

**MEMANFAATKAN PASIR SEBAGAI KOMPONEN SISTEM *MULTI SOIL LAYERING* (MSL) UNTUK MEMINIMALKAN PENCEMARAN LIMBAH CAIR CRUDE PALM OIL (CPO)*****USE OF SAND AS A COMPONENT OF MULTI SOIL LAYERING (MSL) SYSTEM TO MINIMIZE LIQUID WASTE CONTAMINANT OF CRUDE PALM OIL (CPO)*****Citra Pratiwi Sidebang dan Syafnil\***

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Jl. W.R. Supratman, Kandanglimun, Bengkulu, Indonesia

\*E-mail: Syafnil.Syafnil@Yahoo.com

**ABSTRACT**

*Purpose of this research was to determine capability of MSL-sand in reducing contaminants out of liquid waste of CPO; to determine optimal rate of flow and; to determine the efficiency of MSL-sand in reducing oil-fat, BOD, COD and pH of liquid waste of CPO. The research was done by flowing liquid waste through an MSL-sand with rate of flow were 0.3 L/hour, 0.6 L/hour, 0.9 L/hour, and 1.2 L/hour; each of treatment was repeated three times. Result of the research showed that with rate of flow of 0.3 L/hour, 0.6 L/hour, 0.9 L/hour, and 1.2 L/hour, the MSL-sand was capable of reducing oil-fat from 471.6 mg/L to 21.30 mg/L, 33.40 mg/L, 43.47 mg/L, and 55.30 mg/L respectively; BOD from 412 mg/L to 6.73 mg/L, 19.27 mg/L, 33.10 mg/L, and 46.93 mg/L respectively; COD from 1237 mg/L to 31.33 mg/L, 61.67 mg/L, 98.33 mg/L, and 135.00 mg/L respectively; and pH from 9.00 to 6.72, 6.88, 7.21 and 7.36 respectively. The optimal rate of flow to reduce liquid waste contaminant was 0.3 L/jam (class III) and 0.4 L/jam (class IV). Efficiency of the MSL-sand with the rate of flow of 0.3 L/jam, 0.6 L/jam, 0.9 L/jam, dan 1.2 L/jam in reducing oil-fat was 95.48 %, 92.92 %, 90.78 %, and 88.27 % out of 471.6 mg/L; COD was 97.47 %, 95.01 %, 92.05 %, and 89.06 % out of 1237 mg/L; and BOD was 98.37 %, 95.32 %, 91.97 %, and 88.61 % out of 412 mg/L. Reduce of contaminant out of liquid waste of CPO proved that MSL-sand was capable of reducing oil-fat, COD and BOD and also neutralize the pH.*

**Keywords:** MSL, CPO, BOD, COD, pH, rate of flow.

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan sistem MSL-Pasir untuk menurunkan pencemar, menentukan laju aliran yang optimal dan menentukan daya serap sistem MSL-Pasir dalam menurunkan sifat kimia ditinjau dari kadar minyak dan lemak, angka BOD dan COD serta untuk menetralkan nilai pH pada limbah cair CPO. Dengan laju alir 0,3 L/jam; 0,6 L/jam; 0,9 L/jam; dan 1,2 L/jam. Sistem MSL-Pasir mampu menurunkan kadar minyak-lemak dari mula-mula 471,6 mg/L masing-masing menjadi 21,30 mg/L; 33,40 mg/L; 43,47 mg/L; dan 55,30 mg/L; angka BOD dari 412 mg/L menjadi 6,73 mg/L; 19,27 mg/L; 33,10 mg/L; dan 46,93 mg/L, angka COD dari 1237 mg/L masing-masing menjadi 31,33 mg/L; 61,67 mg/L; 98,33 mg/L; dan 135,00 mg/L, dan nilai pH dari 9,00 masing-masing menjadi 6,72; 6,88; 7,21 dan 7,36. Laju aliran yang optimal untuk menurunkan bahan pencemar limbah cair CPO adalah 0,3 L/jam (kelas III) dan 0,4 L/jam (kelas IV). Daya serap sistem MSL-Pasir dengan laju alir 0,3

## MEMANFAATKAN PASIR SEBAGAI KOMPONEN SISTEM

L/jam; 0,6 L/jam; 0,9 L/jam; dan 1,2 L/jam terhadap kadar minyak-lemak adalah 95,48 %; 92,92 %; 90,78 %; dan 88,27 % dari 471,6 mg/L, angka COD sebesar 97,47 %; 95,01 %; 92,05 %; dan 89,06 % dari 1237 mg/L, dan angka BOD sebesar 98,37 %; 95,32 %; 91,97 %; dan 88,61 % dari 412 mg/L. Berkurangnya kandungan pencemar limbah cair CPO membuktikan MSL-Pasir mampu menurunkan kadar minyak dan lemak, angka COD dan BOD serta menetralkan pH.

**Kata kunci:** MSL, CPO, BOD, COD, pH, laju alir

### PENDAHULUAN

Perkembangan bisnis dan investasi kelapa sawit dalam beberapa tahun terakhir mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Peningkatan luas perkebunan kelapa sawit telah mendorong tumbuhnya industri-industri pengolahan, diantaranya pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) yang menghasilkan CPO. Menurut Naibaho (1996) PMKS hanya menghasilkan 25-30 % produk utama berupa 20-23 % CPO dan 5-7 % inti sawit (*kernel*). Sementara sisanya sebanyak 70-75 % adalah residu hasil pengolahan berupa limbah. Selama ini, metode pengolahan limbah cair industri CPO menggunakan sistem kolam sampai memenuhi syarat mutu baku air limbah, setelah itu langsung di buang ke sungai atau dimanfaatkan kelahan-lahan kelapa sawit. Limbah cair yang di buang ke sungai tersebut pada umumnya juga masih dalam keadaan kotor dan dapat dilihat secara visual yaitu limbah tersebut masih berbau, berwarna dan mengandung lumpur, sehingga limbah tersebut sebenarnya masih berbahaya dibuang kelingkungan, apalagi jika limbah tersebut dimanfaatkan. Berdasarkan Peraturan Daerah tentang Penetapan Baku Mutu Air dan Kelas Air Sungai Lintas Kabupaten/Kota dalam Propinsi Bengkulu (2005) standar air yang dimanfaatkan untuk kebutuhan pertanian maupun kebutuhan sehari-hari tidak sama dengan standar baku mutu limbah cair CPO yang mana baku mutu air sungai lebih tinggi daripada standar baku mutu limbah cair CPO.

Tanah telah lama diketahui dapat mengelola limbah secara alami, melalui proses fisika, kimia dan biologi, tetapi membutuhkan waktu areal tanah yang luas jika dibandingkan sistem modern (Masunaga *et al*, 2002 dalam Syafnil, 2008<sup>a</sup>). Kelemahan tanah adalah mudah terjadi penyumbatan (Attananda, *et al*, 2002 dalam Syafnil, 2007). Salah satu alternatif pengolahan limbah cair CPO yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan fungsi tanah ini adalah menggunakan sistem *Multi Soil Layering* (MSL). Sistem MSL memiliki beberapa kelebihan, antara lain mampu menguraikan senyawa organik, menurunkan kadar BOD, COD, nitrogen dan fosfor secara simultan. Pemanfaatan sistem MSL ini kemudian diperluas dengan bermacam-macam studi limbah cair domestik, seperti limbah cair yang berasal dari cafeteria dan toilet (Syafnil, 2008<sup>b</sup>). Sedangkan pada penelitian Samosir (2010) sistem MSL dengan laju alir 0,3-1,2 L/jam MSL mampu menurunkan kadar minyak-lemak dari mula-mula 47,33 mg/L menjadi 0,10-0,14 mg/L, angka COD dari mula-mula 130 mg/L menjadi 5,33-7,15 mg/L, angka BOD dari mula-mula 85 mg/L menjadi 3,17-5,31 mg/L dan nilai pH dari mula-mula 5,7 menjadi 7,31-6,73.

Material penyusun sistem MSL ini dapat diganti sesuai dengan bahan-bahan yang ada di lokasi penginstalan, sehingga efisiensi sistem dalam pemurnian air buangan tergantung pada kandungan material tersebut (Wakatsuki *et al*, 1999 dalam Syafnil 2007). Material yang pernah di gunakan dalam sistem MSL ini adalah zeolit karena zeolit

### C.P. Sidebang dan Syafnil

alam merupakan salah satu bahan adsorben yang dapat digunakan untuk memisahkan senyawa organik dan ion-ion logam yang terdapat dalam air maupun limbah berbagai industri (Samosir, 2010). Namun jumlah zeolit ini cukup terbatas dan hanya di peroleh pada daerah tertentu yaitu di daerah pegunungan saja, sehingga perlu di coba material lain yang lebih sederhana dalam sistem MSL ini misalnya pasir.

Pasir berfungsi untuk memisahkan polutan padat tersuspensi dengan cairan. Hal ini dapat dilihat dalam media saring pasir hasil penelitian Saeni (1986); Oktora (2011); Mujiharjo, dkk (2012); Mujiharjo, dkk (2016). Pada penelitian Saeni (1986), saringan pasir mampu mengurangi tingkat kekeruhan air menjadi 3,0-5,5 ppm dari air dengan kekeruhan berkisar 12,1-22,5 ppm. Sedangkan pada penelitian Oktora (2011), media saring pasir dengan ketinggian 10-30 cm mampu menurunkan kadar minyak-lemak dari mula-mula 0,83 mg/L menjadi 0,191-0,009 mg/L, angka COD dari mula-mula 107 mg/L menjadi 73,03-35,47 mg/L, angka BOD dari mula-mula 65 mg/L menjadi 33,2-5,67 mg/L dan nilai pH dari mula-mula 6,37 menjadi 7,23-8,51. Hasil ini menunjukkan bahwa media saring pasir mampu memisahkan lebih dari 90 % zat padat tersuspensi dari air yang membawanya.

Hasil penelitian tentang pemanfaatan pasir sebagai media saring belum dipublikasikan, oleh karena itu MSL dengan material pasir (MSL-Pasir) perlu di coba untuk meminimalkan pencemaran limbah cair CPO.

#### METODE PENELITIAN

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah penampung sistem *Multi Soil Layering* (MSL) yang terbuat dari bahan kaca. Alat dan bahan lainnya adalah kain kasa, plastik net, pH meter, stop wach,

neraca analitik, buret, penangas air, botol winkler, jerigen, gayung, freezer, termometer, inkubator, erlenmeyer, oven, timbangan analitik, pipet tetes, pipet ukur, kertas karbon, plastik warna hitam, kain saring dan alat-alat gelas, tanah humus, pasir, batu kerikil diameter 3- 4 cm, arang kelapa ukuran 1-2 mm, aquades, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MnSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan, larutan kanji, KMnO<sub>4</sub>, dan Kalium Iodin.

Limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair yang diambil dari Instalasi Pengolahan Akhir Limbah (IPAL) kolam terakhir industri CPO dengan satu kali pengambilan sampel sebanyak 100 liter. Limbah cair di ambil dengan menggunakan ember lalu dituang ke dalam 5 jerigen ukuran 20 liter sebanyak 5 jerigen dan di isi sampai penuh. Tanah humus yang digunakan diambil dari daerah Kandang Limun Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu dengan cara mencangkul tanah dengan kedalaman 10 cm lalu dimasukkan ke dalam 2 karung ukuran 50 Kg. Pasir yang digunakan diambil dari daerah Bentiring Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu. Pasir yang di ambil diayak dengan menggunakan ayakan yang berdiameter 2-3 mm kemudian dibersihkan dari campuran-campuran kotoran setelah itu dicuci dengan menggunakan aquades selanjutnya pasir dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kering.

Perlakuan dalam penelitian ini yaitu 4 perlakuan dan 3 kali ulangan, satu kali perlakuan melewati limbah cair pada bak MSL. Bak MSL masing- masing dialiri dengan kecepatan laju alir 0,3 L/jam, 0,6 L/jam, 0,9 L/jam dan 1,2 L/jam. Limbah cair yang sudah disaring kemudian ditampung dan dimasukkan ke dalam botol sampai penuh, selanjutnya dilakukan pengukuran kadar minyak dan lemak, angka COD dan BOD serta nilai pH. Limbah cair CPO dialirkan melalui pipa ke dalam bak MSL

dan air hasil penyaringan yang keluar dari bak MSL ditampung pada gelas penampung kemudian dilakukan pengambilan sampel untuk pengujian. Pengujian dilakukan sebelum dan setelah penyaringan, masing-masing dilakukan 3 kali ulangan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kadar Minyak dan Lemak**

Hasil pengukuran kadar minyak-lemak sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

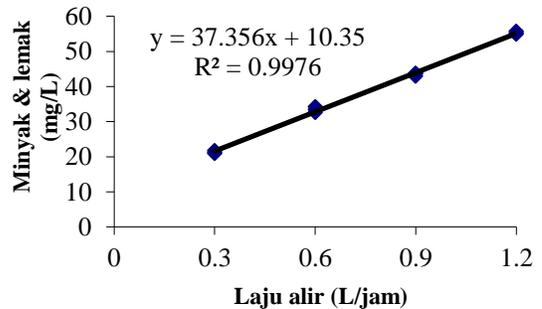
Tabel 1. Hasil pengukuran kadar minyak-lemak sebelum dan sesudah perlakuan

Laju Alir (L/jam)	Sebelum perlakuan (mg/L)	Sesudah perlakuan (mg/L)	Δ daya serap MSL (%)	Baku Mutu Air Sungai	
				Kelas III (mg/L)	Kelas IV (mg/L)
0,3	471,6	21,3	95,48	25	-
0,6	471,6	33,4	92,92	25	-
0,9	471,6	43,47	90,78	25	-
1,2	471,6	55,3	88,27	25	-

Dari tabel 1 di atas dapat di lihat bahwa kadar minyak-lemak sebelum perlakuan adalah 471,6 mg/L, dan sesudah perlakuan dengan laju alir 0,3-1,2 L/jam, kadar minyak-lemak berkurang menjadi 21,3-55,3 mg/L. Dari hasil penelitian dapat dikatakan bahwa sistem MSL-Pasir mampu menurunkan kadar minyak-lemak 88,27-95,48 %. Penurunan kadar minyak-lemak limbah cair CPO ini diduga karena di dalam sistem MSL-Pasir terjadi proses filtrasi dan adsorpsi, dan dekomposisi (Syafnil, 2008<sup>a</sup>). Zat-zat organik dan larutan tersuspensi yang terdapat dalam air limbah akan difiltrasi dan didegradasi oleh populasi mikroorganisme yang menempel pada permukaan lapisan pasir serta lapisan campuran tanah, lalu diserap ke dalam biofilm sebagai bahan makanan pertumbuhan selnya.

Grafik hubungan kecepatan laju alir penyaringan (L/jam) terhadap kadar minyak-lemak dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari gambar 1 di atas dapat dilihat hasil analisa regresi data pengukuran kadar minyak-lemak limbah cair CPO diperoleh persamaan regresi linier sederhana  $y = 37,35x + 10,35$  dengan koefisien determinan sebesar  $r^2 = 0,997$ .



Gambar 1. Hubungan laju aliran terhadap kadar minyak-lemak

Nilai hitung  $r^2$  sebesar 0,997 menunjukkan bahwa dengan tingkat keyakinan 99,7 % sistem MSL-Pasir mampu menurunkan kadar minyak-lemak limbah cair CPO. Dengan  $y$  merupakan standar baku mutu air sungai untuk parameter minyak-lemak yaitu 25 mg/L untuk kelas III maka diperoleh nilai  $x$  sebesar 0,39 L/Jam dimana  $x$  merupakan laju alir penyaringan. Jadi, berdasarkan analisa regresi linier sederhana laju alir yang optimal untuk menurunkan kadar minyak-lemak limbah cair CPO yaitu 0,39 L/Jam dengan tingkat keyakinan sebesar 99,7 % yang berarti semakin cepat laju alir

yang digunakan maka, daya serap MSL-Pasir makin kecil, begitu juga sebaliknya semakin lambat laju alir yang digunakan maka daya serap MSL-Pasir semakin besar.

### Angka Biochemical Oxygen Demand

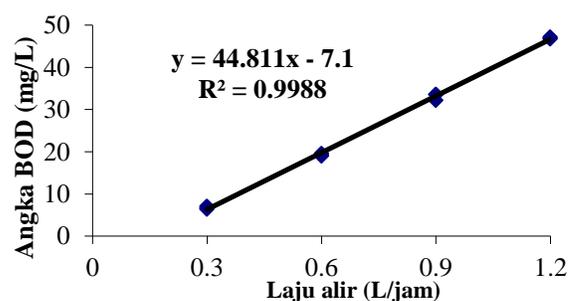
Hasil pengukuran angka BOD sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Angka BOD sebelum dan sesudah perlakuan

Laju Alir (L/jam)	Sebelum perlakuan (mg/L)	Sesudah perlakuan (mg/L)	$\Delta$ daya serap MSL (%)	Baku Mutu Air Sungai	
				Kelas III (mg/L)	Kelas IV (mg/L)
0,3	412	6,73	98,37	6	12
0,6	412	19,27	95,32	6	12
0,9	412	33,1	91,97	6	12
1,2	412	46,93	88,61	6	12

Tabel 2 menunjukkan bahwa angka BOD air limbah CPO sebelum perlakuan adalah 412 mg/L. Sesudah perlakuan dengan laju alir 0,3-1,2 L/jam, berubah menjadi 6,73-46,93 mg/L. Penurunan angka BOD sesudah perlakuan diduga karena di dalam sistem MSL-Pasir terjadi proses filtrasi, adsorpsi, dan dekomposisi (Syafnil, 2008<sup>a</sup>). Dalam penelitian ini tanah humus yang digunakan berfungsi sebagai tempat mikroorganisme tumbuh dan berkembang, mikroorganisme ini akan membantu proses penurunan BOD dengan menguraikan zat-zat yang ada dalam air limbah CPO dan arang yang digunakan berfungsi sebagai penyerap mikroorganisme dan bahan-bahan kimia yang terkandung dalam air limbah CPO. Daya serap MSL-Pasir terhadap angka BOD dengan laju alir penyaringan 0,3-1,2 L/jam dari 412 mg/L adalah 88,61-98,37 %. Grafik persamaan linier hubungan kecepatan laju alir penyaringan (L/jam) terhadap angka BOD dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari gambar 2 di atas diperoleh hasil analisa regresi data pengukuran angka BOD air limbah CPO dengan persamaan regresi linier sederhana  $y = 44,81x - 7,1$  dengan koefisien determinan sebesar  $r^2 = 0,998$ , hal ini menunjukkan bahwa dengan tingkat keyakinan 99,8 % sistem MSL-Pasir mampu menurunkan angka BOD limbah cair CPO.



Gambar 2. Hubungan laju aliran (L/Jam) terhadap angka BOD

Dengan  $y$  merupakan standar baku mutu air sungai untuk BOD yaitu 12 mg/L untuk kelas IV dan 6 mg/L untuk kelas III maka diperoleh nilai  $x$  sebesar 0,43 L/Jam untuk kelas IV dan 0,29 L/jam untuk kelas III dimana  $x$  merupakan laju alir penyaringan. Jadi, berdasarkan analisa regresi linier sederhana laju alir yang optimal untuk menurunkan angka BOD limbah cair CPO yaitu 0,43 L/Jam untuk standar baku mutu air sungai kelas IV dan 0,3 L/Jam untuk standar baku mutu air sungai kelas III dengan tingkat keyakinan sebesar 99,8 %.

### Angka COD (Chemical Oxygen Demand)

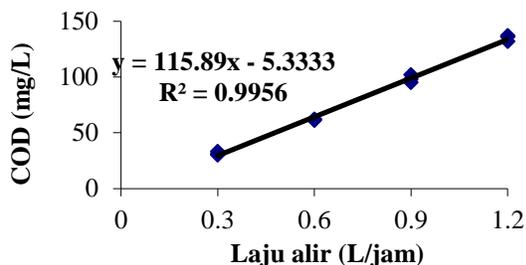
Hasil pengukuran angka COD sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

## MEMANFAATKAN PASIR SEBAGAI KOMPONEN SISTEM

Tabel 3. Angka COD sebelum dan sesudah perlakuan

Laju Alir (L/jam)	Sebelum perlakuan ( mg/L)	Sesudah perlakuan (mg/L)	$\Delta$ daya serap MSL (%)	Baku Mutu Air Sungai	
				Kelas III (mg/L)	Kelas IV (mg/L)
0,3	1237	31,33	97,47	50	100
0,6	1237	61,67	95,01	50	100
0,9	1237	98,33	92,05	50	100
1,2	1237	135	89,09	50	100

Dari tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa angka COD mula-mula adalah 1237 mg/L dan sesudah perlakuan dengan laju alir 0,3-1,2 L/jam, sistem MSL mampu menurunkan angka COD menjadi 31,33-135 mg/L. Menurut Syafnil (2008<sup>a</sup>) penurunan angka COD sesudah perlakuan disebabkan karena di dalam sistem MSL terjadi bermacam-macam proses seperti filtrasi, adsorpsi dan dekomposisi. Diduga di awal-awal pengoperasian, proses yang dominan terjadi dalam penurunan angka COD adalah proses filtrasi yang terjadi pada permukaan butiran pasir dan adsorpsi yang terjadi pada permukaan campuran tanah dan arang serta terjadinya proses penguraian senyawa organik oleh mikroba pengurai yang terdapat pada campuran tanah. Daya serap MSL terhadap angka COD dengan kecepatan laju alir 0,3-1,2 L/jam dari 1237 mg/L adalah 89,09-97,47 %. Grafik persamaan linier hubungan kecepatan laju alir penyaringan (L/jam) terhadap angka COD dapat dilihat pada gambar 3 berikut:



**Gambar 3.** Hubungan laju aliran (L/Jam) terhadap angka COD

Dari gambar 3 di atas dapat dilihat hasil analisa regresi data pengukuran angka COD limbah cair CPO diperoleh persamaan regresi linier sederhana  $y = 115,8x - 5,333$  dengan koefisien determinan sebesar  $r^2 = 0,995$ . Nilai hitung  $r^2$  sebesar 0,995 menunjukkan bahwa dengan tingkat keyakinan 99,5% sistem MSL-Pasir mampu menurunkan angka COD limbah cair CPO. Dengan  $y$  merupakan standar baku mutu air sungai untuk COD yaitu 100 mg/L untuk kelas IV dan 50 mg/L untuk kelas III maka diperoleh nilai  $x$  sebesar 0,91 L/Jam untuk kelas IV dan 0,48 L/jam untuk kelas III dimana  $x$  merupakan laju alir penyaringan. Jadi, berdasarkan analisa regresi linier sederhana laju alir yang optimal untuk menurunkan angka COD limbah cair CPO yaitu 0,91 L/jam untuk standar baku mutu air sungai kelas IV dan 0,29 L/jam untuk standar baku mutu air sungai kelas III dengan tingkat keyakinan sebesar 99,5%.

### Nilai pH

Hasil pengukuran nilai pH sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Nilai pH sebelum dan sesudah perlakuan

Laju Alir (L/jam)	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan	Baku Mutu Air Sungai	
			Kelas III	Kelas IV
0,3	9	6,72	6 - 9	5 - 9
0,6	9	6,88	6 - 9	5 - 9
0,9	9	7,21	6 - 9	5 - 9
1,2	9	7,36	6 - 9	5 - 9

Pengukuran pH dilakukan sesaat setelah pengambilan limbah yaitu 9, setelah diberi perlakuan dengan laju alir 0,3-1,2 L/jam nilai pH turun menjadi 6,72-7,36. Massunaga *et.al* (2001) dalam Syafnil (2007) menyatakan bahwa tanah mempunyai buffering capacity yang tinggi terhadap perubahan-perubahan kondisi kimia dan fisika akibat pengaruh aktifitas mikroorganisme dan reaksi fisik yang ditimbulkan saat terjadinya mekanisme pengolahan air limbah dalam sistem MSL, seperti perubahan pH yang disebabkan oleh kualitas air yang masuk dapat dengan mudah dinetralkan/diseimbangkan oleh pertukaran ion-ion OH<sup>-</sup> dan kation-kation lain dalam tanah dan permukaan pasir. Penurunan pH limbah cair CPO diduga karena terjadinya proses adsorpsi senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair ke butiran pasir dan campuran tanah serta terjadinya proses penguraian senyawa organik oleh mikroba pengurai yang terdapat pada campuran tanah.

Menurut Kristanto (2002) nilai pH air yang normal 7 (range 6-8), sedangkan pH air yang tercemar oleh air limbah berbeda-beda tergantung pada jenis limbahnya, Apabila nilai pH 7 berarti konsentrasi ion (H<sup>+</sup>), sama dengan konsentrasi ion (OH<sup>-</sup>). Air yang tercemar bersifat asam maka pH air [(H<sup>+</sup>)>(OH<sup>-</sup>)]. Jika bahan pencemar

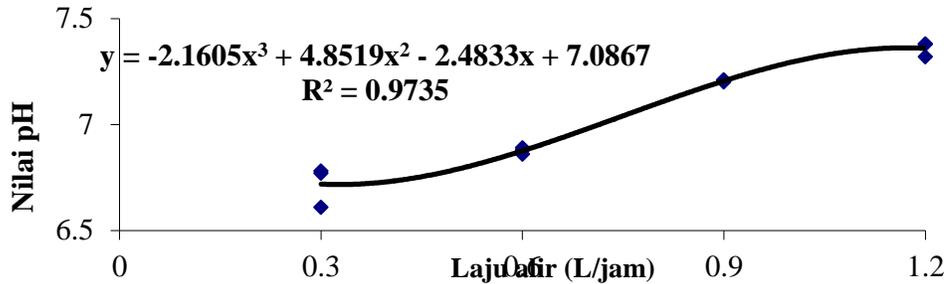
:

bersifat basa, maka nilai pH akan bertambah, karena konsentrasi ion hidroksi (OH<sup>-</sup>) lebih besar dari pada konsentrasi ion (H<sup>+</sup>). Selain itu penurunan pH limbah cair CPO ini diduga karena tanah dan pasir mampu menyerap bahan-bahan kimia penyebab pH air limbah basa seperti protein, lipid, karotenoid, dan garam anorganik yang terdapat dalam air limbah.

Grafik hubungan kecepatan laju alir penyaringan (L/jam) terhadap penurunan derajat keasaman (pH) dapat dilihat pada gambar 4 berikut.

Dari gambar 4 di atas dapat dilihat hasil analisa regresi data pengukuran nilai pH limbah cair CPO diperoleh persamaan regresi kubikus  $y = -2.160x^3 + 4.851x^2 - 2.438x + 7.086$  dengan koefisien determinan sebesar  $r^2 = 0,973$ . Nilai hitung  $r^2$  sebesar 0,973 menunjukkan bahwa dengan tingkat keyakinan 97,3 % sistem MSL-Pasir mampu menurunkan nilai pH limbah cair CPO. Dari persamaan tersebut diperoleh nilai x sebesar 0,696 (L/Jam) dengan y merupakan nilai pH air netral (pH 7). Jadi, berdasarkan analisa regresi kubikus, laju alir yang optimal untuk menurunkan derajat keasaman (pH) limbah cair CPO adalah 0,696 L/Jam agar pH limbah mendekati pH air netral (pH 7) dengan tingkat keyakinan sebesar 97,3 %.

## MEMANFAATKAN PASIR SEBAGAI KOMPONEN SISTEM



Gambar 4. Grafik hubungan laju aliran (L/Jam) terhadap nilai pH

### KESIMPULAN

- Dengan laju alir 0,3 L/jam; 0,6 L/jam; 0,9 L/jam; dan 1,2 L/jam, sistem MSL-Pasir mampu menurunkan kadar minyak-lemak dari mula-mula 471,6 mg/L masing-masing menjadi 21,30 mg/L; 33,40 mg/L; 43,47 mg/L; dan 55,30 mg/L, angka BOD dari mula-mula 412 mg/L masing-masing menjadi 6,73 mg/L; 19,27 mg/L; 33,10 mg/L; dan 46,93 mg/L, angka COD dari mula-mula 1237 mg/L masing-masing menjadi 31,33 mg/L; 61,67 mg/L; 98,33 mg/L; dan 135,00 mg/L, dan nilai pH dari mula-mula 9 masing-masing menjadi 6,72; 6,88; 7,21 dan 7,36.
- Laju aliran yang optimal untuk menurunkan bahan pencemar limbah cair CPO adalah 0,3 L/jam (kelas III) atau 0,4 L/jam (kelas IV).
- Daya serap sistem MSL-Pasir dengan laju alir 0,3 L/jam; 0,6 L/jam; 0,9 L/jam; dan 1,2 L/jam terhadap kadar minyak-lemak adalah 95,48 %; 92,92 %; 90,78 %; dan 88,27 % dari 471,6 mg/L, angka COD sebesar 97,47 %; 95,01 %; 92,05 %; dan 89,06 % dari 1237 mg/L, dan angka BOD sebesar 98,37 %; 95,32 %; 91,97 %; dan 88,61 % dari 412 mg/L.

### DAFTAR PUSTAKA

Anonym, 2009. *Application of Multi-Soil-Layering Method in Wastewater Treatment* Iptek.net, <http://www.iptek.net.id/ind/jurnal/ju>

[rnal\\_idx.php?doc=VI.IVA.02.htm](http://jurnal.idx.php?doc=VI.IVA.02.htm). (Diakses 11 November 2010).

- Mujiharjo, S., B. Sidebang dan D. Darmadi. 2012. *Penampilan Saringan Pasir Lambat Pipa (SPL-P) pada Berbagai Tinggi Genangan (Headloss) dalam Memisahkan Polutan Limbah Cair Industri Karet*. J. Agroindustri 2(2):77-83.
- Mujiharjo, S., Syafnil, B. Sidebang, Sunita dan D.E. Sitepu. 2016. *Effectiveness of Bengkulu Coastal Sand as Media for Pipe Slow Sand Filter*. Proc. Intern. Seminar Sustainable Utilization of Coastal Resources in Tropical Zone. Oct. 19-20, Bengkulu, Indonesia. p:451-457.
- Naibaho, P.M. 1996. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan
- Oktora, I. 2011. *Kajian Awal Pemanfaatan Pasir Laut Untuk Filtrasi dan Absorpsi Limbah Cair pada Kolam Akhir dari Pabrik CPO*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Saeni, M. S. 1986. *Kemampuan Saringan Pasir, Ijuk, dan Arang dalam Meningkatkan Kualitas Fisika dan Kimia Air DAS Ciliwung*. Thesis. Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.
- Samosir, N., 2010. *Kajian Penurunan Tingkat Pencemaran Limbah Cair Crude Palm Oil (CPO)*

- Menggunakan Sistem Multi Soil Layering (MSL) Ditinjau Dari Kadar Minyak Dan Lemak, Amoniak, Angka COD Dan BOD Serta Nilai pH.* Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1991. *Metode Pengujian Kadar Kebutuhan Oksigen Biokimiawi dalam Air, SNI-06-2503-1991.* Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1991. *Metode Pengujian Kadar Kebutuhan Oksigen Kimiawi dalam Air, SNI-06-2504-1991.* Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2002. *Metode Pengujian Kadar Amoniak Dalam Air, SNI-03-6876-2002.* Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2004. *Metode Pengujian Derajat Keasaman (pH) Dalam Air, SNI-06-6989.11-2004.* Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Jakarta.
- Syafnil. 2007. *Penggunaan Sistem Multi Soil Layering untuk Mereduksi Nilai BOD, COD, Kekeruhan. dan Kadar Fe Air Gambut. Thesis.* Pascasarjana Universitas Andalas. Padang.
- Syafnil. 2008<sup>a</sup>. *Mereduksi Kandungan Fe (besi) dengan Metode Multi Soil Layering.* Jurnal MIPA Gradien 4(2): Juli 2008.
- Syafnil. 2008<sup>b</sup>. *Pengaruh Hidoulic Rates (HLR) pada Sistem Multi Soil Layering Untuk Menjernihkan Air Gambut.* Jurnal Agroekologi 20(4): Oktober 2008.