

PENGARUH PENAMBAHAN NATRIUM HIPOKLORIT (NaOCl) TERHADAP MIKROBA PADA AIR LIMBAH DENGAN METODE MEMBRANE FILTER

Pevi Riani^{*}, Hijratul Hidayana

Politeknik ATI Padang, Jl. Bungo Pasang Tabing, Padang, 25171, Indonesia

**email : rianipevi@gmail.com*

Abstrak

*Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan natrium hipoklorit (NaOCl) terhadap jumlah koloni bakteri *E. coli* dan Total Coliform pada air limbah industri dengan menggunakan membrane filter. Pada tahap pengujian, air limbah yang telah dipreparasi ditambahkan dengan NaOCl dengan variasi konsentrasi 0;0.5;1;1.5;2;3;4;5 ppm. Pompa vakum dan membran filter ditempatkan di laminar air flow dan dilakukan proses filtrasi. Kertas membran hasil filtrasi ditempatkan ke dalam cawan petri yang berisi media agar CCA kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada temperatur 35oC dengan posisi cawan petri terbalik. Koloni berwarna pink kemerahan menunjukkan koloni bakteri Coliform, sedangkan koloni berwarna biru tua atau violet adalah koloni bakteri *Escherichia coli*. Hasil pengujian didapatkan jumlah bakteri *E. coli* pada konsentrasi NaOCl 0 ppm sampai 5 ppm yaitu 0 cfu/100 mL dan pada Total Coliform didapatkan pada konsentrasi NaOCl 0;0,5;1;1,5;2;3;4 dan 5 ppm adalah TBUD (Tidak Bisa Untuk Dihitung), 96;74;53;31;19;3 dan 0 cfu/100 mL.*

Kata Kunci : *Escherichia coli, Coliform, Limbah, Membrane Filter*

THE EFFECT OF ADDING SODIUM HYPOCHLORIDE (NaOCl) ON MICROBES IN WASTEWATER USING THE MEMBRANE FILTER METHOD

Abstract

*This research was conducted to determine the effect of adding sodium hypochlorite (NaOCl) on the number of *E. coli* and Total Coliform bacterial colonies in industrial wastewater using membrane filters. The prepared wastewater is added with NaOCl with concentration variations 0;0.5;1;1.5;2;3;4;5 ppm. The vacuum pump and filter membrane are placed in laminar air flow and the filtration process is carried out. The filtered membrane paper was placed into a petri dish containing CCA agar media and incubated for 24-48 hours at a temperature of 35oC with the petri dish upside down. Reddish pink colonies indicate colonies of Coliform bacteria, while dark blue or violet colonies are colonies of *Escherichia coli* bacteria. The results showed that the number of *E. coli* bacteria at NaOCl concentrations of 0 ppm to 5 ppm was 0 cfu/100 mL and Total Coliform was obtained at NaOCl concentrations of 0;0,5;1;1,5;2;3;4 dan 5 ppm is cannot be Calculated, 96;74;53;31;19;3 and 0 cfu/100 mL.*

Keywords: *Escherichia coli, Coliform, Membrane Filter, Wastewater*

PENDAHULUAN

Limbah industri merupakan sisa atau buangan hasil kegiatan produksi suatu industri. Salah satu limbah industri makanan dan minuman adalah limbah cair. Pembuangan limbah cair yang dilakukan tanpa proses pengolahan dapat menimbulkan dampak berupa pencemaran pada air dan merusak ekosistem perairan serta dapat membahayakan kesehatan masyarakat. Hal ini dapat terjadi dikarenakan air limbah mengandung komposisi senyawa organik, suspensi yang terbentuk dari mineral-mineral bahkan mengandung mikroorganisme patogen yang berpotensi sebagai bahan pencemar pada air.

Limbah dapat terbuang di tanah, di perairan atau di udara. Besar tidaknya dampak limbah yang terbuang terhadap lingkungan tergantung dari sifat dan jumlah limbah serta daya dukung atau kepekaan lingkungan yang menerimanya (Murtadho dan Said, 1988)

Pada industri makanan dan minuman, proses produksinya dapat menghasilkan hasil samping berupa limbah padat dan juga limbah cair. Limbah cair berasal dari hasil pencucian peralatan proses produksi seperti tanki pemasakan produk, saluran yang dilewati produk, dan pembersihan bak *cooling* dan dan sisa produk dari proses *filling*. Proses *filling* merupakan proses pengisian produk kedalam kemasan atau *cup* kosong menjadi suatu produk jadi.

Limbah industri yang tidak dikelola dengan baik dapat meningkatkan jumlah mikroba patogenik dan mikroba yang tahan terhadap antibiotik didalam air sungai.

Hal ini dapat meningkatkan resiko kesehatan bagi manusia yang menggunakan air sungai sebagai sumber air minum (S. Bhatti, 2017)

Bak *Outlet* limbah dilakukan pengujian untuk parameter biologi sesuai dengan Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi. Pengujian wajib untuk parameter biologi meliputi *Total Coliform* dan *E. coli* dengan satuan *colony forming unit* (cfu) dalam 100 mL sampel. Pengujian *Total Coliform* dan *E. coli* penting dilakukan karena keduanya adalah indikator mikrobiologis yang umum digunakan untuk menilai kualitas air (Permenkes RI, 2017).

Adanya bakteri *E. coli* dan *Coliform* pada air dapat mengidentifikasi potensi kontaminasi bakteri patogen dalam air. Bakteri patogen berdampak munculnya penyakit pencernaan seperti diare, muntah, dan sakit perut.

Bakteri kelompok *Coliform* meliputi bakteri berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora, dan dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi gas dan asam pada suhu 37°C dalam waktu kurang dari 48 jam. Adapun bakteri *E. coli* selain memiliki karakteristik seperti bakteri *Coliform* pada umumnya juga dapat menghasilkan senyawa indol di dalam air pepton yang mengandung asam amino triptofan, serta tidak dapat menggunakan natrium sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon (Fardiaz, 1993)

Bakteri *Coliform* merupakan suatu kelompok bakteri yang digunakan

sebagai salah satu indikator kualitas air adanya cemaran mikroba, biasanya bias melalui kotoran yang kondisinya tidak baik terhadap kualitas air, makanan, maupun minuman (Waluya, 2012)

Untuk membunuh bakteri *E. coli* dan *Coliform* yang terdapat pada air limbah dapat dilakukan dengan cara penambahan desinfektan. Natrium hipoklorit (NaOCl) merupakan desinfektan yang efektif dalam membunuh *Coliform* dan *E. coli* karena memiliki sifat oksidatif yang kuat. Natrium hipoklorit yang terlarut dalam air kemudian melepaskan ion hipoklorit (ClO^-) yang dapat merusak struktur sel mikroorganisme termasuk *E. coli* dan *Coliform*.

Hal ini menyebabkan kerusakan pada membran sel dan komponen vital lainnya, yang akhirnya mengakibatkan kematian mikroorganisme. Namun, penggunaan natrium hipoklorit pada pengolahan air harus dilakukan dengan hati-hati karena konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan iritasi kulit, mata, dan saluran pernapasan. Untuk itu perlu diketahui dosis tepat NaOCl yang ditambahkan ke dalam air limbah.

NaOCl memiliki kelebihan yaitu memiliki aktivitas antimikroba dengan spektrum yang luas, kemampuan melawan mikroorganisme anaerob dan fakultatif, dapat melarutkan jaringan pulpa nekrotik dan menonaktifkan endotoksin. Kekurangan NaOCl adalah memiliki efek sitotoksik bila terkena jaringan periapikal, bau, dan rasa tidak enak, kecenderungan menyebabkan korosif serta dapat menyebabkan reaksi alergi (Walton dkk., 2008)

Untuk melihat dosis yang tepat dalam penambahan natrium hipoklorit

(NaOCl) ke dalam air limbah untuk membunuh bakteri *E. coli* dan *Coliform* maka diidentifikasi menggunakan metoda membran filter. Membran filter merupakan teknik terbaik untuk analisis air, karena memungkinkan pengujian sampel air dalam volume besar dalam waktu yang lebih singkat. Prinsip dasar dari metode ini adalah menjebak mikroba seperti bakteri, jamur, dan kapang pada membran selulosa. Dengan menggunakan teknik tersebut, maka jumlah *Coliform* dan bakteri *E. coli* dalam air dapat diidentifikasi.

Pengujian dengan menggunakan membran filter merupakan salah satu metode uji untuk kualitas air yang telah disetujui oleh APHA, EPA, dan OAC (Yu, 2019). Menurut US EPA (Badan Perlindungan Lingkungan), filtrasi membran adalah teknik terbaik untuk analisis air, karena memungkinkan pengujian sampel air dalam volume besar dalam waktu yang lebih singkat. Menurut Gautam dan Adhikari tahun 2018, prinsip dari metode ini adalah melakukan penyaringan dengan tujuan menjebak mikroba (bakteri, jamur, kapang, dan lain-lain) di dalam membran selulosa. Membran selulosa yang digunakan untuk penyaringan sampel memiliki ukuran $0,45\mu\text{m}$ (Ma et al., 2020). Metode membran filter memiliki keunggulan yaitu dapat menganalisa sampel dalam waktu yang singkat dengan volume yang besar (Rohmawati, 2019).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Pompa vakum, *membrane filter*, cawan petri, *autoclave*, inkubator 35°C ,

cellulose nitrate filter 0,45 μm dan 47 mm, pinset, bunsen, labu ukur, pipet takar, *bulp*, gelas piala 100 mL, *magnetic stirrer*, *magnetic stirrer bar* dan *fire gun*. sampel air limbah industri makanan dan minuman, natrium hipoklorit (NaOCl), akuades steril, *Chromocult Coliform Agar* (CCA), dan alkohol 70%.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan pendekatan kuantitatif yang difokuskan pada penentuan jumlah koloni bakteri *E. coli* dan Total *Coliform* pada air limbah industri makanan dan minuman.

Sterilisasi Peralatan

Peralatan yang digunakan seperti *membrane filter*, corong filter, pipet takar, labu ukur, cawan petri, botol scott 1 liter dan pinset disterilkan menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 15-30 psi (0,1034 – 0,2068 MPa).

Pembuatan Natrium Hipoklorit (NaOCl) 100 ppm

Dipipet larutan natrium hipoklorit (NaOCl) 12.000 ppm sebanyak 8,3 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur, tambahkan akuades sampai tanda tera kemudian homogenkan sehingga didapatkan konsentrasi 1000 ppm.

Dipipet NaOCl 1000 ppm sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur dan tambahkan akuades sehingga didapat konsentrasi 100 ppm.

Tahap Pengambilan Sampel

Air limbah diambil di bak *outlet* diambil sebanyak 1000 mL menggunakan alat pengambil sampel yang steril. Area pengambilan sampel

disterilkan dengan cara disemprotkan dengan alkohol. Sampel air limbah yang sudah diambil dimasukkan ke dalam botol steril kemudian botol ditutup dan disterilkan mulut botol dengan cara dibakar menggunakan *fire gun*.

Preparasi Sampel

Dimasukkan 100 mL air limbah ke dalam 8 gelas piala. Masing-masing natrium hipoklorit 100 ppm dimasukkan ke dalam gelas piala dengan variasi volume 0 ; 0.5 ; 1 ; 1.5 ; 2 ; 3 ; 4 dan 5 mL menggunakan pipet takar sehingga diperoleh pada masing-masing gelas piala konsentrasi 0 ; 0.5 ; 1 ; 1.5 ; 2 ; 3 ; 4 dan 5 mg/L. Gelas piala ditutup menggunakan aluminium foil dan aduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit.

Pembuatan Media Agar

Chromocult Coliform Agar (CCA) ditimbang sebanyak 6,6250 gram kemudian dimasukkan ke dalam botol scott dan dilarutkan dengan akuades steril 250 mL. *Magnetic stirrer bar* dimasukkan dan ditutup botol menggunakan aluminium foil. Botol yang berisi media agar dipanaskan di atas *magnetic stirrer* dan dibiarkan sampai larutan bening dan tidak keruh kemudian didinginkan. Media agar dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 15-20 mL. Cawan petri ditutup dan didiamkan sampai media agar beku. Penuangan media agar dilakukan di dalam *laminar air flow*.

Analisis Bakteri E. coli dan Coliform

Pompa vakum dan membran filter ditempatkan di dalam *laminar air flow*. Gelas piala yang berisi deret sampel disterilkan dengan alkohol dan

dimasukkan ke dalam laminar air flow. Kertas filter ditempatkan di atas membran filter kemudian dipasang corong filter. Sampel air limbah disaring sebanyak 100 mL melalui kertas filter dengan bantuan pompa vakum. Kertas filter yang sudah digunakan sebagai penyaring sampel kemudian diambil menggunakan pinset steril dan ditempatkan di atas cawan petri yang berisi media agar CCA. Cawan petri diinkubasi selama 24-48 jam pada temperatur 35°C dengan posisi cawan petri terbalik. Koloni berwarna pink kemerahan menunjukkan 95 koloni bakteri *Coliform*, sedangkan koloni berwarna biru tua atau violet adalah koloni bakteri *Escherichia coli*. Hasil perhitungan koloni dinyatakan dengan satuan cfu/mL.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian air limbah industri makanan dan minuman dilakukan penentuan jumlah koloni bakteri *E. Coli* dan total *Coliform* dengan penambahan natrium hipoklorit menggunakan metoda *membrane filter* dapat dilihat pada tabel 1. Air limbah diambil di bagian *outlet* dan disterilkan, dilakukan preparasi sampel dan dilakukan pengujian dengan menggunakan *membrane filter*. Kertas filter diambil menggunakan pinset steril dan ditempatkan di atas cawan petri yang berisi media agar CCA. Lakukan inkubasi 24-48 jam pada temperatur 35°C dengan posisi cawan petri terbalik. Koloni berwarna pink kemerahan menunjukkan 95 koloni bakteri *Coliform*, sedangkan koloni berwarna biru tua atau violet adalah koloni bakteri *Escherichia coli*.

Dari hasil pengujian didapatkan *E. coli* pada konsentrasi NaOCl 0 ppm sampai 5 ppm yaitu 0 cfu/100 mL. Hasil yang didapatkan telah memenuhi standar walaupun tanpa penambahan NaOCl (0 ppm). Dengan tidak ditemukannya bakteri *E. coli* pada air limbah industri maka hal ini menunjukkan tidak terkontaminasi bakteri fekal. Hal ini dikarenakan pada saat proses produksi mengalami proses yang ketat untuk menghilangkan kontaminasi dan mikroba yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain itu pada saat proses produksi melalui proses pasteurisasi atau sterilisasi untuk membunuh mikroorganisme yang kemungkinan masih ada di dalam produk. Standar dan protokol yang ketat juga menjadi salah satu alasan tidak terdapatnya bakteri fekal *E. Coli* karena setiap karyawan yang akan memasuki area produksi harus mencuci tangan dan menjaga kebersihan serta menjaga sanitasi lingkungan.

Untuk pengujian Total *Coliform* didapat pada konsentrasi NaOCl 0 ; 0.5 ; 1 ; 1.5 ; 2 ; 3 ; 4 dan 5 ppm adalah TBUD (Tidak Bisa Untuk Dihitung), 96 ; 74 ; 53 ; 31 ; 19 ; 3 ; dan 0 cfu/100 mL. Pada pengujian air limbah tanpa penambahan klorin (0 ppm) dapat diidentifikasi bahwa air limbah tersebut mengandung *Total Coliform* yang banyak dan memiliki pertumbuhan yang rapat sehingga sulit untuk dihitung (TBUD). Pada saat penambahan NaOCl dengan konsentrasi 0,5 ppm terjadi penurunan *Total Coliform* namun masih belum memenuhi standar. Penambahan NaOCl pada konsentrasi 2 ppm sudah memenuhi standar yang ditetapkan. Pada konsentrasi NaOCl 5 ppm

menunjukkan bahwa *Total Coliform* sudah tidak teridentifikasi yang menandakan bahwa konsentrasi 5 ppm efektif untuk membunuh bakteri *Coliform*.

Natrium hipoklorit dapat digunakan sebagai desinfektan karena ketika ditambahkan ke dalam air akan terjadi reaksi kimia dan menghasilkan asam hipoklorit (HOCl). Asam hipoklorit merupakan zat aktif yang memiliki sifat oksidasi kuat dan memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri, virus, dan organisme patogen lainnya yang terdapat dalam air. Reaksi yang terjadi antara natrium hipoklorit dengan air adalah sebagai berikut :



Maka dapat dilihat bahwa konsentrasi natrium hipoklorit yang efektif dalam membunuh bakteri *Coliform* dan *E. coli* adalah pada konsentrasi 5 ppm. Namun menurut standar yang ditetapkan, pada konsentrasi 2 ppm sudah efektif dalam membunuh bakteri *Coliform* dan *E. coli* yang sesuai dengan batas keberterimaan Permenkes (Peraturan menteri kesehatan) Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media air parameter biologi.

Tabel 1. Hasil Penambahan Natrium Hipoklorit (NaClO) pada Air Limbah terhadap Mikroba

No	Konsentrasi NaOCl	Parameter Pengujian		Keterangan
		<i>E. coli</i> (cfu/100 mL)	<i>Total Coliform</i> (cfu/100 mL)	
1	0 ppm	0	TBUD	Tidak memenuhi
2	0,5 ppm	0	96	Tidak memenuhi
3	1 ppm	0	74	Tidak memenuhi
4	1,5 ppm	0	53	Tidak memenuhi
5	2 ppm	0	31	Memenuhi
6	3 ppm	0	19	Memenuhi
7	4 ppm	0	3	Memenuhi
8	5 ppm	0	0	Memenuhi
Standar		0 cfu/100 mL	Maks 50 cfu/100 mL	

Catatan : standar mengacu kepada PERMENKES No. 32 Tahun 2017

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa banyaknya *Total Coliform* yang didapat pada konsentrasi 0 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 3 ; 4 dan 5 ppm berturut-turut TBUD (tidak bisa untuk dihitung), 96 ; 74 ; 53 ; 31 ; 19 ; 3 dan 0 cfu/100 mL sedangkan untuk bakteri *E. coli* tidak ditemukan. Maka

dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOCl yang ditambahkan maka semakin efektif dalam membunuh bakteri *Coliform*.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G., dan Sumestri S., 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.

- Alcamo, I. E. 1996. *Laboratory Fundamentals of Microbiology. Farmingdale: Addison Wesley Publishing Company.*
- Arya, S.P. 2004. *Pengantar Teknik Lingkungan.* Bandung. Penerbit ITB
- Arya Wardana, Wisnu. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Bhatti, A. A., Usman, M., Kandi, V., & Mustafa, H. (2017). *Microbial pathogenesis of Helicobacter pylori and strategies for combating drug resistance. Microbial pathogenesis, 111, 156-163.*
- Effendi. 2003. *Telaah Kualitas Air: Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.* Yogyakarta : Kanisius
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan.* PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Fuadi, Azhar. 2012. *Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi Pada Jaringan Distribusi Air Bersih.* Universitas Indonesia. Depok
- Irianto, K., 2006. *Mikrobiologi: Menguak Dunia Mikroorganisme.* Bandung: CV. Yrama Widya.
- Jiwintarum, Y., Agrijanti, & Septiana, B. L. (2017). *Most Probable Number (MPN) Coliform Dengan Variasi Volume Media Lactose Broth Single Strength (LBSS) dan Lactose Broth Double Strength (LBDS).* Jurnal Kesehatan Prima, 11(1), 1.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *Peraturan Menteri LHK No.68 th 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.* Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 68, 1–13.
- Murtadho, D. dan G. Said. 1988. *Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Padat.* Penerbit Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Kristanto, D. 2004. *Manajemen Lingkungan.* Jakarta : PT. Grasindo
- Nugrayanti, M. S., Dermawan, D., & Dewi, T. U. (2018). *Pengaruh pemberian dosis trichloroisocyanuric acid (tcca) pada bak desinfeksi terhadap penurunan kandungan escherichia coli di RSUD Dr. R. Koesma Tuban. Conference Proceeding on Waste Treatment Technology, 1(1), 129–134.*
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. *Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi.* Kementerian Kesehatan, hal 11
- Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (2016). *Microbiology* (9th ed.). McGraw-Hill Education.