



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

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 10⁷ 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

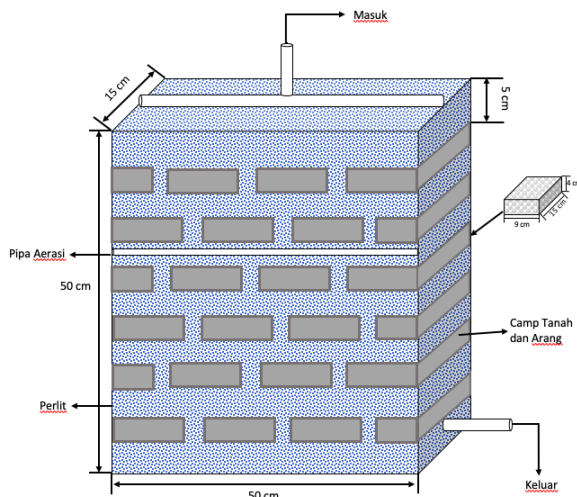
Bahan dan Alat

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

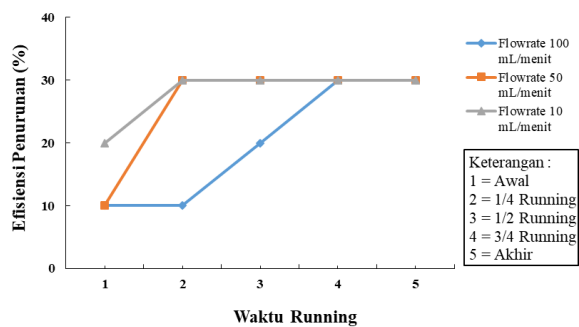
Tanah andosol yang disusun dalam reaktor menciptakan kondisi anaerob. Pada kondisi tersebut, mikroorganisme tidak dapat tumbuh dalam kondisi kurang atau tidak terdapat oksigen. Kemudian, arang batok kelapa digunakan sebagai arang aktif untuk adsorben dalam proses adsorpsi pada reaktor MSL. Arang batok 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).



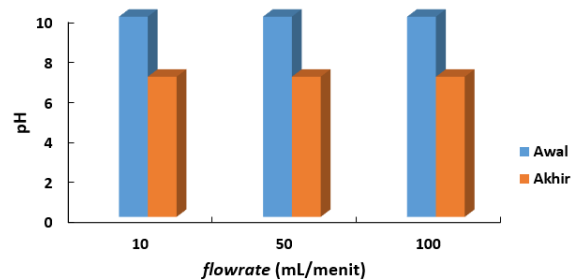
Gambar 2. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan pH

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 Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+ dan kation asam seperti Al^{3+} dan 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).

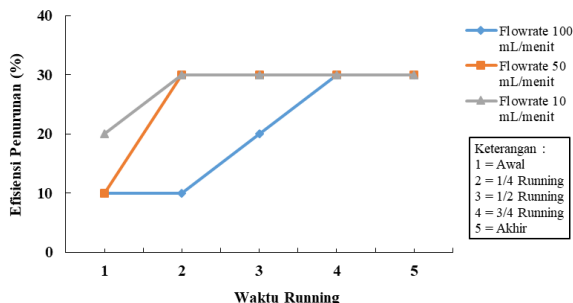


Gambar 3. Perbandingan pH awal dan akhir perlakuan dengan MSL

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).

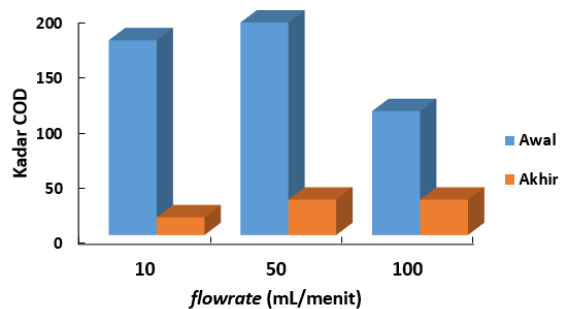


Gambar 4. Pengaruh *Flowrate* terhadap Efisiensi Penurunan kadar COD

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.



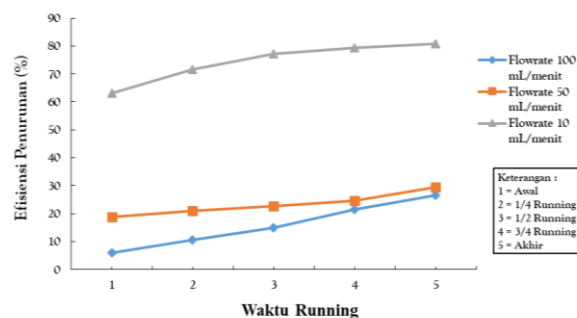
Gambar 5. Pengaruh Setiap *Flowrate* Terhadap Nilai COD

Pengaruh kecepatan alir inlet terhadap nilai Fosfat

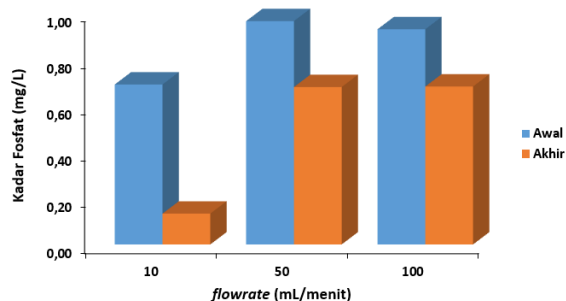
Pada proses degradasi kandungan fosfat dalam MSL didasarkan pada proses pertukaran ion dalam sistem MSL yang menyebabkan adanya

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 (PO₄) in Laundry's Wastewater Using Modified Zeolit. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 2(5), 35–42.