

<b>REDUCTION OF COD, pH AND PHOSPHATE LEVELS IN LAUNDRY WASTEWATER USING MULTI SOIL LAYERING (MSL) METHOD</b>			
Tanggal	Author	Editor	Bukti
25/10/2022	Submission	Received	Lampiran 1
10/12/2022		Review (Editor A)	Lampiran 2
14/12/2022		Review (Editor B)	Lampiran 3
30/12/2022		Accepted	Lampiran 4
17/01/2023		Publish	Lampiran 5

Lampiran 1

Corresponding Author - Google | x | #450 Review

ejournalunb.ac.id/index.php/JSN/author/submissionReview/450

**SUBMISSION**

Authors: Aster Rahayu, Maryudi Maryudi, Nuraini Nuraini, Nafira Alf Zaini Amrillah, Irwan Mulyadi, Farah Fadillah Hanum

Title: Reduction of COD, pH and Phosphate Levels in Laundry Wastewater Using Multi Soil Layering (MSL)

Method: Method

Section: Articles

Editor: Mia Azizah

**PEER REVIEW**

**ROUND 1**

Review Version: 450-1767-1-RV.docx 2022-10-25

Initiated: 2022-11-13

Last modified: 2022-12-14

Uploaded file: Reviewer A 450-1846-1-RV.docx 2022-12-14  
Reviewer B 450-1842-1-RV.docx 2022-12-10

**EDITOR DECISION**

Decision: Accept Submission 2022-12-30

Notify Editor: Editor/Author Email Record 2023-01-02

Editor Version: None

Author Version: 450-1790-1-ED.docx 2022-11-08 DELETE  
450-1790-2-ED.docx 2022-12-27 DELETE  
450-1790-3-ED.docx 2023-01-14 DELETE

**Supported by :**

**ijournalindonesia**  
JURNAL INDONESIA

**Open Journal Systems**

- » Focus & Scope
- » Author Guidelines
- » Online Submission
- » Publication Ethics
- » Digital Archiving
- » Screening Plagiarism
- » Author Fees
- » Editorial Board
- » Peer Reviewers
- » Abstracting and Indexing
- » Order Journal
- » Contact

**User**

You are logged in as...  
**asterrahayu**

- » My Journals
- » My Profile

21:06 24/01/2023

REDUCTION OF COD, pH AND PHOSPHATE LEVELS IN LAUNDRY WASTEWATER USING MULTI SOIL LAYERING (MSL) METHOD

ASTER RAHAYU\*, MARYUDI, NURAINI, NAFIRA ALFI ZAINI AMRILLAH, FARAH FADILLAH HANUM

Program Studi Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa  
Yogyakarta

\* alamat email korespondensi: [aster.rahayu@che.uad.ac.id](mailto:aster.rahayu@che.uad.ac.id)

**ARTICLE INFO**

*Article history:*

Received 29 Dec 2020,  
Revised xx xxx 2021,  
Accepted xx xxx 2021  
Available online xx xxx 2021

*Keywords:*

- ✓ keyword 1
- ✓ keyword 2
- ✓ keyword 3
- ✓ keyword 4
- ✓ keyword 5

\*corresponding author:

**ABSTRACT**

*The growth of laundry services is directly proportional to the use of detergent. Detergent is a cleaning product that contains high levels of COD and phosphate. One method that can be used to overcome this problem is Multi Soil Layering (MSL). This research will concentrate on the effect of flow rate on decreasing pH, COD, and phosphate levels in industrial laundry waste. MSL was installed using a mixture of andosol soil and activated charcoal from coconut shells. Laundry waste in MSL with various flow rates of 100, 50, and 10 ml/minute. The waste degradation system takes place anaerobically by optimizing the anaerobic work in the andosol soil. By draining the laundry industry waste into the MSL system, the pH, COD, and phosphate levels were 7, 90.9%, and 80.7%, respectively. This MSL method has a residence time of 266 minutes for a flowrate of 100 mL/minute, 532 minutes for a flowrate of 50 mL/minute and 2660 for a flowrate of 10 mL/minute.*

**PENDAHULUAN**

Limbah yang paling banyak mencemari lingkungan adalah limbah cair. Salah satu penghasil limbah cair yang paling banyak adalah limbah cair rumah tangga khususnya *laundry*. Limbah rumah tangga memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan apabila disalurkan langsung ke alam bebas tanpa

adanya pengolahan. Limbah rumah tangga mengandung zat-zat kimia dan berbagai bakteri yang dapat menyebabkan terganggunya keberlangsungan hidup ekosistem. Limbah *laundry* yang didominasi oleh kandungan deterjen itu sendiri merupakan hasil samping dari penyulingan minyak bumi yang diberi berbagai tambahan zat kimia seperti surfaktan (bahan pembersih), *alkyl benzene* (ABS), fosfat yang berfungsi sebagai penghasil busa serta bahan pengurai senyawa organik. Komponen terbesar dari deterjen yaitu bahan *builders* antara 70-80%, bahan dasar sekitar 20-30%, dan bahan aditif relatif sedikit antara 2-8%. Pemakaian deterjen akan menghasilkan limbah karena setelah pemakaian, air bekas cucuan yang telah mengandung deterjen dibuang di lingkungan [1]. Kandungan deterjen dan fosfat berlebihan dalam badan air dapat memberikan efek buruk bagi lingkungan. Salah satu efek buruknya adalah dapat menurunkan kemampuan perkembangbiakan organisme perairan [2], [3]. Adapun kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam badan air akan mempengaruhi kualitas air tersebut, sehingga kita bisa menentukan baik atau tidaknya air yang akan kita gunakan merujuk kepada baku mutu air limbah domestik.

Aktivitas pembuangan limbah tersebut dapat menyebabkan berbagai masalah seperti masalah kesehatan, pencemaran air, dan penurunan kualitas air. Untuk menjaga kelestarian lingkungan suatu perairan, perlu diperhatikan pemakaian jenis deterjen sintetis serta menghindari pembuangan sampah deterjen ini secara berlebihan ke dalam suatu lingkungan perairan [4]. Oleh sebab itu, pengolahan limbah yang tepat sangat penting bagi lingkungan. Air limbah domestik telah menjadi isu penting yang muncul sejalan dengan terus meningkatnya populasi manusia dan kemajuan pembangunan yang semakin pesat. Air limbah merupakan bahan buangan proses yang banyak mengandung bahan kimia yang sulit untuk dihilangkan dan berbahaya, sehingga air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan [5].

Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun 2014 menyatakan bahwa 60-70 % sungai di Indonesia telah tercemar limbah domestik atau rumah tangga. Pada umumnya karakteristik dari air limbah domestik diantaranya adalah TSS 25-183 mg/L, COD 100-700 mg/L, BOD 47-466 mg/L, total *coliform*  $58-8,03 \times 10^7$  CFU/100 ml [6]. Penanggulangan pencemaran limbah domestik, terutama yang berasal dari rumah tangga sangatlah pelik. Kemampuan penjernihan air dan tempat pembuangan sampah yang terbatas tidak sesuai dengan jumlah limbah yang terus bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Beberapa metode pengolahan limbah yang dapat digunakan dalam menurunkan nilai surfaktan dan fosfat ini diantaranya adalah bidegradasi, elektroagulasi, membran dan biofilter [7].

Salah satu alternatif untuk pengolahan limbah menggunakan teknik pengolahan limbah secara biologi yaitu penggunaan mikroba dengan tujuan mengurangi tingkat keracunan senyawa organik dan logam berat pada lingkungan. Pendekatan pengelolaan ini mengacu pada teknik bioremediasi. Pada teknik ini menggunakan mikroba sebagai pendekompos zat pencemar dan proses ini dikenal dengan bioremoval, dimana metode *Multi Soil Layering* (MSL) adalah salah satunya [8]. MSL merupakan salah satu metode pengolahan air limbah dan air bersih yang terbukti ekonomis, tidak membutuhkan lahan yang luas dan mudah dioperasikan. MSL mampu mengoptimalkan proses filtrasi, adsorpsi, dan proses membran dalam suatu sistem reaktor MSL [9]. Sistem MSL menggunakan sejumlah besar bahan-bahan alami untuk menghasilkan kualitas air yang baik bagi lingkungan atau pertanian. Selain itu, sistem ini dapat dipertahankan dan dioperasikan dengan biaya rendah, hanya membutuhkan lahan kecil, dan sangat ideal untuk daerah perkotaan di negara [2].

Metode *Multi Soil Layering* (MSL) telah berhasil menurunkan kadar parameter pencemar biologi seperti BOD, COD, TSS, DO, Ph, bau, dan kekeruhan serta parameter pencemar logam berat seperti Fe, Mn, dan [10]. Pada penelitian yang telah banyak dilakukan seperti contohnya pada

penelitian Sofyan (2009) pada air limbah domestik MSL dapat menurunkan BOD sekitar 68,67-87,63%, COD sekitar 71,42-87,73%, dan TSS sekitar 69,11-77,12% [9]. Dan pada penelitian Hardah (2019), air limbah industri minyak goreng proses MSL dapat menurunkan kadar BOD sekitar 86-99%, COD sekitar 71-96%, TSS sekitar 77-88%, dan pH dari 6,37-6,95 menjadi 6,99-7,24 [11]. Tak hanya menurunkan kadar TSS dan COD, Metode *Multi Soil Layering* (MSL) telah diujicobakan dalam menyerap limbah kalium dari persawahan di daerah Tunggang, Kelurahan Pasar Ambacang, Kecamatan Pauh, Kota Padang. Hasil analisis karakteristik limbah cair tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi melebihi standar konsentrasi kalium pada air [12]. Dengan tingkat keberhasilan pengolahan dengan MSL sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengolahan limbah *laundry* dengan menggunakan metode *Multi Soil Layering* (MSL). Pada penelitian ini akan lebih difokuskan pada observasi pengaruh laju alir inlet limbah *laundry* ke dalam reaktor MSL yang difokuskan pada peningkatan nilai Fosfat dan COD..

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Tanah andosol, arang batok kelapa, *zeolite* alam, kerikil, limbah industri *laundry*, serta beberapa bahan pembantu untuk analisis meliputi *Ferro Ammonium Sulfat*,  $H_2SO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Ag_2SO_4$  dan Aquades.

### Metode

#### *Instalasi MSL*

Proses instalasi diawali dengan merakit reaktor dalam bentuk bak akrilik dengan ukuran 50 cm x 15 cm x 50 cm. Kemudian diisi kerikil setinggi 4 cm pada lapisan dasarnya. Setelah itu, ditimpa dengan zeolit setinggi 4 cm. Zeolit digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Zeolit yang digunakan berukuran antara 6-8 mesh. Selanjutnya, membuat campuran arang batok kelapa dan tanah andosol dengan perbandingan 1:2. Campuran tersebut dibuat menjadi balok seperti batu bata dengan ukuran 4 cm x 9 cm x 15 cm yang dikemas dengan net atau jaring seperti terlihat pada gambar 1.

#### *Degradasi limbah laundry dengan metode MSL*

Limbah *laundry* di saring terlebih dahulu sebelum dialirkan ke dalam MSL. Proses pengaliran limbah *laundry* yang telah dipersiapkan dilakukan beberapa pengaturan kondisi seperti kecepatan alir inlet. Adapun variasi kecepatan alir inlet dari sistem limbah *laundry* ini yaitu, 10, 50 dan 100 m/menit. Sampel air bersih hasil proses setiap selang waktu 10 menit kemudian dianalisis menggunakan beberapa parameter yaitu pH, kadar fosfat dan COD

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Degradasi limbah laundry dengan metode MSL**

Tanah andosol yang disusun dalam reaktor menciptakan kondisi anaerob dimana mikroorganisme tidak dapat tumbuh dalam kondisi kurang atau tidak terdapat oksigen. Kemudian arang batok kelapa digunakan sebagai arang aktif untuk adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Arang batok kelapa dipecah menjadi pecahan yang lebih kecil. Adsorbat akan semakin banyak terserap apabila ukuran partikel semakin kecil [13].

Dalam reaktor ini disusun atas empat lapisan setelah lapisan dasar. Sistem ini dibuat dalam bentuk lapisan untuk meningkatkan fungsi tanah melalui strukturnya sebagai media utama dalam pengolahan air, yang dibentuk dalam susunan batu bata dengan isian yaitu campuran tanah dengan arang (karbon), material organik dan lainnya dengan batuan seperti kerikil dan zeolit.

Pada sistem MSL ini, proses biodegradasi limbah cair dapat terjadi secara anaerob melalui bantuan mikroorganisme di dalamnya. Lapisan pertama dan ketiga tersusun atas empat balok campuran tanah dan arang sedangkan lapisan kedua dan keempat tersusun atas tiga balok campuran tanah dan arang. Perbedaan jumlah balok campuran ini menyesuaikan tempat yang ada dalam reaktor. Pada lapisan campuran tanah dan arang inilah bagian dari zona anaerob, tempat berlangsungnya proses adsorpsi. Pori-pori arang yang kecil dapat menyerap dan menghilangkan zat organik karena bidang adsorpsi semakin luas. Hal ini sejalan dengan penelitian Hadrah (2019), pada zona anaerob terjadi proses penyisihan COD yang menunjukkan keberadaan zat organik serta mereduksi senyawa fosfat dan senyawa organik lainnya [14]. Mikroorganisme yang ada dalam zona anaerob hidup dengan simbiosis mutualisme dan melakukan degradasi berantai oleh bakteri yang ada dalam MSL. Kemudian diantara lapisan campuran tanah dan arang ditutup dengan zeolit setinggi 4 cm. Batuan zeolit dan kerikil yang digunakan dalam MSL merupakan bagian dari zona aerob.

Partikel-partikel tersuspensi dari air limbah cair akan menempel pada permukaan kerikil dan zeolit, terjadilah proses adsorpsi. Hal ini dapat terjadi akibat batuan kerikil dan zeolit memiliki pori-pori yang dapat menyerap partikel tersebut. Campuran tanah dan permukaan zeolit akan menyerap material organik yang ada di dalam air.

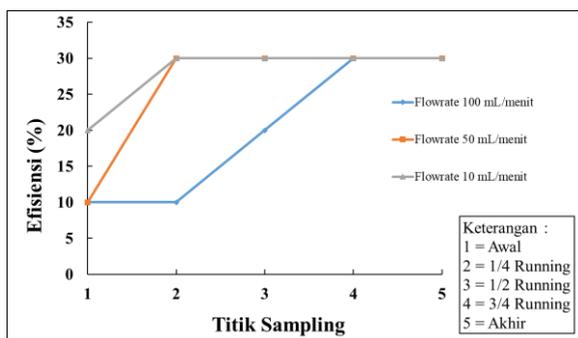
Sampel yang digunakan berupa limbah deterjen yang kemudian diolah menggunakan metode MSL dengan variasi *flowrate* yang dimasukkan dalam reaktor. Pada saat air limbah deterjen dimasukkan dalam reaktor inilah terjadi proses filtrasi. Ukuran partikel penyusun lapisan aerob dan anaerob dapat memengaruhi proses filtrasi. Semakin kecil material penyusun maka zat-zat yang tersuspensi pada air limbah akan tertahan dengan sempurna [15].

Air limbah yang telah diproses dalam reaktor MSL pada setiap *flowrate* mengalami perubahan warna yang cukup signifikan dari abu-abu keruh menjadi bening. Perubahan warna pada air limbah terjadi karena bahan media cukup efektif dalam menyerap kadar warna dan zat-zat lain yang ada pada air limbah. Menurut Wakatsuki et al. (2013) pengolahan dengan metode MSL menggunakan material organik, karbon dan material lainnya seperti arang dalam campuran tanah sebagai lapisan anaerob dapat menambah luas permukaan adsorben dan pori-pori yang lebih kecil untuk proses penyaringan [3].

### **Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai pH**

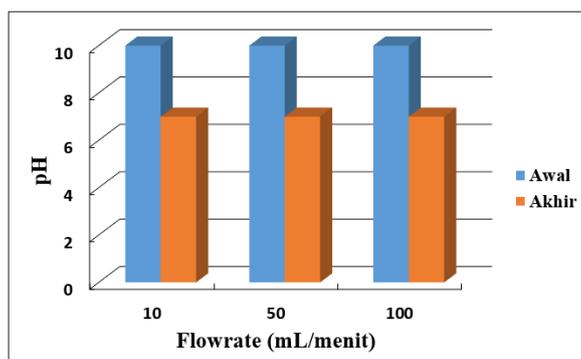
Metode MSL ini dapat menurunkan pH cairan limbah deterjen dari basa menjadi netral. Hal ini dapat dilihat dari presentase penurunan masing-masing *flowrate* yang mengalami kenaikan dari 10%

menjadi 30% seperti yang terlihat pada Gambar 2. Selama proses pengaliran sampel, terjadi penguraian asam lemak dan senyawa organik oleh mikroorganisme tanah pada sistem MSL. Kation basa yang terkandung dalam tanah seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  dan kation asam seperti  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{H}^+$  menyebabkan tanah dapat menetralkan pH. Apabila tanah dengan pH basa, kation basa akan berukar dengan kation asam, begitu juga sebaliknya. Hal itulah yang menyebabkan terjadinya perubahan pH oleh tanah. Semakin kecil nilai pH maka semakin besar presentase penurunan pH [10].



Gambar 2. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan pH

Konsentrasi pH awal pada masing-masing *flowrate* adalah 10. Setelah sampel limbah *laundry* mengalami proses pengolahan menggunakan MSL, maka setiap sampel untuk masing-masing *flowrate* mengalami penurunan nilai pH hingga menjadi netral dengan efisiensi mencapai 30%. Gambar 3 menunjukkan pengaruh masing-masing *flowrate* terhadap pH dengan perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL.

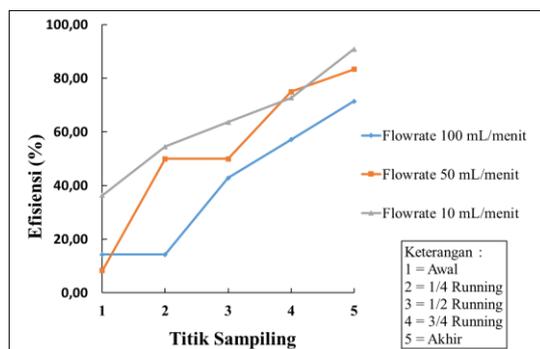


Gambar 3. Perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL

#### Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai COD

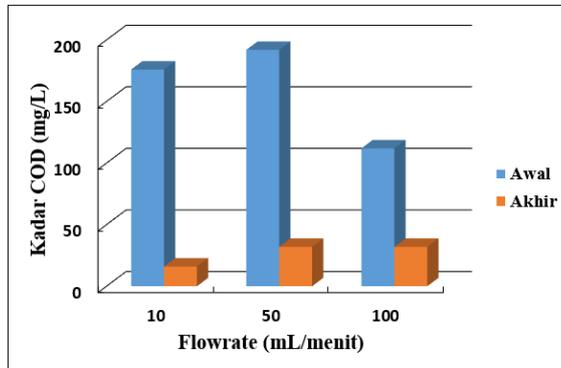
Penentuan kadar COD dilakukan dengan menggunakan metode refluks tertutup secara titrimetri. Metode ini menggunakan pengoksidasi yaitu  $K_2C_2O_7$  yang mendidih dalam keadaan asam untuk penentuan nilai COD. Untuk mengetahui besarnya presentase penurunan COD limbah deterjen, dilakukan pengukuran kadar COD sebelum pengolahan dan sesudahnya. Penurunan nilai COD dipengaruhi proses adsorpsi zat organik pada karbon aktif dan zeolit, proses oksidasi dari komponen organik pada pipa aerasi, variasi laju alir masuk, serta adanya penguraian komponen organik oleh mikroorganisme tanah. Selain itu, waktu kontak tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar COD pada air limbah deterjen [16]. COD menyatakan banyaknya  $O_2$  yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang terkandung di dalam substrat dan reaksi fermentasi pada zona anaerob sehingga terurai menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Dari hasil pengukuran COD menunjukkan nilai penurunan yang tinggi. Hal ini dikarenakan reaksi pada kedua zona berlangsung sempurna dan menghasilkan produk gas  $CO_2$  dan metan [17].

Gambar 4 menunjukkan pengaruh kecepatan alir terhadap penurunan nilai COD. Nilai awal COD pada *flowrate* 100 mL/menit, 50 mL/menit dan 10 mL/menit secara berturut-turut sebelum melalui reaktor MSL sebesar 112 mg/L, 192 mg/L, dan 176 mg/L. Setelah diolah menggunakan metode MSL pada *flowrate* 100 mL/menit kadar COD mengalami penurunan dari 112 mg/L menjadi 32 mg/L. Pada *flowrate* 50 mL/menit penurunan kadar COD dari 192 mg/L menjadi 32 mg/L. Setelah perlakuan dengan MSL, didapatkan efisiensi penurunan kadar COD 70-90 %. Pada *flowrate* 10 mL/menit penurunan kadar COD dari 176 mg/L menjadi 16 mg/L.



Gambar 4. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan kadar COD

Presentase penurunan kadar COD limbah *laundry* cenderung mengalami peningkatan pada masing-masing *flowrate*. Presentase penurunan pada *flowrate* 100 mL/menit mencapai 71,4%, untuk *flowrate* 50 mL/menit mencapai 83,3% dan *flowrate* 10 mL/menit mencapai 90,9%. Metoda MSL dapat digunakan untuk mengolah berbagai jenis limbah cair industri sasirangan. Metoda MSL mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 65.6%. Kandungan bakteri pengurai sangat berperan untuk meningkatkan efisiensi metoda MSL dalam menguraikan senyawa organik limbah cair industri sasirangan [18]. Pengaruh *flowrate* terhadap nilai awal dan akhir COD dapat terlihat pada Gambar 5. Dimana menunjukkan terjadinya penurunan nilai COD yang sangat signifikan pada akhir perlakuan dengan MSL.

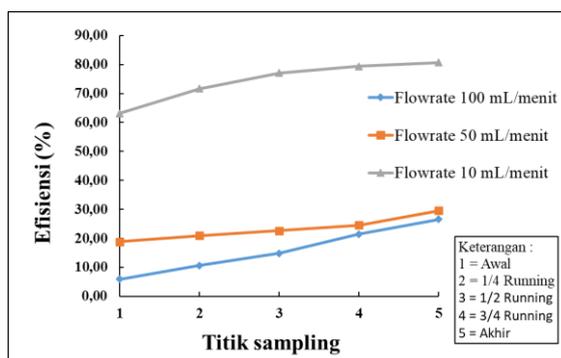


Gambar 5. Pengaruh Setiap Flowrate Terhadap Nilai COD

#### Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai Fosfat

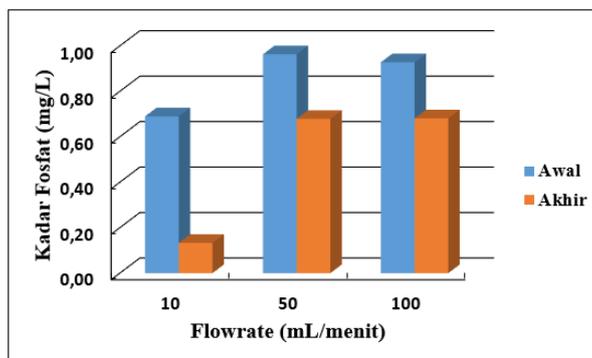
Dalam proses degradasi kandungan fosfat dalam MSL didasarkan pada proses pertukaran ion dalam sistem MSL yang menyebabkan adanya penurunan kadar fosfat. Dalam batuan zeolit, banyak terdapat senyawa yang dapat mengikat anion fosfat seperti aluminium, mangan dan oksida besi. Dalam sistem MSL, fosfat dihilangkan dengan kontak antara limbah deterjen dan tanah sebagai media utama penurunan fosfat dengan proses kimia-fisika dalam tanah, keberadaan mikroorganisme mampu mengabsorpsi fosfat sebagai nutrisi pertumbuhannya dan menghasilkan enzim untuk mengikat melalui pertukaran ion. Penurunan kadar fosfat juga disebabkan oleh arang aktif yaitu arang batok kelapa [10]. Semakin lama waktu kontak semakin banyak konsentrasi fosfat yang dapat diserap oleh arang aktif. Dimana efisiensi penurunan senyawa organik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak meskipun peningkatan yang terjadi tidak terlalu tinggi [19].

Presentase penurunan kadar fosfat dari limbah laundry pada flowrate 100 ml/menit berada pada range 5,9%-26,7%, untuk flowrate 50 mL/menit berada pada range 18,9%-29,5% serta untuk 10 mL/menit memiliki penurunan kadar pada range 63,1%-80,7% dan dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Pengaruh *Flowrate* Efisiensi Penurunan kadar Fosfat

Penurunan kadar fosfat dapat dilihat dari hasil absorbansi sampel yang semakin menurun. Semakin kecil nilai absorbansi maka presentase penurunan semakin meningkat karena kadar fosfat semakin menurun. Pada gambar 8 menunjukkan pengaruh masing-masing *flowrate* terhadap efisiensi pengolahan MSL pada limbah *laundry* maka didapatkan diagram yang menunjukkan perbandingan kadar fosfat awal dan akhir setelah melalui proses MSL.



**Gambar 8.** Pengaruh Setiap *Flowrate* Terhadap Nilai Fosfat

***Pengaruh kecepatan alir terhadap waktu kontak pada reaktor MSL***

Reaktor MSL yang berupa bak memiliki volume total kurang lebih 27 liter. Observasi terhadap perubahan *flowrate* akan berdampak pada waktu tinggal limbah *laundry* yang digunakan pada reaktor MSL. Waktu tinggal semakin besar seiring dengan semakin kecilnya laju alir umpan sehingga mempengaruhi kualitas air yang keluar dari reaktor. Hal ini disebabkan semakin lama waktu tinggal maka laju dekomposisi akan terjadi secara perlahan sehingga laju dekomposisi berlangsung lebih sempurna [20]. Lamanya waktu tinggal mempengaruhi laju dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme dalam lapisan tanah dan kerikil. Waktu kontak yang singkat akan mengurangi laju dekomposisi karena proses dekomposisi berjalan dengan cepat. Pengaruh *flowrate* terhadap waktu tinggal dapat dilihat pada Tabel 2. Semakin besar *flowrate* yang digunakan maka waktu tinggal semakin kecil sehingga laju dekomposisi semakin cepat. Sebaliknya, semakin kecil *flowrate* yang digunakan maka waktu tinggal akan semakin besar dan laju dekomposisi dapat berjalan lebih sempurna.

**Tabel 2.** Hubungan *Flowrate* dengan Waktu Tinggal Reaktor.

<i>Flowrate</i> (mL/menit)	Waktu Tinggal (Menit)
100	266

50	532
10	2660

---

### KESIMPULAN

Pengolahan air limbah *laundry* menggunakan metode MSL sangat efektif mereduksi kadar COD, fosfat dan juga pH. kecepatan alir 10 ml/menit merupakan kecepatan alir yang sangat efektif dalam pengolahan limbah cair *laundry* pada sistem MSL. Keefektifan MSL terbukti dengan adanya penurunan kadar COD, pH serta fosfat sebesar 90,91 %, 30 % dan 80,72 % secara berurutan. Untuk nilai akhir setelah melalui pengolahan dengan MSL berdasarkan kadar COD, pH serta fosfat adalah 16 mg/L, 7 dan 0,13 mg/L. Dimana nilai tersebut sudah memenuhi baku mutu limbah menurut Permen-LHK-Nomor 68-2016. Sehingga sistem MSL ini menjadi salah satu alternatif yang sangat efektif dalam pengolahan limbah *laundry*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Pengabdian dan Penelitian Universitas Ahmad Dahlan atas Hibah Penelitian Dasar dengan nomor PD-054/SP3/LPPM-UAD/VII/2022.

### DAFTAR PUSTAKA

- N. Apriliyani, "Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry," *Media Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–44, 2017.
- [2] J. Nadayil, D. Mohan, K. Dileep, M. Rose, R. Rose, and P. Parambi, "A Study on Effect of Aeration on Domestic Wastewater," *Int. J. Interdiscip. Res. Innov.*, vol. 3, no. 2, pp. 10–15, 2015, [Online]. Available: [www.researchpublish.com](http://www.researchpublish.com)
- [3] J. A. Fajri, D. Wulandari, A. Nurmiyanto, and A. Rahayu, "Penurunan Kandungan Hidrokarbon Menggunakan Constructed Wetland Reactor Dalam Mengolah Limbah Minyak Removal of Hydrocarbon Compounds Using Constructed Wetland Reactor to Treat Oily Wastewater," *Open Sci. Technol.*, vol. 01, no. 02, pp. 246–256, 2021.
- [4] J. M. Manik and Edward, "The properties of detergent and its effects on environment.," *Oseana*, vol. XII, no. 1, pp. 25–34, 1987.
- [5] H. P. Adi, M. Razif, and A. Moesriati, "Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no.

2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16937.

- [6] A. Putra and W. E. Fitri, "Efektivitas Penurunan TSS, BOD, COD, Dan E.Coli Limbah Cair Industri Santan Kelapa Dengan Metode MSL (Multi Soil Layering) Yang Dimodifikasi," *Semin. Nas. Pelestarian Lingkung.* 2018, pp. 209–217, 2018.
- [7] N. L. P. I. Sintya Dewi and N. M. U. Dwipayanti, "Metode Pengolahan Air Limbah Domestik Untuk Penurunan Kadar Amonia: Studi Literatur," *Arch. Community Heal.*, vol. 8, no. 3, p. 409, 2022, doi: 10.24843/ach.2021.v08.i03.p03.
- [8] D. Multi, S. Layering, M. S. L. Biomineral, and U. Penyaringan, "LIMBAH CAIR KILANG MINYAK GUNA AIR IRIGASI Multi Soil Layering ( MSL ) -Biomineral Design for Filtrationthe Oil Refinery Wastewater Pollutants as Irrigation Water Oleh Tamad dan Joko Maryanto Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman ISSN : 1410-0," vol. 18, no. 2, 2014.
- [9] Sofyan, Salmariza, and Ardinal, "Kombinasi Sistem Anaerobik Filter dan Multi Soil Layering (MSL) Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Indusri Kecil Menengah Makanan," *Journal of Industrial Research (Jurnal Riset Industri)*, vol. 3, no. 2. pp. 118–127, 2009. [Online]. Available: <http://ejournal.kemenperin.go.id/jri/article/view/49/49>
- [10] A. Putra and W. E. Fitri, "Efektivitas Multi Soil Layering Dalam Mereduksi Limbah Cair Industri Kelapa," *Dalt. J. Pendidik. Kim. dan Ilmu Kim.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–15, 2019, doi: 10.31602/dl.v2i2.2394.
- [11] H. Hadrah, M. Kasman, and K. T. Septiani, "Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan Multi Soil Layering (MSL)," *J. Daur Lingkung.*, vol. 2, no. 1, p. 36, 2019, doi: 10.33087/daurling.v2i1.22.
- [12] T. Ihsan and S. Indah, "PENYISIHAN KALIUM DARI LIMBAH CAIR PERSAWAHAN DENGAN METODE MULTI SOIL LAYERING ( MSL ) menggunakan 2 reaktor yang dibedakan sampel ini berasal dari 5 petak sawah yang Persiapan Reaktor mengetahui spesifikasi reaktor MSL yang".
- [13] T. Ahmad and M. Danish, "Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review," *J. Environ. Manage.*, vol. 206, pp. 330–348, 2018, doi: 10.1016/j.jenvman.2017.10.061.
- [14] W. D. Ivontianti, E. P. O. Sitanggang, and E. S. Rezeki, "Pengolahan Limbah Cair Lindi Menggunakan Multi Soil Layering (MSL) Bebas Lumpur PDAM," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 5, no. 3, pp. 228–237, 2022, doi: 10.26760/jrh.v5i3.228-237.
- [15] R. Mutia, S. Elystia, and E. Yenie, "Metode Multiv Soil Layering dalam Penyisihan Parameter TSS Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Hydraulic Loading Rate (HLR) dan Material Organik pada Lapisan Anaerob," *J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2015.
- [16] W. Herman, D. Darmawan, and G. Gusnidar, "Pemanfaatan Tanah Vulkanik Dalam Sistem Multiple Soil Layering (Msl) Terhadap Pemurnian Air Irigasi Terpolusi," *J. BiBieT*, vol. 2, no. 2, p. 49, 2017, doi: 10.22216/jbbt.v2i1.3085.
- [17] P. S. Komala, D. Helard, and D. Delimas, "Identifikasi Mikroba Anaerob Dominan Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Karet Dengan Sistem Multi Soil Layering (Msl) Identification of Anaerobic Dominant Microbes in Rubber Industrial Waste Water Treatment With Multi Soil Layering (Msl) System," *J. Tek. Lingkung. UNAND*, vol. 9, no. 1, pp. 74–88, 2012, [Online]. Available: <http://lingkungan.ft.unand.ac.id/images/fileTL/Dampak9-1/8-PUT.pdf>

- [18] O. Akhyar, A. Pardede, and R. R. A. K. Wardani, "Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Sasirangan menggunakan Metoda Multi Soil Layering (MSL)," *J. Media Sains*, vol. 9, no. 2, pp. 162–166, 2016.
- [19] R. Haribowo, S. Megah, and W. Rosita, "Efisiensi Sistem Multi Soil Layering Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Daerah Perkotaan Padat Penduduk," *J. Tek. Pengair.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–27, 2019, doi: 10.21776/ub.pengairan.2019.010.01.2.
- [20] S. dan S. Salmariza, "Aplikasi MSL (Multi Soil Layering) untuk Mengolah Edible Oil." pp. 227–238, 2011.

Lampiran 2

The screenshot shows a web browser window with the following content:

- Browser Tabs:** Corresponding Author - Google, #450 Review
- Address Bar:** ejournalunb.ac.id/index.php/JSN/author/submissionReview/450
- Submission Information:**
  - Authors:** Aster Rahayu, Maryudi Maryudi, Nuraini Nuraini, Nafra Alf Zaini Amrillah, Irwan Mulyadi, Farah Fadillah Hanum
  - Title:** Reduction of COD, pH and Phosphate Levels in Laundry Wastewater Using Multi Soil Layering (MSL)
  - Method:** Method
  - Section:** Articles
  - Editor:** Mia Azizah
- PEER REVIEW:**
  - ROUND 1**
  - Review Version:** 450-1767-1-RV.docx 2022-10-25
  - Initiated:** 2022-11-13
  - Last modified:** 2022-12-14
  - Uploaded file:** Reviewer A 450-1846-1-RV.docx 2022-12-14, Reviewer B 450-1842-1-RV.docx 2022-12-10
- EDITOR DECISION:**
  - Decision:** Accept Submission 2022-12-30
  - Notify Editor:** Editor/Author Email Record 2023-01-02
  - Editor Version:** None
  - Author Version:** 450-1790-1-ED.docx 2022-11-08 (DELETE), 450-1790-2-ED.docx 2022-12-27 (DELETE), 450-1790-3-ED.docx 2023-01-14 (DELETE)
- Supported by:** iJELAWAN JURNAL INDONESIA
- Open Journal Systems:** Focus & Scope, Author Guidelines, Online Submission, Publication Ethics, Digital Archiving, Screening Plagiarism, Author Fees, Editorial Board, Peer Reviewers, Abstracting and Indexing, Order Journal, Contact
- User:** You are logged in as... **asterrahayu** (My Journals, My Profile)

REDUCTION OF COD, pH AND PHOSPHATE LEVELS IN LAUNDRY WASTEWATER USING MULTI SOIL LAYERING (MSL) METHOD

**ARTICLE INFO**

*Article history:*

Received 29 Dec 2020,  
Revised xx xxx 2021,  
Accepted xx xxx 2021  
Available online xx xxx 2021

*Keywords:*

- ✓ keyword 1
- ✓ keyword 2
- ✓ keyword 3
- ✓ keyword 4
- ✓ keyword 5

\*corresponding author:

**ABSTRACT**

*The growth of laundry services is directly proportional to the use of detergent. Detergent is a cleaning product that contains high levels of COD and phosphate. One method that can be used to overcome this problem is Multi Soil Layering (MSL). This research will concentrate on the effect of flow rate on decreasing pH, COD, and phosphate levels in industrial laundry waste. MSL was installed using a mixture of andosol soil and activated charcoal from coconut shells. Laundry waste in MSL with various flow rates of 100, 50, and 10 ml/minute. The waste degradation system takes place anaerobically by optimizing the anaerobic work in the andosol soil. By draining the laundry industry waste into the MSL system, the pH, COD, and phosphate levels were 7, 90.9%, and 80.7%, respectively. This MSL method has a residence time of 266 minutes for a flowrate of 100 mL/minute, 532 minutes for a flowrate of 50 mL/minute and 2660 for a flowrate of 10 mL/minute.*

**PENDAHULUAN**

Limbah yang paling banyak mencemari lingkungan adalah limbah cair. Salah satu penghasil limbah cair yang paling banyak adalah limbah cair rumah tangga khususnya *laundry*. Limbah rumah tangga memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan apabila disalurkan langsung ke alam bebas tanpa adanya pengolahan. Limbah rumah tangga mengandung zat-zat kimia dan berbagai bakteri yang dapat menyebabkan terganggunya keberlangsungan hidup ekosistem. Limbah *laundry* yang didominasi oleh kandungan deterjen itu sendiri merupakan hasil samping dari penyulingan minyak bumi yang diberi berbagai tambahan zat kimia seperti surfaktan (bahan pembersih), *alkyl benzene* (ABS), fosfat yang berfungsi sebagai penghasil busa serta bahan pengurai senyawa organik. Komponen terbesar dari detergen yaitu bahan *builders* antara 70-80%, bahan dasar sekitar 20-30%, dan bahan aditif relatif

**Commented [ds1]:** Pustaka yg menjelaskan bila limbah cair merupakan polutan terbesar? dan laundry berkontribusi besar pd limbah cair rumah tangga

sedikit antara 2-8%. Pemakaian deterjen akan menghasilkan limbah karena setelah pemakaian, air bekas cucuan yang telah mengandung deterjen dibuang di lingkungan [1]. Kandungan deterjen dan fosfat berlebihan dalam badan air dapat memberikan efek buruk bagi lingkungan. Salah satu efek buruknya adalah dapat menurunkan kemampuan perkembangbiakan organisme perairan [2], [3]. Adapun kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam badan air akan mempengaruhi kualitas air tersebut, sehingga kita bisa menentukan baik atau tidaknya air yang akan kita gunakan merujuk kepada baku mutu air limbah domestik.

**Commented [ds2]:** kalimat penghubung diperlukan untuk mengkaitkan antara kalimat ttg kandungan deterjen dan fosfat dengan kalimat "COD"

Aktivitas pembuangan limbah tersebut dapat menyebabkan berbagai masalah seperti masalah kesehatan, pencemaran air, dan penurunan kualitas air. Untuk menjaga kelestarian lingkungan suatu perairan, perlu diperhatikan pemakaian jenis deterjen sintesis serta menghindari pembuangan sampah deterjen ini secara berlebihan ke dalam suatu lingkungan perairan [4]. Oleh sebab itu, pengolahan limbah yang tepat sangat penting bagi lingkungan. Air limbah domestik telah menjadi isu penting yang muncul sejalan dengan terus meningkatnya populasi manusia dan kemajuan pembangunan yang semakin pesat. Air limbah merupakan bahan buangan proses yang banyak mengandung bahan kimia yang sulit untuk dihilangkan dan berbahaya, sehingga air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan [5].

Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun 2014 menyatakan bahwa 60-70 % sungai di Indonesia telah tercemar limbah domestik atau rumah tangga. Pada umumnya karakteristik dari air limbah domestik diantaranya adalah TSS 25-183 mg/L, COD 100-700 mg/L, BOD 47-466 mg/L, total coliform 58-8,03 x 10<sup>7</sup> CFU/100 ml [6]. Penanggulangan pencemaran limbah domestik, terutama yang berasal dari rumah tangga sangatlah pelik. Kemampuan penjernihan air dan tempat pembuangan sampah yang terbatas tidak sesuai dengan jumlah limbah yang terus bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Beberapa metode pengolahan limbah yang dapat digunakan dalam menurunkan nilai surfaktan dan fosfat ini diantaranya adalah bidegradasi, elektroagulasi, membran dan biofilter [7].

**Commented [ds3]:** latar belakang difokuskan pada limbah deterjen di lingkungan

Salah satu alternatif untuk pengolahan limbah menggunakan teknik pengolahan limbah secara biologi yaitu penggunaan mikroba dengan tujuan mengurangi tingkat keracunan senyawa organik dan logam berat pada lingkungan. Pendekatan pengelolaan ini mengacu pada teknik bioremediasi. Pada teknik ini menggunakan mikroba sebagai pendekomposisi zat pencemar dan proses ini dikenal dengan bioremoval, dimana metode *Multi Soil Layering* (MSL) adalah salah satunya [8]. MSL merupakan salah satu metode pengolahan air limbah dan air bersih yang terbukti ekonomis, tidak membutuhkan lahan yang luas dan mudah dioperasikan. MSL mampu mengoptimalkan proses filtrasi, adsorpsi, dan proses membran dalam suatu sistem reaktor MSL [9]. Sistem MSL menggunakan sejumlah besar bahan-bahan alami untuk menghasilkan kualitas air yang baik bagi lingkungan atau pertanian. Selain itu, sistem ini dapat dipertahankan dan dioperasikan dengan biaya rendah, hanya membutuhkan lahan kecil, dan sangat ideal untuk daerah perkotaan di negara [2].

Metode *Multi Soil Layering* (MSL) telah berhasil menurunkan kadar parameter pencemar biologi seperti BOD, COD, TSS, DO, Ph, bau, dan kekeruhan serta parameter pencemar logam berat seperti Fe, Mn, dan [10]. Pada penelitian yang telah banyak dilakukan seperti contohnya pada penelitian Sofyan (2009) pada air limbah domestik MSL dapat menurunkan BOD sekitar 68,67- 87,63%, COD sekitar 71,42-87,73%, dan TSS sekitar 69,11-77,12% [9]. Dan pada penelitian Hardah (2019) ,air limbah industri minyak goreng proses MSL dapat menurunkan kadar BOD sekitar 86-99%, COD sekitar 71-96%, TSS sekitar 77-88%, dan pH dari 6,37-6,95 menjadi 6,99-7,24 [11]. Tak hanya menurunkan kadar TSS dan COD, Metode *Multi Soil Layering* (MSL) telah diujicobakan dalam menyerap limbah kalium dari persawahan di daerah Tunggang, Kelurahan Pasar Ambacang, Kecamatan Pauh, Kota

Padang. Hasil analisis karakteristik limbah cair tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi melebihi standar konsentrasi kalium pada air [12]. Dengan tingkat keberhasilan pengolahan dengan MSL sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengolahan limbah *laundry* dengan menggunakan metode *Multi Soil Layering* (MSL). Pada penelitian ini akan lebih difokuskan pada observasi pengaruh laju alir inlet limbah *laundry* ke dalam reaktor MSL yang difokuskan pada peningkatan nilai Fosfat dan COD..

**Commented [ds4]:** penggunaan MSL ditujukan utk menurunkan kadar fosfat dan COD?

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

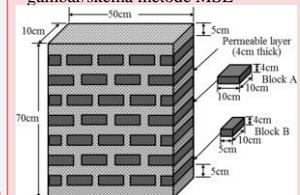
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Tanah andosol, arang batok kelapa, *zeolite* alam, kerikil, limbah industri *laundry*, serta beberapa bahan pembantu untuk analisis meliputi *Ferro Ammonium Sulfat*,  $H_2SO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Ag_2SO_4$  dan Aquades.

### Metode

#### Instalasi MSL

Proses instalasi diawali dengan merakit reaktor dalam bentuk bak akrilik dengan ukuran 50 cm x 15 cm x 50 cm. Kemudian diisi kerikil setinggi 4 cm pada lapisan dasarnya. Setelah itu, ditimpa dengan zeolit setinggi 4 cm. Zeolit digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Zeolit yang digunakan berukuran antara 6-8 mesh. Selanjutnya, membuat campuran arang batok kelapa dan tanah andosol dengan perbandingan 1:2. Campuran tersebut dibuat menjadi balok seperti batu bata dengan ukuran 4 cm x 9 cm x 15 cm yang dikemas dengan net atau jaring seperti terlihat pada gambar 1.

**Commented [ds5]:** Ditambahkan :  
- flowchart/alur metode yang digunakan hingga didapatkan hasil  
- gambar/skema metode MSL



**Commented [ds6]:** instalasi

**Commented [ds7]:** gambar 1 belum ditampilkan

#### Degradasi limbah laundry dengan metode MSL

Limbah *laundry* di saring terlebih dahulu sebelum dialirkan kedalam MSL. Proses pengaliran limbah *laundry* yang telah dipersiapkan dilakukan beberapa pengaturan kondisi seperti kecepatan alir inlet. Adapun variasi kecepatan alir inlet dari sistem limbah *laundry* ini yaitu, 10, 50 dan 100 m/menit. Sampel air bersih hasil proses setiap selang waktu 10 menit kemudian dianalisis menggunakan beberapa parameter yaitu pH, kadar fosfat dan COD

**Commented [ds8]:** ditambahkan karakteristik limbah yang digunakan, (konsentrasi pH, kadar Fosfat dan COD)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Degradasi limbah laundry dengan metode MSL

Tanah andosol yang disusun dalam reaktor menciptakan kondisi anaerob dimana mikroorganisme tidak dapat tumbuh dalam kondisi kurang atau tidak terdapat oksigen. Kemudian

arang batok kelapa digunakan sebagai arang aktif untuk adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Arang batok kelapa dipecah menjadi pecahan yang lebih kecil. Adsorbat akan semakin banyak terserap apabila ukuran partikel semakin kecil [13].

Dalam reaktor ini disusun atas empat lapisan setelah lapisan dasar. Sistem ini dibuat dalam bentuk lapisan untuk meningkatkan fungsi tanah melalui strukturnya sebagai media utama dalam pengolahan air, yang dibentuk dalam susunan batu bata dengan isian yaitu campuran tanah dengan arang (karbon), material organik dan lainnya dengan batuan seperti kerikil dan zeolit.

Pada sistem MSL ini, proses biodregadasi limbah cair dapat terjadi secara anaerob melalui bantuan mikroorganisme di dalamnya. Lapisan pertama dan ketiga tersusun atas empat balok campuran tanah dan arang sedangkan lapisan kedua dan keempat tersusun atas tiga balok campuran tanah dan arang. Perbedaan jumlah balok campuran ini menyesuaikan tempat yang ada dalam reaktor. Pada lapisan campuran tanah dan arang inilah bagian dari zona anaerob, tempat berlangsungnya proses adsorpsi. Pori-pori arang yang kecil dapat menyerap dan menghilangkan zat organik karena bidang adsorpsi semakin luas. Hal ini sejalan dengan penelitian Hadrah (2019), pada zona anaerob terjadi proses penyisihan COD yang menunjukkan keberadaan zat organik serta mereduksi senyawa fosfat dan senyawa organik lainnya [14]. Mikroorganisme yang ada dalam zona anaerob MSL hidup dengan simbiosis mutualisme dan melakukan degradasi berantai oleh bakteri yang ada dalam MSL. Kemudian diantara lapisan campuran tanah dan arang ditutup dengan zeolit setinggi 4 cm. Batuan zeolit dan kerikil yang digunakan dalam MSL merupakan bagian dari zona aerob.

Partikel-partikel tersuspensi dari air limbah cair akan menempel pada permukaan kerikil dan zeolit, terjadilah proses adsorpsi. Hal ini dapat terjadi akibat batuan kerikil dan zeolit memiliki pori-pori yang dapat menyerap partikel tersebut. Campuran tanah dan permukaan zeolit akan menyerap material organik yang ada di dalam air.

Sampel yang digunakan berupa limbah deterjen yang kemudian diolah menggunakan metode MSL dengan variasi *flowrate* yang dimasukkan dalam reaktor. Pada saat air limbah deterjen dimasukkan dalam reaktor inilah terjadi proses filtrasi. Ukuran partikel penyusun lapisan aerob dan anaerob dapat memengaruhi proses filtrasi. Semakin kecil material penyusun maka zat-zat yang tersuspensi pada air limbah akan tertahan dengan sempurna [15].

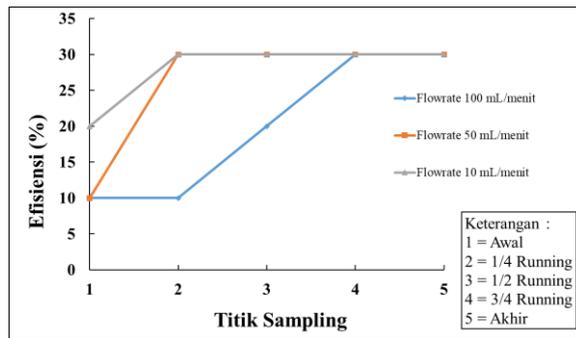
Air limbah yang telah diproses dalam reaktor MSL pada setiap *flowrate* mengalami perubahan warna yang cukup signifikan dari abu-abu keruh menjadi bening. Perubahan warna pada air limbah terjadi karena bahan media cukup efektif dalam menyerap kadar warna dan zat-zat lain yang ada pada air limbah. Menurut Wakatsuki et al. (2013) pengolahan dengan metode MSL menggunakan material organik, karbon dan material lainnya seperti arang dalam campuran tanah sebagai lapisan anaerob dapat menambah luas permukaan adsorben dan pori-pori yang lebih kecil untuk proses penyaringan [3].

#### **Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai pH**

Metode MSL ini dapat menurunkan pH cairan limbah deterjen dari basa menjadi netral. Hal ini dapat dilihat dari presentase penurunan masing-masing *flowrate* yang mengalami kenaikan dari 10% menjadi 30% seperti yang terlihat pada Gambar 2. Selama proses pengaliran sampel, terjadi penguraian asam lemak dan senyawa organik oleh mikroorganisme tanah pada sistem MSL. Kation basa yang terkandung dalam tanah seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  dan kation asam seperti  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{H}^+$  menyebabkan tanah dapat menetralkan pH. Apabila tanah dengan pH basa, kation basa akan berukar

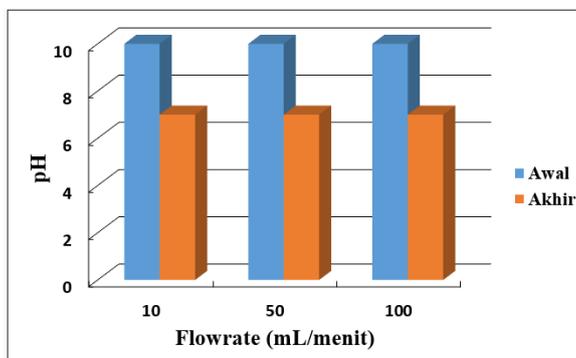
**Commented [ds9]:** dapat ditambahkan lebih detail zat dalam limbah laundry yg dapat diserap oleh media dalam MSL.

dengan kation asam, begitu juga sebaliknya. Hal itulah yang menyebabkan terjadinya perubahan pH oleh tanah. Semakin kecil nilai pH maka semakin besar presentase penurunan pH [10].



Gambar 2. Pengaruh Flowrate terhadap Efisiensi Penurunan pH

Konsentrasi pH awal pada masing-masing flowrate adalah 10. Setelah sampel limbah laundry mengalami proses pengolahan menggunakan MSL, maka setiap sampel untuk masing-masing flowrate mengalami penurunan nilai pH hingga menjadi netral dengan efisiensi mencapai 30%. Gambar 3 menunjukkan pengaruh masing-masing flowrate terhadap pH dengan perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL.



Gambar 3. Perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL

### Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai COD

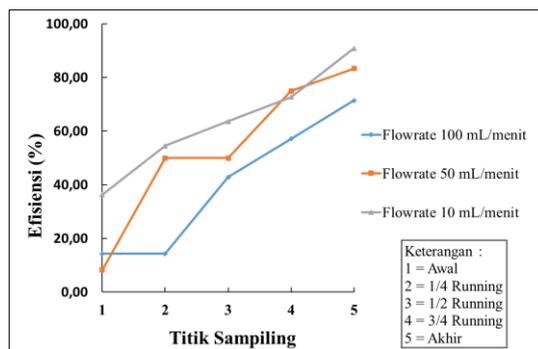
Penentuan kadar COD dilakukan dengan menggunakan metode refluks tertutup secara titrimetri. Metode ini menggunakan pengoksidasi yaitu  $K_2C_2O_7$  yang mendidih dalam keadaan asam untuk penentuan nilai COD. Untuk mengetahui besarnya presentase penurunan COD limbah deterjen,

**Commented [ds10]:** keterangan pada axis – titik sampling ataukah waktu running?  
Ditambahkan pembahasan pengaruh waktu running thd efisiensinya

**Commented [ds11]:** Ditambahkan nilai hasil akhir uji pada masing2 flowrate dan pembahasannya, apakah MSL memberikan pengaruh pada nilai pH

dilakukan pengukuran kadar COD sebelum pengolahan dan sesudahnya. Penurunan nilai COD dipengaruhi proses adsorpsi zat organik pada karbon aktif dan zeolit, proses oksidasi dari komponen organik pada pipa aerasi, variasi laju alir masuk, serta adanya penguraian komponen organik oleh mikroorganisme tanah. Selain itu, waktu kontak tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar COD pada air limbah deterjen [16]. COD menyatakan banyaknya  $O_2$  yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang terkandung di dalam substrat dan reaksi fermentasi pada zona anaerob sehingga terurai menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Dari hasil pengukuran COD menunjukkan nilai penurunan yang tinggi. Hal ini dikarenakan reaksi pada kedua zona berlangsung sempurna dan menghasilkan produk gas  $CO_2$  dan metan [17].

Gambar 4 menunjukkan pengaruh kecepatan alir terhadap penurunan nilai COD. Nilai awal COD pada *flowrate* 100 mL/menit, 50 mL/menit dan 10 mL/menit secara berturut-turut sebelum melalui reaktor MSL sebesar 112 mg/L, 192 mg/L, dan 176 mg/L. Setelah diolah menggunakan metode MSL pada *flowrate* 100 mL/menit kadar COD mengalami penurunan dari 112 mg/L menjadi 32 mg/L. Pada *flowrate* 50 mL/menit penurunan kadar COD dari 192 mg/L menjadi 32 mg/L. Setelah perlakuan dengan MSL, didapatkan efisiensi penurunan kadar COD 70-90 %. Pada *flowrate* 10 mL/menit penurunan kadar COD dari 176 mg/L menjadi 16 mg/L.

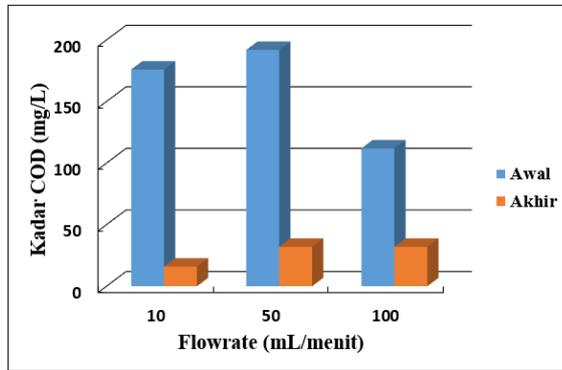


Gambar 4. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan kadar COD

Presentase penurunan kadar COD limbah *laundry* cenderung mengalami peningkatan pada masing-masing *flowrate*. Presentase penurunan pada *flowrate* 100 mL/menit mencapai 71,4%, untuk *flowrate* 50 mL/menit mencapai 83,3% dan *flowrate* 10 mL/menit mencapai 90,9%. Metoda MSL dapat digunakan untuk mengolah berbagai jenis limbah cair industri sasirangan. Metoda MSL mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 65.6%. Kandungan bakteri pengurai sangat berperan untuk meningkatkan efisiensi metoda MSL dalam menguraikan senyawa organik limbah cair industri sasirangan [18]. Pengaruh *flowrate* terhadap nilai awal dan akhir COD dapat terlihat pada Gambar 5. Dimana menunjukkan terjadinya penurunan nilai COD yang sangat signifikan pada akhir perlakuan dengan MSL.

**Commented [ds12]:** Kalimat kurang relevan dengan judul/permasalahan yg diajukan peneliti, ttg limbah deterjen. krn karakteristik limbah yg berbeda antara laundry dan industri sasirangan

**Commented [ds13]:** Idem dg di atas



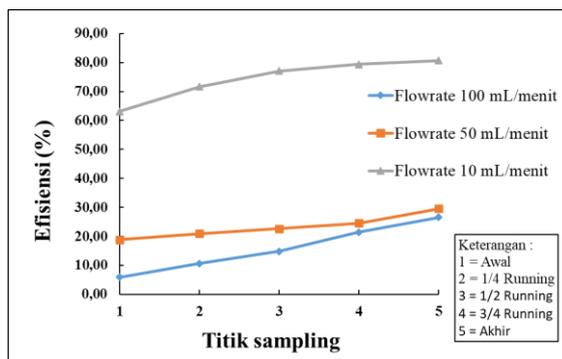
Gambar 5. Pengaruh Setiap Flowrate Terhadap Nilai COD

**Commented [ds14]:** Konsentrasi awal COD tidak sama? Sebaiknya digunakan nilai awal yg sama sehingga dapat dibandingkan antar perlakuan flowrate

#### Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai Fosfat

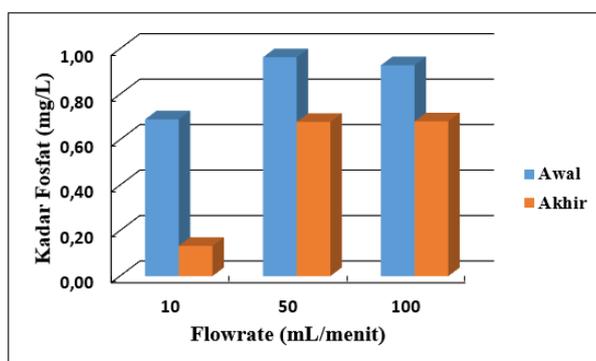
Dalam proses degradasi kandungan fosfat dalam MSL didasarkan pada proses pertukaran ion dalam sistem MSL yang menyebabkan adanya penurunan kadar fosfat. Dalam batuan zeolit, banyak terdapat senyawa yang dapat mengikat anion fosfat seperti alumunium, mangan dan oksida besi. Dalam sistem MSL, fosfat dihilangkan dengan kontak antara limbah deterjen dan tanah sebagai media utama penurunan fosfat dengan proses kimia-fisika dalam tanah, keberadaan mikroorganisme mampu mengabsorpsi fosfat sebagai nutrisi pertumbuhannya dan menghasilkan enzim untuk mengikat melalui pertukaran ion. Penurunan kadar fosfat juga disebabkan oleh arang aktif yaitu arang batok kelapa [10]. Semakin lama waktu kontak semakin banyak konsentrasi fosfat yang dapat diserap oleh arang aktif. Dimana efisiensi penurunan senyawa organik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak meskipun peningkatan yang terjadi tidak terlalu tinggi [19].

Presentase penurunan kadar fosfat dari limbah laundry pada flowrate 100 ml/menit berada pada range 5,9%-26,7%, untuk flowrate 50 mL/menit berada pada range 18,9%-29,5% serta untuk 10 mL/menit memiliki penurunan kadar pada range 63,1%-80,7% dan dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Pengaruh *Flowrate* Efisiensi Penurunan kadar Fosfat

Penurunan kadar fosfat dapat dilihat dari hasil absorbansi sampel yang semakin menurun. Semakin kecil nilai absorbansi maka presentase penurunan semakin meningkat karena kadar fosfat semakin menurun. Pada gambar 8 menunjukkan pengaruh masing-masing *flowrate* terhadap efisiensi pengolahan MSL pada limbah *laundry* maka didapatkan diagram yang menunjukkan perbandingan kadar fosfat awal dan akhir setelah melalui proses MSL.



**Gambar 8.** Pengaruh Setiap *Flowrate* Terhadap Nilai Fosfat

#### **Pengaruh kecepatan alir terhadap waktu kontak pada reaktor MSL**

Reaktor MSL yang berupa bak memiliki volume total kurang lebih 27 liter. Observasi terhadap perubahan *flowrate* akan berdampak **apda** waktu tinggal limbah *laundry* yang digunakan pada reaktor MSL. Waktu tinggal semakin besar seiring dengan semakin kecilnya laju alir umpan sehingga mempengaruhi kualitas air yang keluar dari reaktor. Hal ini disebabkan semakin lama waktu tinggal maka laju dekomposisi akan terjadi secara perlahan sehingga laju dekomposisi berlangsung lebih sempurna [20]. Lamanya waktu tinggal mempengaruhi laju dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme dalam lapisan tanah dan kerikil. Waktu kontak yang singkat akan mengurangi laju dekomposisi karena proses dekomposisi berjalan dengan cepat. Pengaruh *flowrate* terhadap waktu tinggal dapat dilihat pada Tabel 2. Semakin besar *flowrate* yang digunakan maka waktu tinggal semakin kecil sehingga laju dekomposisi semakin cepat. Sebaliknya, semakin kecil *flowrate* yang digunakan maka waktu tinggal akan semakin besar dan laju dekomposisi dapat berjalan lebih sempurna.

**Tabel 2.** Hubungan *Flowrate* dengan Waktu Tinggal Reaktor.

<i>Flowrate</i> (mL/menit)	Waktu Tinggal (Menit)
100	266

**Commented [ds15]:** Konsentrasi awal Fosfat tidak sama? Sebaiknya digunakan nilai awal yg sama sehingga dapat dibandingkan antar perlakuan flowrate

50	532
10	2660

### KESIMPULAN

Pengolahan air limbah *laundry* menggunakan metode MSL sangat efektif mereduksi kadar COD, fosfat dan juga pH. Kecepatan alir 10 ml/menit merupakan kecepatan alir yang sangat efektif dalam pengolahan limbah cair *laundry* pada sistem MSL. Keefektifan MSL terbukti dengan adanya penurunan kadar COD, pH serta fosfat sebesar 90,91 %, 30 % dan 80,72 % secara berurutan. Untuk nilai akhir setelah melalui pengolahan dengan MSL berdasarkan kadar COD, pH serta fosfat adalah 16 mg/L, 7 dan 0,13 mg/L. Dimana nilai tersebut sudah memenuhi baku mutu limbah menurut Permen-LHK-Nomor 68-2016. Sehingga sistem MSL ini menjadi salah satu alternatif yang sangat efektif dalam pengolahan limbah *laundry*.

**Commented [ds16]:** Kalimat ini cenderung bias krn konsentrasi awal yg digunakan utk masing2 flowrate berbeda2

**Commented [ds17]:** Pada pembahasan ditambahkan kompilasi data, nilai awal, perlakuan, nilai akhir dan baku mutu dari KLHK sehingga terlihat efektifitas dr metode yang diteliti (MSL)

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Pengabdian dan Penelitian Universitas Ahmad Dahlan atas Hibah Penelitian Dasar dengan nomor PD-054/SP3/LPPM-UAD/VII/2022.

### DAFTAR PUSTAKA

- N. Apriliyani, "Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry," *Media Ilm. Tek. Lingkungan*, vol. 2, no. 1, pp. 37–44, 2017.
- [2] J. Nadayil, D. Mohan, K. Dileep, M. Rose, R. Rose, and P. Parambi, "A Study on Effect of Aeration on Domestic Wastewater," *Int. J. Interdiscip. Res. Innov.*, vol. 3, no. 2, pp. 10–15, 2015, [Online]. Available: [www.researchpublish.com](http://www.researchpublish.com)
- [3] J. A. Fajri, D. Wulandari, A. Nurmiyanto, and A. Rahayu, "Penurunan Kandungan Hidrokarbon Menggunakan Constructed Wetland Reactor Dalam Mengolah Limbah Minyak Removal of Hydrocarbon Compounds Using Constructed Wetland Reactor to Treat Oily Wastewater," *Open Sci. Technol.*, vol. 01, no. 02, pp. 246–256, 2021.
- [4] J. M. Manik and Edward, "The properties of detergent and its effects on environment.," *Oseana*, vol. XII, no. 1, pp. 25–34, 1987.
- [5] H. P. Adi, M. Razif, and A. Moesriati, "Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no.

2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16937.

- [6] A. Putra and W. E. Fitri, "Efektivitas Penurunan TSS, BOD, COD, Dan E.Coli Limbah Cair Industri Santan Kelapa Dengan Metode MSL (Multi Soil Layering) Yang Dimodifikasi," *Semin. Nas. Pelestarian Lingkung.* 2018, pp. 209–217, 2018.
- [7] N. L. P. I. Sintya Dewi and N. M. U. Dwipayanti, "Metode Pengolahan Air Limbah Domestik Untuk Penurunan Kadar Amonia: Studi Literatur," *Arch. Community Heal.*, vol. 8, no. 3, p. 409, 2022, doi: 10.24843/ach.2021.v08.i03.p03.
- [8] D. Multi, S. Layering, M. S. L. Biomineral, and U. Penyaringan, "LIMBAH CAIR KILANG MINYAK GUNA AIR IRIGASI Multi Soil Layering ( MSL ) -Biomineral Design for Filtrationthe Oil Refinery Wastewater Pollutants as Irrigation Water Oleh Tamad dan Joko Maryanto Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman ISSN : 1410-0," vol. 18, no. 2, 2014.
- [9] Sofyan, Salmariza, and Ardinal, "Kombinasi Sistem Anaerobik Filter dan Multi Soil Layering (MSL) Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Indusri Kecil Menengah Makanan," *Journal of Industrial Research (Jurnal Riset Industri)*, vol. 3, no. 2. pp. 118–127, 2009. [Online]. Available: <http://ejournal.kemenperin.go.id/jri/article/view/49/49>
- [10] A. Putra and W. E. Fitri, "Efektivitas Multi Soil Layering Dalam Mereduksi Limbah Cair Industri Kelapa," *Dalt. J. Pendidik. Kim. dan Ilmu Kim.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–15, 2019, doi: 10.31602/dl.v2i2.2394.
- [11] H. Hadrah, M. Kasman, and K. T. Septiani, "Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan Multi Soil Layering (MSL)," *J. Daur Lingkung.*, vol. 2, no. 1, p. 36, 2019, doi: 10.33087/daurling.v2i1.22.
- [12] T. Ihsan and S. Indah, "PENYISIHAN KALIUM DARI LIMBAH CAIR PERSAWAHAN DENGAN METODE MULTI SOIL LAYERING ( MSL ) menggunakan 2 reaktor yang dibedakan sampel ini berasal dari 5 petak sawah yang Persiapan Reaktor mengetahui spesifikasi reaktor MSL yang".
- [13] T. Ahmad and M. Danish, "Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review," *J. Environ. Manage.*, vol. 206, pp. 330–348, 2018, doi: 10.1016/j.jenvman.2017.10.061.
- [14] W. D. Ivontianti, E. P. O. Sitanggang, and E. S. Rezeki, "Pengolahan Limbah Cair Lindi Menggunakan Multi Soil Layering (MSL) Bebas Lumpur PDAM," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 5, no. 3, pp. 228–237, 2022, doi: 10.26760/jrh.v5i3.228-237.
- [15] R. Mutia, S. Elystia, and E. Yenie, "Metode Multiv Soil Layering dalam Penyisihan Parameter TSS Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Hydraulic Loading Rate (HLR) dan Material Organik pada Lapisan Anaerob," *J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2015.
- [16] W. Herman, D. Darmawan, and G. Gusnidar, "Pemanfaatan Tanah Vulkanik Dalam Sistem Multiple Soil Layering (Msl) Terhadap Pemurnian Air Irigasi Terpolusi," *J. BiBieT*, vol. 2, no. 2, p. 49, 2017, doi: 10.22216/jbbt.v2i1.3085.
- [17] P. S. Komala, D. Helard, and D. Delimas, "Identifikasi Mikroba Anaerob Dominan Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Karet Dengan Sistem Multi Soil Layering (Msl) Identification of Anaerobic Dominant Microbes in Rubber Industrial Waste Water Treatment With Multi Soil Layering (Msl) System," *J. Tek. Lingkung. UNAND*, vol. 9, no. 1, pp. 74–88, 2012, [Online]. Available: <http://lingkungan.ft.unand.ac.id/images/fileTL/Dampak9-1/8-PUT.pdf>

- [18] O. Akhyar, A. Pardede, and R. R. A. K. Wardani, "Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Sasirangan menggunakan Metoda Multi Soil Layering (MSL)," *J. Media Sains*, vol. 9, no. 2, pp. 162–166, 2016.
- [19] R. Haribowo, S. Megah, and W. Rosita, "Efisiensi Sistem Multi Soil Layering Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Daerah Perkotaan Padat Penduduk," *J. Tek. Pengair.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–27, 2019, doi: 10.21776/ub.pengairan.2019.010.01.2.
- [20] S. dan S. Salmariza, "Aplikasi MSL (Multi Soil Layering) untuk Mengolah Edible Oil." pp. 227–238, 2011.

Lampiran 3

The screenshot shows a web browser window with the following content:

- Browser Tabs:** Corresponding Author - Google, #450 Review
- Address Bar:** ejournalunb.ac.id/index.php/JSN/author/submissionReview/450
- Submission Details:**
  - Authors:** Aster Rahayu, Maryudi Maryudi, Nuraini Nuraini, Nafra Alf Zaini Amrillah, Irwan Mulyadi, Farah Fadillah Hanum
  - Title:** Reduction of COD, pH and Phosphate Levels in Laundry Wastewater Using Multi Soil Layering (MSL)
  - Method:** Method
  - Section:** Articles
  - Editor:** Mia Azizah
- PEER REVIEW ROUND 1:**
  - Review Version: 450-1767-1-RV.docx 2022-10-25
  - Initiated: 2022-11-13
  - Last modified: 2022-12-14
  - Uploaded file:
    - Reviewer A 450-1846-1-RV.docx 2022-12-14
    - Reviewer B 450-1842-1-RV.docx 2022-12-10
- EDITOR DECISION:**
  - Decision: Accept Submission 2022-12-30
  - Notify Editor: Editor/Author Email Record 2023-01-02
  - Editor Version: None
  - Author Version:
    - 450-1790-1-ED.docx 2022-11-08 DELETE
    - 450-1790-2-ED.docx 2022-12-27 DELETE
    - 450-1790-3-ED.docx 2023-01-14 DELETE
- Supported by:** iJELAWAN JURNAL INDONESIA
- Open Journal Systems:**
  - » Focus & Scope
  - » Author Guidelines
  - » Online Submission
  - » Publication Ethics
  - » Digital Archiving
  - » Screening Plagiarism
  - » Author Fees
  - » Editorial Board
  - » Peer Reviewers
  - » Abstracting and Indexing
  - » Order Journal
  - » Contact
- User:** You are logged in as... **asterrahayu**
  - » My Journals
  - » My Profile

## REDUCTION OF COD, pH AND PHOSPHATE LEVELS IN LAUNDRY WASTEWATER USING MULTI SOIL LAYERING (MSL) METHOD

ASTER RAHAYU\*, MARYUDI, NURAINI, NAFIRA ALFI ZAINI AMRILLAH, FARAH FADILLAH HANUM

Program Studi Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa  
Yogyakarta

\* alamat email korespondensi: [aster.rahayu@che.uad.ac.id](mailto:aster.rahayu@che.uad.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 29 Dec 2020,  
Revised xx xxx 2021,  
Accepted xx xxx 2021  
Available online xx xxx 2021

#### Keywords:

- ✓ keyword 1
- ✓ keyword 2
- ✓ keyword 3
- ✓ keyword 4
- ✓ keyword 5

\*corresponding author:

### ABSTRACT

The growth of laundry services is directly proportional to the use of detergent. Detergent is a cleaning product that contains high levels of COD and phosphate. One method that can be used to overcome this problem is Multi Soil Layering (MSL). This research will concentrate on the effect of flow rate on decreasing pH, COD, and phosphate levels in industrial laundry waste. MSL was installed using a mixture of andosol soil and activated charcoal from coconut shells. Laundry waste in MSL with various flow rates of 100, 50, and 10 ml/minute. The waste degradation system takes place anaerobically by optimizing the anaerobic work in the andosol soil. By draining the laundry industry waste into the MSL system, the pH, COD, and phosphate levels were 7, 90.9%, and 80.7%, respectively. This MSL method has a residence time of 266 minutes for a flowrate of 100 mL/minute, 532 minutes for a flowrate of 50 mL/minute and 2660 for a flowrate of 10 mL/minute.

### PENDAHULUAN

Limbah yang paling banyak mencemari lingkungan adalah limbah cair. Salah satu penghasil limbah cair yang paling banyak adalah limbah cair rumah tangga khususnya laundry. Limbah rumah tangga memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan apabila disalurkan langsung ke alam bebas tanpa adanya pengolahan. Limbah rumah tangga mengandung zat-zat kimia dan berbagai bakteri yang dapat menyebabkan terganggunya keberlangsungan hidup ekosistem. Limbah laundry yang didominasi oleh kandungan deterjen itu sendiri merupakan hasil samping dari penyulingan minyak bumi yang diberi berbagai tambahan zat kimia seperti surfaktan (bahan pembersih), alkyl benzene (ABS), fosfat yang berfungsi sebagai penghasil busa serta bahan pengurai senyawa organik. Komponen terbesar dari deterjen yaitu bahan builders antara 70-80%, bahan dasar sekitar 20-30%, dan bahan aditif relatif sedikit antara 2-8%. Pemakaian deterjen akan menghasilkan limbah karena setelah pemakaian, air bekas cucuan yang telah mengandung deterjen dibuang di lingkungan [1]. Kandungan deterjen dan fosfat berlebihan dalam badan air dapat memberikan efek buruk bagi lingkungan. Salah satu efek buruknya adalah dapat menurunkan kemampuan perkembangbiakan organisme perairan [2], [3]. Adapaun kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dalam badan air akan mempengaruhi kualitas air

Commented [U18]: Ini mrpk hasil penelitian atau hasil kajian scr teoritis, Sumber sitasi?

tersebut, sehingga kita bisa menentukan baik atau tidaknya air yang akan kita gunakan merujuk kepada baku mutu air limbah domestik.

Aktivitas pembuangan limbah tersebut dapat menyebabkan berbagai masalah seperti masalah kesehatan, pencemaran air, dan penurunan kualitas air. Untuk menjaga kelestarian lingkungan suatu perairan, perlu diperhatikan pemakaian jenis deterjen sintetis serta menghindari pembuangan sampah deterjen ini secara berlebihan ke dalam suatu lingkungan perairan [4]. Oleh sebab itu, pengolahan limbah yang tepat sangat penting bagi lingkungan. Air limbah domestik telah menjadi isu penting yang muncul sejalan dengan terus meningkatnya populasi manusia dan kemajuan pembangunan yang semakin pesat. Air limbah merupakan bahan buangan proses yang banyak mengandung bahan kimia yang sulit untuk dihilangkan dan berbahaya, sehingga air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan [5].

Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun 2014 menyatakan bahwa 60-70 % sungai di Indonesia telah tercemar limbah domestik atau rumah tangga. Pada umumnya karakteristik dari air limbah domestik diantaranya adalah TSS 25-183 mg/L, COD 100-700 mg/L, BOD 47-466 mg/L, total *coliform* 58-8,03 x 10<sup>7</sup> CFU/100 ml [6]. Penanggulangan pencemaran limbah domestik, terutama yang berasal dari rumah tangga sangatlah pelik. Kemampuan penjernihan air dan tempat pembuangan sampah yang terbatas tidak sesuai dengan jumlah limbah yang terus bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Beberapa metode pengolahan limbah yang dapat digunakan dalam menurunkan nilai surfaktan dan fosfat ini diantaranya adalah bidegradasi, elektroagulasi, membran dan biofilter [7].

Salah satu alternatif untuk pengolahan limbah menggunakan teknik pengolahan limbah secara biologi yaitu penggunaan mikroba dengan tujuan mengurangi tingkat keracunan senyawa organik dan logam berat pada lingkungan. Pendekatan pengelolaan ini mengacu pada teknik bioremediasi. Pada teknik ini menggunakan mikroba sebagai pendekomposisi zat pencemar dan proses ini dikenal dengan bioremoval, dimana metode *Multi Soil Layering* (MSL) adalah salah satunya [8]. MSL merupakan salah satu metode pengolahan air limbah dan air bersih yang terbukti ekonomis, tidak membutuhkan lahan yang luas dan mudah dioperasikan. MSL mampu mengoptimalkan proses filtrasi, adsorpsi, dan proses membran dalam suatu sistem reaktor MSL [9]. Sistem MSL menggunakan sejumlah besar bahan-bahan alami untuk menghasilkan kualitas air yang baik bagi lingkungan atau pertanian. Selain itu, sistem ini dapat dipertahankan dan dioperasikan dengan biaya rendah, hanya membutuhkan lahan kecil, dan sangat ideal untuk daerah perkotaan di negara [2].

Metode *Multi Soil Layering* (MSL) telah berhasil menurunkan kadar parameter pencemar biologi seperti BOD, COD, TSS, DO, pH, bau, dan kekeruhan serta parameter pencemar logam berat seperti Fe, Mn, dan [10]. Pada penelitian yang telah banyak dilakukan seperti contohnya pada penelitian Sofyan (2009) pada air limbah domestik MSL dapat menurunkan BOD sekitar 68,67- 87,63%, COD sekitar 71,42-87,73%, dan TSS sekitar 69,11-77,12% [9]. Dan pada penelitian Hardah (2019), air limbah industri minyak goreng proses MSL dapat menurunkan kadar BOD sekitar 86-99%, COD sekitar 71-96%, TSS sekitar 77-88%, dan pH dari 6,37-6,95 menjadi 6,99-7,24 [11]. Tak hanya menurunkan kadar TSS dan COD, Metode *Multi Soil Layering* (MSL) telah diujicobakan dalam penyerapan limbah kalium dari persawahan di daerah Tunggang, Kelurahan Pasar Ambacang, Kecamatan Pauh, Kota Padang. Hasil analisis karakteristik limbah cair tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi melebihi standar konsentrasi kalium pada air [12]. Dengan tingkat keberhasilan pengolahan dengan MSL sehingga pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengolahan limbah *laundry* dengan menggunakan metode *Multi Soil Layering* (MSL). Pada penelitian ini akan lebih difokuskan pada

**Commented [U19]:** Lebih baik gunakan kalimat yg lebih ilmiah

**Commented [U20]:** Lebih baik diubah menjadi kalimat yang lebih baku dan ilmiah

**Commented [U21]:** Jika MSL sudah disebutkan kepanjangannya sekali di awal, penggunaan selanjutnya boleh disebut MSL saja

observasi pengaruh laju alir inlet limbah *laundry* ke dalam reaktor MSL yang difokuskan pada peningkatan nilai Fosfat dan COD.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Tanah andosol, arang batok kelapa, *zeolite* alam, kerikil, limbah industri *laundry*, serta beberapa bahan pembantu untuk analisis meliputi **Ferro Ammonium Sulfat**,  $H_2SO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Ag_2SO_4$  dan Aquades.

**Commented [U22]:** Sebutkan merk dan tingkat kemurnian bahan kimia

### Metode

#### Instalasi MSL

Proses instalasi diawali dengan merakit reaktor dalam bentuk bak akrilik dengan ukuran 50 cm x 15 cm x 50 cm. Kemudian diisi kerikil setinggi 4 cm pada lapisan dasarnya. Setelah itu, ditimpa dengan zeolit setinggi 4 cm. Zeolit digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Zeolit yang digunakan berukuran antara 6-8 mesh. Selanjutnya, membuat campuran arang batok kelapa dan tanah andosol dengan perbandingan 1:2. Campuran tersebut dibuat menjadi balok seperti batu bata dengan ukuran 4 cm x 9 cm x 15 cm yang dikemas dengan net atau jaring seperti terlihat pada gambar 1.

**Commented [U23]:** Struktur kalimat SPOK

#### Degradasi limbah laundry dengan metode MSL

Limbah *laundry* disaring terlebih dahulu sebelum dialirkan ke dalam MSL. Proses pengaliran limbah *laundry* yang telah dipersiapkan dilakukan beberapa pengaturan kondisi seperti kecepatan alir inlet. Adapun variasi kecepatan alir inlet dari sistem limbah *laundry* ini yaitu, 10, 50 dan 100 m/menit. Sampel air bersih hasil proses setiap selang waktu 10 menit kemudian dianalisis menggunakan beberapa parameter yaitu pH, kadar fosfat dan COD.

**Commented [U24]:** Satuan kecepatan alir?

**Commented [U25]:** Sebut dan jelaskan metode pengujian parameter tsb

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Degradasi limbah laundry dengan metode MSL

Tanah andosol yang disusun dalam reaktor menciptakan kondisi anaerob dimana mikroorganisme tidak dapat tumbuh dalam kondisi kurang atau tidak terdapat oksigen. Kemudian arang batok kelapa digunakan sebagai arang aktif untuk adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Arang batok kelapa dipecah menjadi pecahan yang lebih kecil. Adsorbat akan semakin banyak terserap apabila ukuran partikel semakin kecil [13].

**Commented [U26]:** Struktur hasil dan pembahasan lebih baik diubah. Beri pengantar ttg metode MSL, paparkan hasilnya, baru beri penjelasan terkait teoritisnya

Dalam reaktor ini disusun atas empat lapisan setelah lapisan dasar. Sistem ini dibuat dalam bentuk lapisan untuk meningkatkan fungsi tanah melalui strukturnya sebagai media utama dalam pengolahan air, yang dibentuk dalam susunan batu bata dengan isian yaitu campuran tanah dengan arang (karbon), material organik dan lainnya dengan batuan seperti kerikil dan zeolit.

Pada sistem MSL ini, proses biodegradasi limbah cair dapat terjadi secara anaerob melalui bantuan mikroorganisme di dalamnya. Lapisan pertama dan ketiga tersusun atas empat balok campuran tanah dan arang sedangkan lapisan kedua dan keempat tersusun atas tiga balok campuran tanah dan arang. Perbedaan jumlah balok campuran ini menyesuaikan tempat yang ada dalam reaktor. Pada lapisan campuran tanah dan arang inilah bagian dari zona anaerob, tempat berlangsungnya proses adsorpsi. Pori-pori arang yang kecil dapat menyerap dan menghilangkan zat organik karena bidang adsorpsi semakin luas. Hal ini sejalan dengan penelitian Hadrah (2019), pada zona anaerob terjadi proses penyisihan COD yang menunjukkan keberadaan zat organik serta mereduksi senyawa fosfat dan senyawa organik lainnya [14]. Mikroorganisme yang ada dalam zona anaerob MSL hidup dengan simbiosis mutualisme dan melakukan degradasi berantai oleh bakteri yang ada dalam MSL. Kemudian diantara lapisan campuran tanah dan arang ditutup dengan zeolit setinggi 4 cm. Batuan zeolit dan kerikil yang digunakan dalam MSL merupakan bagian dari zona aerob.

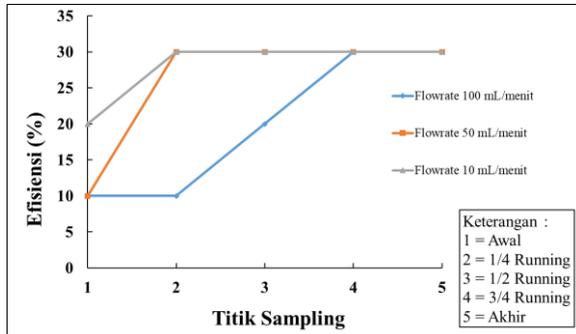
Partikel-partikel tersuspensi dari air limbah cair akan menempel pada permukaan kerikil dan zeolit, terjadilah proses adsorpsi. Hal ini dapat terjadi akibat batuan kerikil dan zeolit memiliki pori-pori yang dapat menyerap partikel tersebut. Campuran tanah dan permukaan zeolit akan menyerap material organik yang ada di dalam air.

Sampel yang digunakan berupa limbah deterjen yang kemudian diolah menggunakan metode MSL dengan variasi *flowrate* yang dimasukkan dalam reaktor. Pada saat air limbah deterjen dimasukkan dalam reaktor inilah terjadi proses filtrasi. Ukuran partikel penyusun lapisan aerob dan anaerob dapat memengaruhi proses filtrasi. Semakin kecil material penyusun maka zat-zat yang tersuspensi pada air limbah akan tertahan dengan sempurna [15].

Air limbah yang telah diproses dalam reaktor MSL pada setiap *flowrate* mengalami perubahan warna yang cukup signifikan dari abu-abu keruh menjadi bening. Perubahan warna pada air limbah terjadi karena bahan media cukup efektif dalam menyerap kadar warna dan zat-zat lain yang ada pada air limbah. Menurut Wakatsuki et al. (2013) pengolahan dengan metode MSL menggunakan material organik, karbon dan material lainnya seperti arang dalam campuran tanah sebagai lapisan anaerob dapat menambah luas permukaan adsorben dan pori-pori yang lebih kecil untuk proses penyaringan [3].

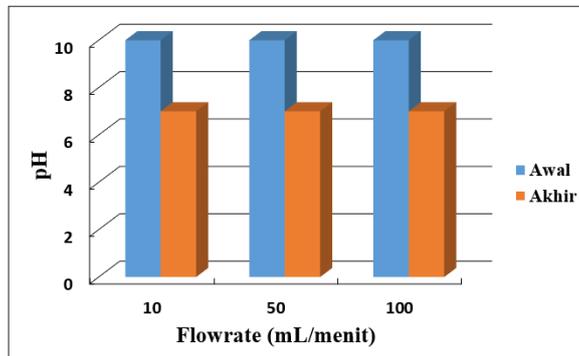
#### **Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai pH**

Metode MSL ini dapat menurunkan pH cairan limbah deterjen dari basa menjadi netral. Hal ini dapat dilihat dari presentase penurunan masing-masing *flowrate* yang mengalami kenaikan dari 10% menjadi 30% seperti yang terlihat pada Gambar 2. Selama proses pengaliran sampel, terjadi penguraian asam lemak dan senyawa organik oleh mikroorganisme tanah pada sistem MSL. Kation basa yang terkandung dalam tanah seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  dan kation asam seperti  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{H}^+$  menyebabkan tanah dapat menetralkan pH. Apabila tanah dengan pH basa, kation basa akan bertukar dengan kation asam, begitu juga sebaliknya. Hal tersebut yang menyebabkan terjadinya perubahan pH oleh tanah. Semakin kecil nilai pH maka semakin besar presentase penurunan pH [10].



Gambar 2. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan pH

Konsentrasi pH awal pada masing-masing *flowrate* adalah 10. Setelah sampel limbah *laundry* mengalami proses pengolahan menggunakan MSL, maka setiap sampel untuk masing-masing *flowrate* mengalami penurunan nilai pH hingga menjadi netral dengan efisiensi mencapai 30%. Gambar 3 menunjukkan pengaruh masing-masing *flowrate* terhadap pH dengan perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL.



Gambar 3. Perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL

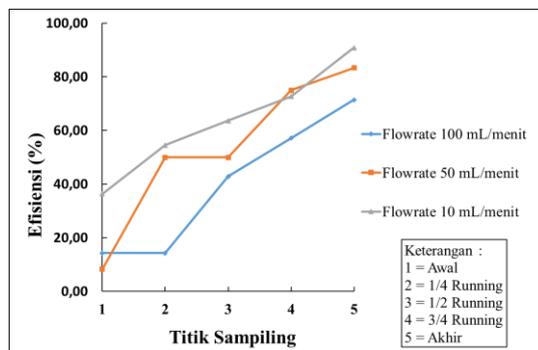
### Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai COD

Penentuan kadar COD dilakukan dengan menggunakan metode reflus tertutup secara titrimetri. Metode ini menggunakan pengoksidasi yaitu  $K_2C_2O_7$  yang mendidih dalam keadaan asam untuk penentuan nilai COD. Untuk mengetahui besarnya persentase penurunan COD limbah deterjen, dilakukan pengukuran kadar COD sebelum pengolahan dan sesudahnya. Penurunan nilai COD dipengaruhi proses adsorpsi zat organik pada karbon aktif dan zeolit, proses oksidasi dari komponen organik pada pipa aerasi, variasi laju alir masuk, serta adanya penguraian komponen organik oleh mikroorganisme tanah. Selain itu, waktu kontak tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap

Commented [U27]: Rumus senyawa kimia belum tepat penulisannya

penurunan kadar COD pada air limbah deterjen [16]. COD menyatakan banyaknya  $O_2$  yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang terkandung di dalam substrat dan reaksi fermentasi pada zone anaerob sehingga terurai menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Dari hasil pengukuran COD menunjukkan nilai penurunan yang tinggi. Hal ini dikarenakan reaksi pada kedua zona berlangsung sempurna dan menghasilkan produk gas  $CO_2$  dan metan [17].

Gambar 4 menunjukkan pengaruh kecepatan alir terhadap penurunan nilai COD. Nilai awal COD pada *flowrate* 100 mL/menit, 50 mL/menit dan 10 mL/menit secara berturut-turut sebelum melalui reaktor MSL sebesar 112 mg/L, 192 mg/L, dan 176 mg/L. Setelah diolah menggunakan metode MSL pada *flowrate* 100 mL/menit kadar COD mengalami penurunan dari 112 mg/L menjadi 32 mg/L. Pada *flowrate* 50 mL/menit penurunan kadar COD dari 192 mg/L menjadi 32 mg/L. Setelah perlakuan dengan MSL, didapatkan efisiensi penurunan kadar COD 70-90 %. Pada *flowrate* 10 mL/menit penurunan kadar COD dari 176 mg/L menjadi 16 mg/L.

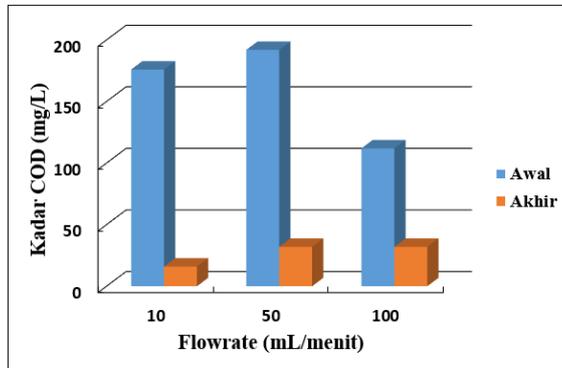


Gambar 4. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan kadar COD

Presentase penurunan kadar COD limbah *laundry* cenderung mengalami peningkatan pada masing-masing *flowrate*. Presentase penurunan pada *flowrate* 100 mL/menit mencapai 71,4%, untuk *flowrate* 50 mL/menit mencapai 83,3% dan *flowrate* 10 mL/menit mencapai 90,9%. Metoda MSL dapat digunakan untuk mengolah berbagai jenis limbah cair industri sasirangan. Metoda MSL mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 65,6%. Kandungan bakteri pengurai sangat berperan untuk meningkatkan efisiensi metoda MSL dalam menguraikan senyawa organik limbah cair industri sasirangan [18]. Pengaruh *flowrate* terhadap nilai awal dan akhir COD dapat terlihat pada Gambar 5. Dimana menunjukkan terjadinya penurunan nilai COD yang sangat signifikan pada akhir perlakuan dengan MSL.

Commented [U28]: Metoda/metode?

Commented [U29]: Signifikan biasanya dibuktikan dengan uji statistik

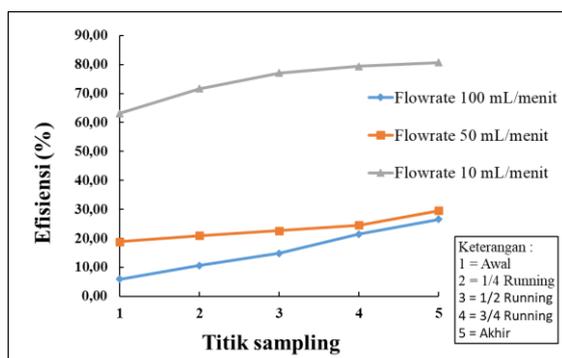


Gambar 5. Pengaruh Setiap Flowrate Terhadap Nilai COD

#### Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai Fosfat

Dalam proses degradasi kandungan fosfat dalam MSL didasarkan pada proses pertukaran ion dalam sistem MSL yang menyebabkan adanya penurunan kadar fosfat. Dalam batuan zeolit, banyak terdapat senyawa yang dapat mengikat anion fosfat seperti aluminium, mangan dan oksida besi. Dalam sistem MSL, fosfat dihilangkan dengan kontak antara limbah deterjen dan tanah sebagai media utama penurunan fosfat dengan proses kimia-fisika dalam tanah, keberadaan mikroorganisme mampu mengabsorpsi fosfat sebagai nutrisi pertumbuhannya dan menghasilkan enzim untuk mengikat melalui pertukaran ion. Penurunan kadar fosfat juga disebabkan oleh arang aktif yaitu arang batok kelapa [10]. Semakin lama waktu kontak semakin banyak konsentrasi fosfat yang dapat diserap oleh arang aktif. Dimana efisiensi penurunan senyawa organik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak meskipun peningkatan yang terjadi tidak terlalu tinggi [19].

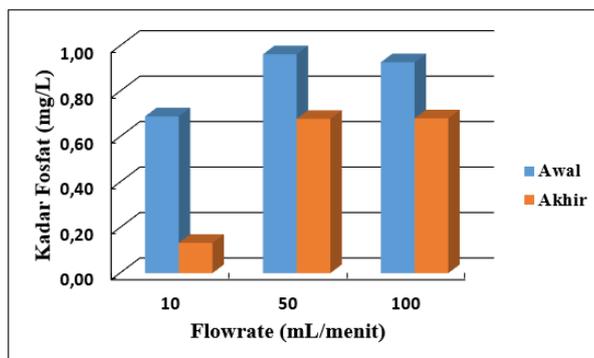
Presentase penurunan kadar fosfat dari limbah laundry pada flowrate 100 ml/menit berada pada range 5,9%-26,7%, untuk flowrate 50 mL/menit berada pada range 18,9%-29,5% serta untuk 10 mL/menit memiliki penurunan kadar pada range 63,1%-80,7% dan dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Pengaruh *Flowrate* Efisiensi Penurunan kadar Fosfat

Penurunan kadar fosfat dapat dilihat dari hasil absorbansi sampel yang semakin menurun. Semakin kecil nilai absorbansi maka presentase penurunan semakin meningkat karena kadar fosfat semakin menurun. Pada gambar 8 menunjukkan pengaruh masing-masing *flowrate* terhadap efisiensi pengolahan MSL pada limbah *laundry* maka didapatkan diagram yang menunjukkan perbandingan kadar fosfat awal dan akhir setelah melalui proses MSL.

**Commented [U30]:** Nilai absorbansi, jelaskan pada pengukuran dg instrument apa. Karena nilai absorbansi tidak ditunjukkan pada grafik yang disediakan



**Gambar 8.** Pengaruh Setiap *Flowrate* Terhadap Nilai Fosfat

**Pengaruh kecepatan alir terhadap waktu kontak pada reaktor MSL**

Reaktor MSL yang berupa bak memiliki volume total kurang lebih 27 liter. Observasi terhadap perubahan *flowrate* akan berdampak pada waktu tinggal limbah *laundry* yang digunakan pada reaktor MSL. Waktu tinggal semakin besar seiring dengan semakin kecilnya laju alir umpan sehingga mempengaruhi kualitas air yang keluar dari reaktor. Hal ini disebabkan semakin lama waktu tinggal maka laju dekomposisi akan terjadi secara perlahan sehingga laju dekomposisi berlangsung lebih sempurna [20]. Lamanya waktu tinggal mempengaruhi laju dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme dalam lapisan tanah dan kerikil. Waktu kontak yang singkat akan mengurangi laju dekomposisi karena proses dekomposisi berjalan dengan cepat. Pengaruh *flowrate* terhadap waktu tinggal dapat dilihat pada Tabel 2. Semakin besar *flowrate* yang digunakan maka waktu tinggal semakin kecil sehingga laju dekomposisi semakin cepat. Sebaliknya, semakin kecil *flowrate* yang digunakan maka waktu tinggal akan semakin besar dan laju dekomposisi dapat berjalan lebih sempurna.

**Commented [U31]:** Blm ada nomor 20 di dfitar pustaka. Lebih baik daftar pustaka dan sitasi menggunakan reference manager seperti mendely atau zotero

**Tabel 2.** Hubungan *Flowrate* dengan Waktu Tinggal Reaktor.

<i>Flowrate</i> (mL/menit)	Waktu Tinggal (Menit)
100	266

50	532
10	2660

---

### KESIMPULAN

Pengolahan air limbah *laundry* menggunakan metode MSL sangat efektif mereduksi kadar COD, fosfat dan juga pH. kecepatan alir 10 ml/menit merupakan kecepatan alir yang sangat efektif dalam pengolahan limbah cair *laundry* pada sistem MSL. Keefektifan MSL terbukti dengan adanya penurunan kadar COD, pH serta fosfat sebesar 90,91 %, 30 % dan 80,72 % secara berurutan. Untuk nilai akhir setelah melalui pengolahan dengan MSL berdasarkan kadar COD, pH serta fosfat adalah 16 mg/L, 7 dan 0,13 mg/L. Dimana nilai tersebut sudah memenuhi baku mutu limbah menurut Permen-LHK-Nomor 68-2016. Sehingga sistem MSL ini menjadi salah satu alternatif yang sangat efektif dalam pengolahan limbah *laundry*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Pengabdian dan Penelitian Universitas Ahmad Dahlan atas Hibah Penelitian Dasar dengan nomor PD-054/SP3/LPPM-UAD/VII/2022.

### DAFTAR PUSTAKA

- N. Apriliyani, "Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry," *Media Ilm. Tek. Lingkungan*, vol. 2, no. 1, pp. 37–44, 2017.
- [2] J. Nadayil, D. Mohan, K. Dileep, M. Rose, R. Rose, and P. Parambi, "A Study on Effect of Aeration on Domestic Wastewater," *Int. J. Interdiscip. Res. Innov.*, vol. 3, no. 2, pp. 10–15, 2015, [Online]. Available: [www.researchpublish.com](http://www.researchpublish.com)
- [3] J. A. Fajri, D. Wulandari, A. Nurmiyanto, and A. Rahayu, "Penurunan Kandungan Hidrokarbon Menggunakan Constructed Wetland Reactor Dalam Mengolah Limbah Minyak Removal of Hydrocarbon Compounds Using Constructed Wetland Reactor to Treat Oily Wastewater," *Open Sci. Technol.*, vol. 01, no. 02, pp. 246–256, 2021.
- [4] J. M. Manik and Edward, "The properties of detergent and its effects on environment.," *Oseana*, vol. XII, no. 1, pp. 25–34, 1987.
- [5] H. P. Adi, M. Razif, and A. Moesriati, "Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no.

2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16937.

- [6] A. Putra and W. E. Fitri, "Efektivitas Penurunan TSS, BOD, COD, Dan E.Coli Limbah Cair Industri Santan Kelapa Dengan Metode MSL (Multi Soil Layering) Yang Dimodifikasi," *Semin. Nas. Pelestarian Lingkung.* 2018, pp. 209–217, 2018.
- [7] N. L. P. I. Sintya Dewi and N. M. U. Dwipayanti, "Metode Pengolahan Air Limbah Domestik Untuk Penurunan Kadar Amonia: Studi Literatur," *Arch. Community Heal.*, vol. 8, no. 3, p. 409, 2022, doi: 10.24843/ach.2021.v08.i03.p03.
- [8] D. Multi, S. Layering, M. S. L. Biomineral, and U. Penyaringan, "LIMBAH CAIR KILANG MINYAK GUNA AIR IRIGASI Multi Soil Layering ( MSL ) -Biomineral Design for Filtrationthe Oil Refinery Wastewater Pollutants as Irrigation Water Oleh Tamad dan Joko Maryanto Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman ISSN : 1410-0," vol. 18, no. 2, 2014.
- [9] Sofyan, Salmariza, and Ardinal, "Kombinasi Sistem Anaerobik Filter dan Multi Soil Layering (MSL) Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Indusri Kecil Menengah Makanan," *Journal of Industrial Research (Jurnal Riset Industri)*, vol. 3, no. 2. pp. 118–127, 2009. [Online]. Available: <http://ejournal.kemenperin.go.id/jri/article/view/49/49>
- [10] A. Putra and W. E. Fitri, "Efektivitas Multi Soil Layering Dalam Mereduksi Limbah Cair Industri Kelapa," *Dalt. J. Pendidik. Kim. dan Ilmu Kim.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–15, 2019, doi: 10.31602/dl.v2i2.2394.
- [11] H. Hadrah, M. Kasman, and K. T. Septiani, "Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan Multi Soil Layering (MSL)," *J. Daur Lingkung.*, vol. 2, no. 1, p. 36, 2019, doi: 10.33087/daurling.v2i1.22.
- [12] T. Ihsan and S. Indah, "PENYISIHAN KALIUM DARI LIMBAH CAIR PERSAWAHAN DENGAN METODE MULTI SOIL LAYERING ( MSL ) menggunakan 2 reaktor yang dibedakan sampel ini berasal dari 5 petak sawah yang Persiapan Reaktor mengetahui spesifikasi reaktor MSL yang".
- [13] T. Ahmad and M. Danish, "Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review," *J. Environ. Manage.*, vol. 206, pp. 330–348, 2018, doi: 10.1016/j.jenvman.2017.10.061.
- [14] W. D. Ivontianti, E. P. O. Sitanggang, and E. S. Rezeki, "Pengolahan Limbah Cair Lindi Menggunakan Multi Soil Layering (MSL) Bebas Lumpur PDAM," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 5, no. 3, pp. 228–237, 2022, doi: 10.26760/jrh.v5i3.228-237.
- [15] R. Mutia, S. Elystia, and E. Yenie, "Metode Multiv Soil Layering dalam Penyisihan Parameter TSS Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Hydraulic Loading Rate (HLR) dan Material Organik pada Lapisan Anaerob," *J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2015.
- [16] W. Herman, D. Darmawan, and G. Gusnidar, "Pemanfaatan Tanah Vulkanik Dalam Sistem Multiple Soil Layering (Msl) Terhadap Pemurnian Air Irigasi Terpolusi," *J. BiBieT*, vol. 2, no. 2, p. 49, 2017, doi: 10.22216/jbbt.v2i1.3085.
- [17] P. S. Komala, D. Helard, and D. Delimas, "Identifikasi Mikroba Anaerob Dominan Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Karet Dengan Sistem Multi Soil Layering (Msl) Identification of Anaerobic Dominant Microbes in Rubber Industrial Waste Water Treatment With Multi Soil Layering (Msl) System," *J. Tek. Lingkung. UNAND*, vol. 9, no. 1, pp. 74–88, 2012, [Online]. Available: <http://lingkungan.ft.unand.ac.id/images/fileTL/Dampak9-1/8-PUT.pdf>

- [18] O. Akhyar, A. Pardede, and R. R. A. A. K. Wardani, "Penurunan BOD dan COD pada Limbah Cair Sasirangan menggunakan Metoda Multi Soil Layering (MSL)," *J. Media Sains*, vol. 9, no. 2, pp. 162–166, 2016.
- [19] R. Haribowo, S. Megah, and W. Rosita, "Efisiensi Sistem Multi Soil Layering Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Daerah Perkotaan Padat Penduduk," *J. Tek. Pengair.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–27, 2019, doi: 10.21776/ub.pengairan.2019.010.01.2.
- [20] S. dan S. Salmariza, "Aplikasi MSL (Multi Soil Layering) untuk Mengolah Edible Oil." pp. 227–238, 2011.

Lampiran 5

The screenshot shows a Google Drive interface with a sidebar on the left and a main content area. The main content area displays a PDF document with the following text:

**REDUCTION OF COD, pH AND PHOSPHATE LEVELS IN LAUNDRY WASTEWATER USING MULTI SOIL LAYERING (MSL) METHOD**

Aster Rahayu<sup>1</sup>, Maryadi, Nuraini, Nafira Ali Zaini Amrillah, Iwan Malyadi, Farah Fadillah Hanum  
Program Studi Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, D. I. Yogyakarta

**ARTICLE INFO**  
Article history:  
Received 25 Oct 2022,  
Revised 14 Dec 2022,  
Accepted 30 Dec 2022  
Available online 17 Jan 2023

**Keywords:**  
✓ MSL  
✓ Phosphate  
✓ COD  
✓ Laundry industry  
✓ Andosol soil

\*corresponding author:  
aster.raha@che.suad.ac.id  
Phone: +62 852 13300747  
DOI: <https://doi.org/10.31938/jst.v13i1.450>

**ABSTRACT**  
The growth of laundry services is directly proportional to the use of detergent. Detergent is a cleaning product that contains high levels of COD and phosphate. One method that can be used to overcome this problem is Multi Soil Layering (MSL). This research focused on the flow rate's effect on decreasing pH, COD, and phosphate levels in industrial laundry waste. MSL was installed using a mixture of andosol soil and activated charcoal from coconut shells. Laundry wastewater was let into MSL with flowrate: 10, 50, and 100 ml/minute. The waste degradation system is placed anaerobically by optimizing the anaerobic process in the andosol soil. The pH, COD, and phosphate levels were achieved as 7, 90.9% and 80.7% by draining the laundry industry waste into the MSL system. This MSL method has a residence time of 266 minutes for a flowrate of 100 mL/minute, 532 minutes for a flowrate of 50 mL/minute and 2660 for a flowrate of 10 mL/minute.

**ABSTRAK**  
**Penurunan Kadar COD, pH dan Fosfat pada Air Limbah Laundry Menggunakan Metode Multi Soil Layering (MSL)**

Perumbuhan jasa laundry berbanding lurus dengan penggunaan deterjen. Deterjen merupakan produk pembersih yang mengandung COD dan fosfat dalam kadar tinggi. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah Multi Soil Layering (MSL). Penelitian ini berfokus pada pengaruh laju alir terhadap penurunan pH, COD, dan kadar fosfat pada limbah laundry industri. MSL dipasang menggunakan campuran tanah andosol dan arang aktif dari tempurung kelapa. Air limbah laundry dimasukkan ke dalam MSL dengan debit aliran: 10, 50, dan 100 mL/menit. Sistem degradasi sampah ditempatkan secara anaerobik dengan mengoptimalkan proses anaerobik di tanah andosol. Kadar pH, COD, dan fosfat dicapai pada 7, 90,9%, dan 80,7% dengan mengalirkan limbah industri laundry ke dalam sistem MSL. Metode MSL ini memiliki waktu tinggal 266 menit untuk laju alir 100 mL/menit, 532 menit untuk laju alir 50 mL/menit dan 2660 untuk laju alir 10



## REDUCTION OF COD, pH AND PHOSPHATE LEVELS IN LAUNDRY WASTEWATER USING MULTI SOIL LAYERING (MSL) METHOD

Aster Rahayu\*, Maryudi, Nuraini, Nafira Alfi Zaini Amrillah, Irwan Mulyadi, Farah Fadillah Hanum  
Program Studi Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, D. I. Yogyakarta

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 25 Oct 2022,

Revised 14 Dec 2022,

Accepted 30 Dec 2022

Available online 17 Jan 2023

#### Keywords:

- ✓ MSL
- ✓ Phosphate
- ✓ COD
- ✓ Laundry Industry
- ✓ Andosol soil

#### \*corresponding author:

[aster.rahayu@che.uad.ac.id](mailto:aster.rahayu@che.uad.ac.id)

Phone: +62 852 13500747

#### Doi:

<https://doi.org/10.31938/jsn.v13i1.450>

### ABSTRACT

The growth of laundry services is directly proportional to the use of detergent. Detergent is a cleaning product that contains high levels of COD and phosphate. One method that can be used to overcome this problem is Multi Soil Layering (MSL). This research focussed on the flow rate's effect on decreasing pH, COD, and phosphate levels in industrial laundry waste. MSL was installed using a mixture of andosol soil and activated charcoal from coconut shells. Laundry wastewater was let into MSL with flowrate: 10, 50, and 100 ml/minute. The waste degradation system is placed anaerobically by optimising the anaerobic process in the andosol soil. The pH, COD, and phosphate levels were achieved at 7, 90.9%, and 80.7% by draining the laundry industry waste into the MSL system. This MSL method has a residence time of 266 minutes for a flowrate of 100 mL/minute, 532 minutes for a flowrate of 50 mL/minute and 2660 for a flowrate of 10 mL/minute.

### ABSTRAK

#### Penurunan Kadar COD, pH dan Fosfat pada Air Limbah Laundry Menggunakan Metode Multi Soil Layering (MSL)

Pertumbuhan jasa laundry berbanding lurus dengan penggunaan detergen. Detergen merupakan produk pembersih yang mengandung COD dan fosfat dalam kadar tinggi. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah *Multi Soil Layering* (MSL). Penelitian ini berfokus pada pengaruh laju alir terhadap penurunan pH, COD, dan kadar fosfat pada limbah laundry industri. MSL dipasang menggunakan campuran tanah andosol dan arang aktif dari tempurung kelapa. Air limbah laundry dimasukkan ke dalam MSL dengan debit aliran: 10, 50, dan 100 mL/menit. Sistem degradasi sampah ditempatkan secara anaerobik dengan mengoptimalkan proses anaerobik di tanah andosol. Kadar pH, COD, dan fosfat dicapai pada 7, 90,9%, dan 80,7% dengan mengalirkan limbah industri laundry ke dalam sistem MSL. Metode MSL ini memiliki waktu tinggal 266 menit untuk laju alir 100 mL/menit, 532 menit untuk laju alir 50 mL/menit dan 2660 untuk laju alir 10 mL/menit.

Kata kunci: MSL; Fosfat; COD; Industri Laundry; Tanah Andosol

## PENDAHULUAN

Limbah yang paling banyak mencemari lingkungan adalah limbah cair. Salah satu penghasil limbah cair yang paling banyak adalah limbah cair rumah tangga, khususnya laundry (Apriliyani, 2017). Limbah rumah tangga memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan apabila disalurkan langsung ke alam bebas tanpa adanya pengolahan. Limbah rumah tangga mengandung zat-zat kimia dan berbagai bakteri yang dapat menyebabkan terganggunya

keberlangsungan hidup ekosistem. Limbah laundry yang didominasi oleh kandungan detergen itu sendiri merupakan hasil samping dari penyulingan minyak bumi yang diberi berbagai tambahan zat kimia, seperti surfaktan (bahan pembersih), *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS), fosfat yang berfungsi sebagai penghasil busa serta bahan pengurai senyawa organik. Komponen terbesar dari detergen, yaitu bahan *builders* antara 70-80%, bahan dasar sekitar 20-30%, dan bahan aditif relatif sedikit antara 2-8%. Pemakaian detergen akan menghasilkan limbah karena



setelah pemakaian, air bekas cucian yang telah mengandung detergen di buang ke lingkungan (Apriliyani, 2017). Kandungan detergen dan fosfat yang berlebihan dalam badan air dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Salah satu dampak negatifnya adalah dapat menurunkan kemampuan perkembangbiakan organisme perairan (Fajri et al., 2021; Nadayil et al., 2015). Adapun kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada badan air akan mempengaruhi kualitas air tersebut, sehingga bisa ditentukan baik atau tidaknya air yang akan digunakan tersebut yang merujuk kepada baku mutu air limbah detergen.

Aktivitas pembuangan limbah tersebut dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti masalah kesehatan, pencemaran air, dan penurunan kualitas air. Kelestarian lingkungan suatu perairan dapat dijaga dengan memperhatikan pemakaian jenis detergen sintetis dan menghindari pembuangan sampah detergen ini secara berlebihan ke dalam suatu lingkungan perairan (Manik & Edward, 1987). Oleh sebab itu, pengolahan limbah yang tepat sangatlah penting bagi lingkungan. Air limbah detergen telah menjadi isu penting yang muncul sejalan dengan terus meningkatnya populasi manusia dan kemajuan pembangunan yang semakin pesat. Air limbah detergen merupakan bahan buangan proses yang banyak mengandung bahan kimia yang sulit untuk dihilangkan dan berbahaya, sehingga air limbah detergen tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan (Adi et al., 2016).

Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun 2014 menyatakan bahwa 60-70 % sungai di Indonesia telah tercemar limbah detergen/domestik. Pada umumnya, karakteristik dari air limbah detergen/domestik adalah TSS 25-183 mg/L, COD 100-700 mg/L, BOD 47-466 mg/L, total *coliform* 58-8,03 x 10<sup>7</sup> CFU/100 mL (Putra & Fitri, 2018). Penanggulangan pencemaran limbah detergen, terutama yang berasal dari rumah tangga sangatlah rumit. Kemampuan penjernihan air dan tempat pembuangan sampah yang terbatas tidak sesuai dengan jumlah limbah yang terus bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Beberapa metode pengolahan limbah yang dapat digunakan dalam menurunkan nilai surfaktan dan fosfat ini adalah biodegradasi, elektroagulasi, membran dan biofilter (Sintya Dewi & Dwipayanti, 2022).

Salah satu alternatif untuk pengolahan limbah menggunakan teknik pengolahan limbah

secara biologi, yaitu penggunaan mikroba. Hal ini bertujuan untuk mengurangi tingkat keracunan senyawa organik dan logam berat pada lingkungan. Pendekatan pengelolaan ini mengacu pada teknik bioremediasi. Pada teknik ini menggunakan mikroba sebagai pendekompos zat pencemar dan proses ini dikenal dengan bioremoval, salah satunya adalah metode *Multi Soil Layering* (MSL) (Multi et al., 2014). MSL merupakan salah satu metode pengolahan air limbah dan air bersih yang terbukti ekonomis, tidak membutuhkan lahan yang luas dan mudah dioperasikan. MSL mampu mengoptimalkan proses filtrasi, adsorpsi, dan proses membran dalam suatu sistem reaktor MSL (Sofyan et al., 2009). Sistem MSL menggunakan sejumlah besar bahan-bahan alami untuk menghasilkan kualitas air yang baik bagi lingkungan atau pertanian. Selain itu, sistem ini dapat dipertahankan dan dioperasikan dengan biaya rendah, hanya membutuhkan lahan kecil, dan sangat ideal untuk daerah perkotaan (Nadayil et al., 2015).

Metode MSL telah berhasil menurunkan kadar parameter pencemar biologi, seperti BOD, COD, TSS, DO, pH, bau, dan kekeruhan serta parameter pencemar logam berat seperti Fe dan Mn (Putra & Fitri, 2019). Pada penelitian yang telah banyak dilakukan, seperti contohnya pada penelitian pada air limbah detergen MSL dapat menurunkan BOD sekitar 68,67- 87,63%, COD sekitar 71,42-87,73%, dan TSS sekitar 69,11-77,12% (Sofyan et al., 2009). Selanjutnya, pada penelitian Hardah (2019), air limbah industri minyak goreng proses MSL dapat menurunkan kadar BOD sekitar 86-99%, COD sekitar 71-96%, TSS sekitar 77-88%, dan pH dari 6,37-6,95 menjadi 6,99-7,24 (Wiroesoedarmo et al., 2018). Selain dapat menurunkan kadar TSS dan COD, metode MSL telah diujicobakan dalam penyerapan limbah kalium dari persawahan di daerah Tunggang, Kelurahan Pasar Ambacang, Kecamatan Pauh, Kota Padang. Hasil analisis karakteristik limbah cair tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi melebihi standar konsentrasi kalium pada air (Ihsan et al., 2013). Beberapa penelitian tersebut menunjukkan adanya tingkat keberhasilan pengolahan dengan MSL sehingga metode tersebut digunakan pada penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui proses pengolahan limbah *laundry* nya. Pada penelitian ini akan dilakukan observasi pengaruh laju alir *inlet* limbah *laundry* ke dalam reaktor MSL yang difokuskan pada penurunan nilai fosfat dan COD pada air limbah.

## BAHAN DAN METODE

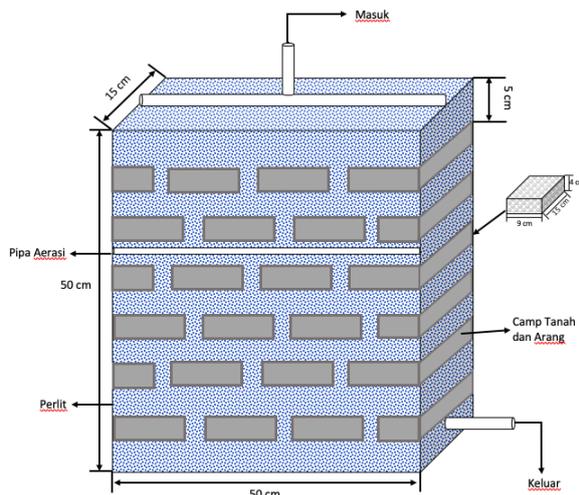
### Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor yang dirancang menggunakan beberapa bahan dan material yang digunakan dan Spektrofotometer UV-Vis. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah andosol, arang batok kelapa, *zeolite* alam, kerikil, limbah industri *laundry*, serta beberapa bahan pembantu untuk analisis, meliputi *Ferro Ammonium Sulfat*,  $H_2SO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Ag_2SO_4$ , Kalium antimonil tartrat, Ammonium molibdat, asam askorbat dan akuades.

### Metode

#### Instalasi MSL

Proses instalasi diawali dengan merakit reaktor dalam bentuk bak akrilik dengan ukuran 50 cm x 15 cm x 50 cm. Pada lapisan dasar reaktor MSL di isi dengan kerikil setinggi 4 cm. Setelah itu, lapisan dasar tersebut ditimpa dengan zeolit yang berukuran antara 6-8 mesh setinggi 4 cm. Zeolit digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Selanjutnya, campuran arang batok kelapa dan tanah andosol dibuat dengan perbandingan 1:2. Campuran tersebut dibuat menjadi balok seperti batu bata dengan ukuran 4 cm x 9 cm x 15 cm yang dikemas dengan net atau jaring seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Instalasi MSL

#### Degradasi limbah laundry dengan metode MSL

Limbah *laundry* disaring terlebih dahulu sebelum dialirkan ke dalam MSL. Proses pengaliran limbah *laundry* yang telah dipersiapkan, terlebih dahulu dilakukan beberapa pengaturan kondisi, seperti kecepatan alir *inlet*.

Adapun variasi kecepatan alir *inlet* dari sistem limbah *laundry* ini, yaitu, 10, 50 dan 100 mL/menit. Hasil proses sampel air bersih yang didapatkan setiap selang waktu 10 menit dianalisis menggunakan beberapa parameter, yaitu kadar fosfat dan COD. Analisa COD menggunakan metode uji SNI 6989.72:2009, dimana metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air yang dioksidasi oleh  $C_2O_7^{2-}$  dalam refluks tertutup menghasilkan  $Cr^{3+}$ . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen ( $O_2$  mg/L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak.  $Cr_2O_7^{2-}$  kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 420 nm. Analisa fosfat menggunakan metode uji SNI 06.6989.31-2005 yang dilakukan dengan menggunakan amonium molibdat dan kalium antimonil tartrat yang bereaksi dengan ortofosfat sehingga membentuk asam fosfomolibdat, direduksi oleh asam askorbat menjadi kompleks biru molibdat dan diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang 800 nm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Degradasi limbah laundry dengan metode MSL

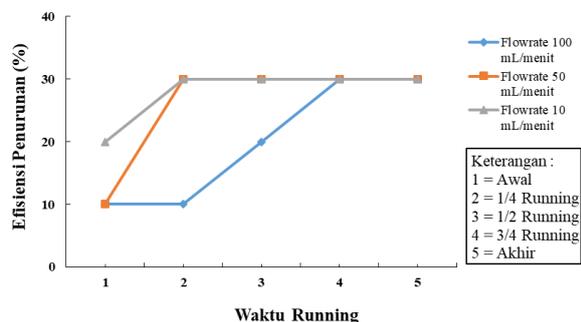
Tanah andosol yang disusun dalam reaktor menciptakan kondisi anaerob. Pada kondisi tersebut, mikroorganisme tidak dapat tumbuh dalam kondisi kurang atau tidak terdapat oksigen. Kemudian, arang batok kelapa digunakan sebagai arang aktif untuk adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Arang batok kelapa dipecah menjadi pecahan yang lebih kecil. Adsorbat akan semakin banyak terserap apabila ukuran partikel semakin kecil (Ahmad & Danish, 2018).

Pada reaktor ini disusun atas empat lapisan setelah lapisan dasar. Sistem ini dibuat dalam bentuk lapisan untuk meningkatkan fungsi tanah melalui strukturnya sebagai media utama dalam pengolahan air, yang dibentuk dalam susunan batu bata dengan komposisi tertentu, seperti campuran tanah dengan arang (karbon), material organik dan lainnya dengan batuan (kerikil dan zeolit).

Pada sistem MSL, proses biodegradasi limbah cair dapat terjadi secara anaerob melalui bantuan mikroorganisme didalamnya. Lapisan pertama dan ketiga tersusun atas empat balok campuran tanah dan arang, sedangkan lapisan kedua dan keempat tersusun atas tiga balok campuran tanah dan arang. Perbedaan jumlah balok campuran ini menyesuaikan tempat yang

ada dalam reaktor. Lapisan campuran tanah dan arang tersebut merupakan bagian dari zona anaerob, tempat berlangsungnya proses adsorpsi. Pori-pori arang yang kecil dapat menyerap dan menghilangkan zat organik karena bidang adsorpsi semakin luas. Hal ini sejalan dengan penelitian (Hadrach et al., 2019), pada zona anaerob terjadi proses penyisihan COD yang menunjukkan keberadaan zat organik serta mereduksi senyawa fosfat dan senyawa organik lainnya (Ivontianti et al., 2022). Mikroorganisme yang ada dalam zona anaerob MSL, hidup dengan melakukan simbiosis mutualisme dan melakukan degradasi berantai oleh bakteri yang ada dalam MSL. Kemudian, diantara lapisan campuran tanah dan arang ditutup dengan zeolit setinggi 4 cm. Batuan zeolit dan kerikil yang digunakan dalam MSL merupakan bagian dari zona aerob. Partikel-partikel tersuspensi dari air limbah cair akan menempel pada permukaan kerikil dan zeolit, sehingga terjadilah proses adsorpsi. Hal ini dapat terjadi akibat batuan kerikil dan zeolit memiliki pori-pori yang dapat menyerap partikel tersebut. Campuran tanah dan permukaan zeolit akan menyerap material organik yang ada di dalam air (Mutia et al., 2015).

Sampel yang digunakan berupa limbah detergen yang kemudian diolah menggunakan metode MSL dengan variasi *flowrate* yang dimasukkan dalam reaktor. Proses filtrasi terjadi pada saat air limbah detergen dimasukkan ke dalam reaktor. Ukuran partikel penyusun lapisan aerob dan anaerob dapat memengaruhi proses filtrasi. Semakin kecil material penyusun maka zat-zat yang tersuspensi pada air limbah akan tertahan dengan sempurna (Mutia et al., 2015).



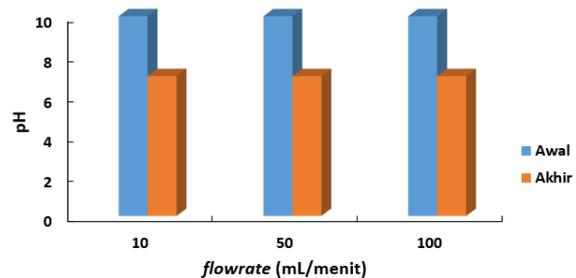
Gambar 2. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan pH

Air limbah yang telah diproses dalam reaktor MSL pada setiap *flowrate* mengalami perubahan warna yang cukup signifikan dari abu-abu keruh menjadi bening. Perubahan warna pada air limbah terjadi karena bahan media cukup efektif dalam

menyerap kadar warna dan zat-zat lain seperti fosfat, surfaktan, dan juga logam yang ada pada air limbah (Sintya Dewi & Dwipayanti, 2022). Menurut Herman, dkk., (2017), pengolahan dengan metode MSL menggunakan material organik, karbon dan material lainnya seperti arang dalam campuran tanah sebagai lapisan anaerob dapat menambah luas permukaan adsorben dan pori-pori yang lebih kecil untuk proses penyaringan (Herman et al., 2017).

### Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai pH

Metode MSL ini dapat menurunkan pH cairan limbah detergen dari basa menjadi netral. Hal ini dapat dilihat dari presentase penurunan masing-masing *flowrate* yang mengalami kenaikan dari 10% menjadi 30%, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa efisiensi penurunan pH akan naik dengan meningkatnya waktu *running*. Pengukuran dan perhitungan efisiensi penurunan pH dilakukan pada beberapa waktu *running*, yaitu mulai dari awal limbah yang keluar hingga limbah terakhir yang keluar dari sistem MSL. Selanjutnya, jika semakin lama limbah berinteraksi didalam sistem MSL maka efisiensi penurunan pH akan semakin besar, sehingga nilai pH limbah yang telah di olah dengan sistem MSL lebih rendah daripada pH awal (Gambar 3). Selama proses pengaliran sampel, terjadi penguraian asam lemak dan senyawa organik oleh mikroorganisme tanah pada sistem MSL. Kation basa yang terkandung dalam tanah, seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  dan kation asam seperti  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{H}^+$  menyebabkan tanah dapat menetralkan pH. Apabila tanah dengan pH basa, kation basa akan berukar dengan kation asam, begitu juga sebaliknya. Hal itulah yang menyebabkan terjadinya perubahan pH oleh tanah. Semakin kecil nilai pH maka semakin besar presentase penurunan pH (Putra & Fitri, 2019).

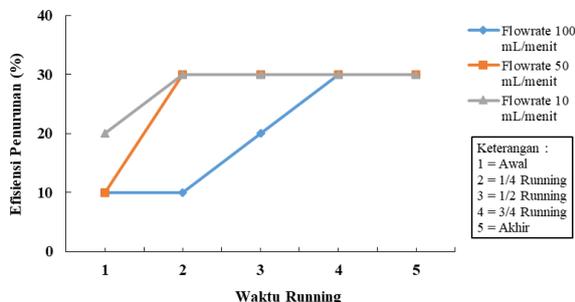


Gambar 3. Perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL

Konsentrasi pH awal pada masing-masing *flowrate* adalah 10. Setelah sampel limbah *laundry* mengalami proses pengolahan menggunakan MSL, maka setiap sampel untuk masing-masing *flowrate* mengalami penurunan nilai pH hingga menjadi netral dengan efisiensi mencapai 30%. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pH berpengaruh terhadap *flowrate* jika dilihat dari pengaruh masing-masing *flowrate* terhadap pH dengan perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL.

**Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai COD**

Penentuan kadar COD dilakukan dengan menggunakan metode refluks tertutup secara titrimetri. Metode ini menggunakan pengoksidasi, yaitu  $K_2Cr_2O_7$  yang mendidih dalam keadaan asam untuk penentuan nilai COD. Besarnya presentase penurunan COD limbah detergen dapat diketahui dengan melakukan pengukuran kadar COD sebelum pengolahan dan sesudahnya. Penurunan nilai COD dipengaruhi proses adsorpsi zat organik pada karbon aktif dan zeolit, proses oksidasi dari komponen organik pada pipa aerasi, variasi laju alir masuk, dan adanya penguraian komponen organik oleh mikroorganisme tanah. Selain itu, waktu kontak tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar COD pada air limbah detergen (Herman et al., 2017). COD menunjukkan banyaknya  $O_2$  yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang terkandung di dalam substrat dan reaksi fermentasi pada zone anaerob sehingga terurai menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Pada hasil pengukuran COD menunjukkan nilai penurunan yang tinggi. Hal ini dikarenakan reaksi pada kedua zona berlangsung sempurna dan menghasilkan produk  $CO_2$  dan metan (Komala et al., 2012).

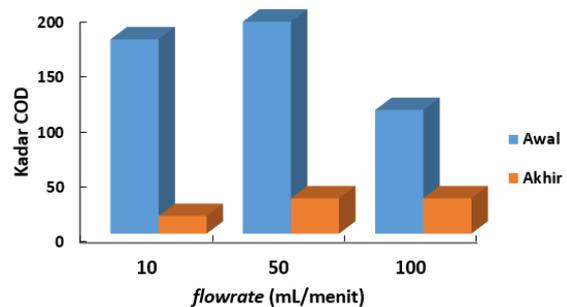


Gambar 4. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan kadar COD

Pada Gambar 4 menunjukkan pengaruh kecepatan alir terhadap penurunan nilai COD.

Nilai awal COD pada *flowrate* 100 mL/menit, 50 mL/menit dan 10 mL/menit secara berturut-turut sebelum melalui reaktor MSL sebesar 112 mg/L, 192 mg/L, dan 176 mg/L. Setelah diolah menggunakan metode MSL pada *flowrate* 100 mL/menit kadar COD mengalami penurunan dari 112 mg/L menjadi 32 mg/L. Pada *flowrate* 50 mL/menit, penurunan kadar COD dari 192 mg/L menjadi 32 mg/L. Setelah perlakuan dengan MSL, didapatkan efisiensi penurunan kadar COD 70-90%. Pada *flowrate* 10 mL/menit, penurunan kadar COD dari 176 mg/L menjadi 16 mg/L.

Presentase penurunan kadar COD limbah *laundry* cenderung mengalami peningkatan pada masing-masing *flowrate*. Presentase penurunan pada *flowrate* 100 mL/menit mencapai 71,4%, untuk *flowrate* 50 mL/menit mencapai 83,3% dan *flowrate* 10 mL/menit mencapai 90,9%. Metode MSL dapat digunakan untuk mengolah berbagai jenis limbah cair dan mampu menurunkan konsentrasi COD pada limbah industri *laundry* sebesar 89,75% (Novela & Dewata, 2019). Pada metoda MSL, penguraian kandungan pada limbah melalui pemanfaatan bakteri aerob dan anaerob. Kandungan bakteri pengurai sangat berperan untuk meningkatkan efisiensi metoda MSL dalam menguraikan senyawa organik limbah cair industri *laundry* (Wiroesoedarmo, 2018). Pengaruh *flowrate* terhadap nilai awal dan akhir COD dapat terlihat pada Gambar 5. Hasil penelitian yang terlihat pada Gambar 5 menunjukkan terjadinya penurunan nilai COD yang sangat signifikan pada aliran *flowrate* 10, 50 dan 100 mL/menit adalah sebesar 91%, 83% dan 71%, secara berurutan pada akhir perlakuan dengan MSL.



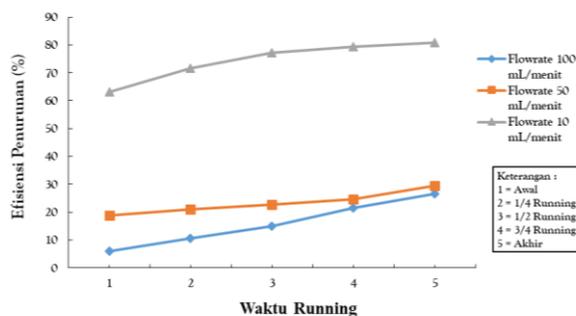
Gambar 5. Pengaruh Setiap *Flowrate* Terhadap Nilai COD

**Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai Fosfat**

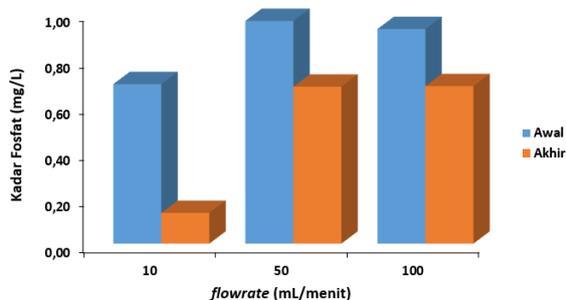
Pada proses degradasi kandungan fosfat dalam MSL didasarkan pada proses pertukaran ion dalam sistem MSL yang menyebabkan adanya

penurunan kadar fosfat. Pada batuan zeolit, banyak terdapat senyawa yang dapat mengikat anion fosfat, seperti aluminium, mangan dan oksida besi. Pada sistem MSL, fosfat dihilangkan dengan kontak antara limbah detergen dan tanah sebagai media utama penurunan fosfat dengan proses kimia-fisika dalam tanah, keberadaan mikroorganisme mampu mengabsorpsi fosfat sebagai nutrisi pertumbuhannya dan menghasilkan enzim untuk mengikat melalui pertukaran ion. Penurunan kadar fosfat juga disebabkan oleh arang aktif, yaitu arang batok kelapa (Putra & Fitri, 2019). Semakin lama waktu kontak semakin banyak konsentrasi fosfat yang dapat diserap oleh arang aktif. Efisiensi penurunan senyawa organik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak meskipun peningkatan yang terjadi tidak terlalu tinggi (Haribowo et al., 2019).

Presentase penurunan kadar fosfat dari limbah laundry pada *flowrate* 100 mL/menit berada pada range 5,9%-26,7%, untuk *flowrate* 50 mL/menit berada pada range 18,9%-29,5% serta untuk 10 mL/menit memiliki penurunan kadar pada range 63,1%-80,7% seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh *Flowrate* Efisiensi Penurunan kadar Fosfat



Gambar 7. Pengaruh Setiap *Flowrate* Terhadap Nilai Fosfat

Penurunan kadar fosfat dapat dilihat dari hasil absorbansi sampel yang semakin menurun

pada pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer. Semakin kecil nilai absorbansi maka presentase penurunan semakin meningkat karena kadar fosfat semakin menurun. Pada Gambar 7 menunjukkan pengaruh masing-masing *flowrate* terhadap efisiensi pengolahan MSL pada limbah laundry maka didapatkan diagram yang menunjukkan perbandingan kadar fosfat awal dan akhir setelah melalui proses MSL.

### Pengaruh kecepatan alir terhadap waktu kontak pada reaktor MSL

Reaktor MSL yang berupa bak memiliki volume total kurang lebih 27 liter. Observasi terhadap perubahan *flowrate* akan berdampak pada waktu tinggal limbah laundry yang digunakan pada reaktor MSL. Waktu tinggal semakin besar seiring dengan semakin kecilnya laju alir umpan sehingga memengaruhi kualitas air yang keluar dari reaktor. Hal ini disebabkan semakin lama waktu tinggal maka laju dekomposisi akan terjadi secara perlahan sehingga laju dekomposisi berlangsung lebih sempurna (Sy, 2011). Lamanya waktu tinggal mempengaruhi laju dekomposisi yang dilakukan mikroorganisme dalam lapisan tanah dan kerikil. Waktu kontak yang singkat akan mengurangi laju dekomposisi karena proses dekomposisi berjalan dengan cepat. Pengaruh *flowrate* terhadap waktu tinggal dapat dilihat pada Tabel 1. Semakin besar *flowrate* yang digunakan maka waktu tinggal semakin kecil sehingga laju dekomposisi semakin cepat. Sebaliknya, semakin kecil *flowrate* yang digunakan maka waktu tinggal akan semakin besar dan laju dekomposisi dapat berjalan lebih sempurna.

Tabel 1. Hubungan *Flowrate* dengan Waktu Tinggal Reaktor.

No	<i>Flowrate</i> (mL/menit)	Waktu Tinggal (Menit)
1	100	266
2	50	532
3	10	2660

Tabel 2. Perbandingan nilai COD, pH dan fosfat limbah laundry outlet sistem MSL dan Baku mutu air limbah P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu (Kadar maksimum)	Outlet sistem MSL
1	pH	-	6-9	7
2	Fosfat	mg/L	2	0,13
3	COD	mg/L	100	16

Secara keseluruhan, nilai COD, pH dan fosfat dari limbah *laundry* setelah diolah dengan menggunakan metoda MSL pada *flowrate* optimum, yaitu 10 mL/menit, dilakukan perbandingan dengan nilai baku mutu limbah menurut Permen-LHK-Nomor 68-2016 (Tabel 2). Pada Tabel 2 dapat terlihat bahwa kualitas limbah *laundry* setelah diolah dengan menggunakan metode MSL berada di bawah kadar maksimum baku mutu air limbah. Sehingga, sistem MSL ini efektif dalam pengolahan limbah *laundry* khususnya pada parameter pH, COD dan fosfat.

### KESIMPULAN

Pengolahan air limbah *laundry* menggunakan metode MSL efektif mereduksi kadar COD, fosfat dan pH. Pada sistem MSL, kecepatan alir 10 mL/menit merupakan kecepatan alir yang efektif dalam pengolahan limbah cair *laundry* dibandingkan dengan *flowrate* 100 dan 50 mL/menit. Keefektifan MSL terbukti dengan adanya penurunan kadar COD, pH serta fosfat sebesar 90,91 %, 30 % dan 80,72 % secara berurutan. Nilai akhir setelah melalui pengolahan dengan MSL berdasarkan kadar COD, pH dan fosfat adalah 16 mg/L, 7 mg/L dan 0,13 mg/L. Nilai tersebut sudah memenuhi baku mutu limbah menurut Permen-LHK-Nomor 68-2016, sehingga sistem MSL ini menjadi salah satu alternatif yang efektif dalam pengolahan limbah *laundry*.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Pengabdian dan Penelitian Universitas Ahmad Dahlan atas Hibah Penelitian Dasar dengan nomor PD-054/SP3/LPPM-UAD/VII/2022.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adi, H. P., Razif, M., & Moesriati, A. (2016). Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16937>
- Ahmad, T., & Danish, M. (2018). Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review. *Journal of Environmental Management*, 206, 330–348. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.061>
- Apriliyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), 37–44.
- Fajri, J. A., Wulandari, D., Nurmiyanto, A., & Rahayu, A. (2021). Penurunan Kandungan Hidrokarbon Menggunakan Constructed Wetland Reactor Dalam Mengolah Limbah Minyak Removal of Hydrocarbon Compounds Using Constructed Wetland Reactor to Treat Oily Wastewater. *Open Science and Technology*, 01(02), 246–256.
- Hadrah, H., Kasman, M., & Septiani, K. T. (2019). Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan Multi Soil Layering (MSL). *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.33087/daurling.v2i1.122>
- Haribowo, R., Megah, S., & Rosita, W. (2019). Efisiensi Sistem Multi Soil Layering Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Daerah Perkotaan Padat Penduduk. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(1), 11–27. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2019.010.01.2>
- Herman, W., Darmawan, D., & Gusnidar, G. (2017). Pemanfaatan Tanah Vulkanik Dalam Sistem Multiple Soil Layering (Msl) Terhadap Pemurnian Air Irigasi Terpolusi. *Jurnal BiBieT*, 2(2), 49. <https://doi.org/10.22216/jbbt.v2i1.3085>
- Ihsan, T., Indah, S., & Helard, D. (2013). Penyisihan Kalium Dari Limbah Cair Persawahan Dengan Metode Multi Soil Layering (Msl). *Jurnal Dampak*, 10(2), 133–141.2013. <https://doi.org/10.25077/dampak.10.2.133-141.2013>
- Ivontianti, W. D., Sitanggang, E. P. O., & Rezeki, E. S. (2022). Pengolahan Limbah Cair Lindi Menggunakan Multi Soil Layering (MSL) Bebas Lumpur PDAM. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 5(3), 228–237. <https://doi.org/10.26760/jrh.v5i3.228-237>
- Komala, P. S., Helard, D., & Delimas, D. (2012). Identifikasi Mikroba Anaerob Dominan Pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Karet Dengan Sistem Multi Soil Layering (Msl) Identification of Anaerobic Dominant Microbes in Rubber Industrial Waste Water

- Treatment with Multi Soil Layering (MSL) System. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, 9(1), 74–88.
- Manik, J. M., & Edward. (1987). The properties of detergent and its effects on environment. *Oseana*, XII(1), 25–34.
- Multi, D., Layering, S., Biomineral, M. S. L., & Penyaringan, U. (2014). *LIMBAH CAIR KILANG MINYAK GUNA AIR IRIGASI Multi Soil Layering (MSL) -Biomineral Design for Filtrationthe Oil Refinery Wastewater Pollutants as Irrigation Water Oleh Tamad dan Joko Maryanto Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman ISSN: 1410-0. 18(2)*.
- Mutia, R., Elystia, S., & Yenie, E. (2015). Metode Multiv Soil Layering dalam Penyisihan Parameter TSS Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Hydraulic Loading Rate (HLR) dan Material Organik pada Lapisan Anaerob. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 2(1), 1–6.
- Nadayil, J., Mohan, D., Dileep, K., Rose, M., Rose, R., & Parambi, P. (2015). A Study on Effect of Aeration on Domestic Wastewater. *International Journal of Interdisciplinary Research and Innovations*, 3(2), 10–15.
- Novela, D., & Dewata, I. (2019). Penurunan COD, BOD DAN TSS Pada Limbah Cair Industri Tahu Melalui Sistem Multy Soil Layering (MSL) Menggunakan Arang Karbon Ampas Tebu. *Journal of Residu*, 3(21), 8–14.
- Putra, A., & Fitri, W. E. (2018). Efektivitas Penurunan TSS, BOD, COD, Dan E.Coli Limbah Cair Industri Santan Kelapa Dengan Metode MSL (Multi Soil Layering) Yang Dimodifikasi. *Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan (SENPLING) 2018*, 209–217.
- Putra, A., & Fitri, W. E. (2019). Efektivitas Multi Soil Layering Dalam Mereduksi Limbah Cair Industri Kelapa. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 2(2), 1–15. <https://doi.org/10.31602/dl.v2i2.2394>
- Sy, S., dan Sofyan (2011). Aplikasi MSL (Multi Soil Layering) untuk Mengolah Edible Oil. *Jurnal Riset Industri*, 5(3), 227–238.
- Sintya Dewi, N. L. P. I., & Dwipayanti, N. M. U. (2022). Metode Pengolahan Air Limbah Domestik Untuk Penurunan Kadar Amonia: Studi Literatur. *Archive of Community Health*, 8(3), 409. <https://doi.org/10.24843/ach.2021.v08.i03.p03>
- Sofyan, Sy, S., & Ardinal. (2009). Kombinasi Sistem Anaerobik Filter dan Multi Soil Layering (MSL) Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Kecil Menengah Makanan. *Jurnal Riset Industri* 3(2), 118–127.
- Wiroesoedarmo, R., Kurniati, E., & Ardika, J. (2018). Adsorption of Total Phosphate (PO<sub>4</sub>) in Laundry's Wastewater Using Modified Zeolit. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 2(5), 35–42.