

EFEKTIVITAS VARIASI DOSIS KALSIUM HIPOKLORIT ($\text{Ca}(\text{OCI})_2$) DALAM MENURUNKAN KOLONI *Salmonella sp* DAN BAKTERI *Coliform* PADA LIMBAH CAIR RUMAH POTONG HEWAN PENGGARON SEMARANG

Maysaroh Nur Istikomah*), Budiyo**), Yusniar Hanani Darundiati**)

*)Mahasiswa Peminatan Kesehatan Lingkungan, FKM UNDIP Semarang

**) Dosen Bagian Kesehatan Lingkungan, FKM UNDIP Semarang

Email: maysarohnur@gmail.com

Abstract: Slaughterhouse is one of the public service units that potential to produce liquid waste with the content of pathogenic bacteria that harmful to health. Concentration of *Salmonella sp* found in effluent wastewater treatment plant Penggaron Slaughterhouse as much as $6,1 \times 10^4$ CFU, the amount still in the infective dose range to cause disease. Chlorination with calcium hypochlorite can reduce concentration of pathogenic microorganisms. This study aims to determine the effectiveness of calcium hypochlorite in reducing number of *Salmonella sp* colony and number of *Coliform* in wastewater Penggaron Slaughterhouse. This research method is quasi experiment and pre-test design and post-test with control group. Statistical analysis using Kruskal-Wallis test. The results of the study before the treatment with calcium hypochlorite showed the number of *Salmonella sp* as much as 7.9×10^4 CFU while the number of *Coliform* bacteria was 2400 MPN / 100 ml. Addition calcium hypochlorite as much as 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l and 30 mg/l with 5 repetitions. Addition calcium hypochlorite decreased the number of *Salmonella sp* colony to 9.8×10^3 CFU; 1.0×10^4 CFU; 5.5×10^3 CFU; 1.8×10^4 CFU; 1.2×10^4 CFU while the number of *Coliform* bacteria decreased to 2100 MPN / 100 ml, 2240 MPN / 100 ml, 1544 MPN / 100 ml, 2100 MPN / 100 ml, 2020 MPN / 100 ml. Statistical analysis showed that there was no significant difference in reducing number of *Salmonella sp* colonies and the number of *Coliform* bacteria ($p > 0,05$) after treatment with various doses of calcium hypochlorite. There is no effective dose of calcium hypochlorite because it has not been able to decrease the number of *Salmonella sp* colony and number of *Coliform* bacteria under the quality standard.

Keywords : Calcium Hypochlorite, *Salmonella sp*, *Coliform*, Wastewater, Slaughterhouse

PENDAHULUAN

Limbah cair industri rumah potong hewan secara umum memiliki karakteristik beban organik yang tinggi. Zat organik dalam limbah cair rumah potong hewan dapat berupa darah lemak, tinja, isi rumen, usus maupun mikroorganisme patogen.¹

Penanganan limbah cair rumah potong hewan selama ini hanya berfokus pada parameter fisik dan kimia sedangkan parameter mikrobiologis belum terlalu diprioritaskan. Limbah yang mengandung mikroba patogen dapat menyebabkan terjadinya wabah suatu penyakit apabila tidak dilakukan

pengolahan dengan baik.²Bakteri Coliform dan *Salmonella* merupakan flora normal yang hidup di dalam organ intestinal manusia maupun hewan. Proses pencucian bagian saluran intestinal hewan, menyebabkan bakteri flora normal terlarut dalam air yang kemudian mengalir ke saluran pengolahan air limbah, termasuk Coliform dan *Salmonella sp*

Penelitian pendahuluan yang dilakukan pada outlet IPAL RPH Penggaron ditemukan koloni *Salmonella sp* sebanyak $6,1 \times 10^4$ dan $1,1 \times 10^5$. Belum ada baku mutu yang mengatur parameter mikrobiologis limbah cair RPH, akan tetapi jumlah tersebut masih berada dalam rentang 10^4 - 10^7 yang merupakan dosis infeksius *Salmonella* untuk bisa menimbulkan penyakit seperti demam tifoid, demam paratifoid dan gastroenteritis akut.

Klorinasi merupakan proses untuk mengurangi dan membunuh mikroorganisme patogen yang berada pada air limbah dengan menggunakan senyawa klor.³Kalsium hipoklorit merupakan senyawa klor yang umum digunakan sebagai desinfektan dalam perlakuan pengolahan limbah karena lebih stabil dan mudah larut dalam air, selain itu juga sangat efektif untuk menurunkan berbagai bakteri patogen.⁴

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas Kalsium hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) dalam menurunkan koloni *Salmonella sp* dan bakteri coliform pada limbah cair Rumah Potong Hewan Penggaron Semarang

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab

akibat dengan cara memberikan perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen dengan metode *quasi eksperimental* dan desain *pre-test* dan *post-test with control group*.

Sampel air limbah diambil dari bak sedimentasi kimiadi instalasi pengolahan air limbah RPH Penggaron. Sampel dirancang dengan lima perlakuan dosis kalsium hipoklorit dengan jumlah ulangan sebanyak 5 kali. Dilakukan juga pengukuran suhu dan pH sebelum dan sesudah penambahan kalsium hipoklorit.

Analisis data menggunakan uji *Saphiro Wilk* diketahui bahwa data berdistribusi tidak normal sehingga uji beda dilakukan dengan uji *Kruskal-Wallis*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi dosis kalsium hipoklorit yang digunakan yaitu 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l dan 30 mg/l. Pengambilan sampel dilakukan selama lima kali setiap hari Selasa pukul 08.00 WIB. Sampel air diambil menggunakan 8 botol steril dengan volume masing-masing botol sebanyak 1 liter.

Jumlah koloni bakteri *Salmonella sp* sebelum perlakuan sebesar $7,9 \times 10^4$ CFU sedangkan jumlah bakteri Coliform sebelum perlakuan sebesar 2400. Sebanyak 1 liter sampel air ditambahkan masing-masing kalsium hipoklorit 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l dan 30 mg/l. Kemudian dilakukan pengadukan cepat dengan kecepatan 80 rpm selama 1 menit dan dilanjutkan dengan pengadukan lambat dengan kecepatan 40 rpm selama 15 menit dan ditunggu selama 30 menit sebelum dilakukan penanaman bakteri pada media untuk diketahui jumlahnya.

Pengujian jumlah koloni *Salmonella sp* dilakukan dengan

metode hitung cawan atau *standar plate count* sedangkan pengujian jumlah bakteri Coliform dilakukan dengan metode MPN (Most Probable Number dengan seri 5-5-5.

Kalsium hipoklorit menghancurkan bakteri dengan merusak permeabilitas sel. Klor bereaksi kuat dengan peptidoglikan dan lipid pada membran sel.⁵ Peptidoglikan merupakan komponen kimia dinding sel yang menyebabkan dinding sel bersifat kaku, sifat kaku pada dinding selain untuk memberikan bentuk pada dinding sel juga melindungi sel dari tekanan maupun suhu.⁵ Kerusakan peptidoglikan menyebabkan sel kehilangan permeabilitasnya

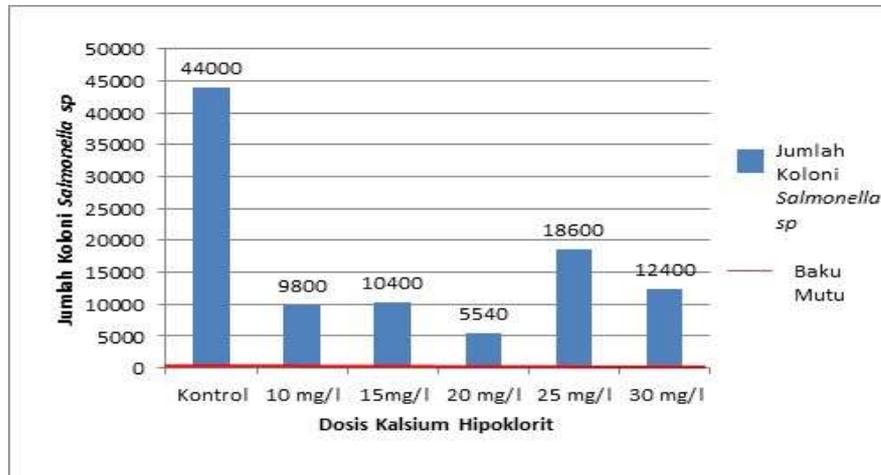
sehingga tekanan osmotik di dalam sel terganggu karena adanya perbedaan konsentrasi yang tinggi antara lingkungan luar dan lingkungan dalam sel. Terjadinya perbedaan konsentrasi dapat mempengaruhi transportasi substansi kimia baik ke dalam maupun keluar sel yang akan berdampak pada kehancuran sel. Selain menyerang membran sel, klor juga dapat melakukan inaktivasi enzim dan merusak DNA serta RNA sel. Hasil penurunan jumlah koloni *Salmonella sp* pada limbah cair RPH Penggaron setelah diberi perlakuan dengan kalsium hipoklorit dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Jumlah Koloni *Salmonella sp* Pada Limbah Cair RPH Penggaron Semarang

Dosis	Ra-rata Penurunan Jumlah Koloni <i>Salmonella sp</i> (CFU)		Penurunan	Efisiensi (%)
	<i>Pretest</i>	<i>Postets</i>		
Kontrol	$7,9 \times 10^4$	$4,4 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	44,58
10 mg/l	$7,9 \times 10^4$	$9,8 \times 10^3$	$6,9 \times 10^4$	87,66
15 mg/l	$7,9 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$6,9 \times 10^4$	86,90
20 mg/l	$7,9 \times 10^4$	$5,5 \times 10^3$	$7,3 \times 10^4$	93,02
25 mg/l	$7,9 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$6,0 \times 10^4$	76,57
30 mg/l	$7,9 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	$6,7 \times 10^4$	84,38

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah koloni *Salmonella sp* yang mengalami penurunan paling tinggi sebesar $7,3 \times 10^4$ CFU atau sebesar 93,02% pada dosis 20 mg. Sedangkan pada dosis 25 mg/l mengalami penurunan paling rendah sebesar $6,0 \times 10^4$ CFU.

Efektivitas kalsium hipoklorit dalam menurunkan jumlah koloni *Salmonella sp* dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan baku mutu. Efektivitas kalsium hipoklorit dalam menurunkan jumlah koloni *Salmonella sp* dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini



Gambar 1. Efektivitas Dosis Kalsium Hipoklorit dalam Menurunkan Jumlah Koloni *Salmonella sp* Pada Limbah Cair RPH Penggaron

Berdasarkan pada gambar 1 dapat diketahui bahwa variasi dosis kalsium hipoklorit belum efektif menurunkan jumlah koloni *Salmonella sp* pada limbah cair RPH Penggaron.

Effluen limbah cair RPH mengalir melalui gorong-gorong yang menuju ke Sungai Babon. Sungai Babon merupakan sungai yang diklasifikasikan ke dalam golongan kelas dua, yaitu sungai yang peruntukannya digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, serta pengairan tanaman.^{6,7} Penggunaan air limbah yang

mengandung bakteri patogen untuk irigasi pertanian dikhawatirkan dapat menyebabkan infeksi pada masyarakat sekitar maupun masyarakat yang akan mengonsumsi hasil pertanian. Karena itulah baku mutu *Salmonella sp* pada effluen limbah mengacu pada SNI 7388-2009 yang mengharuskan bahan pangan bebas dari *Salmonella sp*.⁸

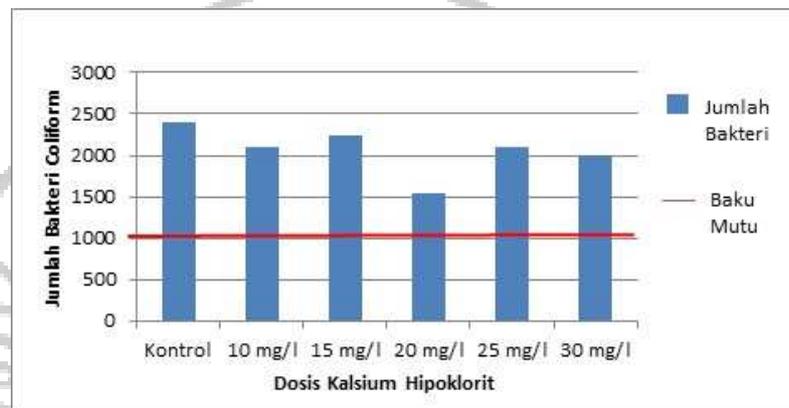
Sedangkan hasil pengamatan penurunan bakteri coliform pada limbah cair RPH Penggaron setelah perlakuan dengan variasi dosis kalsium hipoklorit dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Jumlah Bakteri Coliform Pada Limbah Cair RPH Penggaron Semarang

Dosis	Rata-rata Penurunan Jumlah Bakteri Coliform (MPN/100 ml)		Penurunan	Efisiensi (%)
	Pretest	Postests		
Kontrol	2400	2400	0	0
10 mg/l	2400	2100	300	12,50
15 mg/l	2400	2240	160	6,67
20 mg/l	2400	1544	856	35,67
25 mg/l	2400	2100	300	12,50
30 mg/l	2400	2020	380	15,83

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah bakteri *Coliform* yang mengalami penurunan paling tinggi sebesar 856 atau sebesar 35,67% pada dosis 20 mg/l. Sedangkan pada dosis 15mg/l mengalami penurunan paling rendah sebesar 160 atau sebesar 6,67%.

Efektivitas kalsium hipoklorit dalam menurunkan jumlah koloni *Salmonella sp* dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan baku mutu. Efektivitas kalsium hipoklorit dalam menurunkan jumlah koloni *Salmonella sp* dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini



Gambar 2 Efektivitas Dosis Kalsium Hipoklorit dalam Menurunkan Jumlah Bakteri Coliform Pada Limbah Cair RPH Penggaron

Berdasarkan pada gambar 4.4. dapat diketahui bahwa variasi dosis kalsium hipoklorit belum mampu menurunkan jumlah bakteri Coliform pada limbah cair RPH Penggaron. Baku mutu yang digunakan berdasarkan pada petunjuk keamanan pemanfaatan kembali air limbah yang diterbitkan oleh WHO, karena *effluen* air limbah RPH Penggaron mengalir menuju Sungai Babon yang dimanfaatkan untuk irigasi pertanian di wilayah sekitarnya.

Hasil uji statistik *Kruskal-Wallis* pada penurunan jumlah koloni bakteri *Salmonella sp* didapatkan nilai signifikansi *p-value* 0,500 (>0,05). Karena nilai $p > 0,05$ maka dapat diketahui bahwa H_0 diterima atau tidak terdapat perbedaan rata-rata penurunan jumlah koloni *Salmonella sp* pada limbah cair RPH dengan

variasi dosis kalsium hipoklorit. Sedangkan pada penurunan jumlah bakteri Coliform hasil uji statistik *Kruskal-Wallis* didapatkan nilai signifikansi *p-value* 0,678 (>0,05). Karena nilai $p > 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima atau tidak terdapat perbedaan rata-rata penurunan jumlah bakteri *Coliform* pada limbah cair RPH dengan variasi dosis kalsium hipoklorit.

Tidak terdapatnya perbedaan penurunan jumlah koloni *Salmonella sp* dan bakteri Coliform pada limbah cair RPH dengan variasi dosis kalsium hipoklorit karena efektivitas proses desinfeksi dipengaruhi oleh berbagai hal diantaranya:

1. Konsentrasi desinfektan
Konsentrasi desinfektan perlu mendapatkan perhatian karena masing-masing produk mempunyai

konsentrasi larutan yang berbeda. Sifat alami desinfektan memungkinkan adanya reaksi dengan bahan-bahan organik atau yg mempunyai pH tertentu.⁹

Konsentrasi desinfektan yang akan digunakan sebaiknya disesuaikan dengan karakteristik limbah yang akan di desinfeksi serta jenis mikroorganisme yang akan hilangkan. Semakin tinggi konsentrasi suatu desinfektan maka akan bersifat bakterisida atau membunuh bakteri, sedangkan semakin rendah konsentrasi suatu desinfektan maka sifatnya hanya akan menghambat pertumbuhan bakteri.¹⁰ Pada penelitian ini digunakan kalsium hipoklorit dengan konsentrasi 60% karena merupakan konsentrasi tertinggi yang sering digunakan untuk desinfeksi. Meskipun konsentrasi 60% tergolong tinggi dibandingkan konsentrasi lain yang dijual bebas di masyarakat, pada penelitian ini konsentrasi tersebut belum efektif dalam menurunkan bakteri coliform. Belum efektifnya konsentrasi 60% bisa disebabkan karena konsentrasi tersebut hanya menghambat pertumbuhan bakteri dan bukan mematikan bakteri. Seperti yang dapat diamati pada dosis 10 mg/l, dosis tersebut efektif dalam menurunkan jumlah koloni *Salmonella sp* hingga dibawah dosis infeksi akan tetapi pada dosis 15 mg/l, jumlah koloni

Salmonella sp kembali meningkat.

2. Kekeruhan dan padatan tersuspensi dapat melindungi bakteri terhadap klorin.

Keberadaan senyawa organik dapat menurunkan efektivitas desinfektan, sehingga membutuhkan lebih banyak desinfektan untuk hasil yang lebih baik. Kekeruhan (turbidity) disebabkan adanya senyawa organik serta sel-sel mikroba. Semakin tinggi kekeruhan kemungkinan kandungan mikroorganisme dalam air limbah juga tinggi. Oleh karena itu sebelum proses desinfeksi, diperlukan pengendalian kekeruhan terlebih dahulu karena mikroorganisme yang bergabung dengan partikel di dalam air akan lebih resisten terhadap desinfektan dibandingkan dengan mikroorganisme bebas.

Penelitian di India juga menunjukkan hasil yang sama bahwa kandungan partikel tersuspensi (TSS) pada air limbah berkaitan erat dengan keberadaan mikroorganisme pada limbah. Penurunan partikel tersuspensi pada air limbah memiliki peran yang sangat besar terhadap penurunan kandungan mikroorganisme pada air limbah. Semakin rendah kandungan partikel tersuspensi pada air limbah maka akan meningkatkan efektifitas desinfeksi pada air limbah.¹¹

Kekeruhan dan kandungan TSS dapat

menciptakan efek proteksi pada mikroorganisme. Studi di lapangan menemukan bahwa mikroorganisme yang bergabung dengan zat kotoran manusia, sampah dan padatan air buangan, akan tahan terhadap desinfektan dibandingkan pada saat beradadalam keadaan bebas.¹²

Pemeriksaan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang menunjukkan bahwa kadar TSS pada limbah cair RPH Penggaron sebesar 157 mg/lit, jumlah tersebut tergolong tinggi karena melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini pengendalian tingkat kekeruhan maupun kadar TSS belum dilakukan sehingga menyebabkan desinfektan tidak dapat bekerja dengan efektif dalam menurunkan kandungan mikrobiologis pada limbah.

3. Bahan organik yang bereaksi dengan klorin dapat menurunkan kemampuan desinfeksi klorin.

Klor yang dimasukan ke dalam air akan terlebih dahulu bereaksi terhadap senyawa organik maupun anorganik. BOD yang tinggi mengindikasikan kadar organik yang tinggi, pada kadar BOD yang tinggi, bakteri patogen memiliki kemampuan bertahan di lingkungan lebih lama.¹³ Pengukuran yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup pada limbah Cair RPH Penggaron menunjukkan nilai BOD

yang melebihi baku mutu yaitu sebesar 231 mg/lit. Kandungan partikel yang terdapat pada limbah cair biasanya terdiri atas protein, lemak, karbohidrat dan minyak.¹⁴

Pengolahan air limbah dengan beban organik yang tinggi biasanya menggunakan proses biologi dengan memanfaatkan mikroorganisme yang akan menguraikan zat organik yang ada dalam air. Hal tersebut mengakibatkan mikroorganisme berkembang dalam jumlah yang banyak selama proses penguraian bahan organik. Mikroorganisme akan mengeluarkan senyawa hasil metabolisme seperti ammonia dan senyawa organik yang stabil seperti humus selama proses penguraian zat organik berlangsung. Semakin banyak mikroorganisme di dalam air akan meningkatkan konsentrasi ammonia dan senyawa humus. Padahal ammonia dan senyawa humus merupakan senyawa *precursors* atau senyawa yang secara potensial dapat menyebabkan terjadinya trihalomethans (THMs).¹⁵ Senyawa *precursors* THMs ketika bereaksi dengan klor akan membentuk senyawa THMs dan senyawa halogen lain. Semakin besar kandungan ammonia pada air limbah maka akan beraksi membentuk senyawa kloramine yang efektifitas desinfeksinya lebih rendah.¹⁶ Daya

desinfeksi yang rendah akan meningkatkan penggunaan senyawa klor. Semakin besar konsentrasi klor yang digunakan maka kemungkinan terbentuknya THMs juga semakin besar. Keberadaan senyawa THMs khususnya klorofom dapat mengakibatkan terjadinya kanker.

4. Air yang memiliki pH kurang dari 7,2 akan mendukung proses desinfeksi dibandingkan dengan pH air diatas 7,6.

Semakin tinggi pH air dapat mengakibatkan proses klorinasi tidak efektif karena 90% dari asam hipoklorit itu akan mengalami ionisasi menjadi ion hipoklorit sehingga khasiat desinfektan yang dimiliki klor akan menjadi lemah atau berkurang. Dengan berkurangnya khasiat dari klor tersebut dapat menyebabkan daya bunuh klor terhadap bakteri dalam air sangat lemah.¹⁰

5. Jenis mikroorganisme
Kalsium hipoklorit efektif dalam menurunkan jumlah koloni *Salmonella sp* pada dosis 20 mg/lt sedangkan pada bakteri Coliform tidak terdapat dosis efektif yang bisa menurunkan jumlah bakteri Coliform hingga dibawah baku mutu. Perbedaan efektifitas yang terjadi antara *Salmonella sp* dengan bakteri Coliform terjadi karena bakteri *Salmonella sp* merupakan bakteri yang spesifik, sedangkan bakteri Coliform terdiri dari kumpulan beberapa bakteri gram

negatif, meliputi *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* dan *Citrobacter*.¹² Penelitian di Nepal menunjukkan bahwa kelompok bakteri *Citrobacter sp* dan *Klebsiella sp* lebih resisten terhadap klor sehingga dapat bertahan lebih lama di lingkungan dibandingkan dengan bakteri *Salmonella sp*.¹⁷ Mekanisme yang memungkinkan bakteri resisten terhadap klorin adalah adanya perubahan struktur permukaan sel yang dapat memicu terjadinya penggumpalan sel, pelekatan mikroba pada permukaan pipa atau pada partikel tersuspensi seperti lumpur atau karena bakteri memiliki lapisan kapsul seperti yang terdapat pada *Klebsiella* sehingga menghambat kinerja desinfektan.¹⁸ Keberadaan lapisan kapsul menyebabkan kalsium hipoklorit tidak dapat menembus dinding sel bakteri dengan baik sehingga bakteri dengan lapisan kapsul mampu bertahan hidup dan lebih resisten dibandingkan bakteri yang tidak memiliki lapisan kapsul.¹⁴

KESIMPULAN

1. Efisiensi penurunan jumlah koloni *Salmonella sp* setelah perlakuan dengan dosis kalsium hipoklorit 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l dan 30 mg/l secara berturut-turut sebesar (1) 87,66%; (2) 86,9%; (3) 93,02%; (4) 76,57%; (5) 84,38%
2. Efisiensi jumlah Coliform setelah perlakuan dengan dosis kalsium hipoklorit 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l,

- 25 mg/l dan 30 mg/l secara berturut-turut (1) 12,5%; (2) 6,67%; (3) 35,67%; (4) 12,5%; (5) 15,83%
3. Tidak terdapat dosis efektif yang mampu menurunkan koloni *Salmonella sp* hingga dibawah baku mutu.
 4. Tidak terdapat dosis yang mampu menurunkan kandungan bakteri Coliform hingga dibawah baku mutu.
 5. Tidak ada perbedaan rata-rata penurunan jumlah koloni *Salmonella sp* setelah perlakuan dengan berbagai variasi dosis kalsium hipoklorit ($p > 0,05$)
 6. Tidak ada perbedaan rata-rata penurunan jumlah Coliform setelah perlakuan dengan berbagai variasi dosis kalsium hipoklorit ($p > 0,05$)
- DAFTAR PUSTAKA**
1. Manendar R. Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Dengan Metode Fotokatalitik TiO 2 : Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kualitas BOD 5 , COD dan pH Effluen. 2010.
 2. Olaolu TD, Akpor OB, Akor CO. Pollution Indicators and Pathogenic Microorganisms In Wastewater Treatment: Implication On Receiving Water Bodies. 2014;2(6):205-212. doi:10.11648/j.ijepp.20140206.
 3. Aswar A. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: PT Mutiara Sumber Widya; 1990.
 4. Said NI. *Teknologi Pengolahan Air Minum "Teori Dan Pengalaman Praktis."* Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Pengembangan Sumberdaya Alam. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi; 2008. <http://www.kelair.bppt.go.id/>.
 5. Rosyidi MB, Shovitri M, Nurhatika S. Pengaruh Breakpoint Chlorination (BPC) Terhadap Jumlah Bakteri Koliform dari Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo. 2010.
 6. Suparjo MN, Studi P, Sumberdaya M, Perikanan J, Diponegoro U, Babon S. Kondisi Pencemaran Perairan Sungai Babon Semarang. *J Saintek Perikan*. 2009;4(2):38-45.
 7. Pemerintah Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.*; 2001:421-487.
 8. Badan Standardisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia 7388:009 Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dalam Pangan.*; 2009.
 9. Muwarni S. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Veteriner*. Malang: UB Press; 2016.
 10. Volk WA, Wheeler MF. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: Penerbit Erlangga; 1993.
 11. Tyagi VK, Kazmi AA, Chopra AK. Removal of Fecal Indicators and Pathogens in a Waste Stabilization Pond System Treating Municipal Wastewater in India Removal of Fecal Indicators and Pathogens in a Waste Stabilization Pond System Treating Municipal Wastewater in India. *Water Environ Res*. 2008;80(December). doi:10.2175/106143008X296433.
 12. Bitton G. *Wastewater*

- Microbiology*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc; 2005.
13. Clifton. *Introduction To The Bacteria*. 2nd ed. Tokyo: Kogakusha Company, LTD; 1950.
14. Metcalf, Eddy, AECOM. *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery Volume 2*. Fifth Edit. New York: McGraw-Hill Education; 2014.
15. Said NI. *Kesehatan Masyarakat Dan Teknologi Peningkatan Kualitas Air*. Jakarta: Kelompok Teknologi Pengolahan Air Bersih dan Limbah Cair; 199AD.
16. Purnomo H, Adjiona. *Ilmu Pangan*. Jakarta: UI Press; 1987.
17. Bishankha S, Bhatta DR, Joshi DR, Joshi TP. Assessment of microbial Quality of Chlorinated Drnking Tap Water and Susceptibility of Gram Negative Bacterial Isolates Towards Chlorine. *J Sci Eng Technol*. 2013;9(1):222-229.
18. Pelzcar M, Chan E. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press); 2008.

