

**PENETAPAN NILAI TITIK RETAK KLORINASI
(BREAKPOINT CHLORINATION/BPC)
PADA LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT X DI KOTA BANDUNG**

Feldha Fadhila F, Aviari., Aziz Ansori Wahid A.A, Suci R.N Aeni

ABSTRAK

Pendahuluan : Limbah cair rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemar air yang mengandung senyawa organik cukup tinggi. Klorinasi merupakan proses pemberian klorin ke dalam air yang telah mengalami filtrasi. Teknik ini digunakan sebagai disinfektan, salah satu kelemahan klorinasi adalah terbentuknya senyawa halogen organik yang mudah menguap yang bersifat karsinogenik, sehingga penetapan nilai titik retak klorinasi (*Breakpoint Chlorination/BPC*) sangat penting. **Tujuan Penelitian** mengukur konsentrasi klor aktif yang terkandung dalam limbah cair rumah sakit dan menentukan nilai titik retak klorinasi dengan mengukur sisa klor. **Metode Penelitian** yang digunakan adalah metode deskriptif dengan 100 ml sampel limbah setelah klorinasi dan 500 ml sebelum klorinasi yang diperiksa dengan metode *Orthotolidine Arsenit Test*. **Hasil Penelitian** menunjukkan rerata kandungan bahan organik 19,4 ppm. Konsentrasi kaporit yang digunakan adalah 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm, 65 ppm, 70 ppm, 75 ppm, 80 ppm dan nilai sisa klor klorinasi 0,1 ppm. Simpulkan bahwa nilai BPC terjadi pada pembubuhan kaporit sebanyak 60 ppm dengan menghasilkan sisa klor 0,2 ppm.

Kata Kunci : *limbah cair rumah sakit, klorinasi, Breakpoint Chlorination*

PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat (UU nomor 44 Tahun 2009). Rumah sakit merupakan faktor penting untuk pelayanan kesehatan masyarakat, tetapi rumah sakit juga berpotensi sebagai sumber penyebaran penyakit melalui limbah cair, padat dan gas yang dihasilkan, oleh karena itu pengelolaan limbah rumah sakit adalah langkah utama yang harus dilakukan untuk melindungi masyarakat dan lingkungan sekitarnya (Ekhaise dan Omavwoya, 2008; Emmanuel, Blanchard, keck, dan perrodin, 2002).

Limbah merupakan semua benda yang berbentuk padat (*solid wastes*), cair (*liquid wastes*), maupun gas (*gaseous wastes*), merupakan bahan buangan yang berasal dari aktifitas manusia secara perorangan maupun hasil aktifitas kegiatan lain diantaranya industri, rumah sakit, laboratorium, reaktor nuklir, dan lain – lain (Chandra, 2006). Limbah rumah sakit merupakan semua sampah dan limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit dan kegiatan penunjang lainnya. Limbah rumah sakit yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair, pasta (gel) maupun gas yang dapat mengandung mikroorganisme patogen yang bersifat infeksius, bahan kimia beracun, dan sebagian dapat bersifat radioaktif (Depkes RI, 1991). Limbah cair rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang terdapat kandungan senyawa organik yang cukup tinggi, senyawa kimia yang berbahaya, serta mikroorganisme patogen di dalamnya (Said, 2008).

Berdasarkan dokumen pengolahan limbah dari hasil pemeriksaan laboratorium terhadap limbah cair rumah sakit rajawali didapat hasil dengan nilai bahan organik yang melebihi baku mutu, pada saat proses klorinasi yang dilakukan, jika air yang mengandung bahan-bahan organik dengan konsentrasi tinggi akan membentuk senyawa halogen organik yang mudah menguap atau disebut juga *volatile halogenated organics* (VHO). Senyawa senyawa VHO sebagian besar ditemukan dalam bentuk trihalometan (THM). Semakin tinggi konsentrasi kaporit yang digunakan, semakin tinggi pula konsentrasi trihalometan yang terbentuk, trihalometan merupakan senyawa karsinogenik dan mutagenik (Chandra, 2006). Pada tahun 1976, *National Cancer Institute* mengumumkan bahwa senyawa khloroform yang merupakan senyawa THM yang paling umum, dengan dosis yang cukup tinggi dapat menyebabkan kanker terhadap tikus.

Klorinasi merupakan proses pemberian klorin ke dalam air yang telah menjalani proses filtrasi dan merupakan langkah yang maju dalam purifikasi air, di negara berkembang menggunakan klorin sebagai disinfektan karena biayanya relatif murah, mudah, dan efektif. Senyawa-senyawa klor yang umum digunakan dalam proses klorinasi antara lain, gas klorin, senyawa hipoklorit, klor dioksida, bromin klorida, dihidroisosianurat dan kloroamin (Chandra, 2006).

Klorin merupakan senyawa disinfektan, yang banyak digunakan dalam proses pengolahan air. Disinfektan ini bekerja dengan baik untuk membunuh bakteri, fungi dan virus. Namun, disinfektan ini juga dapat menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan manusia selain dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak pada air, klorin juga dapat menyebabkan korosif, dan ada beberapa paparan

yang bersifat akut akibat klorin contohnya seperti pada saluran pernapasan jika menghirup gas klorin lebih tinggi (> 15 ppm) akan membahayakan pernapasan dengan adanya gejala rasa sesak di dada dan akan terjadi akumulasi cairan di paru-paru (*U.S. Department Of Health And Human Services, 2007 dalam Nasution M S, 2013*).

Breakpoint chlorination (BPC) merupakan konsentrasi klor aktif yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik, dan bahan lain yang dapat dioksidasi serta membunuh mikroorganisme jika masih ada sisa klor aktif pada konsentrasi tersebut. Penambahan klorin tersebut untuk mengoksidasi bahan organik menjadi senyawa gas nitrogen yang menguap di udara. Pada kondisi BPC untuk menghilangkan ammonia tersebut akan menghasilkan laju absorpsi klorin dalam limbah cair untuk membentuk HCl yang sangat rendah (Asmadi, 2013).

METODE

Rancangan penelitian yang digunakan ialah metode deskriptif. Variabel dalam penelitian ini yaitu konsentrasi klor aktif dalam limbah cair rumah sakit dan konsentrasi kaporit yang di tambahkan pada saat proses klorinasi. Populasi dalam penelitian ini merupakan seluruh limbah cair rumah sakit X di kota Bandung. Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair Rumah Sakit X di kota Bandung sebelum proses klorinasi, dengan kriteria waktu pengambilan sampel pada pagi hari dan lokasi pengambilan sampel pada bak aerasi. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *Non Probability Sampling* yaitu *purposive sampling*. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data primer yang diperoleh dari hasil pemeriksaan konsentrasi klor aktif pada limbah cair yang menggunakan metode *Orthotolidine Arsenit Test* dan konsentrasi kaporit pada saat proses klorinasi. Data yang diperoleh dikumpulkan dan disajikan secara deskriptif dengan tampilan perhitungan, tampilan tabel dan tampilan grafik Nilai Titik Retak Klorinasi (*Breakpoint Chlorinatin*). Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Pengolahan Limbah Rumah Sakit X di kota Bandung dan Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Barat, pada bulan Maret tahun 2016.

HASIL

Tabel 1 Nilai Permanganat pada Air Limbah Setelah Pengolahan (Uji Pendahuluan)

Hari / Tanggal	Kode sampel	pH	Titrasi ke-		Rata-rata	Hasil (ppm)
			I	II		
Jum'at 18-03-2016	Sampel Outlet	6	4	4	4	10.43

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa data hasil uji pendahuluan didapat nilai permanganat sebesar 10.43 ppm, di mana nilai tersebut masih melebihi nilai batas baku mutu standar sebesar 10 ppm.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan sisa klor pada air limbah Rumah Sakit X di kota Bandung dengan metode *Orthotolidine Arsenic Test*. Didapatkan hasil 0,1 ppm, hasil tersebut masih dalam batas baku mutu standar sebesar 0,1-1 ppm pada air buangan. Tahapan selanjutnya ialah pemeriksaan nilai permanganat pada sampel bak aerasi pengolahan limbah cair.

Tabel 2 Nilai Permanganat Pada Air Limbah sebelum Proses Klorinasi

No.	Kode sampel	Hasil (ppm)	Rata - Rata Hasil (ppm)
1	Sampel A	18.1	19.4
2	Sampel B	17.7	
3	Sampel C	22.6	

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa data hasil pemeriksaan nilai permanganat pada bak aerasi di instalasi pengolahan limbah Rumah Sakit X di kota Bandung dengan rata-rata 19.4 ppm. Hasil tersebut masih tinggi dari nilai baku mutu standar sebesar 10 ppm. Berdasarkan nilai bahan permanganat ini maka dibuat pengenceran beberapa konsentrasi kaporit, untuk menentukan kebutuhan klor aktif dalam mengoksidasi bahan organik pada limbah tersebut.

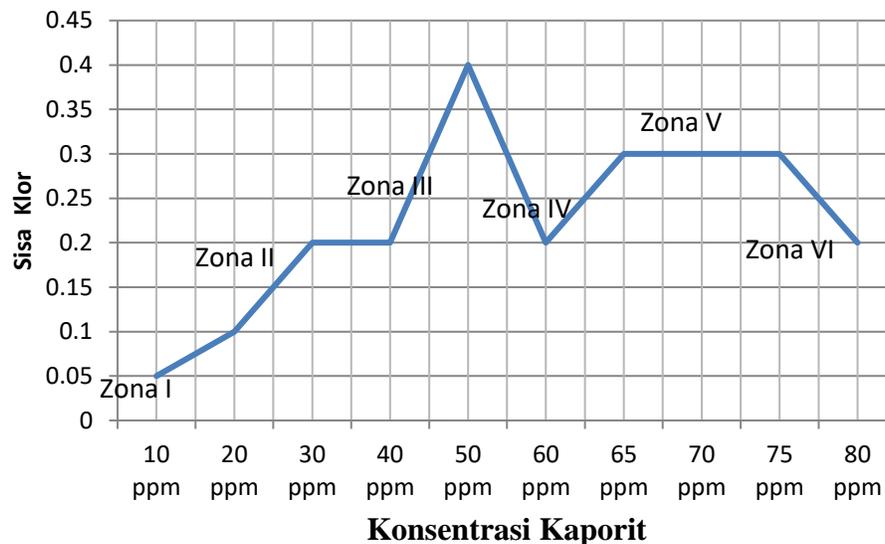
Tabel 3 Nilai Sisa Klor Pada Air Limbah yang Telah Ditambahkan Kaporit Sesuai Konsentrasi

No	Konsentrasi Kaporit	Sisa Klor (mg/L)		Rata - Rata (mg/L)
		Ke-1	Ke-2	
1	10 ppm	0.05	0.1	0.05
2	20 ppm	0.1	0.1	0.1
3	30 ppm	0.2	0.2	0.2
4	40 ppm	0.2	0.2	0.2

5	50 ppm	0.4	0.4	0.4
6	60 ppm	0.2	0.2	0.2
7	65 ppm	0.3	0.3	0.3
8	70 ppm	0.3	0.3	0.3
9	75 ppm	0.3	0.3	0.3
10	80 ppm	0.2	0.2	0.2

Pada Tabel 3 menunjukkan hasil dari sisa klor pada air limbah yang telah ditambahkan kaporit sesuai konsentrasi yang telah ditentukan, di mana nilai sisa klor masih sesuai dengan baku mutu yaitu 0.1 – 1 ppm pada air buangan.

Gambar 1 Grafik Break Point Klorinasi Air Limbah Rumah Sakit Rajawali Bandung

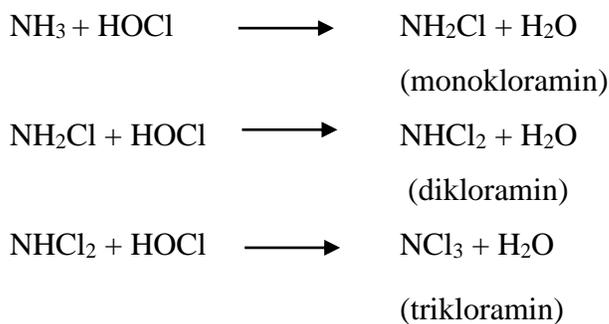


Dilihat dari gambar 1 grafik *BreakPoint Chlorination* (BPC) Air Limbah Rumah Sakit Rajawali Bandung didapat nilai *breakpoint chlorination* (BPC) pada konsentrasi kaporit 60 ppm dan sisa klor 0.2 ppm. Nilai BPC diperoleh pada zona 4.

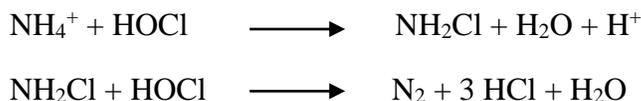
PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini didapat nilai kandungan bahan organik pada limbah Rumah Sakit X yang melebihi nilai baku mutu yaitu 10,43 ppm sesuai dengan baku mutu 10 ppm (acuan), dengan adanya bahan organik yang tinggi dalam air limbah menunjukkan adanya kontaminasi terhadap air tersebut. Bahan organik sendiri merupakan senyawa yang terdiri dari unsur oksigen, karbon, nitrogen dan hidrogen.

Berdasarkan rerata kandungan bahan organik (19,4 ppm) didapat konsentrasi kaporit 60 ppm yang menghasilkan sisa klor dengan 0,2 ppm. Menurut Alaerts (2007) dari grafik klorinasi yang di dapat pada daerah zona I merupakan tahap pemecahan oleh senyawa pereduksi (bahan organik) dan pada tahap ini belum terlihat adanya sisa klor. Air limbah yang mengandung bahan organik yang tinggi akan membutuhkan klor aktif yang tinggi untuk mengoksidasi zat organik yang terdapat pada air limbah tersebut. Pada zona II merupakan terbentuknya senyawa kloroamin dan kloro-organik atau terbentuknya *combined available chlorine* (klor tersedia terikat). Pada tahap ini akan terjadi reaksi antara amoniak dan klor menjadi kloroamin, serta senyawa organik dengan klor menjadi kloro-organik, maupun reaksi kimia pada zona II adalah sebagai berikut :



Pada zona III merupakan zona dimana akan terbentuknya nitrogen (N_2), maupun reaksi kimia pada zona III adalah sebagai berikut :



Pada zona IV merupakan zona yang sudah melewati *breakpoint chlorination* hanya klor bebas yang terbentuk karena senyawa amoniak pada zona tersebut telah habis bereaksi menjadi nitrogen (N_2) yang keluar dari larutan menjadi gelembung karena N_2 bebas. Pada zona V kloroamin akan sedikit tertinggal karena kloroamin tidak habis bereaksi. Pada zona VI klor bebas (Cl_2) yang tersisa mulai berfungsi sebagai disinfektan. Klor yang dibubuhkan untuk mencapai *breakpoint chlorination*.

Perlu ada salah satu pemeriksaan air limbah berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.58 Tahun 1995 baku mutu Limbah cair bagi kegiatan Rumah Sakit yaitu adanya pemeriksaan mikrobiologi, kualitas mikrobiologi pada air limbah dapat ditinjau dari keberadaan bakteri patogen dan non patogen di dalam air. Bakteri yang digunakan untuk indikator pencemaran

air adalah bakteri koliform. Bakteri koliform adalah salah satu contoh bakteri indikator penting pada air konsumsi, industri, dan yang lainnya. Dalam menentukan kriteria derajat pencemaran dan kualitas sanitasi air dapat dilihat dari jumlah bakteri koliform pada air tersebut. Signifikansi uji dan interpretasi hasil dapat digunakan sebagai dasar standar kualitas bakteriologi dalam air (Waluyo, 2010). Adanya bakteri koliform di dalam air menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Depkes RI, 1990). Ciri-ciri bakteri koliform adalah gram negatif, tidak berspora, mampu memfermentasi laktosa menjadi gas dan asam pada suhu 35-37°C (Brooks, 2011).

Derajat keasamaan (pH) yang terdapat pada penelitian yaitu dengan pH rerata dalam kondisi asam. Menurut Alaert dan Santika, 1987 bila $\text{pH} > 7$ akan terbentuk monokloroamin dan sekaligus sedikit dikloroamin.

SIMPULAN

Penelitian ini memberikan informasi nilai sisa klor pada limbah cair Rumah Sakit X di kota Bandung yakni 0.1 ppm. Sementara dosis kaporit optimum yang sebaiknya ditambahkan pada limbah cair Rumah Sakit X di Kota Bandung sesuai dengan jumlah bahan organik dalam limbah cair tersebut, yang dilihat dari jumlah sisa klor pada *breakpoint chlorination* yakni 60 ppm dengan sisa klor 0.2 ppm.

Berdasarkan hasil tersebut maka disampaikan rekomendasi kepada pihak rumah sakit X di Kota Bandung untuk melakukan optimalisasi proses oksidasi bahan organik di bak aerasi pada Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit. Selain itu dapat pula dilakukan penelitian lanjutan terhadap pemeriksaan parameter mikrobiologi pada air limbah yang telah di bubuhkan kaporit sesuai dengan nilai titik retak klorinasi (*breakpoint chlorination/BPC*).

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., dan Sumestri, S.. Metode Penelitian Air. Surabaya: Usaha Nasional; 2007.
- Asmadi. Pengolahan Limbah Medis Rumah Sakit. Yogyakarta: Gosyen Publishing; 2013.
- Brooks G, Carroll KC, Butel J, Morse S, Mietzner T. Jawetz, Melnick, & Adelberg's. Medical Microbiology, 25th edition. Mc Graw Hill Medical, San Francisco, 2011
- Chandra, B. Pengantar Kesehatan Lingkungan.. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC; 2006.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Petunjuk Pemeriksaan Bakteriologi Air, Pusat

- Laboratorium Kesehatan, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 1991.
- Emmanuel, E., Blanchard, J.M., Keck, G., Perrodin, Y. Effects of Hospital Wastewater on Aquatic Ecosystem. XXVIII Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria Ambiental. Cancun. Mexico; 2002.
- Nasution, M.K. Analisa Kandungan Klorin (Cl₂) Pada Beberapa Merek Pembalut Wanita yang Beredar Di Pusat Perbelanjaan Di Kota Medan. Medan: Universitas Sumatra Utara; 2013.
- Said NI. Teknologi Pengolahan Air Minum: Teori dan Pengalaman Praktis, Pusat Teknologi Lingkungan, Jakarta, 2008
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 44. Tentang Rumah sakit; 2009.
- Waluyo L. Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi. UMM Press, Malang, 2010