

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN METODE FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN *TYPHA LATIFOLIA*

Purwanti, Shinta Elystia, dan Aryo Sasmita

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Dosen Program Studi Teknik
Lingkungan

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM. 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293

e-mail: ipurpuri@gmail.com

ABSTRACT

*Treatment of palm oil mill effluent still leaves a lot of challenges in terms of both technology and quality standards. Therefore, we need a wastewater treatment system that can provide optimal results in processing and controlling the environmental impact of waste that can be reduced. Phytoremediation is a method of alternative technologies need to be developed to address these challenges. This study aims to determined the pollutant removal efficiency parameters BOD in the palm oil mill effluent, study the influence of variations in plant density, waste content variation, and variation of the residence time of the wastewater treatment efficiency of phytoremediation method. Compare the results of treatment of palm oil mill effluent by phytoremediation method using *Typha latifolia* with effluent standards for palm oil mill based on the Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995. This research used reactor phytoremediation the size of 50cm x 36cm x 31cm, thickness 10cm soil media, media thickness 5cm sand and gravel media 5cm thick with research variables include plant density variations *Typha latifolia* (0,5g/cm²; 0,75g/cm²; dan 1g/cm²), variations in the levels of palm oil effluent (20%; 60%; dan 100%), and variation of the residence time (5 days and 9 days). The results showed that the highest efficiency is on density variations in plant 1 g/cm² , 20% waste concentration, and residence time of 9 days with BOD 97,33 %.*

Keywords: *Levels of Waste, Palm Oil Mill Effluent, Phytoremediation, Plant Density, *Typha latifolia*.*

PENDAHULUAN

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.

Pengolahan limbah pada PKS meliputi beberapa tahapan fisika, kimia, dan biologi. Meskipun sudah mengalami pengolahan, limbah yang dibuang ke sungai masih belum memenuhi baku mutu yang

ditetapkan (Raharjo, 2009). Hal ini terjadi karena IPAL belum berfungsi dengan baik (Azwir, 2006). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pengolahan limbah yang dapat memberikan hasil yang optimal dalam mengolah dan mengendalikan limbah sehingga dampaknya terhadap lingkungan dapat dikurangi.

Fitoremediasi adalah teknologi proses dengan menggunakan vegetasi (tanaman) untuk menghilangkan dan memperbaiki kondisi tanah, *sludge*, kolam, sungai dari kontaminan (Melithia dkk, 1996). Metode fitoremediasi sangat berkembang pesat karena metode ini mempunyai beberapa keunggulan diantaranya secara finansial relatif murah bila dibandingkan dengan metoda konvensional biaya dapat dihemat sebesar 75-85% (Surakusumah, 2010).

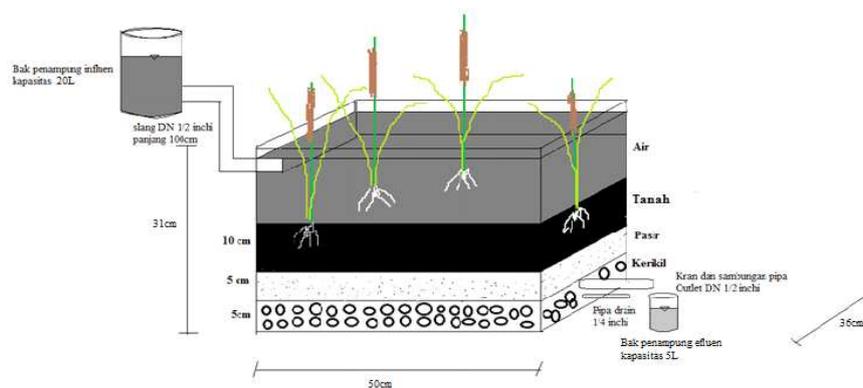
Tumbuhan *Typha (cattails)* merupakan vegetasi lahan basah yang memiliki banyak manfaat. Berdasarkan laporan kajian FAO (*Food and Agriculture Organization*, 2007) tentang sistem pengolahan limbah, bahwa *Typha latifolia* berpotensi mengolah limbah buangan industri. *T. latifolia* mampu mereduksi kandungan logam (Bareen &

Khilji, 2008), menurunkan beban BOD, COD, dan TSS limbah cair domestik (Hidayah & Aditya, 2010).

Berdasarkan hal diatas, maka dilakukan penelitian fitoremediasi limbah cair kelapa sawit dengan *Typha latifolia* dengan tujuan untuk menentukan efisiensi penyisihan parameter BOD pada limbah cair pabrik kelapa sawit, mempelajari pengaruh faktor variasi kerapatan tanaman, variasi kadar limbah, dan variasi waktu tinggal terhadap efisiensi pengolahan limbah cair dengan metode fitoremediasi, dan membandingkan hasil pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan metode fitoremediasi menggunakan *Typha latifolia* dengan baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995.

BAHAN DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor, bak penampung influen, selang plastik, sambungan pipa, pipa drain, kran air, dan bak penampung efluen. Adapun desain alat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair yang berasal dari kolam pengolahan 4 PT. Perkebunan Nusantara V–PKS Sei Buatan, media lahan basah digunakan tanah setebal 10cm, pasir setebal 5cm, dan kerikil setebal 5cm, dan tanaman *Typha latifolia* sebagai agen fitoremediasi.

Penelitian dilakukan dengan metode fitoremediasi menggunakan *Typha latifolia*. Penelitian menggunakan bak plastik ukuran 50cm x 36cm x 31cm, media tanah dengan ketebalan 10cm, media pasir ketebalan 5cm, dan media kerikil setebal 5cm dengan variasi kerapatan tanaman *Typha latifolia* (0,5 g/cm², 0,75 g/cm², dan 1 g/cm²), variasi

kadar limbah cair kelapa sawit (20%, 60%, dan 100%), dan variasi waktu tinggal (5 hari dan 9 hari). Parameter yang diukur adalah BOD. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2014 s/d Juli 2014 di Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik limbah cair pabrik kelapa sawit yang diambil pada kolam anaerobik 4 meliputi pengujian BOD. Adapun hasil pengujian limbah cair tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair

No.	Kadar Limbah (%)	Hasil Uji Sampel BOD (mg/l)	BM LCPKS BOD (mg/l)
1	20	3715	250
2		1923	250
3		2221	250
4		2098	250
5	60	4629	250
6		2800	250
7		3911	250
8		2277	250
9	100	5544	250
10		4956	250
11		4825	250
12		1624	250

Berdasarkan data yang tertera dalam Tabel 1, bahwa kualitas limbah cair harus dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air, karena konsentrasi tersebut masih di atas baku mutu yang di perbolehkan sesuai dengan surat Keputusan Menteri Negara

Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995. Dengan adanya pemanfaatan tanaman jenis *Typha latifolia* dalam proses fitoremediasi diharapkan dapat menurunkan konsentrasi BOD yang terkandung di dalam limbah cair pabrik kelapa sawit PTPN V-PKS Sei Buatan.

2. Karakteristik Efluen Limbah Cair

Tabel 2. Karakteristik Efluen Hari Ke-5

No.	Kadar Limbah (%)	Kerapatan Tanaman (g/cm^2)	Karakteristik Efluen H_5	Efisiensi Penyisihan Pencemar
			BOD (mg/l)	BOD (%)
1	20	0	2286.7	38.44
2		0,5	578.67	69.90
3		0,75	595.00	73.21
4		1	488.44	76.71
5	60	0	3061.3	33.87
6		0,5	1183.0	57.75
7		0,75	1192.8	69.50
8		1	611.33	73.16
9	100	0	4041.3	27.10
10		0,5	2557.3	48.40
11		0,75	1852.7	61.61
12		1	556.89	65.71

Dari tabel 2, diketahui kerapatan tanaman $1 \text{ g}/\text{cm}^2$ dengan efisiensi penyisihan untuk parameter hasil BOD 76,71%. Pada hari ke 5 BOD yang tertinggi adalah pada ini parameter BOD belum didapatkan variasi kadar limbah 20% dengan penurunan yang tinggi.

Tabel 3. Karakteristik Efluen Hari Ke-9

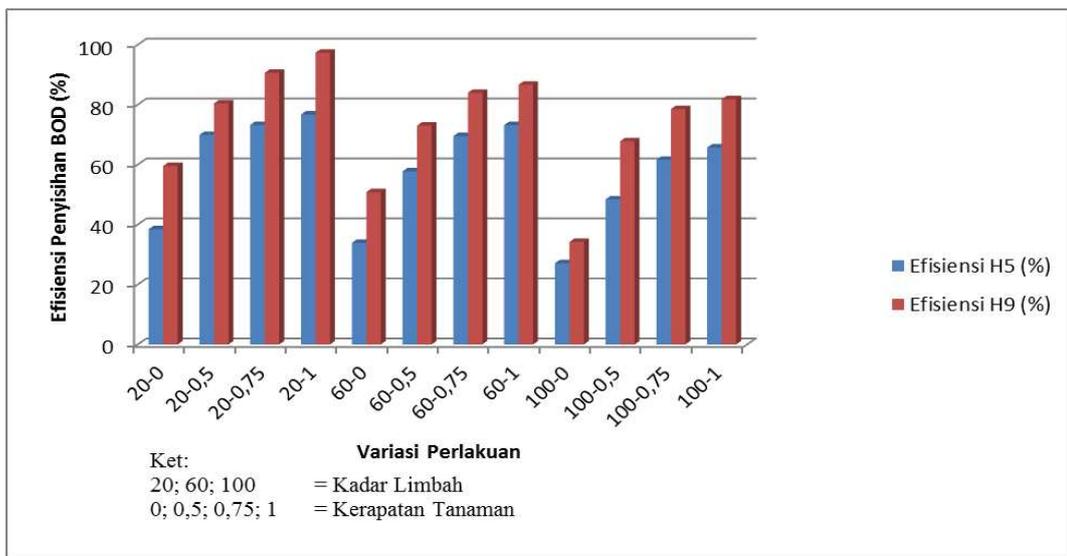
No.	Kadar Limbah (%)	Kerapatan Tanaman (g/cm^2)	Karakteristik Efluen H_9	Efisiensi Penyisihan Pencemar
			BOD (mg/l)	BOD (%)
1	20	0	1502.67	59.55
2		0,5	376.44	80.42
3		0,75	208.44	90.62
4		1	56.00	97.33
5	60	0	2277.33	50.81
6		0,5	756.00	73.00
7		0,75	627.67	83.95
8		1	304.27	86.64
9	100	0	3649.33	34.18
10		0,5	1596.00	67.80
11		0,75	1036.00	78.53
12		1	295.56	81.80

Dari Tabel 3, diketahui efisiensi penyisihan pencemar untuk parameter BOD yang tertinggi adalah pada kadar limbah 20% dengan kerapatan tanaman 1 g/cm² dengan BOD 97,33%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh waktu tinggal yang mempengaruhi efisiensi penyisihan pencemar. Efisiensi penyisihan pencemar bergantung pada konsentrasi dan lamanya waktu penahanan di dalam reaktor. Tingkat permeabilitas media tersebut sangat berpengaruh terhadap waktu detensi air limbah, dimana waktu detensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah

(Supradata, 2005), sehingga semakin lama waktu tinggal maka semakin tinggi efisiensi penyisihan pencemarnya.

3. Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD

Hasil penelitian ini, menunjukkan adanya pengaruh variasi kerapatan tanaman, kadar limbah, dan waktu tinggal pada pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan metode fitoremediasi. Grafik pengaruh kerapatan tanaman, kadar limbah, dan waktu tinggal terhadap efisiensi pengolahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Efisiensi Penyisihan BOD

Dari Gambar 2, terlihat bahwa efisiensi penyisihan BOD tertinggi terdapat pada variasi perlakuan kadar limbah 20% dengan kerapatan tanaman 1 g/cm² dan pada waktu tinggal 9 hari dengan efisiensi BOD yaitu 97,33%. Sedangkan efisiensi penyisihan BOD terendah terdapat pada variasi perlakuan kadar limbah 100% dengan kerapatan tanaman 0 g/cm² atau kontrol tanpa

tanaman dan pada waktu tinggal 5 hari dengan efisiensi BOD yaitu 27,1%.

Penurunan kadar BOD pada limbah cair yang diberi perlakuan *Typha latifolia* lebih besar dari yang tidak menggunakan *Typha latifolia*. *Typha latifolia* dapat mempercepat penguapan air melalui proses evapotranspirasi. Proses evapotranspirasi yang terjadi akan mendukung

laju pengambilan unsur hara yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis melalui mekanisme penyerapan air melalui bulu-bulu akarnya. Aktivitas fotosintesis yang tinggi, akan menghasilkan oksigen yang tinggi pula sehingga oksigen terlarut dalam limbah cair akan meningkat. *Typha latifolia* mensuplai oksigen ke dalam air limbah melalui akar dan menambah jumlah oksigen terlarut dalam air limbah sehingga akan memacu kerja mikroorganisme dalam menguraikan senyawa-senyawa pencemar (Fardiaz, 1992).

Oksigen ini akan digunakan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik menjadi anorganik, seperti NO_3^- , NO_2^- , H_2O dan lainnya. *Typha latifolia* akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air melalui akarnya yang serabut. Penyerapan tersebut dilakukan oleh akar tumbuhan

dimana terdapat mikroorganisme yang hidup bersimbiosa di sekitar akar (Arsil, 2010). Semakin banyak dan dalam jaringan akar dalam tanah, semakin luas zona *rhizosphere* yang tercipta, sehingga dapat menyerap material organik yang terdapat dalam limbah cair pabrik kelapa sawit dan berperan dalam proses penurunan konsentrasi BOD.

4. Perbandingan Efluen Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Baku Mutu Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Hasil air olahan atau efluen yang telah didapatkan dari penelitian ini dibandingkan dengan baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit yaitu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995. Perbandingan efluen dengan waktu tinggal 5 hari dan 9 hari dengan baku mutu limbah cair yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 4 Perbandingan Efluen H₅ Dengan Baku Mutu

No.	Kadar Limbah (%)	Kerapatan Tanaman (g/cm ²)	Hasil Uji Sampel BOD (mg/l)	Baku Mutu LCPKS BOD (mg/l)	Ket BOD (mg/l)
1	20	0	2287	250	tidak
2		0,5	579	250	tidak
3		0,75	595	250	tidak
4		1	488	250	tidak
5	60	0	3061	250	tidak
6		0,5	1183	250	tidak
7		0,75	1193	250	tidak
8		1	611	250	tidak
9	100	0	4041	250	tidak
10		0,5	2557	250	tidak
11		0,75	1853	250	tidak
12		1	557	250	tidak

Tabel 5 Perbandingan Efluen H₉ Dengan Baku Mutu

No.	Kadar Limbah (%)	Kerapatan Tanaman (g/cm ²)	Hasil Uji BOD (mg/l)	Baku Mutu LCPKS BOD (mg/l)	Ket BOD (mg/l)
1	20	0	1503	250	tidak
2		0,5	376	250	tidak
3		0,75	208	250	ya
4		1	56	250	ya
5	60	0	2277	250	tidak
6		0,5	756	250	tidak
7		0,75	628	250	tidak
8		1	304	250	tidak
9	100	0	3649	250	tidak
10		0,5	1596	250	tidak
11		0,75	1036	250	tidak
12		1	296	250	tidak

Pengujian efluen waktu tinggal 5 hari dan 9 hari yang didapat ada yang memenuhi dan ada yang tidak memenuhi baku mutu. Sampel yang digunakan yang memenuhi baku mutu untuk parameter BOD adalah pada sampel dengan kadar limbah 20% dan hasil yang paling efisien adalah pada kerapatan tanaman 1 g/cm² dengan waktu tinggal 9 hari untuk parameter BOD.

Tanaman *Typha latifolia* memiliki rongga batang yang banyak, akar lebat dan daun tanaman *Typha latifolia* sangat kuat tidak seperti tanaman air lainnya sehingga resiko jatuhnya daun yang dapat mengganggu pembusukan dapat dihindarkan. Hasil penelitian menunjukkan tanaman *Typha latifolia* sangat berpengaruh terhadap penurunan maksimal kadar limbah BOD (muhajir, 2013).

Tingginya efisiensi penyisihan parameter pencemar dan

terpenuhinya baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995, membuktikan bahwa metode fitoremediasi menggunakan *Typha latifolia* layak dijadikan sebagai salah satu alternatif pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit, khususnya untuk mengolah limbah cair pabrik kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara V-PKS Sei Buatan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi penyisihan parameter pencemar tertinggi yaitu pada variasi kerapatan tanaman 1 g/cm², kadar limbah 20%, dan pada waktu tinggal 9 hari dengan penurunan BOD 97,33%.

2. Variasi kerapatan tanaman, variasi kadar limbah, dan variasi waktu tinggal memberikan pengaruh yang signifikan dalam penyisihan BOD. Semakin rapat tanaman maka semakin tinggi efisiensi penyisihan parameter pencemar, semakin rendah kadar limbah maka semakin tinggi efisiensi penyisihan parameter pencemar, semakin lama waktu tinggal yang digunakan semakin tinggi penyisihan pencemar.
 3. Hasil pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan metode fitoremediasi menggunakan *Typha latifolia* yang memenuhi baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995 untuk parameter BOD adalah pada variasi kerapatan tanaman 1 g/cm², kadar limbah 20%, dan dengan waktu tinggal 9 hari.
 4. Tingginya efisiensi penyisihan parameter pencemar BOD yang didapatkan dalam penelitian ini membuktikan bahwa metode fitoremediasi menggunakan *Typha latifolia* layak dijadikan sebagai salah satu alternatif pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit, khususnya untuk mengolah limbah cair pabrik kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara V-PKS Sei Buatan.
- Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Peputra Masterindodi Kabupaten Kampar.* <http://eprints.undip.ac.id>.
- Bareen, F., dan Khilji, S. 2008. *Boiaccumulation of Metals from Tannery Sludge by Typha agustifolia L. African Journal of Biotechnology*, vol 7(18), 3314-3320. <http://www.ajol.info>.
- Fardiaz. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Hidayah, E.N., dan W. Aditya. 2010. *Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Constructed Wetland*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, vol 2 (2), 11-18. <http://eprints.upnjatim.ac.id>.
- Melithia, C. L.A. Jhonson, dan W. Amber. 1996. Ground Water Polution: *In situ Biodegradation*. Down loading, available at http://www.cee.vt.edu/program_areas/enviromental_teach/gwprimer/group1/ind/ex/html.
- Muhajir, Mika. 2013. *Penurunan Limbah Cair BOD Dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (Typha Angustifolia) Dengan Sistem Constructed Wetland*. Skripsi Jurusan Kimia. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Raharjo, P.N. 2009. *Studi Banding Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Jurnal Teknologi Lingkungan, vol 10(1), 09-18. <http://ejurnal.bppt.go.id>.

DAFTAR PUSTAKA

Azwir. 2006. *Analisa Pencemaran Sungai Tapung Kiri oleh*

- Supradata. 2005. “ *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius dalam Ssstem Lahan Basah Aliran Permukaan (SSF Wetland)* “. Tesis Magister Lingkungan.
- Surakusumah, W. 2010. *Fitore mediasi dan Pembangunan Berkelanjutan*.
http://file.upi.edu/direktori/fp_mipa/jur._pend._biologi/197212031999031wahyu_surakusumah/Fitoremediasi_dan_pmbangunan_berkelanjutan.pdf.
Tanggal Akses: 21 April 2013.
- Arsil, Poppy. 2010. *Pengolahan Limbah Cair Dari Industri Kecil Pengolahan Tahu Secara Biofiltrasi Menggunakan Enceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms)*. Laboratorium Teknik Pertanian dan Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman.