Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah *p-ISSN 2623-1611*
Volume 5 Nomor 2 Halaman 12-16 April 2020 *e-ISSN 2623-1980*

EFEKTIVITAS LAHAN BASAH BUATAN ALIRAN HORIZONTAL BAWAH PERMUKAAN DENGAN TANAMAN HIAS BAMBU AIR DAN IRIS KUNING DALAM MENYISIHKAN LOGAM BERAT BESI DAN MANGAN AIR SUMUR

Effectiveness of Sub Surface Flow Constructed Wetland Planted With *Equisetum hyemale* And *Iris pseudacorus* to Remove Iron (Fe) And Manganese (Mn) From Ground Water

Nopi Stiyati Prihatini[1,*], Riza Miftahul Khair[1], Rd. Indah Nirtha[1], Rizki Faisal Tanjung[1]
[1]Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, ULM
Jl. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia
*Corresponding author: ns.prihatini@ulm.ac.id

Abstract. Groundwater in Gambut District, Banjar Regency, has a low pH level of around 4.24 and an iron (Fe) level of 416.52 mg / L and manganese (Mn) of 0.79 mg / L. This value is exceeding the quality standard determined by the Minister of Health No. 416 of 1990 concerning clean water quality requirements, namely 1.0 mg / L for Iron (Fe) and 0.5 mg / L for Manganese (Mn). This problem will cause health problems for the community if used continuously without any processing. Constructed wetland is a treatment method that can be done to overcome the problem of groundwater containing heavy metals that is easy, inexpensive, and effective in its application. In this study, Sub Surface Flow-Constructed Wetlands was used. Previous studies have shown Sub Surface Flow-Constructed Wetlands with a continuous system can remove Fe better than a batch system. In this study, two types of plants were used to reduce levels of heavy metals in water, namely water bamboo and yellow iris. This research will use a reactor 90 cm x 30 cm x 30 cm. Furthermore, the groundwater will flow on the reactor with a continuous horizontal subsurface flow. Effluent samples will be taken on days 2, 5 and 10. Water samples are tested in the laboratory to determine Fe concentrations (SNI 6989.4: 2009) and Mn concentrations (SNI 6989.5: 2009). The results showed that the removal efficiency of Fe in constructed wetlands with *Equisetum hyemale* and *Iris pseudacorus* plants was 99.90% and 99.73%, respectively. As for Mn on constructed wetlands with *Equisetum hyemale* and *Iris pseudacorus* plants respectively 95.00% and 95.45%. The greatest constructed wetland efficiency for Fe and Mn metals removal occurred at a residence time of 5 days while the lowest occurred at a residence time of 10 days.

Keywords: constructed wetland, groundwater, *Equisetum hyemale, Iris pseudacorus, iron, manganese*

1. PENDAHULUAN

Masyarakat di Kecamatan Gambut Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan membuat sumur untuk mendaptakan air tanah sebagai sumber untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih. Namun air tanah di wilayah tersebut diketahui mengandung logam berat seperti besi dan mangan (Mirwan dan Hesti, 2011; Abdi, dkk., 2015). Menurut Balai Besar Litbang Kementrian Pertanian, Kalimantan mempunyai Lapisan struktur tanah gambut yang mengandung Fe dan Mn yang tinggi hal ini disebabkan oleh tanah gambut yang bersifat masam sehingga menyebabkan kadar pH air rendah. Pada pH rendah logam seperti Fe dan Mn akan terlarut dalam air sehingga menyebabkan kadar Fe dan Mn dalam air tinggi.

Uji pendahuluan yang dilakukan pada bulan april 2018 pada air sumur yang berada di Kecamatan Gambut Kabupaten Banjar, memiliki kadar pH yang rendah yaitu 4,24 dengan kadar besi (Fe) 416,52 mg/L dan mangan (Mn) 0,79 mg/L. Hasil uji pendahuluan ini menunjukkan bahwa air tanah tersebut diatas baku mutu yang ditentukan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang persyaratan kualitras air bersih yaitu 1.0 mg/L untuk Besi (Fe) dan 0.5 mg/L untuk Mangan (Mn). Penggunaan air tanah tersebut secara terus menerus sebagai air bersih akan menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat (Mirwan dan Hesti, 2011; Abdi, dkk., 2015), sehingga perlu dilakukan pengolahan terhadap air tanah tersebut.

Menurut Supradata (2005) dan Prihatini, dkk., (2015) pengolahan air dengan metode lahan basah buatan (*constructed wetland*) dapat dilakukan untuk mengatasi masalah air yang mengandung logam berat

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

yang mudah, murah, dan efektif dalam pengaplikasiannya. Lahan basah buatan merupakan sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang telah didesain dan dibangun menggunakan proses alami yang melibatkan vegetasi, media, dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah. Lahan basah buatan memiliki karakteristik performa yang baik, biaya pengoperasian dan investasi yang minimum, sangat ekonomis dan bermanfaat bagi masyarakat dalam menangani air limbah dan mekanisme penyisihan polutan merupakan dasar yang penting pada desain teknik lahan basah buatan, dan dapat memberikan keandalan dalam desain rekayasa dan operasi.

Pada penelitian ini menggunakan Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan. (*Sub Surface Flow-Wetlands*). Menurut Prihatini (2015) LBB-AHBP dengan sistem kontinyu dapat menyisihkan Fe lebih baik dibandingkan sistem batch. Waktu yang diperlukan 5 hari untuk menyisihkan Fe removal sebesar (103,61 mg.hari^{-1}) dan meningkatkan pH sebanyak 1,97 poin selama 4 hari dengan LBB-AHBP kontinyu. Berdasarkan penelitian Prihatini dan Soemarno (2017) penyisihan logam berat besi (Fe) dan mangan (Mn) dan pH yang rendah dengan media campuran tanah dan pupuk kandang efektif untuk menyisihkan besi dan mangan adalah 5 hari dengan efisiensi sebesar 98,26%. Penelitian ini akan diambil efluen pada hari 2, 5, dan 10 untuk mengetahui efektifitas LBB-AHBP dan waktu kontak dengan efisiensi paling besar untuk menyisihkan besi dan mangan di air sumur.

Lahan basah buatan memerlukan tanaman, media tanaman, dan mikroorganisme untuk menunjang dalam prosesnya. Pada penelitian ini menggunakan tanaman bambu dan iris kuning. Tanaman bambu air mampu menurunkan kadar logam air berat Pb sebesar 82,2% serta Cr sebesar 61,2% (Siswandari, 2016). Tanaman Iris Kuning mempunyai kemampuan menyerap logam berat Cr sebesar 24,58%, Pb sebesar 21,30%, Fe sebesar 1,94% dan Mn sebesar 0,5 % (Zhang, dkk., 2007). Penggunaan lahan basah buatan untuk mengolah air sumur dengan tanaman bambu air dan iris kuning untuk mengolah Fe dan Mn air sumur belum dilakukan. Sehingga penelitian efektifitas Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan (LBB-AHBP) untuk menyisihkan logam berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada air sumur perlu untuk dilakukan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan reaktor berukuran 90 cm x 30 cm x 30 cm dengan media LBB setinggi 20 cm (Wood,1990). Media LBB berupa tanah dicampur dengan pupuk kendang, kemudian ditanami dengan tanaman bambu air dan iris kuning dengan jarak tanam masing-masing rumpun adalah 15 x 15 cm . Selanjutnya reaktor dialiri air sumur dengan aliran horizontal bawah permukaan kontinyu. Sampel *effluen* diambil pada hari ke 2, 5 dan 10. Sampel air di uji laboratorium untuk mengetahui pH, konsentrasi Fe dan Mn. Sampel air sumur diambil dari lokasi yang berada di Jl.SMK 1 Gambut Kecamatan Gambut, Kabupaten Banjar dengan titik koordinat 3^{o}24’36”S 114^{o}40’37”E. *Green House* Fakultas Kehutanan sebagai tempat aklimatisasi tanaman bambu air dan iris kuning serta pengujian reaktor lahan basah buatan aliran horizontal bawah permukaan (LBB-AHBP), BBTKLPP Banjarbaru sebagai laboratorium tempat menguji kadar Fe, Mn dan pH menggunakan metode Spektrofotometri sesuai dengan SNI 6989.4:2009 untuk Fe dan SNI 6989.5: 2009 untuk Mn.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan kualitas air (parameter Fe, Mn, dan pH) pada tiap reaktor. Efisiensi penurunan kandungan Fe dan Mn digunakan rumus (1)

$$E = \frac{C0 - Ce}{C0} \text{ x } 100\ \% \qquad (1)$$

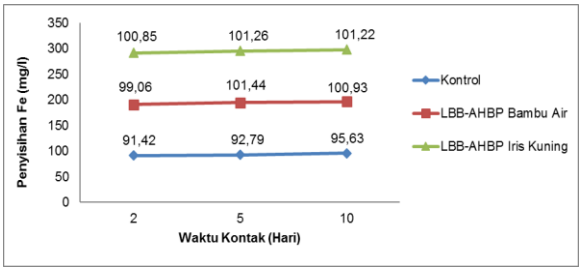
Keterangan :

E	Persen penurunan (%)
C0	Kadar Fe dan Mn awal (mg/l)
Ce	Kadar Fe dan Mn akhir (mg/l)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyisihan Fe dan Mn Pada Sistem LBB-AHBP

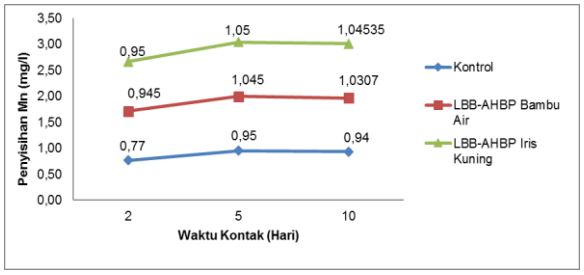
Hasil pengukuran konsentrasi Fe dan Mn pada effluen sistem LBB-AHBP dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penyisihan Fe effluen Sistem LBB-AHBP

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

Kemampuan sistem LBB-AHBP Kontrol (tanpa tanaman) dalam menyisihkan Fe dan Mn lebih rendah dibandingkan dengan sistem LBB-AHBP dengan tanaman (Bambu Air dan Iris Kuning) yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman memiliki kontribusi penting dalam membantu proses penyisihan Fe dan Mn. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Prihatini, dkk (2016) yang menunjukkan bahwa efisiensi sistem Lahan Basah Buatan aliran vertikal tanpa tanaman hanya memiliki efisiensi penyisihan Mn sebesar 15,53% sedangkan Lahan Basah Buatan aliran vertikal tanpa tanaman Purun tikus memiliki efisiensi penyisihan Mn sebesar 78.94%. Sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa peran tanaman sangat besar dalam proses penyisihan konsentrasi Fe dan Mn dibandingkan pada lahan basah buatan tanpa tanaman dikarenakan adanya proses penyerapan logam terlarut yang dilakukan oleh tanaman pada sistem LBB-AHBP (Prihatini, dkk., 2016).



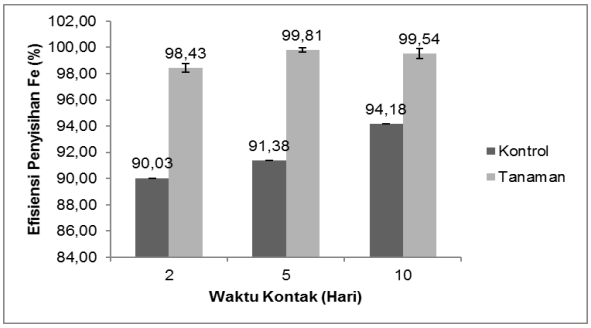
Gambar 2. Penyisihan Mn effluen Sistem LBB-AHBP

Kemudian jika dibandingkan antara sistem LBB-AHBP dengan tanaman bambu air dengan Iris kuning, ternyata sistem LBB-AHBP dengan tanaman Iris kuning mempunyai kemampuan berbeda dalam menyisihkan Fe dan Mn air sumur dibandingkan sistem LBB-AHBP dengan tanaman bambu air. Kemampuan tanaman Iris kuning pada penelitian ini dalam menyisihkan Fe dan Mn lebih tinggi dari penelitian Zhang dkk (2007) yaitu Fe sebesar 1,94% dan Mn sebesar 0,5 %. Hal ini menunjukkan bahwa setiap jenis tanaman memiliki kemampuan penyisihan yang berbeda untuk setiap kontaminan.

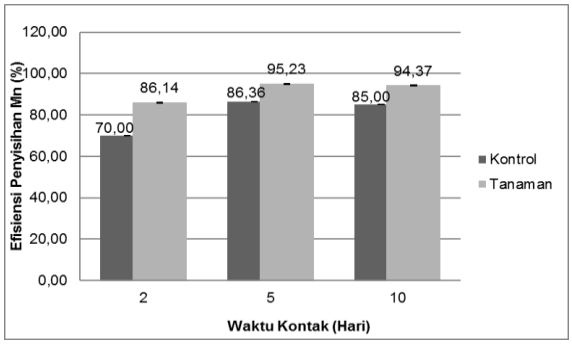
Penurunan Fe dan Mn dapat di sebabkan oleh berlangsungnya gabungan proses fisika-kimia dan biologi pada LBB. Proses yang terjadi secara fisik dan kimia yang terjadi yaitu proses filtrasi, adsorpsi dan sedimentasi. Sedangkan untuk proses biologi meliputi *uptake* oleh tanaman, media dan mikroorganisme yang ada pada sistem LBB. Pada tanaman terjadi proses filtrasi pada zona perakaran. Tanaman bambu air dan iris kuning pada sistem perakarannya membentuk filter untuk menahan logam mangan yang terdapat di air yang digunakan untuk pertumbuhan. Proses filtrasi dan sedimentasi juga terjadi di media LBB yang dimediasi oleh mikroorganisme dan tanaman. Pada perairan Fe terlarut dalam bentuk ferro (Fe^{2+}) dan ferri (Fe^{3+}). Dalam keadaan pH rendah besi yang ada dalam air berbentuk ferro (Fe^{2+}) dan ferri (Fe^{3+}) nilai pH setelah melalui proses *treatment* berkisar antara 5-7. Air tanah dalam biasanya memiliki karbondioksida dengan jumlah yang relative banyak, dicirikan dengan rendahnya pH dan kadar oksigen terlarut yang rendah (anaerob). Pada kondisi ini sejumlah ferri karbonat akan terlarut sehingga terjadi peningkatan kadar besi ferro (Fe^{2+}) (Effendi, 2003). Ion Fe dan Mn dapat diserap oleh sistem perakaran secara langsung melalui penyerapan air dan transpirasi selama proses fisiologikal tanaman. Beberapa diantaranya bergabung dengan bahan organik yang disekresikan oleh tanaman dan menjadi senyawa komplek yang dapat di adsorbsi oleh tanaman. Menurut Tang (1993) ion yang teradsorbsi nantinya akan menjadi bagian dari protein, polisakarida dan lemak, dengan demikian dapat dikonversi menjadi khelat yang stabil. Seiring dengan bertumbuhnya tanaman, proses absorbs dan penyisihan logam berat akan tetap berlanjut.

3.2 Waktu Kontak Dengan Efisiensi Terbesar dalam Penyisihan Fe dan Mn pada Sistem LBB-AHBP

Pada penelitian yang telah dilakukan diketahui hasil penelitian ini efektif dalam menyisihkan Konsentrasi Fe dan Mn. Berikut grafik Penyisihan Fe dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan efisiensi penyisihan Mn disajikan di Gambar 4.



Gambar 3. Efisiensi Penyisihan Fe sistem LBB-AHBP



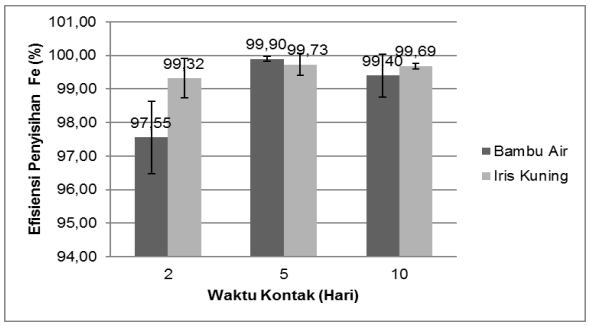
Gambar 4. Efisiensi Penyisihan Mn sistem LBB-AHBP

Efisiensi penyisihan Fe pada reaktor kontrol pada hari ke 2, 5 dan 10 berturut-turut sebesar 90,03%, 91,38%, dan 94,18%, jika dibandingkan

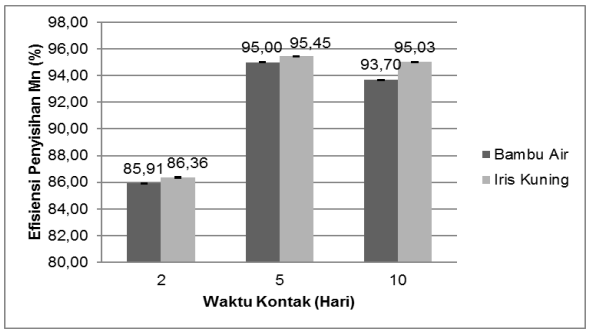
dengan reaktor dengan tanaman efisiensi penyisihan Fe lebih tinggi yaitu pada hari ke 2, 5 dan 10 berturut-turut sebesar 98,43%, 99,81%, dan 99,54% (Gambar 3). Waktu kontak dengan penyisihan Fe pada sistem LBB-AHBP dengan tanaman paling besar pada hari ke 5 yaitu sebesar 99,81%.

Efisiensi penyisihan Mn antara kontrol dan tanaman dapat dilihat pada Grafik 4. Efisiensi penyisihan Mn pada reaktor kontrol pada hari ke 2, 5 dan 10 berturut-turut sebesar 70%, 86,38%, dan 85%, sedangkan pada reaktor LBB-AHBP dengan tanaman yaitu pada hari ke 2, 5 dan 10 berturut-turut sebesar 86,14%, 95,23%, dan 94,37%. Waktu kontak dengan penyisihan Mn yang paling besar pada sistem LBB-AHBP dengan tanaman yaitu hari ke 5 sebesar 95,23%.

Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukan efisiensi penyisihan Fe dan Mn antara sistem LBB-AHBP dengan tanaman bambu air dan LBB-AHBP dengan tanaman iris kuning. LBB-AHBP dengan tanaman bambu air memiliki efisiensi lebih besar dibandingkan LBB-AHBP dengan tanaman iris kuning. Waktu kontak dengan efisiensi paling besar pada kedua reaktor tersebut terjadi pada hari ke 5, untuk LBB-AHBP dengan tanaman bambu air yaitu sebesar 99.90% (Fe); 95% (Mn) dan untuk LBB-AHBP dengan tanaman iris kuning yaitu sebesar 99.73% (Fe); 95,45% (Mn).



Gambar 5. Efisiensi Penyisihan Fe sistem LBB-AHBP dengan tanaman yang berbeda



Gambar 6. Efisiensi Penyisihan Mn sistem LBB-AHBP dengan tanaman yang berbeda

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Yunus dan Prihatini (2018) yang mengolah Fe dan Mn di air asam tambang menggunakan Lahan Basah Buatan dengan tanaman eceng gondok dan purun tikus yaitu efisiensi kinerja LBB dalam menyisihkan Fe dan Mn dengan waktu tinggal 5 hari yaitu berturut-turut antara (87, 11-95, 28)% dan (70, 08-79, 84)%. Penelitian lainnya mengenai penggunaan sistem lahan basah buatan aliran horizontal bawah permukaan dalam menyisihkan Fe dan meningkatkan pH pada air saluran reklamasi juga menunjukkan bahwa waktu kontak penyerapan Fe paling besar terjadi pada hari ke 5 dengan persentase penyerapan pada purun tikus sebesar 43,26% dan pada kalakai sebesar 51,74% (Prihatini, dkk., 2017).

4. SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem Lahan Basah Buatan Aliran Horizontal Bawah Permukaan (LBB-AHBP) dengan tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*) dan iris kuning (*Iris pseudacorus*) efektif dalam menyisihkan Fe dan Mn dengan efisiensi masing-masing adalah 99,90% dan 99,73% untuk Fe serta 95,00% dan 95,45% untuk Mn. Waktu tinggal dengan efisiensi paling tinggi dalam menyisihkan Fe dan Mn yaitu pada 5 hari sedangkan yang terendah terjadi pada waktu tinggal 10 hari.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Abdi, C., Miftahul, R., & Saputra, M. W. (2015). 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), 8–15.

Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.

Mirwan, A. dan Hesti W. (2011). Penurunan Ion Fe dan Mn Air Tanah Kota Banjarbaru menggunakan Tanah Lempung Gambut sebagai Adsorben.*Info Teknik*.Volume 12,No, 1,Juli 2011.

Peraturan Menteri Kesehatan nomor 416 tahun 1990 tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih

Prihatini, N. S., & Iman, M. S. (2015). Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan: Penyisihan Mangan. *Jurnal Teknik Lingkungan, 1*(1), 17-23.

Prihatini, N. S., Priatmadi, B. J., Masrevaniah, A., dan Soemarno. (2015). Performance of The Horizontal Subsurface-flow Constructed Wetland With Different Operational Procedures. *International Journal of Advances in Engineering & Technology, 7* (6), 1620-1629.

Prihatini, N. S., Priatmadi, B. J., Masrevaniah, A., & Soemarno. (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.

Prihatini, N. S., dan Soemarno. (2017). Iron (Fe) bio-concenration in purun tikus (Eleocharis dulcis) planted on the constructed wetland treating the coal acid mine drainage. *International Journal of Bioscience, 11*(3), 69-75. doi:http://dx.doi.org/10.12692/ijb/11.3.69-75

Prihatini, N.S., Khair, R.M., Wardani, T., dan Rahman, L.N. (2017). Penggunaan sistem lahan basah buatan aliran horizontal bawah permukaan dalam menyisihkan Fe dan meningkatkan pH pada air saluran reklamasi. Seminar Nasional Teknik Lingkungan III, Banjarbaru

Supradata, 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Cyperus Alternifolius L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (Ssf-Wetland).* Tesis. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan.

Sutyasmi, S. dan Susanto, H.B. 2013. Penggunaan tanaman air (bambu air dan melati air) pada pengolahan air limbah penyamakan kulit untuk menurunkan beban pencemar dengan sistem *wetland* dan adsorpsi. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, *29*(2), 69-76

Tang, S.-y. (1993). Experimental study of a constructed wetland for treatment of acidic wastewater from an iron mine in China. *Ecological Engineering, 2*, 253-259.

Wood, A. (1990). Constructed Wetland For Wastewater Treatmen Engineering And Design Consideration. *Proceedings Of The Int*. 1990. 481-494.

Yunus, R. dan Prihatini, N.S. (2018). Fe dan Mn phytoremediation of acid coal mine drainage using water hyacint (Eihornia crassipes) and chinese water chestnut (Eleocharis dulcis) on the constructed wetland system. *International Journal of Bioscience, 12*(4), 273-282. doi: http://dx.doi.org/10.12692/ijb/12.4.273-282

Zhang, X.-b., Liu, P., Yang, Y.-s., & Chen, W.-r. (2007). Phytoremediation of urban wastewater by model wetlands with ornamental hydrophytes. *Journal of Environmental Sciences, 19*(8), 902-909. doi:https://doi.org/10.1016/S1001-0742(07)60150-8