



## Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Limbah Botol Kaca sebagai Adsorpsi Ion Logam Berat (Pb) pada Air Pasca Tambang (Kolong) di Bangka

Livia<sup>1</sup>, Widodo Budi Kurniawan<sup>1\*</sup>, Dewi Marina<sup>1</sup>, Siti Patimah Wati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika Universitas Bangka Belitung, Pangkalpinang, Indonesia

\*E-mail korespondensi: [widodokurniawan1@gmail.com](mailto:widodokurniawan1@gmail.com)

### Info Artikel:

Dikirim:  
23 Oktober 2020  
Revisi:  
20 Desember 2020  
Diterima:  
28 Desember 2020

### Kata Kunci:

Limbah botol kaca;  
Air kolong; SEM;  
SSA

### Abstract

Penelitian terkait sintesis  $\text{SiO}_2$  sebagai material penyerap dari Limbah botol kaca telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kemampuan silika gel sebagai adsorpsi ion logam Pb pada air kolong di Bangka. Tahapan penelitian dimulai dengan mengekstraksi silika dari limbah botol kaca, mensintesis silika gel, melakukan aktivasi dengan HCl, melakukan karakterisasi sampel menggunakan SEM EDS dan BET serta melakukan pengujian sampel sebagai adsorpsi ion logam Pb pada air kolong menggunakan SSA. Hasil karakterisasi menggunakan SEM EDS bahwa sampel dengan variasi 100 dan 200 mesh memiliki struktur amorf. Hasil pengujian BET menunjukkan bahwa sampel memiliki jari – jari pori sebesar 1164,207 ( $\text{\AA}$ ) pada sampel 100 mesh dan 1293,102 ( $\text{\AA}$ ) pada sampel 200 mesh. Hasil AAS menunjukan bahwa absorpsi terbaik terjadi pada sampel 200 mesh.

## PENDAHULUAN

Bangka Belitung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki tambang timah terbesar kedua di dunia setelah Malaysia. Kekayaan alam ini mengakibatkan berbagai dampak negatif dan positif bagi alam dan masyarakat. Pada mulanya penambangan timah hanya boleh dilakukan oleh salah satu perusahaan BUMN di Bangka Belitung, yaitu PT. Timah. Perubahan kontrol terhadap penambangan timah terjadi setelah reformasi [1]. Bekas penambangan timah ini menyisakan cekungan-cekungan yang sering disebut sebagai kolong oleh masyarakat setempat.

Cekungan bekas galian timah (kolong) yang tidak produktif lagi akan berfungsi sebagai penampung air dan dapat dimanfaatkan sebagai cadangan air tanah. Akan tetapi, air tersebut masih banyak mengandung logam berat. Oleh sebab itu, perlu adanya metode penanganan logam berat guna mengurangi resiko pencemaran. Salah satu metode penanganan tersebut adalah melalui proses adsorpsi menggunakan suatu material adsorben. Metode absorpsi lebih menguntungkan daripada metode lain. Hal ini dikarenakan metode adsorpsi tidak membutuhkan biaya yang cukup besar serta tidak menimbulkan efek samping berupa zat beracun [2]. Salah satu material yang dapat dijadikan sebagai material adsorpsi adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang memiliki morfologi berpori dan memenuhi salah satu syarat sebagai material adsorben yaitu berpori.

Kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang terkandung pada limbah kaca dengan kandungan diatas 60 % dan banyak ditemukan pada pecahan botol kaca, gelas kaca dan sebagainya berpotensi dijadikan

sebagai material komposit yang kuat dan juga sebagai material adsorben logam berat [3]. Hal ini dikarenakan, silika memiliki titik lebur tinggi yaitu sekitar  $1400^{\circ}\text{C}$  –  $1600^{\circ}\text{C}$  dan juga sifat mekanik yang kuat. Tingginya kandungan  $\text{SiO}_2$  pada limbah botol kaca berpotensi untuk diolah menjadi silika gel [4]. Sehingga pemanfaatan limbah kaca tidak hanya terbatas sebagai bahan baku kerajinan tangan [5]. Silika gel dapat disintesis dari reaksi antara  $\text{SiO}_2$  dengan natrium hidroksida membentuk natrium silikat. Sintesis silika gel dari limbah botol kaca telah banyak dilakukan oleh peneliti. Akan tetapi, sintesis dengan menggunakan aktivasi untuk meningkatkan kemampuan penyerapan masih relatif sedikit dikembangkan. [6], [7] Melakukan kajian mengenai sintesis silika gel menggunakan aktivator HCl mampu mempengaruhi kemampuan penyerapan.

Berdasarkan uraian permasalahan yang telah dikemukakan, maka peneliti tertarik melakukan penelitian terkait sintesis silika gel dengan aktivator HCl dari limbah botol kaca sebagai material adsorben logam berat Pb pada air kolong di Propinsi Kepulauan Bangka Belitung.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian adalah Mortar, botol sampel, ayakan 100 dan 200 Mesh, corong kaca, cawan, gelas beaker, kertas sampel, gelas ukur, plastic sampel, *Magnetic Stirrer*, kertas saring *whatman*, *hotplate*, dan *aluminium foil*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Asam Klorida (HCl) 37% (Merck), Natrium Hidroksida (NaOH), Akuades, dan Limbah Botol Kaca Bening.

### **Prosedur Penelitian**

#### **Persiapan Bahan Baku**

Limbah botol kaca dibersihkan dan dikeringkan hingga kering. Limbah botol kaca yang telah kering selanjutnya dihaluskan dan diayak dengan ayakan 100 dan 200 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang homogen dan dalam bentuk serbuk.

#### **Pembuatan Larutan Natrium Silika**

Serbuk kaca yang telah diayak selanjutnya ditimbang sebanyak 50 gram dan dicampur dengan 150 ml NaOH 3M. Campuran selanjutnya diaduk hingga homogen. Campuran yang telah homogen kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam hingga kandungan air menguap. Kemudian campuran tersebut tambahkan 100 ml akuades dan diaduk dengan magnetic stirrer selama 1 jam pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$  dan 1000 rpm. Selanjutnya campuran didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam, sampel selanjutnya disaring dan diambil filtratnya berupa natrium silikat.

#### **Pembuatan Silika Gel**

Larutan natrium silikat sebanyak 100 mL dicampurkan dengan larutan HCl 3M hingga pH 7 dengan cara ditetaskan. Setelah pH 7, selanjutnya campuran diaduk hingga diperoleh gel (hidrogel) dan dikeringkan dalam oven pada temperatur  $130^{\circ}\text{C}$  hingga terbentuk silika kering (*xerogel*). *Xerogel* yang dihasilkan selanjutnya digerus dan dicuci dengan akuades hingga air bekas cucian bersifat netral. *Xerogel* yang telah netral kemudian dipanaskan kembali dalam oven pada temperatur  $130^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam hingga terbentuk kembali silika gel kering (*xerogel*) dan digerus. Silika gel yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi menggunakan SEM EDX dan BET untuk mengetahui morfologi dan ukuran porinya.

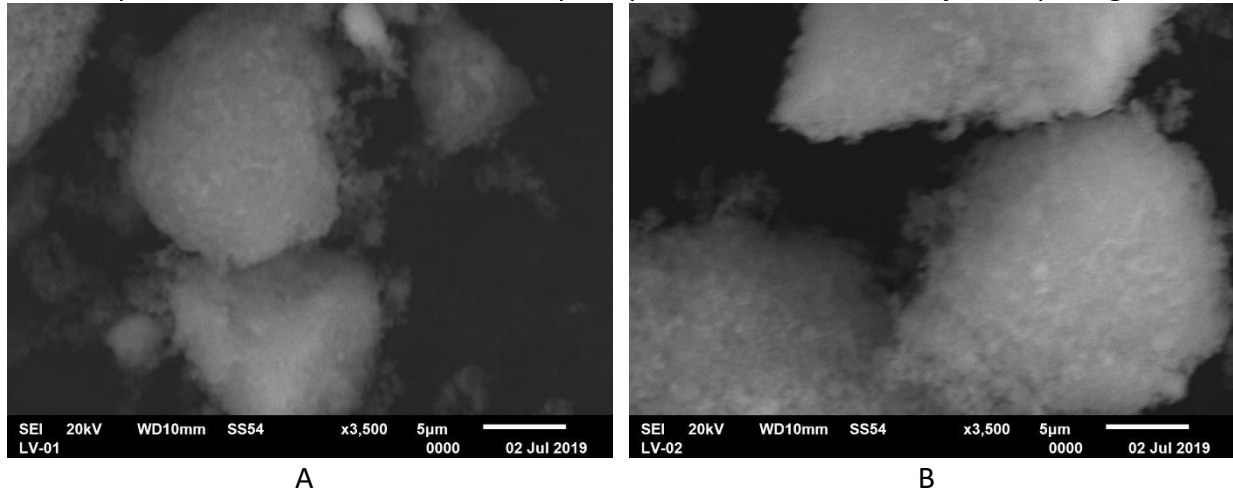
### Adsorpsi Logam Berat pada Air Kolong

Silika gel dimasukkan dalam sampel air kolong. Campuran adsorben dan air kolong diaduk dan ditingkatkan selama 17 jam. Kemudian disaring untuk memisahkan adsorben dengan air. Masing-masing air dianalisis menggunakan spektrometer serapan atom (AAS) untuk menentukan jumlah ion logam yang teradsorpsi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Sampel Silika Gel

Analisis menggunakan SEM EDS dilakukan untuk menentukan morfologi dan komposisi pada sampel silika 100 mesh dan 200 mesh pada perbesaran 3500x ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Hasil SEM Sampel Silika dari Limbah Botol Kaca pada Perbesaran 3500x; a) 100 mesh; b) 200 mesh

Hasil analisis SEM EDS sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1, memperlihatkan bahwa permukaan sampel silika gel yang disintesis dari limbah kaca memiliki struktur amorf dan terlihat belum adanya *grain boundry* serta sampel cenderung membentuk gumpalan (*cluster*) yang terdistribusi tidak merata.

Pengujian BET dilakukan untuk mengetahui luas permukaan, volume pori, dan rata-rata diameter pori silika dari limbah botol kaca. Berdasarkan data hasil uji BET didapatkan bahwa sampel silika 200 mesh memiliki ukuran pori yang lebih besar dibandingkan dengan sampel yang 100 mesh. Data hasil uji BET ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data BET untuk Sampel Silika dari Limbah Botol Kaca

Sampel Silika	Jari – jari Pori (Amstrong)	Luas Permukaan ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	Volume Pori ( $\text{cc/g}$ )
100 mesh	1164,207	68,993	2,021
200 mesh	1293,102	33,067	1,638

### Proses Adsorpsi Logam Pb pada Air Kolong

Silika gel dimasukkan dalam sampel air kolong. Campuran adsorben dan air kolong diaduk dan ditingkatkan selama 24 jam. Kemudian di saring untuk memisahkan adsorben dengan air. Hasil dari saringan pada sampel 200 mesh kertas saring berwarna kecoklatan dan yang 100 mesh berwarna putih dan pada sampel air kolong bersih dan bening. Masing-masing sampel air dianalisis dengan spektrometer serapan atom (SSA) untuk menentukan jumlah ion logam yang teradsorpsi. Hasil uji menggunakan SSA ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Adsorpsi Logam Pb pada Air Kolong menggunakan AAS

Sampel Silika	Konsentrasi Pb (mg/L)
Tanpa Perlakuan	- 0,0724
100 mesh	- 0,1122
200 mesh	- 0,1322

Sampel air yang digunakan yaitu sampel air permukaan pada kolong dengan pH 4. Pada sampel air tanpa perlakuan (Tabel 2) memiliki nilai Pb -0.0724 yang kemudian sampel air di beri perlakuan dengan silika dari limbah botol kaca dengan ukuran partikel 100 dan 200 mesh. Hasil AAS menunjukan pada perlakuan 100 mesh nilai Pb menurun sebesar -0.1122 sedangkan untuk 200 mesh juga mengalami penurunan sebesar -0.1322. Nilai Pb minus dikarenakan alat hanya bisa membaca dengan batas baku 0.1 apabila kurang dari 0.1 maka alat tidak bisa membaca nilai pada logam Pb walaupun nilainya minus tapi memiliki nilai. Maka dapat dikatakan semakin besar minusnya maka semakin menurun nilai Pbnya. Jadi silika dari limbah botol kaca dapat digunakan sebagai material adsorben logam berat (Pb) pada air permukaan kolong.

## KESIMPULAN

Silika gel yang disintesis dari limbah kaca menggunakan metode sol gel memiliki memiliki morfologi berpori. Sampel silika yang dipreparasi dengan ukuran 200 mesh memiliki ukuran pori yang lebih besar dibandingkan dengan sampel yang 100 mesh. Hasil uji AAS menunjukkan bahwa silika dari limbah botol kaca mampu mengadsorpsi logam berat (Pb) pada air permukaan kolong.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada DIKTI atas bantuan dana penelitian melalui skim Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Meyzilia, "Pemanfaatan Air Kolong Bekas Tambang Timah sebagai Penambah Sumber Air Tanah Menggunakan Lubang Kompos di Bangka Belitung," *J. Pendidik. Ilmu Sos.*, vol. 27, no. 1, pp. 22–30, 2018.
- [2] D. Purwaningsih, "ADSORPSI MULTI LOGAM Ag ( I ), Pb ( II ), Cr ( III ), Cu ( II ) DAN Ni ( II ) PADA HIBRIDA ETILENDIAMINO-SILIKA DARI ABU SEKAM PADI Oleh : Pencemaran lingkungan oleh logam berat menjadi masalah yang cukup serius seiring dengan penggunaan logam berat dalam," no. January 2009, 2009.
- [3] D. S. F. Alkatiri, A. M. Insanii, E. I. Marjuki, and N. H. Fitriyah, "Pembuatan Gel Silika Dari Limbah Kaca Dengan Bantuan Ultrasound Bath Dan Microwave," *Pros. Semnastek*, vol. 0, no. 0, pp. 1–2, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1952>.
- [4] R. M. Saputra, Rudiyanasyah, and N. Wahyuni, "Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Limbah Kaca Termodifikasi Asam Stearat," *J. Kim. Khatulistiwa*, vol. 3, no. 3, pp. 36–42, 2014.
- [5] G. Gunawan *et al.*, "Material Alternatif Kanvas Rem Sepeda Motor Dengan," vol. 3, no. 2, pp. 1–6, 2016.

- [6] K. Ramadani, "Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Limbah Kaca untuk Menurunkan Kesadahan Air," *Saintifik*, vol. 4, no. 2, p. 179, 2018, doi: 10.31605/saintifik.v4i2.183.
- [7] A. Susanti; Widiarti, N ; Prasetya, "Sintesis Silika Gel Teraktivasi dari Pasir Kuarsa untuk Menurunkan Kadar ION Cu<sup>2+</sup> dalam Air," *J. Mipa*, vol. 40, no. 1, pp. 39–42, 2017.