

## ADSORPSI ION LOGAM BERAT Pb(II) DENGAN *BIOCHAR* RESIDU PIROLISIS KAYU *Macaranga gigantea*

Novi Artika, R.R. Dirgarini J.N Subagyono dan Irfan Ashari Hiyahara

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman,  
Jl. Barong Tongkok No. 4 Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

\*Corresponding author: dirgarini@fmipa.unmul.ac.id

### ABSTRAK

Adsorpsi ion logam berat Pb(II) dengan *biochar* residu pirolisis kayu *Macaranga gigantea* telah dipelajari. Kapasitas adsorpsi untuk variasi pH memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 8,65 mg/g dengan pH optimum yaitu 4. Kapasitas adsorpsi untuk variasi waktu memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 6.58 mg/g dengan waktu optimum yaitu 60 menit dan untuk kapasitas adsorpsi untuk variasi konsentrasi memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 78,21 mg/g dengan konsentrasi maksimum 200 ppm.

**Kata Kunci:** *Biochar*, *Macaranga gigantea*, *Pb*, *Adsorpsi*.

### PENDAHULUAN

Pada industri selama proses pewarnaan berlangsung banyak mempergunakan logam-logam berat seperti Cu, Zn, Cr, Cd, Ni, Pb yang berbahaya untuk kehidupan makhluk hidup. Limbah yang dihasilkan jika tidak ditangani dengan tepat, maka dapat mengancam kehidupan makhluk di sekitarnya. Salah satu logam yang paling sering adalah Timbal (Pb) [1]. Proses penanganan limbah logam berat dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti adsorpsi, pertukaran ion, dengan selaput tipis (membran), pengendapan, penguapan, penggumpalan, elektrokimia dan elektroforesis [2]. Proses adsorpsi lebih banyak digunakan karena memiliki banyak keuntungan diantaranya sangat efektif untuk menyerap logam berat dan serta lebih ekonomis [3]. Salah satu adsorben dari limbah biomassa adalah *biochar* yang merupakan residu atau hasil samping proses pirolisis.

Pirolisis adalah proses penguraian komponen-komponen kayu keras dengan menggunakan suhu yang tinggi tanpa adanya oksigen [4]. Berdasarkan suhu dan lamanya proses, pirolisis dibagi menjadi 2 yaitu pirolisis cepat dan pirolisis lambat. Pada pirolisis cepat suhu yang digunakan ialah 450-600 °C dan waktu yang digunakan ialah 0,5 – 5 detik sedangkan pada pirolisis lambat suhu yang digunakan ialah < 400 °C dan waktu yang digunakan 1-2 jam [5]. Pada pirolisis lambat produk yang dihasilkan yaitu *biocrude oil*, arang dan gas.

*Biochar* adalah produk kaya karbon yang diperoleh ketika biomassa, seperti kayu, pupuk kandang, atau daun, dipanaskan dalam wadah

tertutup dengan sedikit atau tanpa udara yang tersedia. Dalam istilah yang lebih teknis, BC diproduksi oleh apa yang disebut dekomposisi termal bahan organik di bawah pasokan oksigen (O<sub>2</sub>) yang terbatas dan pada suhu yang relative rendah (700°C). *Biochar* adalah arang mampu menyerap molekul, anion dan kation dalam bentuk senyawa organik maupun anorganik, larutan ataupun gas.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Peparasi sampel

*Biochar* yang digunakan terlebih dahulu digerus, lalu sampel diayak dengan ukuran 100 mesh [6].

#### Pembuatan Kurva Kalibrasi Pb

Larutan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dibuat menjadi larutan standar dengan konsentrasi 0,25 mg/L, 0.50 mg/L, 0.75 mg/L dan 1.0 mg/L. Selanjutnya, absorbansi dari masing-masing konsentrasi tersebut diukur dengan menggunakan AAS. Pengujian konsentrasidengan menggunakan AAS. Kemudian, kurva kalibrasi antara konsentrasi larutan standar Pb dengan absorbansi dibuat agar diperoleh persamaan regresi linear  $y = ax + b$ .

#### Adsorpsi Terhadap Logam Berat Pb Variasi pH

Adsorben *biochar* ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Kemudian, larutan Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ditambahkan sebanyak 50 mL dengan konsentrasi 25 mg/L pada pH 2. Kemudian, campuran tersebut diaduk

dengan menggunakan *stirrer* selama 1 jam pada suhu ruang hingga tercampur merata. Selanjutnya, campuran disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtrat yang dihasilkan. Selanjutnya, filtrat hasil adsorpsi diukur konsentrasinya menggunakan AAS. Langkah yang sama diulangi untuk pH 4 dan 5.

### Variasi Waktu

Adsorben *biochar* ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Kemudian, larutan  $Pb(NO_3)_2$  ditambahkan sebanyak 50 mL dengan konsentrasi 25 mg/L pada pH optimum. Kemudian, campuran tersebut diaduk dengan menggunakan *stirrer* selama 1 jam pada suhu ruang hingga tercampur merata. Selanjutnya, campuran disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtrat yang dihasilkan. Selanjutnya, filtrat hasil adsorpsi diukur konsentrasinya menggunakan AAS. Langkah yang sama diulangi untuk waktu 15 menit, 30 menit, 90 menit dan 150 menit.

### Variasi Konsentrasi

Adsorben *biochar* ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Kemudian, larutan  $Pb(NO_3)_2$  ditambahkan sebanyak 50 mL dengan konsentrasi 25 mg/L. Kemudian, campuran tersebut diaduk menggunakan *stirrer* dengan waktu optimum pada

suhu ruang hingga tercampur merata. Selanjutnya, campuran disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtrat yang dihasilkan. Selanjutnya, filtrat hasil adsorpsi diukur konsentrasinya menggunakan AAS. Langkah yang sama diulangi untuk konsentrasi 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L dan 200 mg/L.

### Teknik Analisis Data

Untuk nilai kapasitas adsorpsi ( $Q_e$ ) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q_e = \frac{\text{konsentrasi awal (mg/L)} - \text{konsentrasi akhir (mg/L)}}{\text{berat adsorben (g)}} \times \text{volume larutan (L)}$$

Selanjutnya, dibuat grafik kapasitas adsorpsi berdasarkan variasi konsentrasi dan waktu.

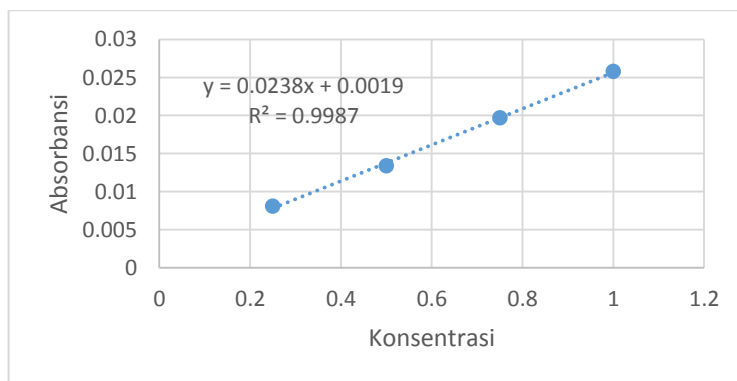
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preparasi

Pada preparasi *Macaranga gigantea* digerus menggunakan lumpang alu dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh [6]

### Pembuatan Kurva Kalibrasi Pb

Kurva kalibrasi digunakan untuk menentukan daerah linearitas dari pengukuran antara konsentrasi dalam sampel dengan daerah terukur yang diberikan. Kurva kalibrasi Pb ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva kalibrasi Pb

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan bahwa kurva kalibrasi tersebut memiliki nilai  $R^2$  mendekati 1 yaitu 0,9987 dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yaitu 0,9993. Jika nilai  $R^2$  dan  $r$  mendekati 1 maka, linearitas kurva kalibrasi dikategorikan baik. Berdasarkan kurva kalibrasi diperoleh persamaan  $y = 0,0238x + 0,0019$ . Selanjutnya nilai  $x$  pada persamaan garis linear tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi

dari Pb yang tidak teradsorpsi oleh *biochar* dari kayu *Macaranga gigantea* [7].

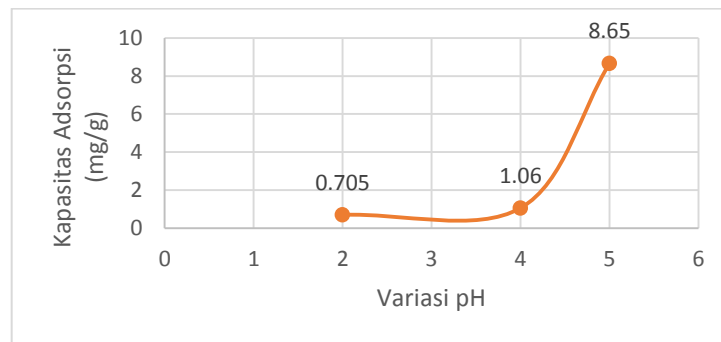
### Adsorpsi Terhadap Logam Berat Pb(II)

#### Variasi pH

Adsorpsi dengan variasi pH bertujuan untuk menentukan pH maksimum penjerapan dari *biochar* dari kayu *Macaranga gigantea* terhadap timbal. Nilai kapasitas adsorpsi *biochar* dari kayu *Macaranga gigantea* terhadap timbal pada beberapa variasi pH ditunjukkan pada gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi pada timbal menggunakan *biochar* kayu *Macaranga gigantea* untuk variasi pH berkisar antara 0,7 – 8,65 mg/g pada rentang pH antara 2-5. Hasil pH optimum dari adsorpsi ion logam Pb 5 dimana dalam kondisi asam permukaan adsorben juga bermuatan positif, yang akan menyebabkan terjadi tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam, sehingga adsorpsinya pun menjadi

rendah. Sedangkan pada pH netral, ion-ion logam dapat mengalami reaksi hidrolisis dalam larutan sehingga menjadi tidak stabil dalam bentuk ion logam semula. Pada pH basa atau diatas pH 5, jumlah proton ( $H^+$ ) relatif kecil dan menyebabkan peluang terjadinya pengikatan logam menjadi besar sehingga ion-ion logam dapat membentuk endapan hidroksida sehingga efisiensi penyerapannya sukar ditentukan [8].

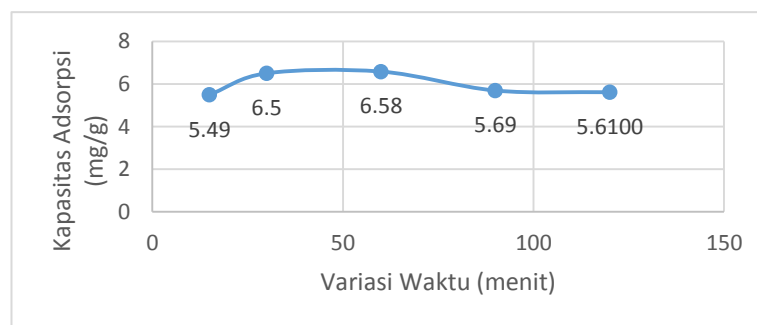


**Gambar 2.** Kapasitas adsorpsi *biochar* dari kayu *Macaranga gigantea* terhadap timbal pada beberapa variasi pH.

### Variasi Waktu

Adsorpsi dengan variasi waktu bertujuan untuk menentukan waktu kontak maksimum penyerapan dari *biochar* dari kayu *Macaranga gigantea* terhadap Timbal. Semakin lama waktu adsorpsi akan meningkatkan efisiensi penyerapan

sampai waktu tertentu hingga mencapai kondisi optimum dan terjadi kesetimbangan penyerapan [9]. Adapun kapasitas adsorpsi *biochar* dari kayu *Macaranga gigantea* terhadap timbal ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Kapasitas adsorpsi *biochar* dari kayu *Macaranga gigantea* terhadap timbal pada beberapa variasi waktu

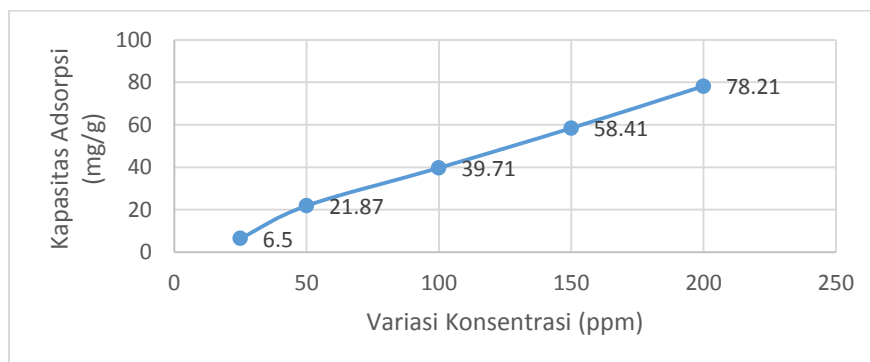
Dari gambar 3 diatas menunjukkan bahwa untuk nilai kapasitas adsorpsi *biochar* berkisar antara 5,49-10,16 mg/g. Berdasarkan hasil di atas nilai kapasitas adsorpsi memiliki waktu maksimum 60 menit. Semakin lama waktu kontak maka semakin banyak terjadi penurunan kadar Pb yang signifikan. Semakin lama waktu kontak, maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan logam [10]. Hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang terikat didalam pori-pori karbon aktif.

Peristiwa adsorpsi pada arang aktif terjadi karena adanya gaya Van der Waals yaitu gaya tarik-menarik intermolekuler antara molekul padatan dengan solut yang diadsorpsi lebih besar daripada gaya tarik-menarik sesama solute itu sendiri di dalam larutan, maka solute akan terkonsentrasi pada permukaan padatan. Adsorpsi jenis ini tidak bersifat site specific, dimana molekul yang teradsorpsi bebas untuk menutupi seluruh permukaan padatan [11].

### Variasi Konsentrasi

Adsorpsi variasi konsentrasi bertujuan untuk menentukan konsentrasi maksimum penyerapan dari *biochar* kayu *Macaranga gigantea* terhadap timbal. Kapasitas adsorpsi

*biochar* kayu *Macaranga gigantea* terhadap timbal variasi konsentrasi pada Gambar 4.



**Gambar 3.** Kapasitas adsorpsi *biochar* dari kayu *Macaranga gigantea* terhadap timbal pada beberapa variasi konsentrasi.

Dari gambar 4 diatas menunjukkan bahwa untuk nilai kapasitas adsorpsi berkisar antara 6,50-95,24 mg/g. Peningkatan konsentrasi awal larutan  $Pb^{2+}$  meningkatkan kapasitas adsorpsi. Kenaikan konsentrasi  $Pb^{2+}$  menyebabkan semakin banyak Pb yang berinteraksi dengan permukaan adsorben dan terjerap.

### KESIMPULAN

Kapasitas adsorpsi pada ion logam Pb untuk variasi pH memiliki pH optimum 5 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 8,65 mg/g. Pada kapasitas adsorpsi ion logam Pb untuk variasi waktu memiliki waktu optimum 60 menit dengan kapasitas adsorpsi 6,58 mg/g. Pada kapasitas adsorpsi ion logam Pb untuk variasi konsentrasi memiliki konsentrasi optimum 200 ppm dengan kapasitas adsorpsi 78,21 mg/g.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboraturium Kimia Fisik dan Anorganik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Samarinda Kalimantan Timur.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zaini,H., Sami, M. 2015. *Adsorpsi Logam Berat Cu (II) dalam Air Limbah dengan Sistem Kolom Menggunakan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah. Prosiding "Inovasi Teknologi Proses dan Produk Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia"*. Seminar Nasional Teknik Kimia UNPAR. Bandung 19 Nopember 2015 hal 16-22.
- [2] Hidayati, Nuril. 2005. *Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator*. Bogor. Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- [3] Nurhasni, Hendrawati dan Nubzah Saniyyah. 2014. *Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah*. Jakarta; Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- [4] Akbar, A., Paindoman, R., Coniwanti P. 2013. *Pengaruh Variabel Waktu Dan Temperatur Terhadap Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Kayu Pelawan (Cyanometra Cauliflora)*. Jurnal Teknik Kimia. **19**(1)
- [5] Kusumawati, I. 2012. *Sintesis bioaspal dari ampas tebu dengan metode pirolisis*. Fakultas Teknik: Universitas Indonesia.
- [6] Sinaga, Ruth Junita. 2018. *Analisis Komposisi Biocrude Oil Dari Kayu Macaranga spp. Hasil Pirolisis Lambat Pada Beberapa Variasi Suhu*. Samarinda; Universitas Mulawarman.
- [7] Day, R. A. dan Underwood, A. 2002. *Analisa Kimia Kuantitatif Edisi ke-6*. Jakarta : Erlangga.
- [8] Apriliani, A. 2010. *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- [9] Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.

- [10] Gultom, Erika Mulyana dan M. Tarmuzi Lubis. 2015. *Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator  $H_3PO_4$  Untuk Penyerapan Logam Berat Cd Dan Pb*. Medan ; Jurnal Teknik Kimia USU.
- [11] Risky, Paramita Agustine dan Ari Susandi Sandjaya. 2015. *Studi Kinetika Adsorpsi Pb Menggunakan Arang Aktif Dari Kulit Pisang*. Samarinda; Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman.