





diantaranya yaitu Aluminium (Al), Merkuri (Hg), Plumbum (Pb), Zink (Zn), Chromium (Cr), Cuprum (Cu), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Besi (Fe) dan lain sebagainya (Wiyarsi, 2010). Pencemaran limbah yang terjadi diperairan dapat diatasi salah satunya dengan cara adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif (Fisli dkk, 2011). Usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan serapan karbon aktif adalah dengan mencampurnya dengan bahan nanomagnetik, seperti  $Fe_3O_4$ .

Penelitian ini menggunakan karbon aktif campuran bahan nanomagnetik  $Fe_3O_4$  sebagai penyerap untuk limbah logam berat telah ditunjukkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Akmal, 2014). Hasil penelitian yang telah dilakukan tersebut menghasilkan karbon aktif dan  $Fe_3O_4$  tidak berikatan dengan baik, sehingga pada saat proses perendaman didapat kandungan logam Fe terurai dengan karbon aktif yang meningkatkan kandungan logam Fe di dalam larutan dan menyebabkan nilai serapan menjadi relatif rendah. Berdasarkan dari penelitian sebelumnya solusi untuk meningkatkan serapan logam Fe, maka karbon aktif yang telah dicampur dengan bahan nanomagnetik  $Fe_3O_4$  perlu ditambahkan dengan bahan perekat. Pada penelitian ini diusulkan bahan perekat yang ditambahkan yaitu Polyvinylidene Fluorida (PVDF). PVDF yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebanyak 5% dari berat bahan yang akan dicampurkan (Rufford et al, 2009).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan bahan serbuk gergaji kayu karet yang telah di pra-karbonisasi pada suhu  $280^{\circ}C$  sebagai bahan dasar pembuatan karbon

aktif. Untuk keseragaman semua sampel ini diaduk merata secara homogen dengan menggunakan plastik kaca, kemudian dihaluskan dengan menggunakan *ball milling* selama 20 jam. 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  $38 \mu m$  untuk mendapatkan ukuran butiran  $\leq 38 \mu m$  sehingga serbuk yang dihasilkan menjadi serbuk yang homogen.

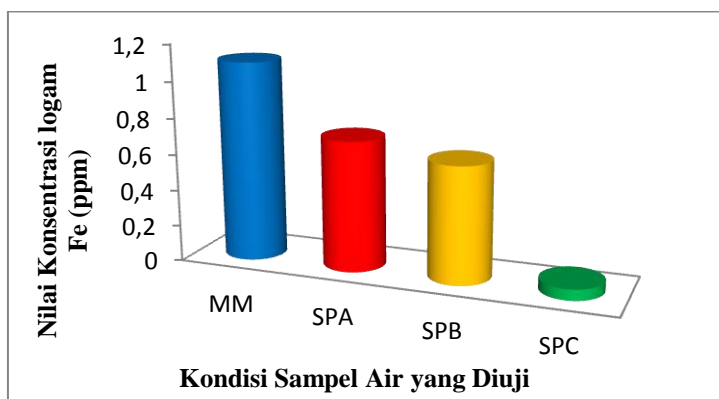
Proses aktivasi dilakukan dengan menggunakan aktivator KOH dengan perbandingan berat KOH dan serbuk karbon adalah 4:1, kemudian dinetralkan menggunakan aquades dan larutan HCl berulang-ulang hingga pH air cucian menjadi netral. Tujuan dari aktivasi adalah memperbesar pori yang akan meningkatkan daya adsorpsi. Selanjutnya serbuk karbon yang telah diaktivasi dan dicampur menggunakan serbuk  $FeCl_3$  dengan perbandingan 5:3. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan mortar dan dilanjutkan dengan proses *ball milling* selama 2 jam. Sampel yang telah dicampur kemudian di karbonisasi pada suhu  $850^{\circ}C$  dalam lingkungan gas  $N_2$  dan kemudian dilanjutkan dengan pencucian dan pengeringan untuk menghasilkan campuran  $Fe_3O_4$  dan serbuk karbon. campuran  $Fe_3O_4$  dan serbuk karbon ditambah dengan bahan perekat. Bahan perekat yang digunakan pada penelitian ini yaitu PVDF. PVDF yang ditambahkan sebanyak sebanyak 5% dari bahan campuran.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Hasil Pengujian SSA**

Pengujian sampel air Sungai Siak menggunakan alat SSA dilakukan untuk mengetahui kadar logam Fe yang terdapat pada limbah air Sungai Siak. Hasil pengujian penyerapan logam Fe oleh serbuk karbon gergaji kayu karet

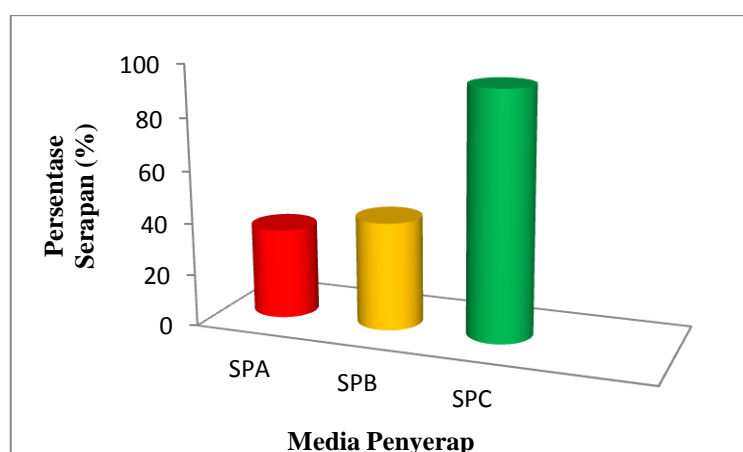
tanpa penambahan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan serbuk karbon, dengan penambahan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dengan penambahan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan PVDF untuk waktu perendaman selama 2 Jam dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 1. Nilai Konsentrasi limbah logam Fe (MM = Mula-mula, SPA = setelah penambahan serbuk karbon, SPB = setelah penambahan campuran  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan serbuk karbon dan SPC = setelah perendaman campuran  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF)

Gambar 1 menunjukkan nilai konsentrasi logam Fe didalam sampel air Sungai Siak pada keadaan MM, setelah direndamkan bahan penyerap SPA, SPB dan SPC. Masing-masing nilai konsentrasi limbah logam Fe yang

terkandung pada sampel air Sungai Siak pada keadaan MM yaitu 1,1004 ppm, pada keadaan SPA yaitu 0,7184 ppm, pada keadaan SPB yaitu 0,6420 ppm dan pada keadaan SPC yaitu 0,0604 ppm.



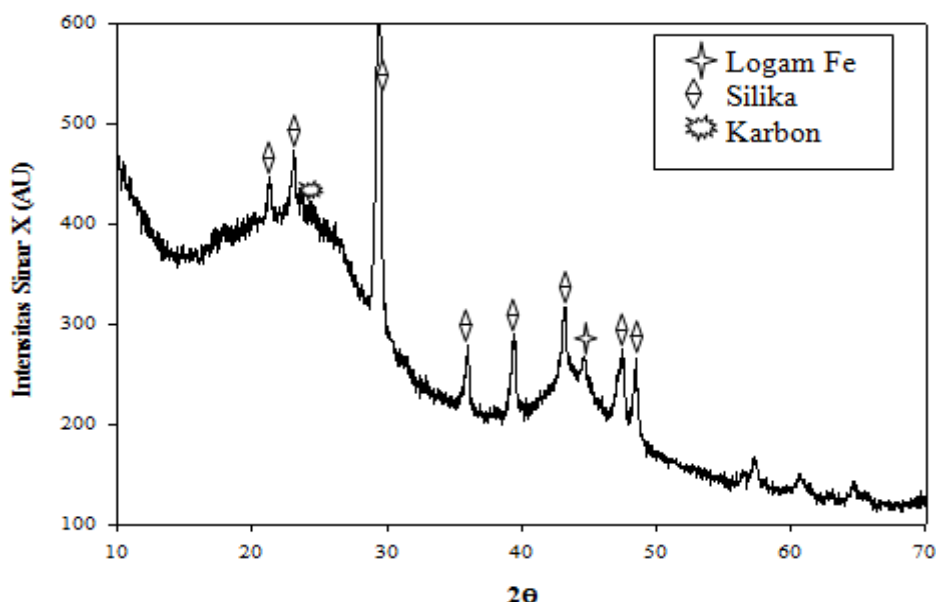
Gambar 2. Persentase serapan untuk media penyerap SPA, SPB dan SPC.

Gambar 2 menunjukkan persentase serapan limbah logam berat Fe pada sampel Air Sungai Siak dengan media penyerap yang berbeda yaitu SPA, SPB dan SPC yang masing-masing menunjukkan persentase penyerapan 34,71%, 41,65% dan 94,51%. Peningkatan persentase serapan dari media penyerap SPA dibandingkan dengan persentase serapan SPB persentasenya yaitu 6,94% disebabkan karena keberadaan bahan  $Fe_3O_4$  yang bersifat magnetik. Peningkatan ini disadari tidak begitu besar dikarenakan  $Fe_3O_4$  tidak terikat kuat dengan bahan karbon. Interaksi magnetik yang terjadi antara  $Fe_3O_4$  dengan logam berat Fe seiring dengan bertambahnya waktu perendaman akan semakin melemahkan bahan karbon  $Fe_3O_4$ . Diperkirakan dengan melemahnya ikatan karbon  $Fe_3O_4$  akan menyebabkan pelepasan logam Fe yang telah diikat maka dengan demikian persentase serapan pun tidak

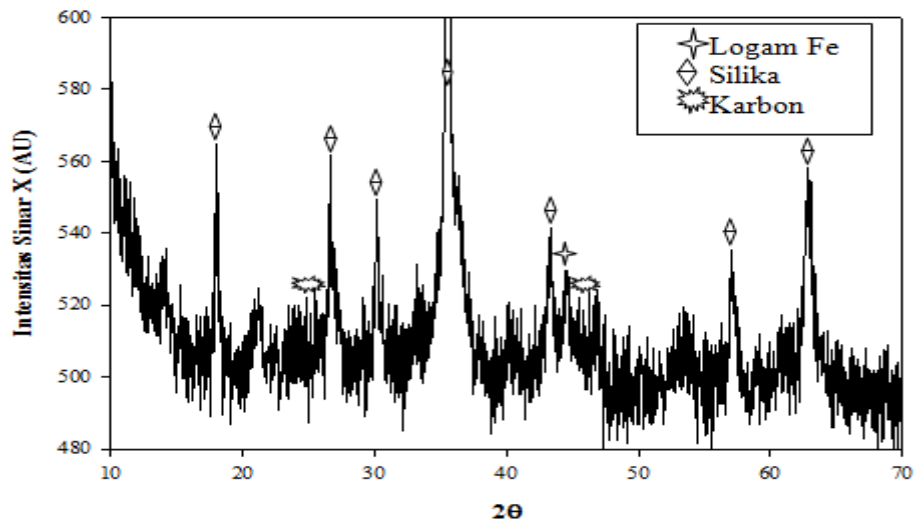
terlalu banyak peningkatannya. Sampel limbah air yang di rendam pada media penyerap SPC dibandingkan dengan yang direndam media media penyerap SPB ditunjukkan peningkatan persentase serapan yang cukup signifikan yaitu 52,86% . Kenyataan ini didukung oleh sifat perekat bahan PVDF yang dapat memperkuat ikatan bahan karbon dengan unsur magnetik  $Fe_3O_4$  sehingga media penyerap SPC ini mampu menyerap limbah logam Fe pada sampel air Sungai Siak yang lebih besar.

## 2. Hasil Pengujian Difraksi Sinar-X

Hasil pengujian difraksi sinar-X untuk sampel serbuk karbon dan campuran  $Fe_3O_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF sesudah proses penyerapan limbah logam beserta Fe untuk waktu perendaman selama 2 jam dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Difraktogram sinar-X untuk sampel SPA setelah penyerapan logam Fe untuk waktu perendaman selama 2 jam



Gambar 4. Difraktogram sinar-X untuk sampel SPC setelah penyerapan logam Fe untuk waktu perendaman selama 2 Jam.

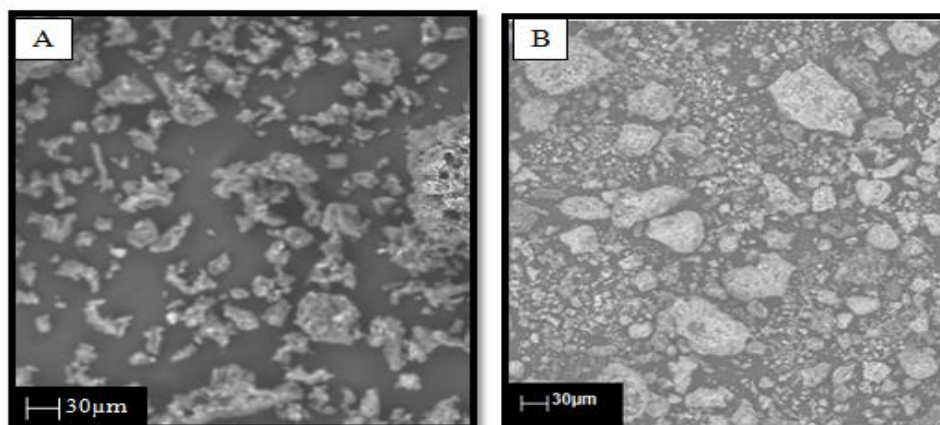
Gambar 3 dan Gambar 4 menjelaskan difraktogram sinar-X untuk sampel SPA dan SPC setelah terjadinya penyerapan Fe untuk waktu perendaman selama 2 jam kedalam air Sungai Siak. Sampel SPA dan SPC menunjukkan

kehadiran puncak pada sudut  $2\theta = 44,55^\circ$  dan  $2\theta = 44,76^\circ$ , dimana sudut  $2\theta$  disekitar  $44,7^\circ$  adalah bersesuaian dengan puncak (110) untuk unsur logam Fe (Li Yao et al, 2013).

### 3. Hasil Pengujian SEM

Hasil analisis *Scanning Electron Microscopy (SEM)* untuk sampel serbuk karbon dan untuk sampel campuran

$Fe_3O_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF sesudah proses penyerapan logam Fe pada perbesaran yang berbeda-beda ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Hasil SEM dengan Pembesaran 150X (A) serbuk karbon (B) campuran  $Fe_3O_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF

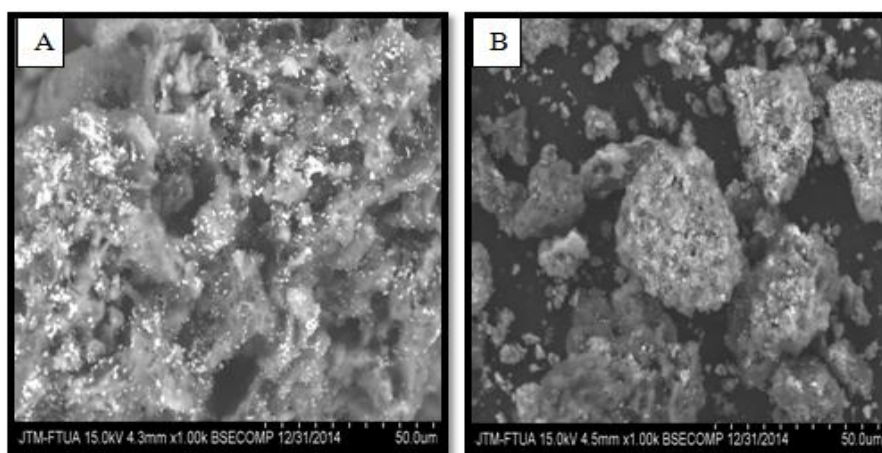
Gambar 5 (A) menunjukkan bahwa serbuk karbon memiliki ukuran butiran yang lebih halus dari pada campuran  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF Gambar 5 (B). Hal ini disebabkan karena PVDF bersifat perekat maka ketika campuran  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF akan mengakibatkan serbuk karbon dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  menjadi saling terikat satu sama lainnya sehingga terbentuk seperti bongkahan - bongkahan yang ukurannya lebih besar dari pada serbuk karbon tanpa penambahan PVDF. Berdasarkan Gambar ini dapat di hitung bahwa rata-rata ukuran partikel bahan serbuk karbon panjang  $25,5 \mu\text{m}$  lebar  $30,14 \mu\text{m}$  sedangkan untuk bahan campuran  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  pada serbuk karbon ditambah PVDF panjang  $51,1 \mu\text{m}$  dan lebar  $58,6 \mu\text{m}$ .

Gambar 6 (A) dan (B) merupakan pembesaran dari Gambar 5 (A) dan (B) yaitu hasil pembesaran 1000 X Gambar ini dimaksudkan untuk menunjukkan keberadaan logam Fe

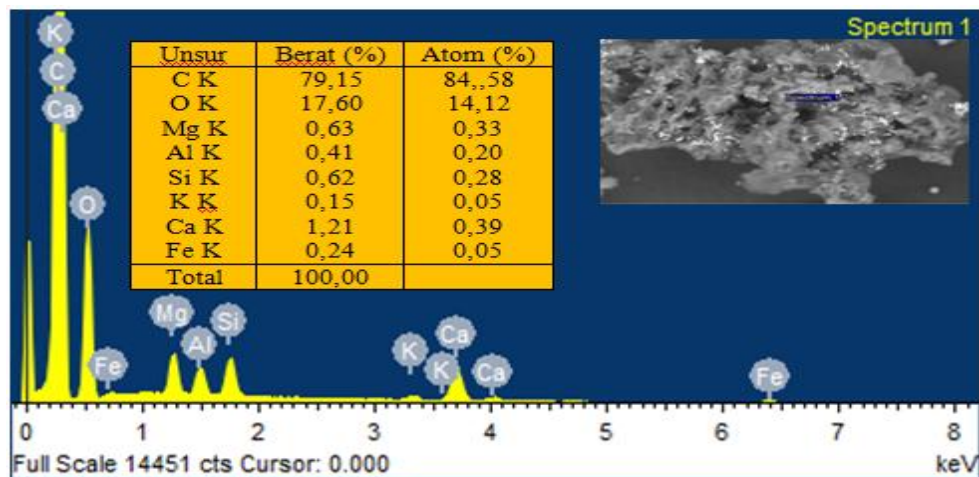
pada bahan penyerap karbon. Keberadaan logam Fe ditunjukkan dengan serbuk yang berwarna keputihan yang menyebar merata pada permukaan sampel karbon. Hal ini dikarenakan unsur yang memiliki nomor atom yang lebih besar akan mempunyai warna yang lebih cerah, dimana logam Fe nomor atomnya yaitu 26 sedangkan karbon nomor atomnya 6 maka dari itu gambar yang menunjukkan keberadaan logam Fe lebih cerah dari pada gambar yang menunjukkan keberadaan karbon.

#### 4. Hasil Pengujian EDX

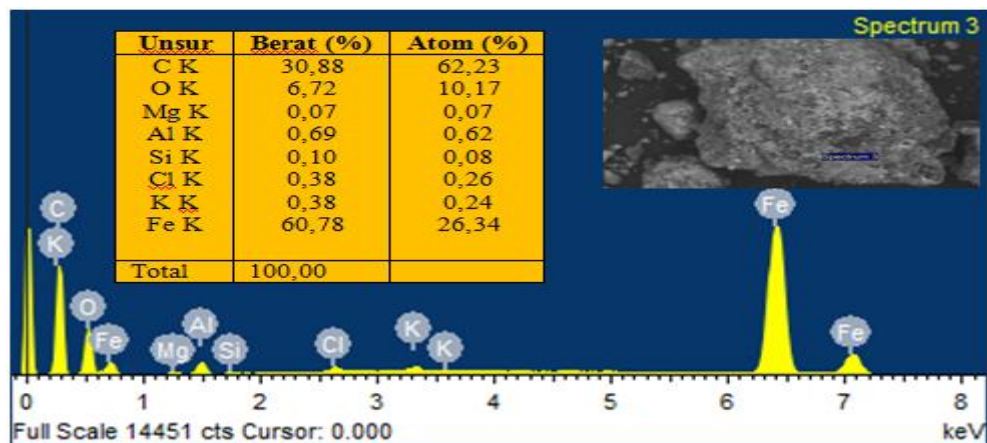
Hasil uji analisis SEM perlu didukung dengan pengujian jenis unsur yang terdapat dalam sampel serbuk karbon. Pengujian ini dilakukan dengan analisis *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) untuk sampel karbon sesudah penyerapan logam Fe dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 6. Hasil SEM dengan Pembesaran 1000 X (A) serbuk karbon (B) campuran  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF.



Gambar 7. Hasil pengujian EDX untuk sampel serbuk karbon setelah perendaman



Gambar 8. Hasil pengujian EDX untuk sampel campuran  $Fe_3O_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF setelah perendaman pada sampel air yang mengandung logam Fe

Gambar 7 dan Gambar 8 menampilkan hubungan kurva antara energi dispersif dengan intensitas. Masing-masing tingkat energi menunjukkan keberadaan elemen penyusun ditampilkan pada bahan karbon. Elemen penyusun yang ditampilkan pada Gambar 7 yaitu sampel serbuk karbon setelah perendaman selama 2 Jam menunjukkan bahwa terdapat kehadiran logam Fe dengan persentase berat 0,24% dan Gambar 8 yaitu sampel campuran  $Fe_3O_4$  dan

serbuk karbon ditambah PVDF setelah perendaman selama 2 Jam menunjukkan bahwa terdapat kehadiran logam Fe dengan persentase berat 60,78% untuk daerah yang dipilih ditunjukkan dengan tanda spektrum. Keberadaan unsur-unsur lain seperti Mg, Al, Si, Cl dan K serta Ca dengan persentase yang relatif kecil kemungkinan disebabkan keberadaan unsur-unsur ini yang juga terlarut dalam limbah air Sungai Siak, tapi pada penelitian ini fokus pada logam berat Fe.



## KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil penyerapan logam berat Fe untuk waktu perendaman selama 2 Jam menunjukkan adanya perbedaan yang cukup jelas, dimana penyerapan logam Fe serbuk karbon tanpa  $Fe_3O_4$  dengan persentase penyerapannya 34,17%, penyerapan logam Fe dengan penambahan  $Fe_3O_4$  dengan persentase penyerapannya 41,65%, sedangkan penyerapan logam Fe dengan penambahan PVDF pada campuran  $Fe_3O_4$  dan serbuk karbon persentase penyerapannya menunjukkan keadaan yang optimum yaitu 94,51%. Keberadaan unsur logam Fe pada permukaan sampel karbon telah dibuktikan dengan hasil pengujian XRD, SEM dan EDX. Kehadiran unsur logam Fe pada hasil pengujian EDX untuk media penyerap serbuk karbon dengan persentase berat 0,24% dan untuk media penyerap campuran  $Fe_3O_4$  dan serbuk karbon ditambah PVDF dengan persentase 60,78%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Nur. 2014. *Pengaruh Magnetik  $Fe_3O_4$  pada Serbuk Karbon terhadap Tingkat Penyerapan Limbah Logam Berat Fe*. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Fisli, A., Wardiyati, S., & Ridwan. 2011. *Penyerapan Logam Ni dalam Larutan Oleh nanokomposit+  $Fe_3O_4$ . Karbon Aktif*. Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN). Batam. Tangerang.
- Li, Yao., et al. *N-doped Porous Carbon with Magnetic Particles Formed in Situ for Enhanced Cr(VI) Removal*. 2013. *Water Research* 47, 4188-4197.
- Putri, N. A. D. 2011. *Kebijakan Pemerintah dalam Pengendalian Pencemaran Air Sungai Siak (Studi pada Daerah Aliran Air Sungai Siak Bagian Hilir)*. Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Vol.1, No. 1.
- Wiyarsi, A., dan Priyambodo, E. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Kitosan Dari Cangkang Udang terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat*. Skripsi Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rufford, T. E., et al. ,2009. *Double-Layer Capacitance Of Waste Coffee Ground Activated Carbons In An Organic Electrolyte*. *Electrochemistry Communications*. 11, 974-977.

