KFI
Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia (KFI) Jurusan Fisika FMIPA
Univ. Riau Pekanbaru. Edisi Oktober 2016. ISSN.1412-2960

# PEMANFAATAN POTENSI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI KARBON AKTIF UNTUK PEMBERSIH AIR LIMBAH AKTIVITAS PENAMBANGAN EMAS

**Erman Taer[*)] Widya Sinta Mustika[**)], Sugianto**
*Prodi Fisika*
*Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*
*Kampus Bina Widya, Jl. Prof. Dr. Muchtar Luthfi*
*Pekanbaru 28293*
**)Email: widyasintamustika@ymail.com

**ABSTRACT**

The usage of biomass as activated carbon for waste water cleaning aplication can be fabricated with a combine of the activation and carbonization method. Activated carbon was made from oil palm empty fruit bunches (EFB) by the some processing stage cobs into carbon pellets form, then the carbonization process was carried out at a temperature of 800 $^0$C in the pressure of nitrogen ($N_2$). Chemical activation used KOH solutation as activator. Scanning Electron Microscopies (SEM) methode was used to analyze the structure and surface morphology of activated carbon of pellets EFB. While the composition of chemical elements onto the sample that was analyzed by using Energy Dispersive X-ray (EDX). Activated carbon adsorption ability test for heavy metals by using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Based on the EDX spectra indicate the presence of the elements carbon (C) 79.79%, while the maximum contamination of Fe 2.36% and 0.61% Zn. Based on the Measuring of adsorpsion of heavy metal by SSA that showed the optimum adsorption of Fe 78.52% and Zn 77.23% , due to the results show that the activated carbon pellet EFB have a high adsorption of the heavy metals of iron (Fe).

***Keywords***: *Activated Carbon, oil palm empty bunches, Heavy Metal, Gold Mining*

**ABSTRAK**

Pemanfaatan biomassa sebagai karbon aktif untuk aplikasi pembersih air limbah dapat dilakukan dengan kombinasi metode aktivasi dan karbonisasi. Karbon aktif dibuat dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) melalui beberapa tahap pengolahan tongkol menjadi pelet karbon, kemudian dilakukan proses karbonisasi pada suhu 800 $^0$C di lingkungan gas Nitrogen ($N_2$). Aktivasi kimia menggunakan larutan KOH sebagai aktivator. Metode *Scanning Electron Microscopy* (SEM) digunakan untuk menganalisa struktur dan morfologi permukaan pelet karbon aktif TKKS. Sementara komposisi unsur kimia penyusun sampel yang dianalisa menggunakan *Energy Dispersif X-Ray* (EDX). Uji kemampuan serapan karbon aktif terhadap logam berat dilakukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Dari spektrum EDX menunjukkan kehadiran unsur karbon (C) 79,79 %, sedangkan kontaminasi maksimum logam Fe 2,36 % dan Zn 0,61 %. Dari pengujian serapan logam berat berdasarkan SSA diperoleh hasil bahwa serapan optimum untuk Fe 78,52 % dan Zn 77,23 %, sehingga hasil penelitian menunjukkan bahwa pelet karbon aktif TKKS memiliki daya serap yang lebih tinggi terhadap logam berat besi (Fe).

**Kata kunci** : Karbon Aktif, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Logam Berat, Penambangan Emas

## PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan salah satu sentra produksi kelapa sawit di Indonesia dengan total luas lahan perkebunan kelapa sawit 2,2 juta ha pada tahun 2012, serta produksi tandan buah segar 7.047.221 ton pada tahun yang sama [1]. Rata-rata setiap tandan buah segar mengghasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebesar 20 – 30 % dari berat totalnya. Setiap hektar ( ha ) kebun dapat menghasilkan 4-5 ton TKKS pertahun [2]. Produksi limbah TKKS dalam volume besar akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Dekomposisi TKKS yang sangat lambat yaitu antara 6-12 bulan akan menimbulkan pencemaran lingkungan jika TKKS tidak dikelolah dengan baik. Salah satu teknik pengolahan yang dapat diterapkan adalah pengolahan TKKS menjadi karbon aktif. TKKS merupakan bahan yang berpotensi menjadi karbon aktif [3] karena memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi dengan komposisi sellulosa 45,95% , hemiselulosa 16,49% dan lignin 22,84% [4]. Material lignoselulosa yang terdapat pada TKKS memiliki kemampuan menyerap logam berat karena mengandung gugus aktif seperti –OH dan COOH [5]. Karbon aktif dapat diaplikasikan sebagai pembersih air limbah, misalnya penyerap logam berat pada limbah cair aktivitas penambangan emas tradisional. Logam – logam berat yang muncul diantaranya Besi ( Fe ) dan Seng ( Zn ) [6].

## METODE PENELITIAN

TKKS yang sudah diolah dipra-karbonisasi pada suhu 280°C dalam ruang hampa udara, selanjutnya dilakukan proses penghalusan menggunakan *grinder* dan *ballmilling* serta pengayakan.

Aktivasi kimia menggunakan larutan KOH. Tahap selanjutnya, serbuk dicetak menjadi pelet dengan *Hydraulic Press*. Pelet dikarbonisasi menggunakan furnace pada suhu 800 $^0$C di lingkungan gas nitrogen ($N_2$) sehingga terbentuk pelet karbon aktif. Proses pemolesan, penetralan dan pengeringan dilakukan untuk mengurangi cacat pada pelet karbon aktif, sehingga terbentuk pelet karbon aktif yang dapat diaplikasikan sebagai penyerap.

Studi penyerapan dilakukan terhadap logam berat pada air limbah penambangan emas di desa Kasang Limau Sundai Kabupaten Kuantan Singingi. Uji konsentrasi logam berat pada air limbah dilakukan sebelum dan sesudah perlakukan penyerapan oleh karbon aktif menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Morfologi hasil penyerapan logam berat pada permukaan sampel dikarakterisasi menggunakan metode *Scanning Electron Microscopies* (SEM) dan *Energy Dispersif X-Ray* (EDX).

Karakterisasi SEM dan EDX dilakukan pada sampel pelet karbon aktif sebelum dan sesudah perendaman untuk waktu kontak Fe 5 jam dan Zn 3 jam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji SSA terhadap kadar logam berat sebelum perendaman sampel pelet karbon disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Data Uji Kadar Logam Berat Sebelum Adsorpsi

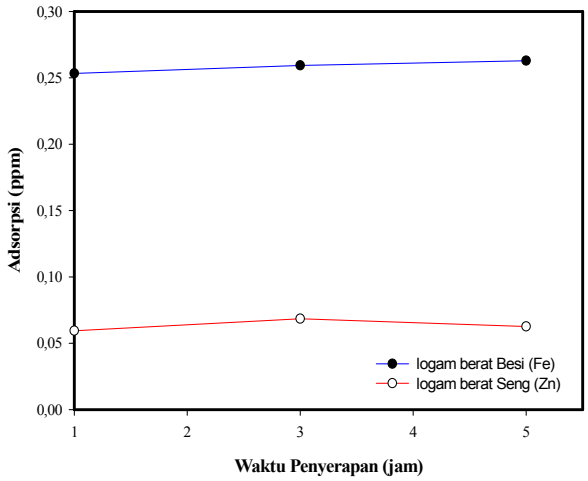
| Jenis logam berat | Kadar awal logam berat (ppm) |
|---|---|
| Besi (Fe) | 0,3348 |
| Seng (Zn) | 0,0887 |

Tabel 1 menunjukkan bahwa logam berat besi (Fe) terakumulasi lebih banyak dibandingkan logam berat seng (Zn). Analisa konsentrasi logam berat sesudah perendaman pelet karbon aktif TKKS disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Data Uji Kadar Logam Berat Sesudah Adsorpsi

| Jenis logam | Waktu adsorpsi (jam) | Kadar logam terserap (ppm) | Kadar logam di air (ppm) | Persentase (%) |
|---|---|---|---|---|
| Besi (Fe) | 1 | 0,2533 | 0,0815 | 75,66 |
| | 3 | 0,2593 | 0,0755 | 77,45 |
| | 5 | 0,2629 | 0,0719 | 78,52 |
| Seng (Zn) | 1 | 0,0594 | 0,0293 | 66,97 |
| | 3 | 0,0685 | 0,0202 | 77,23 |
| | 5 | 0,0626 | 0,0261 | 70,57 |

Hasil uji SSA pada Tabel 1 dapat diplot seperti Gambar 1. kemampuan adsorpsi pelet karbon terhadap logam berat besi (Fe) dan seng (Zn).

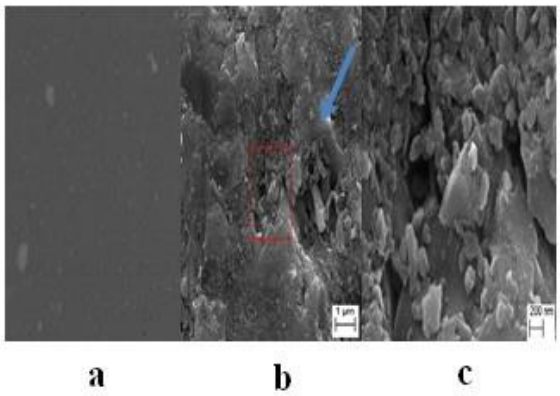



**Gambar 1** Kurva Adsorpsi Pelet Karbon Aktif TKKS TerhadapLogam Berat Besi (Fe) dan Seng (Zn)

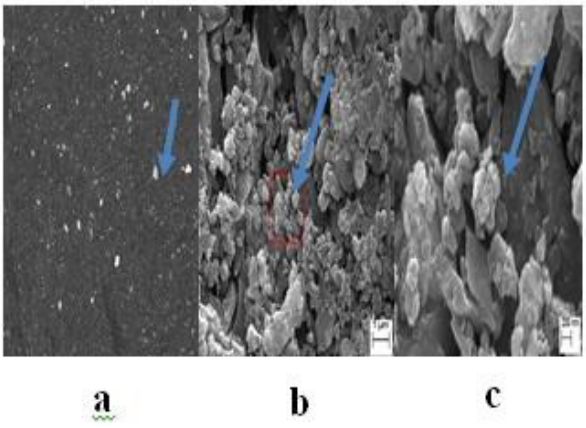
Gambar 1 merupakan kurva perbandingan Berdasarkan Gambar 1 dapat dinyatakan bahwa pelet karbon aktif TKKS lebih efektif digunakan sebagai adsorben logam berat besi (Fe). Perbedaan kemampuan adsorpsi ini dipengaruhi oleh sifat kemagnetan logam yang diserap dan waktu kontak. Gambar 1 menerangkan bahwa kurva penyerapan logam berat besi (Fe) meningkat berdasarkan waktu. Adsorpsi juga berasal dari gaya elektrostatis antara ion logam dan gugus fungsional oksigen dipermukaan karbon aktif [7]. Interaksi elektrostatis antara pelet karbon aktif dan logam berat besi menimbulkan efek magnetisasi besi sehingga Fe memiliki kemampuan untuk menarik ion Fe lainnya. Kurva Adsorpsi pada Gambar 1 menunjukkan bahwa waktu optimum adsorpsi logam berat Zn adalah 3 jam. Waktu kontak optimum adsorpsi

logam berat Zn oleh karbon aktif ampas tebu adalah 3 jam [8].

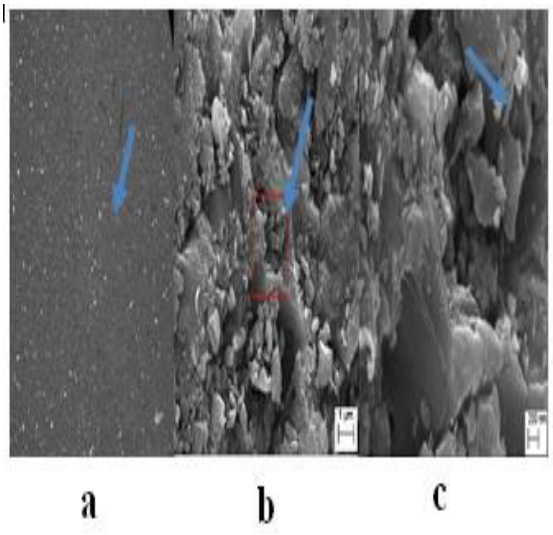
Keberadaan logam berat besi (Fe) dan seng (Zn) pada permukaan sampel secara morfologi dibuktikan dengan hasil karakterisasi SEM. Gambar 2; 3 dan 4 masing-masing merupakan hasil SEM pada sampel sebelum dan sesudah perendaman untuk Fe 5 jam dan Zn 3 jam dengan 3 variasi perbesaran, yaitu < 100 X, 5000 X, dan 20000 X.




**Gambar 2** Hasil SEM sampel tanpa perendaman a) perbesaran 75 X b) perbesaran 5000 X c) perbesaran 20000 X




**Gambar 3** Hasil SEM sampel perendaman Fe 5 Jam a) perbesaran 61 X b) perbesaran 5000 X c) perbesaran 20000 X




**Gambar 4** Hasil SEM sampel perendaman Zn 3 Jam
a) perbesaran 21 X
b) perbesaran 5000 X
c) perbesaran 20000 X

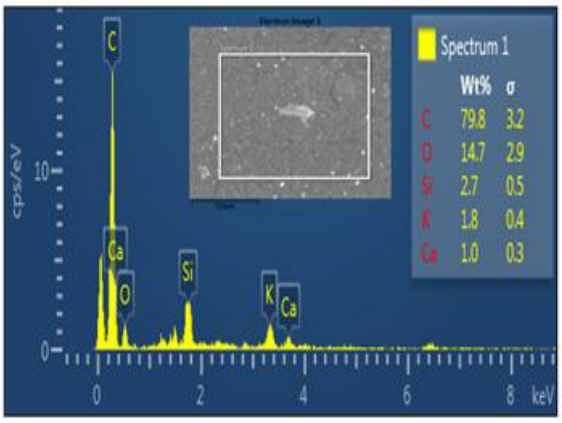
Gambar 2.a menampilkan permukaan yang didominasi warna hitam yang merupakan karbon. Sedangkan Gambar 3.a dan Gambar 4.a menunjukkan bahwa logam berat muncul setelah adsorpsi oleh karbon aktif yang ditandai dengan butiran kecil berwarna putih pada permukaan sampel.

Gambar 2.b menunjukkan bahwa permukaan karbon aktif sebelum perendaman seperti lempengan yang menyatu satu sama lain dan sedikit lubang hitam yang mengindikasikan keberadaan pori karbon. Gambar 3.b dan Gambar 4.b menunjukkan bahwa proses perendaman menghadirkan partikel-partikel logam berat yang menutupi permukaan karbon . Selain itu, Gambar 2.b menunjukkan bahwa partikel yang menutupi permukaan

karbon setelah proses perendaman pelet karbon selama watu kontak 5 jam lebih banyak dibandingkan dengan waktu kontak 3 jam yang disajikan oleh Gambar 4.b.

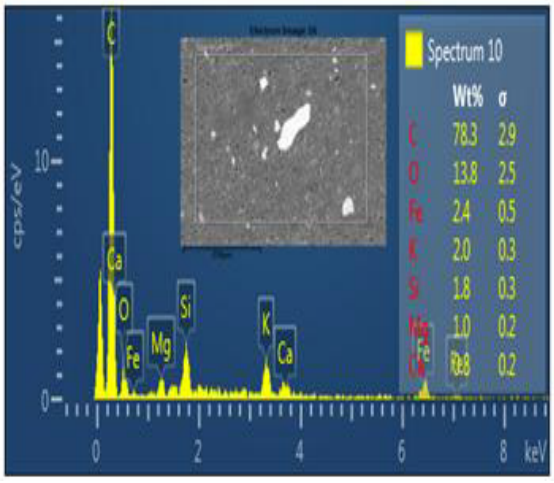
Gambar 3.c menunjukkan bahwa logam pengotor ini terlihat seperti membentuk ikatan dengan partikel sejenisnya. Partikel ini disimpulkan sebagai ion logam berat Fe, sebab pada keadaan alamiah Fe dapat menarik ion Fe lainnya. Sementara itu, Gambar 4.c menunjukkan pola sebaran logam berat tunggal pada permukaan pelet karbon aktif yang merupakan partikel Zn. Hasil mikroskopis SEM logam Fe pada permukaan karbon aktif monolit ampas tebu terlihat seperti grafit yang membentuk lembaran, sedangkan morfologi logam Zn berbentuk speris [8]. Untuk membuktikan bahwa partikel pengotor pada permukaan sampel merupakan Fe dan Zn maka dilakukan analisa EDX.

Karakterisasi EDX dilakukan untuk membuktikan keberadaan unsur logam berat yang muncul pada permukaan pelet karbon aktif. Analisa dengan metode EDX ini berupa persentase kuantitas unsur penyusun yang terdapat pada permukaan sampel terhadap suatu area analisa. Persentase unsur penyusun pelet karbon aktif TKKS sebelum perendaman dan spektrum analisa disajikan pada Gambar 5.



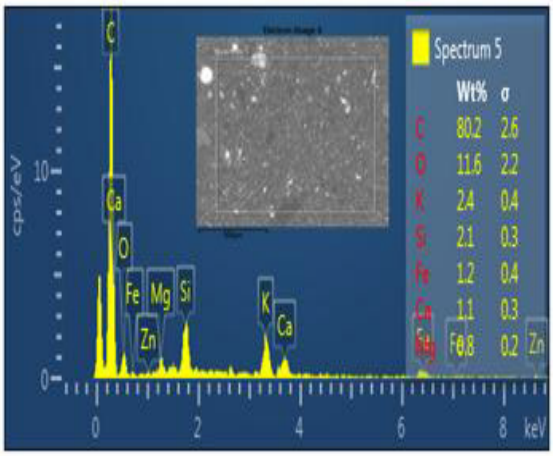

**Gambar 5** Kurva Spektrum Uji EDX Terhadap Sampel Tanpa Perendaman

Gambar 5 menerangkan bahwa sampel pelet karbon aktif TKKS sebelum proses perendaman dalam air limbah didominasi oleh unsur karbon (C). Proses perendaman pelet karbot aktif TKKS ke dalam air limbah memunculkan logam berat dipermukaan sampel. Data dan spektrum uji EDX untuk sampel pelet karbon dengan waktu kontak perendaman Fe 5 jam disajikan pada Gambar 6.




**Gambar 6** Kurva Spektrum Uji EDX Terhadap Sampel Perendaman Fe Selama 5 Jam

Gambar 6 membuktikan bahwa setelah perendaman dengan waktu kontak 5 jam, muncul logam berat Fe dengan kuantitas sebesar 2,4 %. Namun, unsur Zn tidak muncul pada spektrum uji untuk waktu kontak 5 jam. Hasil ini disebabkan adsorpsi Zn semakin berkurang saat waktu kontak mencapai 5 jam, sehingga kuantitas Zn pada permukaan sampel tidak terdeteksi. Kuantitas dan spektrum uji unsur penyusun sampel pelet pada uji serapan Zn 3 jam disajikan pada Gambar 7.




**Gambar 7** Kurva Spektrum Uji EDX Terhadap Sampel Perendaman Zn Selama 3 Jam.

Hasil uji EDX pada Gambar 7 menunjukkan bahwa proses perendaman pelet karbon aktif TKKS selam waktu kontak 3 jam mampu menyerap logam berat Fe dan Zn. Kadar Fe yang terserap yaitu sebesar 1,2 % dan Zn dengan persentase yang lebih kecil sehingga kuantitas Zn tidak terlihat pada gambar 7.

## KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat karbon aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) pada suhu karbonisasi 800 $^{o}$C. Hasil uji kemampuan serapan dan karakterisasi sifat fisika karbon menunjukkan bahwa karbon aktif TKKS efektif untuk menyerap logam berat besi (Fe).

## UCAPAN TERIMAKSIH

Kami mengucapkan terimaksih kepada DP2M DIKTI atas bantuan pendanaan melalui *project* penelitian Hibah Kompetensi tahun 2015 dengan judul Nanokarbon Berbasis Limbah Biomassa sebagai Inti Elektroda Campuran Untuk Superkapasitor.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2013. Data Statistik Perkebunan Provinsi Riau. Pekanbaru

[2] Malik, A. 2007. *Disain dan Pembuatan Mesin Pencincang Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Artikel Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Andalas

[3] Islam M, Dahlan I. 2000. Productivity and nutritive values of different fractions of oil palm (Elaeis guineensis). *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. Vol (8): Hal 1113-1120

[4] Darnoko, D. Siahaan, D. Nuryanto, E. Elisabeth, J. Erningpraja, L. Tobing, P.L. Naibaho, P.M. Ryanti, H. 2002. *Teknik Pengolahan Kelapa Sawit dan*

*Produk Turunannya.* Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan

[5] Richana, N. Lestina, P. Irawadi, T. 2004. Karakterisasi Lignoselulosa dari Limbah Tanaman Pangan dan Pemanfaatannya untuk Pertumbuhan Bakteri RXA III-5 Penghasil Xilanase. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen. Institut Pertanian Bogor*. Vol (23): Hal 112

[6] Effendi P, H. 2003. Telaahan Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta

[7] Yin, C.Y., Aroua, M.K., Daud, W.M.A.W., 2007. Review of modification of activated carbon for enhancing contaminant uptakes from aqueous solutions. *Sep. Purif .Technol*. Vol(52): Hal 403–415

[8] Putri, R.A. 2013. *Pembuatan Karbon Aktif dari Ampas Tebu untuk Penyerap Logam Berat (Zn dan Fe) di Sungai Siak*. Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau