

# **METODE *MULTI SOIL LAYERING* DALAM PENYISIHAN PARAMETER TSS LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI *HYDRAULIC LOADING RATE (HLR)* DAN MATERIAL ORGANIK PADA LAPISAN ANAEROB**

**Rahmadani Mutia<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, Elvi Yenie<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

E-mail: rahmadanimutia@gmail.com

## **ABSTRACT**

*This study uses Multi Soil Layering (MSL) to cultivate oil palm liquid waste. The purpose of the research was to determine the efficiency of contaminant parameter Total Suspended Solid (TSS) allowance, study of the influence factors of variation of organic material in the mix on a layer of soil anaerobic and variation of Hydraulic Loading Rate (HLR) of the efficiency of the liquid waste processing with MSL, and compare research results with Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 in 1995. In this study used two reactors measuring 30 cm x 26 cm x 35 cm, consisting of aerobic and anaerobic layer. Aerobic layer on both the same reactor, namely the gravel and perlit measuring 3-5 mm, while the second reactor anaerobic layer is distinguished, where the soil is a mixture of 1 reactors with active charcoal coconut shell and on reactor 2 is a mixture of ground with active charcoal banana peels by a ratio of 2: 1. Liquid waste oil palm streamed with the variation of Hydraulic Loading Rate (HLR) of 500 L/m<sup>2</sup> day, 750 L/m<sup>2</sup> day, 1000 L/m<sup>2</sup> day at each reactor. TSS concentration before processing by the method of MSL is 890 mg/L, and, after processing concentration TSS is down to 100-240 mg/L. Variation of organic material gives the effect on the efficiency of the allowance which the TSS on charcoal activated coconut shell that has larger pores can do more MSL maximum mechanism. Variation of Hydraulic Loading Rate (HLR) also exert influence, where the smaller the HLR is given then the efficiency will be high. Efficiency of TSS removal are 79,77-88,76% in reactor 1 and 73,03-79,77% in reactor 2.*

*Keywords: Efficiency, Hydraulic Loading Rate (HLR), Multi Soil Layering (MSL), Palm Liquid Waste, Organic Material.*

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan luas areal dan produksi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau tahun 1984-2009 meningkat setiap tahunnya, rata-rata laju pertumbuhan luas areal 16,23% per tahun dan rata-rata laju pertumbuhan produksi 27,59% per tahun. Laju pertumbuhan produksi periode 2004-2009 di daerah Kampar 10,82%, Rokan Hulu 14,50%, Pelalawan 15,50%, Kuantan Singingi 16,59%, Bengkalis 19,11%, Rokan Hilir 24,94%, Dumai 25,23%, Siak 11,04% dan Indragiri Hilir 41,71% per tahun (Chalid, 2011).

Seiring dengan berkembangnya industri kelapa sawit, maka semakin banyak pula limbah cair yang dihasilkan. Untuk itu perlu dilakukan

pengolahan limbah cair kelapa sawit karena apabila limbah langsung dibuang ke lingkungan akan mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan. Meskipun pada industri kelapa sawit umumnya telah dilakukan pengolahan, akan tetapi sebagian besar hasil dari pengolahan tersebut masih belum memenuhi baku mutu sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri. Penyebabnya adalah instalasi pengolahan air limbah yang terdapat pada industri kelapa sawit belum efektif dalam mengolah limbah cair.

Salah satu alternatif untuk pengolahan limbah cair kelapa sawit adalah metode *Multi Soil*

*Layering* (MSL). Menurut Masunaga *et al* (2007) metode MSL adalah metode pengolahan yang memanfaatkan kemampuan tanah dalam mengolah limbah cair, dimana tanah disusun dalam pola batu bata. Pada metode MSL ini terjadi mekanisme filtrasi, absorpsi, adsorpsi, dan dekomposisi.

Metode MSL telah diterapkan di beberapa negara, seperti Jepang dan Thailand. Penelitian di Jepang dan Thailand membuktikan efisiensi penyisihan rata-rata 70-90% pada pengolahan limbah cair yang dihasilkan rumah tangga dan institusi yang bersumber dari toilet, dapur, toilet dan kafeteria (Wakatsuki *et al*, 1993; Attanandana *et al*, 2000). Di Indonesia, metode MSL ini telah diterapkan pada pengolahan air gambut, limbah industri tahu, limbah industri *edible* oil dan limbah cair hotel dengan tingkat efisiensi terhadap parameter pencemar sebesar 50-91,94% (Syafnil, 2008; Irmanto, 2009; Salmariza, 2011; Elystia, 2012).

Metode *Multi Soil Layering* (MSL) dikenal murah dari segi biaya, sederhana, mudah dari segi pengoperasian dan pengontrolan, serta bersifat ramah lingkungan karena menggunakan bahan-bahan alam dan mudah didapatkan seperti tanah yang berasal dari abu gunung berapi (andosol), arang tempurung kelapa, kulit pisang sebagai lapisan anaerob, serta kerikil dan perlit sebagai lapisan aerob (Wakatsuki *et al*, 1993).

Pasaribu (2004) telah melakukan penelitian pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan metode sistem lapisan multi media atau dikenal juga dengan metode *Multi Soil Layering* (MSL). Pada sistem lapisan multi media tersebut digunakan komponen utama berupa zeolit, serbuk gergaji, arang tempurung kelapa dan arang aktif dengan perbandingan volume 1:1:1:1, dan diperoleh efisiensi penurunan SS, BOD, COD dan NH<sub>4</sub>N berturut-turut sebesar 42,36% - 88,88%; 34,06% - 83,35%; 35,71% - 78,75%; dan 39,9% - 98,92%.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan dua buah reaktor yang dibedakan berdasarkan variasi lapisan anaerob, yaitu reaktor 1 digunakan campuran lapisan tanah dan arang tempurung

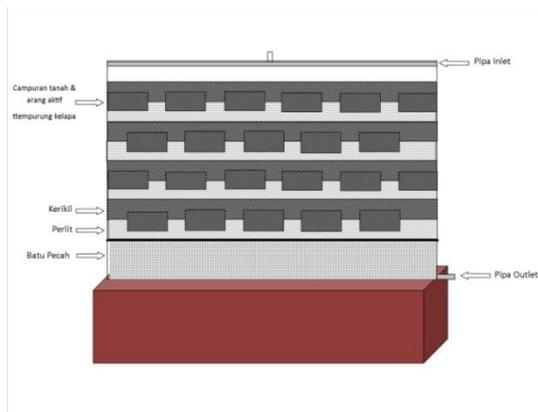
kelapa, sedangkan reaktor 2 digunakan campuran lapisan tanah dan kulit pisang. Pada kedua reaktor tersebut juga dilakukan variasi *Hydraulic Loading Rate* (HLR) yaitu 500 l/m<sup>2</sup>.hari, 750 l/m<sup>2</sup>.hari dan 1000 l/m<sup>2</sup>.hari.

Penggunaan arang tempurung kelapa sebagai adsorben telah diujicobakan oleh Alimsyah (2013) untuk pengolahan limbah cair tahu dan menyimpulkan arang tempurung kelapa dapat menyisihkan parameter COD, TSS dan amoniak secara efektif. Kulit pisang yang akan digunakan sebagai adsorben adalah kulit pisang kepok. Penggunaan kulit pisang kepok sebagai adsorben telah diujicobakan oleh Nasir (2014) untuk menurunkan angka peroksida dan asam lemak bebas minyak goreng bekas, dan diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben untuk pengolahan limbah cair kelapa sawit. Kulit pisang kepok tersusun atas protein 2,15%, lemak 1,34%, pati 11,48%, serat kasar 1,52% dan vitamin 36 mg/100 gr (Dewati, 2008).

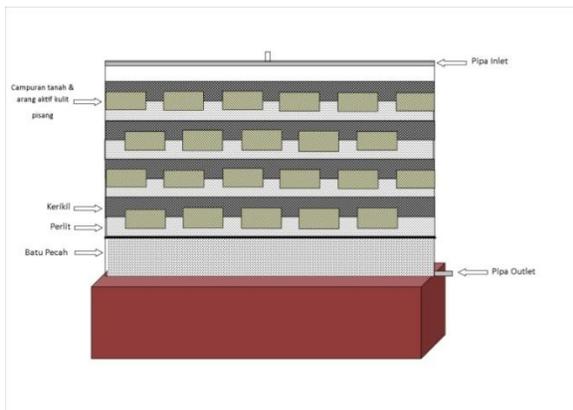
## **BAHAN DAN METODE**

### **Desain dan Instalasi Reaktor**

Reaktor yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 2 unit dan terbuat dari polipropilen dengan ukuran 30 cm x 26 cm x 35 cm. Lapisan aerob pada reaktor terdiri atas kerikil dan perlit dengan ukuran 3-5 mm. Sedangkan lapisan anaerob pada kedua reaktor dibedakan berdasarkan variasi material organiknya, pada reaktor 1 merupakan campuran tanah dengan arang aktif tempurung kelapa dan pada reaktor 2 merupakan campuran tanah dengan arang aktif kulit pisang. Perbandingan tanah dengan material organik pada kedua reaktor adalah 2:1. Reaktor MSL dilengkapi dengan bak inlet, pipa inlet, bak outlet dan pipa outlet. Instalasi pemasangan reaktor dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Sketsa Perletakan Peralatan MSL Untuk Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Adsorben Arang Tempurung Kelapa



Gambar 2. Sketsa Perletakan Peralatan MSL Untuk Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Adsorben Arang Kulit Pisang

### Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi reaktor telah siap untuk mengolah limbah (kondisi tunak). Kondisi tunak reaktor dapat diketahui dengan pengamatan kondisi fisik (warna dan bau) dan kondisi kimia (pH) per 15 menit selama 1 jam.

### Percobaan Utama

Percobaan utama dilakukan dengan mengalirkan limbah cair pada masing-masing reaktor dengan variasi HLR 500 L/m<sup>2</sup>.hari, 750 L/m<sup>2</sup>.hari, dan 1000 L/m<sup>2</sup>.hari lalu selanjutnya melakukan analisa terhadap konsentasi parameter TSS di laboratorium.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Karakteristik Limbah Cair

Analisa karakteristik limbah cair kelapa sawit dilakukan pada kolam anaerobik II (outlet) IPAL PT. Perkebunan Nusantara V Sei Pagar, Riau. Hasil analisa karakteristik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisa Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit

Parameter	Konsentrasi	Baku Mutu*
TSS	890	250

\*Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995

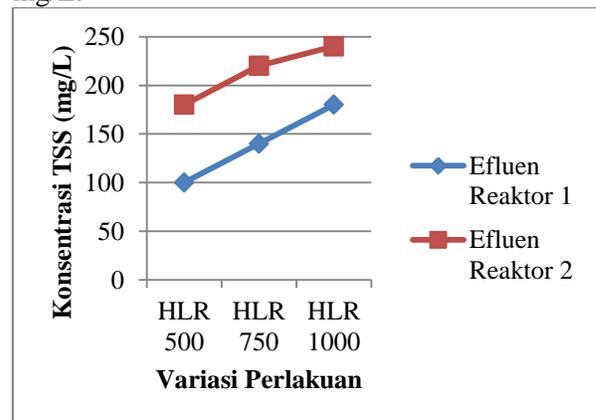
Hasil analisa parameter TSS pada limbah cair kelapa sawit menunjukkan bahwa konsentrasinya belum memenuhi baku mutu sesuai dengan peraturan yang berlaku.

### Percobaan Pendahuluan

Pada percobaan pendahuluan kondisi tunak reaktor ditandai dengan warna, bau dan nilai pH yang konstan. Dimana, berdasarkan kondisi fisik efluen reaktor didapatkan reaktor dalam kondisi tunak pada 15 menit kedua dan kondisi kimia reaktor pada 15 menit ketiga.

### Penurunan Konsentrasi TSS

Konsentrasi TSS pada influen sebesar 890 mg/L. Setelah dilakukan pengolahan dengan reaktor MSL terjadi penyisihan konsentasi, dimana pada reaktor 1 terjadi penyisihan konsentrasi TSS menjadi 100-180mg/L dan pada reaktor 2 terjadi penyisihan konsentrasi TSS menjadi 180-240 mg/L.



Gambar 3. Perbandingan Konsentrasi TSS Efluen

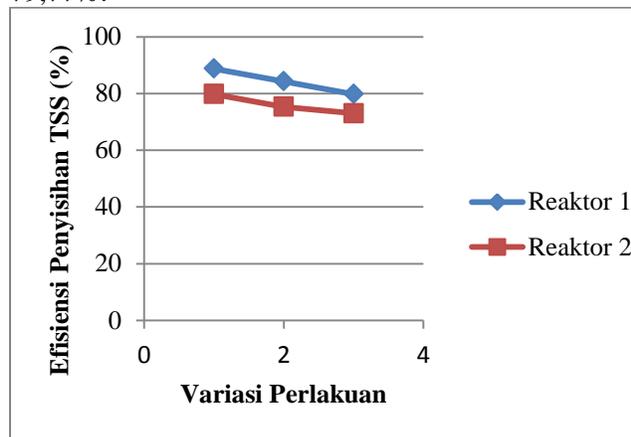
Reaktor 1 dan Reaktor 2

(Ket: Satuan HLR = L/m<sup>2</sup>.hari)

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa konsentrasi TSS efluen kedua reaktor pada masing-masing HLR berada dibawah nilai baku mutuyang ditetapkan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995.

### Pengaruh Lapisan Anaerob

Variasi material organik dalam campuran tanah memberikan pengaruh terhadap penyisihan TSS, yang dibuktikan dengan selisih efisiensi penyisihan yang cukup besar. Dari Gambar 4 diketahui efisiensi penyisihan TSS limbah cair kelapa sawit pada reaktor 1 adalah 79,77,56-88,76%, sedangkan pada reaktor 2 adalah 73,03-79,77%.



Gambar 4. Pengaruh Lapisan Tanah Reaktor

Terhadap Efisiensi Penyisihan TSS

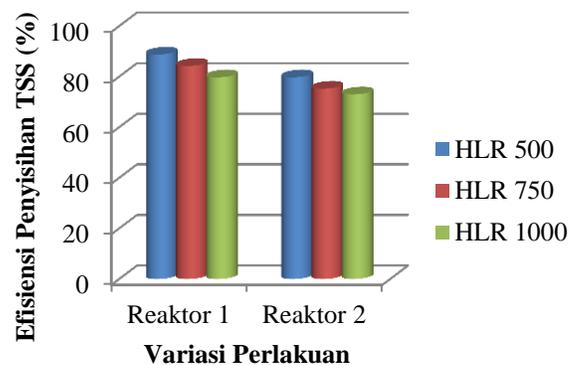
(Ket: Satuan HLR = L/m<sup>2</sup>.hari)

Gambar 4 menunjukkan perbandingan efisiensi kedua reaktor dalam menyisihkan TSS. Reaktor 1 memiliki efisiensi yang lebih besar daripada efisiensi pada reaktor 2. Hal ini disebabkan terjadinya proses adsorpsi dan filtrasi pada lapisan anaerob. Proses adsorpsi berkerja lebih baik pada campuran tanah dan arang aktif tempurung kelapa, karena arang tempurung kelapa memiliki pori-pori yang lebih besar dari pada arang aktif kulit pisang. Selain itu, partikel-partikel yang tersuspensi bersama sampel akan menempel pada permukaan kerikil dan perlit (lapis anaerob) sehingga terjadi proses absorpsi. Hal ini terjadi, karena kerikil dan perlit memiliki pori-pori yang memungkinkan untuk menyerap partikel-partikel tersebut. Proses filtrasi juga berlangsung dengan baik Karena ukuran material penyusun lapisan aerob dan anaerob

yang kecil sehingga partikel-partikel yang tersuspensi di limbah cair akan tertahan dengan sempurna.

### Pengaruh Hydraulic Loading Rate (HLR)

Variasi HLR yang diberikan berpengaruh dalam penyisihan TSS. Pada HLR 500 L/m<sup>2</sup>.hari terjadi efisiensi penyisihan TSS tertinggi dengan persentase berkisar antara 79,77-88,76%. Efisiensi penyisihan TSS pada HLR 750 L/m<sup>2</sup>.hari berkisar antara 75,28-84,27%, dan efisiensi penyisihan COD pada HLR 1000 L/m<sup>2</sup>.hari berkisar antara 73,03%-79,77%. Pada HLR yang lebih kecil mekanisme MSL akan terjadi dengan maksimal.



Gambar 5. Pengaruh HLR Terhadap Penyisihan TSS

(Ket: Satuan HLR = L/m<sup>2</sup>.hari)

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa variasi HLR memberikan pengaruh terhadap efisiensi penyisihan TSS. Dengan semakin tingginya HLR maka efisiensi penyisihan TSS akan semakin menurun dan begitu pula sebaliknya. Hal ini dikarenakan waktu kontak akan semakin lama seiring dengan semakin kecilnya HLR. Dengan semakin lama waktu kontak maka mekanisme MSL yang berlangsung pada reaktor akan berlangsung perlahan-lahan dan dapat menyisihkan parameter limbah cair lebih maksimal dibandingkan dengan waktu kontak yang singkat.

Pada pengolahan limbah tahu didapatkan efisiensi penyisihan TSS yang tinggi, yaitu berkisar antara 77,74-79,91% dan terjadinya penurunan persentase penyisihan seiring dengan meningkatnya HLR (Irmanto, 2009). Pasaribu

(2004) melakukan pengolahan limbah cair kelapa sawit didapatkan efisiensi penyisihan TSS yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 42,36-88,88% dan penyisihan paling baik terjadi pada HLR terkecil yaitu 38 L/m<sup>2</sup>.hari.

### **Efektifitas Kinerja Reaktor MSL dalam Menyisihan TSS**

Pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan metode MSL terbukti mampu menyisihkan parameter pencemar. Dari data hasil penelitian didapatkan kinerja reaktor 1 dan 2 cukup baik dalam menyisihkan parameter pencemar, dimana penyisihan parameter TSS mencapai 88,76% (pada reaktor 1), sedangkan penyisihan parameter amoniak mencapai 69,56% (pada reaktor 2).

Secara umum variasi material organik, yaitu campuran tanah dengan arang aktif tempurung kelapa dan campuran tanah dengan arang aktif kulit pisang pada lapisan anaerob memberikan pengaruh terhadap penyisihan parameter TSS. Variasi HLR memiliki pengaruh yang besar terhadap penyisihan konsentrasi parameter TSS. Efisiensi penyisihan parameter TSS terbaik diperoleh pada pengaliran HLR 500 L/m<sup>2</sup>.hari.

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan efisiensi penyisihan konsentrasi TSS menggunakan metode MSL adalah 73,03-88,76%. Berdasarkan hasil penelitian, metode MSL layak dijadikan sebagai alternatif dalam pengolahan limbah cair kelapa sawit.

### **KESIMPULAN**

Setelah dilakukan penelitian tentang penggunaan metode *Multi Soil Layering* (MSL) untuk menyisihkan tingkat pencemaran limbah cair kelapa sawit, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Multi Soil Layering* (MSL) terdiri atas dua reaktor. Reaktor 1 (dengan lapisan anaerob berupa campuran tanah dan arang tempurung kelapa) dapat menyisihkan konsentrasi TSS sebesar 79,77-88,76% dan ammonia sebesar 39,85-56,52%. Reaktor 2 (dengan lapisan anaerob berupa campuran tanah dan arang kulit pisang) dapat menyisihkan konsentrasi TSS sebesar 73,03-79,77%.

2. Variasi material organik dan variasi HLR memberikan pengaruh yang signifikan dalam menyisihkan parameter TSS. Parameter TSS disisihkan paling baik oleh reaktor 1 dan pengaliran HLR 500 l/m<sup>2</sup>.hari merupakan paling baik dalam menyisihkan parameter TSS.
3. Hasil analisa terhadap konsentrasi TSS di efluen sebesar 180-240 mg/L, hasil ini menunjukkan bahwa konsentrasi TSS pada efluen reaktor MSL telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Alimsyah, A. 2013. *Penggunaan Arang Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok untuk Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Variasi Konsentrasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Attanandana, T, et al. 2000. *A Comparative Study of Zeolite with Other Materials As The Component of The Multi Soil Layering System for Wastewater Treatment. EcologicalEngineering*. Thailand: Elsevier Press.
- Chalid, N. 2011. *Perkembangan Perkebunan Kelapa Sawit di Provinsi Riau*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Dewati, R. 2008. *Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Ethanol*. Surabaya: UPN Jatim.
- Elystia, S. 2012. *Efisiensi Metode Multi Soil Layering (MSL) dalam Penyisihan COD dari Limbah Cair Hotel (Studi Kasus: Hotel "X" Padang)*. Padang: Universitas Andalas.
- Irmanto, S. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Di Desa Kalisari Kecamatan Cilogok Dengan Metode Multi Soil Layering*. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri.
- Masunaga, T, et al. 2007. *Characteristic Of Waswater Treatment Using A Multisoil-Layering System In Relation To Waswater Contaminan Levels and Hydraulic Loading Rate*. Soil Scienceand Plat Nutrition.

- Nasir, N.S.W. 2014. *Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Pisang Kepok (Musa Normalis) Sebagai Adsorben Untuk Menurunkan Angka Peroksida Dan Asam Lemak Bebas Minyak Goreng Bekas*. Palu: Universitas Tadulako.
- Pasaribu, N. 2004. *Sistem Lapisan Multi Media Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit*. Padang: Universitas Andalas.
- Salmariza. 2011. *Aplikasi Metoda MSL (Multi Soil Layering) Untuk Mengolah Air Limbah Industri Edible Oil*. Padang: Baristand Industri Padang.
- Syafnil. 2008. *Mereduksi Kandungan Fe (Besi) Dengan Metode Multi Soil Layering*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Wakatsuki, T, et al. 1993. *High Performance and N & P Removable On-Site Wastewater Treatment System by Multi Soil Layering Method*. *Water Science Technology*. Vol: 27. Hal: 31– 40. Japan.