

PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG MENGGUNAKAN SISTEM LAHAN BASAH BUATAN: PENYISIHAN MANGAN (Mn)

Nopi Stiyati Prihatini, dan M. Sadiqul Iman

*Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl A. Yani Km.36,5 Banjarbaru Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia
E-mail: ns.prihatini@unlam.ac.id*

ABSTRAK

Upaya pengolahan yang telah diaplikasikan untuk mengurangi dampak limbah cair pertambangan telah banyak dilakukan. Metode yang umum digunakan (metode konvensional) adalah dengan menambahkan bahan kimia tertentu (seperti tawas, Poly Aluminium Chloride/PAC, dan Nalcolyte). Pengolahan yang lebih ramah lingkungan yaitu dengan sistem lahan basah buatan (Constructed Wetland). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar penurunan Mn air asam tambang limbah cair batubara menggunakan tanaman Purun tikus (Eleocharis dulcis) dengan sistem Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan (Vertical Subsurface-Constructed Wetland) serta ingin diketahui waktu tinggal optimal yang dibutuhkan pada sistem pengolahan tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan reaktor lahan basah buatan berbahan kayu yang dilapisi plastik dengan dimensi 65 x 35 x 35 cm dengan sistem batch. Tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah Purun tikus (Eleocharis dulcis) yang merupakan jenis tumbuhan liar yang dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada lahan rawa pasang surut sulfat masam. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi Mn terjadi pada hari ke-5 dengan persentasi sebesar 79,88%.

Kata kunci: Air asam tambang, sistem lahan basah buatan, penyisihan mangan (Mn)

ABSTRACT

Management efforts that have been applied to reduce the impact of mining waste water has a lot to do. Commonly used methods (the conventional method) is to add certain chemicals (such as alum, Poly Aluminium Chloride / PAC, and Nalcolyte). Nowadays, a process that more environmentally friendly is used, namely the system of constructed wetlands. This study aims to determine the reduction of Mn in coal acid mine drainage effluent and the optimal residence time required in the processing system using Purun tikus (Eleocharis dulcis) plants with Constructed Wetlands Vertical Subsurface Flow system. This research, using constructed wetlands reactor made of timber coated with plastic. The dimension of reactor is 65 x 35 x 35 cm with a batch system. Plants used in this study are Purun tikus (Eleocharis dulcis) is a wild plant species that can grow and adapt well to the tidal swamp land with the acid sulfate condition. The results showed a decrease in the efficiency of Mn concentration occurred on day 5, with a percentage of 79.88%.

Keywords: acid mine water, constructed wetlands system, manganese (Mn) removal.

1. PENDAHULUAN

Kalimantan Selatan memiliki potensi batubara yang besar dan makin meningkat dari tahun ke tahun. Metode eksploitasi batubara yang diterapkan oleh perusahaan adalah metode penambangan terbuka. Penambangan dengan menggunakan metode penambangan terbuka tersebut menghilangkan permukaan tanah dan bahan organik tanah. Hasil dari penambangan terbuka ini adalah lapisan batuan yang mengandung sulfur terbuka dan bereaksi dengan air dan atau oksigen sehingga melepaskan sulfat ke lingkungan. Reaksi ini menyebabkan terjadinya kemasaman pada tanah dan air. Fenomena ini dikenal juga dengan istilah acid mine drainage (air asam tambang). Selain itu, limbah cair pertambangan batubara juga tercemar asam sulfat dan senyawa besi, yang dapat mengalir ke luar daerah pertambangan. Air yang mengandung kedua senyawa ini dapat berubah menjadi asam. Limbah pertambangan yang bersifat asam bisa menyebabkan korosi dan melarutkan logam-logam sehingga air yang dicemari bersifat racun dan dapat memusnahkan kehidupan akuatik.

Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow–Wetlands*) merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah jenis Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*), prinsip kerja sistem pengolahan limbah tersebut dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran (*Rhizosphere*) tanaman tersebut. Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow–Wetlands*) memiliki keuntungan dari segi biaya dan ramah lingkungan, yaitu dapat mengolah limbah domestik, pertanian dan sebagian limbah industri termasuk logam berat; efisiensi pengolahan tinggi (80 %) serta biaya perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan murah dan tidak membutuhkan keterampilan yang tinggi (Davis, 1998; Supradata, 2005).

Pada penelitian ini, Sistem Lahan Basah Buatan (LBB) digunakan untuk mengolah air asam tambang batu bara. Sistem aliran yang dipilih adalah sistem aliran vertikal. Hal ini didasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Risnawati dan Damanhuri (2010), bahwa LBB aliran vertikal memiliki efisiensi lebih baik dalam menyisihkan logam pada lindi. Penelitian ini menggunakan tumbuhan Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) sebagai bagian tidak terpisahkan dari sistem LBB yang dibuat. Penggunaan tumbuhan Purun tikus didasarkan pada kemampuan tumbuhan ini untuk hidup pada daerah dengan pH rendah dan kandungan logam yang tinggi (Prihatini, N. S., B. J. Priatmadi, *et al.*, 2015). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besar penurunan Mn air asam tambang limbah cair batubara menggunakan tanaman Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dengan sistem Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan (Vertical Subsurface-Constructed Wetland) serta ingin diketahui waktu tinggal optimal yang dibutuhkan pada sistem pengolahan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan 10 buah reaktor yang menggunakan Sistem Aliran Vertikal Bawah Permukaan (*Vertical Subsurface Flow*). Sembilan buah reaktor akan digunakan sebagai alat pengujian dengan variasi waktu 1 hingga 9 hari, sedangkan 1 buah reaktor akan digunakan sebagai kontrol. Pada kontrol tidak adanya penambahan tanaman purun tikus. Reaktor sendiri berbahan kayu yang dilapisi dengan plastik dengan dimensi reaktor berukuran 65 cm x 35 cm x 35 cm. Sedangkan aliran yang digunakan adalah aliran *batch*. Untuk proses *batch*, seluruh bahan reaksi dicampur pada awal proses.

Selama terjadi reaksi, perubahan variabel menurut masa dan reaksi dihentikan serta hasil dikeluarkan apabila pertukaran mencapai ke tahap yang diinginkan.

Analisis hasil untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar besi dan mangan digunakan rumus berikut (Hedin and Nairn, 1990) :

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

E = *Persen penurunan (%)*

C_0 = *Kadar besi dan mangan awal (mg/l)*

C_e = *Kadar besi dan mangan akhir (mg/l)*

Sedangkan uji statistik menggunakan software SPSS 20 dengan uji korelasi Spearman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengoperasian reaktor selama 9 hari didapat data bahwa konsentrasi awal mangan influent sebesar 16,10 ppm sedangkan konsentrasi akhir effluent Mn dapat dilihat pada Tabel 1. berikut ini. Sedangkan pada Tabel 2. disajikan konsentrasi Mn pada media tanam sulfat masam sebelum dan sesudah pengoperasian reaktor. Efisiensi yang tersaji pada Tabel 1. cukup bagus dengan kisaran 15,53 % - 79,88 %.

Pada Tabel 2 terjadi fluktuasi konsentrasi Mn pada media reaktor Aliran Vertikal Bawah Permukaan. Fluktuasi tersebut mengindikasikan terjadi proses penjerapan oleh media dan penyerapan Mn oleh tumbuhan. Penjerapan Mn oleh media menyebabkan peningkatan konsentrasi Mn di media, kemudian tumbuhan melakukan penyerapan Mn sehingga konsentrasi Mn di media berkurang.

Pada penelitian ini digunakan Lahan Basah Buatan dengan sistem aliran vertikal. Sistem pengaliran vertikal memungkinkan kontak air limbah dengan media dan zona perakaran tumbuhan menjadi maksimal. Hal ini sangat mempengaruhi efisiensi sistem lahan basah buatan dan mengurangi waktu tinggal sistem. Hubungan waktu dengan konsentrasi effluent mangan dapat dilihat pada Gambar 1.

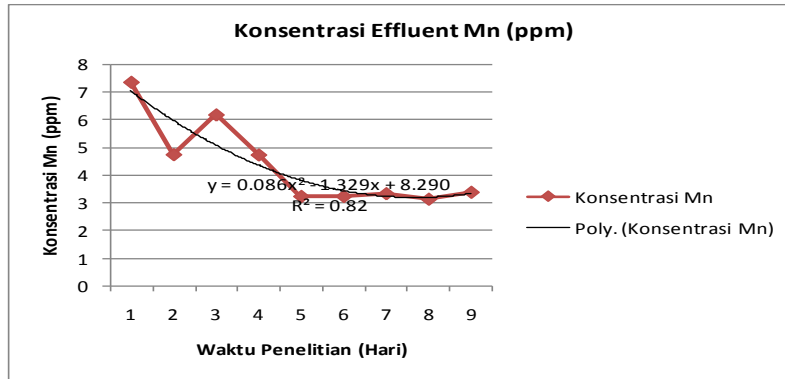
Tabel 1. Konsentrasi Effluent Mangan (Mn) Berdasarkan Hari dan Reaktor

Hari/ Reaktor	Konsentrasi Mn (ppm)		Efisiensi (%)
	Awal	Akhir	
1	16.10	7.37	54.22
2	16.10	4.75	70.50
3	16.10	6.19	61.55
4	16.10	4.74	70.56
5	16.10	3.24	79.88
6	16.10	3.24	79.88
7	16.10	3.34	79.25
8	16.10	3.14	80.50
9	16.10	3.39	78.94
Kontrol	16.10	13.6	15.53

Tabel 2. Konsentrasi Mangan (Mn) pada Media Berdasarkan Hari dan Reaktor

Hari/ Reaktor	Konsentrasi Mn (ppm)		Penambahan Konsentrasi
	Awal	Akhir	
1	37.00	43.50	6.50
2	37.00	59.50	22.50
3	37.00	31.50	-5.50
4	30.00	24.00	-6.00
5	30.00	43.00	13.00
6	30.00	33.00	3.00
7	34.00	30.50	-3.50
8	34.00	22.85	-11.15
9	34.00	33.50	-0.50
Kontrol	35.00	37.50	2.50

Gambar 1. menunjukkan bahwa terjadi tren penurunan parameter Mn dari konsentrasi awal sampel hingga penelitian hari ke-9. Dari grafik didapat nilai regresi polynomial sebesar $R^2 = 0,82$ dengan persamaan $y = 0,086x^2 - 1,329x + 8,290$. Untuk itu pengoperasian Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan pada penelitian ini, waktu operasional pada parameter Mn hanya bisa dijalankan secara optimal dalam kurun waktu 5 hari.



Gambar 1. Hubungan Waktu Penelitian dengan Konsentrasi Effluent Mn.

Kecenderungan penurunan Mn terjadi pada hari ke-1 hingga hari ke-5, hal ini disebabkan karena tanaman purun tikus membutuhkan logam Mn sebagai zat hara yang cukup tinggi, sehingga pada hari ke-5 hingga hari ke-9, kecenderungan penurunan tidak terlihat lagi, namun lebih statis karena terdapat kemungkinan tanaman purun tikus telah jenuh dengan logam Mn.

Selain karena faktor tanaman dalam menyerap logam Mn, media juga berperan penting dalam menurunkan konsentrasi Mn. Hal ini terlihat dari data penambahan konsentrasi pada media berkisar antara 2,50 – 22,50 ppm (Tabel 2). Adanya pori pada media menyebabkan suplai oksigen menuju perakaran tanaman dapat berlangsung dengan baik, sebab dengan adanya suplai oksigen yang baik, mikroorganisme yang terdapat pada sistem ini akan menyebabkan perkembangannya menjadi lebih baik sehingga penurunan konsentrasri Mn dapat terlihat.

Waktu tinggal optimal dalam penurunan konsentrasri Mn terjadi pada hari ke-5, hal ini dapat terlihat jelas dalam hal persentasi efisiensi removal konsentrasi Mn, dimana pada hari ke-5 efisiensi sebesar 79,88%. Meskipun pada hari ke-6 hingga hari ke-9 masih terlihat kecenderungan penurunan konsentrasi Mn, namun persentasinya hampir sama dengan hari ke-5 atau dapat dikatakan bersifat statis.

4. KESIMPULAN

Penggunaan Sistem Lahan Basah Buatan aliran vertikal dengan menggunakan tumbuhan Purun tikus dapat menurunkan konsentrasi Mn pada air asam tambang bau bara hingga 3,24 mg/l. Efisiensi penurunan konsentrasi Mn optimal terjadi pada hari ke-5 dengan persentasi sebesar 79,88%.

DAFTAR PUSTAKA

- Davis, L. (1998). *A Handbook of Constructed wetlands*. United State. USEPA.
- Hedin, R. S. and R. W. Nairn (1990). *Sizing and Performance of Constructed Wetlands: Case Studies*. Mining and Reclamation Conference and Exhibition. Charleston. West Virginia.
- Prihatini, N. S., B. J. Priatmadi, et al. (2015). Performance of the Horizontal Subsurface-flow Constructed Wetland With Different Operational Procedures. *International Journal of Advances in Engineering & Technology* 7 (6), 1620-1629.
- Risnawati, I. and T. P. Damanhuri. (2010). *Penyisihan Logam pada Lindi Menggunakan Constructed Wetland*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Supradata (2005). *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang.