

HUBUNGAN VARIASI JUMLAH LUBANG CHLORINE DIFFUSER DENGAN PENURUNAN TOTAL COLIFORM AIR LIMBAH DI RSUD KOTA YOGYAKARTA

FX Amanto Rahardjo*

*JKL Poltekkes Depkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, DIY 55293,

Abstract

The Yogyakarta City General Hospital already have a processing unit needed for the yielded liquid waste before it is disposed into water body. However, due to the damage caused by the May 2006 earthquake at the disinfection dripping tool, the disinfection activities were halted. On May 2008, the total coliform number was found exceeding the maximum limit permitted by the regulation. So that, the purposed of this study is to understand the effect of hole number variation in chlorine diffuser for declining the total coliform, by conducting an experiment with pre-test post-test only design. The data was analyzed with Pearson correlation test and was found that the total coliform decreased along with the higher number of the hole at 0,762 l/second debit. The total coliform obtained from hole variation of 20, 25 and 30 were fulfilled the requisite, meanwhile the 15 one was not. The subsequent function test showed that three day use of 25 hole chlorine diffuser still could reduce the total coliform of the liquid waste under the maximum treshold.

Kata Kunci : chlorine diffuser, coliform, limbah cair rumah sakit

PENDAHULUAN

Rumah sakit adalah fasilitas yang memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Karena manusia merupakan bagian dari masyarakat yang menginginkan agar kesehatannya selalu terjaga, maka keberadaan rumah sakit senantiasa diharapkan ada di tengah-tengah kehidupan mereka.

Pengertian rumah sakit menurut peraturan Menteri Kesehatan RI No. 159b/Menkes/Per/II/1998 tentang Rumah Sakit, pada pasal 1, disebutkan bahwa Rumah Sakit adalah upaya kesehatan yang menyelenggarakan kegiatan pelayanan kesehatan serta dapat dimanfaatkan untuk pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian.

Selanjutnya pada pasal 9 disebutkan bahwa tugas rumah sakit adalah melak-

sanakan pelayanan kesehatan dengan mengutamakan kegiatan penyembuhan penderita dan pemulihan keadaan cacat badan dan jiwa dan dilaksanakan secara terpadu dengan upaya peningkatan (promotif), dan pencegahan (preventif) serta melaksanakan upaya rujukan.

Adapun pada pasal 21 ayat 1, disebutkan bahwa setiap rumah sakit dilengkapi dengan tenaga listrik, penyediaan air bersih, sistem pembuangan air limbah dan atau air kotor, alat komunikasi dan alat pemadam kebakaran serta peralatan rumah tangga.

Kegiatan berbagai instalasi di rumah sakit akan menghasilkan limbah padat dan cair, baik yang bersifat infeksius atau non-infeksius. Limbah padat domestik dibuang ke tempat pembuangan sampah sementara yang ada di lingkungan rumah sakit untuk selanjutnya diangkut ke tempat

pembuangan sampah akhir, sedangkan limbah padat klinis dibakar menggunakan *incinerator*.

Khusus untuk limbah cair rumah sakit, maka sebelum dibuang ke lingkungan atau badan air, harus diproses melalui unit pengolahan limbah terlebih dahulu. Pengolahan limbah cair rumah sakit ini merupakan upaya preventif yang dilakukan untuk mencegah dampak merugikan yang mungkin timbul dari keberadaan rumah sakit terhadap lingkungan internal atau eksternal rumah sakit.

Limbah cair yang berasal dari rumah sakit merupakan sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena limbah tersebut mengandung senyawa organik, senyawa kimia, deterjen, serta mikroorganisme patogen, yang dapat menimbulkan penyakit serta gangguan kesehatan lain bagi masyarakat¹⁾. Dengan pertimbangan alasan tersebut, maka sebelum dibuang ke badan air, limbah cair harus melalui pengolahan terlebih dahulu sampai memenuhi persyaratan *effluent* standar, yaitu kadar maksimal yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan²⁾.

Rumah Sakit Umum Daerah atau RSUD Kota Yogyakarta merupakan rumah sakit tipe C milik pemerintah Kota Yogyakarta, dan beralamat di Jalan Wiroshan No.1 Yogyakarta. RSUD ini telah memiliki Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) yang dioperasikan setiap hari untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan. IPAL ini terdiri dari bak ekualisasi, bak pencampur (*mixing tank*), bak sedimentasi, bak *biofilter*, bak uji biologis berupa *fish pond*, dan bak sterilisasi. Tetapi, karena peristiwa bencana gempa bumi 27 Mei 2006, terjadi kerusakan pada bak disinfeksi sehingga alat tersebut tidak bisa difungsikan lagi dan belum dilakukan perbaikan.

Dari sampel yang diperiksa pada bulan April 2008 ke BBPTKL Yogyakarta terhadap parameter kimia dan bakte-

riologis limbah cair, diperoleh hasil bahwa untuk seluruh parameter kimia kecuali *phosphate*, telah memenuhi baku mutu buangan air limbah. Adapun untuk parameter bakteriologi *coliform* menunjukkan 16.000/100 ml, di mana baku mutu sampel golongan III untuk parameter tersebut adalah 10.000/100 ml, sehingga berarti angka bakteri telah melebihi standar yang diperbolehkan.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan studi terhadap proses disinfeksi limbah cair dengan menggunakan variasi jumlah lubang pada *chlorine diffuser* di IPAL RSUD Kota Yogyakarta.

METODA

Penelitian merupakan eksperimen dengan menggunakan rancangan *pre-test post-test group only design* yang hasilnya akan dianalisis secara deskriptif dan analitik.

Ada empat variasi jumlah lubang pada *chlorine diffuser* yang digunakan, yaitu 15, 20, 25 dan 30, masing-masing dengan tiga kali replikasi. Diameter tiap lubang diatur sebesar 3 mm. Sedangkan angka total *coliform* yang diperiksa adalah satu jam adalah satu jam setelah limbah cair didisinfeksi.

Data sekunder yang dikumpulkan oleh peneliti adalah gambaran kegiatan pelayanan kesehatan di rumah sakit, macam-macam instalasi yang ada, instalasi penghasil limbah serta banyaknya limbah yang dihasilkan.

Adapun untuk data primer tentang limbah cair yang peneliti kumpulkan sendiri datanya adalah: debit, pH, suhu, sisa *chlor* dan angka *coliform*. Debit diukur dengan cara: 1) ukur luas bak disinfeksi bagian dalam, 2) buat tanda pada bagian dinding di bawah *outlet* sedalam 20 cm yang dibagi menjadi 10 strip, 3) ukur debit dengan mengamati lama waktu kenaikan

permukaan air setiap 2 cm sebanyak 10 kali ulangan.

Untuk mengukur pH digunakan *stick lovibond*, dengan cara mencelupkannya ke dalam air limbah. Perubahan warna yang terjadi pada *stick* diamati dan dibandingkan dengan warna standar pada komparator.

Suhu diukur dengan menggantungkan termometer air dengan seperempat bagiannya tercelup di dalam air limbah. Setelah 15 menit, amati perubahan derajat suhu yang ada pada skala penunjuk angka. Adapun sisa *chlor* diukur satu jam setelah pemasangan *chlorine diffuser*. Air yang diperiksa diambil dari *outlet* dan bak disinfeksi. Pemeriksaan menggunakan komparator.

Adapun untuk data *coliform*, diambil sebelum dan sesudah perlakuan dengan empat variasi lubang. Air limbah contoh diambil menggunakan botol coklat bervolume 200 ml yang berpenutup dan telah disterilkan dahulu sebelumnya lalu dibungkus dengan kertas payung. Sampel diperiksa di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Depkes Yogyakarta.

Analisis deskriptif yang dilakukan terhadap data adalah membandingkan hasil pengukuran dengan parameter standar yang ditetapkan di dalam SK Gubernur Provinsi D.I.Yogyakarta No.65 tahun 1999 tentang Baku Mutu Buangan Air Limbah Rumah Sakit.

Selanjutnya dilakukan analisis statistik untuk mengetahui hubungan antara variasi jumlah lubang dengan penurunan total *coliform*. Uji statistik yang digunakan adalah korelasi Pearson, pada tingkat signifikansi 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sepuluh pengamatan terhadap kenaikan permukaan limbah cair setinggi 2 cm dari luas permukaan bak seluas

138,92 dm² diperoleh rerata debit sebesar 0,761 l/detik, yang selanjutnya akan digunakan pada perhitungan penggunaan *chlor* dan kaporit selanjutnya.

Pemeriksaan pH sebelum air limbah masuk ke bak disinfeksi selama tiga hari adalah 9,0; 9,5 dan 9,0 atau rata-rata sebesar 8,83. Sedangkan pemeriksaan pada bak disinfeksi untuk empat variasi lubang pada *chlorine diffuser*, hasilnya sebagaimana tabel berikut, di mana terlihat bahwa kisaran rerata pH berada antara 8,50 – 8,66.

Tabel 1.
Hasil pengamatan pH dari empat variasi lubang pada bak disinfeksi

Ulangan	Pengamatan pH pada variasi lubang			
	15	20	25	30
1	8,5	8,5	8,5	8,5
2	8,5	8,5	8,5	8,5
3	8,5	8,5	9,0	9,0
rerata	8,50	8,50	8,66	8,66

Adapun untuk pemeriksaan suhu limbah sebelum masuk ke dalam bak disinfeksi selama 3 hari pengamatan diperoleh berturut-turut sebesar 24, 25 dan 24 °C. Sedangkan pemeriksaan suhu pada bak disinfeksi untuk empat variasi lubang pada *chlorine diffuser*, hasilnya sebagaimana tabel berikut, di mana terlihat bahwa kisarannya berada di antara 23,66 dan 24,33.

Tabel 2.
Hasil pengamatan suhu dari empat variasi lubang pada bak disinfeksi

Ulangan	Pengamatan suhu (°C) pada variasi lubang			
	15	20	25	30
1	23	23	24	23
2	23	23	24	24
3	25	25	25	25
rerata	23,66	23,66	24,33	24,00

Dari hasil pengamatan, diperoleh daya sergap *chlor* adalah sebesar 1,2 ppm dan untuk keamanan dibulatkan menjadi 2,4 ppm. Dengan memperhatikan debit yang ada, dapat dihitung volume limbah cair di dalam bak selama 1 jam yaitu: $0,762 \text{ l/dtk} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}$, yaitu 2743,2 liter. Dengan menggunakan standar 4,3 mg *chlor* untuk tiap liter limbah, maka diperlukan 6,583 gr *chlor*, sehingga kaporit yang digunakan beratnya adalah: $100/70 \times 6,583 \text{ gr}$ atau 9,40 gr, yang kemudian dibulatkan menjadi 10 gr.

Pengamatan sisa *chlor* dilakukan pada setiap pengambilan sampel air limbah. Pemeriksaan sisa *chlor* sebelum air limbah masuk ke bak disinfektan selama tiga hari tidak terdeteksi atau nol. Pemeriksaan dilakukan satu jam setelah pemasangan *chlorine diffuser* dengan mengambil air limbah sebanyak satu gelas (setara 200 cc) di pipa *outlet* dan lalu diperiksa dengan menggunakan komparator.

Hasilnya sebagaimana tabel berikut, dan terlihat bahwa sisa *chlor* terendah dan tertinggi masing-masing 0,083 dan 0,220 ppm.

Tabel 3.
Hasil pengamatan sisa *chlor* dari empat variasi lubang pada bak disinfeksi

Ulangan	Pengamatan sisa <i>chlor</i> (ppm) pada variasi lubang			
	15	20	25	30
1	0,00	0,10	0,20	0,20
2	0,10	0,20	0,10	0,25
3	0,15	0,20	0,30	0,20
rerata	0,083	0,167	0,200	0,220

Hasil Pemeriksaan Total Coliform

Hasil pemeriksaan total *coliform* sebagai hasil disinfeksi menggunakan berbagai variasi lubang pada *chlorine diffuser* adalah sebagaimana disajikan pada beberapa tabel berikut ini.

Dari tabel-tabel tersebut terlihat bahwa pada perlakuan 15 lubang pada *chlorine diffuser*, prosentase penurunan sebesar 83,86%, dan untuk jumlah lubang 20, 25 dan 30; berturut-turut prosentase penurunannya sebesar 100%, 91,72% dan 100%.

Tabel 4.
Hasil pemeriksaan total *coliform* pada variasi lubang 15 buah

Ulangan	Total <i>coliform</i> (per 100 ml)		penurunan	%
	se belum	se sudah		
1	95000	46000	49000	51,58
2	76000	0	76000	100,00
3	10000	0	10000	100,00
rerata	60333	15333	45000	83,86

Tabel 5.
Hasil pemeriksaan total *coliform* pada variasi lubang 20 buah

Ulangan	Total <i>coliform</i> (per 100 ml)		penurunan	%
	se belum	se sudah		
1	46000	0	46000	100,00
2	46000	0	46000	100,00
3	46000	0	46000	100,00
rerata	46000	0	46000	100,00

Tabel 6.
Hasil pemeriksaan total *coliform* pada variasi lubang 25 buah

Ulangan	Total <i>coliform</i> (per 100 ml)		penurunan	%
	se belum	se sudah		
1	76000	0	76000	100,00
2	29000	7200	21800	75,17
3	56000	0	56000	100,00
rerata	54333	2400	51933	91,72

Tabel 7.
Hasil pemeriksaan total *coliform*
pada variasi lubang 30 buah

Ulangan	Total <i>coliform</i> (per 100 ml)		penurunan	%
	se belum	se sudah		
1	76000	0	76000	100,00
2	15000	0	15000	100,00
3	46000	0	46000	100,00
rerata	45667	0	45667	100,00

Hasil uji fungsi adalah sebagaimana tersaji pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8.
Hasil pemeriksaan total *coliform* pada uji fungsi

Hari	Ulangan	Total <i>coliform</i> (per 100 ml)		penurunan
		se belum	se sudah	
I	1	4000	400	3600
	2	46000	1500	44500
	3	404	0	404
	rerata	16831	633	16198
II	1	4000	0	4000
	2	9500	0	9500
	3	43800	0	43800
	rerata	16833	0	18833
III	1	19000	400	18600
	2	7600	32	7568
	2	700	0	700
	rerata	9100	144	8956

Uji fungsi dilakukan untuk mengetahui lama waktu pelepasan *chlor* dari *chlorine diffuser*. Yang digunakan di sini adalah *chlorine diffuser* dengan jumlah lubang sebanyak 25 buah dengan diameter tiga mm. Dengan lama waktu pengamatan tiga hari, maka jumlah kaporit yang digunakan

diperhitungkan sebesar: $3 \text{ hari} \times 12 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ mg} \times 100/70 = 123,43 \text{ gr}$ atau dibulatkan 125 gr.

Hasil pengukuran sisa *chlor* pada uji fungsi sebagaimana berikut, dan diketahui bahwa sisa *chlor* pada air limbah selalu menurun setiap harinya.

Tabel 9.
Hasil pemeriksaan sisa *chlor* pada uji fungsi

Ulangan	Sisa <i>chlor</i> (ppm) pada hari ke		
	pertama	kedua	ketiga
1	0,3	0,2	0,05
2	0,3	0,25	0,15
3	0,2	0,15	0,05
rerata	0,26	0,20	0,06

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan limbah cair sebelum dan sesudah didisinfeksi, rerata pH setelah didisinfeksi lebih rendah dibanding rerata sebelum masuk bak disinfeksi. Bila dibandingkan dengan persyaratan yang tertuang di dalam SK Gubernur DIY No 65, di mana batas pH yang diperbolehkan adalah 6 sampai 9, maka pH yang diamati dalam penelitian ini juga masih diperkenankan serta tidak berbahaya bagi lingkungan.

Uji statistik menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0,894 ($p=0,106$), yang berarti hubungan antara jumlah lubang pada *chlorine diffuser* dan pH air limbah tidak signifikan secara statistik.

Karena pH masih di bawah 9 atau batas tertinggi yang diperbolehkan, maka air limbah tidak membahayakan bagi kehidupan biota air. Jadi, dapat disimpulkan bahwa penurunan total *coliform* pada perlakuan disinfeksi menggunakan *chlorine diffuser* tidak disebabkan oleh derajat keasaman atau pH yang ada.

Berdasarkan hasil pengamatan limbah cair sebelum dan sesudah didisinfeksi, rerata suhu setelah didisinfeksi sama dengan rerata sebelum masuk bak disinfeksi. Batas tertinggi suhu yang diatur oleh SK Gubernur DIY No 65 adalah 30 °C, sehingga suhu limbah cair masih memenuhi persyaratan dan tidak berbahaya bagi lingkungan.

Uji statistik menghasilkan koefisien korelasi sebesar 0,679 ($p=0,321$), yang berarti hubungan antara jumlah lubang pada *chlorine diffuser* dan suhu air limbah tidak signifikan secara statistik.

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Fardiaz ³⁾, bahwa dengan semakin tinggi suhu air limbah maka oksigen terlarut akan semakin sedikit sehingga akan membahayakan biota air. Dengan demikian suhu yang teramati dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh berbahaya terhadap biota air. Penurunan total *coliform* pada perlakuan disinfeksi menggunakan *chlorine diffuser* tidak disebabkan oleh suhu yang ada.

Dari hasil pengamatan limbah cair sesudah didisinfeksi, sisa *chlor* terendah 0,08 dan tertinggi 0,22. Hasil uji statistik menghasilkan koefisien korelasi sebesar 1,000 ($p<0,001$), yang berarti hubungan antara jumlah lubang pada *chlorine diffuser* dan pH air limbah sangat kuat dan signifikan secara statistik, yaitu semakin banyak lubang pada *chlorine diffuser* akan menyebabkan semakin tinggi sisa *chlor*, yang berarti pula semakin banyak *chlor* yang terdifusi ke dalam air limbah. Persamaan yang diperoleh adalah $y = 0,078x - 0,0066$.

Sisa *chlor* yang teramati cukup berpengaruh terhadap penurunan total *coliform*, tetapi karena masih berada pada kisaran minimal yang diperbolehkan pada air bersih, maka sisa *chlor* tersebut

tidak membahayakan bagi kehidupan biota air yang besar.

Hasil perlakuan menggunakan berbagai variasi jumlah lubang secara deskriptif dapat menurunkan total *coliform*, tetapi jika dibandingkan dengan persyaratan yang ada, maka perlakuan dengan jumlah lubang 15 buah masih belum memenuhi batas maksimal total *coliform* yang diperbolehkan yaitu 15000/10 ml.

Agustjik ⁴⁾ mengemukakan bahwa kecepatan dan kemampuan disinfektan di antaranya dipengaruhi oleh kualitas air yang mengandung bahan organik dan unsur lainnya yang mana akan banyak menyerap *chlorine* dan akibatnya sisa *chlor* menjadi rendah sehingga kurang efektif dalam menurunkan bakteri dalam hal ini termasuk *coliform*.

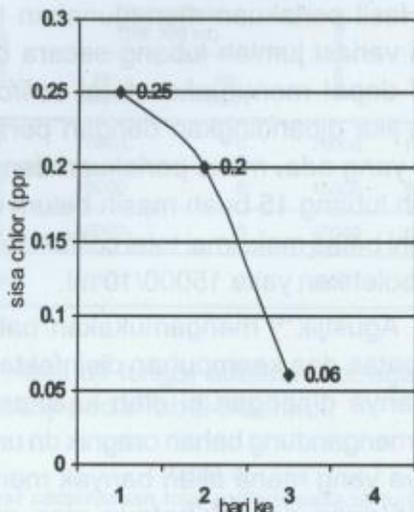
Dari hasil uji fungsi telah diperlihatkan bahwa perlakuan disinfeksi dengan menggunakan *chlorine diffuser* dengan lubang sebanyak 25 buah yang berdiameter 3 mm, dapat menurunkan total *coliform* sampai dengan hari ke tiga.

Penurunan total *coliform* yang terjadi berbeda-beda setiap harinya. Hari pertama prosentase penurunan sebesar 96,24%, hari ke dua sebesar 100% dan hari ke tiga sebesar 98,42%. Pencapaian angka kuman total *coliform* semuanya di bawah 10000, sehingga bisa dikatakan telah memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan oleh SK Gubernur DIY yang terkait.

Uji fungsi yang dilakukan selama tiga hari menunjukkan bahwa *chlorine diffuser* yang dipasang dapat mengeluarkan *chlorine* dan dapat menurunkan total *coliform* di bawah standar persyaratan yang ditetapkan.

Gambar berikut menyajikan perubahan sisa *chlor* pada saat uji fungsi.

Gambar 1.
Penurunan sisa *chlor* pada uji fungsi



Sisa *chlor* pada hari pertama adalah 0,26; hari ke dua 0,2 dan hari ke tiga 0,06. Hasil uji statistik diperoleh koefisien korelasi $r = -1,000$ ($P < 0,001$). Hal tersebut menunjukkan hubungan yang sangat erat antara lama waktu dalam satuan hari dengan penurunan sisa *chlor*. Persamaan regresi yang diperoleh adalah: $y = -0,095x + 0,36$. Dengan persamaan tersebut maka sisa *chlor* akan habis pada hari ke empat. Dengan demikian membuktikan bahwa *chlorine* yang berada dalam diffuser dapat terdifus keluar dan terlarut dalam air limbah sedikit demi sedikit dalam waktu yang laman. *Chlor* yang keluar dapat menurunkan total *coliform* di bawah syarat yang ditentukan.

KESIMPULAN

pH dan suhu limbah cair setelah disinfeksi masih berada di bawah batas maksimal yang diperbolehkan. Jumlah lubang pada *chlorine diffuser* tidak berhubungan dengan pH dan suhu, tetapi ada hubungan dengannya sisa *chlor*.

Chlorine diffuser berlubang 15 buah dapat menurunkan total *coliform* sebanyak 83,86% tetapi masih belum memenu-

ni standar persyaratan yang diatur oleh SK Gubernur DIY No 65 tahun 1999. Tetapi, *chlorine diffuser* yang dilubangi sebanyak 20, 25 dan 30 buah telah mampu menurunkan total *coliform* memenuhi standar yang sama. Uji fungsi yang dilakukan selama tiga hari membuktikan bahwa variasi lubang 25 buah menghasilkan sisa *chlor* pada air limbah dan mampu menurunkan total *coliform* sampai di bawah standar yang berlaku.

Banyak lubang pada *chlorine diffuser* berhubungan dengan penurunan total *coliform*. Dari persamaan regresi yang diperoleh, maka jumlah lubang pada *chlorine diffuser* yang ideal adalah sebanyak 40 buah karena dapat menghasilkan sisa *chlor* sebesar 0,306 ppm.

SARAN

Kepada peneliti lain, disarankan untuk melanjutkan penelitian ini dengan mengobservasi variasi debit aliran dan lama waktu efektif bila *chlorine diffuser* diisi kaporit sampai batas maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Darsono, V., 1992. *Pengantar Ilmu Lingkungan*, edisi revisi, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
2. Said, N. I., 2001. Pengolahan limbah rumah sakit dengan proses biologis nlekat menggunakan media plastik sarang tawon, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 2 (7), September 2001.
3. Fardiaz, S., 2003. *Polusi Udara dan Air*, cetakan ke-9, Kanisius, Yogyakarta.
4. Agustjik, H. A. R., 1992, *Modul Pelatihan Perbaikan Kualitas Air*, Ditjen PPMPLP, Jakarta.