila terurai akan menjadi O^2 (Suriawiria, 2003). Dalam keadaan paling stabil atom oksigen berada dalam bentuk diatomic

molekul O^2 atau yang biasa disebut dengan oksigen. Molekul ozon mengandung tiga atom oksigen dan sangat tidak stabil jika dibandingkan dengan molekul oksigen (O^2). Gas ozon sangat reaktif dan dalam konsentrasi tertentu bersifat racun dan bias menyebabkan iritasi (Yusuf dkk, 2009).

Tabel 3. Sifat ozon (Yusuf dkk, 2009).

No	Keterangan	
1	Nama Sistematis	Trioxxygen
2	Formula molekul	O^3
3	Penampakan	gas berwarna kebirubiruan
4	Kepadatan	$2.144 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (0°C),
5	Bentuk zat	Gas
6	Daya larut dalam air	$0.105 \text{ g} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ (0°C)
7	Titik beku	80.7 K , -192.5°C
8	Titik didih	161.3 K - 111.9°C
9	standar entalpi	$(\Delta fH^\circ)_{\text{solid}} + 142.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
10	standar entropi	$(S^\circ)_{\text{solid}} 237.7 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

2.7.3 Kemampuan ozon

Kemampuan ozon dalam menguraikan asam humus menjadi senyawa yang sederhana yang bersifat *biodegradable*, asam human oleh ozon akan menghasilkan ldeid, keton, asam format, asam glikosilat asam polikaboksilat dan asam oksalat. ozon memiliki kemampuan virusida, bakterisida, algasida serta mengurai senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang sederhana. Penggunaan ozon sangat banyak digunakan oleh konsumen sebab tidak

meninggalkan bau dan rasa. Disebutkan juga bahwa ozon mengandung gugus oksida yang sangat kuat yang dapat merusak karet dan gabus (Suriawiria, 2003).

Ozon berhasil digunakan dalam industri makanan dan minuman karena umumnya penghambatan mikroorganisme dalam spektrum yang luas dengan waktu kontak yang lebih pendek pada konsentrasi rendah. Reaktivitas tinggi, dekomposisi spontan tanpa residu di media membuat keselamatan ozon dalam produk makanan. Ozon digunakan dalam industri makanan selama sepuluh tahun terakhir di banyak negara. Terutama dalam beberapa kali, ozon memiliki luas penggunaan karena zat terpercaya. Ozon umumnya digunakan dalam disinfeksi air minum, mencuci merah-daging, dan disinfeksi peralatan (Oguzhan & Yangilar, 2014)

2.7.4 Pemanfaatan ozon

Seiring dengan berkembangnya pengetahuan manusia, ozonpun dimanfaatkan di bidang pengobatan untuk mengobati pasien dengan cara terawasi dan mempunyai penggunaan yang meluas, seperti di Jerman. Di antaranya ialah untuk perawatan kulit terbakar, memperlancar jalannya aliran darah. Sedangkan dalam perindustrian, ozon digunakan untuk menghilangkan kuman sebelum produk minuman dikemas dibotolkan (antiseptik) menghapuskan pencemaran dalam air (besi, arsen, hidrogen sulfida, nitrit, dan bahan organik kompleks yang dikenal sebagai warna) membantu proses flokulasi (proses pengabungan molekul untuk membantu penapis menghilangkan besi dan arsenik).

Sedangkan dalam perindustrian, ozon digunakan untuk menenyahkan kuman sebelum produk minuman dikemas dibotolkan (antiseptik), menghapuskan

pencemaran dalam air (besi, arsen, hidrogen sulfida, nitrit, dan bahan organik kompleks yang dikenal sebagai warna), membantu proses flokulasi (proses pengabungan molekul untuk membantu penapis menghilangkan besi dan arsenik), mencuci, dan memutihkan kain (dipaten), membantu mewarnakan plastic menentukan ketahanan getah, pengawetan bahan makanan, membunuh virus dan bakteri tanaman, pengolahan air limbah mengurai senyawa organik, menghilangkan bau, membunuh berbagai macam microorganisma antara lain bakteri (Neocybertech, 2017).

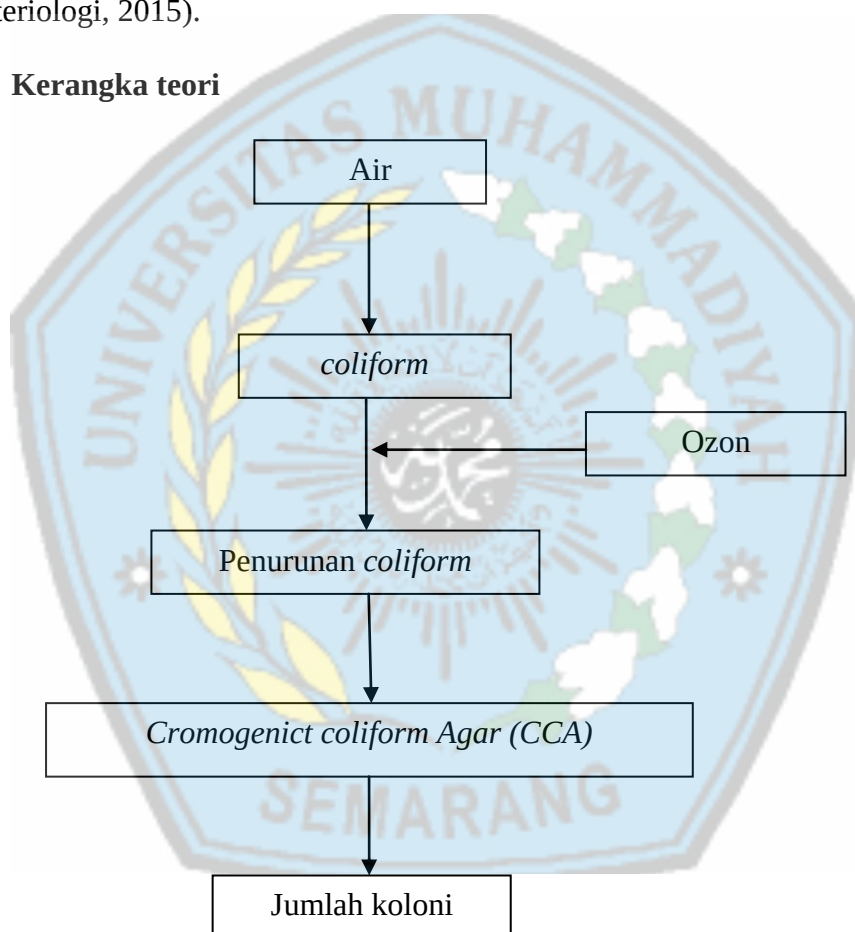
Dalam penggunaan sehari-hari Ozone dapat digunakan sebagai : Pengolahan dan pemurnian Air minum dalam kemasan (AMDK), menghilangkan bau pada air minum, Sterilisasi botol atau kemasan untuk makanan dan minuman, Sterilisasi dan pengawetan bahan makanan mentah (ikan, daging, sayur, buah), sterilisasi alat medis kedokteran, sterilisasi perlengkapan bayi dan balita (botol susu dan mainan), membunuh bakteri *E. coli* dan spora, membunuh virus penyebab Hepatitis A, Influenza, SARS, HBsAg, HAAg, PV I, SA11, membunuh mikroorganisme berbahaya, membersihkan Jamur pada produk dan makanan, membersihkan sayuran dan buah dari kimia yg terdapat pada peptisida, membersihkan Fungisida (Fungisida adalah pestisida untuk memberantas jamur)(Neocybertech, 2017).

2.8 Total plate count (TPC)

Total plate count merupakan metode pendugaan jumlah mikroorganisme hidup yang membutuhkan oksigen yang terdapat dalam sampel atau bahan yang diuji. Kloloni yang tumbuh menunjukkan jumlah seluruh mikroorganisme yang ada

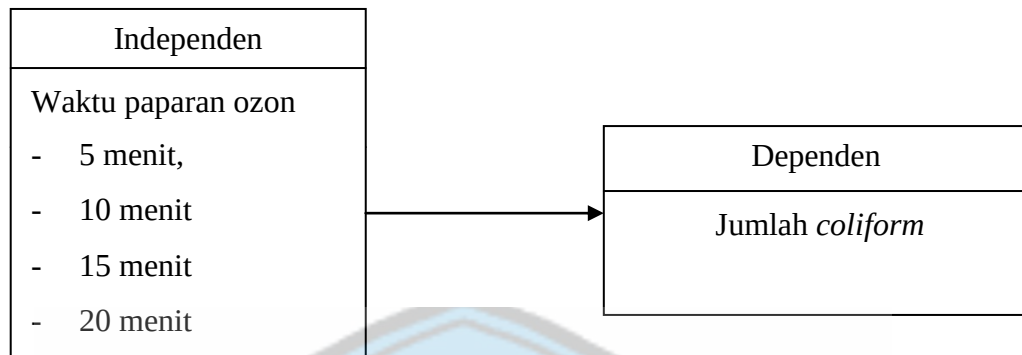
didalam bahan pangan. Prinsipnya adalah pertumbuhan mikroorganisme arob dan anaerob setelah sampel diinokulasikan dalam media agar pada suhu $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam , 28 jam ± 1 jam mikroorganisme ditumbuhkan pada suatu media agar (CCA), maka mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan berkembang biak dengan membentuk koloni yang langsung dapat dihitung (penuntun praktikum bakteriologi, 2015).

2.9 Kerangka teori



Gambar 3. Kerangka teori

2.10 Kerangka konsep



Gambar 4. Kerangka konsep

