

## Pemanfaatan Botol Plastik Bekas sebagai Biofilter Aerobik dalam Penurunan Konsentrasi COD, BOD pada Air Limbah Laboratorium Kesehatan

Ajeng Purnaningtias<sup>1</sup>, Ahmad Erlan Afiuddin<sup>2</sup>, Tanti Utami Dewi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [tiasajengpurna@gmail.com](mailto:tiasajengpurna@gmail.com)

### Abstrak

Botol plastik bekas merupakan salah satu limbah yang jumlahnya selalu meningkat setiap tahunnya, oleh karena itu dibutuhkan suatu alternatif pemanfaatan, yakni sebagai media biofilter. Biofilter merupakan suatu teknologi pengolahan biologis yang memanfaatkan mikroorganisme dalam mengolah air limbah. Dalam suatu biofilter dibutuhkan media sebagai tempat melekatnya bakteri. Bahan yang dapat digunakan sebagai media biofilter memiliki kriteria tertentu seperti inersitas tinggi, fraksi volume rongga tinggi, luas permukaan yang besar, bersifat hidrofilik, dan sebagainya. Beberapa sifat-sifat ini dapat ditemukan dalam botol plastik bekas. Penelitian dilakukan untuk mengamati kinerja dan efisiensi removal dari modifikasi botol plastik bekas. Penelitian akan dilakukan dengan menggunakan 9 buah reaktor terbuka yang terbuat dari plastik tanpa penutup dimana setiap reaktor dilengkapi dengan aerator dan diisi dengan media yang berbeda dan air limbah sebanyak 4 liter dengan variasi waktu detensi (td) 3 jam, 6 jam dan 9 jam. Penelitian akan dilakukan dengan mengamati efisiensi removal *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) pada setiap media lekat. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan karakteristik air limbah laboratorium kesehatan yakni COD 614,23 mg/l, BOD 197,05 mg/l, Fosfat 9,1 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi removal tertinggi terjadi pada waktu detensi 3 jam yakni penurunan COD sebesar 86,89 % dan BOD sebesar 75,18 %.

**Kata Kunci:** *Biofilter, Biofilm, Botol Plastik, Media Biofilter, Pengolahan Biologis*

### 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan pernyataan Tuti Hendrwati Minarsih, dirjen Pengelolaan Sampah Limbah dan Bahan Beracun dalam (Republika, 2017) jumlah sampah plastik yang dihasilkan perhari pada tahun 2015 adalah sebesar 64 juta ton dan meningkat sebanyak 1 juta ton menjadi 65 juta ton pada tahun 2016. Berdasarkan jumlah tersebut, botol plastik mengambil peran yang cukup besar karena menurut sumber data yang diperoleh dari *Beverage Marketing Corporation and International Bottled Water Association* diketahui bahwa Indonesia merupakan negara dengan industri botol minuman yang berkembang pesat sehingga konsumsi air minum pada tahun 2016 mencapai 4.82 Milyar botol minuman plastik pertahun (Sukses Sejahter Energi, 2017).

Demi mengurangi dampak negatif dari sampah botol plastik bekas berbagai jenis teknologi pemanfaatan botol plastik dikembangkan, diantaranya adalah penggunaan botol plastik sebagai media biofilter. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Putra & Karnaningroem, 2016) membuktikan bahwa botol plastik bekas minuman probiotik dapat mereduksi COD 73.24%-80.53%. Keuntungan dari proses biofilter yaitu efisiensi penghilangan COD, BOD, dan padatan tersuspensi yang cukup tinggi, pengelolaannya mudah, biaya operasional rendah, dan menghasilkan lumpur yang relatif sedikit jika dibandingkan dengan proses lumpur aktif (Said, Aplikasi Bio-Ball Untuk Media Biofilter Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jeans, 2005). Menurut (Salas, 2016) Biofiltrasi merupakan kegiatan pengolahan yang didalamnya terjadi aktifitas absorpsi, oksidasi dan filtrasi zat pencemar yang disebabkan oleh aktifitas mikroorganisme tertentu dalam *biofilm*. Biofilm adalah lapisan lendir biologis yang berisi mikroorganisme (aerobik, anaerobik, bakteri fakultatif, jamur, dan protozoa) yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi polutan dalam air limbah. (Chaudhary, Vigneswaran, & H, 2003)

Beberapa kriteria yang dapat dipenuhi dalam menentukan media biofilter menurut (Said, Aplikasi Media Filter Bioball Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jean, 2005) adalah bahan yang dapat digunakan sebagai media biofilter memiliki kriteria tertentu seperti inersitas tinggi, fraksi volume rongga tinggi, luas permukaan yang besar, bersifat hidrofilik, dan sebagainya. Beberapa sifat-sifat ini dapat

ditemukan dalam botol plastik bekas sehingga diharapkan botol plastik bekas mampu dimanfaatkan sebagai media biofilter dan memiliki kemampuan penghilangan COD dan BOD yang tinggi.

## 2. METODOLOGI

### 1.1 Material

Material yang dipersiapkan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yakni air limbah dan media lekat dan diuraikan seperti berikut:

#### A. Air Limbah

Air limbah yang digunakan adalah air limbah yang berasal dari kegiatan domestik laboratorium kesehatan di Surabaya, Jawa Timur.

#### B. Media Biofilter

Media biofilter yang digunakan adalah botol plastik bekas yang telah dimodifikasi dengan cara dipotong pada ukuran 2 x 10 cm dan digulung hingga terbentuk silinder dengan beberapa lapisan seperti pada Gambar 2.1 sebagai berikut;



Gambar 2. 1 Modifikasi Botol Plastik Bekas

### 2.1 Prosedur Percobaan

#### A. Seeding Bakteri

Pada pengolahan biofilter hal pertama yang perlu dilakukan adalah *seeding* bakteri. *Seeding* bakteri adalah kegiatan pembiakan bakteri pengolah limbah pada media yang telah disediakan. Cara *seeding* yang dilakukan dalam penelitian ini yakni air limbah dialirkan kedalam reaktor biofilter aerobik dengan waktu kontak selama 72 jam. Untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang lebih cepat dapat ditambahkan starter bakteri dan penambahan glukosa. Kegiatan ini terus dilakukan hingga terdapat biofilm yang terbentuk pada media dan terjadi pengolahan yang stabil.

#### B. Percobaan Inti

Proses pengolahan dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah pada aerobik yang telah dipersiapkan. Reaktor yang digunakan adalah tabung terbuka tanpa penutup dengan diameter 18 cm dan tinggi 25 cm dan dilengkapi dengan aerator. Rasio media yang digunakan pada penelitian ini adalah 60% dari ketinggian air limbah. Reaktor yang dipersiapkan adalah untuk mengolah air limbah sebanyak 3 buah dimana reaktor tersebut dipergunakan pada waktu detensi yang berbeda yakni 3 jam, 6 jam dan 9 jam. Analisa COD dan BOD dapat dilaksanakan dengan mengambil sampel pada masing-masing reaktor.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Proses Penumbuhan Bakteri (*Seeding*)

*Seeding* adalah proses penumbuhan bakteri di suatu media lekat. Pada saat dilakukan penelitian, masing-masing media belum terdapat biofilm. Proses *seeding* ini dilakukan agar terjadi pembentukan biofilm pada seluruh permukaan media. Dalam penelitian ini *seeding* dilakukan dengan cara mengalirkan reaktor dengan air limbah selama 3 hari sekali dengan dilakukan penambahan Bio-HS dan glukosa sesekali sebagai sumber karbon dengan kondisi reaktor aerobik dengan demikian tidak diperlukan waktu yang lama untuk menumbuhkan bakteri pada media. Bio-HS merupakan cairan yang berisi rekayasa mikroorganisme non patogen yang umumnya digunakan untuk mengurai limbah dalam *septic tank*.

Penelitian selanjutnya akan dilaksanakan jika biofilm pada media telah terbentuk dan mikroorganisme telah dalam kondisi stabil. Pengamatan pertumbuhan mikroorganisme dapat dilaksanakan dengan melihat kemampuan removal COD. Nilai efisiensi yang cenderung meningkat menunjukkan adanya aktifitas mikroorganisme yang telah tumbuh semakin banyak. Biofilter akan siap digunakan ketika nilai efisiensi removal telah berjalan stabil. Hasil analisa penurunan nilai COD beserta efisiensi removalnya dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

**Tabel 3. 1** Hasil *Seeding* Bakteri

Waktu operasi (hari)	COD		
	masuk (mg/l)	keluar (mg/l)	efisiensi penghilangan (%)
1	688,5	485,8	29,44
2	630,5	362,5	42,51
3	614,9	305,8	50,27
4	615,6	292,66	52,46
5	608,5	293,05	51,84

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa pada hari pertama efisiensi removal yang dicapai adalah 29,44% hal ini disebabkan mikroorganisme dalam reaktor belum banyak yang menempel pada media. Setelah operasi berjalan 3 hari reaktor mulai menunjukkan efisiensi removal 50,27% dengan konsentrasi awal 614,9 mg/l, setelah diolah konsentrasinya menjadi 305,8 mg/l dan berjalan stabil hingga hari ke 5. Dengan demikian proses selanjutnya dapat dilaksanakan.

#### b. Hasil Percobaan Variasi Waktu Tinggal

Sebelum penelitian dilaksanakan terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui karakteristik air limbah laboratorium kesehatan. Karakteristik air limbah laboratorium kesehatan dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

**Tabel 3. 2** Karakteristik Air Limbah

No.	Parameter	Konsentrasi	Satuan
1	COD	614,23	mg/l
2	BOD	197,05	mg/l
3	TSS	608,05	mg/l
4	PO <sub>4</sub>	9,105	mg/l
5	E-coli	2,2x10 <sup>2</sup>	CFU/ml

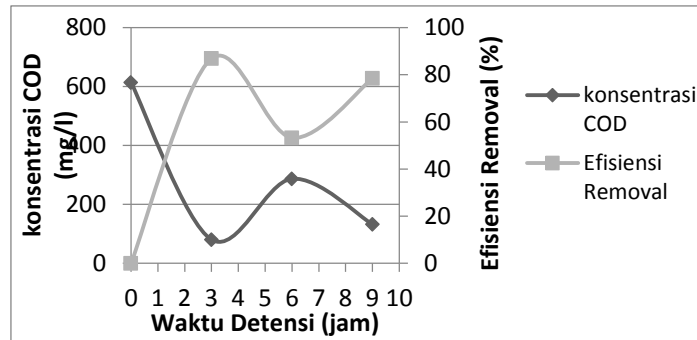
#### Analisa Kadar COD

Pada proses analisa COD terjadi proses penurunan efisiensi removal pada pergantian waktu detensi. Hal ini disebabkan karena biofilm yang melekat pada media mengalami kondisi *detachment* (peluruhan) sehingga biofilm yang meluruh diidentifikasi sebagai limbah. Proses *detachment* berasal dari pelepasan partikel besar karena pecahnya kelebihan jaringan sel pada bagian dalam biofilm (Bakke, 2003). Hasil analisa penurunan kadar COD dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

**Tabel 3. 3** Hasil Analisa COD

No.	Jenis Pengamatan	Pengamatan Jam ke-	Nilai COD (mg/l)	Rata-rata (mg/l)	efisiensi removal (%)
1	Inlet (A0)	0	615,81	614,235	-
			612,66		
2	Botol Plastik (C1)	3	81,5	80,525	86,89
			79,55		
3	Botol Plastik (C2)	6	288,15	286,955	53,28
			285,76		
4	Botol Plastik (C3)	9	133,55	132,195	78,48
			130,84		

Adapun grafik hasil analisa COD terdapat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Grafik Hasil Analisa COD

Dari Tabel dan Gambar diatas menunjukkan bahwa efisiensi pengolahan tertinggi didapatkan dengan waktu detensi 3 jam yang mampu menurunkan konsentrasi COD sebanyak 87 % dari konsentrasi awal 614,2 mg/l menjadi 80,5 mg/l. Sedangkan pada waktu detensi 6 jam didapatkan kemampuan pengolahan biofilter aerobik adalah 53 % dengan konsentrasi awal sebesar 614,2 mg/l dan mampu diturunkan menjadi 287 mg/l. Pada waktu detensi 9 jam didapatkan efisiensi pengolahan sebesar 78 % dengan konsentrasi awal sebesar 614,2 mg/l menjadi 132 mg/l

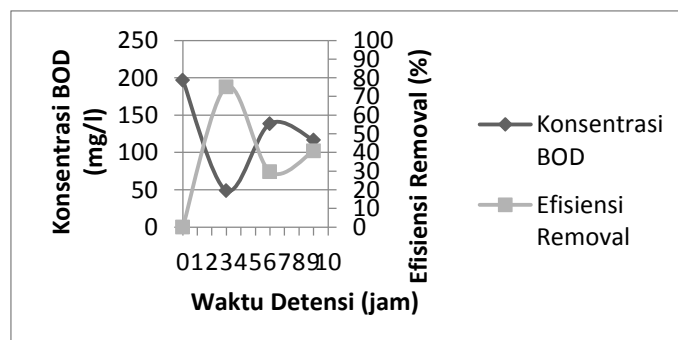
**Analisa Kadar BOD**

Berdasarkan pernyataan dari (Razif & Masduqi) Nilai BOD akan berbanding lurus dengan COD, semakin tinggi nilai COD dalam air limbah maka akan semakin tinggi pula nilai BOD nya, begitupun sebaliknya. Nilai BOD pada penelitian ini mengalami penurunan efisiensi pada waktu detensi jam ke 6. Penurunan efisiensi removal ini disebabkan karena fenomena *detachment* biofilm atau banyaknya jumlah biofilm yang mengalami peluruhan sehingga biofilm yang terlepas tersebut akan diidentifikasi sebagai limbah. Peluruhan biofilm dari berfungsi untuk menyeimbangkan pertumbuhan biofilm yang memungkinkan untuk terciptanya kondisi *steady state*. Selanjutnya hasil analisa kadar pencemar BOD disajikan dalam Tabel 3.4 sebagai berikut;

Tabel 3. 4 Analisa Kadar BOD

No.	Jenis Pengamatan	Pengamatan Jam ke-	Nilai BOD	Rata-rata	efisiensi removal (%)
1	Inlet (A0)	0	198,5	197,05	-
			195,6		
2	Botol Plastik (C1)	3	48,1	48,9	75,18
			49,7		
3	Botol Plastik (C2)	6	138,6	138,6	29,66
			136,95		
4	Botol Plastik (C3)	9	116,51	116,51	40,87
			118,05		

Adapun grafik dalam penelitian ini disajikan dalam Gambar 3.2 sebagai berikut:



### Gambar 3. 2 Grafik Hasil Analisa BOD

Berdasarkan tabel dan gambar tersebut dapat dianalisa efisiensi pengolahan tertinggi didapatkan pada waktu detensi 3 jam yang mampu menurunkan konsentrasi BOD sebanyak 75 % dari konsentrasi awal 197 mg/l menjadi 48,9 mg/l. Sedangkan pada waktu detensi 6 jam didapatkan kemampuan pengolahan biofilter aerobik adalah 29,6 % dengan konsentrasi awal sebesar 197 mg/l dan mampu diturunkan menjadi 138,6 mg/l. Pada waktu detensi 9 jam didapatkan efisiensi pengolahan sebesar 40,8% dengan konsentrasi awal sebesar 197 mg/l menjadi 116,5 mg/l.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pemanfaatan botol plastik bekas sebagai biofilter aerobik dalam penurunan konsentrasi COD, BOD pada air limbah laboratorium kesehatan yang telah dilaksanakan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Botol plastik bekas dapat dimanfaatkan sebagai media biofilter
2. Kemampuan penghilangan konsentrasi COD dan BOD tertinggi berada pada waktu pengolahan 3 jam dengan COD sebesar 87 % dan BOD sebesar 75 %.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Bakke, R. K. (2003). Modeling Pseudomonas Aeruginosa Biofilm Detachment. *HiT Working Paper no. 3/2003*.
- Chaudhary, Vigneswaran, & H, N. (2003). Biofilter in Water Treatment and Wastewater Treatment . *Korean J.Chem. Eng 20(60:1054-1065*.
- Putra, Y. E., & Karnaningroem, N. (2016). Upaya Peningkatan Kualitas Air Sungai dengan Menggunakan Biofilter Bermedia Botol Plastik Bekas Minuman Probiotik.
- Razif, M., & Masduqi, A. (t.thn.). Penelitian Korelasi COD dan BOD Limbah Cair Untuk Monitoring Pencemaran Kali Surabaya.
- Republika. (2017, 03 15). *Setiap Hari Indonesia Produksi 65 Juta Ton Sampah Plastik*. Dipetik 05 29, 2018, dari Republika.co.id: <http://nasional.republika.co.id/berita/nasional/daerah/17/03/15/omv2sg319-setiap-hari-indonesia-produksi-sampah-65-juta-ton>
- Said, N. I. (2005). Aplikasi Bio-Ball Untuk Media Biofilter Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jeans. *JAI Vol 1, No 1*.
- Said, N. I. (2005). Aplikasi Media Filter Bioball Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jean. *JAI Vol 1, No 1*.
- Salas, A. A. (2016). *Penuruan Polutan Bahan Air Baku Menggunakan Biofiltrasi dengan Media Potongan Botol Plastik Bekas*. Bogor: Institute Pertanian Bogor.
- Sukses Sejahter Energi. (2017). *Berita : Sampah botol plastik akan diapakan?* Dipetik 1 24, 2018, dari PT Sukses Sejahtera Energi Website: <http://ptsse.co.id>

**Halaman ini sengaja dikosongkan**