

PENGGUNAAN LAHAN BASAH BUATAN ALIRAN VERTIKAL BAWAH PERMUKAAN DENGAN TANAMAN *Typha latifolia* DAN *Cyperus papyrus* DALAM MENYISIHKAN BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) PADA AIR SUMUR BOR

Indah Nirtha, Nopi Stiyati Prihatini, Lisda Pronawati

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat,

Jl. A. Yani Km. 37, Banjarbaru, Kode Pos 70714, Indonesia

E-mail: indahnirtha@ulm.ac.id

ABSTRAK

*Air sumur bor pada salah satu rumah di Jl. SMK 1 Gambut, Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar mengandung konsentrasi besi (Fe) dan mangan (Mn) yang melebihi standar baku mutu menurut PerMenKes RI No. 32 Tahun 2017 yaitu konsentrasi Fe tidak lebih dari 1 mg/L dan Mn 0,5 mg/L. Salah satu teknologi untuk menyisihkan konsentrasi Fe dan Mn adalah Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan (LBB-AVBP). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektifitas LBB-AVBP dalam menyisihkan Fe dan Mn pada air sumur bor menggunakan tanaman *Typha latifolia* dan *Cyperus papyrus* serta menentukan waktu kontak optimal yang diperlukan sistem pengolahan tersebut. Penelitian ini menggunakan reactor berbahan kayu yang dilapisi plastik dengan dimensi 90 cm x 30 cm x 40 cm serta menggunakan tanaman *Typha latifolia* dan *Cyperus papyrus*, dengan media tanam tanah dicampurkan dengan 10% pupuk kandang sapi. Sistem aliran LBB-AVBP secara kontinyu dengan variasi waktu kontak 1, 3, dan 5 hari, debit pengaliran 20 mL/menit, 6 mL/menit, dan 4 mL/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LBB-AVBP efektif dalam menyisihkan konsentrasi Fe dan Mn dengan tingkat efisiensi penyisihan Fe sebesar 99,94% dan penyisihan Mn sebesar 88,36%. Waktu kontak optimal menyisihkan Fe dan Mn menggunakan tanaman *Typha latifolia* adalah pada waktu kontak 1 hari, sedangkan pada tanaman *Cyperus papyrus* waktu kontak 3 hari.*

*Kata Kunci : air sumur bor, besi, *Cyperus papyrus*, lahan basah buatan aliran vertikal bawah permukaan, mangan, *Typha latifolia*.*

ABSTRACT

*The wellbore water in one of the houses at SMK 1 Gambut's Street, Gambut's Sub-district, Banjar's district contains concentrations of Fe and Mn more than maximum limit allowed by Regulation of the Minister of Health the Republic of Indonesia number 32 of 2017, the concentrations of Fe shouldn't be more than 1 mg/L and Mn 0,5 mg/L. One of technology could be used to eliminate Fe and Mn is Vertical Subsurface flow constructed wetland. This research aims to analyze the effectiveness of LBB-AVBP to eliminate Fe and Mn in the drilled wells water using *Typha latifolia* and *Cyperus papyrus* and the optimal contact time required in the processing system. This research using a reactor made of wood coated with plastic with dimension 90 cm x 30 cm x 40 cm using *Typha latifolia* and *Cyperus papyrus* with the soil media mixing 10 % of cow manure. LBB-AVBP system continuously with contact time 1, 3, and 5 days, the debit is 20 ml/minute, 6 ml/minute, and 4 ml/minute. LBB-AVBP effective to*

eliminate the concentration of Fe and Mn respectively at 99,94% and 88,36%. The optimal contact time to eliminate Fe and Mn using Typha latifolia is 1 days, Cyperus papyrus is 3 days.

Keywords: Cyperus papyrus, iron, manganese, Typha latifolia, vertical Subsurface flow constructed wetland, wellbore water.

1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Kabupaten Banjar yang memiliki akses air bersih pada tahun 2016 sebanyak 324.969 jiwa dengan presentase sebesar 59%. Salah satu sumber air bersih masyarakat yaitu sumur bor. Jumlah penduduk yang menggunakan sumur bor adalah sebanyak 35,484 jiwa (DinKes Kab. Banjar, 2016). Berdasarkan data tersebut, masyarakat masih menggunakan air sumur bor untuk kebutuhan sehari-hari. Air sumur tersebut diambil dari dalam tanah, air tersebut mengandung kation terlarut seperti besi (Fe), mangan (Mn), dan senyawa anorganik lainnya (Abdi et al., 2016).

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di salah satu sumur bor warga di Jl. SMK 1 Gambut, Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar. Konsentrasi Fe dan Mn melebihi standar baku mutu yang diperbolehkan yaitu sebesar 1 mg/L dan 0,5 mg/L menurut PerMenKes RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air untuk Keperluan *Higiene Sanitasi*, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum., dengan konsentrasi Fe sebesar 416,52 mg/l dan Mn sebesar 0,79 mg/l. Air sumur tersebut diambil dari dalam tanah. Air tanah mengandung kation terlarut seperti besi (Fe), mangan (Mn), dan senyawa anorganik lainnya (Prihatini, Abdi, et al., 2020; Prihatini et al., 2015; Prihatini, Khair, et al., 2020; Prihatini, Nirtha, et al., 2016; Prihatini, Priatmadi, et al., 2016; Wu et al., 2015). Apabila konsentrasi Fe dan Mn melebihi kadar maksimum maka menyebabkan noda kuning kecoklatan untuk Fe dan kehitaman untuk Mn, juga dapat menimbulkan masalah bagi kesehatan manusia misalnya iritasi kulit, gangguan ginjal, dan merusak dinding usus (Supradata, 2005). Oleh karena itu, diperlukan teknologi untuk mengolah Fe dan Mn pada air sumur bor tersebut agar air sumur layak untuk digunakan oleh masyarakat yaitu dengan menggunakan Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan (LBB-AVBP).

Sistem LBB-AVBP merupakan salah satu sistem pengolahan jenis Lahan Basah Buatan, dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan dengan mikroorganisme dalam media disekitar perakaran (*Rhizosphere*). Sistem ini ramah lingkungan, efisiensi pengolahan tinggi (80%) serta biaya perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan murah dan tidak membutuhkan keterampilan yang tinggi. Proses pengolahan terjadi secara fisik, kimia, dan biologi. Proses secara fisik yang terjadi adalah proses sedimentasi, filtrasi, dan adsorpsi oleh media (Supradata, 2005). Penelitian yang dilakukan Prihatini (2015) menggunakan LBB-AVBP untuk mengolah air asam tambang batubara efektif dalam menyisihkan Fe dan Mn dengan efisiensi penyisihan Fe sebesar 59,83% dan Mn sebesar 79,88% (Prihatini, Nirtha, et al., 2016; Prihatini & Iman, 2015).

Penelitian ini menggunakan tanaman *Typha latifolia* dan *Cyperus papyrus*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan tanaman *Typha latifolia* dan *Cyperus*

papyrus efektif dalam menyisihkan logam berat di limbah cair (Hamad, 2020; Kumari & Tripathi, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektifitas LBB-AVBP dalam menyisihkan Fe dan Mn pada air sumur bor menggunakan tanaman *Typha latifolia* dan *Cyperus papyrus* serta menentukan waktu kontak optimal yang diperlukan sistem pengolahan tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam skala laboratorium menggunakan reaktor berbahan kayu yang berlapis plastik. Dimensi reaktor adalah 90 cm x 30 cm x 40 cm (Gambar 1), yang didasari oleh kriteria desain menurut Wood (Abdi et al., 2016). Tiga reaktor ditanam dengan tanaman *Typha latifolia* pada waktu kontak 1, 3, dan 5 hari dengan dua kali pengulangan, sedangkan 3 reaktor lainnya untuk *Cyperus papyrus* pada waktu kontak yang sama dengan dua kali pengulangan, dan 1 buah reaktor sebagai kontrol tanpa ditanami tanaman.



Gambar 1. Desain Lahan Basah Buatan

Keterangan:

- (A) Influent;
- (B) Media Tanam dengan tebal ± 25 cm;
- (C) Kerikil dengan tebal ± 5 cm;
- (D) Kain filter;
- (E) Effluent.

Sistem LBB-AVBP pada penelitian ini akan dialirkan secara kontinu menuju reaktor-reaktor dengan waktu kontak penelitian yaitu 1, 3, dan 5 hari (Wulansari, 2014). Debit aliran berdasarkan waktu kontak yaitu 20 mL/menit untuk waktu kontak 1 hari, 6 mL/menit untuk waktu kontak 3 hari, dan 4 mL/menit untuk waktu kontak 5 hari. Setelah dilakukan proses *running*, kemudian dilakukan analisis konsentrasi Fe dan Mn pada air *Effluent* dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) sesuai dengan SNI, yaitu: untuk

parameter Fe sesuai dengan SNI 6989.4:2009, untuk parameter Mn sesuai dengan SNI 6989.5:2009.

Data yang diperoleh dari hasil pengujian tersebut kemudian disajikan dalam tabel dan grafik kemudian dianalisis secara statistik kemudian dijabarkan secara deskriptif. Analisis dilakukan dengan *Microsoft Excel*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kualitas air sumur bor

Penelitian ini menggunakan sampel air sumur bor pada salah satu rumah warga di Jl.SMK 1 Gambut, Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Sebelum melakukan proses pada sistem lahan basah buatan aliran vertikal bawah permukaan (LBB-AVBP), terlebih dahulu dilakukan uji karakteristik *influent* sampel air sumur yaitu parameter Fe dan Mn. Kualitas *influent* air sumur tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 Kualitas *Influent* Air Sumur Bor

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
Fe	mg/L	84,45	1
Mn	mg/L	1.59	0,5

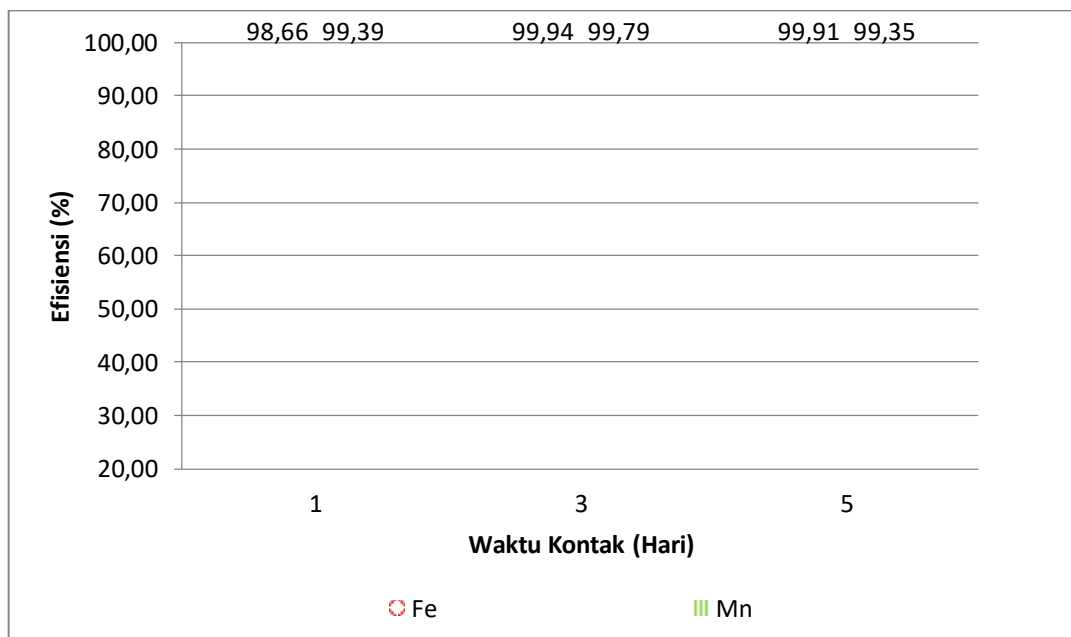
Sumber : PerMenKes RI No. 32 Tahun 2017

Berdasarkan hasil uji (Tabel 1), dapat diketahui bahwa konsentrasi Fe dan Mn tersebut melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 32 tahun 2017 tentang “Standar Baku Mutu Kesehatan Air untuk Keperluan *Higiene* Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum”. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Abdi dkk (2016) bahwa air sumur di kota Banjarbaru juga memiliki kadar Fe dan Mn yang melebihi baku mutu (Prihatini, Abdi, et al., 2020; Prihatini et al., 2015; Prihatini, Khair, et al., 2020; Prihatini, Nirtha, et al., 2016; Prihatini, Priatmadi, et al., 2016; Wu et al., 2015).

3.2. Penyisihan Fe dan Mn oleh Sistem LBB-AVBP

Angka efisiensi penyisihan Fe dan Mn menunjukkan kinerja sistem LBB-AVBP. Efisiensi penyisihan sedikit berbeda antara Fe dan Mn oleh sistem LBB-AVBP, penyisihan Fe berkisar antara 98,66% - 99,94% sedangkan penyisihan Mn berkisar antara 99,35% - 99,79% (Gambar 2). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem LBB-AVBP dapat menyisihkan 98,66% - 99,94% Fe di air sumur bor dan menyisihkan 99,35% - 99,79% Mn air sumur. Efisiensi penyisihan Fe dan Mn oleh sistem LBB-AVBP tidak terlalu berbeda. Pada waktu kontak 1 hari sebanyak 98,66% Fe dan 99,39% Mn berhasil disisihkan oleh sistem LBB-AVBP. Waktu kontak berpengaruh pada efisiensi sistem LBB karena memberikan agen biologi seperti tanaman dan mikroorganisme kesempatan untuk ‘bekerja’ menyisihkan polutan. Hal ini terlihat adanya sedikit peningkatan efisiensi penyisihan Fe dan Mn oleh sistem LBB-AVBP pada waktu kontak 3 hari seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Akan tetapi terjadi sedikit penurunan efisiensi sistem LBB-AVBP setelah beroperasi selama 5 hari (0,03% untuk Fe dan 0,44% untuk Mn). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa LBB-AVBP berhasil

menyisihkan Fe di air asam tambang dengan efisiensi hingga 98,26% (Prihatini, Abdi, et al., 2020; Prihatini et al., 2015; Prihatini, Khair, et al., 2020; Prihatini, Nirtha, et al., 2016; Prihatini, Priatmadi, et al., 2016; Wu et al., 2015) dan efisiensi penyisihan Mn sebesar 62% (Prihatini, Abdi, et al., 2020; Prihatini et al., 2015; Prihatini, Khair, et al., 2020; Prihatini, Nirtha, et al., 2016; Prihatini, Priatmadi, et al., 2016; Wu et al., 2015) hingga 79,88% (Prihatini, Abdi, et al., 2020; Prihatini et al., 2015; Prihatini, Khair, et al., 2020; Prihatini, Nirtha, et al., 2016; Prihatini, Priatmadi, et al., 2016; Wu et al., 2015).



Gambar 2. Efisiensi Penyisihan Fe dan Mn oleh Sistem LBB-AVBP

Penyisihan Fe dan Mn di LBB-AVBP diatur oleh proses fitofiltrasi dan fitoekstraksi oleh tanaman sedimentasi dan adsorpsi (Meitei & Prasad, 2021) di sistem LBB-AVBP. Presipitasi Fe biasanya terjadi karena aktivitas bakteri yang memediasi perubahan Fe(II) menjadi Fe (III) seperti *Thiobacillus ferrooxidans*, *Sphaerotillus sp.*, *Metallogenium sp.*, *Crenothrix sp.* (Groudeva et al., 2001).

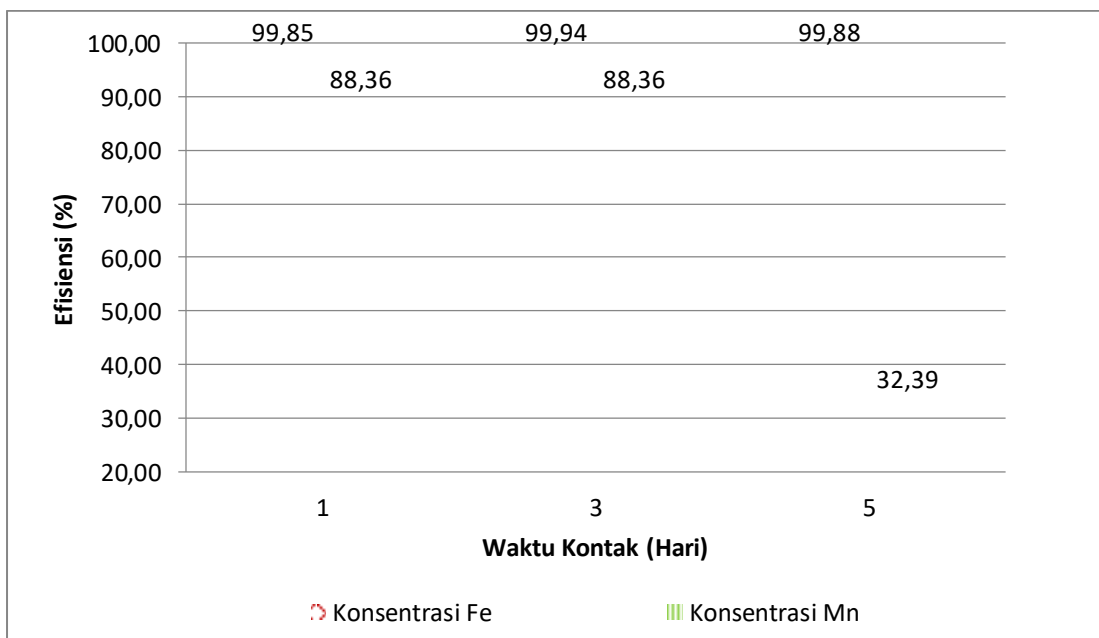
3.3. Efektifitas Sistem LBB-AVBP pada jenis tanaman berbeda

Jenis tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja LBB, selain media, kedalaman air, beban hidrolis, waktu retensi hidrolis, jenis pengoperasian dan prosedur pemeliharaan (Prihatini, Abdi, et al., 2020; Prihatini et al., 2015; Prihatini, Khair, et al., 2020; Prihatini, Nirtha, et al., 2016; Prihatini, Priatmadi, et al., 2016; Wu et al., 2015). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, yaitu terdapat perbedaan efisiensi dan waktu kontak optimal antara LBB-AVBP yang ditanam dengan tanaman *Typha latifolia* dan tanaman *Cyperus papyrus*. Waktu kontak optimal penyisihan Fe dan Mn pada sistem LBB-AVBP menggunakan tanaman *Typha latifolia* adalah pada waktu kontak 1 hari (Gambar 1) sedangkan LBB-AVBP menggunakan tanaman *Cyperus papyrus* optimal pada waktu kontak 3 hari (Gambar 4). Walaupun efisiensi terbesar pada LBB-AVBP dengan tanaman *Typha latifolia* untuk penyisihan Fe pada waktu kontak hari ke 3, hanya saja tidak memiliki perbedaan yang besar (selisih 0,09%) dengan efisiensi penyisihan dengan waktu kontak 1

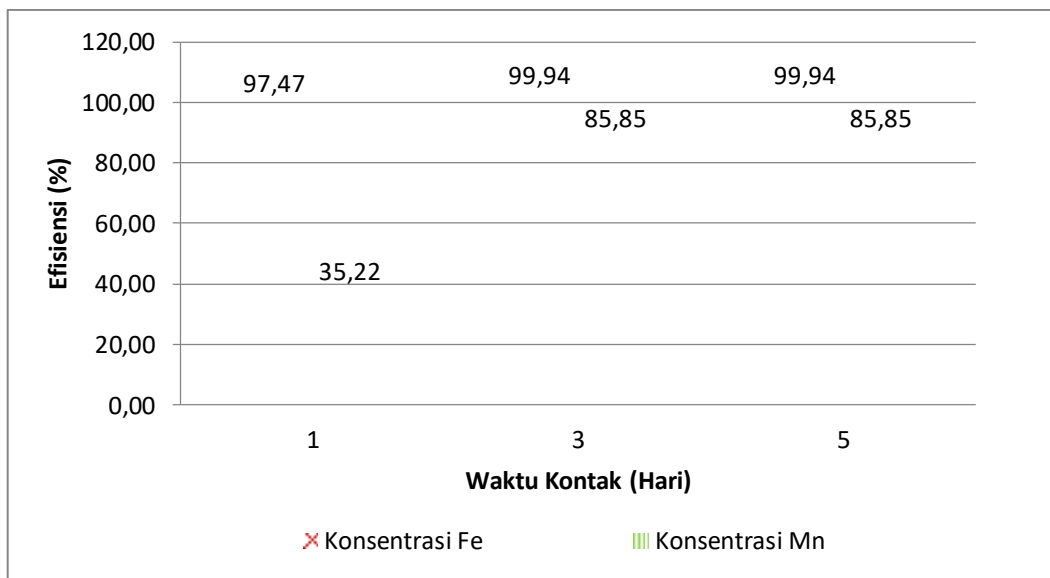
hari. Optimalisasi tidak hanya ditentukan oleh efisiensi terbesar tapi juga oleh waktu kontak paling singkat. Hanya dengan waktu kontak 1 hari LBB-AVBP dengan tanaman *Typha latifolia* dapat menyisihkan Fe dan Mn maka dapat dinyatakan bahwa LBB-AVBP dengan tanaman *Typha latifolia* optimal bekerja dengan waktu kontak 1 hari. Penelitian skala laboratorium yang mengkaji potensi fitofiltrasi *T. latifolia* juga menunjukkan 1 hari (24 jam) merupakan waktu kontak dengan efisiensi tertinggi (89,57%) dalam menyisihkan Fe (Meitei & Prasad, 2021).

Sedangkan LBB-AVBP dengan tanaman *Cyperus papyrus* pada waktu kontak 1 hari dapat menyisihkan Fe sebesar 97,47%, hanya saja efisiensi penyisihan Mn sebesar 35,22%. Untuk efisiensi penyisihan Fe dan Mn pada waktu kontak 3 hari sebesar 99,94% dan 85,85%. Serta, efisiensi penyisihan Fe dan Mn pada waktu kontak 5 hari sebesar 99,94% dan 85,85%. Dapat dinyatakan bahwa LBB-AVBP dengan tanaman *Cyperus papyrus* optimal bekerja dengan waktu kontak 3 hari. Penelitian dengan tanaman *C. papyrus* yang ditanam pada lahan basah buatan aliran permukaan yang mengolah limbah cair juga bekerja optimum pada waktu kontak 3 hari (Hamad, 2020).

Perbedaan kinerja antara LBB-AVBP yang ditanam dengan jenis tanaman yang berbeda ini berhubungan dengan kemampuan penyerapan (*uptake*) masing-masing spesies tanaman terhadap Fe dan Mn yang tidak sama. *Cyperus papyrus* dapat mengakumulasi Fe sebesar 2553,01 mg di Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan yang mengolah air lindi sampah (Risnawati dan Damanhuri, 2010). Sementara pada *Typha latifolia* yang tumbuh alami di lahan rawa dapat mengandung rata-rata hingga 10.845 mg Fe di seluruh organnya (Klink et al., 2013). Selain itu, kehadiran senyawa logam berat yang lain juga mempengaruhi *uptake* Fe, seperti halnya pada penelitian Meitei dan Prasad (2021) yang menunjukkan bahwa kehadiran Cu di air meningkatkan akumulasi dan penyisihan Fe (Meitei & Prasad, 2021).



Gambar 3 Efisiensi Penyisihan Fe dan Mn Sistem LBB-AVBP dengan *Typha latifolia*



Gambar 4. Efisiensi Penyisihan Fe dan Mn Sistem LBB-AVBP dengan *Cyperus papyrus*

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini LBB-AVBP efektif dalam menyisihkan konsentrasi Fe dan Mn dengan tingkat efisiensi penyisihan Fe sebesar 99,94% dan penyisihan Mn sebesar 88,36%. Waktu kontak optimal menyisihkan Fe dan Mn menggunakan tanaman *Typha latifolia* adalah pada waktu kontak 1 hari, sedangkan pada tanaman *Cyperus papyrus* waktu kontak 3 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat yang telah mendanai penelitian ini dengan skema pendanaan DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2020 No. 023.17.2.6777518/2020 tanggal 16 Maret 2020; Sesuai dengan SK Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor: 701/UN8/PP/2020 Tanggal 1 April 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, C., Khair, R. M., & Saputra, M. W. (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminate* L.) Sebagai Karbon Aktif Untuk Pengolahan Air Sumur Kota Banjarbaru: Fe dan Mn. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 1(1). <https://doi.org/10.20527/jukung.v1i1.1045>
- Groudeva, V. I., Groudev, S. N., & Doycheva, A. S. (2001). Bioremediation of waters contaminated with crude oil and toxic heavy metals. *International Journal of Mineral Processing*, 62(1–4), 293–299. [https://doi.org/10.1016/S0301-7516\(00\)00060-0](https://doi.org/10.1016/S0301-7516(00)00060-0)
- Prihatini, N. S., Abdi, C., Pratama, Y. A., & Noor, I. (2020). Efisiensi Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Permukaan Dengan Variasi Debit Dalam Menyisihkan Mangan Pada Air Asam Tambang. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 77–85. <https://ppjp.ulm.ac.id/journa/index.php/jukung/issue/view/838/showToc>

- Prihatini, N. S., Khair, R. M., Nirtha, R. I., & Tanjung, R. F. (2020). Effectiveness of Sub Surface Flow Constructed Wetland Planted With *Equisetum hyemale* And *Iris pseudacorus* to Remove Iron (Fe) And Manganese (Mn) From Ground Water. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 5, Issue April).
- Prihatini, N. S., Nirtha, I., Sadiqul, M., & Pdf, I. (2016). *Role Of Purun Tikus In Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland In Treating Manganese (Mn) From Coal Mine Drainage*. 2(1). <http://twj.unlam.ac.id/index.php/twj/issue/view/2/showToc>
- Prihatini, N. S., Priatmadi, B. J., Masrevanah, A., & Soemarno, S. (2015). Performance Of The Horizontal Subsurface-Flow Constructed Wetlands With Different Operational Procedures. In *International Journal of Advances in Engineering & Technology* (Vol. 7).
- Prihatini, N. S., Priatmadi, B. J., Masrevanah, A., & Soemarno, S. (2016). Effects of the Purun Tikus (*Eleocharis dulcis* (Burm. F.) Trin. ex Hensch) Planted in the Horizontal Subsurface Flow-Constructed Wetlands (HSSF-CW) on Iron (Fe) Concentration of the Acid Mine Drainage. *J. Appl. Environ. Biol. Sci*, 6(1), 258–264. www.textroad.com
- Wu, H., Zhang, J., Ngo, H. H., Guo, W., Hu, Z., Liang, S., Fan, J., & Liu, H. (2015). A review on the sustainability of constructed wetlands for wastewater treatment: Design and operation. In *Bioresource Technology* (Vol. 175, pp. 594–601). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.10.068>