

EFISIENSI PENGGUNAAN SISTEM AERASI – MULTI SOIL LAYERING (MSL) DALAM PENGOLAHAN LIMBAH LAUNDRY

EFFICIENCY OF THE AERATION – MULTI SOIL LAYERING (MSL) SYSTEM IN LAUNDRY WASTEWATER TREATMENT

Aldina Fitri Khoiriyah, Nanik Astuti Rahman

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,

Jl. Raya Karanglo KM 2 Karangploso, Kota Malang, 65145, Indonesia

Email: afkhoiriyah@gmail.com

Abstrak

Banyaknya pendatang yang tinggal di Kecamatan Pandaan, Pasuruan mengakibatkan jasa laundry pun semakin banyak ditemukan. Usaha laundry memiliki dampak negatif bagi lingkungan, dikarenakan limbah laundry yang dibuang ke badan perairan tanpa proses pengolahan. Berdasarkan hasil uji karakteristik awal, didapatkan kadar TSS, BOD, dan COD pada limbah laundry yang melebihi baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lamanya waktu aerasi dan variasi dimensi soil mixture block (SMB) pada pengolahan limbah laundry sistem aerasi – MSL terhadap penurunan kadar TSS, BOD, dan COD. Waktu aerasi yang digunakan yaitu 0, 30, 60, 90, dan 120 menit, dengan variasi dimensi SMB (4×20×4) cm, (4×20×8) cm, dan (4×20×12) cm. Hasil penggunaan sistem aerasi – MSL terbukti efektif menurunkan kadar TSS, BOD, dan COD. Variasi terbaik menggunakan waktu aerasi 120 menit dan dimensi SMB (4×20×12) cm, dengan presentase penurunan TSS sebesar 78%, BOD sebesar 93,79%, dan COD sebesar 88%.

Kata kunci: laundry, aerasi, multi soil layering (MSL)

Abstract

The increasing number of migrants in Pandaan District, Pasuruan, has led to a rise in the number of laundry services. However, laundry operations have negative environmental impacts due to the disposal of untreated laundry wastewater into water bodies. Based on initial characteristic tests, the TSS, BOD, and COD in laundry wastewater were found to exceed the quality standards set by the East Java Governor Regulation No. 72 of 2013. This study aims to examine the effects of aeration time and variations in the dimensions of the Soil Mixture Block (SMB) on the treatment of laundry wastewater using the Aeration – Multi Soil Layering (MSL) system, regarding the reduction of TSS, BOD, and COD levels. The aeration times used were 0, 30, 60, 90, and 120 minutes, while the SMB dimensions varied as follows: (4×20×4) cm, (4×20×8) cm, and (4×20×12) cm. The results demonstrated that the Aeration-MSL system was effective in reducing the concentrations of TSS, BOD, and COD. The optimal variation was found with an aeration time of 120 minutes and an SMB dimension of (4×20×12) cm, which resulted in a reduction of TSS by 78%, BOD by 93.79%, and COD by 88%.

Keywords: laundry, aeration, multi soil layering (MSL)

Pendahuluan

Usaha laundry memiliki dampak negatif bagi lingkungan, dikarenakan banyaknya limbah laundry yang dibuang ke badan perairan tanpa melalui proses pengolahan. Komponen terbesar penyusun detergen antara lain yaitu 70 – 80% builders (senyawa fosfat), 20 – 30% surfaktan, dan 2 – 8% bahan aditif (pemutih dan pewangi) [1]. Berdasarkan uji karakteristik awal limbah laundry yang telah dilakukan, didapatkan hasil pH sebesar 6,92, konsentrasi TSS sebesar 150 mg/L, konsentrasi BOD sebesar 290 mg/L, konsentrasi COD sebesar 925 mg/L, konsentrasi minyak dan lemak sebesar 2,1 mg/L, konsentrasi detergen (MBAS) sebesar 0,9 mg/L, dan konsentrasi fosfat sebesar 1 mg/L. Berdasarkan baku mutu usaha laundry pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013, dari hasil uji karakteristik awal terdapat parameter – parameter yang melebihi baku mutu yaitu parameter TSS, COD, dan BOD, dimana baku mutu untuk parameter TSS adalah 100 mg/L, COD 250 mg/L, dan BOD 100 mg/L.

Kandungan – kandungan parameter TSS, BOD, dan COD yang melebihi baku mutu tersebut menyebabkan penurunan kualitas badan air. Sehingga, sudah seharusnya dilakukan pengolahan limbah laundry sebelum dibuang ke badan perairan. Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk mengolah limbah laundry, diantaranya adalah aerasi dan multi soil layering (MSL).

Aerasi adalah suatu usaha untuk mengolah limbah dengan cara menambahkan konsentrasi oksigen dalam air limbah. Untuk menambah konsentrasi oksigen dalam air dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan memasukkan oksigen ke dalam air dan mendorong air keatas agar terjadi kontak dengan udara [2]. Penelitian Rivai [3] menunjukkan hasil bahwa aerasi limbah selama 72 jam dengan debit 12 L/menit dapat menurunkan kadar COD sebesar 90% dan BOD sebesar 95%. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Pamungkas [4] memberikan hasil bahwa dengan pengolahan limbah laundry dengan aerasi dan fitoremediasi, terjadi penurunan parameter TSS dengan efektivitas sebesar 79,56%, penurunan parameter COD dengan efektivitas 67,87%, parameter BOD turun 68%, dan parameter fosfat turun dengan efektivitas 66,67%.

Multi Soil Layering (MSL) merupakan pengolahan air yang menggunakan beberapa lapisan tanah sebagai media utama. Lapisan tanah tersebut disusun seperti susunan bata yang memiliki dua zona pengolahan, yaitu zona aerob dan zona anaerob. Zona aerob dapat terjadi pada lapisan batuan kerikil, zeolite, dan diantara lapisan batuan dengan balok tanah. Sedangkan zona anaerob dapat berupa campuran antara tanah, serbuk gergaji, arang kelapa, dan material lainnya yang dicampurkan dan dibentuk seperti balok bata (soil mixture block) [5]. Berdasarkan penelitian Rahayu [6] yang menggunakan lapisan tanah andosol dan arang batok kelapa pada lapisan anaerob, serta zeolite dan kerikil sebagai lapisan aerob, didapatkan hasil penurunan kadar COD, pH, dan fosfat berturut – turut sebesar 90,91%; 30%; dan 80,72%. Penggunaan MSL pada penelitian Haribowo [7] didapatkan hasil penyisihan TSS, TDS, pH, DO, kekeruhan, dan DHL masing – masing sebesar 64,55%; 24,52%; 4,89%; 81,88%; 76,69%; dan 31,77%.

Penggunaan sistem Aerasi – Multi Soil Layering (MSL) untuk mengolah limbah laundry diharapkan dapat mengurangi kadar pencemar dalam limbah laundry. Selain itu sistem ini mudah dibuat, ekonomis, ramah lingkungan, tidak membutuhkan lahan yang luas, dan mudah dioperasikan sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait penggunaan sistem Aerasi – Multi Soil Layering (MSL) untuk mengolah limbah laundry.

Teori

Limbah Laundry

Limbah laundry merupakan sisa air yang ditimbulkan dari kegiatan mencuci pakaian. Kandungan yang terdapat pada air limbah laundry antara lain berasal dari detergen, pelembut pakaian, dan kotoran dari pakaian. Kandungan yang paling dominan pada air limbah laundry yaitu detergen [8].

Baku Mutu Limbah Laundry

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 Baku mutu air limbah merupakan batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha atau kegiatan.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Laundry

No.	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
1.	BOD	100
2.	COD	250
3.	TSS	100
4.	Minyak dan Lemak	10
5.	MBAS (Detergen)	10
6.	Fosfat (sebagai P_2O_4)	10
7.	pH	6 – 9

Dampak Limbah Laundry

Menurut Yuliani [9], beberapa dampak yang dapat ditimbulkan akibat pencemaran limbah laundry pada lingkungan dapat berlangsung secara langsung maupun tidak langsung. Beberapa dampak limbah laundry terhadap lingkungan antara lain:

a. Eutrofikasi

Adanya kadar fosfat yang tinggi dalam detergen dapat menyebabkan gulma air tumbuh subur. Meningkatnya gulma air dapat menyebabkan peningkatan penguraian fosfat.

b. Pendangkalan Badan Air

Peningkatan kadar detergen secara berlebih di perairan dapat meningkatkan senyawa fosfat dan meningkatkan pertumbuhan gulma. Akibatnya permukaan badan air akan tertutup dan cahaya matahari sulit masuk dan proses fotosintesis terhambat.

c. Kerusakan Organ Ikan

Tingginya akumulasi detergen dalam perairan akan menyebabkan semakin rendahnya suplai oksigen terlarut dalam air. Proses respirasi ikan bergantung pada kadar oksigen terlarut dalam air. Rendahnya

kadar oksigen terlarut akan menyebabkan terganggunya respirasi ikan. Dampak paling buruk adalah kematian pada ikan.

d. Menurunnya Estetika Lingkungan

Pengaruh secara langsung akibat adanya limbah laundry di perairan yaitu dapat mempengaruhi estetika lingkungan. Hal ini disebabkan oleh timbulnya busa dan bau yang melimpah.

Sistem Aerasi Terdifusi

Aerasi merupakan proses pencampuran atau pengkontakan udara dengan air, sehingga kadar oksigen terlarut dalam air dapat ditingkatkan. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi zat pencemar yang ada dalam air, sehingga konsentrasi zat pencemar dapat hilang. Pada aerasi terdifusi, Aerasi dilakukan dengan menggunakan blower dan diffuser atau dengan sistem mekanik, misal dengan aerator permukaan. Pada permukaan air, kadar oksigen akan lebih tinggi dikarenakan adanya proses difusi antara air dengan udara bebas. Semakin bertambahnya kedalaman air, kadar oksigen terlarut akan menurun.

Sistem MSL

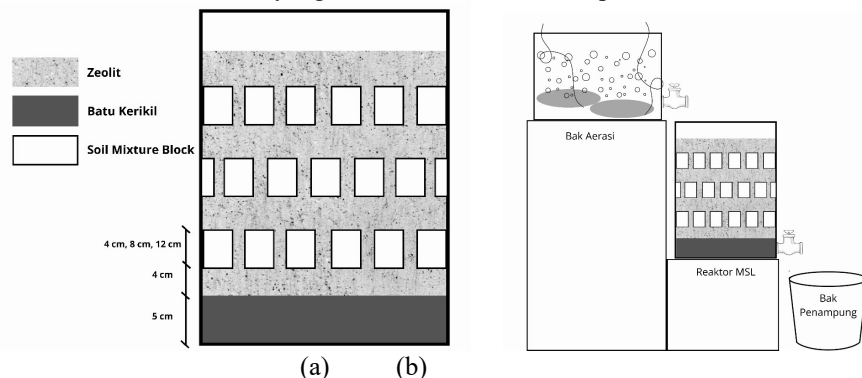
Sistem MSL memiliki struktur berupa lapisan dinding yang terdiri dari bata dan memanfaatkan gaya gravitasi dalam pengolahan limbah cair. Campuran tanah dibuat dalam blok campuran tanah (soil mixture block). Blok campuran tanah dicetak dalam bentuk balok yang kemudian akan membentuk pola lapisan selang – seling dengan zeolit sebagai media antar lapisannya [5]. Air limbah yang diolah dengan MSL akan mengalami 2 zona pengolahan air limbah, yaitu zona aerob yang pada penelitian ini terdiri dari zeolit dan perlit, sedangkan lapisan anaerob berupa SMB.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan metode eksperimen. Metode kuantitatif pada penelitian ini dilakukan dengan pembuatan reaktor aerasi dan reaktor Multi Soil Layering sebagai upaya untuk penanganan limbah laundry. Percobaan dilakukan untuk melihat adanya pengaruh penurunan TSS, BOD, dan COD dari air limbah setelah diberikan perlakuan. Sampel limbah laundry yang digunakan yaitu dari usaha laundry yang berada di Kelurahan Petungasri, Kecamatan Pandaan. Setelah dilakukan pengolahan limbah, kemudian dilakukan pengujian terhadap sampel untuk mengetahui efisiensi metode aerasi – multi soil layering dalam pengolahan air limbah.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain variabel bebas yaitu lamanya waktu aerasi dan dimensi media Soil Mixture Block (SMB). Lama waktu aerasi divariasikan menjadi 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Sedangkan dimensi Soil Mixture Block (SMB) yaitu $(4 \times 20 \times 4)$ cm, $(4 \times 20 \times 8)$ cm, dan $(4 \times 20 \times 12)$ cm. Variabel terikat yaitu variabel yang menjadi variabel yang disebabkan oleh adanya perubahan variabel lainnya. Sehingga variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat dari variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar TSS, BOD, dan COD pada air limbah.

Tahapan penelitian terdiri dari studi literatur, pengambilan sampel awal limbah laundry, uji karakteristik awal, preparasi reaktor aerasi – MSL, running percobaan, analisa efluen limbah, serta penyusunan pembahasan dan kesimpulan. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data yang dikumpulkan berasal dari sumber buku, artikel jurnal, dan peraturan pemerintah. Limbah laundry yang digunakan sebagai sampel diambil dari usaha laundry di Kelurahan Petungasri, Kecamatan Pandaan, Pasuruan. Pengambilan sampel dilakukan dengan meletakkan wadah penampung berupa jirigen plastik pada saluran keluar air limbah hingga mencapai volume yang diinginkan. Hasil analisa karakteristik awal menunjukkan kadar TSS, BOD, dan COD yang masih di atas baku mutu peraturan.



Gambar 1. (a) Susunan Reaktor Multi Soil Layering (MSL) (b) Rangkaian reaktor aerasi – multi soil layering

Reaktor aerasi menggunakan kaca dengan ukuran 30 cm × 20 cm × 20 cm. Dilakukan pemasangan pompa dan selang aerator. Selang kemudian dihubungkan dengan batu aerator yang diletakkan pada bagian dasar reaktor aerasi. Reaktor MSL yang digunakan berbahan kaca dengan ukuran yaitu 34 cm × 20 cm × 50

cm. Lapisan paling bawah diisi dengan pecahan batuan kerikil dengan ukuran 1 – 5 cm dengan ketinggian 5 cm. Lalu permukaan batu pecahan kerikil ditutup plastik paranet. Lapisan kedua diisi dengan zeolit setinggi 4 cm. Pada lapisan ketiga diisi soil mixture block (SMB) dengan campuran tanah andosol dan arang kayu dengan perbandingan 2 : 1. Ketinggian SMB divariasikan dengan dimensi (4 × 20 × 4) cm, (4 × 20 × 8) cm, dan (4 × 20 × 12) cm. Antar SMB diberi jarak 2 cm. Lapisan selanjutnya diisi dengan cara yang sama sampai memberntuk 3 lapisan SMB. Lapisan paling atas ditutup zeolit setinggi 4 cm.

Data didapatkan dengan melakukan Analisa sampel sesudah diolah pada reaktor aerasi – MSL. Parameter yang dianalisa yaitu TSS, BOD, dan COD. Setelah dilakukan uji karakterisasi awal dan analisa efluen, maka dapat diketahui presentase penurunan parameter TSS, BOD, dan COD. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi penurunan parameter – parameter tersebut yaitu :

$$\text{Efisiensi penurunan} = \frac{\text{hasil nilai analisa awal} - \text{hasil nilai analisa efluen}}{\text{hasil nilai analisa awal}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

Hasil

Hasil Uji Karakteristik Awal

Tabel 2. Hasil Analisa Karakteristik Sampel Limbah Laundry

No.	Parameter	Hasil Analisa (mg/L)	Kadar Maksimum (mg/L)
1.	pH	6,92	6 – 9
2.	TSS	150	100
3.	BOD ₅	290	100
4.	COD	925	250
5.	Minyak dan Lemak	2,10	10
6.	MBAS (Detergen)	0,90	10
7.	Fosfat (sebagai P ₂ O ₄)	1,00	10

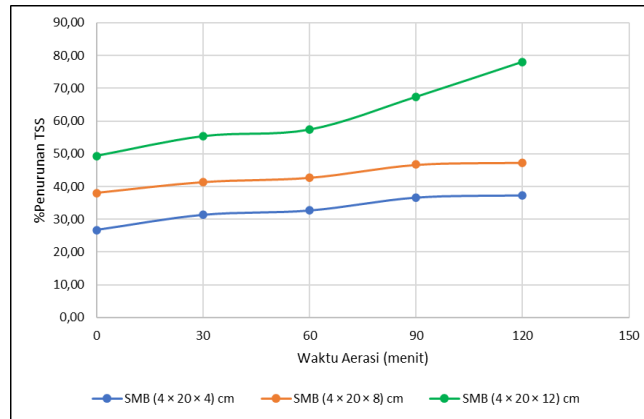
Hasil Uji Parameter TSS, BOD, dan COD

Tabel 3. Hasil Analisa TSS, COD, dan BOD

Dimensi SMB (cm)	Waktu Aerasi (menit)	Analisa TSS		Analisa BOD		Analisa COD	
		Hasil	% Penurunan	Hasil	% Penurunan	Hasil	% Penurunan
4 × 20 × 4	0	110	26,67	113	61,03	485	47,57
	30	103	31,33	109	62,41	456	50,70
	60	101	32,67	104	64,14	437	52,76
	90	95	36,67	104	64,14	437	52,76
	120	94	37,33	99	65,86	418	54,81
4 × 20 × 8	0	93	38,00	95	67,24	361	60,97
	30	88	41,33	95	67,24	342	63,03
	60	86	42,67	77	73,45	323	65,08
	90	80	46,67	70	75,86	285	69,19
	120	79	47,33	37	87,24	238	74,27
4 × 20 × 12	0	76	49,33	33	88,62	209	77,41
	30	67	55,33	24	91,72	181	80,43
	60	64	57,33	24	91,72	162	82,49
	90	49	67,33	20	93,10	142	84,65
	120	33	78,00	18	93,79	111	88,00

Pembahasan

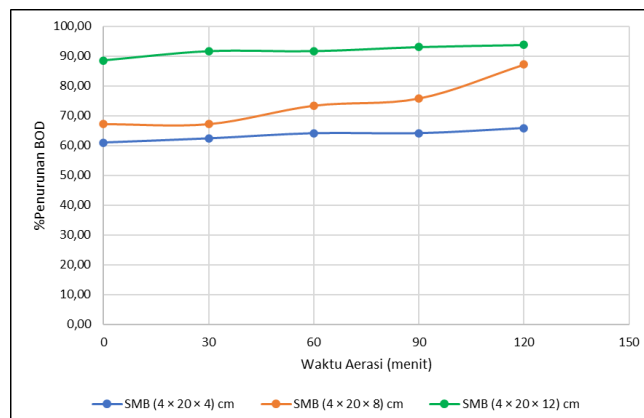
Analisa parameter TSS dilakukan dengan melakukan penyaringan pada air limbah menggunakan kertas saring. Kertas saring kemudian dimasukkan dalam oven untuk dikeringkan, lalu dimasukkan ke dalam desikator hingga berat stabil. Hasil selisih antara berat kertas saring setelah digunakan untuk menyaring limbah dan berat awal kertas saring kemudian dibagi dengan volume limbah yang disaring, sehingga diperoleh kadar TSS pada limbah laundry.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Aerasi dan Dimensi SMB Terhadap Penurunan TSS

Pada Gambar dapat diketahui bahwa semakin besar waktu aerasi dan semakin besar dimensi ketinggian SMB, maka presentase penurunan kadar TSS akan semakin besar pula. Lama waktu aerasi berpengaruh terhadap penurunan kadar TSS pada pengolahan limbah laundry. Aerasi akan menambah kadar oksigen terlarut dalam air. Kadar oksigen terlarut memiliki hubungan terbalik dengan konsentrasi TSS. Semakin lama waktu aerasi, maka kadar oksigen terlarut akan semakin besar, sehingga konsentrasi TSS akan semakin kecil.

Dimensi ketinggian SMB berpengaruh terhadap penurunan kadar TSS pada pengolahan limbah laundry. Penurunan kadar TSS pada limbah laundry dikarenakan adanya perbedaan energi atau gaya tarik menarik, sehingga molekul – molekul pada limbah laundry yang merupakan adsorbat akan tertarik atau terikat pada molekul zeolit yang merupakan adsorben. Berdasarkan Gambar, semakin besar dimensi ketinggian SMB, maka presentase penurunan kadar TSS akan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin besar ketinggian media SMB, maka waktu kontak air limbah dengan media SMB akan semakin lama dan jumlah pori pada SMB yang dilalui air limbah semakin banyak. Hal ini dapat meningkatkan daya saring dan daya ikat dari media SMB, sehingga semakin banyak partikel padatan tersuspensi yang akan tertahan pada media SMB, akibatnya nilai konsentrasi TSS akan semakin kecil.

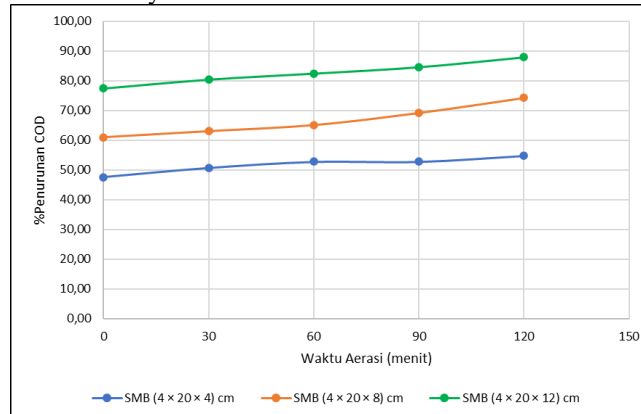


Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Aerasi dan Dimensi SMB Terhadap Penurunan BOD

Pada Gambar dapat diketahui bahwa semakin besar waktu aerasi dan semakin besar dimensi ketinggian SMB, maka presentase penurunan kadar BOD akan semakin besar pula. BOD merupakan karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk

menguraikan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologi dalam kondisi aerobik. Pemberian oksigen ke dalam air limbah dapat menurunkan nilai BOD karena dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk mikroorganisme pengurai. Semakin lama waktu aerasi, maka akan semakin banyak suplai oksigen ke dalam air limbah, sehingga dengan meningkatnya suplai oksigen maka akan semakin banyak kandungan organik yang akan terurai dan mengakibatkan turunnya kadar BOD dalam air limbah.

Di dalam tanah andosol terdapat mikroorganisme tanah, diantaranya adalah *Achoromobacter* sp dan *Bacillus subtilis*. Kedua jenis bakteri ini memiliki kemampuan untuk menguraikan zat – zat organik. Sehingga semakin besar dimensi ketinggian SMB, maka waktu kontak air limbah dengan media SMB akan semakin besar pula. Hal ini mengakibatkan lebih banyak zat – zat organik dalam air limbah laundry yang dapat terurai dan menurunkan kadar BOD dalam efluen limbah. Selain itu, media SMB juga dapat berfungsi sebagai media penyaring dalam proses filtrasi yang memungkinkan terjadinya penyaringan material – material organik dalam air limbah laundry.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Aerasi dan Dimensi SMB Terhadap Penurunan COD

Pada Gambar dapat diketahui bahwa semakin besar waktu aerasi dan semakin besar dimensi ketinggian SMB, maka presentase penurunan kadar COD akan semakin besar pula. COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan agar senyawa organik dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sulit didegradasi sehingga nilai COD akan selalu lebih besar daripada BOD. Semakin lama waktu aerasi, maka kadar oksigen terlarut dalam air akan semakin tinggi. Dengan berkurangnya zat – zat organik yang berada dalam air limbah, maka presentase penurunan kadar COD akan semakin besar.

Media SMB pada reaktor multi soil layering (MSL) berfungsi sebagai filter. Arang kayu yang digunakan dalam pengolahan air limbah dapat menurunkan kadar COD pada limbah cair. Hal ini terjadi akibat adanya gaya Van Der Waals, yaitu gaya tarik menarik antara adsorben arang dan adsorbat zat organik sehingga permukaan media akan tertutup oleh adsorbat. Sehingga semakin besar dimensi ketinggian SMB, maka adsorpsi zat organik akan semakin maksimal dan presentase penurunan kadar COD akan semakin besar.

Kesimpulan

Semakin lama waktu aerasi dan semakin besar dimensi ketinggian SMB yang digunakan untuk pengolahan air limbah laundry, presentase penurunan parameter TSS, BOD, dan COD pada limbah laundry akan semakin besar. Dengan variasi terbaik yaitu pada waktu aerasi selama 120 menit dan dimensi *Soil Mixture Block* (SMB) sebesar (4 × 20 × 12) cm dengan presentase penurunan TSS sebesar 78%, BOD sebesar 93,79%, dan COD sebesar 88%.

Daftar Pustaka

- [1] N. Sopiah, "Laju Degradasi Surfaktan Linear Alkil Benzene Sulfonat (LAS) Pada Limbah Deterjen Secara Anaerob Pada Reaktor Lekat Diam Bermedia Sarang Tawon," *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, vol. 7, no. 3, 2006, doi: 10.29122/jtl.v7i3.387.
- [2] N. Sekarwati, "PENURUNAN KADAR TOTAL Phosphat (PO₄) PADA LIMBAH LAUNDRY DENGAN METODE AERASI-FILTRASI DI DUSUN TAMBAKBAYAN CATUR TUNGGAL, DEPOK, SLEMAN, YOGYAKARTA," *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT*, vol. 11, no. 1, Oct. 2018, doi: 10.47317/jkm.v11i1.72.

- [3] V. Rivai, C. D. R. Wulandari, and H. Setyobudiarso, “EFEKTIVITAS METODE AERASI BUBBLE AERATOR DALAM MENURUNKAN KADAR BOD DAN COD AIR LIMBAH RPS LAUNDRY KOTA MALANG,” *Jurnal Mahasiswa "ENVIRO"*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [4] B. T. Pamungkas, F. Salma Afifah, D. Suwazan, P. Studi, T. Lingkungan, and U. Pelita Bangsa, “Tahun 2022 Call for papers dan Seminar Nasional Sains dan Teknologi Ke-1 2022 Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa,” vol. 1, no. 1, p. 516, 2022.
- [5] I. Irmanto, A. Wulandari, S. N. Handayani, and R. Listiani, “EFEKTIVITAS PENURUNAN KADAR LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE DAN FOSFAT PADA LIMBAH CAIR LAUNDRY MENGGUNAKAN SISTEM MULTI SOIL LAYERING,” in *Prosiding Seminar Nasional LPPM UNSOED*, 2024, pp. 17–32.
- [6] A. Rahayu, M. Maryudi, N. Nuraini, N. A. Z. Amrillah, I. Mulyadi, and F. F. Hanum, “Reduction of COD, pH and Phosphate Levels in Laundry Wastewater Using Multi Soil Layering (MSL) Method,” *JURNAL SAINS NATURAL*, vol. 13, no. 1, p. 31, Jan. 2023, doi: 10.31938/jsn.v13i1.450.
- [7] R. Haribowo, S. Megah, and W. Rosita, “Efisiensi Sistem Multi Soil Layering Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Daerah Perkotaan Padat Penduduk,” *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 10, no. 1, pp. 11–27, Jul. 2019, doi: 10.21776/ub.pengairan.2019.010.01.2.
- [8] N. Atmaja, “FITOREMEDIASI AIR LIMBAH LAUNDRY DENGAN TANAMAN KANA (*Canna indica*) PADA CONSTRUCTED WETLAND,” 2022.
- [9] R. L. Yuliani, E. Purwanti, and Y. Pantiwati, “Pengaruh Limbah Detergen Industri Laundry terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Effect of Waste Laundry Detergent Industry Against Mortality and Physiology Index of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*),” 2015.