

PERBEDAAN WAKTU TINGGAL BIOFILTER SECARA AEROB DALAM PENURUNAN KADAR COD LIMBAH CAIR FARMASI

Latifa Alisa Dianti^{1*)}, Tatang Rony, Dr.Elanda Fikri, Tati Ruhmawati

Program Studi Diploma IV Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Bandung

Email : alisadnt@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu limbah cair industri farmasi mengandung kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Pada penelitian ini akan menganalisis perbedaan waktu tinggal *biofilter* (*bioball*) secara aerob yaitu waktu tinggal 6 jam, 7 jam, dan 8 jam dalam penurunan kadar COD limbah cair farmasi Jenis penelitian yaitu eksperimen dengan desain penelitian *pre-post with control*. Teknik pengambilan sampel yaitu *grab sampling* dan jumlah pengulangan sebanyak 6 kali. Jumlah sampel yang diuji yaitu 42 sampel dengan volume yaitu 1 liter dan volume sampel untuk pemeriksaan kadar COD sebanyak 10 mL.. Rata-rata kadar COD sebelum perlakuan yaitu 166,17 ppm. Hasil menunjukkan rata-rata penurunan kadar COD pada waktu tinggal 6 jam, 7 jam dan 8 jam berturut-turut adalah 38,33 ppm (23,04%); 49,83 ppm (29,99%); dan 71,17 ppm (42,82%). Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan P value $0,000 < \alpha$ (0,05) artinya terdapat perbedaan waktu tinggal *biofilter* secara aerob terhadap penurunan kadar COD. Waktu tinggal efektif untuk menurunkan kadar COD yaitu 8 jam. Disarankan untuk melakukan penambahan waktu *seeding* mikroorganisme dan meneliti terkait ketebalan biofilm terhadap penurunan kadar COD.

Kata kunci: *Chemical Oxygen Demand (COD), Limbah Cair Farmasi, Biofilter, Bioball, Waktu Tinggal*

ABSTRACT

One of the pharmaceutical industry wastewater contains high levels of Chemical Oxygen Demand (COD), which has the potential to pollute the environment. In this study, we will analyze the differences in the residence time of aerobically biofilter (bioball), which is 6 hours, 7 hours, and 8 hours residence time in decreasing the COD content of pharmaceutical liquid waste. The type of research is pre-post with control research design. The sampling technique is grab sampling and the number of repetitions 6 times. The number of samples tested was 42 samples with a volume of 1 liter and the sample volume for an examination of COD levels was 10 mL. The average COD level before treatment was 166.17 ppm. The results showed an average decrease in COD levels at the time of staying 6 hours, 7 hours and 8 hours respectively were 38.33 ppm (23.04%); 49.83 ppm (29.99%); and 71.17 ppm (42.82%). The One Way Anova test results showed P value $0,000 < \alpha$ (0,05), which means that there is a difference in the residence time of biofilter aerobically to a decrease in COD levels. Effective residence time to reduce COD levels is 8 hours. It is recommended to increase the seeding time of microorganisms and examine the biofilm thickness to reduce COD levels.

Key word: *Chemical Oxygen Demand (COD), Pharmaceutical Wastewater, Biofilter, Bioball, Detention Time*

PENDAHULUAN

Industri farmasi menghasilkan buangan yang sangat beragam tergantung dari produk yang dihasilkan. Pada umumnya, limbah industri farmasi berasal dari proses pembuatan bahan baku obat, proses formulasi, sediaan farmasi, laboratorium pengawasan mutu dan riset, kegiatan domestik dan sanitasi^[1].

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimia dalam air limbah^[2].

Limbah cair farmasi yang dihasilkan bersifat racun serta mengandung senyawa organik dan anorganik terlarut. Oleh karena itu, limbah cair industri farmasi memiliki nilai *chemical oxygen demand* (COD) yang tinggi dan apabila dibiarkan mengalir ke badan air secara terus menerus maka akan mengganggu lingkungan sekitar yaitu timbulnya bau busuk dan kematian terhadap organisme air, serta berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat sekitar industri.

Salah satu industri farmasi yang menghasilkan 2 jenis limbah cair farmasi yaitu limbah cair non steril non betalaktam (NSNB) dan limbah cair betalaktam. Limbah cair yang masuk ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL) jumlahnya sangat fluktuatif tergantung dengan proses produksi. Limbah cair berasal dari proses pencucian alat dan mesin produksi, air buangan dari *wet scrubber* HVAC (sistem tata udara).

Pada tahun 2019 dilakukan pengujian terhadap *effluent* limbah cair industri farmasi, didapatkan rata-rata kadar COD yaitu 166,17 ppm. Baku mutu COD air limbah untuk industri farmasi yaitu 150 ppm^[3], maka kadar COD pada limbah cair tersebut tidak memenuhi syarat.

Salah satu teknik pengolahan limbah cair yang berkembang adalah *biofilter*. *Biofilter* merupakan suatu istilah dari reaktor yang dikembangkan dengan prinsip mikroba tumbuh dan berkembang menempel pada suatu media *filter* dan membentuk biofilm (*attached growth*).

Pengolahan limbah cair kawasan industri dengan menggunakan teknologi *biofilm* (*bioball*) dapat menurunkan kadar COD pada limbah kawasan industri dengan efisiensi penyisihan sebesar 86,9%, debit aliran yang paling optimum yaitu 100 mL/menit dan ketebalan media 50 cm^[4].

Pengaruh waktu tinggal *biofilter* terhadap penurunan COD dalam limbah cair tahu dengan efisiensi penurunan COD yaitu sebesar 96,49 % pada waktu tinggal 5 jam^[5], sehingga pada penelitian kali ini dilakukan pada waktu tinggal 6 jam, 7 jam, dan 8 jam.

Pada penelitian ini digunakan media *bioball* jenis rambutan. Media *bioball* dipilih karena mempunyai keunggulan antara lain mempunyai luas spesifik yang cukup besar yaitu 220-230 m²/m³, pemasangannya mudah karena *random*, ringan, awet, dan mudah dicuci ulang. *Bioball* jenis rambutan dapat meminimalkan terjadinya *clogging* (tersumbat)^[6].

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai "Perbedaan Waktu Tinggal *Biofilter* Secara Aerob dalam Penurunan Kadar COD Limbah Cair Farmasi".

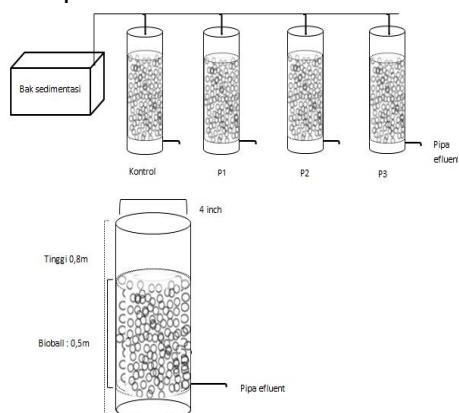
METODE

Rancangan penelitian ini adalah eksperimen dengan desain penelitian *Prepost with control*. Sampel yang digunakan berasal dari bak sedimentasi limbah cair farmasi. Prosedur penelitian menggunakan proses *batch* untuk mengetahui

penurunan kadar COD pada reaktor *biofilter* (*bioball*) secara aerob dengan waktu tinggal 6, 7, dan 8 jam.

Metode analisa yaitu titrimetric (redoksometri). Jumlah sampel yang di uji yaitu 42 sampel sesuai dengan volume reaktor dengan pengulangan sebanyak 6 kali. Pengujian dilakukan selama 6 hari. Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu penumbuhan mikroorganisme (*seeding*) kemudian pengujian sampel. Analisis data menggunakan uji one way anova untuk perlakuan dan uji Wilcoxon untuk kontrol.

Desain rangkain alat penelitian ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Desain Alat

HASIL

Setelah dilakukan analisis data didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Perbedaan Penurunan Kadar COD Limbah Cair Farmasi Sebelum dan Setelah Perlakuan

Pengulangan	Pre	P1	P2	P3
1	176	133	123	100
2	156	123	109	89
3	166	128	116	97
4	159	122	112	91
5	173	135	121	98
6	167	126	117	95
Maks	176	135	123	100
Min	156	122	109	89
Rata-Rata	166,17	127,83	116	95

Tabel 2. Perbedaan Penurunan Kadar COD Limbah Cair Farmasi Sebelum dan Setelah Perlakuan Pada Kontrol

Pengulangan	Pre	K1	K2	K3
1	176	169	157	122
2	156	133	129,79	129
3	166	129	115	110
4	159	131	129,14	127,89
5	173	169,69	159	157
6	167	167	146	145,59
Maks	176	169,69	159	157
Min	156	129	115	110
Rata-Rata	166,17	141,6	143,67	129,5

Keterangan :

K = Kontrol

P = Perlakuan

P1 = 6 jam

P2 = 7 jam

P3 = 8 jam

Tabel 3. Persentase Penurunan Kadar COD

Pengulangan ke-	Besar Persentase Penurunan (%)		
	Waktu tinggal 6 jam	Waktu tinggal 7 jam	Waktu tinggal 8 jam
1	24,43	30,11	43,18
2	21,15	30,13	42,95
3	22,89	30,12	41,57
4	23,27	29,56	42,77
5	21,97	30,06	43,35
6	24,55	29,94	43,11
Maksimum	24,55	30,13	43,35
Minimum	21,15	29,56	41,57
Rata -Rata	23,04	29,99	42,82

PEMBAHASAN

1. Proses Seeding

Keberhasilan proses *seeding* ini ditandai dengan permukaan media yang berubah menjadi agak licin dan berlendir apabila dipegang. Pada penelitian ini, proses *seeding* mikroorganisme dilakukan selama 14 hari dan ketebalan biofilm yang dihasilkan hanya sedikit, sedangkan waktu aklimatisasi yang terbaik terjadi pada hari pengamatan ke-35 terjadi penurunan kadar COD sebesar 62,40%. Hal ini tergantung pada substrat, konsentrasi, media, operasi,

kondisi lingkungan, serta dipengaruhi oleh perlakuan pH dan pre-klorinasi[.

2. Faktor yang Mempengaruhi Proses Biofilter Secara Aerob

a. Suhu

Pada penelitian ini terdapat peningkatan suhu setelah melewati media *biofilter*, namun suhu masih berada dalam rentang normal, meskipun dilakukan pengulangan setiap hari namun suhu tetap stabil berada pada rentang 24,6 – 28,3°C. Temperatur optimum bakteri dalam proses aerob yaitu berkisar antara 5°C - 55°C^[7], maka suhu yang didapat dari hasil pengukuran merupakan suhu optimum untuk pertumbuhan bakteri aerob.

b. pH

pH mengalami penurunan setelah dilewatkan pada media *biofilter*, adanya perubahan pH dalam limbah cair disebabkan karena proses biologis yaitu fotosintesis dan respirasi. pH mengalami penurunan karena terjadi proses respirasi dimana mikroorganisme mengubah karbohidrat menjadi energi untuk menjalankan proses lainnya. Respirasi merupakan kebalikan dari proses fotosintesis. Proses ini terjadi sepanjang waktu dan cenderung mengurangi pH karena CO₂ yang dihasilkan dengan reaksi sebagai berikut :

$$6C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energi.}$$

c. DO

Kadar *dissolve oxygen* (DO) pada tiap perlakuan dan pengulangan berbeda, serta terdapat kadar DO yang tidak berada di rentang 2 – 4 mg/L. Oksigen terlarut dalam reaktor melekat diam terendam harus dijaga 2-4 mg/L untuk kelangsungan hidup bakteri aerob.

Jika kandungan oksigen terlarut dibawah 2 mg/L maka proses berubah menjadi anaerob^[8], karena hembusan udara dari *compressor* yang tidak stabil dan sistem aerasi yang dibuat pada alat penelitian yaitu paralel sehingga besarnya hembusan udara pada tiap perlakuan berbeda.

3. Penurunan Kadar COD Limbah Cair Farmasi

Berdasarkan gambar 3, rata-rata persentase penurunan pada waktu tinggal 6 jam yaitu 23,04%, waktu tinggal 7 jam yaitu 29,99%, waktu tinggal 8 jam yaitu 42,82%. Artinya semakin lama waktu tinggal maka semakin baik penurunan kadar CODnya.

Penurunan kadar COD dengan waktu tinggal yang berbeda terjadi karena adanya proses *biofiltrasi* dengan bantuan proses fisik (suplai oksigen) ke dalam air limbah yang bertujuan untuk konsumsi bakteri agar dengan aktif dapat memakan kandungan organik dalam limbah. Bakteri pengurai mengkonsumsi bahan-bahan organik sehingga berurai menjadi bahan-bahan sederhana seperti CO₂, CO dan H₂O pada akhirnya CO₂ terbang ke udara dan H₂O menyatu dengan air^[8]. Aerasi membuat kebutuhan oksigen bakteri terpenuhi.

Berdasarkan uji statistik non parametrik dengan uji *wilcoxon*, didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan berbagai waktu tinggal *biofilter* secara aerob dalam penurunan kadar COD limbah cair farmasi pada kontrol tetapi tidak sebesar pada reaktor *biofilter*, sehingga penurunan COD tidak hanya terjadi karena proses *biofiltrasi* tetapi ada faktor lain yaitu proses fisik berupa aerasi.

Aerasi (suplai udara) dapat berperan dalam oksidasi langsung bahan-bahan organik yang non *biodegradable* sehingga dapat menurunkan kandungan COD dalam limbah cair, selain itu radikal bebas yang terjadi pada oksigen hiperbarik adalah anion superoksida (O_2) yang dalam air akan bereaksi membentuk hidrogen peroksida (H_2O_2). H_2O_2 disamping sebagai oksidator kuat yang dapat dapat menurunkan kandungan COD, juga mempunyai sifat desinfektan sehingga mampu membunuh bakteri patogen^[9].

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan waktu tinggal biofilter secara aerob dalam menurunkan kadar COD limbah cair farmasi. Saran yang diberikan yaitu melakukan penambahan waktu *seeding* serta melakukan penelitian terkait ketebalan biofilm dalam penurunan kadar COD.

DAFTAR PUSTAKA

1. Prasetyo, Johan Eko. Perbandingan Penggunaan Arang Aktif Kulit Kacang Tanah-Reaktor Biosand Filter Dan Mnzeolit-Reaktor Biosand Filter Untuk Menurunkan Kadar COD dan BOD dalam Air Limbah Industri Farmasi. 2013
<http://lib.unnes.ac.id/18726/> diakses Januari, 10, 2019
2. Suharto. Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air. Yogyakarta : Andi Offset. 2011.
3. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah
4. Saumi, Aisyah Rahmatus. Penurunan COD Dan Fenol Limbah Kawasan Industri Dengan Ketebalan Media Trickling Filter bervariasi. Jurnal ENVIROTEK Vol. 8 No. 2. 2017.
<http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/envirotek/article/download/960/pdf>, diakses Januari, 12, 2019.
5. Suganda, Rizky. Penurunan Konsentrasi Amonia, Nitrat, Nitrit Dan COD Dalam Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan Biofilm. Semarang : UNDIP. 2010.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/7147>, diakses Januari, 24, 2019.
6. Mega, Filliazati. Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura dan Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura; Pontianak. 1-2. 2013.
<https://docplayer.info/42751705-Pengolahan-limbah-cair-domestik-dengan-biofilter-aerob-menggunakan-media-bioball-dan-tanaman-kiambang.html>, diakses Februari, 1, 2019
7. Solihin, Muhammad. Proses Biofilter Tercelup Modul Pengelolaan Limbah Cair. Malang : Universitas Brawijaya. 2012.
<http://water.lecture.ub.ac>, diakses Februar, 1, 2019.
8. Ginting, Pedana. Sistem Pengelolaan Lingkungan Dan Limbah Industri. Jakarta : Ms.Cv Yrama Widya. Hal 17-18. 2009.
9. Park KM, Muhvich KH, Myers RA, and Marzeilla L. Effects of Hyperbaric Oxygen in Infectious Diseases: Basic Mechanisms. 1994