

Perhitungan Bakteri *Coliform* pada limbah cair *Outlet* dan *Inlet* untuk mengetahui pengaruh pengolahan limbah cair terhadap pencemaran lingkungan

Aulia Andhara Narulitta¹, Mieng Nova Sutopo², Annisa Khumaira^{1*}

¹Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Aisyiyah Yogyakarta

²Laboratorium Biologi Lingkungan BBTCLPP Yogyakarta

*Email: annisakhumaira@unisayogya.ac.id

Abstract

Pencemaran air merupakan masuknya makhluk hidup, zat, komponen lain kedalam air yang menyebabkan menurunnya kualitas air sehingga tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Salah satu pencemar air yaitu limbah cair yang dapat berasal dari rumah sakit, industri, maupun mall. Limbah tersebut mengandung bahan yang berbahaya bagi kesehatan salah satunya mikroorganisme patogen seperti bakteri *Coliform*. Bakteri *Coliform* merupakan kelompok bakteri yang dapat mengindikasikan adanya pencemaran dalam air, makanan, maupun minuman. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah bakteri *Coliform* dalam limbah cair *outlet* maupun *inlet* untuk mengetahui pengaruh pengolahan limbah terhadap pencemaran lingkungan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *Most Probable Number* (MPN). Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa semua sampel mengalami penurunan jumlah bakteri *Coliform* dari limbah cair *outlet* ke *inlet*, namun hanya limbah cair rumah sakit yang memenuhi standar baku mutu berdasarkan Perda DIY No. 7 tahun 2016. Sedangkan kedua sampel limbah cair dan mall belum memenuhi standar baku mutu, sehingga diperlukan evaluasi dan perbaikan IPAL pada kedua tempat tersebut.

Kata Kunci: *Coliform*; Limbah Cair, *Most Probable Number* (MPN)

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia hal tersebut dikarenakan manusia sangat bergantung pada air baik untuk minum maupun dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh manusia terdiri dari air dan tidak seorang pun dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air. Selain itu, air juga dipergunakan untuk memasak, mencuci, mandi, dan keperluan sehari-hari lainnya. Sangat penting bagi kita untuk menjaga sumber air dari pencemaran (Gufran, 2019).

Pencemaran air itu sendiri merupakan masuknya makhluk hidup, zat, *energy* dan komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Gufran, 2019).

Limbah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomi. Berdasarkan wujudnya limbah diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat contohnya seperti kertas, kayu, sterofom, plastik, logam, kaca, dan lain-lain. Kemudian yang kedua yaitu limbah cair. Limbah cair merupakan sisa dari hasil suatu kegiatan manusia yang berwujud cair. Limbah cair memiliki beberapa sifat yaitu sifat fisika dan agregat, logam, anorganik nonmetalik, organik agregat, dan mikroorganisme (Sunarsih, 2018).

Limbah cair tersebut dapat dihasilkan dari kegiatan industri, rumah tangga, perkantoran, rumah sakit, mall maupun tempat umum lainnya yang biasanya mengandung bahan atau zat yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan mengganggu kelestarian lingkungan hidup (Winarti, 2020).

Adapun salah satu bahan pencemar pada limbah cair yaitu adanya mikroorganisme atau bakteri salah satunya yaitu bakteri *Coliform*. Bakteri *Coliform* merupakan sekelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya pencemaran limbah pada air, makanan, susu, dan lain-lain.

Bakteri *Coliform* ini dicirikan sebagai bakteri aerobik fakultatif berbentuk batang, digolongkan sebagai bakteri gram negatif, dan tidak membentuk spora. Bakteri *Coliform* ini terbagi menjadi 2 golongan yaitu fekal dan non fekal. *Coliform* fekal seperti *Escherichia coli*, sedangkan golongan non fekal seperti *Enterobacter* dan *Klebsiella*. Keberadaan bakteri *Coliform* pada air yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan pencemaran air, dan apabila air tersebut dikonsumsi manusia tanpa

melalui pengolahan yang tepat maka akan menyebabkan penyakit seperti diare, keracunan, pneumonia, dan infeksi saluran kemih (Jiwintarum et al., 2017).

Limbah cair yang berasal dari perusahaan, industri, rumah sakit, dan lainlain sebelum di buang ke lingkungan harus melalui tahap pengolahan limbah terlebih dahulu. Teknologi pengolahan limbah cair merupakan salah satu alat yang digunakan untuk memisahkan, menghilangkan, dan mengurangi unsur pencemar dalam limbah tersebut. Limbah pada konsentrasi yang melewati batas yang ditetapkan akan menimbulkan pencemaran dan dapat mempengaruhi kondisi lingkungan (Utami, 2013).

Oleh karena itu perhitungan bakteri *Coliform* pada limbah cair inlet dan outlet penting untuk dilakukan guna mengetahui apakah pengolahan limbah cair tersebut sudah optimal sehingga limbah tersebut dapat dibuang tanpa dikhawatirkan dapat mencemari lingkungan khususnya air. Perhitungan bakteri *Coliform* pada limbah cair inlet dan outlet dilakukan dengan metode *Most Probable Number* (MPN). Metode MPN ini berdasarkan pada jumlah tabung reaksi yang positif yang dapat ditandai dengan timbulnya kekeruhan atau terbentuknya gas di dalam tabung kecil (tabung durham) (Verawati dkk., 2019). Metode MPN terdiri dari 3 tahapan yaitu uji pendugaan (*Presumptive Tes*), uji penguat (*Confirmed Tes*), dan uji kelengkapan (*Completed tes*) (Natalia dkk., 2014).

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam perhitungan bakteri *Coliform* pada limbah cair *outlet* dan *inlet* menggunakan metode MPN adalah tabung reaksi, durham, *erlenmeyer*, gelas beaker, gelas ukur, spatula, timbangan analitik, *autoclave*, rak tabung, api bunsen, sendok steril, jarum ose, pipet volume, *safety ball*, *magnetic stirrer*, dan inkubator. Sedangkan bahan yang digunakan dalam deteksi bakteri *Coliform* pada limbah cair yaitu sampel limbah cair *outlet* dan *inlet*, media *Lauryl Tryptose Broth* (LTB), *Briliant Green Lactose Broth* (BGLB), Pengencer *Ringer*, dan *aquades*.

2.2. Pembuatan Media *Lauryl Tryptose Broth* (LTB).

Lauryl Tryptose Broth (LTB) merupakan salah satu media yang digunakan dalam metode MPN yaitu digunakan pada uji penduga. Komposisi dari media LTB yaitu *Tryptose* atau *trypticase* 20 g, *Lactose* 5 g, K_2HPO_4 2,75 g, KH_2PO_4 2,75 g, NaCl 5 g, *Sodium lauryl sulfate* 0,1 g dan *aquades* 1 L (Hermawan., 2018). Adapun langkah-langkah dalam pembuatan media LTB adalah sebagai berikut. Langkah pertama yang dilakukan yaitu menyiapkan tabung yang berisi durham dengan posisi terbalik. Kemudian media LTB ditimbang sebanyak 35,6 gram dan ditambahkan 1 L *aquades*. Langkah berikutnya larutan dihomogenkan didalam *beaker glass* yang telah diberi *magnetic stirrer* menggunakan *hot plate* tanpa pemanasan. Kemudian media LTB yang telah dihomogenkan dimasukkan ke dalam tabung yang berisi durham sebanyak 9 ml. Langkah selanjutnya tutup tabung reaksi dengan tutup yang telah disediakan dan tata pada keranjang *autoclave*. Kemudian media LTB disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah disterilisasi diamkan media LTB hingga suhunya tidak terlalu panas. Kemudian media LTB dapat disimpan atau langsung digunakan (SNI, 2006). Media LTB dapat dilihat pada Gambar 1. dibawah ini.



Gambar 1. Media LTB

2.3. Pembuatan Media Brilliant Green Lactose Broth (BGLB)

Brilliant Green Lactose Broth (BGLB) merupakan media yang digunakan dalam metode MPN yaitu digunakan pada uji penegas. Adapun komposisi dari media BGLB yaitu *Peptone form meat* 10 g, *Ox bile drief* 20 g, *Lactose* 10 g, *Briliant b Green* 0,0133 g, dan *aquades* 1 L (Sunarti, 2015). Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan media BGLB adalah sebagai berikut. Langkah pertama yang harus dilakukan serbuk BGLB ditimbang sebanyak 40 gram dan dilarutkan dalam 1 L *aquades*. Kemudian larutan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirer* dan juga *hot plate*. Setelah homogen larutan media BGLB di masukkan ke dalam tabung yang telah diisi durham dengan posisi terbalik sebanyak 10 ml. Kemudian tutup tabung dengan tutup yang telah disediakan kemudian susun media dalam rak *autoclave* dan disterilkan dengan suhu 121°C selama 15 menit. Setelah steril diamkan media BGLB hingga tidak terlalu panas. Media tersebut dapat langsung digunakan atau dapat disimpan. Media BGLB dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini.



Gambar 2. Media BGLB

2.4. Pembuatan Pelarut Ringer

Pengencer yang digunakan dalam metode ini yaitu pengencer *ringer*. Adapun komposisi pengencer *ringer* yaitu NaCl, KCL, CaCL₂, dan NaHCO₃. Pengencer *ringer* dibuat dari *ringer tablet* yang dilarutkan dengan *aquades*. Adapun langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan pengencer *ringer* yang pertama yaitu menyiapkan alat yang telah disterilkan. Kemudian tentukan pengencer *ringer* yang akan dibuat, satu tablet digunakan untuk 500 ml *aquades*, apabila akan dibuat pengencer *ringer* sebanyak 1L maka digunakan dua tablet.

Langkah berikutnya yaitu masukkan dua tablet ke dalam erlenmeyer dan tambahkan *aquades* sebanyak 1 L lalu homogenkan dengan *magnetik stirer* diatas *hot plate*. Setelah homogen kemudian masukkan larutan *ringer* tersebut kedalam tabung reaksi sebanyak 9 ml dan ditutup untuk selanjutnya disterilisasi menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C selama 15 menit. Kemudian larutan *ringer* didinginkan untuk dapat digunakan atau disimpan terlebih dahulu (Purwadi, 2017).

2.5. Pengambilan Sampel Limbah Cair Outlet dan Inlet

Sampel limbah diambil dari tiga tempat yang berbeda yaitu rumah sakit, industri, dan mall. Sebelum pengambilan sampel perlu dilakukan persiapan alat atau wadah yang digunakan untuk menyimpan sampel tersebut. Wadah yang digunakan yaitu botol yang diberi pemberat yang diikat dengan kawat. Sebelum disterilisasi, semua botol serta tali dan pemberat dibungkus dengan kertas coklat kemudian diikat dengan benang untuk selanjutnya disterilisasi dengan *autoclave* selama 30 menit dalam suhu 121 ° C (Sunarti, 2015).

Sampel limbah cair yang diperoleh berasal dari beberapa instalasi pengolahan air limbah pada mall, rumah sakit, dan juga industri. Sebelum pengambilan sampel tangan dibersihkan dengan alkohol begitu juga dengan tali yang diikatkan pada botol. Kemudian botol ditenggelamkan hingga kedalaman kurang lebih 20 cm dari permukaan air dan dibiarkan hingga botol penuh. Setelah penuh kemudian botol ditarik perlahan-lahan tanpa menyentuh dinding sumur setelah itu air dibuang sebanyak ¼ bagian air didalam botol.

Kemudian mulut botol dipanaskan dengan api bunsen dan ditutup kembali dan diberi label. Sampel limbah cair *inlet* diambil dari sumur penampungan limbah yang belum diolah, sedangkan sampel

limbah cair *outlet* diambil dari sumur penampungan limbah yang telah melalui proses pengolahan. Kemudian sampel tersebut diletakkan dalam *ice box* untuk menjaga kondisi sampel tersebut tetap sama hingga proses pengujian dilakukan. Pada pengambilan sampel digunakan botol sampel berwarna gelap hal tersebut dikarenakan untuk mengurangi paparan cahaya matahari, mencegah pertumbuhan bakteri, dan menjaga kondisi sampel tetap sama hingga dilakukan pengujian.

2.6. Pengenceran Sampel Limbah Cair Outlet dan Inlet

Pengenceran sampel dilakukan berdasarkan tingkatan pencemaran pada sampel tersebut. Sistem pengenceran sampel terbagi menjadi beberapa tingkatan, yang pertama adalah air tercemar ringan diencerkan dengan tingkatan 1, 10-1, dan 10-2. Kemudian air tercemar sedang diencerkan dengan tingkatan 10-1, 10-2, dan 10-3. Air tercemar berat diencerkan dengan tingkatan 10-2, 10-3, 10-4, dan atau lebih tinggi. Sedangkan limbah cair belum diolah diencerkan dengan tingkatan 10-2, 10-3, 10-4, dan atau lebih tinggi.

Pengenceran dilakukan dengan mengambil 1 ml sampel lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml pengencer kemudian dihomogenkan untuk mendapatkan pengenceran 10-1. Kemudian untuk mendapatkan pengenceran 10-2, suspensi awal diambil sebanyak 1 ml lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml pengencer kemudian dihomogenkan. Demikian dengan pengencer 10-3, suspensi diambil sebanyak 1 ml dari pengenceran 10-2, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml pengencer dan dihomogenkan. Langkah yang sama dilakukan untuk tingkat pengenceran berikutnya.

2.7. Pengujian Bakteri Coliform Pada Limbah Cair Outlet dan Inlet

Pengujian bakteri Coliform dilakukan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Yogyakarta dengan metode *Most Probable Number* (MPN). Metode MPN ini terdiri dari dua tahapan yaitu uji penduga dan uji penegasan.

2.8. Pengujian Bakteri Coliform pada Limbah Cair Inlet

Adapun langkah yang harus dilakukan dalam pengujian bakteri *Coliform* pada sampel limbah cair inlet adalah sebagai berikut. Langkah pertama yaitu 15 tabung dan durham yang berisi media LTB 0,5% disiapkan. Kemudian tabung tersebut disusun 3 deret 5 tabung dan diberi label yang berisi nomor, tingkat pengenceran sampel, dan tanggal pengujian. Kemudian sampel yang telah diencerkan secara aseptis sesuai dengan sistem pengenceran diambil 3 tingkat pengenceran tertinggi kemudian diinokulasikan ke dalam deret tabung LTB 0,5% sebanyak 1 ml sesuai dengan tingkat pengencerannya. Kemudian larutan sampel dan media LTB 0,5% dihomogenkan dan pastikan tidak ada udara didalam durham. Kemudian inkubasi sampel pada suhu 35°C selama 2x24 jam. Setelah diinkubasi hasil dari uji penduga diamati kekeruhan serta timbulnya gas dalam durham, hal tersebut menandakan sampel positif dan dilanjutkan ke uji penegasan. Kultur yang positif pada uji penduga ditanam kedalam media BGLB secara aseptis sekitar 1-2 ose. Kemudian diinkubasi pada suhu 35°C selama 2x24 jam. Kemudian kultur yang menghasilkan gas dinyatakan positif dan dicocokkan dengan tabel MPN.

2.9. Pengujian Bakteri Coliform pada Limbah Cair Outlet

Adapun langkah yang harus dilakukan dalam pengujian bakteri *Coliform* pada sampel limbah cair *outlet* adalah sebagai berikut. Langkah pertama yaitu 5 tabung dan durham yang berisi media LTB 1,5% dan 10 tabung yang berisi LTB 0,5% disiapkan. Kemudian tabung disusun 3 deret 5 tabung, dan diberi label yang berisi nomor sampel, volume, dan tanggal pengujian. Kemudian sampel diinokulasikan secara aseptis pada masing-masing 10 ml ke dalam 5 tabung LTB 1,5%. Kemudian 1 ml ke dalam 5 tabung LTB 0,5% dan 1 ml dari pengenceran 10-1 pada LTB 0,5%. Kemudian larutan tersebut dihomogenkan dan pastikan tidak ada udara didalam durham. Kemudian tabung tersebut diinkubasi pada 35°C selama 2x24 jam yang dapat dilihat pada lampiran. Setelah diinkubasi hasil uji penduga diamati timbulnya kekeruhan dan gas pada durham yang menunjukkan hasil positif dan perlu dilanjutkan ke uji penegasan. Kultur yang positif pada uji penduga ditanam kedalam media BGLB secara aseptis sekitar 1-2 ose. Kemudian diinkubasi pada suhu 35°C selama 2x24 jam. Kemudian kultur yang menghasilkan gas dinyatakan positif dan dicocokkan dengan tabel MPN.

2.10. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian bakteri *Coliform* pada limbah cair *outlet* dan *inlet* menggunakan metode MPN. Adapun prinsip metode ini adalah bakteri *Coliform* dapat memfermentasikan laktosa yang ditandai dengan terbentuknya gas pada media *Lactosa Broth* (LB) atau *Lauryl Tryptose Broth* (LTB) dan *Brilliant Green Bile Lactosa Broth* (BGLB). Nilai MPN tersebut dihitung berdasarkan jumlah tabung yang positif (terbentuk gas) dan disesuaikan dengan nilai tabel MPN (Hadijah, 2017). Data yang diperoleh termasuk data kuantitatif. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai MPN adalah sebagai berikut (Natsir, 2014).

$$\text{Nilai MPN} = \text{Data tabel MPN} \times \frac{1}{\text{Pengenceran tabung tengah}}$$

Pembuangan limbah cair tersebut harus memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah guna mengurangi pencemaran lingkungan. Baku mutu air sendiri merupakan batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat dalam air, namun air tetap berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Sedangkan baku mutu limbah cair adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang dari sumber pencemaran ke dalam sumber air, sehingga tidak melampaui baku mutu air.

Berdasarkan Perda DIY No. 7 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah untuk kadar maksimum total *Coliform* pada kegiatan IPAL domestik komunal dan IPAL tinja komunal adalah 10.000 MPN/100 ml. Sedangkan baku mutu air limbah untuk kegiatan rumah sakit yaitu 5.000 MPN/100 ml. Apabila jumlah bakteri *Coliform* melebihi baku mutu yang telah ditetapkan maka dapat diartikan pengolahan limbah cair belum efektif dan perlu dilakukan perbaikan.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pengujian bakteri *Coliform* dilakukan dengan metode MPN guna mengetahui pengaruh pengolahan limbah pada tiga tempat tersebut apakah sudah optimal atau berjalan baik guna mengurangi tingkat pencemaran lingkungan oleh limbah cair. Metode MPN ini efektif untuk menguji jumlah bakteri *Coliform* dalam sedikit sampel, selain itu metode MPN menggunakan alat yang sederhana dan sedikit media. Metode ini juga dapat digunakan untuk beberapa jenis sampel seperti sampel cair maupun sampel padat.

Metode MPN yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi 2 tahap yaitu uji penduga dan uji penegasan. Media yang digunakan dalam kedua uji tersebut mengandung laktosa, hal tersebut dikarenakan bakteri *Coliform* ini dapat mefermentasikan laktosa dan menghasilkan asam dan gas. Oleh karena itu hasil positif pada kedua uji tersebut ditandai dengan munculnya gas yang terperangkap didalam durham setelah inkubasi selama 2 x 24 jam. Hasil pengujian bakteri *Coliform* pada limbah cair *inlet* dan *outlet* pada rumah sakit, industri dan mall ditunjukkan tabel 1, tabel 2, dan tabel 3

Tabel 1. Hasil Tabung Positif Pada Sampel Rumah Sakit

Sampel		Uji MPN	Hasil Tabung Positif															
			Pengenceran															
Jenis sampel			10^{-8}					10^{-9}					10^{-10}					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Rumah sakit	Inlet	LTB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
		BGLB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
	Outlet		Pengenceran															
			10^1					10^0					10^{-1}					
	Outlet		LTB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			BGLB	Tidak dilakukan uji penegas														

Tabel 2. Hasil Tabung Positif Pada Sampel Industri

Sampel		Uji MPN	Hasil Tabung Positif																
			Pengenceran																
Jenis sampel			10^{-3}					10^{-4}					10^{-5}						
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
Industri	Inlet	LTB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
		BGLB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
			Pengenceran																
			10^{-2}					10^{-3}					10^{-4}						
	Outlet	LTB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
		BGLB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

Tabel 3. Hasil Tabung Positif Pada Sampel Mall

Sampel		Uji MPN	Hasil Tabung Positif															
			Pengenceran															
Jenis sampel			10^{-10}					10^{-11}					10^{-12}					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Mall	Inlet	LTB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
		BGLB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
			Pengenceran															
			10^{-3}					10^{-4}					10^{-5}					
	Outlet	LTB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
		BGLB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-

Pada metode MPN uji yang pertama dilakukan yaitu uji penduga, uji ini dilakukan menggunakan media LTB. Media LTB yang digunakan pada uji penduga terdapat dua macam konsentrasi yang berbeda yaitu LTB tebal (konsentrasi 1,5%) digunakan untuk sampel yang tidak diencerkan sebanyak 10 ml. Sedangkan media LTB tipis (konsentrasi 0,5%) digunakan untuk sampel dengan jumlah yang sedikit dan sampel yang telah diencerkan. Kemudian hasil positif pada uji penduga perlu dilanjutkan dengan uji penegasan menggunakan media BGLB.

Uji penegasan dilakukan dengan media BGLB karena media ini merupakan media selektif untuk bakteri *coliform* dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif. Selain itu media BGLB juga mengandung laktosa yang dapat difermentasikan bakteri *Coliform* sehingga menghasilkan gelembung gas (Dewi dan Gusnita., 2019). Kemudian hasil tabung positif dicocokkan dengan tabel MPN dan dihitung guna mengetahui nilai indeks MPN. Adapun hasil yang diperoleh dari pengujian bakteri *Coliform* pada limbah cair dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Most Probable Number* (MPN)

No	Sampel		Metode MPN			Pengenceran	Nilai Indeks MPN
			Uji Penduga (LTB)	Uji Penegasan (BGLB)	Data Tabel MPN		
1	Rumah sakit	Inlet	5-5-0	5-5-0	240	- 8, -9, -10	240. 10^9
		Outlet	0-0-0	-	<1, 8	1, 0, -1	<1, 8. 10^0
2	Industri	Inlet	5-5-0	5-5-0	240	-3, -4, -5	240. 10^4
		Outlet	5-5-4	5-5-2	540	-2, -3, -4	540. 10^3
3	Mall	Inlet	5-5-0	5-5-0	240	-10, -11, -12	240. 10^{11}
		Outlet	5- 5-0	5-5-0	240	-3, -4, -5	240. 10^4

Berdasarkan tabel hasil pengujian MPN di atas, dari ketiga tempat tersebut pada sampel inlet masih menunjukkan hasil MPN yang sangat tinggi. Hal tersebut dapat disebabkan karena pada titik sampling inlet limbah cair belum melalui proses pengolahan untuk mengurangi kandungan bakterinya. Hal tersebut sesuai dengan jurnal yang menyebutkan bahwa titik sampling inlet pada

IPAL merupakan buangan pertama dari berbagai kegiatan yang menghasilkan limbah. Pada titik inlet limbah cair ini belum masuk pengolahan pada sistem IPAL dan baru screening untuk *equalisasi* penampungan dan juga pengendapan jadi belum diberikan *treatment* khusus (Sulistiyawati., 2019).

Kemudian kualitas air limbah cair pada titik sampling inlet menunjukkan hasil tertinggi pada sampel inlet dari sebuah mall. Menurut Wirawan (2019) supermarket merupakan salah satu penghasil air limbah domestik berupa *grey water* ataupun air limbah toilet *black water*. *Grey water* merupakan air limbah non toilet yang berasal dari dapur, air bekas cuci pakaian dan air mandi, sedangkan *black water* adalah air limbah toilet yang mengandung kotoran manusia. Limbah domestik tersebut banyak mengandung zat atau bahan yang dapat mencemari lingkungan salah satunya yaitu bakteri *Coliform*. Nilai MPN yang tinggi pada sampel limbah cair *inlet* mall dapat disebabkan karena banyaknya pengunjung mall setiap harinya dan juga banyaknya limbah dapur dari berbagai restoran serta supermarket dalam mall tersebut.

Kemudian sampel *inlet* yang memiliki nilai MPN tertinggi kedua yaitu sampel limbah cair *inlet* dari rumah sakit. Rumah sakit banyak menghasilkan buangan limbah yang bersifat *infeksius* maupun *non infeksius* baik berupa padatan ataupun cairan. Tingginya nilai MPN pada sampel rumah sakit tersebut dapat disebabkan karena rumah sakit merupakan tempat pengobatan pasien yang menderita berbagai penyakit yang beberapa diantaranya disebabkan oleh bakteri patogen maupun virus. Sehingga wajar apabila dalam limbah rumah sakit banyak mengandung berbagai jenis mikroorganisme salah satunya bakteri *Coliform*. Hal tersebut juga sesuai dengan jurnal yang ditulis oleh Setiyanto et al., (2016) yang menyebutkan bahwa limbah cair medis merupakan semua air limbah yang berasal dari kegiatan pelayanan kesehatan dan mengandung bahan kimia berbahaya, mikroorganisme, serta bahan organik lainnya yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

Diantara ketiga sampel limbah cair inlet tersebut, limbah cair dari industri memiliki nilai MPN yang paling rendah. Namun menurut Basaran (2013) limbah industri menjadi salah satu persoalan serius di era industrialisasi. Kegiatan industri ini sering kali menimbulkan limbah yang rentan menimbulkan pencemaran lingkungan. Rendahnya kandungan bakteri *Coliform* pada limbah industri dapat disebabkan karena dalam pengolahan produknya telah melalui pemanasan sehingga kandungan bakteri *Coliformnya* tidak terlalu banyak. Selain menghasilkan limbah hasil kegiatan produksi, dalam industri tersebut tentunya juga menghasilkan air limbah toilet yang perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Untuk mengurangi tingkat pencemaran pada limbah cair tersebut diperlukan Instalasi Pengolahan Air Limbah Cair (IPAL) yang digunakan untuk mengolah limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan. IPAL tersebut perlu dikelola dengan baik agar dapat beroperasi secara efektif sehingga air limbah yang diolah dapat sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Menurut Atima (2015), baku mutu limbah cair adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang ke dalam sumber air namun tidak melampaui baku mutu air, sehingga tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pada setiap instansi baik rumah sakit, industri, dan mall diwajibkan memiliki IPAL untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan sebelum dibuang ke sungai.

Kemudian berdasarkan hasil MPN yang diperoleh, semua sampel outlet baik dari rumah sakit, industri, dan mall mengalami penurunan jumlah bakteri *Coliform*. Hal tersebut disebabkan karena pada titik sampling outlet limbah cair telah melalui berbagai tahap pengolahan. Hal tersebut juga sesuai dengan jurnal yang menyebutkan bahwa penurunan jumlah bakteri *Coliform* dikarenakan titik sampling outlet merupakan titik akhir dari bak penampungan IPAL, dan limbah cair tersebut telah melalui serangkaian *treatment* untuk menurunkan bakteri *Coliform*. Adapun salah satu perlakuan yang diberikan yaitu pemberian klorin pada pengolahan IPAL sebelum bak terakhir. Penambahan *klorin* tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada sel bakteri, diantaranya dapat merusak kemampuan permeabilitas sel dan merusak asam nukleat serta enzim pada bakteri tersebut (Busyairi et al., 2016).

Dari ketiga sampel outlet yang telah diuji, hanya sampel limbah cair outlet dari rumah sakit yang telah memenuhi standar baku mutu untuk dibuang yaitu $<1, 8 \cdot 10^0$ MPN/100 ml. Adapun baku mutu yang telah ditetapkan untuk limbah cair rumah sakit berdasarkan Perda DIY No. 7 tahun 2016 yaitu sebesar 5.000 MPN/100ml. Hal tersebut menandakan bahwa sistem IPAL rumah sakit tersebut telah bekerja secara efektif. Kemudian pada sampel limbah cair *outlet* dari industri dan mall belum memenuhi standar baku mutu untuk dibuang ke lingkungan. Baku mutu yang telah ditetapkan untuk kegiatan IPAL domestik dan IPAL tinja komunal berdasarkan Perda DIY No. 7 tahun 2016 yaitu

sebesar 10.000 MPN/100 ml. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi serta perbaikan pada sistem IPAL pada industri dan mall tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian bakteri *Coliform* pada limbah cair *inlet* dan *outlet* pada rumah sakit, industri, dan mall diperoleh hasil dari ketiga tempat tersebut semua sampel mengalami penurunan jumlah total *Coliform* dari sampel *inlet* ke *outlet*. Namun hanya limbah cair outlet rumah sakit yang memenuhstandar baku mutu yang telah ditetapkan. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi serta perbaikan dari sistem IPAL pada industri dan juga mall tersebut.

Daftar Pustaka

- Atima, W. (2015). BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 4(1), 83-93.
- Basaran, B. (2013). What makes manufacturing companies more desirous of recycling? *Management of Environmental Quality: An International Journal*. 24 (1): 107122.
- Busyairi, M., Dewi Y.P., dan Widodo D.I. (2016). Efektivitas Kaporit pada Proses Klorinasi terhadap Penurunan Bakteri Coliform dari Limbah Cair Rumah Sakit X Samarinda. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 23(2), 156-162.
- Dewi, A. P., & Gusnita, P. (2019). Analisa Cemar Mikroba Pada Es Batu yang Dijual di Sekitar Universitas Abdurrahman Dengan Metode Most Probable Number (MPN). *Jurnal Farmasi Higea*, 11(2), 154-158.
- Gufan, M., & Mawardi, M. (2019). Dampak pembuangan limbah domestik terhadap pencemaran air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1), 416-425.
- Hermawan, H., & Rusdi, R. (2018). Uji Bakteri Fecal Coliform Pada Cincin Hitam Yang Berada Di Pasar Segiri Samarinda.
- Jiwintarum, Y., Agrijanti, dan 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). 12
- Natalia, L. A., Bintari, S. H., dan Mustikaningtyas, D. (2014). Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora. *Jurnal of Life Science*, 3(1).
- Perda Daerah Istimewa Yogyakarta No.7 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Pratiwi, A.D., Widyorini, N., dan Rahman A. (2019). Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Total Bakteri Coliform di Sungai Plumbon Semarang. *Journal of Maquares*. 8(3), 211-220.
- Purwadi, P. (2017). Penentuan Natrium Dalam Sediaan Ringer Laktat Secara Microwave Plasma Atomic Emission Spectroscopy (MP-AES). *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 2(2).
- Sulistiyawati, I. (2019). Kuantitas total bakteri coliform pada instalasi pengolahan limbah cair medis laboratorium klinik. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 19(3), 675-677.
- Sunarsih, L. E. (2018). *Penanggulangan Limbah*. Deepublish.
- Utami, A. R. (2013). Pengolahan limbah cair laundry dengan menggunakan biosand filter dan activated carbon. *Jurnal TEKNIK-SIPIL*, 13(1).
- Utami, F. (2020). Metode Most Probable Number (MPN) sebagai Dasar Uji Kualitas Air Sungai Rengganis dan Pantai Timur Pangandaran dari Cemaran Coliform dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi*, 20(1), 21-30.
- Verawati, N., Aida, N., dan Afa, R. (2019). Analisa Mikrobiologi Cemaran Bakteri Coliform Dan *Salmonella Sp* pada Tahu di Kecamatan Delta Pawan. *Jurnal Teknologi AgroIndustri*, 6(1). 61-71.
- Winarti, C. (2020). Penurunan Bakteri Total Coliform Pada Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Pengaruh Lama Waktu Penyinaran Dengan Sinar Ultra Violet. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 20(1).
- Wirawan, M. (2019). Kajian Kualitatif Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(2)