

POTENSI ALAT *INJECTION* KLOORINASI DALAM MENURUNKAN MPN COLIFORM PADA LIMBAH CAIR DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT GRIYA HUSADA MADIUN TAHUN 2024

Aliyatul Mukharomah¹, Beny Suyanto², Hurip Jayadi³, Hery Koesmantoro⁴

Kementerian Kesehatan RI
Politeknik Kesehatan Kemenkes
Surabaya
Jurusan Kesehatan Lingkungan
Program Studi Sanitasi Program Diploma III Kampus
Magetan
Email : aliyatulmukharomah@gmail.com

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit haruslah memiliki pengolahan limbah yang lengkap yang dimulai pre-treatment hingga desinfektan. Pentingnya pengolahan atau perawatan akhir pada tangki outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah adalah harus dilakukan proses desinfeksi agar bakteri hidup musnah pada proses tersebut. Parameter yang belum terpenuhi yaitu sisa chlor di bak outlet masih 0 mg/l yang seharusnya menurut Busyairi, 2016 haruslah memiliki kadar sisa chlor untuk membunuh bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas alat *injection* klorinasi dalam menurunkan MPN Coliform yang ada pada air limbah. Dengan cara mengukur konsentrasi kaporit dan kadar sisa chlor

Jenis penelitian yang digunakan adalah pra-eksperimen dengan bentuk *One Group Pretest-Posttest*. Dianalisa secara deskriptif untuk mengetahui efektivitas alat klorinasi. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah dengan cara *grab sampling* menggunakan 3 replikasi sebelum dan sesudah diklorinasi dalam waktu 5 hari sehingga total sampel berjumlah 30 sampel.

Dari hasil penelitian diperoleh efektivitas penurunan tertinggi kadar sisa chlor terdapat pada hari ke-1 yaitu sebesar 85% yang awalnya 150,3 mg/l menjadi 22 mg/l. Diikuti oleh efektivitas penurunan parameter MPN Coliform tertinggi pada hari ke-1 yaitu sebesar 64% yang awalnya 250 MPN/100ml menjadi 81 MPN/100ml.

Kesimpulan yang dapat diketahui dengan debit konstan larutan kaporit 100 ml/menit mampu menghasilkan variasi konsentrasi kaporit antara 45 mg/l-167 mg/l dengan kemampuan daya sergap chlor berkisar 35 mg/l-142 mg/l sehingga mampu menurunkan MPN Coliform sebesar 54% dan masih menghasilkan sisa chlor 6 mg/l-25 mg/l.

Kata Kunci : Air Limbah, Injection Klorinasi, MPN Coliform, Chlo

**POTENTIAL OF CHLORINATION INJECTION EQUIPMENT IN
REDUCING COLIFORM MPN IN LIQUID WASTE AT THE
WASTEWATER TREATMENT INSTALLATION OF GRIYA
HUSADA MADIUN HOSPITAL IN 2024**

*Aliyatul Mukharomah¹, Beny Suyanto², Hurip Jayadi³, Hery
Koesmantoro⁴*

Indonesian Ministry of Health
Surabaya Ministry of Health Polytechnic
Sanitation Study Program
Magetan Campus III Sanitation Study Program
Email : aliyatulmukharomah@gmail.com

ABSTRACT

Hospital wastewater treatment plants must have complete waste treatment starting from pre-treatment to disinfection. The importance of final processing or maintenance in the outlet tank of a Waste Water Treatment Plant is that a disinfection process must be carried out so that living bacteria are destroyed in the process. The parameter that has not been met is that the residual chlorine in the outlet tank is still 0 mg/l which according to Busyairi, 2016 should have residual chlorine levels to kill bacteria. This research aims to determine the effectiveness of chlorination injection equipment in reducing MPN Coliforms in wastewater. By measuring the chlorine concentration and residual chlorine levels

The type of research used was pre-experiment in the form of One Group Pretest-Posttest. Analyzed descriptively to determine the effectiveness of the chlorination tool. The sampling method used was grab sampling using 3 replications before and after chlorination within 5 days so that the total sample was 30 samples.

From the research results, it was found that the highest effectiveness of reducing residual chlorine levels was on day 1, namely 85%, from initially 150.3 mg/l to 22 mg/l. Followed by the effectiveness of reducing the highest MPN Coliform parameters on day 1, namely 64%, from initially 250 MPN/100ml to 81 MPN/100ml.

The conclusion that can be seen is that a constant discharge of chlorine solution of 100 ml/minute can produce variations in chlorine concentration between 45 mg/l-167 mg/l with a chlorine absorption capacity of around 35 mg/l-142 mg/l so that it can reduce MPN Coliform by 54 % and still produces residual chlorine of 6 mg/l-25 mg/l.

Keywords : Waste Water, Chlorination Injection, MPN Coliform, Chlorine

PENDAHULUAN

Rumah sakit adalah wadah untuk mendapatkan perawatan medis dan non medis. Rumah sakit memiliki dampak positif terhadap lingkungan dan masyarakat, tetapi mereka juga menghasilkan limbah. Limbah adalah bahan dan sisa buangan dari proses produksi, baik industri maupun rumah tangga (domestik) yang kemunculannya pada titik tertentu membahayakan lingkungan dikarenakan dapat mencemari lingkungan itu sendiri. (Purwanto, 2019)

Limbah cair merupakan zat pencemar yang berbentuk cair. Air limbah merupakan campuran dari padatan tersuspensi atau terlarut dan air, yang berasal dari limbah perumahan, komersial, dan industri, atau air limbah yang dilepaskan ke lingkungan (Dewi, 2020). Contoh limbah cair adalah limbah yang dihasilkan pada aktivitas rumah sakit.

Limbah cair lebih riskan pada lingkungan, menurut Said, karena dapat mencemari air tanah dan merusak tanah. Kontaminasi air sungai juga harus diperhatikan karena dapat menyebabkan penyakit menular karena bakteri yang ada di dalamnya. Karena pentingnya kesehatan lingkungan di rumah sakit, pengelolaan limbah harus dijalankan dengan pasti dan sesuai pada standar limbah cair rumah sakit. (Purwanto, 2019)

Di Indonesia, kasus mengenai limbah cair ini masih marak dibicarakan. Hal tersebut disebabkan oleh air olahan limbah cair rumah sakit akan dialirkan ke badan air. Sedangkan di berbagai wilayah badan air seperti sungai, danau, dan lain sebagainya masih digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Oleh sebab itu pengolahan limbah cair rumah sakit haruslah benar-benar diolah dan disinfeksi dengan baik dan benar agar memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan pada masing-masing daerah.

Sejak didirikannya Rumah Sakit Griya Husada belum pernah dilakukan pemeriksaan bakteri coliform pada air limbah. Serta sejak tahun 2021 proses klorinasi di IPAL Rumah Sakit Griya Husada tidak berjalan dikarenakan alat klorinatornya rusak. Oleh sebab itu peneliti tertarik mengambil lokasi di Rumah Sakit Griya Husada Madiun.

Pada saat dilakukan pengukuran parameter sampel air limbah IPAL pada tanggal 22 April 2024 didapatkan hasil parameter sisa chlor sebesar 0 mg/l. Hal itu tidak diperbolehkan karena sisa chlor digunakan untuk membunuh bakteri yang masih ada di dalam air limbah dan yang akan di buang ke badan air terdekat. Sesuai dengan pernyataan Busyairi, 2016; air limbah haruslah mempunyai sisa chlor agar dapat memusnahkan bakteri yang masih hidup atau tertinggal setelah proses di IPAL.

Berdasarkan uji pendahuluan di Rumah Sakit Griya Husada parameter mikrobiologi yaitu MPN Coliform memperoleh hasil 220 MPN/100 ml. Hal itu menandakan bahwa MPN Coliform di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Griya Husada Madiun memenuhi baku mutu sesuai Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Limbah Domestik dengan baku mutu MPN Coliform sebesar 3.000 MPN/100ml. Data tersebut saat diambil sampel kondisi jumlah pasien 42 TT atau kurang dari setengah kapasitas tempat tidur rumah sakit. Kapasitas IPAL direncanakan 105 TT dan hal ini memungkinkan kondisi MPN Coli memenuhi syarat. Jika kapasitas TT melebihi 105 TT akan berpotensi meningkatkan MPN Coli dan diwajibkan menggunakan desinfeksi untuk meningkatkan kualitas IPAL

Berdasarkan permasalahan tersebut maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “Potensi Alat *Injection* Klorinasi Dalam Menurunkan MPN Coliform Pada Limbah Cair Di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Griya Husada Madiun”

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian pra-eksperimen dengan bentuk *One Group Pretest-Posttest*. Dianalisa secara deskriptif untuk mengetahui efektivitas alat klorinasi. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah dengan cara *grab sampling* artinya sampel diambil sekaligus pada bak outlet IPAL. Diberi perlakuan injeksi kaporit 100 ml/menit dan ditunggu selama 30-40 menit. Menggunakan 3 replikasi sebelum dan sesudah diklorinasi dalam waktu 5 hari sehingga total sampel berjumlah 30 sampel.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Suhu dan pH

Hari Ke-	Suhu (°C)		pH	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	26	27	6	6
2	26	26,5	6	6
3	27	27	6	7
4	27	27	6	7
5	27	27	6	6
Rata-rata	26,6	26,9	6	6,4

Sumber : Data hasil pemeriksaan kimia di RS Griya Husada Madiun Tahun 2024

Berdasarkan tabel 1 hasil pemeriksaan kadar suhu dan pH pada limbah cair sebelum diinjeksi kaporit 100 ml/mmenit diperoleh suhu dengan rata-rata 26,6 dan pH 6. Setelah dilakukan perlakuan mengalami kenaikan dengan rata-rata suhu 26,9 dan ph 6,4.

Tabel 2. Debit Air Limbah

Hari Ke-	Jumlah TT/karyawan/pasien rawat jalan	Debit Air Limbah (m ³ /hari)
1	391 org	14,8
2	371 org	14,3
3	382 org	10,8
4	437 org	13,7
5	312 org	13,3
	Rata-rata	13,46

Sumber : Data sekunder dari RS Griya Husada Bulan Mei Tahun 2024

Berdasarkan tabel 2 diperoleh debit rata-rata air limbah yang masuk ke IPAL sebesar 13,46 m³/hari.

Tabel 3. Data Sisa Chlor

Hari Ke-	Kadar Sisa Chlor (mg/l)			Persentase Penurunan Kadar Sisa Chlor (%)
	Konsent rasi Kaporit	DSC (mg/l)	Sisa Chlor	
1	149	129	20	87
	167	142	25	85
	135	114	21	84
2	133	110	23	83
	128	108	20	84
	139	114	25	82
3	46	37	9	80
	55	44	11	80
	52	42	10	81
4	45	39	6	87
	54	39	15	72
	47	38	9	81

5	42	35	7	83
	53	43	10	81
	46	40	6	87
Rata - Rata	86	71,6	14,5	83

Sumber : Data hasil pemeriksaan kimia di RS Griya Husada Madiun Tahun 2024

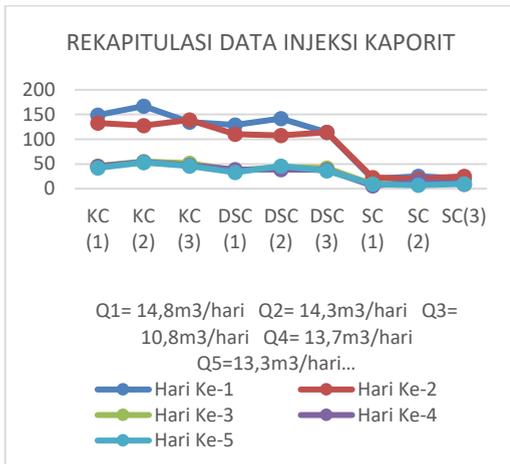
Berdasarkan tabel 3 injeksi larutan kaporit menghasilkan variasi konsentrasi dengan rata-rata 86 mg/l dengan rata-rata DSC 71,6 mg/l dan menghasilkan rata-rata sisa chlor sebesar 14,5 mg/l. hal tersebut menunjukkan efektivitas penurunan kadar kaporit sebesar 83%.

Tabel 4. Data MPN Coliform

Hari Ke-	MPN Coliform (MPN/100ml)		Persentase Penurunan Kadar MPN Coli (%)
	Sebelum	Sesudah	
1	350	70	80
	180	94	48
	220	79	64
2	180	63	65
	220	94	57
	140	79	44
3	170	94	45
	130	70	46
	180	79	56
4	240	180	25
	350	170	51
	220	140	36
5	280	94	66
	130	79	39
	140	70	50
Rata-Rata	209	97	54

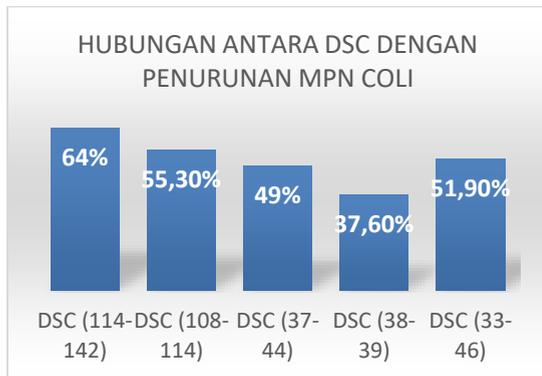
Sumber : Data hasil pemeriksaan mikrobiologi di Laboratorium Program Studi Sanitasi Program D3 Kampus Magetan tahun 2024

Berdasarkan tabel 4 hasil pemeriksaan MPN Coliform diperoleh rata-rata sebelum perlakuan sebesar 209 MPN/100ml dan setelah perlakuan diperoleh rata-rata 97 MPN/100ml. Sehingga diperoleh efektivitas penurunan MPN Coliform dengan rata-rata 54%.



Gambar 1 Rekapitulasi Injeksi Kaporit

Dari grafik diatas menggambarkan bahwa dari hari ke hari konsentrasi kaporit yang dibubuhkan (KC), daya sergap chlor (DSC), dan sisa chlor (SC) mengalami penurunan.



Gambar 2. Hubungan DSC Dengan MPN Coliform

Dari grafik diatas diketahui bahwa semakin besar range daya sergap chlor maka efektivitas penurunan MPN Coliform juga semakin besar.

PEMBAHASAN

Debit Air Limbah Di Rumah Sakit Griya Husada Madiun

Debit limbah cair dihitung berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Rumah Sakit X Surabaya, yakni jumlah karyawan, pasien rawat inap dan dan pasien rawat jalan. Kebutuhan setiap orang akan air bersih berbeda-beda (Wulandari et al., 2023).

Berdasarkan perhitungan debit air limbah yang telah dilakukan di Rumah Sakit Griya Husada pada bulan Mei tahun 2024 diperoleh rata-rata 13,46 m³/hari. Debit tersebut masih kurang dari setengah kapasitas

IPAL Rumah Sakit Griya Husada yang dibangun untuk menampung limbah cair sebesar 117,5 m³/hari. Debit air limbah ini akan berpengaruh terhadap pengolahan limbah cair di IPAL rumah sakit. Jika debit air limbah masih dalam batas aman, maka proses pengolahan limbah cair di IPAL akan berjalan secara optimal dan hasil limbah cair di outlet juga aman bagi lingkungan.

Debit air limbah rumah sakit bersifat fluktuatif artinya debit air limbah yang masuk ke IPAL tidak tetap dan dapat berubah-ubah sesuai dengan jumlah TT/karyawan dan jumlah air bersih yang digunakan. Maka dari itu peneliti tidak dapat mengendalikan jumlah air limbah yang masuk ke dalam IPAL rumah sakit, sehingga peneliti menggunakan rata-rata debit air limbah yang masuk setiap harinya.

pH Terhadap Efektivitas Penurunan Sisa Chlor

Pada hari ke 1-5 diperoleh rata-rata pH sebelum di klorinasi sebesar 6 dan pH sesudah klorinasi sebesar 6-7. Hal tersebut derajat keasaman (pH) di bak outlet Rumah Sakit Griya Husada masih dalam keadaan asam menuju netral. Dengan rata-rata pH tersebut telah membantu menurunkan sisa chlor mulai dari 80% hingga 85%. Pada hari ke 3 dan 4 pH air limbah setelah diklorinasi sebesar 7 dan efektivitas penurunan sisa chlor di hari ke 3 dan 4 mengalami sedikit penurunan dibanding hari-hari sebelumnya yaitu pada hari ke-3 sebesar 80,3% dan hari ke-4 sebesar 80%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pH maka akan diikuti kurangnya kinerja kaporit dalam mendesinfektan.

Semakin tinggi pH air, proses klorinasi menjadi tidak efektif (Istikomah et al., 2018). Penambahan klorin menyebabkan perubahan pH menjadi lebih basa. Klorin efektif dalam memurnikan air yang memiliki pH netral. pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan korosi, sementara pH yang terlalu tinggi dapat bersifat kaustik (Mulyati et al., 2022).

Suhu Terhadap Efektivitas Sisa Chlor

Berdasarkan pemeriksaan suhu yang telah dilakukan langsung di bak outlet Rumah Sakit Griya Husada menggunakan alat thermometer. Pada hari ke 1-5 diperoleh rata-rata suhu sebelum di klorinasi sebesar 26,6 °C dan suhu sesudah klorinasi sebesar 26,9. Dengan rata-rata

suhu tersebut telah membantu menurunkan sisa chlor mulai dari 80% hingga 85%. Pada hari ke 1 suhu air limbah sebelum klorinasi sebesar 26 °C dan setelah diklorinasi sebesar 27 °C dan efektivitas penurunan sisa chlor di hari ke 1 merupakan yang tertinggi dengan persentase sebesar 85%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka kinerja kaporit dalam mendesinfektan semakin besar.

Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniati et al., 2020; bahwa semakin tinggi suhu air, maka semakin efektif desinfektan. Dari data pengukuran suhu berada pada range antara 28,8 °C - 34,9 °C. Menurut Widyawati et al., 2020; Semakin tinggi suhu, semakin cepat klorin terurai sehingga sisa klor lebih cepat habis.

Debit Larutan Kaporit Terhadap Konsentrasi Larutan Kaporit

Berdasarkan tabel 3 ditunjukkan bahwa pada hari ke 1-5 debit larutan kaporit 100 ml/menit konstan yang diinjeksi ke air limbah rumah sakit menghasilkan konsentrasi kaporit 42 mg/l-167 mg/l. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan debit larutan kaporit yang konstan ternyata menunjukkan konsentrasi kaporit yang berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat chlor yang mudah menguap, persentase zat aktif chlor (%) dan daya sergap chlor. Sehingga akan selalu ada perubahan konsentrasi kaporit dan peneliti tidak bisa mengendalikan melainkan hanya bisa meminimalisir penguapan.

Klorin memiliki titik didih yang jauh lebih rendah dibandingkan air, sehingga klorin menguap jauh lebih cepat dibandingkan air (Rahmawanti & Dony, 2023). Melalui proses disinfeksi terhadap bakteri patogen, konsentrasi klorin aktif cenderung menurun dari level maksimum di reservoir menuju level minimum di titik terjauh karena dipengaruhi oleh daya sergap chlor (Zahrotul et al., 2018). Pada penelitian Prinajati, 2021, hasil dari konsentrasi dosis optimal dari setiap percobaan menunjukkan variasi yang signifikan yaitu range antara 3,5 mg/l-7 mg/l dan menghasilkan sisa chlor antara 0,76 mg/l-0,79 mg/l.

Konsentrasi Larutan Kaporit Terhadap Daya Sergap Chlor

Daya sergap klor merupakan kemampuan klorin dalam air untuk mengalami proses kimia

yang mengikat bahan organik kemudian membentuk senyawa klorida yang berfungsi sebagai desinfektan terhadap bakteri patogen (Salsabela, 2021).

Berdasarkan tabel 3 pada hari ke 1-5 menghasilkan konsentrasi kaporit 42 mg/l - 167 mg/l mampu menghasilkan daya sergap chlor sebesar 35 mg/l - 142 mg/l. Hal itu menunjukkan bahwa dengan konsentrasi larutan kaporit yang berbeda menghasilkan daya sergap chlor yang berbeda pula. Semakin tinggi konsentrasi larutan kaporit untuk mendesinfeksi air limbah maka daya sergap chlor juga semakin tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah dan jenis bakteri patogen yang berada di air limbah rumah sakit.

Semakin tinggi konsentrasi penambahan kaporit, semakin tinggi pula sisa klor yang terdeteksi (Lindu et al., 2016). Artinya semakin tinggi konsentrasi larutan kaporit maka semakin tinggi pula kemampuan daya sergap chlor.

Hasil dari konsentrasi dosis yang optimal dari setiap eksperimen menunjukkan variasi yang beragam. Variasi ini disebabkan oleh perbedaan dalam kualitas dan kuantitas air limbah yang memasuki sistem IPAL setiap harinya, sehingga dosis optimum yang tercapai bervariasi (Prinajati, 2021). Artinya variasi konsentrasi kaporit dihasilkan dari injeksi alat klorinator dan kadar kaporit yang terlarut. Dengan bervariasinya konsentrasi kaporit terdapat konsentrasi optimal untuk mendesinfeksi air limbah, hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas air limbah yang masuk ke IPAL.

Hubungan Daya Sergap Chlor Dan Sisa Chlor Terhadap MPN Coliform

Berdasarkan tabel 3 dan 4 dapat diketahui bahwa pada hari ke-1 dengan daya sergap chlor antara 114-142 mg/l maka MPN Coliform yang awalnya dengan rata-rata 250 MPN/100ml menjadi 81 MPN/100ml maka akan terjadi penurunan MPN sebesar 64%. Turunnya MPN Coliform ini diikuti dengan jumlah sisa chlor yang ada di dalam air limbah sebesar 22 mg/l. Begitupun pada hari-hari berikutnya masih terdapat sisa chlor dan masih tetap ada kadar MPN yang terdeteksi dari hasil pemeriksaan laboratorium. Hal tersebut menunjukkan masih terdapat sisa klor tetapi kadar MPN Coliform juga masih tetap ada, hal itu dikarenakan bakteri yang berada di air limbah rumah sakit berasal

dari berbagai tempat yang menghasilkan keberagaman jumlah dan jenis bakteri tertentu sehingga terdapat bakteri pendamping coli yang masih bertahan meskipun terdapat sisa chlor. Begitu pula kegunaan sisa chlor pada air limbah, sisa chlor tersebut digunakan untuk mendesinfeksi bakteri yang dimungkinkan berada pada jalur pendistribusian olahan air limbah ke badan air. Sehingga air olahan limbah rumah sakit aman untuk dibuang ke badan air terdekat.

Jumlah klorin yang tersisa dalam sistem bergantung pada seberapa banyak klorin yang diinjeksikan awalnya dan seberapa jauh jaraknya dari tangki. Sisa klorin ini berfungsi untuk membasmi bakteri ketika air didistribusikan kepada konsumen. (Widyawati et al., 2020). Berdasarkan pernyataan tersebut sisa chlor dipengaruhi oleh konsentrasi larutan kaporit yang diberi di awal dan jarak proses desinfektannya.

Efektivitas Alat Injeksi Klorinasi Dengan Debit 100ml/menit

Efektivitas alat injeksi klorinasi dengan debit konstan 100 ml/menit di bak outlet Rumah Sakit Griya Husada ini ditandai dengan persentase penurunan parameter MPN Coliform. Efektivitas penurunan MPN Coliform sebesar 54% yang awalnya 209 MPN/100ml turun menjadi 97 MPN/100ml. Dengan injeksi chlor yang mengandung konsentrasi kaporit sebesar 86 mg/l dan masih terdapat sisa chlor sebesar 14,5 mg/l. Sisa chlor yang masih terdapat di bak outlet tersebut berguna untuk membunuh bakteri yang tersisa di dalam air limbah yang akan dialirkan ke badan air.

Dari hasil penambahan klorin, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi jumlah klorin yang ditambahkan, semakin rendah kandungan bakteri Coliform Total dan *Escherichia coli* (Supriyadi. et al., 2016). Artinya dengan semakin tinggi konsentrasi larutan kaporit maka persentase penurunan MPN Coliform juga akan meningkat.

KESIMPULAN

1. Debit air limbah di xRS Griya Husada diperoleh rata-rata sebesar 13,46 m³/hari
2. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa dengan debit konstan 100 ml/menit menghasilkan konsentrasi kaporit antara 45 mg/l - 167 mg/l dengan

kemampuan daya sergap chlor berkisar 35 mg/l - 142 mg/l dan masih menghasilkan sisa chlor 6 mg/l - 25 mg/l.

3. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui kadar MPN Coliform sebelum sebesar 209 MPN/100ml dan sesudah diinjeksi kaporit dengan debit konstan 100 ml/ menit turun menjadi 97 MPN/100ml
4. Efektivitas alat injeksi kaporit dengan debit konstan 100 ml/menit mampu menurunkan MPN coliform sebesar 54%.

SARAN

1. Perlu diteliti lebih lanjut hubungan persentase kaporit, daya sergap chlor, dan tingkat penguapan terhadap hasil variasi konsentrasi kaporit
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi debit larutan kaporit untuk menghasilkan penurunan MPN Coliform yang lebih efektif

DAFTAR PUSTAKA

- Busyairi, M., Dewi, Y. P., & Widodo, D. I. (2016). Efektivitas Kaporit Pada Proses Klorinasi Terhadap Penurunan Bakteri Coliform Dari Limbah Cair Rumah Sakit X Samarinda (The Effectiveness of Calcium Hypochlorite to Chlorination Process in Decreasing the Amount of Coliform Bacteria in the Wastewater of X). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(2), 156. <https://doi.org/10.22146/jml.18786>
- Dewi, E. S. (2020). *Pengolahan limbah cair tahu menjadi pupuk organik cair di lombok tengah ntb*. 4(November), 374–377.
- Istikomah, M. N., Budiyo, & Darundiati, Y. D. (2018). Efektivitas Variasi Dosis Kalsium Hipoklorit (Ca(Ocl) 2) Dalam Menurunkan Koloni Salmonella Sp dan Bakteri Coliform Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan Pengaron Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), 133–142. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Kurniati, E., Huy, V. T., Anugroho, F., Sulianto, A. A., Amalia, N., & Nadhifa, A. R. (2020). Analisis pengaruh pH dan suhu

- pada desinfeksi air menggunakan microbubble dan karbondioksida bertekanan. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 10(2), 247–256.
- Lindu, M., Sumartono, A., & Jayarti Ariani, S. (2016). Evaluasi Penggunaan Kaporit Untuk Penghilangan Warna Air Sumur Dalam. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 5(3), 87. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i3.678>
- Mulyati, S. A., Azizah, M., Srikandi, S., Maidaswar, M., & Atikah, N. (2022). The Effectiveness of Chlorine Tablets to Reducing Coliform in Wastewater Treatment Plant. *JURNAL SAINS NATURAL*, 12(1). <https://doi.org/10.31938/jsn.v12i1.340>
- Pemerintah, P. (2021). *Peraturan Pemerintah Rrepublik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Prinajati, P. D. (2021). Proses Klorinasi Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Dalam Penentuan Dosis Optimum Natrium Hipoklorit (NaClO) Dari Nilai Klorin Bebas. *Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Sahid*, 1–31.
- Purwanto, S. (2019). *Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pada Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Selasih Kabupaten Pahlawan*.
- Rahmawanti, N., & Dony, N. (2023). Adsorpsi Klor Dalam Penjernihan Air Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Teraktivasi H₃PO₄. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 6(3), 208. <https://doi.org/10.31602/dl.v6i3.12667>
- Salsabela, A. R. (2021). *Pengamatan Kadar Sisa Klor, pH Air serta Keluhan Iritasi Mata Pengguna Kolam Renang X di Kabupaten Sragen pada Tahun 2021*. 12(2), 17–20.
- Supriyadi., Sumantri, I., & Hartati., I. (2016). Pengaruh Dosis Klorin Pada Pertumbuhan Bakteri Coliform Total Dan Escherichia Coli Pada Sungai Kreo, Sungai Garang Dan Sungai Tugu Suharto. *Momentum*, 12(1), 30–35.
- Widyawati, A., Joko, T., & Setiani, O. (2020). Identifikasi Keberadaan Coliform dan E. coli pada Air Bersih di Pelabuhan Tanung Emas Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat ...*, 8(4), 517–523. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/27574>
- Wulandari, R. U., Putro, R. K. H., & Aulidia, S. (2023). Evaluasi Kapasitas Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit (Studi Pada Rumah Sakit X Kota Surabaya). *Nusantara Hasana Journal*, 2 No.8(1), 205–211. <http://nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/view/279>
- Zahrotul, N., Nurjazuli, & Trijoko. (2018). Hubungan Jarak Tempuh Dengan Kadar Sisa Cjlor Bebas Dan MPN Coliform Di PDAM Reservoir Medini Kudus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6, 289–296.