

FILTRASI CAMPURAN PASIR DAN AMPAS TAHU KERING SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BESI DAN MANGAN PADA AIR GAMBUT

Nadia Eka Pratiwi¹, Husaini¹, dan Eko Suhartono¹

¹ Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan. Indonesia, 70714

E-mail: nadiafimela@gmail.com, husainifawaz@yahoo.com, dan ekoantioxidant@gmail.com

ABSTRACT

Kalimantan with lots of The Peat Water, has potentially resourch to provide water for daily used such as bathing, drinking and washing. As raw water, peat water were not qualified the due of ferrous and manganese metals that caused high pollution for microbial life, resources and aquatic ecosystems and also health. Based on Research and Development Center of Water Resources , they reported the indicators of Peat Water was extremes of acidity between 3,7 to 4,3, high organic material between 38-280 mg/l, as well as dissolved ferrous among 0,45-5,96 mg/l. It could be reduced by use processing which known as filtration. The aim of this research is analyzing filter design ability which has consists of sands and dry pulp of soybean to reduce the level of ferrous and manganese in the peat water in variety of time and mass of adsorbent. The research method is quasi experimental (non randomized) with post test group design by using variabel of time and mass of adsorbent. The data were analyzed by using two-way anova and post hoc tes. The result of the two way anova test showed that these media filters were indicated to reduce ferrous and manganese metals in peat water with significantly test ($p < 0,005$) in variety both of time and mass of.

Keywords : *The Peat water, the sands, the dry pulp of soybean, the time of adsorbent, the mass of adsorbent*

ABSTRAK

Potensi air gambut di Kalimantan sebagai air baku yang berlimpah tidak secara langsung dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti air minum, mandi dan mencuci. Kecamatan Gambut dan Kabupaten Hulu Sungai Selatan memiliki kualitas air gambut yang ekstrim yaitu derajat keasaman pH antara 3,7 – 4,3, kandungan zat organik tinggi dengan nilai KMnO₄ antara 38-280 mg/l, serta kadar logam terlarut Fe antara 0,45-5,96 mg/l. Kandungan logam besi dan mangan terlarut yang tinggi dapat mempengaruhi kehidupan biota, sumber daya dan kenyamanan ekosistem perairan. Tujuan Penelitian ini untuk menganalisis kemampuan rancang media penyaring campuran pasir dan ampas tahu kering dalam berbagai variasi berat dan waktu kontak untuk menurunkan kadar logam besi dan mangan pada air gambut. Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimental (tidak dilakukan randomisasi) dengan *post test group design* tanpa kelompok kontrol. Media filter terdiri atas pasir dan ampas tahu kering dengan variabel bebasnya yaitu waktu kontak dan berat penjerap. Data dianalisis menggunakan uji Anova dua arah, kemudian dilanjutkan dengan uji *Post Hoc*. Uji Anova dua arah menunjukkan hubungan yang signifikan dan terdapat interaksi pada variabel waktu kontak dan berat penjerap dalam menurunkan kadar besi dan logam di dalam air gambut ($p < 0,05$). Kesimpulan penelitian ini yaitu terdapat hubungan signifikan dalam menurunkan kadar besi dan mangan dilihat dari waktu kontak dan berat penjerap.

Kata Kunci : Air gambut, pasir, ampas tahu kering, waktu kontak, berat penjerap

1. PENDAHULUAN

Lahan gambut sebagai wilayah vegetasi memiliki banyak fungsi sumber daya alam. Selain untuk mendukung kehidupan keanekaragaman hayati, pengendali iklim (melalui kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon), peredam banjir, pencegah intrusi air laut, lahan gambut juga berfungsi

sebagai pelestarian sumber daya air berupa air gambut. Hasil *survey Wetlands International – Indonesia Programme* (2004), menyatakan bahwa Kalimantan memiliki luas sebaran lahan gambut sekitar 5,7 juta hektar dari 20,6 lahan gambut di Indonesia dan khususnya Kalimantan Selatan dengan luas sebaran gambut 331.629 hektar. Berdasarkan data

tersebut, sumber daya air di Kalimantan secara kuantitatif sangat berpotensi untuk dikelola sebagai sumber daya air yang dapat diolah menjadi air bersih atau air minum.

Potensi air gambut di Kalimantan sebagai air baku dengan jumlah ketersediaan yang berlimpah ternyata tidak secara langsung dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti air minum, mandi dan mencuci. Menurut hasil penelitian Effendi dan Yuliansyah, air gambut yang terdapat di Kecamatan Gambut Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan memiliki sebagian sifat yang tidak memenuhi persyaratan sebagai air bersih (Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/190) meliputi parameter warna, kekeruhan, zat organik dan pH yang dipengaruhi oleh kondisi tanah gambut dibawahnya (1,2).

Berdasarkan hasil penelitian oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air bahwa contoh air gambut yang diperoleh dari Kecamatan Gambut dan Kabupaten Hulu Sungai Selatan memiliki kualitas air gambut yang ekstrim yaitu derajat keasaman pH antara 3,7 – 4,3, warna cokelat tua dengan skala warna PtCO antara 124-571, kandungan zat organik tinggi dengan nilai KMnO₄ antara 38-280 mg/l, serta kadar logam terlarut Fe antara 0,45-5,96 mg/l. Hal inilah yang menjadi kesulitan penduduk yang umumnya tinggal di daerah rawa untuk memperoleh air bersih untuk keperluan rumah tangga terutama air minum.

Kandungan logam yang terlarut di perairan dapat dikurangi dalam berbagai cara. Salah satunya melalui teknik penyaringan atau filtrasi. Kelebihan teknik ini selain memperoleh hasil yang maksimal dalam menurunkan kadar logam juga mampu memberikan model alternatif penyaringan yang dapat dilakukan oleh masyarakat. Misalnya, hasil penelitian Wahyu, dkk menyatakan bahwa saringan air yang terdiri dari pasir halus, kerikil, ijuk, arang batok kelapa dan *rubble* dapat menurunkan kandungan besi dan mangan hingga mendekati persyaratan baku mutu air bersih (3,4). Selain itu, besi dan mangan mampu diturunkan secara koagulasi, sedimentasi dan filtrasi bertingkat.

Filtrasi merupakan proses pemisahan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Dalam prosesnya, filtrasi memiliki kombinasi proses yang berbeda yaitu proses menyaring partikel tersuspensi yang terlalu besar, proses pengendapan partikel tersuspensi yang berukuran lebih kecil, proses adsorpsi melalui gaya tarik menarik antar muatan yang berbeda, proses kimia, dan proses biologi karena adanya aktifitas mikroorganisme yang hidup di dalam media filtrasi. Sehingga, disamping mampu

mereduksi kandungan bakteri, filtrasi juga dapat menghilangkan warna, rasa, bau, bahkan logam seperti besi dan mangan yang juga banyak terkandung di dalam air gambut (5).

Menurut hasil penelitian Aji, penurunan logam besi dan mangan salah satunya disebabkan oleh adanya proses adsorpsi yaitu interaksi gaya elektrostatis atau van der Waals antar molekul (Physisorption/ fisisorpsi) maupun oleh adanya interaksi kimiawi antar molekul (chemisorptions/kimisorpsi). Interaksi gaya elektrostatis antara adsorben dan bahan yang dijerap ini diduga melibatkan gugus aktif, seperti gugus hidroksil, gugus amina, gugus karboksilat, dan lain-lain. Gugus-gugus tersebut mampu mengikat secara kovalen logam-logam yang terdapat pada lingkungan perairan (6,7).

Beberapa hasil penelitian menggunakan berbagai macam cara untuk menurunkan kadar logam di perairan. Maria dalam penelitiannya menggunakan tanaman genjer, kangkung air dan selada untuk menurunkan kadar logam besi, Priyanti, dkk menggunakan akar tanaman genjer untuk menurunkan kadar logam Mn di Sungai Cisadane dan bahkan Nur Hidayah dalam penelitian menggunakan batang pisang yang diberi perlakuan (aktivasi) sehingga mampu menjadi adsorben besi secara maksimal. Dalam proses penyerapan ini menurut Gupta dan Yang dalam Erni Mohamad, 2013 disebabkan adanya gugus fungsi yang terdapat di dalam jaringan tanaman yang berfungsi sebagai pengikat logam seperti gugus amina (-NH₂), gugus karboksil (-COOH) dan juga gugus sulfidril (-SH) yang juga terdapat dalam protein. Protein memiliki daya penjerap yang berasal dari asam-asam amino yang kemudian membentuk zwitter ion (bermuatan dua). Protein ini memiliki sisi-sisi aktif yang dapat mengikat ion-ion logam ataupun senyawa lainnya (1,2).

Menurut Sarwono dalam Kusumawardhani AI 2010, sisa perasan atau saringan bubur kedelai dari proses pembuatan tahu masih memiliki kandungan protein yang mengandung gugus pengikat logam yaitu gugus amina dan gugus karboksilat sekitar 5% dan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nohong (2013) menyatakan bahwa ampas tahu mampu menjerap logam yang terdapat pada air lindi tempat pembuangan akhir (TPA) yaitu logam krom sebesar 100% dan logam besi sebesar 95,53% dengan memanfaatkan limbah tahu sebesar 1000 mg/ml dengan waktu kontak optimum selama 150 menit. Selain itu, Herlina (dalam Nohong, 2010) juga membuktikan bahwa ampas tahu kering mampu menjerap logam timbal (Pb) sebesar 29,85 mg ion Pb (8).

Setelah berbagai penelitian yang telah mengungkapkan keberhasilan mengenai teknik penyaringan, kemampuan bahan dan peranan gugus pengikat logam ini. Maka, dalam penelitian ini akan dicoba untuk mengkaji kemampuan ampas tahu sebagai campuran media dalam penyaringan air (filtrasi) untuk mengolah air gambut menjadi air bersih dilihat dari penurunan logam besi dan mangan yang terkandung di dalamnya melalui berbagai variasi berat ampas tahu dan waktu kontak. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberi manfaat bagi masyarakat mengenai alternatif pengolahan air yang mampu menurunkan kadar logam besi dan mangan yang terkandung di dalam air gambut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan kadar logam besi dan mangan pada air gambut dalam berbagai variasi dan waktu kontak.

2. METODE

2.1. Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah quasi eksperimental (tidak dilakukan randomisasi). Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *post test group design* pada kelompok perlakuan dan tanpa menggunakan kelompok control, dilakukan replikasi sebanyak 2 kali berdasarkan rumus *federrer* sehingga didapatkan jumlah sampel penelitian ini sebanyak 40 sampel.

2.2. Objek Penelitian

Peneliti menggunakan air gambut sebagai sampel penelitian. Objek yang diteliti setelah dilakukan perlakuan adalah kadar besi (Fe) dan mangan (Mn). Bahan penyusun media penyaringan air gambut yaitu pasir diperoleh di daerah sungai martapura dan ampas tahu yang diperoleh dari perusahaan tahu "Jani Tahu".

2.3. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah air yang dilengkapi dengan keran, kain flannel, gelas plastik. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir dan ampas tahu kering yang sudah dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari, air gambut.

2.4. Instrumen Penelitian

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat ukur standar yaitu *spektrofotometer visible*, timbangan, gelas ukur dan daftar persyaratan kualitas air bersih (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor; 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal ; 3 September 1990).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

a. Gambaran Kadar Besi (Fe) Di Dalam Air Gambut Setelah Melalui Proses Pengolahan

Kadar logam besi di dalam air gambut setelah dilakukan pengolahan dari hasil perlakuan dua variabel (waktu kontak dan berat penjerap) ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Kadar Besi di Dalam Air Gambut Setelah Melalui Proses Pengolahan Dengan Variasi Waktu Kontak (menit) dan Berat Penjerap (gram)

Waktu Kontak (menit)	Rerata Kadar Besi (mg/l) di Dalam Air Gambut Dengan Variasi Berat (gram)				
	1000:0	750:250	500:500	250:750	0:1000
30	0,109	0,123	0,187	0,246	0,266
60	0,081	0,121	0,142	0,193	0,220
90	0,073	0,091	0,121	0,189	0,198
120	0,063	0,078	0,119	0,133	0,141

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh data bahwa nilai kadar besi setelah dilakukan pengolahan umumnya mengalami penurunan (lihat gambar 1). Nilai kadar besi ini berada di bawah baku mutu yang diizinkan yaitu 1,0 mg/l. Hasil penelitian kadar besi setelah pengolahan ternyata memberikan pengaruh

yang baik, meskipun pada awalnya terlihat adanya peningkatan kadar besi setiap penambahan media ampas tahu, namun dengan adanya pertambahan waktu kontak dan berat ampas tahu sebagai media pori penjerap, maka kadar besi yang ada di dalam air gambut pun lebih banyak terserap (lihat tabel

2). Kemampuan ini terlihat pada seluruh teknik pengolahan baik yang hanya menggunakan satu media (pasir (1000:0), ampas tahu (0:1000) maupun dua media dengan melakukan kombinasi berat media. Berikut rata-rata penurunan kadar besi dalam setiap 30 menit menurut variasi berat yaitu media (1000:0) mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,0815 mg/l, media (750:250) mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,10325 mg/l, media (500:500) mampu menurunkan kadar

besi sebesar 0,14225 mg/l, media (250:750) mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,19025 mg/l, dan media (0:1000) mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,20625 mg/l. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa media (1000:0) lebih baik dalam menurunkan kadar besi pada air gambut yaitu 0,0815 mg/l dalam setiap 30 menit.

Berikut perhitungan persentase penurunan kadar besi berdasarkan variabel waktu kontak.

Tabel 2. Hasil Persentase Perubahan Kadar Besi Pada Air Gambut di Lihat Dari Lamanya Waktu Kontak

Waktu Kontak (menit)	1000:0		750:250		500:500		250:750		0:1000	
	%	B (%)	%	B (%)	%	B (%)	%	B (%)	%	B (%)
60	25,65		1,62		24,06		21,54		17,29	
90	33,02	7,37	26,01	24,39	35,29	11,23	23,17	1,63	25,56	8,27
120	42,20	9,18	36,58	10,57	36,36	1,07	45,93	22,76	46,99	21,43

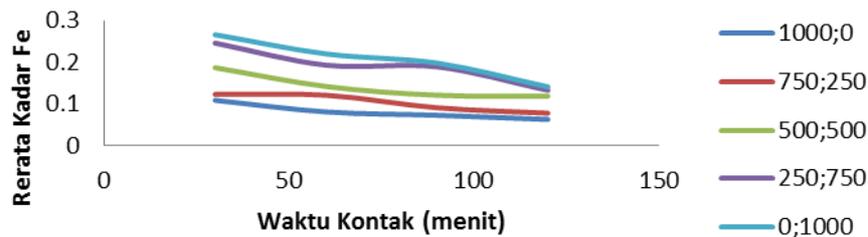
Keterangan :

% = Persentase penurunan kadar Fe setelah dilakukan pengolahan

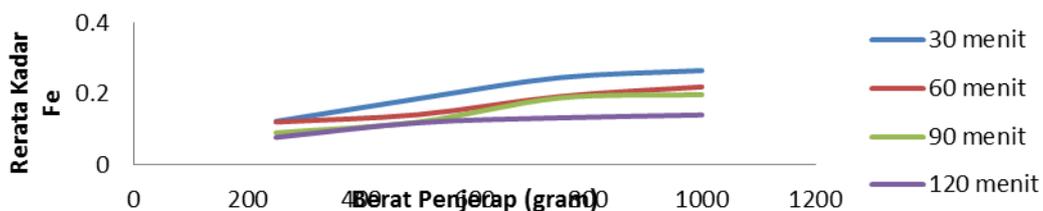
B = Persentase beda penurunan kadar Fe setiap 30 menit

Tabel 2 sebagai gambaran persentase perubahan kadar besi di dalam air gambut ternyata belum dapat diartikan bahwa media yang dihasilkan dari percampuran berpengaruh besar dalam penurunan kadar besi. Hal ini dapat dilihat pada waktu kontak paling lama antara pasir (1000:0) sebesar 42,20% dengan ampas tahu (0:1000) sebesar 46,99%. Meskipun memiliki nilai terbesar yaitu 46,99%, air hasil pengolahan terlebih dahulu harus mengalami pencemaran yang mengakibatkan peningkatan kadar besi, bahkan untuk

mencapai nilai perolehan kadar besi sebesar 0,063 mg/l, setidaknya proses pengolahan memerlukan waktu 2 kali lipat dari waktu kontak terlama. Peningkatan ini tidak hanya berdasarkan besarnya berat penjerap (ampas tahu), namun juga disebabkan lamanya perendaman yang memungkinkan media ampas tahu melarutkan materi pengotornya hingga meningkatkan kadar besi di dalam air gambut. Berikut ditunjukkan grafik hubungan waktu kontak (gambar 1) dan berat penjerap (gambar 2).



Gambar. 1 Grafik Hubungan Waktu Kontak terhadap Kadar Besi di Dalam Air Gambut Setelah Melalui Proses Pengolahan



Gambar. 2. Grafik Hubungan Berat Penjerap terhadap Kadar Besi di Dalam Air Gambut Setelah Melalui Proses Pengolahan

Hasil penjerapan kadar besi yang melibatkan waktu kontak dan berat media penjerap (pasir dan ampas tahu) secara

statistik dikatakan bermakna. Hal ini dapat dilihat pada tabel 3 dan dari perolehan hasil perhitungan didapatkan nilai signifikan <0,05.

Pada tabel anova ini juga terdapat pengaruh perlakuan waktu kontak dan berat penjerap terhadap adsorpsi kadar besi dalam air gambut

dengan nilai signifikan < 0,05 yang menunjukkan adanya interaksi.

Tabel 3. Tabel Anova 2 arah untuk adsorpsi logam besi

Perlakuan	Signifikansi
WaktuKontak	.000
BeratCampuran	.000
WaktuKontak * BeratCampuran	.029

Tabel 4. Nilai Signifikansi Dari Variabel Waktu Kontak Dengan Uji Post Hoc Terhadap Kadar Fe

Waktu Kontak	30 menit	60 menit	90 menit	120 menit
30 menit		0,000*	0,000*	0,000*
60 menit	0,000*		0,081	0,000*
90 menit	0,000*	0,081		0,003*
120 menit	0,000*	0,000*	0,003*	

*) Terdapat perbedaan yang bermakna

Tabel 5. Nilai Signifikansi Dari Variabel Berat Penjerap Dengan Uji Post Hoc Terhadap Kadar Fe

Berat Penjerap	1000:0	750:250	500:500	250:750	0:1000
1000:0		0,059	0,000*	0,000*	0,000*
750:250	0,059		0,000*	0,000*	0,000*
500:500	0,000*	0,000*		0,000*	0,000*
250:750	0,000*	0,000*	0,000*		0,251
0:1000	0,000*	0,000*	0,000*	0,251	

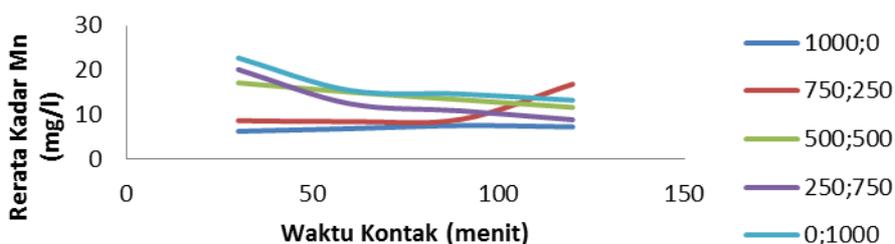
*) Terdapat perbedaan yang bermakna

b. Gambaran Kadar Mangan (Mn) Di Dalam Air Gambut Setelah Melalui Proses Pengolahan Kadar logam besi di dalam air gambut setelah dilakukan pengolahan dari hasil

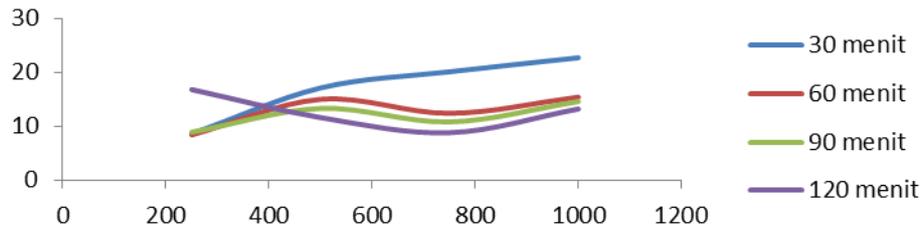
perlakuan dua variabel (waktu kontak dan berat penjerap) ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Kadar Mangan di Dalam Air Gambut Setelah Melalui Proses Pengolahan Dengan Variasi Waktu Kontak (menit) dan Berat Penjerap (gram)

Waktu Kontak (menit)	Rerata Kadar Mn (mg/L) di Dalam Air Gambut Dengan Variasi Berat (gram)				
	1000:0	750:250	500:500	250:750	0:1000
30	6,200	8,600	17,100	20,100	22,700
60	6,800	8,400	15,000	12,400	15,400
90	7,500	8,900	13,300	10,800	14,600
120	7,200	16,800	11,600	8,800	13,200



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Kontak terhadap Kadar Mangan di Dalam Air Gambut Setelah Melalui Proses Pengolahan



Gambar 4. Grafik Hubungan Berat Penjerap terhadap Kadar Mangan di Dalam Air Gambut Setelah Melalui Proses Pengolahan

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh hasil bahwa nilai kadar mangan setelah dilakukan pengolahan umumnya mengalami penurunan (lihat gambar 3) seiring dengan lamanya waktu kontak pengolahan. Waktu kontak yang lama memungkinkan mangan untuk terjerap pada pori-pori pasir dan ampas tahu secara perlahan. Namun, nilai kadar mangan yang ditemukan setelah melalui proses pengolahan ternyata semakin meningkat seiring dengan perubahan komposisi media penjerap. Perubahan ini tidak hanya terjadi ketika dilakukan penambahan media ampas tahu yang diiringi pengurangan media pasir. Bahkan media pasir (1000;0) pun ternyata memperlihatkan adanya peningkatan mangan. Nilai kadar mangan ini berada jauh diatas baku mutu dan uji pendahuluan sebelumnya. Berikut rata-rata kadar mangan dalam setiap 30 menit

pada air gambut yang telah melalui proses pengolahan menurut variasi berat yaitu media (1000:0) diperoleh kadar mangan sebesar 6,925 mg/l, media (750:250) diperoleh kadar mangan sebesar 10,675 mg/l, media (500:500) diperoleh kadar mangan sebesar 14,25 mg/l, media (250:750) diperoleh kadar mangan sebesar 13,025 mg/l, dan media (0:1000) diperoleh kadar mangan sebesar 16,475 mg/l. Sehingga berdasarkan nilai tersebut terlihat bahwa media (1000:0) dan media (750:250) ternyata lebih baik dalam menurunkan kadar mangan sebesar 6,925 mg/l dan 10,675 mg/l dibandingkan media (250:750), media (500:500) dan media (0:1000).

Berikut nilai persentase dari setiap penurunan kadar mangan setelah dilakukan pengolahan.

Tabel 7 Hasil Persentase Kadar Mn Pada Air Gambut

Waktu Kontak (menit)	1000:0		750:250		500:500		250:750		0:1000	
	%	B (%)	%	B (%)	%	B (%)	%	B (%)	%	B (%)
60	8,82		2,32		12,28		38,31		32,16	
90	9,33	0,51	5,61	3,29	11,33	0,95	12,90	25,41	5,19	26,97
120	4	3,49	47,02	41,41	12,78	1,45	18,51	5,61	9,59	4,4

Keterangan :

% = Persentase penurunan kadar Mn setelah dilakukan pengolahan

B = Persentase beda penurunan kadar Mn setiap 30 menit

Tabel 8. Tabel Anova 2 Arah Untuk Adsorpsi Logam Mn

Perlakuan	Signifikansi
WaktuKontak	0.000
BeratCampuran	0.000
WaktuKontak * BeratCampuran	0.000

Tabel 9. Nilai Signifikansi Dari Variabel Waktu Kontak Dengan Uji Post Hoc Terhadap Kadar Mangan

Waktu Kontak	30 menit	60 menit	90 menit	120 menit
30 menit		0,000*	0,000*	0,000*
60 menit	0,000*		0,714	0,999
90 menit	0,000*	0,714		0,795
120 menit	0,000*	0,999	0,795	

*) Terdapat perbedaan yang bermakna

Tabel 10. Nilai Signifikansi Dari Variabel Berat Penjerap Dengan Uji Post Hoc Terhadap Kadar Mangan

Berat Penjerap	1000:0	750:250	500:500	250:750	0:1000
1000:0		0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
750:250	0,000*		0,000*	0,008*	0,000*

500:500	0,000*	0,000*		0,296	0,012*
250:750	0,000*	0,008*	0,296		0,000*
0:1000	0,000*	0,000*	0,012*	0,000*	

*) Terdapat perbedaan yang bermakna

Tabel 7 sebagai gambaran persentase perubahan kadar mangan di dalam air gambut ternyata belum dapat diartikan bahwa media yang digunakan baik yang menggunakan satu media dan dua media memiliki potensi besar dalam penurunan kadar mangan. Hal ini dapat dilihat pada setiap waktu kontak tidak memperlihatkan besarnya kadar mangan yang sama dibanding dengan penyerapan kadar besi sebelumnya. Meskipun perolehan ini bernilai rendah, namun secara statistik, terdapat penurunan kadar mangan yang bermakna dengan nilai signifikan $<0,05$ (lihat tabel 8).

Hasil penjerapan kadar mangan yang melibatkan waktu kontak dan berat media penjerap (pasir dan ampas tahu) secara statistik dikatakan bermakna. Hal ini dapat dilihat pada tabel 6 dan dari perolehan hasil perhitungan didapatkan nilai signifikan $<0,05$. Pada tabel anova ini juga terdapat pengaruh perlakuan waktu kontak dan berat penjerap terhadap adsorpsi kadar mangan dalam air gambut dengan nilai signifikan $< 0,05$ yang menunjukkan adanya interaksi.

3.2. Pembahasan

a. Pengaruh Waktu Kontak dan Berat Penjerap Pada Proses Pengolahan Terhadap Kadar Besi Pada Air Gambut

Kemampuan penjerap menjerap logam besi diketahui dengan mengukur jumlah kadar besi pada air gambut setelah dilakukan proses pengolahan dengan menggunakan spektrofotometer seperti pada tabel 1 dan dalam bentuk gambar 1 dan gambar 2.

Pada gambar 1, hubungan antara waktu kontak pengadsorpsi dengan jumlah kadar besi teradsorpsi. Semakin lama pengadsorpsi kontak dengan limbah air gambut akan berbanding lurus dengan teradsorpsi besi. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh media memiliki kemampuan untuk menjerap besi. Adsorpsi pada setiap variasi berat penjerap memperlihatkan pola peningkatan penyerapan besi. Hal ini terlihat pada grafik yang menurun menandakan kadar besi berkurang selama proses pengolahan. Hasil yang diperoleh pun bervariasi. Hal ini dapat dilihat melalui persentase dari dua media yaitu media pasir sebesar 7,37 % dan 9, 18%. Kemudian media campuran (250:750) pada menit ke 120 terlihat persentase melebihi air hasil olahan media pasir dengan tingkat pencapaian dari menit ke 60 ke 120 sebesar 22, 76% dibanding perubahan penurunan media pasir dari menit

90 ke 120 yang hanya sebesar 9,18%. Hasil ini menandakan bahwa meskipun pada awal pengolahan terjadi peningkatan Fe sebanyak 2 kali lipat tetapi kemampuan penyerapan yang dipengaruhi perpanjangan waktu dan penambahan ampas tahu juga meningkat.

Media (1000:0) yaitu pasir dan media (0:1000) yaitu ampas tahu terjadi penurunan kadar besi yang hampir sama besar, bahkan pada menit ke 120, media ampas tahu mampu menurunkan kadar besi hingga 46,99% melebihi kemampuan media pasir. Namun, jika dilihat banyaknya kadar Fe yang tertinggal pada air gambut pada menit ke 30, media pasir jauh lebih efektif dalam menurunkan kadar Fe.

Penggunaan filter tunggal jika dibandingkan dengan sebelumnya, penambahan pasir sungai pada media ini mempengaruhi kecepatan penyerapan logam Fe. Pasir diketahui memiliki kandungan SiO_2 yang juga banyak terkandung di dalam bahan alam lainnya. Pasir silika banyak digunakan untuk penyaringan air pada tahap awal terutama pada sistem penyaringan air secara konvensional dan dapat memperbaiki kualitas fisik seperti kekeruhan dan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Selintung, Mary, dkk menyatakan bahwa filtrasi dengan menggunakan media pasir kuarsa mampu menurunkan pH sejalan dengan peningkatan ketebalan media filter meskipun dalam penelitian ini masih belum dihasilkan perubahan terhadap kekeruhan air uji coba karena hal ini tergantung pada zat pengotor yang masih terdapat dalam media tersebut. Menurut Hartuno, Teddy, dkk dalam priyanti, pada media *sand filter* (Kontrol) yang menggunakan pasir silika, kadar besi dalam air mengalami penurunan. Hal ini mungkin terjadi karena beberapa mekanisme seperti adanya gaya tarik menarik antara besi dan pasir yang terjadi karena tarikan fisik antara dua buah partikel (gaya Van Der Waals) dan tarikan elektrostatis antara dua muatan yang berbeda (gaya coulomb). Pasir sebagai media penyaring mempunyai muatan negative pada pH normal sehingga dapat menarik partikel bermuatan positif seperti kation dari molekul besi dimana ion logam terjebak di dalam pori-pori yang dimiliki pasir. Berdasarkan tinjauan yang dilakukan oleh Adi, Wahyu, dkk pada uji coba efektifitas filter bahan alami diketahui bahwa pasir sebagai media filter yang memiliki komposisi gabungan dari SiO_3 , Fe_2O_3 , TiO_3 , CaO , MgO dan K_2O secara fisik selain mampu menurunkan nilai TDS dan TSS juga mampu

menurunkan kadar Fe dan Mn. Cara kerja media pasir ini memisahkan sisa-sisa flok dan pemisah partikel besi yang terbentuk setelah kontak dengan udara melalui mekanisme pengikatan senyawa Fe² lewat OH. Hal inilah yang menyebabkan besarnya pola penjerapan pada media pasir untuk penyaringan air gambut (3, 9,10).

Kemampuan ampas tahu yang besar sebagai penjerap logam besi memperlihatkan peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan karena kapasitas gugus-gugus aktifnya masih banyak dan kadar besi dalam air gambut masih tinggi. Penyerap berupa protein yang memiliki daya serapan dari asam-asam amino yang membentuk zwitter ion (bermuatan dua) karena asam amino mempunyai gugus COOH yang bersifat asam dan gugus NH₂ yang bersifat basa. Dalam penyerapan ini melibatkan ikatan ion dan kovalen. Logam yang terkandung di dalam air jika pH makin asam, maka kelarutannya makin besar, sebaliknya jika kelarutannya makin basa maka kelarutannya makin kecil yang ditandai adanya endapan. Hal inilah yang menyebabkan adsorpsi lebih baik ketika tingkat keasaman yang tinggi karena adsorpsi dapat terjadi jika logam membentuk ion dan diikat oleh gugus aktif pada ampas tahu seperti mekanisme pertukaran ion pada gugus karboksilat (COOH) pada asam-asam amino mengalami deprotonasi akibat hadirnya ion hidroksida (OH⁻), sehingga gugus karboksilat berubah menjadi bermuatan negative (COO⁻) yang sangat reaktif (13,14).

Berdasarkan uji statistik Anova dua arah diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan yang disajikan pada tabel 3. Perbedaan tersebut kemudian dilakukan perbandingan satu persatu menggunakan uji *Post Hoc* (tabel 7).

Uji *Post Hoc* dilakukan menurut masing-masing variabel. Variabel waktu kontak memperlihatkan bahwa waktu kontak memiliki efek terhadap perubahan kadar Fe. Pada tabel 4 menunjukkan waktu kontak 30 menit pertama memiliki perbedaan yang signifikan terhadap waktu kontak 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Perbedaan ini juga ditunjukkan pada antara waktu kontak 60 menit terhadap 120 menit serta 90 menit yang berbeda signifikan terhadap waktu kontak 120 menit. Pernyataan ini sesuai bahwa kapasitas gugus-gugus aktifnya dari media masih banyak. Penjerapan dilakukan secara cepat dan belum memiliki kondisi jenuh. Namun perbedaan ini tidak signifikan terjadi pada waktu kontak 60 menit terhadap 90 menit dan hal ini didukung dengan pola grafik yang mengalami perlambatan (gambar 1) akibat media yang mulai mengalami kondisi jenuh.

b. Pengaruh Waktu Kontak dan Berat Penjerap Pada Proses Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Logam Mangan (Mn) Pada Air Gambut

Berdasarkan uji statistik Anova dua arah diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan yang disajikan pada tabel 4.9. Perbedaan tersebut kemudian dilakukan perbandingan satu persatu menggunakan uji *Post Hoc* untuk menilai variabel mana yang memberikan efek yang berbeda.

Tabel 9 menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi yang baik dan signifikan terjadi pada waktu kontak dari 30 menit ke 60 menit. Adsorpsi pada menit ini dinilai cukup signifikan dibandingkan dengan 30 menit berikutnya. Hal ini disebabkan karena efektifitas penyerap masih tinggi dengan gugus aktif yang masih banyak. Akan tetapi setelah menit 60 ke menit 90, kemudian dari menit ke 90 ke menit 120 tidak berlaku nilai yang signifikan. Hal ini dimungkinkan gugus aktif yang ada pada pengadsorpsi mulai jenuh dengan beberapa sebab yaitu pertama, media penjerap telah mengalami kejenuhan akibat penyerapan kadar logam sejalan dengan semakin lamanya waktu kontak. Kedua, mangan merupakan logam yang tidak mudah untuk teroksidasi seperti halnya besi, mengingat pada proses ini tidak menggunakan bahan kimia, tidak ada penambahan oksigen dan menggunakan media ampas tahu yang mengakibatkan air setelah disimpan berubah menjadi berbau dan terjadi pembusukan menyebabkan proses pengolahan air ini memerlukan waktu yang cukup lama. Dan ketiga, selain media ampas tahu yang digunakan, media penyaring lainnya yang menggunakan kombinasi pasir ternyata pasir di Indonesia seperti pasir kuarsa yang mengandung silika memiliki ion-ion pengotor seperti Al, Fe, Ti, Ca, Mg dan Mn. Ion-ion ini tidak dapat dipisahkan dengan menggunakan proses pemisahan secara fisik seperti pencucian, flotasi, magnetisasi dan lain-lain (12).

Hasil yang berbeda justru ditunjukkan pada gambar 4.4 yang menggunakan media campuran dengan perbandingan pasir dan ampas tahu (750:250) yaitu terjadi peningkatan kadar mangan. Mengingat penjelasan kejenuhan yang telah disebutkan di atas bahwa dalam proses pengolahan ini melibatkan proses adsorpsi yang berinteraksi secara fisika dimana pada proses ini ikatan yang terjadi pada permukaan adsorben (media) memiliki ikatan yang lemah dan bersifat *reversible*, sehingga molekul-molekul yang teradsorpsi mudah dilepaskan kembali dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut (12). Keberadaan ion-ion pengotor seperti Al, Fe, Ti,

Ca, Mg dan Mn yang menambah keadaan awal yang semakin jenuh atau mengandung konsentrasi zat terlarut yang lebih besar mengakibatkan pembentukan endapan di dalam proses pengolahan air tersebut (13). Air semakin tercemar, waktu pengolahan yang diperlukan lebih lama, penyerapan media yang tidak sebanding dengan banyaknya kadar logam menjadikan proses pengolahan ini tidak efektif dalam menurunkan kadar mangan. Hal ini dapat terlihat pada tabel 9 menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi yang baik dan signifikan terjadi pada seluruh berat penjerap kecuali antara penjerap (500:500) dan (250:750).

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan dan kejadian yang terjadi selama proses pengolahan yang ditampilkan dalam bentuk hasil laboratorium, ternyata terjadi peningkatan kadar mangan di dalam air gambut setelah difiltrasi baik pada beberapa waktu kontak dan berat penjerap. Menurut Eko Hartini, meningkatnya mangan atau besi di dalam air karena berada pada kondisi reduksi atau anaerobik (tanpa oksigen), hal ini mungkin diakibatkan teknik filtrasi yang tidak menggunakan oksigen tambahan, bahan filtrasi yang cenderung menyerap air sehingga air tidak langsung terkena oksigen. Sehingga untuk mengurangi kadar mangan ini perlu dilakukan tambahan pengolahan secara oksidasi dan karena air gambut memiliki pH yang rendah, maka kecepatan oksidasi akan lama dan dalam percobaan ini perlu waktu yang lebih lama lagi untuk menurunkan kadar mangan di dalam air gambut (14). Hal ini dapat dilihat pada hasil penelitian tabel 6 yang menggambarkan kadar mangan yang cenderung meningkat dan setelah melalui proses filtrasi meskipun terjadi penurunan yang signifikan secara statistik. Namun apabila ingin mencapai kadar mangan yang diinginkan di dalam air gambut maka perlu waktu yang cukup lama. Meskipun peningkatan kadar mangan ini juga terjadi pada kadar besi, namun kecepatan oksidasi besi lebih tinggi dibanding dengan kecepatan oksidasi mangan. Oksigen yang diperlukan untuk setiap 1 mg/L mangan yaitu 0,29 mg/L. Jika ditemukan kadar mangan awal lebih tinggi, maka reaksi oksidasi memerlukan waktu yang cukup lama dan karena pada penelitian ini tidak menggunakan satupun bahan kimia.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

a. Bahwa terdapat perbedaan kadar logam besi dan mangan pada air gambut setelah disaring menggunakan pasir dalam berbagai variasi waktu kontak. Media

(1000:0) lebih baik dalam menurunkan kadar besi sebesar 0,0815 mg/l per 30 menit dan menurunkan kadar mangan sebesar 6,925 mg/l per 30 menit.

- b. Bahwa terdapat perbedaan kadar logam besi dan mangan pada air gambut setelah disaring menggunakan ampas tahu kering dalam berbagai variasi waktu kontak. Media (0:1000) mampu menurunkan kadar logam besi sebesar 0,20625 mg/l per 30 menit dan media (0:1000) mampu menurunkan kadar mangan sebesar 16,475 mg/l.
- c. Bahwa terdapat perbedaan kadar logam besi dan mangan pada air gambut setelah disaring menggunakan campuran pasir dan ampas tahu kering dalam berbagai variasi berat. Media (750:250) mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,10325 mg/l dibandingkan media (500:500) sebesar 0,14225 mg/l dan media (250:750) sebesar 0,19025 mg/l. Artinya kemampuan media campuran dalam menurunkan kadar besi masing-masing berkisar 1-2%. Secara berturut-turut media campuran mampu menurunkan kadar logam mangan yaitu media (750:250) sebesar 10,675 mg/l, media (250:750) sebesar 13,025 mg/l dan media (500:500) sebesar 14,25 mg/l.
- d. Bahwa terdapat perbedaan kadar logam besi dan mangan pada air gambut setelah disaring menggunakan campuran pasir dan ampas tahu kering dalam berbagai variasi waktu kontak. Media (750:250) mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,10325 mg/l, media (500:500) mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,14225 mg/l, media (250:750) mampu menurunkan kadar besi sebesar 0,19025 mg/l. Media (750:250) mampu menurunkan kadar mangan lebih baik sebesar 10,675 mg/l per 30 menit dibandingkan media (500:500) sebesar 14,25 mg/l dan media (250:750) sebesar 13,025 mg/l.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan media campuran pasir dan ampas tahu kering mampu menurunkan kadar logam lebih baik dalam 30 menit dengan variasi berat (750:250)

DAFTAR PUSTAKA

1. Novrian D, Novi R. Penjernihan Air Rawa Gambut Dengan ZnO-SnO₂ Yang Dibuat Metoda *Solid State Reaction* di Bawah Sinar Matahari. *Media Sains*. 2014; 7(1): 123-6.
2. Effendi, Yuliansyah. Pengaruh Tanah Liat Podsolik Sebagai Koagulasi Pada Proses Pengolahan Air Gambut Di Kecamatan

- Gambut Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. Yogyakarta: Kanisius. 2010.
3. Wahyu A, Suci PS, Umroh. Efektifitas Bahan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Masyarakat Nelayan Wilayah Pesisir Kabupaten Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. 2014 8(2):34-99.
 4. Wahyudin S. Efektifitas Penurunan Fe dan Mn Pada Air Asam Tambang Dengan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*), dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan Metode *Batch* Bertingkat. 2014.
 5. Edahwati L. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industry Perikanan. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2010; 9(1): 79-83.
 6. *Wetlands International - Indonesia Programme*. 2004
 7. Aji BS. Adsorpsi Zeolit Terhadap Nikel. Edisi 2. Yogyakarta: SMTI. 2009
 8. Nohong. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi Dalam Air Lindi TPA. *Jurnal Pembelajaran Sains*. 2010; 6(2): 257-69
 9. Mary S, Suryani S. Studi Pengolahan Air Melalui Media Filter Pasir Kuarsa (Studi Kasus Sungai Malimpung). *Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik*. 2012; 6: 1-6.
 10. Priyanti, Ety Y. Uji Kemampuan Daya Serap Tumbuhan Genjer (*Limnocharis flava*) Terhadap Logam Berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn). Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta. 2013.
 11. Fatriani. Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman Arang Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Kadar Fe dan pH Air Gambut. 2009
 12. Agustin Retnosari. Ekstraksi dan Penentuan Kadar Silika (SiO₂) Hasil Ekstraksi Dari Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Jurusan Kimia. Universitas Jember. 2013
 13. Hartini E. Cascade Aerator Dan Buble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2012; 8(1):
 14. Wahyu. Efektifitas Penurunan Fe dan Mn Pada Air Asam Tambang Dengan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*), Dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan Metode *Batch* Bertingkat. 2014.

