

**KEEFEKTIFAN PENAMBAHAN KAPORIT $\{Ca(OCl)_2\}$ DALAM MENGURANGI
BAKTERI *COLIFORM* PADA LIMBAH CAIR
RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

NASKAH PUBLIKASI



Di Susun Oleh :

KHAMIMATUS SALAMATUR ROHMAH

J 410 110 063

**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**



**PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**
Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta 57102 Telp. (0271) 717417

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Pembimbing I : Heru Subaris, SKM., M.Kes
Pembimbing II : Dwi Astuti, SKM., M.Kes

Telah membaca dan memahami Naskah Artikel Publikasi Ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi dari mahasiswa :

Nama : Khamimatus Salamatur Rohmah
NIM : J 410 110 063
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Judul Skripsi : Keefektifan Penambahan Kaporit $\{Ca(OCl)_2\}$ dalam Mengurangi Bakteri *Coliform* pada Limbah Cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta.

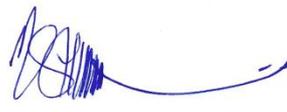
Naskah artikel tersebut layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.
Demikian persetujuan ini dibuat semoga dapat digunakan seperlunya.

Surakarta, 2 Januari 2016

Pembimbing I


Heru Subaris, SKM., M.Kes
NIK. 196606211989021001

Pembimbing II


Dwi Astuti, SKM., M.Kes
NIK. 756

KEEFEKTIFAN PENAMBAHAN KAPORIT $\{Ca(OCl)_2\}$ DALAM MENGURANGI BAKTERI *COLIFORM* PADA LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Khamimatus Salamatur Rohmah*, Heru Subaris**, Dwi Astuti***

*Mahasiswa S1 Kesehatan Masyarakat FIK UMS, ** Dosen Kesehatan Masyarakat FIK UMS ***Dosen Kesehatan Masyarakat FIK UMS

ABSTRAK

Limbah cair yang mengandung bakteri *coliform* berpengaruh terhadap lingkungan maupun manusia. Total bakteri *coliform* berdasarkan hasil uji pendahuluan yang dilakukan di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta sebesar 2400 koloni/100 ml. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan metode klorinasi dengan kaporit. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keefektifan dosis kaporit dalam mengurangi bakteri coliform limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. Jenis penelitian *true experiment* dengan rancangan penelitian *pretest posttest with control group*. Pengolahan menggunakan kaporit dengan dosis sebesar 1,5 gr/lt, 2 gr/lt, dan 2,5 gr/lt dengan metode pengadukan manual lambat 40 rpm selama 15 menit. Jumlah sampel yang diambil dan diuji sebanyak 12 liter dengan teknik pengambilan sampel ditentukan dengan quota sampling. Hasil rata-rata keefektifan bakteri *coliform* setelah dilakukan perlakuan yaitu 99,834%, 99,417%, dan 99,361%. Uji statistik yang digunakan *One Way Anova* diperoleh nilai p-value 0,000 menunjukkan adanya perbedaan penurunan bakteri *coliform* sebelum dan sesudah perlakuan dengan dosis efektif 1,5 gr/lt.

Kata kunci : Limbah cair rumah sakit, Bakteri *coliform*, Kaporit

ABSTRACT

Liquid waste containing coliform bacteria substances can affect humans and the environment. Total coliform bacteria based on the results of preliminary tests conducted at the hospitals of PKU Muhammadiyah Surakarta amounting to 2400 colony/100 ml. One way to do is to use the method of chlorination with chlorine. The purpose of this research is to know effectiveness of a dose of chlorine in reducing coliform bacteria liquid waste hospital PKU Muhammadiyah Surakarta. This type of research study true experiment with pretest-posttest design with control group. Processing using chlorine in with a dose of 1,5gr/lt, 2 gr/lt, and 2,5 gr/lt with a method of slow manual stirring 40 rpm 15 minute. The number of samples being tasted as many as 12 liters with a sampling technique is determined by quota sampling. Average yield effectiveness of coliform bacteria level after treatment are 99,834%, 99,417% and 99,361%. Statistical tests used of One Way Anova obtained p-value 0,000 value, shows differences in the decline of coliform bacteria before and after treatment with effective doses 1,5 gr/lt.

Keyword : the liquid waste hospital, coliform bacteria, chlorine

PENDAHULUAN

Rumah sakit menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar, beberapa diantaranya membahayakan kesehatan di lingkungannya. Limbah yang dihasilkan di negara maju diperkirakan jumlahnya 0,5-0,6 kg per tempat tidur rumah sakit perhari. Selain sampah klinis, dari kegiatan penunjang rumah sakit juga menghasilkan sampah non klinis atau sampah non medis (KMNLH dalam Asmadi, 2013).

Limbah rumah sakit dapat mengandung bakteri coliform maupun berbagai jasad renik. Limbah rumah sakit yang mengandung baktericoliform ada yang mendatangkan keuntungan tetapi banyak juga yang mendatangkan kerugian. Bakteri coliform dapat merupakan mikroba patogen yang akan menyebabkan penyakit pada manusia termasuk demam typhoid, *cholera*, disentridan hepatitis sehingga limbah harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan (Waluyo, 2009).

Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta telah memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah. Pengolahan limbah cair di Rumah Sakit dilakukan secara fisika-kimia, menggunakan pengolahan dengan sistem aerasi dan filtrasi. Jumlah limbah yang dihasilkan setiap harinya sekitar 50-60 m³/hari. Semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit ditampung menjadi satu pada bak penampung *existing* dan dipompa menuju bak reaktor aerasi setelah itu menuju reaktor *clarifier*. Proses aerasi menggunakan dua *blower* yang bekerja secara kontinyu dan dihidupkan bergantian secara otomatis. Setelah melalui bak penampung *existing* disalurkan ke bak filtrasi, dimana pada bak filtrasi menggunakan lumpur aktif, *gravel* dan pasir sebagai penyaring dari limbah tersebut.

kemudian air limbah dialirkan ke dalam bak penampung *effluent* dan dialirkan lagi ke dalam bak kolam praktis dan diberi bahan desinfektan (berupa klorin cair) setelah itu dialirkan menuju kolam indikator dan selanjutnya baru bisa dibuang ke saluran pembuangan air.

Berdasarkan data sekunder dan hasil survei pendahuluan penelitian di RS PKU Muhammadiyah Surakarta yang diperiksa di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan (BBTKL) Yogyakarta pada tanggal 27 Februari 2015 diketahui mikroorganisme yang ada di dalam limbah cair tersebut sebesar 240×10^3 koloni/100 ml bahwa limbah cair tersebut melebihi nilai ambang batas yang ditentukan. Hasil tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 menetapkan bahwa nilai ambang batas untuk total coliform sebesar 5×10^3 koloni/100 ml. Hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta, diketahui bahwa sampel yang berasal dari limbah cair rumah sakit sebesar 2400 koloni/100 ml dan positif mengandung *E.coli*. Air limbah yang melebihi baku mutu akan menyebabkan beberapa masalah kesehatan. Dampak yang ditimbulkan akibat adanya bakteri coliform pada air limbah diantaranya munculnya berbagai jenis penyakit.

Menurut Ratnawati dan Sugito (2013), menyatakan bahwa pemberian kaporit mampu menurunkan *E.coli* pada air limbah domestik. Setelah penambahan kaporit dengan dosis 350 ppm dan 400 ppm mampu menurunkan *E.coli* sebesar 0 koloni/100 ml.

Menurut Ismail (2009), pemberian chlor pada air bersih PDAM dengan dosis 0,006 gr/l, total bakteri *E.coli* turun menjadi 3 koloni/100 ml dan sisa chlor 0,24 ppm. Tandon air bersih bawah tanah (ABT) dengan dosis 0,024 gr/l, total bakteri *E.coli* turun menjadi 5 koloni/100 ml dan sisa chlor 0,40 ppm. Tandon air bersih campuran ABT dan PDAM dengan dosis 0,024 gr/l total bakteri *E.coli* turun menjadi 3 koloni/100 ml dan sisa chlor 0,29 ppm.

Menurut Rahayu dan Sugito (2014), pemberian dosis kaporit dengan konsentrasi 350 ppm, 450 ppm dan 550 ppm mampu menurunkan sisa chlor sampai memenuhi baku mutu sebesar 0,2-0,5 mg/l.

Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti akan meneliti tentang keefektifan penambahan kaporit dalam mengurangi bakteri coliform pada limbah cair rumah sakit PKU Muhammadiyah Surakarta.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian *true experiment* dengan *pre-post test with control design*. Lokasi penelitian ini di RS PKU Muhammadiyah Surakarta pada bulan 27 Oktober - 3 November 2015. Populasi dalam penelitian ini semua limbah cair yang dihasilkan dari seluruh kegiatan rumah sakit dengan jumlah sampel sebanyak 12 liter. Teknik pengambilan sampel quota sampling. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Selanjutnya data yang diperoleh dari hasil penelitian tersebut dianalisis dengan uji univariat dan bivariat.

HASIL

Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi bakteri coliform pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah

Surakarta menggunakan kaporit. Variasi dosis kaporit yang digunakan sebesar 1,5 gr/l, 2 gr/l, dan 2,5 gr/l.

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan pada bulan 27 Oktober - 3 November dan setelah dilakukan pemeriksaan sampel limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta untuk bakteri coliform di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta, dilakukan analisis secara univariat dan bivariat.

Analisis Univariat

a. pH

Hasil pemeriksaan terhadap pH pada kelompok kontrol dan perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar pH pada kelompok kontrol dan perlakuan sebelum dan sesudah pemberian kaporit.

Replikasi	Sebelum	Sesudah Perlakuan			
		Kontrol	1,5 gr/l	2 gr/l	2,5 gr/l
1	7	7	9	9	9
2	7	7	9	9	9
3	7	7	9	9	9
Jumlah	21	21	27	27	27
Rata-rata	7	7	9	9	9

Pada tabel 1. Dapat diketahui bahwa tidak terdapat penurunan kadar pH pada kelompok kontrol dan terdapat peningkatan pH sesudah perlakuan. pH sebelum didapatkan hasil sebesar 7 dan pH sesudahnya 9.

b. Suhu

Hasil pemeriksaan terhadap suhu pada kelompok kontrol dan perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kadar suhu pada kelompok kontrol dan perlakuan dengan kaporit.

Replikasi	Sebelum °C	Setelah Perlakuan			
		Kontrol °C	1,5gr/l °C	2 gr/l °C	2,5 °C
1	29	29	30	31	30
2	29	29	30	31	30
3	29	29	30	31	30
Jumlah	87	87	90	91	90
Rata-rata	29	29	30	31	31

Pada tabel 2. dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan suhu sebelum dan sesudah pada kelompok kontrol dengan rata-rata suhu sebesar 29 °C, dan pada kelompok perlakuan terjadi perubahan suhu sebelum dan sesudah pengolahan dengan rata-rata suhu tertinggi terjadi pada perlakuan 2 gr/l sebesar 31 °C.

c. Kontrol

Berdasarkan hasil pemeriksaan bakteri *coliform* pada kelompok kontrol dan perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Selisih bakteri *coliform* pada kelompok kontrol sebelum dan sesudah pengolahan tanpa pemberian kaporit

Replikasi	Kontrol (Koloni/100ml)		Selisih	Keefektifan (%)
	Pre	Post		
1	2400	1100	1300	54,167
2	2400	1100	1300	54,167
3	2400	1100	1300	54,167
Jumlah	7200	3300	3900	162,50
Rata-rata	2400	1100	1300	54,167

Pada tabel 3. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok kontrol. Perlakuan pengolahan pada kelompok kontrol ini tanpa menggunakan kaporit tetapi dilakukan dengan pengadukan tetapi pengurangan

bakteri *coliform* dengan rata-rata 54,167%.

d. Variasi dosis 1,5 gr/l

Berdasarkan hasil pemeriksaan bakteri *coliform* pada kelompok kontrol dan perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran bakteri *coliform* pada kelompok kontrol dan perlakuan dengan kaporit

Replikasi	Perlakuan dosis 1,5 gr/l (koloni/100 ml)		Selisih	Keefektifan (%)
	Pre	Post		
1	2400	6	2394	99,75
2	2400	3	2397	99,875
3	2400	3	2397	99,875
Jumlah	7200	12	7188	299,5
Rata-rata	2400	4	299,5	99,834

Pada tabel 4. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan pengurangan bakteri *coliform* sebelum dan sesudah perlakuan. Rata-rata pengurangan bakteri coliform sebesar 99,834% dan presentase stertinggi pengurangan bakteri coliform menggunakan kaporit dengan dosis 1,5 gr/l terjadi pada replikasi ke-2 dan ke-3 sebesar 99,875%.

e. Variasi dosis 2 gr/l

Berdasarkan hasil pemeriksaan bakteri *coliform* pada kelompok kontrol dan perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran bakteri *coliform* pada kontrol dan perlakuan dengan kaporit

Replikasi	Perlakuan dosis 2 gr/l (koloni/100 ml)		Selisih	Keefektifan (%)
	Pre	Post		
1	2400	16	2384	99,334
2	2400	15	2385	99,375
3	2400	11	2389	99,541
Jumlah	7200	42	7158	298,25
Rata-rata	2400	14	2386	99,417

Pada tabel 5. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan pengurangan bakteri *coliform* sebelum dan sesudah perlakuan. Rata-rata pengurangan bakteri *coliform* sebesar 99,417% dan presentase tertinggi pengurangan bakteri *coliform* menggunakan kaporit dengan dosis 2 gr/l pada replikasi ke-3 sebesar 99,541%.

f. Variasi Dosis 2,5 gr/l

Berdasarkan hasil pemeriksaan bakteri *coliform* pada kelompok kontrol dan perlakuan sebelum dan sesudah pengolahan dapat disajikan pada tabel 3. Tabel 6. Hasil pengukuran bakteri *coliform* pada kontrol dan perlakuan dengan kaporit

Replikasi	Perlakuan dosis 2,5 gr/l (koloni/100 ml)		Selisih	Keefektifan (%)
	Pre	Post		
1	2400	20	2380	99,167
2	2400	11	2389	99,541
3	2400	15	2385	99,375
Jumlah	7200	46	7154	298,083
Rata-rata	2400	15,4	2384,67	99,361

Pada tabel 6. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan pengurangan bakteri *coliform* sebelum dan sesudah perlakuan. Rata-rata pengurangan bakteri *coliform* sebesar 99,361% dan presentase tertinggi pengurangan bakteri *coliform* menggunakan kaporit dengan dosis 2,5 gr/l pada replikasi ke-2 sebesar 99,541%.

Analisis Bivariat

Hasil uji normalitas data yang dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak normal dengan menggunakan *Shapiro-Wilk* pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Tabel 7. Hasil uji normalitas data

<i>Shapiro-Wilk</i>		
Statistik	df	Sig.
,932	24	,109

Pada tabel 7. hasil uji normalitas data dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk *pretest* dan perlakuan didapatkan hasil 0,109 atau nilai probabilitas (*p-value*) $> 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa distribusi data tersebut adalah berdistribusi normal.

Tabel 8. Hasil uji normalitas pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

No	Uji	<i>p-value</i>	Keterangan
1	<i>Shapiro-Wilk</i>	0,109	H_0 diterima
2	<i>One Way Anova</i>	0,000	H_0 diterima

Pada tabel 8. didapatkan hasil *p-value* pada uji normalitas *Shapiro-Wilk* adalah 0,109 atau nilai probabilitas $> 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan didapatkan nilai signifikansi 0,000 (*p-value*), maka H_0 ditolak dan H_0 diterima berarti ada perbedaan penurunan bakteri *coliform* antara sebelum dan sesudah pengolahan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta.

Tabel 9. Hasil pemeriksaan rata-rata bakteri *coliform* sebelum dan sesudah perlakuan untuk kontrol dan penambahan kaporit

No	Perlakuan	Pre	Post	Selisih	Keefektifan
1	Kontrol	2400	1100	1300	54,167
2	1,5 gr/l	2400	4	299,5	99,834
3	2 gr/l	2400	14	2386	99,417
4	2,5 gr/l	2400	15,4	2384,67	99,361

Pada tabel 9. dapat diketahui bahwa pada pemeriksaan yang sudah dilakukan

untuk kontrol dan perlakuan mengalami penurunan. Untuk penurunan bakteri *coliform* dengan perlakuan penambahan kaporit sebesar 1,5 gr/l yang paling efektif penurunannya dengan keefektifan 99,834%.

PEMBAHASAN

A. Kadar pH

Kadar pH pada penelitian ini mengalami kenaikan dari masing-masing perlakuan. Pada perlakuan 1,5 gr/l, 2 gr/l, dan 2,5 gr/l terjadi kenaikan pH dari 7 menjadi 9 sedangkan pada kelompok kontrol tidak terjadi kenaikan pH yaitu 7, karena tidak diberikan tambahan kaporit. Kenaikkan pH di setiap perlakuan sama dikarenakan pengukuran pH menggunakan pH *stick* tidak menggunakan alat pH meter maka hasilnya tidak terlalu rinci. Perlakuan ini pH cenderung basa dikarenakan adanya pengaruh penambahan kaporit. Kaporit sebagai desinfektan akan berfungsi optimal dalam daya basminya, bila pH nya makin bertambah. Kaporit didalam air mengalami hidrolisis membentuk senyawa Ca(OH)₂ yang merupakan basa kuat dan HOCl yang merupakan asam lemah. Ca(OH)₂ akan terurai membentuk Ca²⁺ dan ion OH⁻, sehingga perbandingan ion OH⁻ lebih besar dari pada ion H⁺ yang menyebabkan larutan bersifat basa.

Reaksi yang terjadi :

$$\text{Ca(OCl)}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{Ca(OH)}_2$$
(Waluyo, 2009). Kadar pH pada kelompok kontrol dan perlakuan telah sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun

2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit di Provinsi Jawa Tengah. Pada baku mutu tersebut nilai ambang batas untuk parameter pH sebesar 6-9.

B. Suhu

Suhu pada penelitian ini mengalami kenaikan dari masing-masing perlakuan. Pada perlakuan 2 gr/l rata-rata kenaikan suhu sebesar 31°C. Perlakuan dengan dosis kaporit 1,5 gr/l dan 2,5 gr/l rata-rata kenaikan sebesar 30°C, sedangkan pada kelompok kontrol tidak terjadi perubahan suhu. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah *thermometer* air. Pada proses koagulasi suhu tidak terlalu berpengaruh. Adapun kenaikan suhu pada perlakuan dikarenakan adanya udara sekitar yang masuk saat memasukkan koagulan kaporit. Semakin tinggi efektifitas desinfektan yang diberikan, maka semakin tinggi suhu air limbah setelah perlakuan (Waluyo, 2009). Sedangkan pada pengolahan biologi proses anerob harus dikondisikan suhu pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan dosis kaporit 1,5 gr/l dan 2,5 gr/l sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit Provinsi Jawa Tengah. Pada baku mutu tersebut nilai ambang batas untuk parameter suhu sebesar 30 °C. Sedangkan pada kelompok perlakuan dosis kaporit 2 gr/l belum memenuhi baku mutu.

C. Bakteri *Coliform*

Berdasarkan data hasil pemeriksaan bakteri *coliform* air limbah rumah sakit pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan berbeda, perlu dilakukan uji normalitas data dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Uji tidak melakukan pengukuran sisa $p\text{-value} > 0,05$ yaitu 0,109 data berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji *One Way Anova*.

Hasil pemeriksaan bakteri *coliform* pada kelompok kontrol yang positif mengandung *E.coli* mengalami penurunan walaupun tidak ditambahkan koagulan kaporit tetapi dilakukan perlakuan pengolahan dengan cara pengadukan manual cepat 80 rpm selama 1 menit, pengadukan lambat 40 rpm selama 15 menit dan pengendapan selama 30 menit. Penurunan yang terjadi pada kelompok kontrol dengan rata-rata 54,17%. Adanya penurunan pada kelompok kontrol ini, dikarenakan pertumbuhan bakteri berada pada fase lag (fase adaptasi/penyesuaian diri) sehingga ketika sel dalam fase statis dipindahkan ke media baru, sel akan melakukan proses adaptasi. Ini berarti bahwa bakteri belum mengadakan penambahan sel yang kuat saja yang mampu bertahan hidup. Hasil rata-rata dari kelompok kontrol ini sudah sesuai baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit. Baku mutu bakteri *coliform* yang

ditetapkan sebesar 5×10^3 koloni/100 ml.

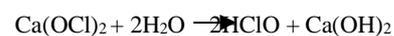
Hasil pemeriksaan bakteri *coliform* pada kelompok perlakuan dengan dosis kaporit sebanyak 1,5 gr/l, 2 gr/l, dan 2,5 gr/l mengalami penurunan karena adanya penambahan kaporit sebagai desinfektan, koagulan dan proses pengolahan dengan cara pengadukan manual cepat 80 rpm selama 1 menit, pengadukan lambat 40 rpm selama 15 menit dan pengendapan selama 30 menit. Total bakteri *coliform* dengan dosis 1,5 gr/l mengalami penurunan sebanyak 99,83% dengan rata-rata bakteri *coliform* setelah perlakuan sebesar 4 koloni/100 ml, dikarenakan adanya titik jenuh klorinasi (*breakpoint chlorination*) sehingga menyebabkan kaporit sudah bekerja secara maksimal pada dosis 1,5 gr/l. Jadi mau ditambahkan dosis sebarangpun hasilnya sudah maksimal. Total bakteri *coliform* dengan dosis 2 gr/l mengalami penurunan sebanyak 99,41% dengan rata-rata bakteri *coliform* setelah perlakuan sebesar 14 koloni/100 ml. Total bakteri *coliform* dengan dosis 2,5 gr/l mengalami penurunan sebanyak 99,36% dengan rata-rata bakteri *coliform* setelah perlakuan sebesar 15,4 koloni/100 ml.

Hasil pemeriksaan pada dosis 2 gr/l dan 2,5 gr/l mengalami penurunan tetapi belum sesuai baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah. Berkurangnya bakteri *coliform* yang belum memenuhi

dikarenakan keterbatasan penelitian, diantaranya terlalu lamanya sampel yang setelah perlakuan didiamkan diluar sehingga semakin banyak bakteri yang berkembangbiak, sehingga menjadikan bakteri berkembang lebih banyak dan kaporit tidak bekerja secara maksimal, pengadukan yang kurang maksimal karena dilakukan secara manual. Adanya kloramin yang terbentuk pada grafik klorinasi dengan *breakpoint* dapat menjadikan kurang efisien sebagai desinfektan (Alaert dan Santika, 1987). Adanya endapan atau lumpur di dalam air menyebabkan mikroorganisme dapat bersembunyi sehingga tidak dapat melakukan kontak dengan klorin. Klorin membutuhkan waktu untuk membunuh semua organisme. Adanya konstanta yang makin besar mengakibatkan efektifitasnya makin kecil (Waluyo, 2009). Oleh karena itu adanya penurunan yang belum memenuhi meskipun dengan dosis tinggi dikarenakan adanya mikroorganisme yang tidak dapat kontak dengan klorin.

Penurunan bakteri *coliform* terjadi karena selain proses pengolahan dengan kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan, kaporit yang bereaksi didalam air akan menghasilkan atom-atom zat asam. Atom-atom zat asam inilah yang sebenarnya aktif membunuh bakteri-bakteri, bukan saja enzim yang dibakar tetapi seluruh sel bakteri rusak. Karena seluruh bakteri rusak seluruh bakteri pun mati. Proses tersebut hanya

akan berlangsung jika klorin mengalami kontak langsung dengan organisme tersebut dan dengan dosis yang cukup. Jika air mengandung endapan atau lumpur, mikroorganisme dapat bersembunyi di dalam endapan atau lumpur tersebut dan tidak dapat melakukan kontak langsung dengan klorin. Sehingga klorin membutuhkan waktu untuk membunuh semua organisme. Reaksi yang terjadi sebagai berikut (Suprihatin dan Suparno, 2013) :



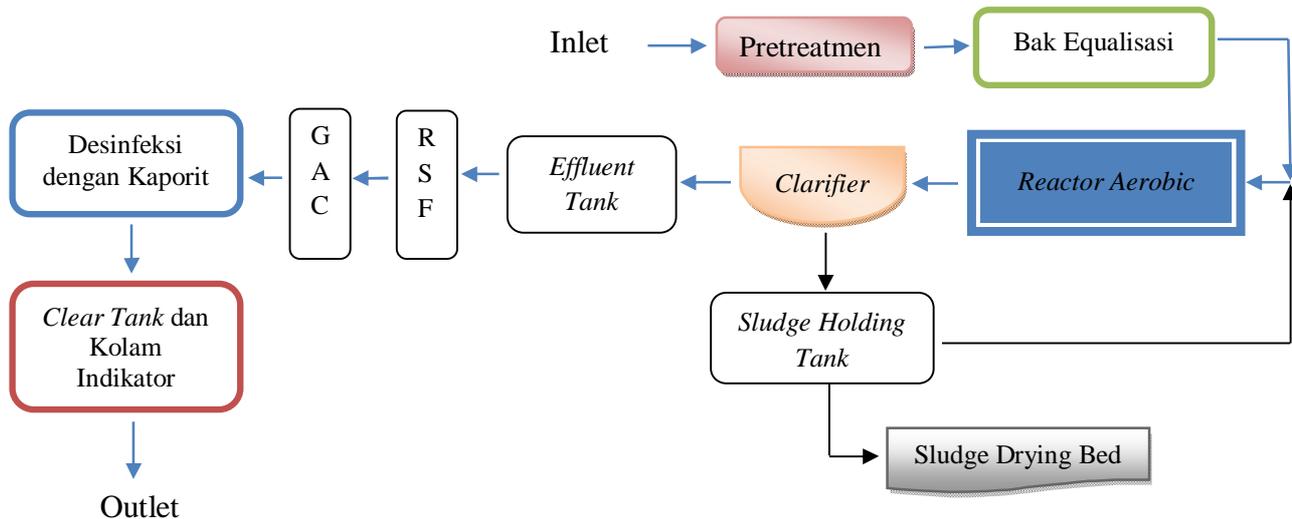
(As. Hypochlorite) (Calsium Hidroksida)

Hasil uji *Anova* didapatkan nilai signifikasi yaitu 0,000 (*p-value* < 0,01), sehingga *H₀* diterima yang artinya ada perbedaan penambahan koagulan kaporit dalam menurunkan bakteri *coliform* pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. Selain itu dapat diketahui bahwa dosis yang paling efektif yaitu 1,5 gr/l untuk menurunkan bakteri *coliform* pada limbah cair Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta, karena pada dosis tersebut dapat menurunkan bakteri *coliform* sebesar 99,83%.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Ratnawati dan Sugito (2013) yang meneliti limbah domestik dengan memanfaatkan kaporit dengan dosis 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, dan 400

ppm. Kemudian pemeriksaan laboratorium diperoleh total *coliform* pada air olahan Biofilter tanpa dilakukan desinfeksi yaitu 3940 koloni/100 ml, sedangkan total *coliform* setelah proses desinfeksi mampu menurunkan

sebesar 0 koloni/100 ml pada penambahan kaporit dosis 350 ppm dan 400 ppm. Sehingga mampu memperoleh hasil air olahan yang tidak mengandung *E.coli* yang memenuhi baku mutu kualitas air.



Gambar 1. Diagram alir proses pengolahan limbah yang disarankan di IPAL RS PKU Muhammadiyah Surakarta dengan kapasitas 50-60 m³/hari.

Instalasi pengolahan limbah di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta sudah ada bak desinfektan dan sudah memberikan desinfektan berupa klorin cair yang langsung dimasukkan ke dalam bak desinfektan. Pengolahan limbah di Rumah Sakit tidak melakukan pengukuran sisa klor dan zat organik dikarenakan kebutuhan biaya sehingga keefektifan dari klor kurang diketahui. Sisa klor yang berlebihan akan mengganggu kehidupan organisme lain.

Jika penelitian ini diimplementasikan pada unit pengolahan limbah cair Rumah

Sakit yang sudah mempunyai sistem pengolahan yang baik, pada bak desinfektan berupa kaporit pada Instalasi Pengolahan Air Limbah. Diketahui bahwa limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta 50-60 m³ yaitu setara dengan 50.000-60.000 liter per harinya. Dosis yang efektif digunakan oleh peneliti adalah 1,5 gr/l, maka pihak Rumah Sakit harus menyediakan kaporit bubuk sebanyak 75-90 kg kaporit per harinya atau tergantung jumlah limbah yang dihasilkan. Kaporit yang digunakan oleh peneliti sebesar 0,03 ppm per harinya.

Perhitungan kebutuhan bahan dan biaya desinfektan kaporit dengan dosis yang efektif pada peneliti 1,5 gr/l pada pengolahan

Volume limbah cair setiap hari
Dosis optimum
Kebutuhan desinfektan per hari
Biaya bahan desinfektan perhari
Harga kaporit
Biaya kebutuhan kaporit per hari

limbah cair RS PKU Muhammadiyah Surakarta sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &= 50.000-60.000 \text{ liter} \\
 &= 1,5 \text{ gr/l} \\
 &= 1,5 \text{ gr/l} \times 50.000 \text{ liter} = 75.000 \text{ gr/hari} \\
 &= \text{Rp.}30.000,-/\text{kg} \\
 &75.000 \text{ gr/hari} \\
 &= \frac{\quad}{1000} \times \text{Rp. } 30.000,- \\
 &= \text{Rp. } 2.250.000,-/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Melihat kebutuhan kaporit yang banyak maka hasil penelitian ini tidak dapat diimplementasikan di IPAL PKU Muhammadiyah Surakarta karena kurang efisien, sehingga pihak sanitasi

RS PKU Muhammadiyah Surakarta dapat mempertimbangkan lagi dalam penggunaan kaporit sebagai desinfektan.

menggunakan kaporit sebagai berikut :

D. Keterbatasan Peneliti

1. Keterbatasan pada penelitian ini saat perlakuan bahan desinfektan (kaporit) tidak diencerkan terlebih dahulu dan saat pengambilan sampel air outlet tidak melakukan pengenceran.
2. Keterbatasan pada penelitian ini tidak mengukur sisa klor dari masing-masing perlakuan.

a. Rata-rata bakteri *coliform* pada dosis 1,5 gr/l sebelum perlakuan pengolahan sebesar 2400 koloni/100 ml dan setelah pengolahan sebesar 4 koloni/100 ml.

b. Rata-rata bakteri *coliform* pada dosis 2 gr/l sebelum perlakuan pengolahan sebesar 2400 koloni/100 ml dan setelah pengolahan sebesar 14 koloni/100 ml.

c. Rata-rata bakteri *coliform* pada dosis 2,5 gr/l sebelum perlakuan pengolahan sebesar 2400 koloni/100 ml dan setelah pengolahan sebesar 15,4 koloni/100 ml.

3. Rata-rata keefektifan penurunan bakteri *coliform* sebelum dan setelah dilakukan perlakuan dosis 1,5 gr/l, 2 gr/l, dan 2,5 gr/l sebagai berikut :

PENUTUP

A. Simpulan

1. Ada dosis kaporit yang efektif dalam menurunkan bakteri *coliform* pada limbah Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta adalah 1,5 gr/l sebesar 99,834%.
2. Rata-rata penurunan bakteri *coliform* sebelum dan setelah dilakukan pengolahan dengan

- a. Rata-rata keefektifan pada dosis 1,5 gr/l sebesar 99,834%.
- b. Rata-rata keefektifan pada dosis 2 gr/l sebesar 99,417%.
- c. Rata-rata keefektifan pada dosis 2,5 gr/l sebesar 99,361%.

B. Saran

1. Bagi Pihak Pengelola RS PKU Muhammadiyah Surakarta

Pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Muhammadiyah Surakarta perlu dipertimbangkan dalam pemeliharaan desinfektan dengan kaporit sebesar 75-90 kg/hari dan 0,03 ppm per harinya pada Instalasi Pengolahan Air Limbah.

2. Bagi Prodi Kesmas

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai pengetahuan tentang cara pengolahan air limbah dalam mengurangi bakteri *coliform* di Rumah Sakit.

3. Bagi Peneliti Lain

Peneliti lain bisa melanjutkan penelitian ini dengan mengukur sisa chlor dan zat organik pada masing-masing dosis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G dan Santika SS. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Achmad, R. 2004. *Kimia lingkungan*. Jakarta : ANDI Yogyakarta.
- Ali, M. 2010. *Peran Proses Desinfeksi dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk Air Bersih*. Surabaya : UPN Press.
- Asmadi, Khayan, dan Kasjono HS. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum* Yogyakarta : Gosyen Publishing.
- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah* Yogyakarta : Gosyen Publishing.
- Asmadi. 2013. *Pengolahan Limbah Medis Rumah Sakit*. Yogyakarta : Gosyen Publishing.
- Ismail, M. 2009 *Efektivitas Proses Chlorinasi terhadap Penurunan Bakteri Escherichia Coli dan Residu Chlor pada Instalasi Pengolahan Air Bersih RSU*. Dr. Saiful Anwar Malang. [Skripsi Ilmiah]. Malang : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Kodaaite RJ dan Sjarief R. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta : CV .ANDI OFFSET.
- Kristanto, P. 2013. *Ekologi industri*. Yogyakarta : CV. ANDI OFFSET.
- Notoatmodjo, S. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Rahayu, P dan Sugito. 2014. Kinerja Kaporit Terhadap Penurunan E-Coli pada Hippam Tirta Sejati di Desa Karangrejo Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik. *Jurnal Teknik Waktu*. Vol 12. No 01. Januari 2014:ISSN 1412-1867.
- Ratnawati, R dan Sugito. 2013. Proses Desinfeksi pada Pengelolaan Air limbah Domestik menjadi Air

Bersih sebagai Air Baku Air Minum. *Jurnal Teknik Waktu*. Vol 11. No 02. Juli 2013:ISSN 1412-1867.

Rosyidi, MB. 2009. *Pengaruh Breakpoint Chlorination (BPC) terhadap Bakteri Chloriform dari Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo*. [Skripsi Ilmiah]. Surabaya : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Sabarguna, BS dan Rubaya AK. 2011. *Sanitasi Air dan Limbah Pendukung Keselamatan Pasien Rumah Sakit*. Jakarta : Salemba Medika.

Sastrawijaya, TA. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : Rineka Cipta.

Suharto, I 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta : CV .ANDI OFFSET.

Suprihatin dan Suparno O. 2013. *Teknologi Proses Pengolahan Air*. Bogor : IPB Press.

Sutrisno T dan Suciastuti E. 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.

Waluyo, L. 2009. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang : UMM Press.

Wardhana, WA. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi Offset.