

Efektivitas Sistem *Constructed Wetland* Dalam Menurunkan Jumlah Bakteri Patogen Pada Limbah Rumah Sakit

Joshua Christian Arransa Ranti¹, Haryati Bawole Sutanto², Guruh Prihatmo³

Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana,

Jl. dr. Wahidin Sudirohusodo No. 5 – 25 Yogyakarta, Indonesia

Email: joshuachristian7@gmail.com, haryati@staff.ukdw.ac.id, guruh.pri@gmail.com

ABSTRAK

Limbah rumah sakit merupakan limbah yang berasal dari aktivitas-aktivitas yang dilakukan di rumah sakit, seperti limbah domestik, limbah klinis, dan limbah dari laboratorium. Limbah rumah sakit mengandung banyak bakteri coliform yang sangat berbahaya apabila mencemari lingkungan karena dapat menyebabkan penyakit pada manusia yang mengonsumsinya. Pada umumnya rumah sakit telah menerapkan sistem pengolahan limbah dengan menggunakan desinfektan sebagai *tertiary treatment*. Desinfektan sendiri dapat membahayakan lingkungan apabila digunakan secara terus-menerus. Selain itu juga, penggunaan desinfektan memakan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini menggunakan sistem *constructed wetland* sebagai *tertiary treatment* dengan menggunakan tanaman *Echinodorus palaeifolius*. Hasil yang diperoleh dari penelitian dengan menggunakan sistem ini adalah persentase efektivitas penurunan total coliform, BOD, nitrat, dan fosfat. Persentase efektivitas yang diperoleh, yaitu total coliform sebesar 96,17%, BOD sebesar 62,92%, nitrat sebesar 69,98%, dan fosfat sebesar 63,53%.

Kata Kunci: *Constructed Wetland*, *Echinodorus palaeifolius*, Limbah, Rumah Sakit, Total Coliform..

ABSTRACT

The wastewater produced in the hospital originates from activities carried out in the hospital, such as domestic waste, clinical waste, and laboratory waste. It contains many coliform bacteria. The bacteria were dangerous if it pollutes the environment because it can be the human's disease. In general, hospitals have implemented wastewater treatment systems using disinfectants as tertiary treatment. Disinfectant itself can endanger the environment if used continuously. In addition, the use of disinfectants costs a lot. Therefore, this study uses a constructed wetland system as an alternative of the tertiary treatment using Echinodorus palaeifolius. The results obtained from studies using this system are the percentage effectiveness of decreasing total coliform, BOD, nitrate, and phosphate. The removal efficiency of the total coliform, BOD, nitrate, & phosphate was 96,17%, 62,92%, 69,98%, & 63,53% respectively.

Keyword: *Constructed Wetland*, *Echinodorus palaeifolius*, Hospital, Total Coliform, Waste.

Pendahuluan

Di Indonesia, sedang marak terjadinya banjir yang merendam beberapa wilayah. Banjir ini sendiri terjadi karena curah hujan yang cukup tinggi dan meluapnya air sungai akibat debit air yang melebihi batas. Akibat dari banjir ini adalah dapat menyebabkan banyaknya masyarakat yang terkena *water borne disease*. *Water borne disease* merupakan penyakit yang ditularkan melalui air, akibat kontak langsung antara manusia dengan bakteri berbahaya. *Water borne disease* dapat ditularkan karena kondisi dari air yang telah terkontaminasi oleh bakteri-bakteri pembawa penyakit. Salah satu sumber yang dapat menyebabkan perairan menjadi tercemar dan terkontaminasi adalah air limbah rumah sakit yang tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air.

Di beberapa negara, pengolahan terhadap limbah telah menjadi perhatian besar, karena akibat dari pencemaran terhadap air ini menyebabkan meningkatnya jumlah penyakit, seperti kolera dan diare yang dapat menyebabkan kematian. Di Indonesia, pemerintah telah menetapkan sebuah regulasi kepada setiap rumah sakit untuk memiliki sebuah IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) sehingga

kebanyakan rumah sakit telah mengolah limbah mereka sebelum dibuang ke badan air, tetapi permasalahan yang terjadi adalah kebanyakan rumah sakit menggunakan senyawa kimiawi berupa desinfektan sebagai pengolahan lanjutan (*tertiary treatment*) agar limbah yang dibuang ke badan air sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Di sisi lain, penggunaan senyawa kimiawi akan berdampak buruk terhadap lingkungan apabila digunakan secara terus-menerus. Selain itu, pembelian senyawa kimiawi yang akan dipakai membutuhkan biaya yang besar. Untuk itu diperlukan sebuah alternatif sistem pengolahan lanjutan untuk mengganti penggunaan senyawa kimiawi, yaitu sebuah sistem yang murah, dan efisien dalam mengolah berbagai jenis limbah. Salah satu sistem yang cocok untuk digunakan adalah *Constructed Wetland* [7].

Constructed Wetland sendiri adalah salah satu sistem pengolahan limbah yang dapat mengelola berbagai jenis limbah, seperti limbah industri, limbah domestik, limbah dari sisa pertanian, bahkan hingga limbah rumah sakit [8]. Selain itu, sistem ini juga dapat dikatakan sistem yang murah tetapi efisien, karena sistem ini memanfaatkan kemampuan tanaman untuk mengolah limbah-limbah tersebut hingga aman untuk dibuang ke badan air [7].

Banyak sekali jenis-jenis tanaman yang dapat digunakan dalam sistem *Constructed Wetland*. Salah satunya adalah tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*). Tanaman ini merupakan salah satu tanaman hias yang dapat beradaptasi dengan baik di daerah tropis dan selalu membutuhkan air untuk hidupnya. Melati air merupakan tanaman yang perawatannya mudah dan tidak memerlukan perlakuan khusus. Selain itu, melati air memiliki kemampuan untuk menurunkan dan mengurai beban organik yang terdapat di dalam limbah sehingga tanaman ini sering digunakan dalam berbagai sistem pengolahan limbah [2].

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase efisiensi dari sistem pengolahan limbah *constructed wetland* dalam menurunkan kadar total coliform yang terdapat didalam limbah rumah sakit.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana. Sumber limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah salah satu rumah sakit di Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah melalui proses *secondary treatment*. Limbah yang telah diambil di tampung terlebih dahulu pada bak inlet yang kemudian akan dialirkan ke dalam reaktor *constructed wetland* dengan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*), kemudian ditampung di bak outlet lalu diukur. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah total coliform, BOD, nitrat dan fosfat.

Desain Reaktor

Pada penelitian ini desain reaktor yang digunakan adalah sebagai berikut (lihat gambar 1).

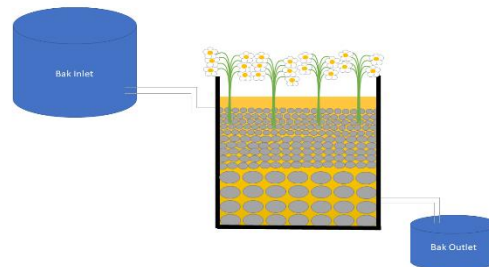
Analisis Data

$$\text{Persentase efektivitas (\%)} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

Keterangan:

C1 = Konsentrasi Awal

C2 = Konsentrasi Akhir



Gambar 1. Reaktor Pengolahan Limbah

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji setiap parameter sebelum dan sesudah diolah ditampilkan pada tabel 1 dengan perbandingan baku mutu yang dikutip dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Halaman 77 [4]. Penelitian ini ingin melihat kemampuan sistem *constructed wetland* dalam menurunkan kadar total coliform yang terdapat di dalam limbah rumah sakit. Tentunya terdapat beberapa parameter yang berkaitan dengan turunnya kadar total coliform, seperti BOD, Nitrat, dan Fosfat. Jika dilihat dari hasil pengukuran parameter BOD yang telah didapatkan maka dapat dilihat bahwa nilai BOD rata-rata pada inlet sebesar 376,24 mg/l dan pada outlet sebesar 139,52 mg/l dengan persentase efektivitas penurunan sebesar 62,92% yang menunjukkan bahwa reaktor cukup efisien dan efektif dalam mengurai beban organik yang terdapat di dalam limbah. Menurut APHA [1], proses yang terjadi di dalam reaktor sehingga menurunkan nilai BOD yang cukup signifikan adalah tanaman melakukan fotosintesis yang akan menghasilkan oksigen yang nantinya akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme pengurai limbah sehingga beban organik dalam limbah akan berkurang dan nilai BOD pun akan mengalami penurunan. Penurunan nilai BOD juga berpengaruh terhadap penurunan nilai total coliform. Penurunan kandungan senyawa organik juga menandakan berkurangnya ketersediaan nutrient bagi bakteri patogen sehingga menyebabkan kematian dan penurunan pada kadar total coliform.

Tabel 1. Hasil Uji Parameter Sebelum dan Sesudah Pengolahan

Parameter	Perlakuan			Baku Mutu
	Inlet	Outlet	Ef (%)	
BOD (mg/l)	376,24	139,52	62,92	50
Fosfat (mg/l)	8,39	3,06	63,53	0,1
Nitrat (mg/l)	14,29	4,92	69,98	2
Total Coliform (MPN/100ml)	134742,5	5167,13	96.17	10.00

Dalam limbah rumah sakit terkandung nitrat yang cukup tinggi. Hal tersebut dapat di lihat pada tabel hasil yang menunjukkan bahwa kandungan nitrat pada inlet sebesar 14,29 mg/l yang menandakan bahwa apabila limbah tersebut tidak diolah dan langsung di buang ke badan air maka akan menyebabkan kerusakan ekosistem pada badan air tersebut. Dalam proses pengolahan, nitrat digunakan sebagai nutrisi bagi mikroorganisme yang akan mendegradasi bahan organik pada limbah. Sehingga apabila pada outlet kandungan nitrat menurun dapat dikatakan bahwa mikroorganisme yang mendegradasi bahan organik mengonsumsi nitrat cukup banyak sehingga kandungan nitrat menurun. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Olutiola *et al* [3], yang mengatakan apabila laju konsumsi nitrat oleh mikroorganisme tinggi, maka penurunan nilai nitrat akan terjadi. Selain itu juga dapat dilihat pada tabel hasil, nilai kandungan nitrat pada bagian outlet mengalami penurunan yang cukup signifikan menjadi sebesar 4,92 mg/l dan dengan itu dapat dikatakan bahwa persentase efisiensi penurunan kandungan nitrat di dalam reaktor sebesar 69,98%. Penurunan nilai nitrat ini juga berbanding lurus dengan turunnya nilai total coliform, karena salah satu proses yang terjadi adalah predasi yang dilakukan oleh mikroorganisme pengurai limbah, yang dimana mikroorganisme ini memanfaatkan nitrat untuk di konsumsi menjadi nutrient bagi mikroorganisme tersebut sehingga penurunan nilai nitrat juga pasti akan diikuti dengan penurunan nilai total coliform karena bakteri-bakteri patogen yang termasuk dalam bakteri coliform telah di eliminasi oleh mikroorganisme predasi. Kandungan fosfat dapat mengalami penurunan apabila laju konsumsi fosfat oleh mikroorganisme tinggi maka penurunan kandungan fosfat akan terjadi. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel hasil, dimana kandungan fosfat pada bagian inlet sebesar 8,39 mg/l dan pada bagian outlet mengalami penurunan yang cukup signifikan hingga mencapai hasil sebesar 3,06 mg/l. Hal ini terjadi akibat mikroorganisme menggunakan fosfat sebagai nutrien untuk mengurai beban organik pada limbah sehingga terjadilah penurunan kadar fosfat yang cukup signifikan dengan persentase efisiensi sebesar 63,53%. Penurunan nilai kandungan fosfat berbanding lurus dengan penurunan nilai total coliform, karena mikroorganisme yang nantinya akan mengeliminasi bakteri-bakteri patogen akan

menggunakan fosfat sebagai nutrient untuk metabolismenya sehingga penurunan nilai total coliform akan berbanding lurus dengan penurunan nilai kandungan fosfat. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Olutiola *et al* [3], yang menyatakan bahwa kandungan fosfat akan turun bersamaan dengan turunnya kandungan total coliform karena adanya penekanan penggunaan fosfat oleh mikroorganisme untuk kegiatan metabolisme yang nantinya akan mengurai bakteri-bakteri patogen di dalam limbah.

Menurut Pratiwi *et al* [5], kehidupan biota perairan lain akan terganggu apabila limbah dengan konsentrasi total coliform yang tinggi langsung dibuang begitu saja ke badan air. Untuk itu diperlukan sistem pengolahan limbah untuk mengolah limbah-limbah yang mengandung banyak bakteri coliform tersebut. Banyak proses pengolahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan total coliform, seperti predasi yang dilakukan oleh mikroorganisme terhadap bakteri coliform, penyinaran dengan sinar matahari, filtrasi, adsorb oleh tanaman dan biofilm. Semakin efektif dan efisien reaktor pengolahan limbah bekerja, maka penurunan nilai total coliform akan semakin signifikan. Nilai total coliform sebesar 134742,5 MPN/100ml pada inlet dan mengalami penurunan menjadi 5167,13 MPN/100ml pada outlet yang menunjukkan adanya efisiensi penurunan sebesar 96,17%. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa terjadi penurunan nilai total coliform yang signifikan dengan persentase efektivitas sebesar 96,17%. Penurunan nilai yang signifikan tersebut terjadi akibat proses-proses pengolahan limbah yang telah disebutkan berjalan dengan efektif dan efisien. Salah satu faktor yang dapat menyebabkan penurunan kadar total coliform adalah karena adanya aktivitas predasi yang dilakukan oleh mikroorganisme terhadap bakteri patogen. Mikroorganisme tersebut akan mengeliminasi bakteri patogen sehingga jumlah total coliform akan menurun. Faktor lainnya yang dapat menyebabkan penurunan jumlah total coliform adalah sinar UV. Sinar UV sendiri didapatkan langsung dari cahaya matahari yang nantinya dapat merusak struktur sel bakteri patogen sehingga menyebabkan kematian bagi bakteri tersebut. Menurut Rito [6], panjang gelombang yang dapat mengeliminasi bakteri patogen adalah 290-400 nm. Sinar UV dengan panjang gelombang tersebut umumnya adalah sinar matahari pada jam 10 pagi hingga jam 2 siang dan selama waktu penelitian, reaktor pengolahan limbah selalu terkena sinar matahari tersebut sehingga dapat dikatakan bahwa salah satu faktor yang menyebabkan penurunan signifikan kadar total coliform adalah sinar UV yang didapatkan dari cahaya matahari.

Simpulan

Sistem pengolahan limbah *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dapat dikatakan efektif dalam mengolah limbah rumah sakit sebagai alternatif *tertiary treatment*. Hal tersebut dibuktikan dari turunnya nilai total coliform dari 134742,5 MPN/100 ml menjadi 5167,13 MPN/100 ml dengan persentase efisiensi sebesar 96,17%. Penurunan yang cukup signifikan tersebut dapat terjadi karena berbagai proses yang terjadi di dalam reaktor pengolahan limbah, seperti filtrasi, sedimentasi, adsorpsi, oksidasi, penyinaran UV, predasi, persaingan nutrisi.

Daftar Pustaka

- [1] APHA. (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- [2] Kasman, M., Riyanti, A., Salmariza, & Ridwan, M. (2018). Reduksi Pencemar Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Dalam Sistem Kombinasi Constructed Wetland dan Filtrasi. *Jurnal Litbang Industri*, Vol. 8(1): 39-46
- [3] Olutiola, PO., Awojobi, KO., Oyedeji, O., Ayansina, ADV., Cole, OO. (2010). Relationship Between Bacterial Density and Chemical Composition of a Tropical Sewage Oxidation Pond. *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 4(9): 595-602/
- [4] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah (Hal. 77)

- [5] 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
- [6] Rito, B. A. (2017). Pemanfaatan Constructed Wetland Sebagai Bagian Dari Rancangan Lansekap Ruang Publik Yang Berwawasan Ekologis.
- [7] Setiyanto, R. D., Darundiati, Y. H., & Joko, T. (2016). Efektivitas Sistem Constructed Wetlands Kombinasi Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Limbah Cair Rumah Sakit Banyumanik Semarang.
- [8] Skrzypiec, K., & Gajewska, M. (2017). The Use of Constructed Wetlands For The Treatment of Industrial Wastewater.