

## ADSORPSI LOGAM BESI (Fe) SUNGAI BARITO MENGGUNAKAN ADSORBEN DARI BATANG PISANG

Nur Hidayah<sup>1)\*</sup>, Erlinda Deviyani<sup>1)</sup>, Doni Rahmat Wicakso<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

<sup>2)</sup>Staf pengajar Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

\*Email :[day.chemeng@gmail.com](mailto:day.chemeng@gmail.com)

**Abstrak-** Berdasarkan laporan BLHD Kalimantan Selatan tahun 2009 kandungan Fe Sungai Barito mencapai 2,5455 mg/L. Kadar ini melampaui aturan KEPMENKES tahun 2002 yang hanya membolehkan kandungan Fe dalam air sebesar 0,3 mg/L. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari kemampuan batang pisang menurunkan kadar Fe dalam sampel air Sungai Barito serta mengetahui kondisi terbaik adsorben berdasarkan variasi proses aktivasi, aktivator, ukuran diameter adsorben, kecepatan pengadukan dan lama kontak adsorpsi dalam menurunkan kadar Fe sungai Barito sehingga didapatkan air Sungai Barito yang memenuhi standart air minum ataupun air bersih berdasarkan KEPMENKES tahun 2002. Penelitian ini didasarkan pada proses awal adsorpsi yang diakhiri dengan proses filtrasi. Batang pisang yang telah dibersihkan dipotong kecil untuk memudahkan penguapan kandungan air pada saat dipanaskan di bawah panas matahari kemudian dihaluskan dengan blender. Untuk mendapatkan ukuran diameter batang pisang 20, 30 dan 40 mesh, batang pisang diayak dengan menggunakan sieve track. Batang pisang selanjutnya diaktivasi secara kimia dengan menggunakan larutan  $KMnO_4$  0,1 M dan  $ZnCl_2$  0,1 M selama 24 jam. Sedangkan pada proses aktivasi fisika, batang pisang dipirolisis selama 30 menit dengan suhu  $500^\circ C$ . Karbon aktif yang dihasilkan digunakan untuk proses adsorpsi dengan beberapa variasi kondisi yang hasilnya akan diuji dengan menggunakan alat spectofotometry. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa batang pisang dapat menurunkan kandungan Fe dalam air Sungai Barito. Kondisi terbaik penurunan kandungan Fe berdasarkan penelitian didapatkan pada batang pisang ukuran 40 mesh yang diaktivasi secara fisika-kimia dengan menggunakan aktivator  $KMnO_4$  dengan kecepatan pengadukan 150 rpm dan lama waktu kontak 1 jam.

**Keywords:** adsorpsi, batang pisang, Fe, sungai barito

**Abstract-** Grounded on BLHD's report of South Borneo on 2009, Fe contents in Barito river achieve 2,5455 mg/L. This level pass by KEPMENKES on 2002 which only permit Fe contents in water as many 0,3 mg/L. The goals of this research are to study ability of banana stem to decrease Fe contents in water sample of Barito river. Knowing the best adsorbent condition to decrease Fe contents in Barito river based on variations of activation process, kind of activator, adsorbent diameter size, stirring of velocity and adsorption duration as well as to find water of Barito river which appropriate with clean or drink water standart based on KEPMENKES on 2002. This research started with adsorption process and finishing with filtration process. Banana stem is washed until clean and then cut to small slice to abridge vaporization of water contents when is hoted under the sun. The dried banana stem be broken with blender. Banana stem is screened to find diameter size as big as 20, 30 and 40 mesh. Then, banana stem is activated using  $KMnO_4$  0,1 M dan  $ZnCl_2$  0,1 M solution during 24 hours. Whereas in physics activation, banana stem is pyrolysed during 30 minute at  $500^\circ C$ . Activated carbon is used to adsorption with some variation. The result will test use spectofotometry. Result of this research indicate that banana stem can decrease Fe content in water of Barito river. Activated carbon with size 40 mesh which use physic-chemical activation with  $KMnO_4$  0,1 M solution as well as 150 rpm strring velocity and ahour adsorption duration give the best result.

**Keywords:** adsorption, banana stem, Fe, Barito river

## PENDAHULUAN

Kalimantan Selatan terkenal dengan julukan kota seribu sungai. Sedikitnya tercatat 64 sungai dan anak sungai yang membentuk 15 Sub Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satu sungai besar dan penting di Kalimantan Selatan ialah Sungai Barito yang berpangkal dari Pegunungan Meratus. Penduduk disepanjang bantaran Sungai Barito sangatlah bergantung pada sungai tersebut. Berbagai macam aktivitas sehari-hari seperti mencuci pakaian, mandi, buang air hingga sumber konsumsi air minum bersumber dari sungai itu pula. Seiring dengan meningkatnya industri di Kalimantan Selatan berbagai masalah tentang pencemaran lingkungan semakin meningkat pula. Hal ini dikarenakan banyaknya industri yang langsung membuang limbah dari hasil produksinya ke sungai tanpa ada proses pemurnian lebih lanjut. Berdasarkan artikel Banjarmasin Post tanggal 9 September 2010, hampir seluruh aliran sungai besar di Kalimantan-Selatan tercemar logam berat dan mengandung bakteri E.coli melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan oleh kegiatan pertambangan yang dilakukan di daerah hulu (Banjarmasin Post, 2010). Jumlah logam berat akan meningkat sebagai logam berat yang berakibat buruk terhadap lingkungan. Logam-logam berat yang sangat spesial menyebabkan rusaknya lingkungan. Paling kurang 20 jenis logam berat diklasifikasikan sebagai racun, (Renoua, dkk., 2007). Salah satu logam berat yang paling sering menjadi pencemar adalah besi. Berdasarkan hasil penelitian BLHD Kalsel tahun 2009 di salah satu titik pantau di Sungai Barito kandungan Fe-nya sebesar 1,8745 mg/L. Padahal baku mutu yang diizinkan hanya 0,3 mg/L (Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/Menkes/SK/VII/2002). Salah satu cara menurunkan nilai kandungan besi dalam air sungai dapat melalui adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif biasanya diproduksi dari bahan yang kaya karbon, seperti batubara, lignite dan kayu. Tetapi ini memerlukan biaya yang cukup besar. Akhir-akhir ini, orang mulai melirik limbah pertanian seperti tempurung kelapa (Sumathi, dkk, 2007), kulit biji kopi (Baquero, dkk, 2003), serat kayu dari serbuk gergaji, kulit buah-buahan dan batang pisang untuk dijadikan sebagai karbon aktif karena biaya yang lebih murah. Studi terbaru melaporkan bahwa batang pisang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben pengambilan logam berat (salah satunya besi). Penelitian Manocha pada 2001 melaporkan

pembuatan karbon aktif batang pisang dengan metode fisika dan kimia. Penelitian lainnya dilakukan oleh Husni Husin dan Cut Meurah R pada tahun 2007 yang melaporkan penurunan konsentrasi timbal (Pb) dengan adsorben batang pisang sebesar 40,46% - 60,78%. Mudahnyapembudidayaan tanaman pisang yang tidak memerlukan perlakuan khusus menjadikan jumlah tanaman ini cukup besar di Kalimantan Selatan. Selama ini orang hanya memanfaatkan bagian buahnya sebagai bahan makanan, daun pisang sebagai alat pembungkus, jantung pisang sebagai sayur sedangkan batang pisang masih dianggap sebagai limbah. Oleh karena itu, batang pisang memiliki potensi besar untuk dapat dimanfaatkan sebagai adsorben berbasis alam. Selain dapat mengurangi sampah batang pisang, dengan penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat pesisir Sungai Barito memperoleh air yang sesuai baku mutu yang telah ditetapkan. Selama ini penelitian mengenai karbon aktif dari batang pisang masih terbatas pada pembuktian kemungkinan batang pisang digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif serta penentuan kondisi proses yang efektif untuk membuat karbon aktif batang pisang yang memenuhi standar baku mutu internasional. Masih belum banyak penelitian yang mengkaji penggunaan karbon aktif batang pisang untuk diaplikasikan pada masalah industri ataupun lingkungan. Melihat kondisi pencemaran Sungai Barito yang terus meningkat, kami mencoba mengaplikasikan batang pisang sebagai karbon aktif untuk menurunkan kadar ion logam Fe dengan mencari kondisi proses yang paling efektif.

## METODOLOGI PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengembangkan sumber adsorben baru berbasis alam dari batang pisang yang selama ini masih dianggap sebagai limbah, menentukan luas media adsorben untuk mengadsorpsi besi (Fe) pada variasi luas media 10, 20, 30 dan 40 mesh, menentukan pengadukan optimum untuk mengadsorpsi besi (Fe) pada variasi kecepatan pengaduk sebesar 100, 150, 200 dan 250 rpm, menentukan waktu adsorpsi optimum untuk mengadsorpsi besi (Fe) pada variasi waktu 1, 2, 3 dan 4 jam. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dan akan dilaksanakan di laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Proses awal pembuatan adsorben yang terdiri dari aktivasi

secara kimia dengan menggunakan  $ZnCl_2$  dan aktivasi fisika yaitu dengan proses pirolisis, kemudian dilakukan penggerusan dan pengayakan hingga didapatkan luas media adsorben 10, 20, 30 dan 40 mesh, mengukur kadar Fe pada sampel air Sungai Barito, dilanjutkan dengan mencampurkan adsorben ke dalam sampel air sumur pada perbandingan 1:5 dengan menggunakan beberapa variasi, diantaranya variasi ukuran luas media, temperatur dan lama waktu kontak adsorpsi. Dari hasil dekantasi tersebut kemudian dilakukan penyaringan dengan kertas saring, diakhiri dengan proses pengujian kadar Fe menggunakan *spectofotometry*.

#### **Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah batang pisang, air Sungai Barito,  $ZnCl_2$  0,1 M dan *Aquadest*.

#### **Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *spectofotometry*, tanur, pH meter, ayakan ukuran 10-40 mesh, lumpang dan alu, seperangkat alat tangki berpengaduk, desikator, bak plastik, gelas beaker 500 mL, oven, erlenmeyer 50 mL, neraca analitik, gelas arloji, stopwatch, cawan porselin, gelas ukur 1000 mL, gelas ukur 100 mL, botol semprot, kertas saring, pipet volume 25 mL, pipet tetes, dan sudip.

#### **Prosedur Penelitian**

##### **Pembuatan Adsorben**

Sampel batang pisang yang telah dibersihkan, dipotong balok dengan ukuran 5 x 5 x 2 cm. Kemudian dikeringkan terlebih dahulu di bawah paparan sinar matahari selama 1 minggu, kemudian dilanjutkan dengan pengovenan pada suhu 150°C selama 24 jam.

##### **Aktivasi Kimia**

Pada prosedur ini hasil berupa batang pisang kering dikontakkan dengan larutan  $ZnCl_2$  0,1 M dengan perbandingan 1:4, kemudian dilakukan pengadukan. Hasil dari pengadukan tersebut kemudian dipisahkan dengan kertas saring dan dicuci dengan *aquadest*, dilanjutkan dengan penyaringan kembali dari hasil pencucian tersebut.

##### **Aktivasi Fisika**

Perlakuan aktivasi fisika dilakukan dengan proses pirolisis hasil dari aktivasi kimia pada

temperatur 500°C selama 30 menit, kemudian batang pisang hasil pirolisis dari *furnace* dikeluarkan yang selanjutnya dilanjutkan dengan proses pendinginan hasil hingga temperatur ruang dan disimpan dalam desikator.

#### **Uji Sampel**

Untuk Variasi Ukuran Luas Media Permukaan Adsorben. Perlakuan awal dilakukan dengan pengukuran kadar Fe sampel air Sungai Barito menggunakan *spectofotometry*. Untuk pengujian, adsorben yang didapatkan dari pengaktifan kimia yang dilanjutkan dengan pengaktifan fisika kemudian diayak hingga didapatkan ukuran adsorben 10, 20, 30 dan 40 mesh. Kemudian adsorben dicampurkan ke dalam sampel air sungai Barito dengan perbandingan 1:5 (waktu kontak 1 jam). Sampel kemudian didekantasi selama 20 menit. Dari hasil dekantasi tersebut kemudian dilakukan penyaringan dengan kertas saring, dilanjutkan dengan menguji kadar Fe menggunakan alat *spectofotometry*.

#### **Untuk Variasi Kecepatan Pengadukan**

Dilakukan prosedur yang sama dengan prosedur penelitian untuk variasi ukuran, namun ukuran batang pisang yang digunakan tetap yang merupakan hasil variasi ukuran yang terbaik dan kecepatan pengadukan yang divariasikan. Variasi kecepatan pengadukan yang digunakan 100, 150, 200 dan 250 rpm untuk didapatkan variasi kecepatan pengadukan optimum.

#### **Untuk Variasi Waktu Kontak**

Dilakukan prosedur yang sama seperti variasi ukuran luas media permukaan adsorben dan variasi kecepatan pengadukan, hanya saja waktu kontak yang divariasikan yaitu 1, 2, 3 dan 4 jam. Ukuran luas permukaan dan kecepatan pengadukan yang digunakan merupakan hasil yang terbaik yang didapat dari prosedur sebelumnya untuk didapatkan waktu kontak yang terbaik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengamatan

Tabel 1 Hasil pengujian pada variasi proses aktivasi

No.	Proses aktivasi	Kadar Fe (mg/L)
1.	Kimia-fisika	0,69
2.	Fisika-kimia	0,35

Tabel 2 Hasil pengujian pada variasi aktivator

No.	Aktivator	Kadar Fe (mg/L)
1.	KMnO <sub>4</sub>	<i>Under range</i>
2.	ZnCl <sub>2</sub>	0,35

Tabel 3 Hasil pengujian pada variasi diameter permukaan adsorben

No.	Ukuran adsorben(mesh)	Kadar Fe (mg/L)
1.	20	0,49
2.	30	0,41
3.	40	<i>Under range</i>

Tabel 4 Hasil pengujian pada variasi kecepatan pengadukan

No.	Kecepatan pengadukan (rpm)	Kadar Fe (mg/L)
1.	150	<i>Under range</i>
2.	200	0,53
3.	250	0,55

Tabel 5. Hasil pengujian pada variasi lama waktu kontak

No.	Lama waktu kontak (jam)	Kadar Fe (mg/L)
1.	1	<i>Under range</i>
2.	2	<i>Under range</i>
3.	3	<i>Under range</i>

### Pembahasan

Pengujian awal kandungan besi (Fe) dari air baku Sungai Barito diketahui sebesar 2,40 mg/L. Berdasarkan KEPMENKES tahun 2002, kadar Fe yang boleh terkandung di dalam air baku hanya sebesar 0,3 mg/L. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya penurunan kadar tersebut hingga mencapai baku mutu air bersih yang sesuai dengan aturan yang berlaku. Penggunaan batang pisang yang ditunjukkan sebagai karbon aktif dalam percobaan ini diharapkan mampu menurunkan kadar Fe dalam air sungai Barito. Kandungan karbon yang tinggi pada batang pisang serta tekstur yang berongga memberikan

kemungkinan untuk bahan ini dipakai sebagai karbon aktif penyerapan besi. Untuk menguji kemampuan batang pisang sebagai adsorben, pada penelitian ini digunakan beberapa variasi pengujian.

### Penurunan kadar Fe dengan variasi proses aktivasi

Pada penelitian ini, variasi awal yang digunakan adalah variasi proses aktivasi. Variasi pertama dengan melakukan aktivasi fisika-kimia menggunakan ZnCl<sub>2</sub>, sedangkan pada variasi kedua batang pisang diaktivasi secara kimia-fisika. Pada variasi aktivasi ini waktu kontak, lama dekantasi, permukaan adsorben dan kecepatan pengadukan ditetapkan selama 1 jam, 20 menit, 40 mesh dan 150 rpm. Berdasarkan hasil pengujian penurunan kadar Fe dengan variasi proses aktivasi dapat dilihat pada Gambar 1.



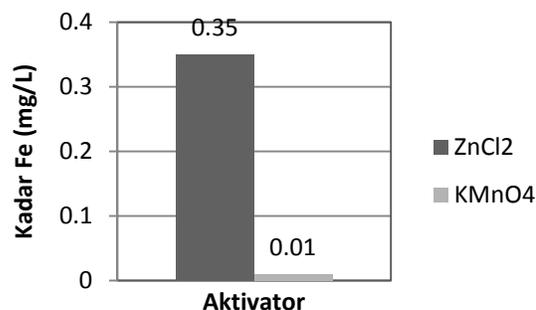
Gambar 1 Grafik perbandingan variasi proses aktivasi (sampel awal = 2,40 mg/L)

Berdasarkan Gambar 1 penurunan kadar Fe terbesar diperoleh pada proses aktivasi fisika-kimia dengan kadar Fe sebesar 0,35 mg/L dari sampel awal sebesar 2,40 mg/L. Hasil ini lebih baik dibandingkan dengan proses kimia-fisika yang hanya mampu menurunkan kadar Fe menjadi 0,69 mg/L serta pada penggunaan adsorben tanpa proses aktivasi yang hanya mampu menurunkan kadar Fe menjadi 1,64 mg/L. Namun hasil yang diperoleh belum mampu memenuhi standar baku mutu air yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,3 mg/L. Karbon aktif yang telah diaktivasi mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi. Adapun tujuan pengaktifan secara fisika tersebut agar dapat memperluas struktur pori karbon melalui proses oksidasi. Selain itu juga bertujuan untuk menguapkan material-material volatil dan zat-zat pengotor yang tidak diinginkan pada batang

pisang, sehingga akan terbentuk rongga-rongga kosong atau pori-pori yang dapat berfungsi sebagai adsorben. Sedangkan pengaktifan secara kimia ditujukan agar memperluas permukaan pori bagian dalam karbon aktif tersebut sehingga dapat menyerap partikel zat Fe dalam air sampel Sungai Barito. Hasil yang diperoleh pada variasi proses aktivasi sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Aulia dan Widya (2009) dimana karbon aktif yang diproses secara fisika-kimia mampu menurunkan kadar ion logam berat dalam air lebih besar dibandingkan dengan proses aktivasi secara kimia-fisika. Efektifitas penyerapan yang lebih baik pada proses fisika-kimia dibandingkan dua proses lainnya disebabkan karena pada proses fisika-kimia pori-pori karbon batang pisang lebih dapat terbuka maksimal. Dengan melakukan aktivasi fisika terlebih dahulu, kadar air dari batang pisang akan berkurang lebih banyak sehingga dapat membantu zat aktivator pada aktivasi kimia bekerja lebih efektif untuk membuka pori-pori karbon agar dapat optimum melakukan penyerapan pada proses adsorpsi. Dari penelitian ini juga dapat dilihat bahwa batang pisang secara alami (tanpa aktivasi) dapat langsung digunakan sebagai adsorben tanpa melalui proses aktivasi terlebih dahulu. Hal ini dipengaruhi oleh tekstur batang pisang yang berongga-rongga serta kandungan karbonnya sendiri yang cukup tinggi.

#### Penurunan Kadar Fe dengan Variasi Aktivator

Variasi kedua dari percobaan ini adalah dengan menggunakan aktivator yang berbeda. Aktivator yang digunakan adalah  $\text{KMnO}_4$  dan  $\text{ZnCl}_2$ . Untuk proses aktivasi digunakan proses fisika-kimia yang merupakan hasil terbaik dari prosedur sebelumnya. Sedangkan untuk variasi waktu kontak, lama dekantasi, permukaan adsorben dan kecepatan pengadukan ditetapkan selama 1 jam, 20 menit, 40 mesh dan 150 rpm. Hasil pengujian yang diperoleh diberikan ke dalam Gambar 2.

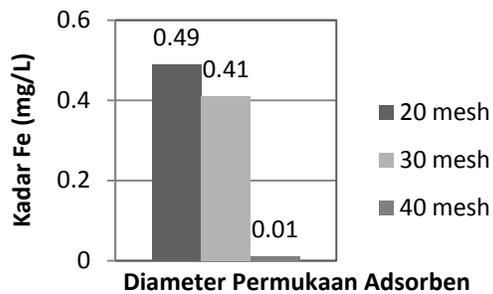


Gambar 2 Grafik perbandingan variasi aktivator

Berdasarkan Gambar 2 penurunan kadar Fe terbesar diperoleh pada adsorpsi dengan menggunakan aktivator  $\text{KMnO}_4$  dimana kadar Fe turun menjadi dibawah 0,01 mg/L (*under range*). Hasil yang diperoleh dengan aktivator  $\text{KMnO}_4$  mampu memenuhi standar baku mutu air yang telah ditetapkan dibandingkan dengan aktivator  $\text{ZnCl}_2$  yang masih berada di atas standar baku mutu air tersebut yaitu sebesar 0,35 mg/L. Kemampuan mengoksidasi yang lebih kuat dari  $\text{KMnO}_4$  dibandingkan  $\text{ZnCl}_2$  menyebabkan pemecahan ikatan hidrokarbon pada karbon aktif dengan aktivator  $\text{KMnO}_4$  lebih efektif, sehingga pori-pori karbon aktif tersebut akan bertambah luas dan mempermudah penyerapan ion Fe pada air sampel Sungai Barito. Kemampuan mengoksidasi yang kuat dari  $\text{KMnO}_4$  juga mengakibatkan bahan ini banyak digunakan secara langsung sebagai desinfektan air terutama untuk menghilangkan kandungan logam berat.

#### Penurunan Kadar Fe dengan Variasi Ukuran Diameter Permukaan Adsorben

Variasi ketiga dari percobaan menggunakan variasi ukuran diameter permukaan adsorben. Hasil terbaik dari dua prosedur sebelumnya digunakan sebagai variabel tetap pada variasi ini. Sedangkan untuk variasi waktu kontak, lama dekantasi dan kecepatan pengadukan ditetapkan selama 1 jam, 20 menit dan 150 rpm. Hasil yang diperoleh dari penelitian diberikan pada Gambar 3.

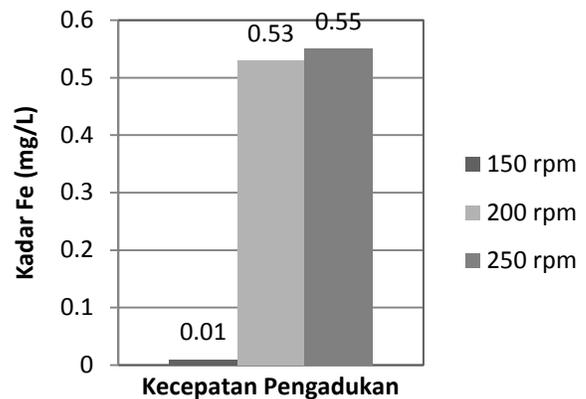


Gambar 3 Grafik perbandingan variasi ukuran diameter permukaan adsorben

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa penurunan kadar Fe terbesar terdapat pada adsorben dengan ukuran 40 mesh. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter adsorben, luas permukaan kontak yang terjadi akan semakin besar sehingga penyerapan oleh adsorben juga akan semakin efektif. Hasil yang didapat pada penelitian ini sesuai dengan hasil beberapa penelitian adsorpsi yang telah dilakukan sebelumnya baik oleh Isma dan Eka dalam proses adsorpsi ion Fe dan Mn dengan memanfaatkan limbah lumpur PDAM (2009) ataupun hasil penelitian Busmin yaitu pembuatan karbon aktif dari kayu gelam (2004). Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin kecil diameter permukaan adsorben maka luas penyerapan adsorben akan semakin besar.

#### Penurunan Kadar Fe dengan Variasi Kecepatan Pengadukan

Variasi keempat dari percobaan menggunakan variasi kecepatan pengadukan. Hasil terbaik dari tiga prosedur sebelumnya digunakan sebagai variabel tetap pada variasi ini. Sedangkan untuk variasi waktu kontak dan lama dekantasi ditetapkan selama 1 jam dan 20 menit. Hasil yang diperoleh dari penelitian diberikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan variasi kecepatan pengadukan

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa kadar Fe paling kecil dihasilkan dari proses dengan kecepatan pengadukan terkecil yaitu 150 rpm dengan kadar Fe kurang dari 0,01 mg/L (*under range*). Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa semakin cepat pengadukan maka penurunan kadar Fe yang terjadi semakin kecil. Hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan hasil yang didapatkan seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Isma dan Eka (2009) pada proses adsorpsi dengan menggunakan lumpur PDAM. Hal ini disebabkan karena semakin cepatnya pengadukan menyebabkan partikel adsorbat yang terserap oleh adsorben terlepas kembali akibat ikatan yang kurang stabil antara adsorbat yang telah terserap dengan adsorben. Dengan proses adsorpsi yang cukup lama (1 jam) menyebabkan mudahnya adsorbat terlepas dari ikatan yang kurang stabil.

#### Penurunan Kadar Fe dengan Variasi Lama Waktu Kontak

Waktu kontak adalah salah satu variabel yang mempengaruhi proses penyerapan, dimana waktu kontak merupakan lamanya kontak antara adsorben (karbon aktif) dengan adsorbat (ion Fe). Dalam suatu proses adsorpsi, proses akan terus berlangsung selama belum terjadi suatu kesetimbangan. Variasi terakhir yang digunakan adalah dengan mengatur lama waktu kontak. Dengan menggunakan hasil terbaik dari empat prosedur sebelumnya sebagai variabel tetap didapatkan pada variasi 1, 2 dan 3 jam lama waktu kontak kadar Fe yang diperoleh kurang dari 0,01 mg/L (*under range*). Hal ini dikarenakan waktu operasi yang terlalu lama menyebabkan kontak

antara adsorben dengan partikel Fe menjadi lebih efektif. Dari hasil yang diperoleh, semakin lama waktu kontak maka semakin banyak ion Fe yang terserap oleh adsorben. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik. Namun pada penelitian ini, saat waktu kontak 1 jam sudah diperoleh kadar Fe pada sampel yang memenuhi standar baku mutu air sehingga untuk waktu kontak selama 2 dan 3 jam kurang efektif karena standar baku mutu air telah terpenuhi dengan waktu kontak yang lebih cepat (1 jam). Alasan penggunaan waktu 1, 2 dan 3 jam didasarkan pada penelitian terlebih dahulu oleh Husni Husin dan Cut Meurah pada tahun 2007 dengan menggunakan karbon aktif dari batang pisang untuk mengadsorpsi ion Pb yang mendapatkan waktu efektif untuk adsorpsi ion Pb selama 2 jam. Dari beberapa variasi yang dilakukan, hasil optimum adsorpsi ion Fe dengan menggunakan karbon aktif batang pisang diperoleh pada adsorben yang diaktivasi secara fisika-kimia menggunakan aktivator  $\text{KMnO}_4$  0,1 M dengan ukuran diameter permukaan 40 mesh dan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan waktu kontak selama 1 jam.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah kami lakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses aktivasi terbaik agar dihasilkan penurunan kadar Fe yang besar adalah dengan melakukan proses aktivasi fisika terlebih dahulu yang dilanjutkan dengan aktivasi kimia.
2. Penurunan kadar Fe yang lebih besar diperoleh dari penggunaan aktivator  $\text{KMnO}_4$ .
3. Pada variasi ukuran diameter permukaan adsorben diperoleh penurunan kadar Fe terbaik pada ukuran 40 mesh.
4. Pada variasi kecepatan pengadukan diperoleh penurunan kadar Fe terbaik pada kecepatan 150 rpm.
5. Pada variasi lama waktu kontak diperoleh penurunan kadar Fe *under range* untuk semua variasi.

#### SARAN

Masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk dapat mengefektifkan penggunaan batang pisang sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan logam berat terutama besi (Fe) dalam air sungai yang masih menjadi alternatif

memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat bantaran sungai di Kalimantan Selatan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Angore et al., 2002, "Powdered activated carbon in an activated sludge treatment plant", *Water Research*, 18. Hal 133-137.
- Baquero, M.C. Giraldo, L. Moreno, J.C. Su'arez-Garc'F., Mart'inez-Alonso, A., Tasc'on J.M.D., 2003. "Activated Carbon by pyrolysis of coffee bean husks in presence of phosphoric acid, *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 70". Hal 779-784.
- Cheremisinoff and A. C. Morresi. 1978. "Carbon Adsorption Applications, Carbon Adsorption Handbook". Hal 7-8. Ann Arbor Science Publishers, Inc. Michigan.
- D.Y. Huang, and A. M. Mebel. 1997, *J Phys. Chem A* 107. Hal. 2865-2874.
- Freeman, H. M., 1989., "Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal", Mc.Graw Hill Book Company. U.S.A.
- Harris et al. 2001. "Influence Of Heat Chemical Treatment Of Activated Carbon Onto The Adsorption Of Organic Compound. *Water Res.* 28". Hal 1609-1617.
- Husin, H. dan Cut Meurah R., 2007, "Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Logam Timbal (Pb) Menggunakan Karbon Aktif Dari Batang Pisang". Universitas Syiah Kuala Darussalam. Banda Aceh.
- Masduqi A. dan Slamet. 2000, "Penurunan Senyawa Fosfat Dalam Air Limbah Buatan Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Halosisit. *Majalah IPTEK - Vol. 15*, No. 1: Hal 47-53.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/Menkes/SK/VII/2002
- Onrizal. 2005, "Restorasi Lahan Terkontaminasi Logam Berat". e-USU Repository. Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Renoua, S. Givaudan J. G. , Poulain S., Dirassouyan F., Moulin. 2008, "Landfill leachate treatment: Review and opportunity", *Journal of Hazardous Materials*, vol.150. Hal 468-493.
- Reynold, T. D., 1982, "Unit Operations And Processes In Environmental Engineering. Brooks/Cole" Engineering Division Monterey : California.

- Rosen, M.J. 1978, "Surfactant and Interfacial Phenomena". John Wiley and Sons, New York.
- Sembiring, M. T. dan Sinaga, T. S. 2003, "Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)". USU digital library. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sumathi, S. Chai, S.P. Mohamed, A.R., 2007, "Utilization of oil palm as a source of renewable energy in Malaysia Renewable and Sustainable Energy Review".
- Webber, J. B., J. A. Best, and J. U. Gonese. 1993, "Bioavailability and bioactivity of sorbed organic chemical", *In D. M. Linn, T. ,* hal. 153-187.
- Tchobanoglous, 1991, "Relationship Between The Activated Carbon Surface Area And Adsorption Model Coefficients For Removal Of Phenol From Water", *Water Qual, Res. J. Canada*, Vol. 30, hal 325-337.
- H. Carski, M. L. Brusseau, and F. H. Chang (eds). Sorption and Degradation of Pesticides and Organic Chemicals in Soil. SSSA, Inc., Madison, Wisconsin, USA.