

PENINGKATAN KUALITAS AIR BAKU SUNGAI MAHAKAM DENGAN TEKNOLOGI MOCI (*MORINGA OLEIFERA AND CELLULOSE INSTALLATION*)

Rizqi Auliaur Rahman¹, Azahra Rizka Amalia¹, Juliya Ascha Riandhis¹, Herlita Hidayah²,
Mardiah^{1*}

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda

*Email: mardiah@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Sungai Mahakam merupakan sungai terbesar di wilayah Provinsi Kalimantan Timur yang dimanfaatkan sebagai salah satu sumber air baku. Namun, kualitas air Sungai Mahakam berbanding terbalik dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan air baku. Salah satu teknologi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan teknologi MOCI (Moringa Oleifera and Cellulose Installation), yaitu instalasi air sederhana, murah, dan ramah lingkungan dengan kombinasi antara biji kelor dan kertas koran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah optimum biji kelor dan kertas koran dalam menurunkan TDS, TSS, Fe (II), dan Mn (II) pada sampel air sungai mahakam. Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, tahap pertama adalah penentuan dosis koagulan biji kelor dengan Jar Test, tahap kedua adalah koagulasi TSS dan TDS dengan menggunakan biji kelor dengan Prototype MOCI, tahap ketiga adsorpsi Fe (II) dan Mn (II) dengan Prototype MOCI. Jumlah optimum biji kelor dan kertas koran pada penellitain dengan menggunakan Prototype MOCI adalah 4 gr biji kelor dan 50 gr kertas koran.

Kata Kunci : adsorben, biji kelor, koagulan, MOCI, selulosa

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Mahakam merupakan sungai terbesar di wilayah Provinsi Kalimantan Timur yang bermuara di Selat Makassar. Sungai Mahakam dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar dalam kegiatan sehari-hari, seperti jalur transportasi air yang digunakan untuk distribusi bahan baku industri (batu bara) dan transportasi penumpang antar wilayah, irigasi pertanian dan perikanan, serta untuk kebutuhan rumah tangga. Salah satu pemanfaatan utama Sungai Mahakam adalah sebagai salah satu sumber air baku. Namun, kualitas air baku Sungai Mahakam berbanding terbalik dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan air baku.

Kualitas air baku Sungai Mahakam yang semakin menurun karena tercemar limbah yang berasal dari limbah domestik maupun non domestik, pencemaran ini ditandai dengan keruh, berbau, dan banyaknya tanaman enceng gondok yang tumbuh di sepanjang aliran Sungai Mahakam. Banyak perusahaan yang membuang limbah hasil produksi mereka langsung ke sungai mahakam tanpa adanya proses terlebih dahulu. Selain itu, kurangnya kesadaran masyarakat sekitar Sungai Mahakam semakin memperburuk keadaan sungai dari waktu ke waktu. Pencemaran badan air Sungai Mahakam juga dapat diketahui dari tingkat sedimentasi. Watiningsih (2009) menjelaskan tingkat sedimentasi lumpur dan konsentrasi SPM (Suspended Particulate Matter) Sungai Mahakam diketahui sangat tinggi yaitu 60 cm/bulan dan 80 mg/liter.

Salah satu teknologi yang dibuat untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan MOCI (*Moringa Oleifera and Cellulose Instalation*), yaitu instalasi air sederhana, murah dan ramah lingkungan dengan kombinasi biji kelor dan kertas koran. Berdasarkan hasil penelitian Enos (2002), biji kelor (*Moringa oleifera*) mengandung zat aktif RBI atau *Rhamnosyloxy Benzil Isothiocyanat* yang berguna untuk kejernihan air melalui proses netralisir dan adopsi partikel-partikel logam dan lumpur yang terkandung dalam air sungai, air tercemar, maupun air limbah. Selain itu kertas koran adalah salah satu limbah yang saat ini masih kurang efektif pemanfaatannya. Kertas memiliki kandungan selulosa yang dapat menyerap dan menurunkan

kadar logam. Sehingga kertas koran memiliki potensi untuk menjadi adsorben yang murah karena mudah didapatkan.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa parameter yang diperhatikan, diantaranya adalah TSS, TDS, Fe (II), dan Mn (II). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja adsorben koran untuk dapat menyerap logam Fe dan Mn, kemudian menyusunnya dengan perpaduan pemanfaatan biji kelor menjadi instalasi yang mudah, murah, ramah lingkungan sehingga dapat diterapkan dalam aktifitas rumah tangga masyarakat dari pemanfaatan biji kelor sebagai penurun kadar TSS dan TDS suatu badan air hingga dapat dipergunakan dalam aktivitas rumah tangga masyarakat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Persiapan Adsorben Kertas Koran

1 kilogram kertas koran dihaluskan hingga menjadi *pulp* dengan menggunakan *blender*. Kemudian diberi NaOH untuk memisahkan antara *pulp* dan tinta dan diaduk selama 1 jam. Dicuci dengan menggunakan akuades hingga mencapai pH 7. Dikeringkan kertas koran hingga berat konstan.

2.2 Pembuatan Koagulan Biji Kelor

Biji kelor (*Moringa oleifera*) yang sudah tua dan kering dihaluskan menggunakan *blender* untuk memperoleh serbuk biji *Moringa oleifera*. Kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh untuk memperoleh ukuran yang seragam dan disimpan dalam wadah bertutup.

2.3 Pembuatan Prototype MOCI

Alat berupa *Prototype Instalasi Pengolahan Air sederhana* dengan nama MOCI (*Moringa oleifera and Cellulose Instalation*). Rangka dibuat dengan menggunakan besi siku lubang dan triplek. *Cartridge filter* berisi seluosa yang telah dipisahkan dari kertas koran. *Cartridge* dimasukkan ke dalam *housing filter*. Modifikasi galon air sebagai tempat koagulasi-flokulasi. Pemasangan mesin pengaduk modifikasi dengan besaran rpm yang sesuai standar proses.

2.4 Perhitungan Dosis Koagulan dengan Jar Test

Perhitungan dosis koagulan dengan menggunakan metode *Jar Test*. Air sampel yang digunakan 200 ml dengan variasi massa bertingkat koagulan biji kelor yaitu 0,5 gr; 0,7 gr; 0,9 gr; 0,11 gr. Diatur waktu untuk koagulasi selama 2 menit dengan kecepatan pengadukan 200 rpm, di lanjutkan dengan flokulasi dengan kecepatan pengadukan 50 rpm selama 5 menit. Setelah itu, dibiarkan selama 15 menit untuk proses sedimentasi.

2.5 Koagulasi dan Adsorpsi dengan Prototype MOCI

Air baku Sungai Mahakam di masukkan kedalam galon (MOCI) melalui saluran *intake* dengan membuka *stop* kran yang ada pada sisi kanan. Koagulan dimasukkan kedalam galon melalui saluran masuk yang berada paling atas pada galon sesuai perbandingan volume air baku yang masuk ke dalam proses. Pengadukan bergerak memutar dan akan terjadinya turbulensi pada air. Adsorpsi dengan menggunakan metode *flow* atau aliran air berjalan

2.6 Perhitungan % Removal Adsorpsi

Persen removal Fe (II) dan Mn (II) serta kapasitas adsorpsi, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

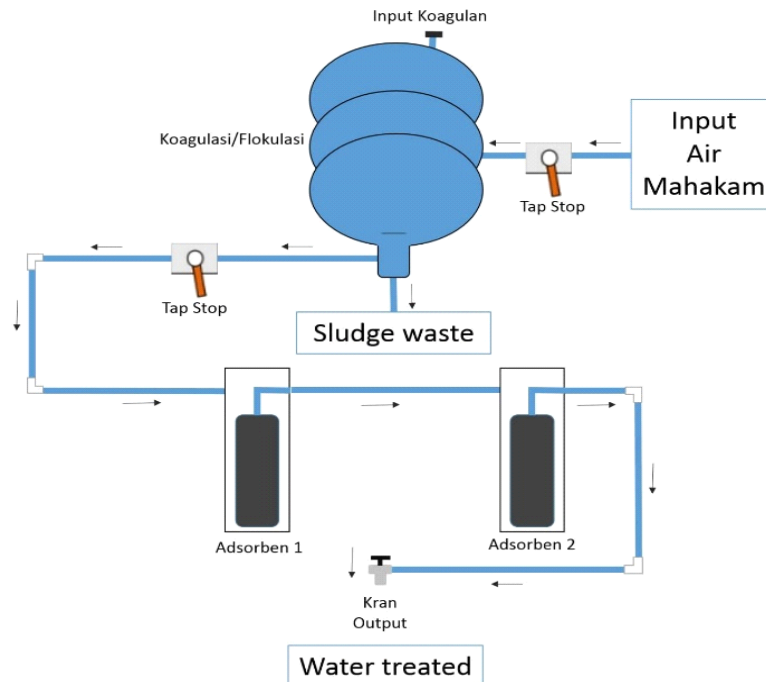
$$\% \text{ Removal} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100$$

$$q_e = \frac{C_i - C_e}{m} \times V$$

Keterangan :

C_i : konsentrasi awal Fe (II) atau Mn (II) (mg/l)

C_e : konsentrasi akhir Fe (II) atau Mn (II) (mg/l)
 q_e : Fe (II) atau Mn (II) yang teradsorpsi oleh adsorben (mg/g)
 V : total volume larutan (liter)
 m : dosis adsorben (g)



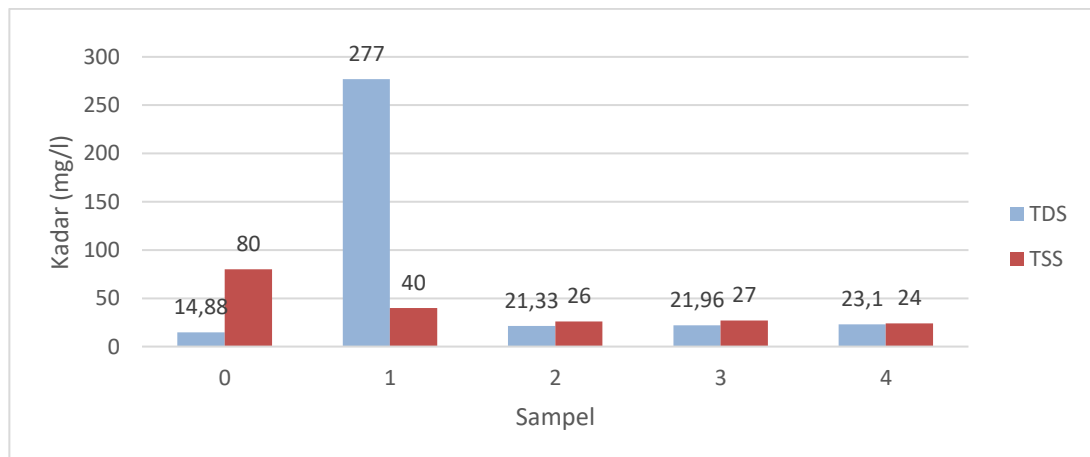
Gambar 1 Rangkaian *Prototype* MOCI

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penentuan Dosis Koagulan dengan *Jar Test*

Pada tahap ini penelitian dilakukan dengan menggunakan *Jar Test* dengan 5 sampel dengan sampel air Sungai Mahakam (sampel 0), dan variasi dosis koagulan biji kelor sebesar 0,11 gr (sampel 1); 0,09 gr (sampel 2); 0,07 gr (sampel 3); dan 0,05 gr (sampel 4) per 200 ml sampel air Sungai Mahakam dengan kondisi operasi pengadukan cepat sebesar 200 rpm selama 2 menit dan pengadukan lambat sebesar 50 rpm selama 50 rpm dengan suhu ruang. Hasil analisa kualitas air *Jar Test* pada Gambar 3 adalah sebagai berikut:

Berdasarkan hasil *Jar Test* pada Gambar 2 digunakan untuk menentukan dosis koagulan di dapatkan dosis yang optimum dari 4 percobaan adalah 0,05 gr/ 200 ml. Sehingga dosis untuk skala *Prototype* dengan kapaistas 16 liter air adalah sebesar 4 gr/ 16000 ml.

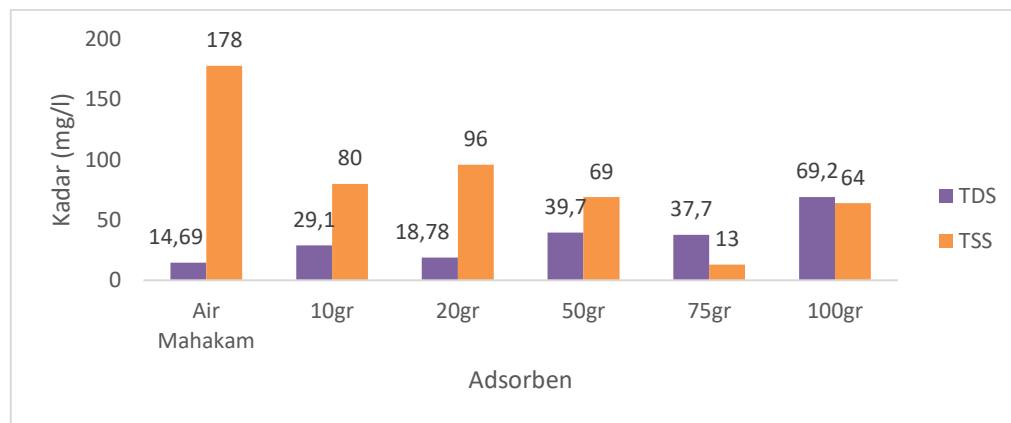


Gambar 2 Pengaruh Dosis Koagulan Biji Kelor Terhadap TDS dan

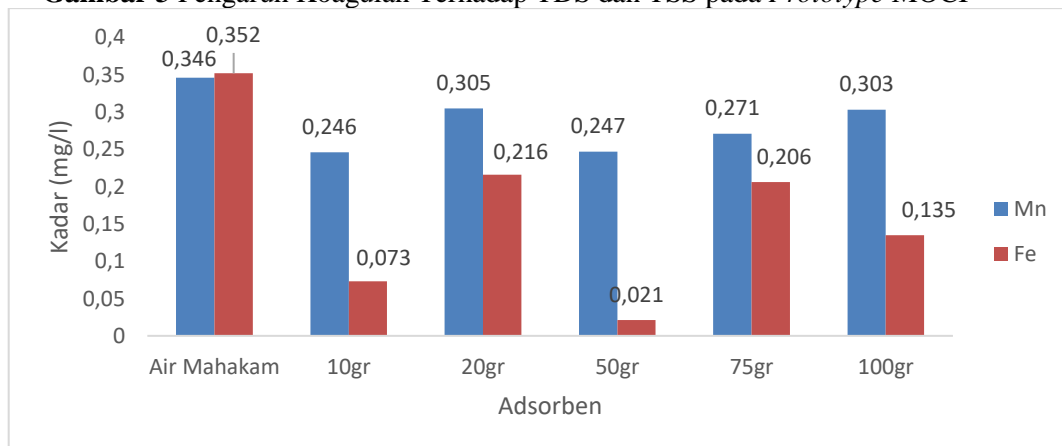
3.2 Hasil Penelitian menggunakan *Prototype MOCI*

Hasil analisa kualitas air dengan parameter TDS dan TSS untuk *Prototype MOCI* terjadi peningkatan TDS pada semua sampel. Namun TSS berhasil turun pada semua sampel. Sutapa Ignasius (2015) menjelaskan koagulasi dan floakulasi merupakan tahapan penting dalam pengolahan air. Pada penelitian proses koagulasi dilakukan kecepatan adukan yang tinggi yaitu sebesar 270 rpm tanpa ada proses floakulasi dengan pengadukan lambat sehingga menyebabkan penurunan TDS dan TSS kurang optimal. Selain itu koagulan dibuat tanpa adanya pemisahan biji kelor dengan kulitnya sehingga merupakan faktor TSS meningkat dengan hancur sempurna.

Hasil analisa kualitas air pada percobaan dengan parameter kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) untuk *Prototype MOCI* pada Gambar 4 menunjukkan penurunan Mn (II) dan Fe (II) pada semua variasi jumlah adsorben koran. Namun jumlah koran sebesar 50 gr menjadi variasi yang optimal dibanding percobaan lainnya. Mardiah dan Rif'an Fathoni (2016) menjelaskan hal tersebut terjadi karena koran mengandung selulosa yang memiliki peran penting dalam menurunkan kadar logam atau proses adsorpsi. Kemampuan selulosa sebagai adsorben logam adalah karena selulosa merupakan salah satu jenis polimer yang monomer – monomernya memiliki kemampuan mengikat logam secara langsung (O'Connel, et al., 2008).



Gambar 3 Pengaruh Koagulan Terhadap TDS dan TSS pada *Prototype MOCI*

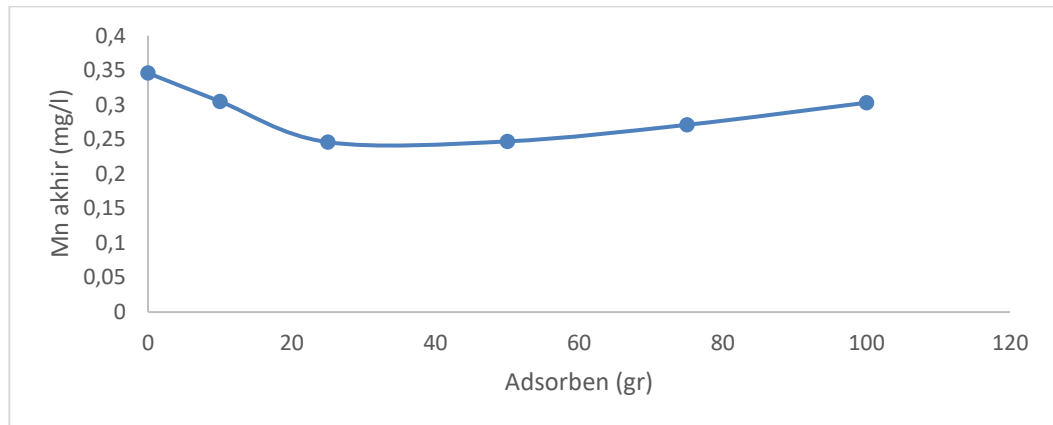


Gambar 4 Pengaruh Jumlah Adsorben Terhadap Mn (II) dan Fe (II) pada *Prototype MOCI*

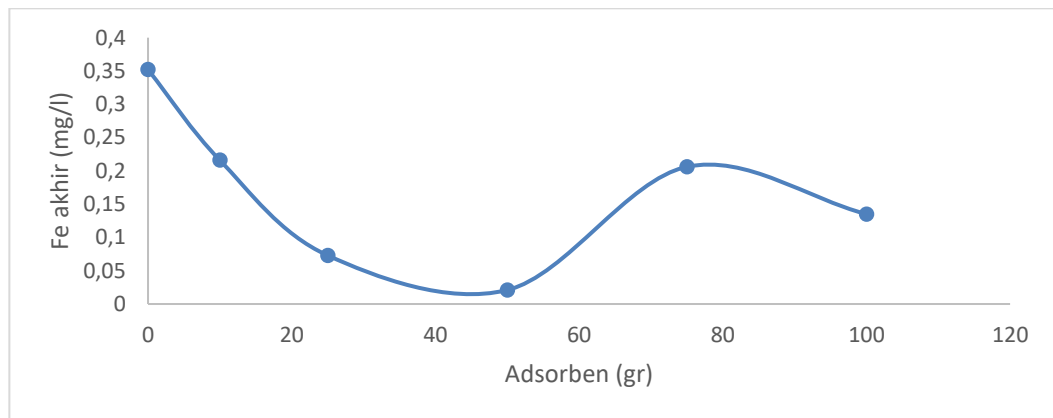
3.2.1 Pengaruh Jumlah Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Mn dan Fe

Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan hubungan antara banyaknya jumlah adsorben yang ditambahkan. Kadar Mn (II) dan Fe (II) sampel air Sungai Mahakam adalah sebesar 0,346 mg/l dan 0,352 mg/l, Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyaknya jumlah adsorben kertas koran tidak mempengaruhi penurunan kadar Mn (II) maupun Fe (II). Pada jumlah adsorben 10 gram sudah mampu mengurangi kadar Mn (II) dan Fe (II). Dan terlihat pada gambar 6 dan 7

jumlah optimum adsorben kertas koran adalah antara 20 gr hingga 40 gr untuk Mn (II) dan 40 gr hingga 60 gr untuk Fe (II).



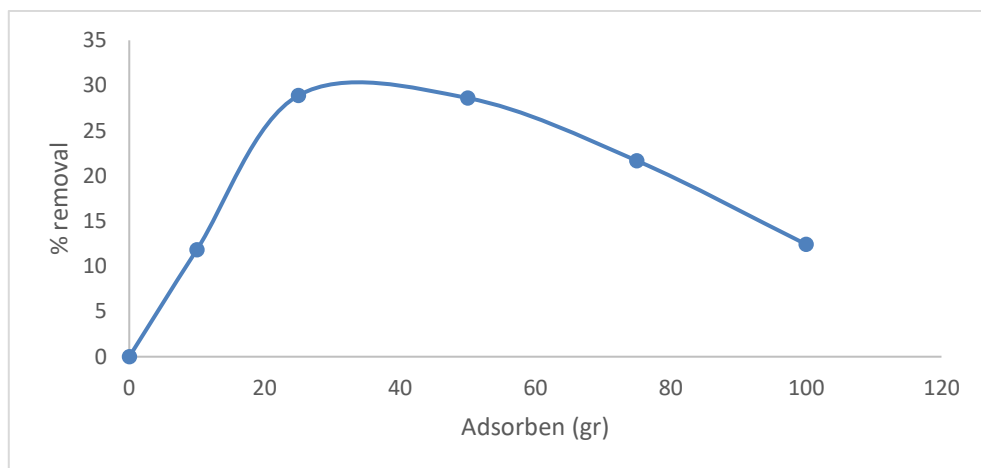
Gambar 5 Pengaruh Jumlah Adsorben Terhadap Mn (II)



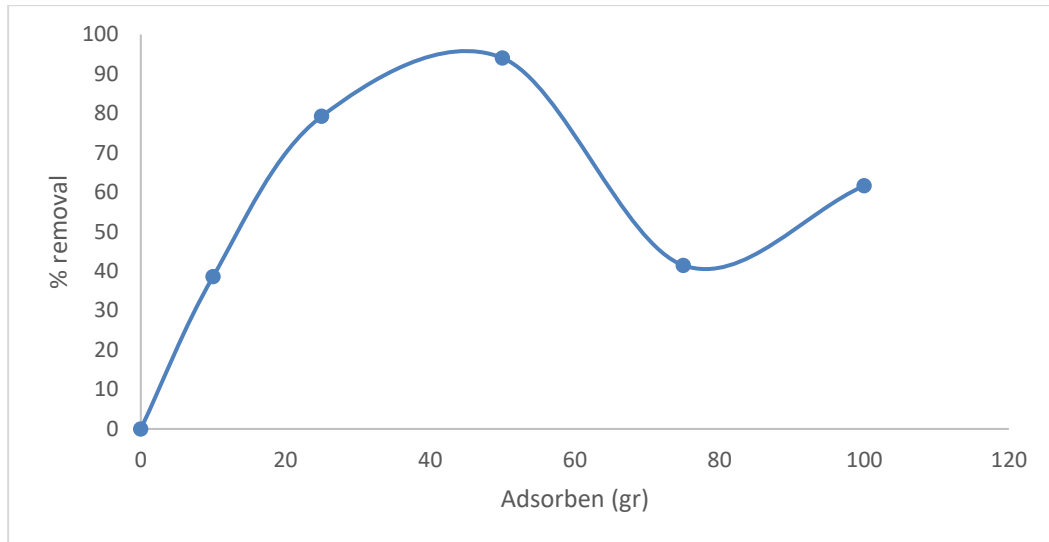
Gambar 6 Pengaruh Jumlah Adsorben Terhadap Fe (II)

3.2.2 Pengaruh Jumlah Adsorben Terhadap % Removal Kadar Mn (II) dan Fe (II)

Persen removal merupakan besarnya kadar Mn dan Fe yang terserap oleh adsorben kertas koran per kadar awal Mn dan Fe. Gambar 7 dan Gambar 8 persen removal meningkat pada jumlah adsorben 20 gr namun menurun dari 40 gr pada Mn (II) dan 60 pada Fe (II). Persen removal tertinggi pada 32 % untuk Mn (II) dan 94% untuk logam Fe (II).



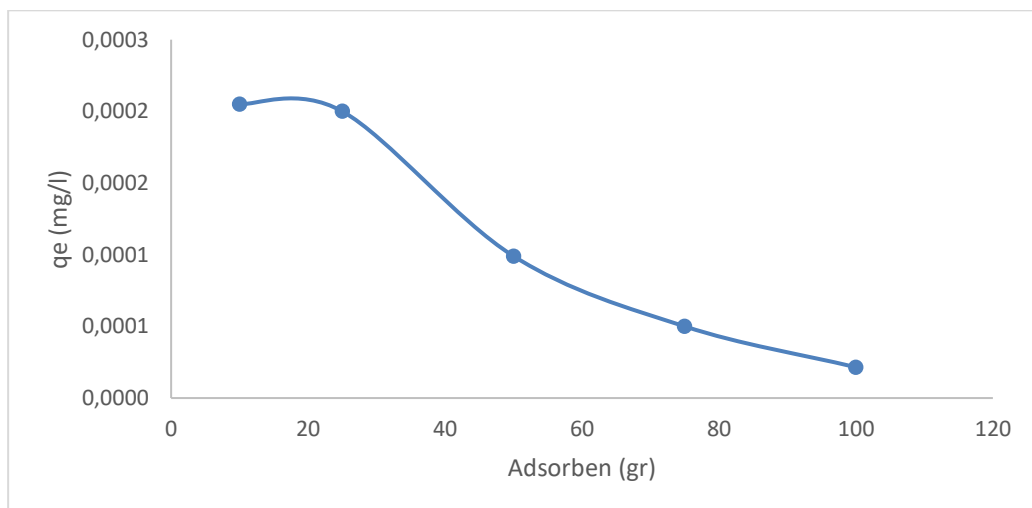
Gambar 7 Pengaruh Jumlah Adsorben Terhadap % Removal Mn (II)



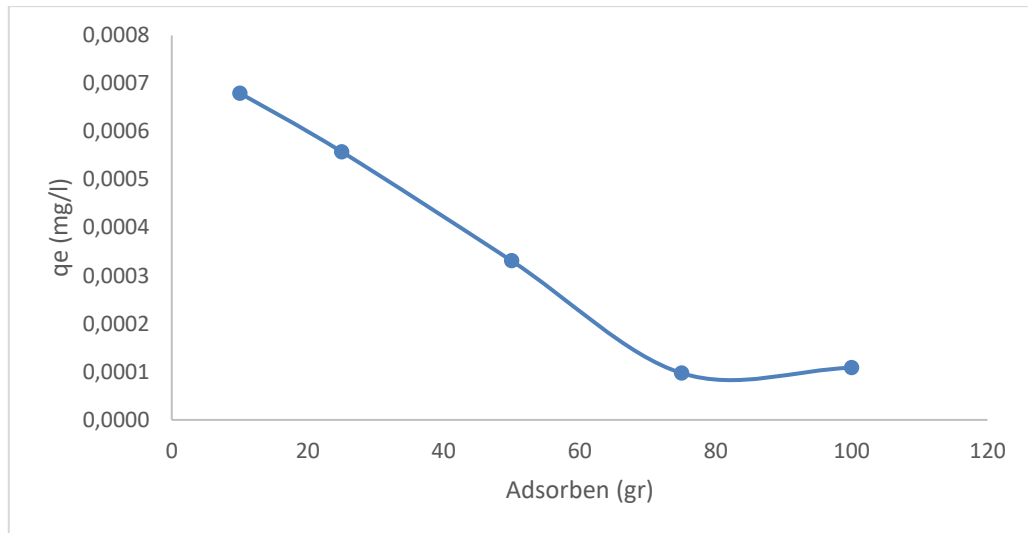
Gambar 8 Pengaruh Adsorben Terhadap % Removal Fe (II)

3.2.3 Pengaruh Dosis Adsorben Terhadap Kapasitas Adsorpsi Mn (II) dan Fe (II)

Kapasitas adsorpsi merupakan besarnya Kadar Mn dan Fe yang terserap oleh adsorben kertas koran per gram adsorben kertas koran pada volume larutan yang dikontakkan. Kadar Mn (II) dan Fe (II) sampel air Sungai Mahakam adalah sebesar 0,346 mg/l dan 0,352 mg/l. Pengaruh jumlah adsorben terhadap kapasitas adsorpsi Mn dan Fe dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10. Kapasitas adsorpsi (q) Mn (II) dan Fe (II) menurun seiring dengan meningkatnya dosis adsorben. Hal ini dapat terjadi karena konsentrasi kesetimbangan dari Mn (II) dan Fe (II) dalam larutan lebih rendah jika konsentrasi dosis adsorben lebih tinggi sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Wang dan Li (2009) dalam Mardiah dan Rif'an Fathoni (2016) yang melakukan adsorpsi Cr (VI) dengan menggunakan kertas koran terjadi penurunan kapasitas adsorpsi jika dosis adsorben dinaikkan.



Gambar 9 Pengaruh Adsorben Terhadap Kapasitas Adsorpsi Mn (II)



Gambar 10 Pengaruh Adsorben Terhadap Kapasitas Adsorpsi Fe (II)

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil akhir penelitian yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa :

- Jumlah optimum biji kelor dalam penurunan kadar Mn (II) dan Fe (II) pada percobaan dengan menggunakan prototype MOCI adalah sebesar 4 gr setiap 16 liter air sampel.
- Jumlah optimum kertas koran dalam penurunan kadar Mn (II) dan Fe (II) pada percobaan dengan menggunakan prototype MOCI adalah sebesar 50 gr.

4.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan variasi waktu untuk model kinetika adsorpsi dan analisa terhadap masa penggunaan optimal adsorben kertas koran yang terdapat pada *prototype* MOCI

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang Penelitian Eksakta (PE).

DAFTAR PUSTAKA

- Ibbet, R.N, S Kaenthong, D.A.S Phillips, M A Wilding. 2006. *Charaterisatim of Porosity of Regenerated Cellulosil Fibres Using Classical Dye Adsorbtion Techniques*. Lenzinger Berichte. Vol. 88, 77-86.
- Mardiah dan Rif'an Fathoni. 2016. *Adsorpsi Logam Cu (II) dan Fe (II) Menggunakan Koran Bekas*. Jurnal Integrasi Proses Vol. 6, No. 2 (Desember 2016) 89 – 94.
- O'Connel, David William, Colin Birkinshaw, Thomas Francis O'Dwyer. 2008. *Heavy Metal Adsorbents Prepared from The Modification of Cellulose: A review*. Science Direct.
- Postnote. 2002. *Access to Water in Developing Countries*. London. The Parliamentary Office of Science and Technology.
- Pritchard, M.T. 2010. *A Study of the Parameters Affecting the Effectiveness of Moringa Oleifera In Drinking Water Purification*. Journal Physics and Chemistry of the Earth.
- Putra, Riko, Buyung Lebu, MHD Darwis Munthe, Ahmad Mulia Rambe. 2013. *Pemanfaatan Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Tahu dengan Menggunakan Jar Test*. Teknik Kimia USU. Medan.



- Ruseimy, Vasko. 2008. *The conversion of waste paper to ethanol using the cellulose enzyme through the simultaneous process of saccharification and fermentation*. UI. Jakarta.
- Sujiman dan Mutiara Kartika Dewi. 2015. *Gerbang Etam : Jurnal Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah*. Kutai Kartanegara.
- Sutapa Ignasius (2015). *Kajian Jar Test Koagulasi-floakulasi sebagai Dasar Perancangan Instalasi Pengolahan Air Gambut (IPAG) menjadi Air Bersih*. Research Centre for Limnology – LIPI Cibinong Sciences Centre. Tangerang.
- Tangio, Julhim S. 2013. *Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (Eichhorniacrassipes)*. FMIPA Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Watiningsih, Ria. 2009. *Daeah Aliran Sungai Mahakam*. Geografi FMIPA Universitas Indonesia
- Wijana, Susingih, Ari Febrianto Mulyadi, Juwita. 2014. *Making Art Paper from Mixing Nypa Stem Leave Pulp and Newspaper Former Pulp (Study The Proportion of Raw Materials and Concentration Adhesive PVAc)*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijawa. Malang.
- <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity> diakses pada 9 November 2016.
- <http://suaramerdeka.com/harian/0207/01/ragam2.ht> diakses pada 9 November 2016