

Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan Multi Soil Layering (MSL)

Hadrah*, Monik Kasman, Karunia Tri Septiani

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari

*e-mail : hadrah.hasan@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair laundry merupakan grey water yaitu bagian dari limbah cair domestik yang proses pengalirannya tidak melalui toilet. Limbah cair laundry mengandung COD, BOD, TSS, Total Fosfat, pH, MBAS yang termasuk turunan zat organik sehingga akumulasinya dapat menyebabkan meningkatnya kandungan organik pada badan air atau air tanah jika tidak diolah terlebih dahulu. Tujuan penelitian ini adalah mengamati pengaruh hydraulic loading rate (HLR) dan lapisan permeabel (zeolit dan kerikil) terhadap efisiensi penurunan pencemar limbah cair laundry. Variasi HLR terdiri atas 500 l/m².hari, 750 l/m².hari dan 1000 l/m².hari. Pada penelitian ini, limbah cair laundry dialirkan secara gravitasi ke reaktor MSL berdimensi 15x50x50 cm. Reaktor MSL terdiri atas lapisan impermeabel dan lapisan permeabel. Lapisan impermeabel merupakan lapisan yang terdiri atas campuran tanah dan arang dengan rasio 2 : 1, serta lapisan permeabel terdiri atas lapisan kerikil (MSL 1) dan zeolit (MSL 2) berdiameter 0,25 – 0,5 cm. Berdasarkan hasil penelitian, HLR dan media permeabel berpengaruh terhadap penurunan parameter pencemar limbah cair laundry. Penurunan pencemar tertinggi untuk parameter COD, BOD, TSS, Total Fosfat, pH, dan MBAS diperoleh pada HLR 1000 l/m².hari dengan persentase penurunan tertinggi secara berurutan sebesar 95% pada MSL 1 dan 92% pada MSL 2. Penurunan konsentrasi pencemaran limbah cair laundry lebih tinggi di MSL 2 (lapisan permeabel zeolit) dibanding dengan MSL 1 (lapisan permeabel kerikil).

Kata Kunci: Limbah cair laundry; Multi Soil Layering (MSL); Pencemar.

ABSTRACT

Laundry wastewater is grey water, which is part of domestic wastewater, which is not through the toilet. Laundry wastewater contains COD, BOD, TSS, Total Phosphate, pH, MBAS which includes derivatives of organic substances so that the accumulation causes an increase in the organic content of water or groundwater. The purpose of this study was to observe the effects of the hydraulic loading rate (HLR) and permeable layer (zeolite and gravel) on the efficiency of decreasing laundry wastewater pollutants. Variations in HLR consist of 500 l / m² day, 750 l / m² day and 1000 l / m² day. In this study, laundry wastewater was introduced gravitationally into the MSL reactor with dimensions of 15x50x50 cm. The MSL reactor consists of impermeable layers and permeable layers. The impermeable layer is a layer consisting of a mixture of soil and charcoal with a ratio of 2: 1, and a permeable layer consisting of layers of gravel (MSL 1) and zeolite (MSL 2) with a diameter of 0.25 - 0.5cm. Based on the results of the study, the HLR and permeable media have an effect on the decrease of laundry wastewater pollutant parameters. The highest decrease in pollutants for COD, BOD, TSS, Total Phosphate, pH, and MBAS parameters was obtained at HLR 1000 l/m².d with the highest percentage reduction is 95% at MSL 1 and 92% at MSL 2. Decreasing pollutant concentration of laundry wastewater is higher in MSL 2 (permeable layer of zeolite) compared to MSL 1 (permeable layer of gravel).

Keywords: Laundry wastewater; Multi Soil Layering (MSL;) Pollutant.

1. Pendahuluan

Limbah cair laundry menurut Metcalf & Eddy (2004) merupakan grey water yaitu bagian dari limbah cair domestik yang proses pengalirannya tidak melalui toilet. Limbah cair usaha laundry mengandung COD, BOD, TSS, fosfat, pH, MBAS yang merupakan suatu turunan zat organik sehingga akumulasinya dapat menyebabkan meningkatnya kandungan organik pada badan air atau air tanah jika tidak diolah terlebih dahulu. Deterjen atau sabun tersusun atas tiga komponen utama terdiri atas surfaktan (sebagai bahan dasar detergen) antara 20– 30%, bahan builder (senyawa fosfat) antara 70-80%, dan bahan aditif (pemutih, pewangi) antara 2-

8% (Soemirat, 2003). Konsentrasi fosfat yang melebihi 100 µg/L di badan air menyebabkan suatu fenomena eutrofikasi. Kondisi eutrofik, sangat memungkinkan alga dan tumbuhan air berukuran mikro tumbuh berkembang biak dengan cepat. Kondisi ini menyebabkan rendahnya konsentrasi oksigen terlarut bahkan sampai batas nol sehingga kualitas air turun.

Multi Soil Layering (MSL) merupakan salah satu metode yang terbukti efektif dalam pengolahan limbah cair domestik, industri kecil dan leachate (Salmariza et al, 2002; Kasman, 2004; Salmariza, 2012; Kasman et al, 2017). MSL memanfaatkan kemampuan tanah sebagai media utama dengan meningkatkan fungsinya melalui

struktur tanah untuk menurunkan parameter pencemar limbah cair. Keunggulan dari metode ini adalah mudah dari segi pengoperasian dan pengontrolan, bersifat ramah lingkungan, dan bahan-bahan yang digunakan mudah didapat seperti, tanah andesol yang berasal dari daerah pegunungan, serbuk gergaji, arang kelapa, dan material lain sebagai lapisan anaerob, serta kerikil atau batuan lainnya sebagai lapisan aerob.

Pada penelitian ini, limbah cair usaha *laundry* yang digunakan pada sampel penelitian ini diolah dengan media permeabel zeolit dan kerikil. Reaktor MSL terdiri atas lapisan impermeabel yaitu campuran tanah, arang dan material organik serta lapisan permeabel yaitu kerikil atau jenis batuan lain. Material yang digunakan dalam instalasi reaktor MSL tersedia melimpah di Indonesia, sehingga sangat direkomendasikan untuk diimplementasikan. Fokus penelitian ini adalah mengamati pengaruh laju pembebanan hidraulik atau *hydraulic loading rate* (HLR) terhadap penetralan pH dan efisiensi reduksi pencemar dalam MSL, meliputi COD, BOD, TSS, Phospat, dan MBAS.

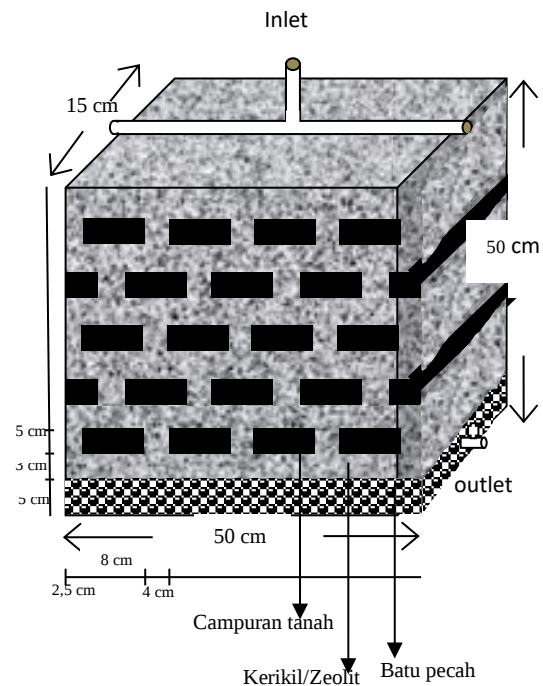
2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Reaktor MSL yang akan didesain terbuat dari akrilik dengan dimensi 15 x 50 x 50 cm yang dilengkapi dengan pipa inlet $\frac{1}{2}$ inci, pipa outlet $\frac{1}{2}$ inci dan pipa aerasi $\frac{1}{2}$ inci. Lapisan dasar reaktor MSL adalah batu pecah berdiameter 1-3 cm dengan ketinggian 5 cm disusun dan ditutup permukaannya dengan jaring plastik. Lapisan kedua, diisi dengan kerikil/zeolit dengan ketinggian 5 cm. Pada lapisan ketiga dibuat blok campuran tanah yang dipasang sejajar pada jarak masing-masingnya 4 cm. Kemudian lapisan selanjutnya diisi dengan kerikil/zeolit setinggi 3 cm. Lapisan-lapisan lain diisikan dengan cara yang sama sampai membentuk beberapa lapis blok-blok campuran tanah, lalu ditutupi dengan jaring plastik dan di atas jaring plastik tersebut dilapisi dengan lapisan kerikil/zeolit setinggi 3 cm.

Reaktor MSL dengan media permeabel kerikil dan media impermeabel terdiri atas tanah andesol dan arang dengan perbandingan berat 2 : 1. Reaktor MSL dengan media permeabel zeolit dan media impermeabel tanah andesol. Pada reaktor 1 (MSL 1), lapisan batuan kerikil yang digunakan adalah hasil ayakan berukuran 3-5 mm. Penggunaan batu kerikil yang seragam bertujuan untuk mencegah terjadinya penyumbatan. Pemilihan batu jenis kerikil dilakukan karena mudah didapatkan dan tidak memakan banyak biaya dalam pengadaannya, sedangkan pada reaktor 2 (MSL 2), lapisan zeolit yang digunakan berukuran 0,25-0,5 cm. Instalasi reaktor MSL dilengkapi

dengan bak penampung *leachate* baku (inlet) dan bak penampung Limbah Cair Laundry (outlet).



Gambar 1. Reaktor MSL

2.2. Sampel Limbah Cair Laundry

Sampel limbah cair *laundry* yang belum diolah, diperoleh dari bak penampung *laundry*. Satu kali eksperimen, sampel yang dialirkan ke reaktor MSL adalah 75 liter. Sampel yang diambil disimpan dalam wadah dirigen plastik dan segera digunakan. Karakterisasi awal sampel *laundry* dilakukan untuk mengetahui besar konsentrasi pencemar yang terdapat dalam *laundry* yang akan diolah.

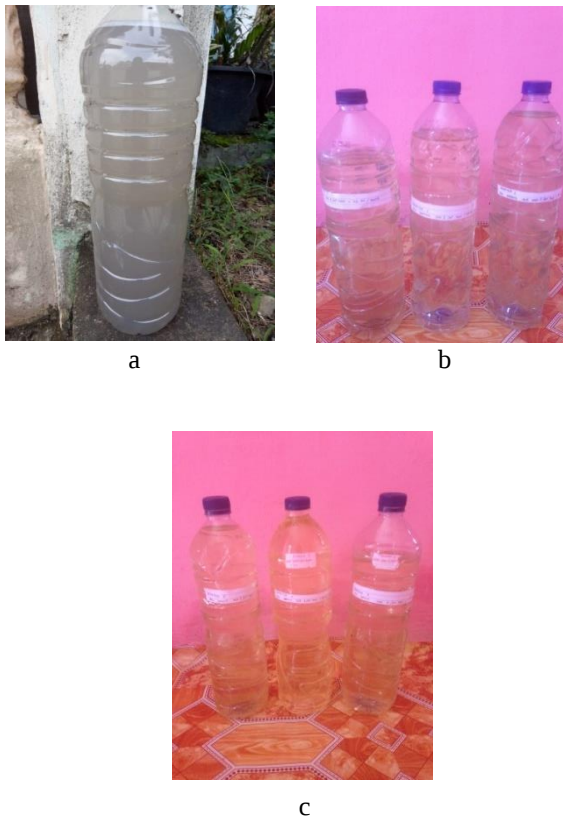
Secara fisik, limbah cair usaha *laundry* keruh berwarna keabu-abuan dan berbau (Gambar 2). Penurunan parameter pencemar sesuai baku mutu Permen LH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Perbandingan visual antara limbah cair usaha *laundry* awal dan hasil olahannya dapat dilihat pada gambar 2.

2.3 Prosedur

Pada penelitian ini, kinerja sistem MSL dilihat dengan memvariasikan *hydraulic loading rate* (HLR) atau laju pembebanan hidrolis yaitu 500 l/m².hari, 750 l/m².hari, dan 1000 l/m².hari. Eksperimen untuk tiap HLR dilakukan satu kali dan pengambilan sampel di titik outlet juga dilakukan satu kali.

3. Hasil dan Pembahasan

Reduksi pencemar dalam limbah *laundry* sangat dipengaruhi oleh komposisi material lapisan yang bisa dilalui oleh cairan (*permeable*) dan lapisan yang sulit dilalui oleh cairan (*impermeable*) yang tersusun di dalam reaktor MSL. Efisiensi reduksi dari parameter pencemar dalam *leachate* sangat dipengaruhi oleh laju alir pembebanan hidraulik (*Hydraulic Loading Rate*).



Gambar 2. Sampel limbah cair usaha *laundry* (a) hasil pengolahan limbah cair usaha *laundry* (b) dan (c)

Tabel 1. Hasil Uji Awal Limbah Cair Usaha *Laundry*

Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu*
pH	-	6,81	6,0-9,0
BOD	Mg/L	73	75
COD	Mg/L	162	180
TSS	Mg/L	68	60
Total Fosfat	Mg/L	0,806	2
MBAS	Mg/L	1,56	3

*Baku Mutu : Permen LH No. 5 Tahun 2014

3.1. Debit Pengolahan

Limbah cair usaha *laundry* dialirkan dengan *Hydraulic Loading Rate* (HLR) untuk MSL reaktor 1 dan reaktor 2 yaitu 500 l/m².hari, 750 l/m².hari, dan 1000 l/m².hari. HLR adalah laju alir pembebanan hidrolis (HLR) dalam limbah cair usaha *laundry* terhadap suatu bidang permukaan dalam satuan waktu tertentu. Dalam aplikasinya laju alir pembebanan hidrolis (HLR) digunakan untuk menentukan debit atau beban limbah cair *laundry* yang akan dialirkan ke reaktor MSL dalam satuan waktu tertentu, misalnya dinyatakan dalam ml/menit. Secara matematis dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_{HLR} = HLR \times \text{Luas bidang permukaan} \quad (1)$$

Pada HLR 500 l/m².hari, 750 l/m².hari, dan 1000 l/m².hari debit limbah cair *laundry* secara berurut adalah 26 ml/menit, 39 ml/menit dan 52 ml/menit.

Tabel 2. Hasil uji pengolahan limbah cair *laundry* dengan MSL

Parameter	Satuan	Konsentrasi Awal	Konsentrasi Akhir					
			MSL 1			MSL 2		
			HLR 500	HLR 750	HLR 1000	HLR 500	HLR 750	HLR 1000
1. BOD	Mg/L	73	18	17	11	11	9	9
2. COD	Mg/L	162	42	39	21	25	21	21
3. TSS	Mg/L	68	18	10	8	12	11	8
4. Total Fosfat	Mg/L	0,806	0,191	0,189	0,176	0,642	0,627	0,425
5. MBAS	Mg/L	1,56	0,098	0,096	0,080	0,235	0,213	0,127
6. pH	Mg/L	6,81	6,37	6,36	6,33	6,24	6,73	6,19

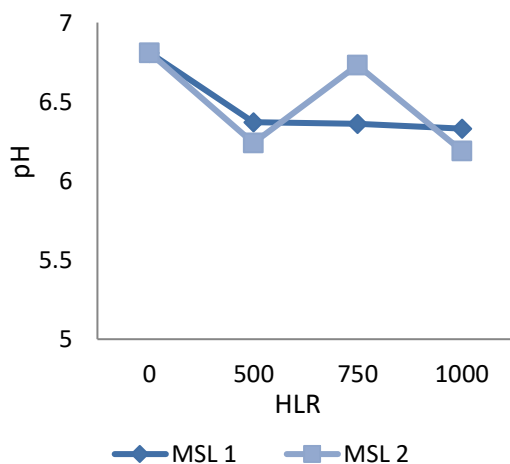
3.2. Pengaruh HLR Terhadap Penurunan Parameter Pencemar

Limbah cair *laundry* dialirkan secara gravitasi atas ke bawah (*gravity downflow system*). Eksperimen dilakukan secara *batch* (non kontinu) dengan HLR 500

l/m².hari, 750 l/m².hari dan 1000 l/m².hari. Hasil uji pengolahan limbah cair *laundry* dengan metoda MSL disajikan pada Tabel 2.

Penetratan pH

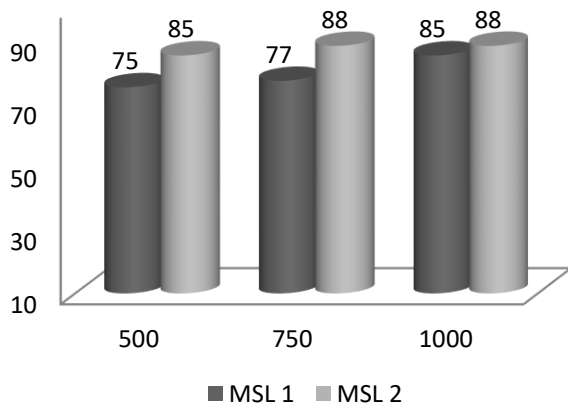
Limbah cair usaha *laundry* dimana nilai pH berkisar 6,81. Nilai pH pada ketiga HLR dan semua proses pengolahan menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu netral dan tidak melebihi baku mutu (6-9). Hal ini cenderung disebabkan sifat alami tanah yang mempunyai kemampuan untuk menetralkan pH. Pada MSL 2 media permeabel zeolit dengan variasi HLR 750 l/m².hari terdapat nilai yaitu 6,73 terlihat lebih baik dalam menyisihkan parameter pencemar *laundry* pada variasi HLR 750 l/m².hari MSL 2.



Gambar 3. Pengaruh HLR Terhadap Parameter pH

Efisiensi Penurunan Parameter BOD

Nilai BOD yang tinggi menunjukkan bahwa terdapat banyak senyawa organik dalam limbah, sehingga banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik, sedangkan nilai BOD yang rendah menunjukkan terjadinya penguraian limbah organik oleh mikroorganisme.

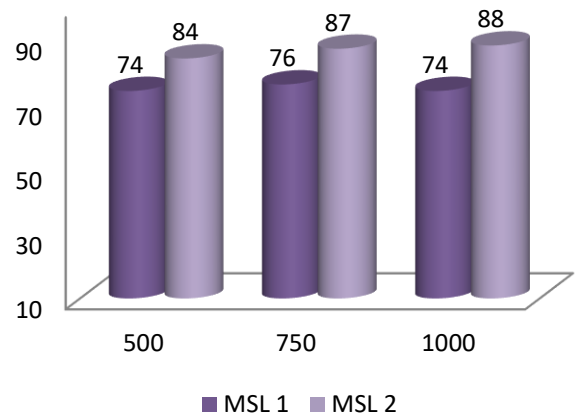


Gambar 4. Pengaruh HLR terhadap efisiensi Penurunan BOD

Efisiensi Penurunan Parameter COD

Penurunan nilai COD sesudah pengolahan disebabkan karena di dalam sistem MSL terjadi bermacam-macam proses seperti filtrasi, adsorpsi dan dekomposisi. Penurunan COD lebih membutuhkan kontak yang efektif antara air limbah dengan blok campuran tanah dimana ini mewakili lambatnya dekomposisi zat organik.

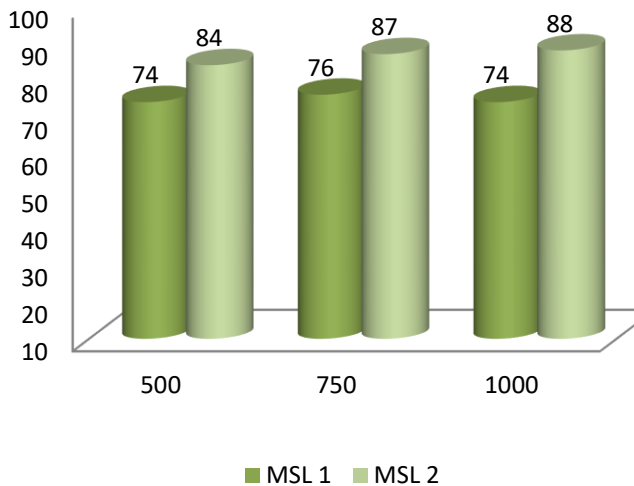
Efisiensi penurunan parameter COD pengolahan limbah cair usaha *laundry* pada HLR 500 l/m².hari, 750 l/m².hari, dan 1000 l/m².hari, MSL 1 (media kerikil, arang dan tanah andesol) persentase penurunan COD terlihat tidak stabil yaitu secara berurut 74%, 76%, 74% sementara, di MSL 2 persentase penurunan COD terlihat stabil yaitu secara berurut 84%, 87%, 87%.



Gambar 5. Pengaruh HLR Terhadap Efisiensi Penurunan COD

Hasil ini sama dengan hasil pada Hikmah (2014) tentang Pengolahan leacheate dengan MSL (media permeabel zeolit dan kerikil). Efisiensi penurunan COD lebih dipengaruhi oleh meningkatnya HLR. Hal ini disebabkan karena dekomposisi COD membutuhkan waktu retensi yang panjang dan waktu retensi menurun sejalan dengan meningkatnya HLR.

Efisiensi Penurunan Parameter TSS

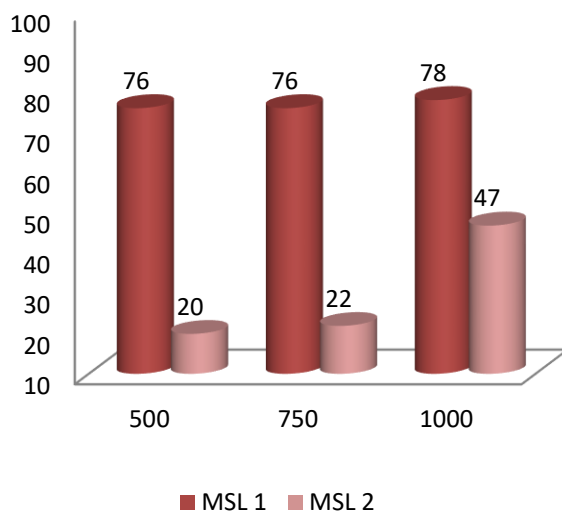


Gambar 6. Pengaruh HLR terhadap efisiensi penurunan TSS

Penurunan konsentrasi TSS menghasilkan nilai efisiensi penurunan yang baik. Efisiensi penurunan parameter TSS pengolahan limbah cair usaha *laundry* pada HLR 500 l/m².hari, 750 l/m².hari, dan 1000 l/m².hari, MSL 1 persentase penurunan TSS terlihat tidak stabil yaitu secara berurut 73%, 85%, 88% sementara, di MSL 2 persentase penurunan TSS terlihat stabil yaitu secara berurut 82%, 84%, 88%.

Efisiensi Penurunan Parameter Total Fosfat

Kandungan Total Fosfat yang tinggi menyebabkan suburnya algae dan organisme lainnya apa yang dikenal dengan eutrophikasi. Eutrophikasi adalah masalah lingkungan hidup yang dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem perairan khususnya pada air tawar dimana tumbuhan tumbuh sangat cepat dibandingkan pertumbuhan yang normal.

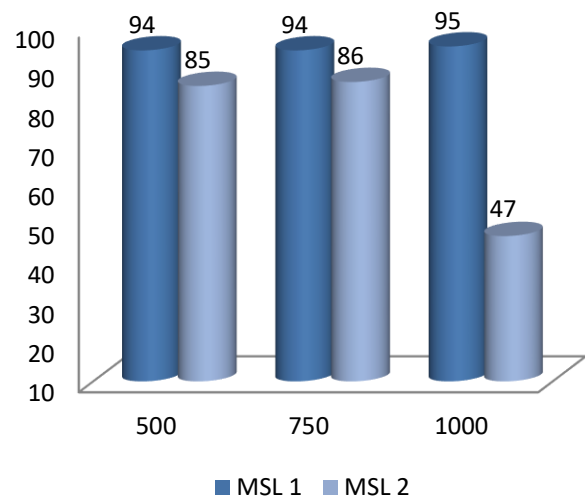


Gambar 7. Pengaruh HLR terhadap efisiensi penurunan Total Fosfat

Efisiensi penurunan parameter Total Fosfat pengolahan limbah cair usaha *laundry* pada variasi HLR 500 l/m².hari, 750 l/m².hari, dan 1000 l/m².hari, MSL 1 persentase penurunan Total Fosfat terlihat tidak stabil yaitu secara berurut 76%, 76%, 78% sementara, di MSL 2 persentase penurunan Total Fosfat terlihat tidak stabil yaitu secara berurut 20%, 22%, 47%. Jika dibandingkan kedua MSL tersebut, maka MSL 1 mempunyai persentase penurunan tertinggi.

Efisiensi Penurunan Parameter MBAS

Penurunan MBAS terjadi pada semua HLR. Hal ini karena adanya mikroorganisme yang terkandung di dalam media tumbuh dan mampu bertahan sehinggaa akhirnya dapat mendegradasi deterjen yang terandung di dalam air (Titisititi, 2010).



Gambar 8. Pengaruh HLR Terhadap Efisiensi Penurunan MBAS

Efisiensi penurunan parameter MBAS pengolahan limbah cair usaha *laundry* pada variasi HLR 500 l/m².hari, 750 l/m².hari, dan 1000 l/m².hari, MSL 1 media permeabel kerikil persentase penurunan MBAS terlihat tidak stabil yaitu secara berurut 94%, 94%, 95% sementara, di MSL 2 media permeabel zeolit persentase penurunan phospat terlihat tidak stabil yaitu secara berurut 85%, 86%, 92%. Efisiensi penurunan MBAS memiliki nilai tertinggi kisaran 85-95% dibandingkan dengan efisiensi penurunan BOD, COD, TSS, Phospat.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, variasi HLR sangat berpengaruh terhadap penurunan parameter pencemar limbah cair usaha laundry. Penurunan pencemar tertinggi untuk parameter COD, BOD, TSS, Total Fosfat, pH, dan MBAS diperoleh pada HLR 1000 l/m².hari dengan persentasi penurunan tertinggi secara berurutan sebesar 95 % pada MSL 1 dan penurunan 92 % pada MSL 2.
2. Hasil uji konsentrasi akhir limbah pada pengolahan menggunakan MSL menunjukkan bahwa penurunan parameter pencemar limbah cair usaha laundry dengan metode media zeolit lebih baik dalam menyisihkan parameter pencemar limbah laundry.baik COD, BOD, TSS, Total Fosfat, pH, dan MBAS.

Daftar Pustaka

- Attanandana, T., B. Saitthiti, S. Thongpae, S. Kritapirom, S. Luanmanee, and T. Wakasutki. (2000). Multy media layering system for food service wastewater treatment: *Ecology Engineering*, **Vol. 15** (2000) pp: 133-138.
- Chen, X., Sato, K., Wakatsuki, T., and Masunaga, T. (2007). Effect of structural difference on wastewater treatment efficiency in multi-soil-layering systems: Relationship between soil mixture block size and removal efficiency of selected contaminants. *Soil Science and Plant Nutrition*, **Vol.53, No. 2**: pp. 206–214.
- Eddy, 2008. Karakteristik Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, **Vol.2, No.2**, p.20.
- Ginting, P. (2007). Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Bandung: Yrama Widya.
- Hikmah, (2014). Reduksi parameter pencemar Dalam leachate dengan Metoda *Multi soil layering (MSL)*. *Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Universitas Batanghari, Jambi.
- Hudori, (2008). Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Menggunakan *Elektrokoagulasi (skripsi)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Kasman, M. (2004). Studi Pengolahan Limbah Cari Industri Keripik Ubi Kayu (*Manihot Utilissima*) dengan Metoda *Multi Soil Layering (MSL)*. *Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.
- Kasman, M., Herawati, P., Hikmah. (2017). [Pengolahan Leachate dengan Menggunakan Multi Soil Layering \(MSL\)](#). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari*, **14(3)**. P-ISSN 1411-8939, E-ISSN 2549 – 4236.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta.
- Masunaga et al, (2007). Characteristics of Wastewater Treatment Using a Multi Soil Layering System in Relation to Wastewater Contamination Levels and Hydraulic Loading Rate, *Soil Science and Plant Nutrition*: Japan
- Metcalf and Eddy, inc., (2004). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 4th edition. New York: Mc Graw-Hill.
- Putra, A. (2001). Pengolahan Limbah Cair PT. Bumi Sarimas Menuju Air Layak Minum dengan Metoda MSL (*Multi Soil Layering*) yang Dicampurkan Sekam Padi. *Thesis Pascasarjana*, Universitas Andalas, Padang.
- Salmariza, S., Sofyan, Ahmad, S. (2002). Minimalisasi Pencemaran Industri Crumb Rubber dengan Metoda MSL. *Laporan Penelitian*, Padang: Baristandag.
- Salmariza. (2011). Aplikasi Metoda MSL (Multi Soil Layering) Untuk Mengolah Air Limbah Industri Edilble Oil. *Jurnal Riset*. Vol.5. No.3. Padang, Sumatera Barat.
- Smulders, E. (2002). *Laundry Detergents*, Wiley-VCH, Veriag GmbH, Weinheim.
- Suhardi, (1994). Analisis Bahan Pangan dan Pertanian. Liberty: Yogyakarta.
- Syafnil, (2008). Mereduksi Kandungan Fe (Besi) dengan Metode *Multi Soil Layering (MSL)*. *Jurnal Gradien* Volume 4 Nomor 2 (2008).
- Wakatsuki, T, et al. (2001). High Grade On-Site Treatment of Domestic Wastewater and Polluted River Water by Multi Soil Layering Method. *Ecological Engineering*. Japan: Elsivier Press.