

Aplikasi *Low-Cost Sorbent* dari Lignite pada Tanah Bekas Penambangan Batubara terhadap Immobilisasi Logam Cr

Muhammad Haviz^{1,*}, Nurul Fatiha Ibrahim², Azhar¹, Taharuddin¹, Elida Purba¹,
Darmansyah¹, Donny Lesmana¹

¹⁾ Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

*E-mail: muhammadhaviz@eng.unila.ac.id

Abstrak

Provinsi Jambi memiliki cadangan batubara sebesar ± 18 juta ton, yang sebagian besarnya merupakan batubara kelas kalori sedang. Cadangan batubara yang besar berakibat terhadap banyaknya jumlah penambangan batubara terjadi. Penambangan batubara yang banyak tidak diseimbangi dengan pengelolaan terhadap lingkungan, yang berdampak terkontaminasinya tanah bekas tambang batubara oleh logam berat. Salah satu logam berat yang mencemari lahan bekas tambang batubara adalah Cr atau kromium. Logam Cr pada lahan bekas tambang biasanya ditemukan sekitar 1645 ppm sedangkan baku mutu logam berat Cr 2-5 ppm. Untuk mengurangi kadar logam berat Cr dapat dilakukan dengan immobilisasi logam menggunakan *low-cost sorbent* (LCS) yang berasal dari barubara muda (lignite) pada metode *batch experiment*. Berdasarkan data yang diperoleh kandungan logam berat Cr diukur dengan spektroskopi serapan Atom (AAS), dengan menggunakan variasi biochar 0%, 5%, 10%, dan 15% didapatkan immobilisasi optimal logam berat Cr pada variasi biochar 15% dimana logam yang terserap 0.0936 mg/g.

Kata kunci: *Low-cost sorbent*, lignite, immobilisasi logam, tanah bekas tambang batubara, logam Cr

1. Pendahuluan

Dengan kondisi geografis yang cukup strategis diantara Provinsi sekitarnya membuat Provinsi Jambi berada di urutan ketiga setelah Sumatera Selatan dan Riau dari jumlah cadangan batubara. Cadangan batubara yang dimiliki Provinsi Jambi kurang lebih sebesar 18 juta ton, yang merupakan batubara kelas kalori sedang. Namun hal itu tidak diseimbangi dengan pengelolaan yang baik, oleh pihak – pihak yang tidak bertanggung jawab (Haviz dkk, 2021).

Pencemaran logam berat di pada lahan bekas pertambangan batubara sudah menjadi masalah global seiring meningkatnya proses industrialisasi, aktivitas pertambangan. Logam berat memiliki efek merugikan dalam lingkungan bahkan dalam konsentrasi yang sangat rendah. Logam berat sangat sulit terdegradasi di alam dan sangat mudah

berikatan dengan molekul lain yang dapat mengganggu atau merusak fungsi dari suatu enzim atau logam esensial lainnya (Hashimoto, 2009)

Salah satu logam berat yang sering ditemukan pada tanah bekas tambang batubara adalah Cr atau kromium. Cr pada lahan bekas tambang biasanya ditemukan sekitar 1645 ppm sedangkan baku mutu logam berat Cr adalah 2-10 ppm.

Upaya untuk memperbaiki daerah tercemar dengan penerapan strategi rehabilitasi lingkungan umumnya sangat mahal, sehingga penting untuk mengembangkan strategi yang murah dan ramah lingkungan. Penanganan lahan bekas tambang batubara yang tercemar logam berat dapat menggunakan *Low-cost Sorbent* (LCS).

Sorbent memiliki luas permukaan besar, dan kapasitas yang tinggi untuk menyerap logam

berat dapat berpotensi digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat berbahaya dan juga polutan organik dalam lahan bekas tambang batubara melalui adsorpsi dan lainnya reaksi fisikokimia (Park, 2011)

Sorbent yang berasal dari batubara muda (lignite) memiliki karakteristik berwarna hitam kecoklatan dan sangat rapuh, nilai kalor rendah, kandungan karbon sedikit, kandungan air tinggi, kandungan abu banyak dan kandungan sulfur yang banyak (Haviz, 2020). Hal ini yang menyebabkan batubara jenis ini tidak layak digunakan sebagai bahan bakar, tetapi sangat bagus dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan LCS (Amin, 2006).

Pemanfaatan LCS pada lahan bekas tambang batubara adalah untuk menghilangkan keaktifan ion-ion logam berat. LCS yang dibentuk dengan suhu 400-500°C dan memiliki gugus fungsional yang beragam dan relative mengandung hara. (Zhen et al., 2013).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dosis optimum LCS pada tanah bekas tambang batubara dalam proses immobilisasi logam Cr.

2. Metode penelitian

2.1. Pengambilan Sampel

Tanah bekas tambang batubara didapat dari Desa Sungai Buluh Kecamatan Muara Bulian Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi.

2.2. Analisa Data Awal

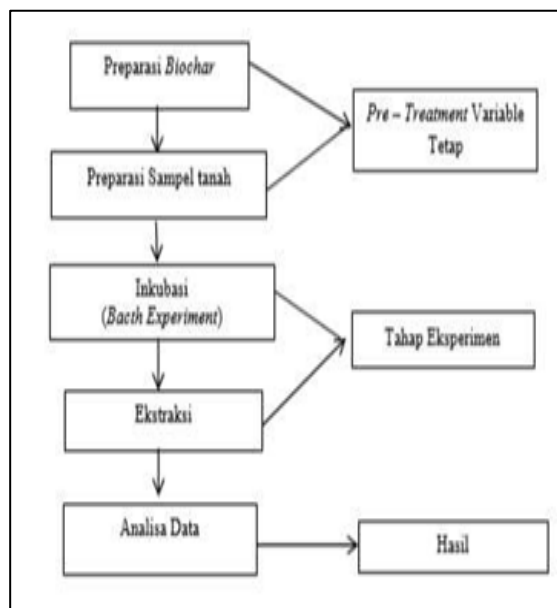
Pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu yaitu *pretreatment* LCS dari batubara muda (lignite), *pre-treatment* tanah, proses inkubasi dan analisa kuantitatif logam. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental skala laboratorium. Untuk lebih lanjut dapat dilihat pada gambar 1.

Analisa data hasil pengujian daya sorpsi LCS dilakukan untuk mengetahui konsentrasi Cr yang terimmobilisasi dengan menggunakan instrument AAS. Dilakukan perhitungan terhadap kapasitas sorpsi (Q_e) logam Cr oleh LCS. Dilakukan perhitungan immobilisasi

logam untuk mengetahui berapa banyak logam yang tertahan

$$\text{Immobilized metal (\%)} = \frac{(\text{Cr for control} - \text{Cr for treated sample})}{\text{Cr for control}} \times 100\%$$

(Sumber : Kim et al., 2015)



Gambar 1. Blok Diagram Penelitian

2.3. Preparasi LCS

LCS dihasilkan dari proses pirolisis Lignite pada suhu 400-500°C, selama kurang lebih 1 jam. LCS merupakan char yang didapat dari proses pirolisis tersebut.

2.4. Preparasi Sampel Tanah

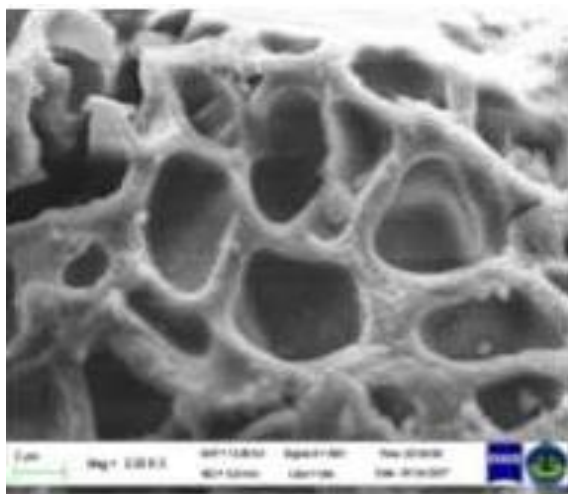
Penelitian ini menggunakan 2 sampel tanah yang dikompositkan menjadi 1, diperoleh dari lahan bekas penambangan batubara yang sudah ditinggalkan begitu saja oleh perusahaan tambang yang sudah tidak beroperasi lagi, terdapat berbagai logam berat berbahaya salah satunya Cr yang sudah dalam keadaan diatas ambang batas yaitu 7.391 mg/L.

Tanah yang berbentuk bongkahan kemudian dihaluskan hingga stukturnya membentuk butiran. Butiran tanah diayak hingga melewati ayakan 2 mesh. Sampel tanah yang telah halus dimasukkan ke dalam plastik sampel kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakterisasi LCS

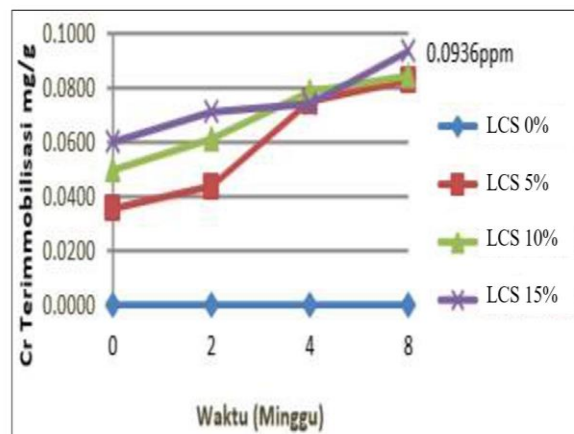
Hasil analisis karakterisasi dari LCS batubara muda (lignite) lewat foto SEM (*Scanning Electrone Microscope*) dengan berbagai pembesaran diperoleh perbedaan bentuk morfologi dan struktur mikro. Hasil karakterisasi biochar lewat foto SEM dengan pembesaran 500 kali bentuk morfologinya tampak banyak terlihat pori-pori – pori terbuka butiran-butiran tersusun rapi dan homogen dengan kerangka yang stabil serta memiliki pH 7,9. Dari ciri-ciri tersebut menyatakan LCS dari batubara muda (lignite) memiliki daya adsorpsi tinggi.



Gambar 2. Hasil Foto LCS dari Lignite menggunakan SEM dengan perbesaran 500x (Sumber: Haviz dkk, 2021)

3.2. Proses Inkubasi Tanah

Proses inkubasi dilakukan dalam botol kaca bervolume 1 liter, tinggi 19.5 cm, diameter 10 cm, dan tinggi leher tabung 4.5 cm dimana tanah digunakan sebanyak 250 gram dan variasi LCS 0%, 5%, 10%, 15% dilakukan proses inkubasi dalam waktu 8 minggu. Dari proses inkubasi ini yang dapat diamati yaitu pengaruh variasi LCS terhadap immobilisasi logam berat Cr serta pengaruh waktu inkubasi terhadap immobilisasi logam berat Cr.



Gambar 3. Pengaruh Waktu terhadap Immobilisasi Logam Cr oleh LCS

Pengaruh waktu inkubasi terhadap immobilisasi logam berat Cr dalam tanah selama inkubasi menunjukkan, dimana waktu inkubasi minggu ke-8 menunjukkan nilai immobilisasi logam paling tinggi sebesar 0.0936 mg/g. Dari hasil ini diketahui bahwa waktu inkubasi berpengaruh nyata terhadap pH tanah. Hal ini disebabkan karena LCS yang telah diinkubasi dalam proses dekomposisinya akan melepaskan senyawa-senyawa organik, baik itu berupa asam-asam organik ataupun kation-kation basa, yang akan mengakibatkan peningkatan pH tanah.

Disisi lain terjadinya penurunan kelarutan logam berat pada tanah akan dapat meningkatkan nilai pH tanah. Terserapnya logam berat Cr dipengaruhi oleh pH tanah yang rendah (Brown et al., 2004; Sukreeyapongse et al., 2002).

Sedangkan hasil penelitian Liu and Zhang (2012) menemukan terjadinya peningkatan nilai kapasitas tukar kation akibat pemberian LCS dapat terjadi melalui 2 mekanisme yaitu karena adanya luas permukaan yang lebih tinggi dari LCS untuk penyerapan kation dan adanya kepadatan muatan yang lebih tinggi pada LCS yang menyebabkan meningkatnya derajat oksidasi.

Hal tersebut didukung oleh Jiang et al. (2012) yang menyatakan bahwa LCS dapat mengikat ion H^+ melalui gugus karboksil yang memiliki muatan negatif. Selanjutnya Bayer et al. (2001)

menyatakan bahwa naik turunnya pH tanah merupakan fungsi ion H^+ dan OH^- jika konsentrasi ion H^+ dalam tanah naik, maka pH akan turun dan jika konsentrasi ion OH^- naik maka pH akan naik. LCS yang telah terdekomposisi akan menghasilkan ion OH^- yang dapat menetralkan aktivitas ion H^+ .

3.3. Variasi LCS terhadap Immobilisasi Cr

Immobilisasi logam berat Cr dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dilakukan dalam metode inkubasi dan dianalisa menggunakan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

Dari analisa yang dilakukan immobilisasi logam berat Cr dalam tanah selama waktu inkubasi menunjukkan semakin tinggi variasi LCS yang diikuti dengan semakin lama masa inkubasi tanah semakin meningkat, dimana variasi LCS 15% menunjukan nilai immobilisasi logam paling tinggi yang mengakibatkan 0.0936 mg/g logam Cr yang terserap dalam tanah bekas penambangan batubara.

Hal ini terjadi karena biochar memiliki kemampuan meningkatkan pH tanah sehingga nilai kapasitas tukar kation yang dihasilkan lebih tinggi

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh waktu inkubasi terhadap potensi immobilisasi logam berat Cr, dimana semakin lama waktu inkubasi menunjukan tingkat immobilisasi logam berat Cr yang tinggi yaitu pada waktu 8 minggu logam yang terimobilisasi 0.0936mg/g logam Cr yang terserap.
2. Rasio variasi LCS terhadap potensi immobilisasi logam berat Cr, dimana semakin tingginya rasio variasi LCS yang diikuti dengan lamanya waktu inkubasi menunjukan tingkat immobilisasi yang tinggi pada variasi LCS 15% logam berat Cr yang terserap 0.0936 mg/g.

Daftar Pustaka

- Amin, S. 2006. Karakteristik Batubara Muda Termomodifikasi Hidrogen Peroksida Menggunakan Metode Kontinyu terhadap Metilen Biru. Fakultas MIPA. Universitas Pendidikan Indonesia. Vol. 3. No. 1
- Brown, S., Chancy, R., Hallfrisch, J., Ryan, J.A., Berti, W.A. 2004. In Situ Treatments to Reduce Phyto- and Bioavailability of Lead, Zinc, and Cadmium. J. Environ Quat, 33: 522-531.
- Hashimoto, Y., H. Matsufuru, M. Takaoka, H. Tanida, and T. Sato. 2009. Impacts of chemical amendment and plant growth on lead speciation and enzyme activities in a shooting range soil: an X-ray absorption fine structure.
- Haviz, M. 2020. Pengaruh waktu dan ukuran partikel pada pengeringan batubara dengan menggunakan gelombang mikro. Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri (JTII), 1(2).
- Haviz, M., Nur, A. F., Muhammad, D., Vabylita, M. F., Afriani, L., & Ashruri, A. 2021. Pengaruh Penambahan Biochar dari Lignite pada Tanah Bekas Penambangan Batubara terhadap Potensi Immobilisasi Logam Seng (Zn) Menggunakan Batch Experiment. Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri (JTII), 2(2).
- Jiang J, Ren-kou Xua, Zhuo Li, 2012. Immobilization of Cu (II), Pb (II) and Cd (II) by the addition of rice straw derived biochar to a simulated polluted Ultisol. Journal of Hazardous Materials 229– 230 (2012) 145– 150
- Kim J H Yoon. 2015. Effect of biochar on heavy metal immobilization and uptake by lettuce (*Lactuca sativa* L.) in agricultural soil. Department of Environmental Horticulture, University of Seoul 163 Siripdaero, Dongdaemun-gu, Seoul 130-743,
- Liu dan Zhang, 2012. Effect of Biochar on pH of Alkaline Soils in The Loess Plateau: Results from Incubation Experiments.

International Journal of Agriculture and
Biology. China. ISSN: 1814-9596

Park, J.H, Girish K. C, Nanthi S. B, Jae W C,
Thammared C, 2011. Biochar reduces the
bioavailability and phytotoxicity of
heavy metals. Plant Soil 2011)
348:439–451. DOI 10.1007/s11104-011-
0948-y

Sukreeyapongse. 2002. pH- Dependent
Release of Cadmium Copper and Lead
from Natural and Sludge Amended Soils.
J. Environ Dual ,31: 1901-1909.

Zhen, Sun H, Yu L, Sun T, 2013. Adsorption
and catalytic hydrolysis of carbaryl and
atrazine on pig manure-derived biochars:
impact of structural properties of
biochars. J Hazard Mater 244–245:217–
224