

## ANAEROB FIXED BED REAKTOR UNTUK MENURUNKAN COD, FOSFAT (PO<sub>4</sub>) DAN DETERJEN (LAS)

**I Komang Tri Suarbawa dan Munawar Ali**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jatim  
e-mail : munawar1960@gmail.com

### ABSTRAK

Limbah laundry dapat diolah dengan berbagai cara, salah satunya menggunakan Fixed Bed Reaktor dengan media Bioball secara anaerob. Karakteristik awal limbah laundry adalah COD: 291 mg/l, Deterjen: 29,74 mg/l, N total: 172,58 mg/l, P total: 29,12 mg/l. Penelitian ini dilakukan dengan variasi konsentrasi COD adalah dengan limbah awal ( $S_0$ ) = 291 mg/l, 232,8 mg/l ( $80\% * S_0$ ), 174,6 mg/l ( $60\% * S_0$ ), 116 mg/l ( $40\% * S_0$ ), 58,2 mg/l ( $20\% * S_0$ ) dan debit 150, 130, 110, 80, 60 ml/menit. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh hasil yaitu penyisihan konsentrasi COD terbaik sebesar 91,06% untuk COD pada variasi COD 58,2 mg/l dengan debit 60 ml/menit, konsentrasi fosfat (PO<sub>4</sub>) sebesar 82,13% pada limbah 20% debit 60 mg/menit dan Konsentrasi deterjen sebesar 76,13% pada limbah 20% debit 60 mg/menit. Pada konsentrasi COD, fosfat (PO<sub>4</sub>) dan deterjen yang diolah pada fixed bed reaktor media bioball secara continue kandungan konsentrasinya memenuhi standart baku mutu limbah cair berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No.45 Tahun 2002.

**Kata Kunci : limbah laundry, Fixed Bed Reaktor.**

### ABSTRACT

*Laundry wastes can be processed in various ways, one of them using a Fixed Bed Reactor with media in anaerobic Bioball. The initial characteristics of waste laundry is COD: 291 mg/l, detergents: 29,74 mg N/l, total: 172,58 mg/l, P total: 29.12 mg/l. This research was conducted with the variation of the concentrations of COD is to waste the early ( $S_0$ ) = 280 mg/l, 232,8 mg/l ( $80\% * S_0$ ), 174,6 mg/l ( $60\% * S_0$ ), 116 mg/l ( $40\% * S_0$ ), 58,2 mg/l ( $20\% * S_0$ ) and debit 150, 130, 110, 80, 60 ml/minute. From research conducted obtained results which best COD concentrations allowance amounting to 91,06% for COD at the COD variation 58,2 mg/l with 60 ml/min discharge, concentrations of phosphate (PO<sub>4</sub>) amounted to 82.13% at 20% waste discharge 60 mg/minute Concentrations of detergent and 76,13% at 20% waste discharge 60 mg/min. At concentrations of COD, phosphate (PO<sub>4</sub>) and detergents that are processed on a fixed bed reactor to continue bioball media content konsentrasinya meet the standard quality raw liquid waste based on the decision of the Governor of East Java Number 45 in 2002.*

***Keywords : Laundry wastes, Fixed Bed Reactor***

## PENDAHULUAN

Kebanyakan bisnis laundry menggunakan air PDAM, tapi ada juga yang memanfaatkan air sumur. Limbah laundry yang dominan berasal dari pelembut pakaian dan deterjen, umumnya langsung dibuang begitu saja ke saluran yang menuju badan air tanpa adanya pengelolaan yang memadai. Bahan aktif yang banyak terkandung pada pelembut pakaian dan deterjen adalah *kwaterner ammonium klorida*, *LAS*, *sodium dodecyl benzene sulfonate*, *natrium karbonat*, *natrium fosfat*, *alkilbenzena sulfonate*. Bahan-bahan tersebut merupakan bahan yang ramah lingkungan dan *biodegradable*. Namun bila keberadaannya di badan air berlebihan, limbah laundry berpotensi mencemari badan air. Karena selain mengandung bahan-bahan aktif tersebut, limbah laundry juga kaya kandungan fosfat yang mencapai 253,03 mg/L sebagai P-total. Fosfat yang jumlahnya berlebihan akan menimbulkan bahaya eutrofikasi dan ledakan alga di laut (Puspitahati, dkk, 2012).

Dengan melihat alasan diatas maka diperlukan suatu penerapan teknologi pengolahan air limbah agar dapat mengatasi masalah pencemaran lingkungan secara tepat. Pengolahan dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya menggunakan proses biofilm secara anaerob. Proses biologi dengan biakan melekat yakni proses pengolahan limbah dimana mikroorganisme yang digunakan dibiakan pada suatu media sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media. Proses ini disebut juga dengan proses film mikrobiologi atau biofilm (Said, 2000).

## TINJAUAN PUSTAKA

Limbah laundry mengandung senyawa aktif metilen biru (surfaktan) yang sulit terdegradasi dan berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan. Diperlukan suatu upaya pengolahan limbah yang berasal dari kegiatan laundry untuk mengurangi pencemaran lingkungan (Anonim<sup>2</sup>, 2010).

Pengolahan air limbah secara biologi anaerob bertujuan untuk merombak bahan organik dalam air limbah menjadi bahan yang lebih sederhana yang tidak berbahaya. Disamping itu pada proses pengolahan secara biologi anaerob akan dihasilkan gas-gas seperti gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. Proses ini dapat diaplikasikan untuk air limbah organik dengan beban bahan organik (COD) yang tinggi (Sumada, 2012).

Biofilm adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan suatu lingkungan kehidupan yang khusus dari sekelompok mikroorganisme, yang melekat pada suatu permukaan padat (Jamilah 2003). Hal ini menjadi mikrolingkungan yang unik dimana mikroorganisme dalam biofilm berbeda secara *structural* maupun fungsional dengan yang hidup bebas (planktonik). Biofilm terdiri dari sel-sel mikroorganisme yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam (*sesil*), tidak mudah lepas atau berpindah tempat (*irreversible*). Pelekatan ini seperti pada mikroba disertai oleh penumpukan bahan-bahan organik yang diselubungi oleh matrik polimer ekstraseluler yang dihasilkan oleh mikroba tersebut (Safina, 2012).

*Anaerobic Filter* (AF) atau *Fixed Bed* atau *biofilter* adalah reaktor berisi media (batu, plastik raschig ring, flexi ring, plastic ball, cross flow dan tubular media, kayu, bambu atau yang lainnya) untuk perlekatan bakteri. Media biasanya dipasang secara random atau acak dengan tiga mode operasi *upflow*, *downflow* dan *fluidized bed*. Tentu, masing-masing disertai dengan

kelebihan dan kekurangannya. Kunci sukses dari reaktor tersebut mampu menghasilkan swahenti (pembatasan gerak sel pada suatu ruang) biomassa dalam bentuk biofilm dan/atau biogranule (biobutir) (Anonim<sup>3</sup>, 2006).

Bioball sebagai media ini adalah karena ringan, mudah dicuci ulang, dan memiliki luas permukaan spesifik yang paling besar di bandingkan dengan jenis media biofilter lainnya, yaitu sebesar 200 – 240 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Sedangkan jenis bioball yang dipilih adalah yang berbentuk bola dengan diameter 3,5cm karena bioball jenis ini yang memiliki diameter paling kecil dan dengan bentuknya yang seperti bola (random packing) dapat meminimalkan terjadinya *clogging* (tersumbat). Bioball ini berfungsi sebagai tempat hidup bakteri – bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas air (Prakoswo,2012).

## METODE PENELITIAN

Air limbah yang digunakan limbah dari industri laundry, karena kosentrasi cemarannya tinggi, dengan Karakteristik awal limbah laundry yaitu COD: 291 mg/l, Deterjen: 29,74 mg/l, N total: 172,58 mg/l, P total: 29,12 mg/l. Peralatan penelitian konstruksi Reaktor Fixed Bed, sebagai pengolahan air limbah yang dibuat dalam skala laboratorium, terdiri dari:

### Spesifikasi Alat

1. Tangki penampung air limbah
2. Bak pengatur debit
3. Reaktor fixed bed, dengan dimensi:  
Panjang = 120 cm Dibagi tiga chamber :
  - a. Panjang chamber I = 40 cm
  - b. Panjang chamber II = 40 cm
  - c. Panjang chamber III = 40 cm

|Lebar| = 55 cm|

|Tingg| = 40 cm|

|i | |

Media bioball, dengan diameter = 3,5 cm.

4. Bak effluen.
5. Pompa.

Gambar 1. Detail Peralatan Reaktor Fixed Bed.

Keterangan :

1. Tangki penampung limbah
2. Bak pengatur debit
3. Pipa vent
4. Reaktor fixed bed

5. Bak pengendap
6. Bak effluen
7. Pompa

Variabel tetap :

1. Bioball dengan diameter = 3,5 cm
2. Volume reaktor = 96 lt
3. Dimensi reaktor = panjang : 120 cm, dibagi menjadi 3 chamber setiap chamber mempunyai panjang 40 cm. Tinggi : 40 cm. Lebar : 55 cm.

Variabel yang dijalankan :

1. Debit (ml/menit) = 60, 80, 110, 130, 150.
2. Kosentrasi limbah laundry (mg/l) = 291 (100% limbah laundry), 232,8 (80% limbah laundry), 174,6 (60% limbah laundry), 116 (40% limbah laundry), 58,2 (20% limbah laundry).

Penelitian ini dilakukan secara *Continue* dan dilakukan dengan tiga tahap proses, yaitu tahap pengkondisian, persiapan (*seeding* dan *aklimatisasi*) dan pengoperasian Reaktor Fixed Bed.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh Debit (Q) dan Kosentrasi COD Terhadap Penurunan COD.

Dari hasil penelitian penyisihan konsentrasi COD dengan Reaktor Fixed Bed diperoleh hasil yang berdasarkan Keputusan Gebenur Jawa Timur No.45 Tahun 2002, baku mutu limbah cair industri sabun atau deterjen adalah COD 180 mg/l. Dari data penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dimana mikroorganisme yang tumbuh atau melekat pada media Bioball mampu menurunkan kosentrasi COD dengan proses *Continue* dan memenuhi standar baku mutu limbah cair industri sabun atau deterjen pada kegiatan usaha limbah laundry. Hasil yang memenuhi standar baku mutu cair ada pada konsentrasi COD yaitu 291 mg/l (limbah 100%) pada debit (Q) 150 ml/menit.

**Tabel 1 Pengaruh Debit dan Kosentrasi Limbah Laundry Terhadap % Penyisihan COD.**

## **Gambar 2 Hubungan Antara Konsentrasi COD dengan % Penyisihan COD Pada Berbagai Debit.**

Dari data tersebut dapat dijelaskan efisiensi penyisihan terbaik terjadi pada debit aliran 60 ml/menit dengan konsentrasi COD 58,2 mg/l (limbah 20%) dengan prosentase penyisihannya sebesar 91% dan jika debit dinaikkan menjadi 80 ml/menit (limbah 20%), maka prosentase penyisihan COD menjadi lebih kecil yaitu 87%. Hal ini menunjukkan semakin kecil debit aliran air limbah berarti semakin bertambah pula waktu tinggal air limbah dalam reaktor dan hal ini dapat meningkatkan efisiensi penyisihan yang terjadi. Karena semakin lama waktu kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang tersuspensi di dalam Reaktor Fixed Bed, maka terjadi proses degradasi terhadap parameter pencemar organik yang membuat penyisihan COD menjadi lebih besar atau meningkat, seperti penelitian yang sudah dilakukan oleh (Ningrum, 2012) bahwa semakin rendah kecepatan pada reaktor menyebabkan waktu tinggal air limbah dalam reaktor semakin lama, sehingga waktu kontak antara bakteri anaerob dengan air limbah menjadi semakin lama yang menyebabkan hasil pengolahan lebih baik.

Penurunan *efisiensi removal* disebabkan karena mekanisme kerja bakteri anaerobik dalam menurunkan kandungan organik dan akan lebih sempurna apabila waktu tinggal semakin lama. Bakteri methanogen membutuhkan waktu yang lama dalam proses pertumbuhannya sehingga pengubahan ke dalam bentuk *methan* menjadi lebih sempurna dengan lamanya waktu tinggal dan kestabilan *granular sludge* tidak menjamin proses pendegradasian dapat berlangsung dengan baik jika waktu tinggal terlalu singkat (Lutviah, 2007). Hal tersebut dikarenakan tidak cukupnya waktu kontak antar mikroorganisme dengan limbah.

## **2. Konsentrasi Fosfat (PO<sub>4</sub>) Pada Reaktor Fixed Bed.**

*Effluent* limbah laundry berdasarkan baku mutu limbah cair pada Fosfat (PO<sub>4</sub>) yaitu 10 mg/l. Untuk mengetahui apakah Reaktor Fixed Bed mampu menurunkan konsentrasi Fosfat (PO<sub>4</sub>), dapat diketahui pada hasil data analisa penurunan limbah laundry pada Reaktor Fixed Bed.

**Tabel 2 Pengaruh Debit dan Konsentrasi Limbah Laundry Terhadap % Penyisihan Fosfat PO<sub>4</sub>.**

**Gambar 3 Hubungan Antara Konsentrasi Fosfat (PO<sub>4</sub>)% Penyisihan Fosfat PO<sub>4</sub> Pada Berbagai Debit.**

Dapat dilihat prosentase penyisihan terbesar terdapat pada debit 60 ml/menit dengan konsentrasi PO<sub>4</sub> 5,82 mg/l (limbah 20%) sebesar 82%, sedangkan yang terendah terdapat pada debit 150 ml/menit dengan konsentrasi Fosfat 29,12 mg/l (limbah 100%) yaitu 53%. Dari hasil penelitian ini dapat dijelaskan bahwa semakin kecil debit aliran air limbah maka semakin lama pula waktu tinggal air limbah pada reaktor dan hal ini dapat meningkatkan efisiensi penyisihan yang terjadi. Karena terjadi kontak yang lama antara air limbah dan mikroorganisme yang ada didalam reaktor, berarti dengan debit yang kecil dan semakin lama waktu tinggal maka semakin banyak kesempatan mikroorganisme untuk membiodegradasi bahan organik yang ada pada dalam air limbah, dengan waktu tinggal yang lama juga akan memperkecil kecepatan keatas sehingga memberikan kesempatan kepada partikel diskrit untuk mengendap (Lutviah, 2007). Dan menurut (Syafudin, 2012) bahwa semakin lama proses berlangsung maka semakin maksimal hasil yang diperoleh, meskipun pada kenyataannya hanya menunjukkan selisih angka penurunan yang sangat kecil.

**3. Konsentrasi Deterjen (LAS) Pada Reaktor Fixed Bed.**

Dari hasil penelitian penyisihan konsentrasi deterjen dengan Reaktor Fixed Bed diperoleh hasil baku mutu limbah cair industri sabun atau deterjen adalah deterjen 30 mg/l. Dari data penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dimana mikroorganisme yang tumbuh atau melekat pada media Bioball mampu menurunkan konsentrasi deterjen dengan proses *Continue* dan memenuhi standar baku mutu limbah cair industri sabun atau deterjen pada kegiatan usaha limbah laundry. Hasil yang memenuhi standar baku mutu cair ada pada konsentrasi deterjen yaitu 29,74 mg/l (limbah 100%) pada debit (Q) 150 ml/menit.

**Tabel 3 Pengaruh Debit dan Kosentrasi Limbah Laundry Terhadap % Penyisihan Deterjen (LAS).**

#### **Gambar 4 Hubungan Antara Konsentrasi Deterjen (LAS) Dengan % Penyisihan Deterjen (LAS) Pada Berbagai Debit.**

Dari data tersebut dapat dijelaskan efisiensi penyisihan terbaik terjadi pada debit aliran 60 ml/menit dengan konsentrasi deterjen 5,95 mg/l (limbah 20%) dengan persentase penyisihannya sebesar 76,13% dan jika debit dinaikkan menjadi 80 ml/menit (limbah 20%), maka prosentase penyisihan deterjen menjadi lebih kecil yaitu 73,10%, ini juga berlaku pada debit 110 ml/menit, 130 ml/menit, 150 ml/menit, prosentase penyisihan deterjen menjadi lebih kecil lagi yaitu 70%, 66,05% dan 63,02%. Hal ini menunjukkan semakin kecil debit aliran air limbah berarti semakin bertambah pula waktu tinggal air limbah dalam reaktor dan hal ini dapat meningkatkan efisiensi penyisihan yang terjadi. Karena semakin lama waktu kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang tersuspensi di dalam Reaktor Fixed Bed, maka terjadi proses degradasi terhadap parameter pencemar organik yang membuat penyisihan Deterjen menjadi lebih besar atau meningkat, seperti penelitian yang sudah dilakukan oleh Ningrum (2012) bahwa semakin rendah kecepatan pada reaktor menyebabkan waktu tinggal air limbah dalam reaktor semakin lama, sehingga waktu kontak antara bakteri anaerob dengan air limbah menjadi semakin lama yang menyebabkan hasil pengolahan lebih baik.

Penurunan efisiensi removal disebabkan karena mekanisme kerja bakteri anaerobik dalam menurunkan kandungan organik dan akan lebih sempurna apabila waktu tinggal semakin lama. Bakteri methanogen membutuhkan waktu yang lama dalam proses pertumbuhannya sehingga pengubahan ke dalam bentuk metan menjadi lebih sempurna dengan lamanya waktu tinggal dan kestabilan glanular sludge tidak menjamin proses pendegradasian dapat berlangsung dengan baik jika waktu tinggal terlalu singkat (Lutviah, 2007). Hal tersebut dikarenakan tidak cukupnya waktu kontak antar mikroorganisme dengan limbah.

#### **KESIMPULAN**

Dari Penelitian tentang reaktor fixed bed dengan media bioball secara *Continue* dapat disimpulkan:

1. Dengan menggunakan reaktor fixed bed anaerob dengan media bioball mampu menurunkan parameter COD, Fosfat ( $PO_4$ ) dan Deterjen.
2. Pada konsentrasi COD 58,2 mg/l dan debit 60 ml/menit dapat menurunkan konsentrasi COD dengan prosentase penyisihannya sebesar 91,06%.
3. Pada konsentrasi Fosfat ( $PO_4$ ) 5,82 mg/l dan debit 60 ml/menit dapat menurunkan konsentrasi Fosfat dengan prosentase penyisihannya sebesar 82,13%.
4. Pada konsentrasi Deterjen 5,95 mg/l dan debit 60 ml/menit dapat menurunkan konsentrasi Deterjen dengan prosentase penyisihannya sebesar 76,13%.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim3., 2006, "Anaerobic Filter" , <http://www.airlimbahku.com/> (10 April 2006).
- Benefield et al., 1980, " Biological Process Design for Wastewater "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.
- Muhammad, Muchtar., 2011, " Usaha Laundry Ramah Lingkungan Dilengkapi IPAL",



- <http://bisnisukm.com/> (25 Oktober 2011).
- Metcalfe and Eddy., 2004. "Waste Water Engineering Treatment Disposal Reuse". Fourth Edition. McGraw-Hill, Inc. New York, St. Francisco, Auckland, Singapore, Ardina Sita., Syafrudin., Sudarno., 2012, Pengaruh Loading Rate (HLR) Dan Konsentrasi Influen Terhadap Penyisihan Parameter BOD, COD Dan Nitrat Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Campuran (Grey Water And Black Water) Menggunakan Reaktor UASB", Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Prakoswo, D.Y., Karnaningroem, Nieke., 2012 "Pengolahan Air Tanah Dangkal Biofilter Upflow Media Bioball Untuk Budidaya Ikan Hias", Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,
- Purnomo, Bambang., 2004, "Bahan Kuliah Dasar-dasar Mikrobiologi" [eocities.ws/bpurnomo51/mik.../mik4.pdf](http://eocities.ws/bpurnomo51/mik.../mik4.pdf).
- Puspitahati, Cony dkk., 2011, "Studi Kinerja Biosand Filter Dalam Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan (UPN) "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.
- Slamet, Agus dkk., 2000 "Modul Satuan Proses", Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya.
- Sumada, Ketut., 2012 "Pengolahan Air Limbah Secara Biologi Anaerob", Jurusan Teknik Kimia, Universitas Pembangunan (UPN) "Veteran" Jawa Timur, <http://ketutsumada.blogspot.com/> (10 April 2011).
- Sugiyana, Doni., 2008 "Metoda Biologi Anaerobik-Aerobik Dan Pengolahan Limbah Cair Tekstil", Balai Besar Tekstil, Arena Tekstil Volume 23 No. 1-Oktober 2008 : 1-51, Bandung.
- Syafudin dkk., 2012, "Studi Pengaruh Variasi Debit Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD Dan TSS Limbah Cair Domestik Black Water Menggunakan Reaktor UASB", Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Yazid, Fauzia Rahmiyati dkk., 2012, "Pengaruh Variasi Konsentrasi Dan Debit Pada Pengolahan Air Artifisial (Campuran Grey Water Dan lack Water) Menggunakan Reaktor UASB", Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.