

**UJI POTENSI BOTOL PLASTIK BEKAS AIR MINERAL SEBAGAI MEDIA LEKAT PADA
PROSES ANAEROBIK BIOFILTER DALAM MENURUNKAN KONSENTRASI
COD, BOD, DAN TSS LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA**

Diana Mega Pertiwi, Didik Sugeng P., Siti Surasri

ABSTRACT

Treatment of household wastewater could be difficult because of the high cost and land requirement. An alternative solution to wastewater treatment is the Up Flow Anaerobic Biofilter system. Commonly, Up Flow Anaerobic Biofilter treatment system use bioball as attached growth media. This study did not use bioball media due to the high cost, instead it use discarded plastic mineral water bottles as an attached growth media. The purpose of this study was to measure the removal efficiency of COD, BOD, and TSS concentrations following treatment with anaerobic biofilter system.

This study was a quasi-experiment and using a pre-post test design. The study compared domestic wastewater quality before and after processing with anaerobic biofilter system using discarded plastic mineral water bottles as an attached growth media. The depth of the attached growth media in the reactor was 33 cm and the diameter was 30 cm. Acclimatization process was performed for 14 days and operated for 24 days. Samples were taken six times every four days to examine the COD, BOD, and TSS concentrations.

The results obtained of this study are : The average influent COD concentration was 254.76 mg/l, effluent COD concentration was 143.57 mg/l and the COD removal efficiency was 43.52%. The average influent BOD concentration was 151.01 mg/l, effluent BOD concentration was 109.71 mg/l and the BOD removal efficiency was 27.21%. The average influent TSS concentration was 43.3 mg/l, effluent TSS concentration was 11.67 mg/l and the TSS removal efficiency was 72.5%. Based on one sample t-test, the average removal efficiency of COD, BOD, and TSS concentrations were significantly different from the designated criteria for organic removal efficiency. In other words, it is not efficient ($p < 0,05$). It was so because of the operational duration of the anaerobic biofilter was not long enough (24 days) and the initial organic concentration was low.

The suggestions for further research are : Controlling influent concentration at stable level during operation, controlling the ratio of media and water volume, and calculating nutrients needed (C, N, P).

Keywords : anaerobic biofilter, plastic media, domestic wastewater

Latar Belakang

Di berbagai tempat terjadi pencemaran badan air yang menyebabkan kematian biota air dan air tidak dapat dikonsumsi secara layak oleh manusia (Soeparman dan Suparmin, 2002). Selain limbah cair industri, limbah cair rumah tangga (domestik) yang dibuang tanpa dilakukan pengolahan juga menjadi penyebab masalah tersebut. Pengolahan sistem *Up-Flow An-Aerobic Biofilter* menjadi salah satu alternatif dalam mengolah limbah cair domestik yang umumnya menggunakan media lekat *bioball*. Ningsih (2009) telah mengkaji kinerja anaerobic biofilter media lekat *bioball* dengan hasil persentase removal konsentrasi BOD sebesar 85,70% dan media lekat kerikil sebesar 65,73%, sedangkan Feryca (2010) menggunakan

media lekat kulit kerang totok dengan persentase removal konsentrasi BOD sebesar 66,67%. Namun karena harga *bioball* mahal, maka dalam penelitian ini media lekat diganti dengan botol plastik bekas air mineral.

Tujuan Penelitian

Menganalisis efisiensi *removal* konsentrasi COD, BOD, dan TSS sesudah dilakukan pengolahan sistem anaerobik biofilter

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian dan Prosedur Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian semu (*Quasi experiment*), dengan desain "**Pre – Post Test Design**" dimana peneliti membandingkan kualitas limbah cair

domestik (kamar mandi bukan WC dan dapur kantin) sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan sistem an-aerobik biofilter menggunakan media lekat botol plastik bekas air mineral untuk menurunkan konsentrasi COD, BOD, dan TSS. Prosedur penelitian menggunakan tiga unit biofilter yang diisi dengan media potongan botol plastik bekas dengan kedalaman 33 cm dan diameter 30 cm. Aklimatisasi dilakukan selama 14 hari dengan dilakukan penambahan nutrisi C, N, P dan

pengukuran pH-suhu setiap hari. Kemudian pengoperasian dilakukan selama 24 hari dengan replikasi sebanyak 6 kali setiap 4 hari sekali untuk pengukuran konsentrasi COD, BOD, TSS, pH, dan suhu.

Analisis Data

Data hasil pengolahan an-aerobik biofilter dianalisis secara analitik dengan uji one sample t-test untuk menganalisis efisiensi *removal* konsentrasi COD, BOD, dan TSS sesudah pengolahan anaerobik biofilter.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1 Hasil Pengukuran pH dan Suhu Selama Pengoperasian Anaerobik Biofilter Dengan Media Botol Plastik

Hari ke-	T.S I		T.S II		T.S III		T.S IV	
	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu	pH	Suhu
4	6	29	6	29	6	28	6	28
8	6	29	6	29	6	28	6	28
12	6	28,5	6	28	6	27	6	29
16	6	29	6	28	6	27,5	6	29
20	6	28	6	27,5	6	27,5	6	29
24	6	28	6	28	6	28	6	28

(Sumber : Data Primer 2013)

Berdasarkan data pada tabel 1, bahwa selama proses pengoperasian berlangsung, pH dan suhu limbah cair yaitu pH=6 dan suhu= 27-29°C.

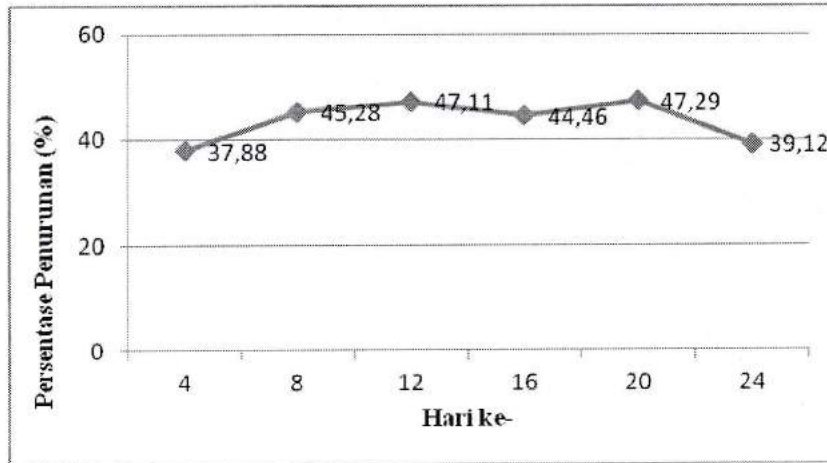
Tabel 2 Hasil Pengukuran Konsentrasi COD Selama Pengoperasian Anaerobik Biofilter Dengan Media Botol Plastik

Hari ke-	Titik Sampling ke-			
	I (Air Baku)	II	III	IV
4	221,03	188,41	152,63	137,29
8	231,25	204,16	187,48	126,53
12	282,57	231,21	168,72	149,44
16	251,33	237,62	159,92	139,57
20	264,28	246,13	169,78	139,29
24	278,09	259,45	188,59	169,30
Rata-rata	254,76	227,83	171,19	143,57

(Sumber : Data Primer 2013)

Berdasarkan data pada tabel 2, bahwa rata-rata konsentrasi COD influen sebesar 254,76 mg/l dan effluen sebesar 143,57 mg/l.

Gambar 1 Diagram Removal Konsentrasi COD Selama Pengoperasian Anaerobik Biofilter Dengan Media Botol Plastik



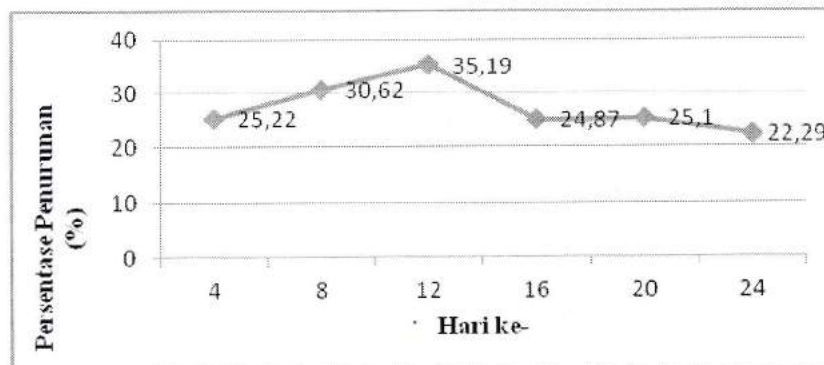
Tabel 3 Hasil Pengukuran Konsentrasi BOD Selama Pengoperasian Anaerobik Biofilter Dengan Media Botol Plastik

Hari ke-	Titik Sampling ke-			
	I (Air Baku)	II	III	IV
4	139,17	116,22	108,39	104,07
8	154,83	138,01	115,29	107,42
12	166,04	149,16	118,68	108,12
16	148,26	132,49	121,74	111,38
20	146,55	138,34	125,82	109,76
24	151,23	142,17	131,25	117,51
Rata-rata	151,01	136,07	120,19	109,71

(Sumber : Data Primer 2013)

Berdasarkan data pada tabel 3, bahwa rata-rata konsentrasi BOD influen sebesar 151,01 mg/l dan efluen sebesar 109,71 mg/l.

Gambar 2 Diagram Removal Konsentrasi BOD Selama Pengoperasian Anaerobik Biofilter Dengan Media Botol Plastik



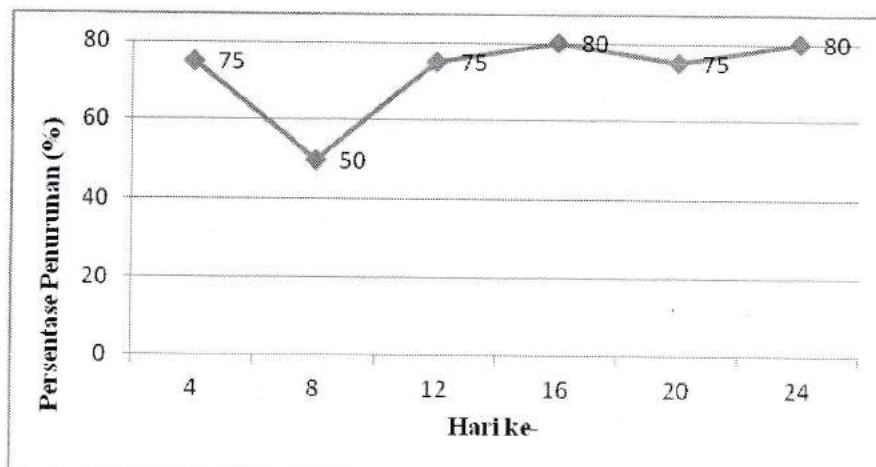
Tabel 4 Hasil Pengukuran Konsentrasi TSS Selama Pengoperasian Anaerobik Biofilter Dengan Media Botol Plastik

Hari ke-	Titik Sampling ke-			
	I (Air Baku)	II	III	IV
4	40	10	10	10
8	40	30	20	20
12	40	20	20	10
16	50	30	10	10
20	40	30	10	10
24	50	40	20	10
Rata-rata	43,3	26,6 7	15	11,67

(Sumber : Data Primer 2`013)

Berdasarkan data pada tabel 4, bahwa rata-rata konsentrasi TSS influen sebesar 43,3 mg/l dan effluen sebesar 11,67 mg/l.

Gambar 3 Diagram Removal Konsentrasi TSS Selama Pengoperasian Anaerobik Biofilter Dengan Media Botol Plastik



Tabel 5 Analisis t-Test Removal Konsentrasi COD, BOD, dan TSS

Hari ke-	% Removal (COD)	Sig. 2 tailed (p)	% Removal (BOD)	Sig. 2 tailed (p)	% Removal (TSS)	Sig. 2 tailed (p)
4	37,88	0,000	25,22	0,000	75	0,013
8	45,28		30,62		50	
12	47,11		35,19		75	
16	44,46		24,87		80	
20	47,29		25,10		75	
24	39,12		22,29		80	

(Sumber : Data Primer 2013)

PEMBAHASAN

Selama proses pengoperasian unit anaerobik biofilter selama 24 hari, terjadi peningkatan dan penurunan *removal* konsentrasi COD dan BOD mulai hari ke-4 hingga hari ke-12. Hal ini merupakan hal yang normal karena semakin lama waktu yang dibutuhkan, maka persentase penurunan diharapkan juga mengalami peningkatan. Nilai *Solid Retention Time* (SRT) yang tinggi merupakan suatu keuntungan dalam anaerobik *digester* karena nilai SRT yang tinggi dapat memaksimalkan kapasitas *removal* (Gerardi, 2003). Dimana menurut Gerardi (2003) bahwa SRT adalah waktu rata-rata bakteri (*solid*) berada di dalam anaerobik *digester*, sedangkan *Hydraulic Retention Time* (HRT) adalah waktu yang dibutuhkan limbah cair atau *sludge* di dalam anaerobik *digester*. Namun pada hari ke-16 sempat terjadi penurunan *removal* konsentrasi COD dan BOD. Pada hari ke-20 *removal* konsentrasi COD dan BOD kembali mengalami peningkatan dan mengalami penurunan yang cukup signifikan pada hari ke-24. Hal ini dapat terjadi kemungkinan dikarenakan konsentrasi COD influen yang tidak sama setiap harinya sehingga sedikit banyak akan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Selain itu, pada hari ke-14 dan ke-15 sempat terjadi kerusakan pada pompa yang tersumbat sehingga harus dilakukan perbaikan pompa dan untuk memastikan bahwa pompa sudah berjalan dengan lancar kembali, maka pada unit biofilter I dilakukan pembukaan pada penutup untuk mengecek bahwa limbah cair sudah mengalir kembali. Mungkin hal tersebut juga mempengaruhi hasil *removal* pada hari ke-16 karena kondisi di dalam sistem yang seharusnya anaerobik terjadi kontak dengan udara luar. Selain itu, kontak dengan udara luar juga terjadi saat dilakukan pengamatan pada media potongan botol plastik di dalam unit dikarenakan pengamatan tidak bisa dilihat dari luar unit. Sehingga beberapa media harus diangkat untuk mengamati pertumbuhan *biofilm* pada permukaan media. Sedangkan penurunan *removal* yang terjadi pada hari ke-24 dimana seharusnya *removal* pada hari itu lebih tinggi daripada hari-hari sebelumnya mungkin disebabkan *biofilm* mengalami *sloughing off* atau pelepasan akibat *biofilm* yang sudah menebal dan kehilangan gaya adhesi

terhadap substrat, dimana sebelumnya substrat tidak bisa masuk sampai ke lapisan yang dalam dari *biofilm*. Pelepasan *biofilm* ini akan mengakibatkan semakin banyaknya polutan dalam limbah cair. *Sloughing off* ini juga menjadikan kekeruhan semakin meningkat, sehingga menyebabkan kenaikan dan penurunan pada *removal* konsentrasi TSS.

Berdasarkan analisis one sample t-test, bahwa dari ketiga parameter yang diujikan tidak ada yang sesuai kriteria *removal* yang efisien ($p < 0,05$). Hal ini terjadi karena beberapa faktor, yaitu konsentrasi COD influen yang disyaratkan antara 200-700 mg/l sedangkan konsentrasi COD influen pada penelitian rata-rata 254,76 mg/l, konsentrasi BOD influen rata-rata 151,01 mg/l, dan konsentrasi TSS influen rata-rata 43,3 mg/l, dimana konsentrasi zat organik tersebut berada pada *range* yang terendah. Penggunaan media yang berbeda juga dapat mempengaruhi persentase *removal* karena kemungkinan luas permukaan media yang digunakan untuk mencapai persentase *removal* sebesar 90-96% tersebut lebih luas bila dibandingkan luas permukaan media yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 70 m²/m³. Waktu pengoperasian juga mempengaruhi, dimana dalam penelitian ini hanya berlangsung selama 24 hari dengan temperatur 27-29°C sedangkan menurut Metcalf & Eddy (2003) bahwa waktu detensi yang dibutuhkan antara 25-37 hari dengan temperatur mencapai 37°C. Sehingga untuk mencapai persentase *removal* yang lebih tinggi maka proses anaerobik tidak cukup hanya berada pada tahap hidrolisa, melainkan harus mencapai tahap methanogenesis dimana untuk mencapai tahap tersebut membutuhkan waktu yang lebih lama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Potensi botol plastik bekas air mineral sebagai media lekat dalam proses anaerobik biofilter dengan waktu pengoperasian selama 24 hari rata-rata persentase *removal* konsentrasi COD sebesar 43,52%, BOD sebesar 27,21%, TSS sebesar 72,5%. Persentase *removal* termasuk rendah karena waktu pengoperasian hanya dilakukan selama 24 hari sehingga pada proses anaerobik masih berada pada tahap hidrolisa, selain itu nutrisi dan konsentrasi zat organik influen

juga berada pada *range* rendah yaitu 200 mg/l.

Hasil analisis rata-rata persentase *removal* konsentrasi COD, BOD, dan TSS dengan t-test nilai p berturut-turut adalah 0,000 ; 0,000 ; 0,013 dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ yang berarti bahwa $p < \alpha$ (0,05). Oleh karena itu, dapat diambil kesimpulan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%, secara signifikan hasil pengujian rata-rata persentase *removal* COD, BOD, dan TSS berbeda dengan kriteria *removal* (tidak sesuai dengan kriteria). Persentase *removal* dalam penelitian ini tidak sesuai dengan kriteria *removal* dikarenakan beberapa faktor, yaitu waktu pengoperasian yang singkat hanya 24 hari, luas media permukaan, konsentrasi zat organik influen rendah, dan proses anaerobik masih berada pada tahap hidrolisa.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah data pemeriksaan nutrien awal (C, N, P) sebelum pengoperasian harus sudah ada agar dapat dilakukan perhitungan kebutuhan nutrien yang akan ditambahkan. Bila persentase *removal* yang diinginkan tinggi, maka proses anaerobik yang dicapai harus sampai pada tahap methanogenesis dan proses tersebut membutuhkan waktu yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Feryca, Martina Dita. 2010. *Uji Kemampuan Kulit Kerang Totok (Pelymesoda coaxan) Sebagai Media Aplikasi Sistem Anaerobik Biofilter Dalam Menurunkan BOD, SS, dan Phosphat Pada Limbah Cair Domestik*. Surabaya : Jurusan Kesehatan Lingkungan Surabaya
- Gerardi, Michael H. 2003. *The Microbiology of Anaerobik Digester*. USA : John Wiley & Sons.Inc
- Khanal, Samir Kumar. 2008. *Anaerobik Biotechnology For Bioenergy Production principles and Applications*. John Wiley & Sons.Inc
- Metcalf & Eddy Inc. 1979. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse* : McGraw-Hill Publishing Company Ltd
- Metcalf & Eddy, Inc. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse (Fourth Edition)*. Mc Graw Hills Companies
- Ningsih, Dewi Puspita. 2009. *Penggunaan Up Flow Anaerob Biofilter Dalam Menurunkan Kadar BOD Air Limbah Tahu Di Desa Ngepos Kecamatan Tegalrejo Kabupaten Magelang*. Semarang : Universitas Diponegoro
- Purwanto, Didik Sugeng. 2010. *Pengelolaan Limbah Cair*. Surabaya : Perc. Dua Tujuh
- Purwanto, Didik Sugeng. 2010. *Pengolahan Limbah Cair*. Surabaya : Perc. Dua Tujuh
- Purwanto, Didik Sugeng. 2011. *Pengolahan Limbah Cair Fasilitas Pelayanan Kesehatan Sistem An-aerobik Aerobik Biofilter*
- S, I Nyoman Bagus. 2008. *Start-Up dan Perancangan Bioreaktor Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Dengan Konsentrasi Garam Tinggi*. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Said, Nusa Idaman. 2008. *Pengolahan Air Limbah Domestik Di DKI Jakarta "Tinjauan Permasalahan, Strategi & Teknologi Pengolahan"* : Pusat Teknologi Lingkungan
- Siregar, Sakti A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta : Kanisius
- Soeparman dan Suparmin. 2002. *Pembuangan Tinja & Limbah Cair*. Jakarta : EGC