

PENGARUH MAGNETIK Fe_3O_4 PADA SERBUK KARBON TERHADAP TINGKAT PENYERAPAN LIMBAH LOGAM Fe

Nur Akmal, Erman Taer, Sugianto

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

Nurakmal187@gmail.com

ABSTRACT

The study on synthesis and characterization of magnetic Fe_3O_4 carbon from mixture of rubber wood sawdust and FeCl_3 for heavy metal of Fe absorption on the Siak river water samples has been done. The process of milling and seiving resulted a small carbon particle size of 38 μm , the increase in surface area of the carbon has been achieved by chemical activation using the KOH Activator with weight ratio of carbon powder of 4: 1. After that, carbon powder that had been activated was mixed to FeCl_3 by comparison of 5: 4. The mixing process was done using a mortar and continued to ballmiling process for 2 hours. Finally, a mixture of carbon powder and FeCl_3 was carbonized at temperature of 850°C in N_2 gas and then proceed to washing and drying proceses in order to produce carbon magnetic Fe_3O_4 . Absorption testing of heavy metal of Fe in Siak river water samples was performed with variations in immersing time of $\frac{1}{2}$ hours, 1 hour, and 2 hours. Atomic absorption spectroscopy test results revealed that absorption after 2 hours increased from 34,17% (without Fe_3O_4) to 39,63% (using magnetic Fe_3O_4). Characterization of x-ray diffraction showed the peak of Fe at $2\theta = 46,28^\circ$ and scanning electron microscopy showed uniform particle size with irregular shape and whitish color. Results of Dispersive X-Ray Energy (DXE) proved the existence of metal Fe in magnetic carbon absorbent material Fe_3O_4 from rubber wood sawdust.

Keywords: *Magnetic Carbon Fe_3O_4 , Rubber wood sawdust, Heavy metal.*

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan dan pengujian karbon magnetik Fe_3O_4 dari campuran serbuk gergaji kayu karet dan FeCl_3 untuk penyerapan logam berat Fe pada sampel air Sungai Siak. Proses penggilingan dan pengayakan mendapatkan ukuran partikel karbon kecil dari 38 μm , peningkatan luas permukaan karbon dilakukan dengan aktivasi kimia menggunakan aktivator KOH dengan perbandingan berat KOH dan serbuk karbon adalah 4:1. Selanjutnya serbuk karbon yang telah diaktivasi dicampur menggunakan serbuk FeCl_3 dengan perbandingan 5:4. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan mortar dan dilanjutkan dengan proses *ballmiling* selama 2 jam. Akhirnya, campuran serbuk karbon dan FeCl_3 dikarbonisasi pada suhu 850°C dalam lingkungan gas N_2 dan kemudian dilanjutkan dengan pencucian dan pengeringan untuk menghasilkan karbon magnetik Fe_3O_4 . Pengujian serapan logam berat Fe dalam sampel air Sungai Siak

dilakukan dengan variasi waktu rendaman yaitu selama ½ jam, 1 jam, dan 2 jam. Hasil pengujian spektroskopi serapan atom memperlihatkan bahwa peningkatan penyerapan setelah waktu 2 jam dengan persentase serapan sebesar 34,17% tanpa Fe₃O₄ dan 39,63% dengan menggunakan magnetik Fe₃O₄. Pengujian difraksi sinar-X menunjukkan puncak Fe pada sudut 2θ = 46,28° dan *scanning electron microscopy* menunjukkan ukuran partikel hampir sama dengan bentuk tidak teratur dan berwarna keputihan. Energi *dispersives* sinar-X telah membuktikan keberadaan logam Fe di dalam bahan penyerap karbon magnetik Fe₃O₄ dari serbuk gergaji kayu karet.

Kata kunci: Serbuk karbon magnetik Fe₃O₄, Serbuk gergaji kayu karet, Logam Berat.

PENDAHULUAN

Sungai Siak merupakan sungai yang ditetapkan sebagai sungai terdalam di Indonesia dengan kedalaman 8-12 meter melalui Kecamatan Rumbai, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. (Naditia, 2011). Pencemaran air sungai dapat berasal dari berbagai sumber, seperti limbah industri, limbah rumah tangga, limbah pertanian dan lain-lain. Limbah industri dapat berupa bahan sintetik, logam, dan bahan beracun berbahaya. Limbah tersebut bersifat korosif dan dapat mematikan tumbuhan dan hewan air. Selain itu, limbah industri yang lebih berbahaya adalah yang mengandung logam berat seperti merkuri (Hg), kromium (Cr), timbal (Pb), kadmium (Cd), dan arsen (As). Apabila logam berat mencemari air yang selanjutnya dikonsumsi oleh organisme, seperti ikan dan biota perairan lainnya, maka akan berkumpul dalam waktu yang lama sehingga bersifat sebagai racun yang terakumulatif. Logam berat tergolong limbah Bahan Berbahaya Beracun pada kadar tertentu dapat membahayakan lingkungan sekitarnya karena bersifat toksik bagi hewan dan manusia. Adapun dampak logam berat bagi manusia dapat menyebabkan kanker paru-paru, kerusakan hati (liver) dan ginjal, jika kontak dengan kulit menyebabkan iritasi

dan jika tertelan dapat menyebabkan sakit perut dan muntah. Pengurangan zat pencemar secara fisika juga sering dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan yang dapat menyerap zat-zat pencemar seperti karbon aktif dan biomassa sel (Sugianto, 2012).

Penelitian ini, mencampurkan karbon aktif dari serbuk gergaji kayu karet dan FeCl₃ digunakan sebagai dasar pembuatan bahan komposit karbon aktif Fe₃O₄. Proses pencampuran dilakukan pada saat serbuk karbon sudah dipra-karbonisasi, dan selanjutnya dikarbonisasi pada suhu 850°C dalam lingkungan gas N₂. Campuran ini akan digunakan sebagai bahan penyerap limbah Sungai Siak logam berat khususnya Fe (besi), sehingga akhirnya dengan membuat komposit karbon magnetik Fe₃O₄ diharapkan peningkatan penyerapan baik dari segi waktu dan kuantitas limbah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan serbuk gergaji kayu karet sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif. Serbuk Gergaji Kayu Karet yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk gergaji kayu karet yang sudah dipra-karbonisasi pada suhu

280°C. Untuk keseragaman semua sampel ini diaduk merata secara homogen dengan menggunakan plastik kaca, kemudian dihaluskan dengan menggunakan *ballmilling*. Tujuan penggilingan adalah untuk menghasilkan serbuk yang ukurannya lebih kecil atau menjadi lebih halus. Serbuk karbon yang sudah halus, kemudian diayak dengan menggunakan ayakan berukuran 38 µm untuk mendapatkan ukuran butiran ≤ 38 µm sehingga serbuk yang dihasilkan menjadi serbuk yang homogen.

Aktivasi merupakan suatu proses yang bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori setelah proses karbonisasi serta dapat meningkatkan penyerapan ion ke dalam pori (Park *et al.*, 2004). Proses aktivasi dilakukan dengan menggunakan aktivator KOH dengan perbandingan berat KOH terhadap serbuk karbon adalah 4:1, kemudian dinetralkan menggunakan aquades dan larutan HCl berulang-ulang hingga pH air cucian menjadi netral. Selanjutnya serbuk karbon yang telah diaktivasi dan dicampur menggunakan serbuk FeCl₃ dengan perbandingan 5:4. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan mortar dan dilanjutkan dengan proses *ballmiling* selama 2 jam. Akhirnya, campuran

serbuk karbon dan FeCl₃ dikarbonisasi pada suhu 850°C dalam lingkungan gas N₂ dan kemudian dilanjutkan dengan pencucian dan pengeringan untuk menghasilkan karbon magnetik Fe₃O₄.

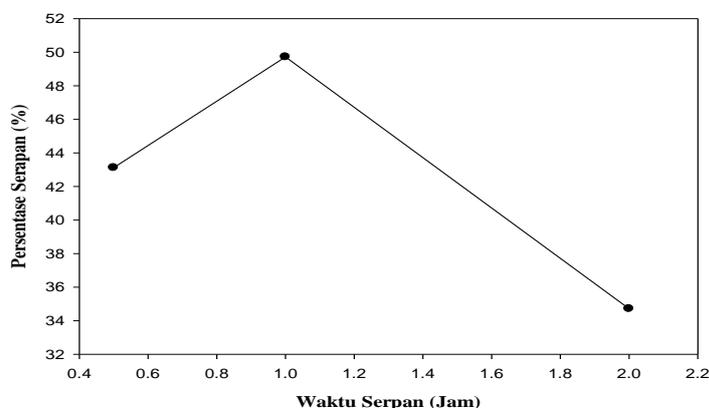
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengujian SSA

Hasil pengujian SSA pada air limbah Sungai Siak dibagi dalam beberapa tahap yaitu : (i) Air limbah Sungai Siak sebelum proses perlakuan penyerapan, dan (ii) air limbah Sungai Siak setelah proses perlakuan dengan bahan penyerapan dari karbon aktif tanpa Fe₃O₄ dan dengan penambahan magnetik Fe₃O₄. Data kandungan unsur yang terdapat dalam air Sungai Siak ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi logam berat yang terdapat dalam sampel limbah air Sungai Siak.

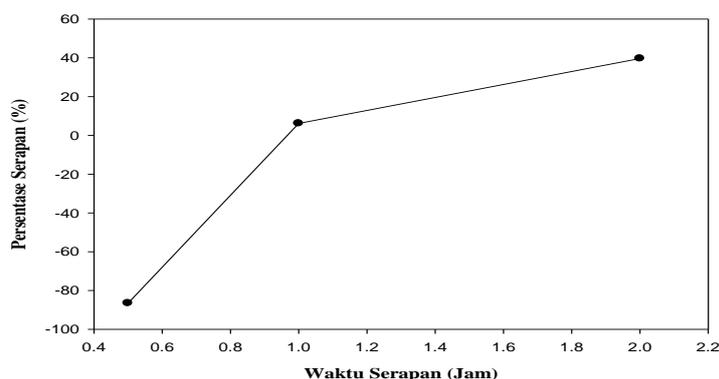
Jenis Logam Berat	Konsentrasi (ppm)
Fe	1,1004
Cu	0,0052
Pb	-0,0233



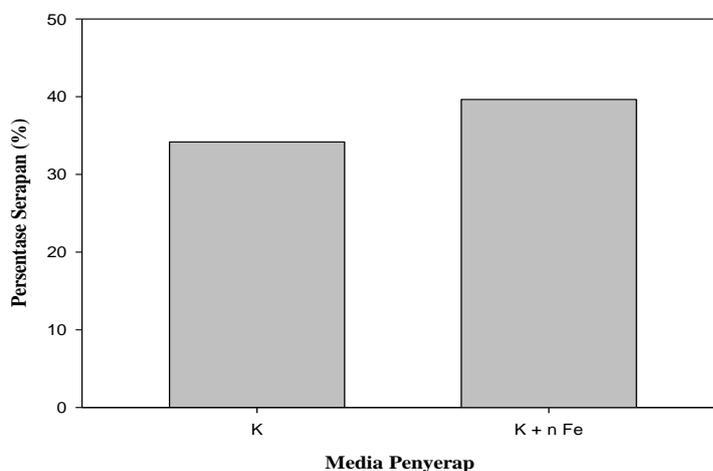
Gambar 1. Persentase penyerapan logam berat Fe pada karbon tanpa Fe₃O₄ dengan variasi waktu penyerapan.

Gambar 1 menunjukkan bahwa penyerapan optimum logam berat Fe yang direndam dengan karbon selama 1 jam dalam sampel air Sungai Siak. Secara keseluruhan pada waktu perendaman 1/2 jam penyerapan yang terjadi masih rendah yaitu, menunjukkan 0,6258 ppm. Penambahan waktu 1/2 jam menunjukkan peningkatan penyerapan sampai 0,5532 ppm. Secara keseluruhan

pada Gambar 1 ditunjukkan pada penyerapan selama 1 jam, Sedangkan untuk penyerapan optimum logam berat Fe yang direndam dengan magnetik Fe_3O_4 dalam sampel air Sungai Siak mengalami kenaikan selama 2 jam perendaman yaitu sebesar 0,6643 ppm dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase penyerapan logam berat Fe pada karbon magnetik menggunakan Fe_3O_4 dengan variasi waktu penyerapan.



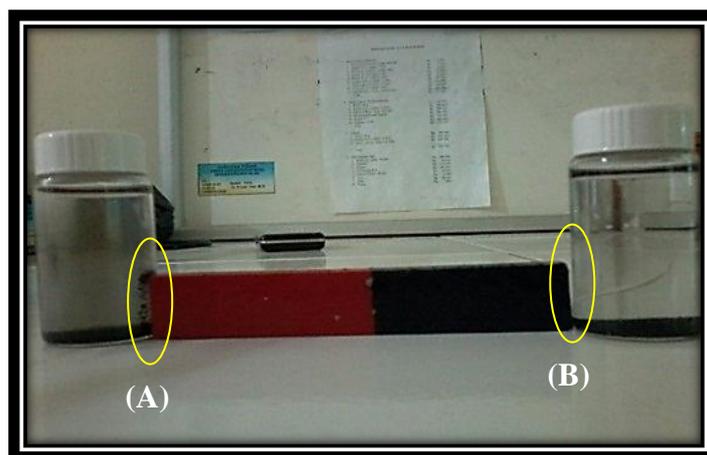
Gambar 3. Persentase serapan untuk media penyerap karbon dan media penyerap campuran karbon untuk waktu perendaman selama 2 jam.

Gambar 3 menunjukkan bahwa bahan penyerapan dari karbon aktif tanpa Fe_3O_4 dan dengan penambahan Fe_3O_4

selama 2 jam mengalami peningkatan dari 34,17% sampai 39,6%. Gambar 4 menunjukkan bahwa sampel karbon aktif

tanpa Fe_3O_4 dan dengan penambahan magnetik Fe_3O_4 memiliki respon yang lambat dengan medan magnet luar yang tertarik ke arah magnet menunjukkan komposit karbon magnetik Fe_3O_4 mempunyai sensitivitas yang rendah, sedangkan penelitian sebelumnya komposit karbon magnetik Fe_3O_4 memiliki respon yang cepat dengan medan magnet yang tertarik ke arah magnet dalam waktu yang singkat dan mempunyai sensitivitas yang tinggi. (Lunhong, 2011). Hal ini disebabkan oleh komposit karbon magnetik Fe_3O_4 yang terdapat dalam sampel air Sungai

Siak mungkin terurai atau terpisah dari komposit karbon magnetik Fe_3O_4 yang tertarik sedikit ke arah magnet dalam waktu yang singkat. Hal ini mungkin disebabkan pada saat proses pencampuran serbuk karbon dan FeCl_3 yang belum sempurna pada saat proses pencampuran dengan *ballmilling* pencampuran tidak terjadi secara sempurna karena campuran FeCl_3 dan serbuk karbon yang cenderung melekat pada permukaan tabung *ballmilling* sehingga menghambat proses pencampuran.

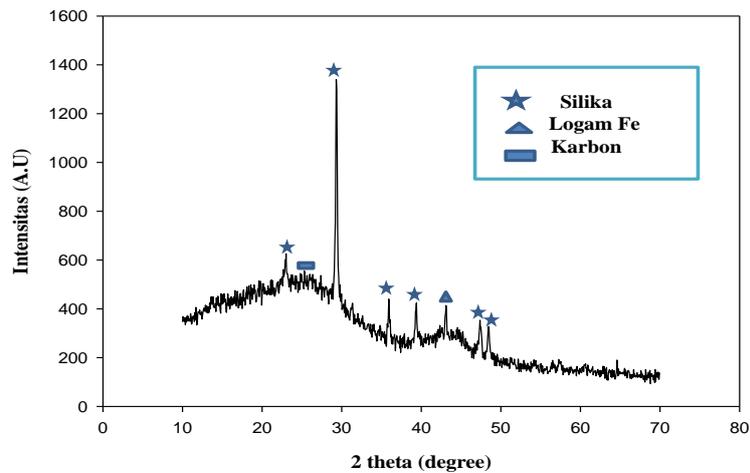


Gambar 4. Hasil respon sifat magnetik dari komposit karbon magnetik Fe_3O_4 (A) dan serbuk karbon (B) terhadap magnet batang.

2. Hasil pengujian XRD

Hasil pengujian difraksi sinar-X untuk sampel serbuk karbon sesudah proses penyerapan logam berat Fe selama 2 jam dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 menjelaskan difraktogram sinar-X untuk sampel serbuk karbon setelah terjadinya penyerapan Fe pada waktu serapan 2 jam kedalam air Sungai Siak. Sampel ini menunjukkan kehadiran

puncak baru yang ditunjukkan pada sudut $2\theta = 46,28^\circ$, dimana penelitian sebelumnya telah dilaporkan puncak Fe pada sudut 2θ disekitar $44,7^\circ$ adalah bersesuaian dengan puncak (110) untuk unsur Fe (Li, Yao *et al.* 2013). Hasil pembahasan XRD ini telah membuktikan kehadiran logam berat Fe setelah proses perendaman sampel air Sungai Siak.

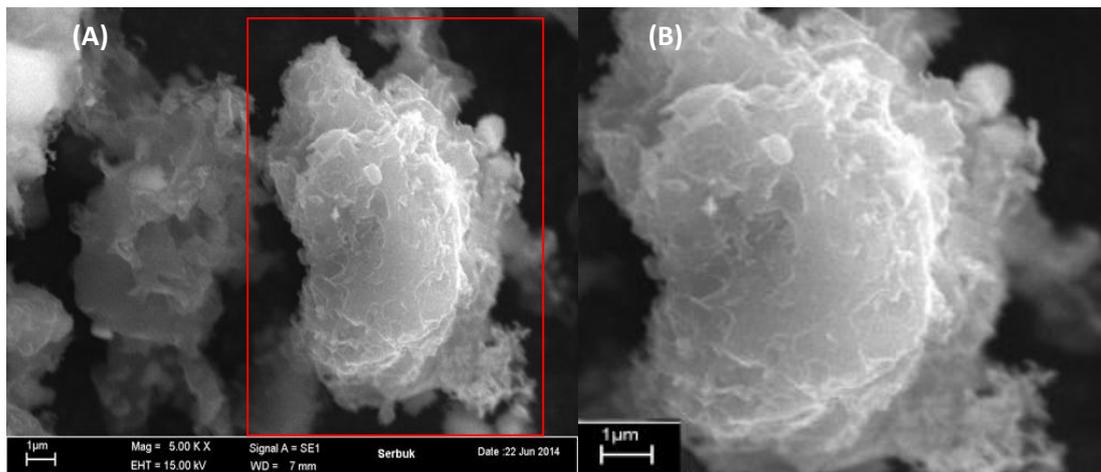


Gambar 5. Difraktogram sinar X untuk sampel serbuk karbon sesudah penyerapan logam berat Fe

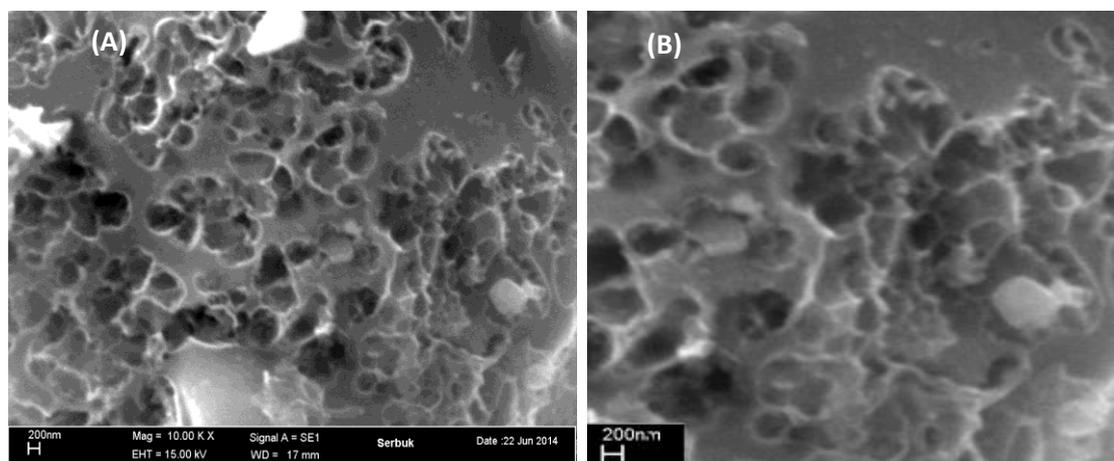
3. Hasil pengujian SEM

Untuk membuktikan keberadaan logam berat pada sampel serbuk karbon setelah proses penyerapan perlu dilakukan analisis SEM. SEM untuk sampel serbuk karbon sesudah proses penyerapan logam Fe pada perbesaran yang berbeda-beda ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7. Bentuk permukaan karbon aktif yang dihasilkan oleh karakterisasi SEM dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7 menunjukkan SEM karbon aktivasi dari serbuk gergaji kayu karet setelah proses perendaman pada sampel air Sungai Siak, dengan waktu penyerapan 2 jam. Gambar 6 menunjukkan permukaan sampel serbuk karbon setelah proses perendaman limbah dengan perbesaran yang berbeda-beda. Pada perbesaran 5000 X menunjukkan bahwa ukuran partikel secara umum terlihat hampir sama yang

tersusun dengan bentuk tidak teratur dengan ukuran panjang 10,73 μm dan lebar 6,389 μm yang berwarna keputihan. Gambar 6 (B) menunjukkan keadaan dimana satu partikel karbon dipilih yang merupakan bagian dari Gambar 6 (A) dari Gambar 6 (B) dapat diamati lebih jelas bahwa sebenarnya partikel karbon terdiri dari pori-pori yang lebih kecil. Gambar 7 merupakan pembesaran Gambar 7 dimana pengambilan SEM dilakukan pada pembesaran 10.000 X. Berdasarkan Gambar 7 (A) terlihat bahwa partikel karbon terdiri dari banyak pori-pori dan terdistribusi merata pada pemilihan daerah tertentu Gambar 7 (A) ditampilkan pada Gambar 7 (A). Berdasarkan Gambar ini dapat dihitung bahwa rata-rata ukuran pori adalah panjang 691,64 nm dan lebar 470,86 nm dari 5 pori yang dipilih. (Lampiran 2)



Gambar 6. Hasil SEM karbon aktif serbuk gergaji kayu karet dengan perbesaran 5000 X

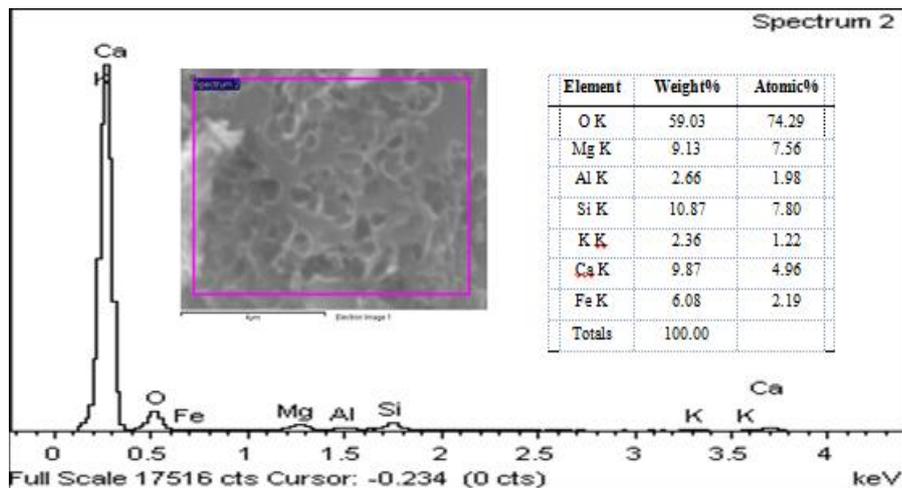


Gambar 7. Hasil SEM karbon aktif serbuk gergaji kayu karet dengan perbesaran 10.000 X.

4. Hasil pengujian EDX

Untuk mendukung hasil uji analisis SEM perlu dilakukan pengujian jenis unsur yang terdapat dalam sampel serbuk karbon. Pengujian ini dilakukan dengan analisis EDX untuk sampel serbuk karbon sesudah penyerapan logam Fe dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 8. Gambar 8 merupakan data pengujian EDX untuk sampel serbuk karbon yang telah direndam dengan limbah air Sungai Siak yang mengandung logam Fe dengan

konsentrasi 1.1004 ppm. Gambar 8 menampilkan hubungan kurva antara energi *dispersive* dengan intensitas. Masing-masing tingkat energi menunjukkan keberadaan elemen penyusun ditampilkan pada bahan karbon. Elemen penyusun ditampilkan pada Tabel yang terdapat dalam Gambar 8 dari Tabel jelas terlihat bahwa terdapat kehadiran logam Fe dengan persentase berat 6,08% untuk daerah yang dipilih, daerah yang dipilih juga ditampilkan Gambar 8.



Gambar 8. Hasil pengujian EDX untuk sampel serbuk karbon sesudah perendaman pada sampel air yang mengandung logam berat Fe.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil penyerapan logam berat Fe berdasarkan lamanya waktu penyerapan menunjukkan adanya perbedaan yang cukup jelas, dimana penyerapan logam Fe tanpa Fe_3O_4 menunjukkan keadaan optimum selama 1 jam dengan persentase penyerapannya 49,72%, sedangkan penyerapan logam Fe dengan penambahan Fe_3O_4 menunjukkan keadaan optimum selama 2 jam dengan persentase penyerapannya mencapai 39,63%. Keberadaan unsur logam Fe pada permukaan sampel serbuk karbon telah dibuktikan dengan hasil pengujian XRD, SEM dan EDX. Kehadiran logam Fe pada hasil pengujian EDX dengan persentase berat 6,08% .

DAFTAR PUSTAKA

Li, Yao. 2013. N-doped porous carbon with magnetic particles formed in situ for enhanced Cr(VI) removal. *SciVerse Science Direct*. 30 : 1-10

Lunhong, A. 2011. Removal of methylene blue from aqueous solution with magnetite loaded multi-wall carbon nanotube: Kinetic, isotherm and mechanism analysis. *SciVerse Science Direct*. 198 : 282-290

Naditia. 2011. Valuasi Ekonomi Ekosistem Sungai Siak, Kota Pekanbaru. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Park, B. O. 2004. Performance of supercapacitor with electrodeposited ruthenium oxide film electrodes-effect of film electrodes-effect of film thickness. *Journal of power sources*. 134:148.

Sugianto. 2012. Potensi dan karakterisasi limbah kulit durian sebagai adsorben limbah cair logam berat Pb,Cu, dan Zn. Tesis Jurusan Ilmu Lingkungan, PPS Universitas Riau, Pekanbaru.