

## Review Journal Thermodynamics Carbon Active Adsorption Empty Fruit bunch of Heavy Metal from Liquid Waste

Sandi Kurnia\*, Ricky Andi Syahputra and Moondra Zubir

Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Psr V, No. 1589-Medan 20221, Indonesia

\*Email : kurn14sand1@gmail.com

### ABSTRACT

*Research on metal adsorption isotherms with activated carbon oil palm empty fruit bunches in liquid waste. Oil palm empty fruit bunches are used as adsorbent for metal absorption. Oil palm empty fruit bunches are prepared at 105<sup>0</sup> C for 24 hours to get a constant weight then are characterized by SEM. Oil palm empty fruit bunches are heated at temperatures (400<sup>0</sup> C – 700<sup>0</sup> C) to get activated carbon. Re-characterization using SEM at optimum conditions shows that the pore surface is expanding. Then with a batch method for metal absorption (Cu, Pb, Hg) and analyzed using AAS. The most common absorption of activated carbon of oil palm empty fruit bunches is Cu (II). Based on the Langmuir and Freundlich R<sup>2</sup> models close to 1, which means that multi-layer adsorption occurs.*

**Keywords:** SEM, AAS, Thermodynamics.

### I. Pendahuluan

Polusi logam berat adalah satu masalah lingkungan paling serius yang dihadapi dunia saat ini. Kegiatan industri terus menerus menghasilkan pelepasan logam berat ke lingkungan air.<sup>1</sup> Untuk itu diperlukan metode untuk menanggulangi polusi logam berat. Salah satu metode yang digunakan yaitu adsorpsi.

Karbon aktif adalah salah satu jenis adsorben yang digunakan dan banyak dikembangkan untuk adsorpsi logam berat karena memiliki kapasitas adsorpsi yang besar dan dapat diregenerasi ulang.<sup>2</sup> Karbon aktif dapat diperoleh dari bahan-bahan yang tidak terpakai dan keberadaannya melimpah. Contohnya yaitu tandan kosong kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit diolah untuk menghasilkan karbon aktif melalui pemanasan yang tinggi.

Isoterm adsorpsi merupakan adsorpsi dengan keadaan suhu yang konstan. Data yang dapat

diperoleh dari model isoterms adsorpsi dapat digunakan untuk menentukan parameter termodinamika seperti perubahan energi bebas Gibbs ( $\Delta G$ ), perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) dan perubahan entropi ( $\Delta S$ ). Isotherm adsorpsi menggambarkan proses distribusi adsorbat di antara fase cair dan fase padat sehingga dapat diperoleh data kapasitas adsorpsi.<sup>3</sup> Dalam isoterm adsorpsi proses tersebut digambarkan dengan sebuah persamaan atau rumus. Isoterms adsorpsi yang umum digunakan adalah isoterm Freundlich dan Isoterm Langmuir. Tujuan jurnal untuk menentukan parameter termodinamika terhadap sampel tandan kosong kelapa sawit untuk penyerapan logam di dalam limbah cair pada beberapa literasi.

### II. Metodologi Penelitian

#### 2.1. Bahan kimia, peralatan dan instrumentasi

Bahan yang dipakai dalam yaitu, sampel tandan kosong kelapa sawit, dan Aquades bebas

mineral. Peralatan yang digunakan yaitu labu Erlenmeyer 250 ml, oven, kertas saring Whatman, Atomic Adsorption Spectroscopy (AAS) dan

### 2.2. Prosedur penelitian

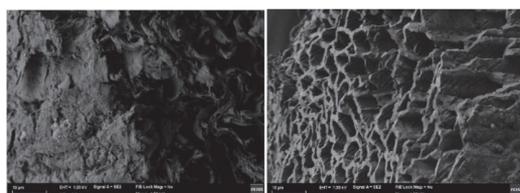
Tandan kosong kelapa sawit dicuci bersih menggunakan air mengalir. Lalu tandan kosong kelapa sawit dipotong menjadi lebih kecil untuk memudahkan pada saat pirolisis. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105<sup>o</sup> C selama 24 jam untuk mendapatkan berat konstan. Proses pirolisis menggunakan pemanasan dari suhu kamar ke suhu yang sudah ditentukan (400<sup>o</sup> C – 700<sup>o</sup> C) untuk mendapatkan karbon aktif.

Karbon aktif yang sudah jadi selanjutnya dilakukan menggunakan metode batch. Karbon aktif kemudian dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer 250 mL. Kemudian ditambahkan aquades bebas mineral. Dan selanjutnya di masukkan logam yang akan diserap (Cu, Pb, dan Hg) dan diaduk dengan cepat. Hasil pengadukan kemudian dikarakterisasi menggunakan alat AAS dan BET.

### III. Hasil dan Diskusi

#### 3.1. Analisis hasil pirolisis

Mekanisme adsorpsi dapat dijelaskan menggunakan model difusi intra partikel. Berdasarkan hal itu maka diperlu dilakukan dengan metode batch, karna metode ini menggunakan pengadukan cepat sehingga pemindahan adsorbat ke pori adsorben dapat memungkinkan. Data yang di peroleh dari metode batch adalah laju adsorpsi adsorben hingga sampai ke keadaan setimbang.



(a) (b)

**Gambar 1.** (a) Gambar SEM tandan kosong kelapa sawit (b) Gambar SEM tandan kosong kelapa sawit pada pemanasan optimum.

Hasil karakterisasi data dari SEM menunjukkan bahwa gambar 1 (a) adalah kondisi tandan kosong kelapa sawit sebelum dilakukan pemanasan. Berdasarkan gambar pori-pori pada permukaan tandan kosong masih ditutupi oleh zat-zat pengotor sehingga volume pori tidak terlihat. Sedangkan gambar 1 (b) menunjukkan bahwa

setelah pemanasan pada keadaan optimum membuat pori-pori pada permukaan yang sebelumnya ditutupi zat pengotor sudah hilang, artinya terjadi pertambahan luas pada volume pori tandan kosong kelapa sawit. Sehingga cocok dilakukan penyerapan logam karena permukaan pori yang luas.

**Tabel 1.** Data Langmuir dan Freundlich.

Ion logam	Suhu (K)	Langmuir			Freundlich			Referensi
		q <sub>max</sub> (mg/g)	b (1/menit)	R <sup>2</sup>	K <sub>f</sub> (L/mg)	n (mg/g)	R <sup>2</sup>	
Cu (II)	338	79.4	0.0019	0.928	0.92	1.09	0.997	Daneshfozoun et al. (2018)
Hg (II)	823	11.3821	0.0184	0.972	2.4752	3.3469	0.993	Kurniawan et al. (2016)
Pb (II)	973	58.8	0.0777	0.999	7.89	0.732	0.836	Samsuri et al. (2014)

Pemanasan yang dilakukan pada suhu tinggi untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang berada di pori pada permukaan karbon aktif. Jika pengotor tersebut dihilangkan maka pori akan menjadi lebih luas sehingga penyerapan akan semakin lebih banyak. Sampel karbon aktif tandan kosong kelapa sawit yang digunakan adalah sampel yang tidak dilakukan aktivasi menggunakan pelarut.

Bedasarkan data dari tabel 1 maka dapat di peroleh bahwa data R<sup>2</sup> dari metode Langmuir dan Freundlich ketiga literatur tersebut mendekati angka 1. Artinya adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi *multilayer*. Untuk logam yang teradsorpsi diperoleh q<sub>max</sub> berturut turut yaitu Cu (II) > Pb (II) > Hg (II). Maka logam yang paling banyak terserap adalah logam Cu (II).

Menurut Shabuden adsorpsi ion logam berat menggunakan karbon aktif cenderung mengikuti model isotherm Freundlich. Apabila nilai n berada antara 1-10, adsorpsi logam oleh karbon aktif tandan kosong kelapa sawit berlangsung baik dan signifikan<sup>4</sup>. Dan berdasarkan data dari tabel maka dapat disimpulkan

### IV. Kesimpulan

Sampel tandan kosong kelapa sawit di preparasi dan dipanaskan selama 24 jam untuk mendapatkan berat konstan, kemudian dengan pemanasan yang tinggi (400<sup>o</sup> C – 700<sup>o</sup> C) untuk mendapatkan karbon aktif. Karbon aktif kemudian dikarakterisasi menggunakan SEM dan diperoleh hasil volume pori karbon aktif lebih luas setelah pemanasan optimum. Metode batch untuk

menyerap logam (Cu, Pb, Hg). Diperoleh melalui data AAS hasil penyerapan logam paling banyak adalah logam Cu(II). Berdasarkan Isoterm model Freundlich dan Langmuir diperoleh hasil  $R^2$  mendekati 1 artinya penyerapan terjadi secara *multilayer*.

## Referensi

1. S. A. Zamani et. al (2017, March.). "Removal of Zinc from Aqueous Solution by Optimized Oil Palm Empty Fruit Bunches Biochar as Low Cost Adsorbent." *Bioorganic Chemistry and Application*. 1(1), pp. 1-9.
2. T. W. Kurniawan et. al (2016, March.). "Kinetics and Adsorption Isotherm Modelling of Mercury Ion Using Active Carbon from Palm Empty Fruit Bunches." *Orbital : Jurnal ilmu dan Terapan Kimia*. 1(2) pp. 59-79.
3. S. Daneshfozoun et. al (2018, Dec.). "Kinetic, Isotherm and Thermodynamics of Heavy Metal Ion Sorption onto Raw and Agro-Base Magnetic Biosorbent." *Research and Advances : Environmental Sciences*. 1(1), pp. 27-42.
4. A. W. Samsuri et. al (2013, March.). "Characterization of biochars produced from oil palm and rice husks and their adsorption capacities for heavy metals." *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 11(4), pp. 967-976.