

ISOTERM ADSORPSI KATION Mg(II) OLEH SILIKA GEL DARI BAGASSE TEBU

Oleh : Muthia Khadijah dan Siti Sulastrri,
Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta,
email: siti_sulastrri@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakter silika gel dari *bagasse* tebu, mengetahui pengaruh konsentrasi Mg^{2+} terhadap daya adsorpsi, serta mengetahui model isoterm adsorpsi kation Mg^{2+} oleh silika gel. Silika gel dari *bagasse* tebu telah dibuat melalui proses sol-gel dengan cara menambahkan HCl 1 M ke dalam larutan natrium silikat hingga pH 7 dan terbentuk gel. Gel yang terbentuk dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C. Silika gel yang didapat dikarakterisasi secara XRD, FTIR, serta diuji kemampuannya untuk adsorpsi kation Mg^{2+} pada berbagai konsentrasi. Hasil karakterisasi secara Difraksi Sinar-X menunjukkan bahwa silika gel berstruktur amorf, sedangkan untuk karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa silika gel telah berhasil disintesis ditandai dengan munculnya puncak serapan pada panjang gelombang 1097,43 yang mengindikasikan adanya gugus Si-O dan puncak serapan pada panjang gelombang 3472,39 yang mengindikasikan adanya gugus -OH. Analisa AAS menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi Mg^{2+} menyebabkan daya adsorpsi silika meningkat. Model isoterm yang sesuai pada adsorpsi silika gel adalah isoterm Langmuir. Hal ini dikarenakan harga R isoterm Langmuir lebih besar daripada harga R pada isotherm Freundlich, yaitu sebesar 0.952.

Kata kunci: *adsorpsi Mg(II), silika, silika gel*

Abstract

This research aims to determine the character of gel silica from sugarcane bagasse, to determine the effect of Mg^{2+} concentration on the adsorption capacity, and to determine the model of adsorption isotherms Mg^{2+} cation by gel silica. Gel silica from sugarcane bagasse have been prepared through sol-gel method with addition of HCl 1 M to a solution of sodium silicate until pH 7 and formed gel. The gel dried in oven at 80 °C. Gel silica were characterized with XRD, FTIR and used for Mg^{2+} adsorption for various concentrations. The results of X-Ray Diffraction characterization showed that gel silica had amorphous structure, while the results of FTIR showed that the gel silica have been successfully synthesized which were indicated by the appearance of absorption peaks at wavelengths of 1097.43 indicating the Si-O group and the absorption peak at a wavelength of 3472.39 indicating the -OH group. AAS analysis showed that increasing the concentration of Mg^{2+} cation caused the increasing adsorption capacity of silica. Isotherm model suitable of adsorption gel silica is Langmuir isotherm, from which the value of R Langmuir isotherm is greater than the value of R on Freundlich isotherm that is 0.952.

Keywords: *adsorption of Mg (II), silica, gel silica*

PENDAHULUAN

Ampas atau *bagasse* tebu adalah zat yang didapatkan dari sisa pengolahan tebu pada industri pengolahan gula pasir.. Proses produksi gula menghasilkan *bagasse* tebu sebesar 90%, gula yang dimanfaatkan hanya 5% dan sisanya berupa tetes tebu (molase) dan air (Witono, 2003). Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan silika yang terkandung dalam *bagasse* tebu, yang persentasenya sangat tinggi, yaitu berkisar 70-80% dari abu kering *bagasse* (Susila dkk., 2011) menjadi pengemban unsur hara (kation) yang kuat. Ekstraksi SiO_2 dari *bagasse* tebu dilakukan dengan menggunakan NaOH untuk menghasilkan larutan Na_2SiO_3 (Angelina dkk., 2013) sebagai prekursor gel. Saat proses sol-gel, larutan Na_2SiO_3 ditambahkan dengan HCl hingga pH 7 agar diperoleh gel (Dian dkk., 2013). Prinsip dari proses sol gel yaitu penambahan bahan yang dimobilisasikan pada saat matriks berbentuk sol menuju ke arah pembentukan padatan (gel) (Agus dkk., 2013).

Silika gel yang diperoleh dari *bagasse* tebu berstruktur amorf dan memiliki gugus silanol ($\equiv\text{Si-OH}$) dan siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) (Cestari, 2000). Isni Rosetya (2009) dalam penelitiannya telah berhasil membuat sorben silika gel dari abu sekam padi untuk adsorpsi kation Mg^{2+} dengan kemampuan adsorpsinya sebesar 1,154 mmol/g.

Kation magnesium (Mg^{2+}) merupakan kation yang dibutuhkan oleh tanaman. Magnesium diambil tanaman dalam bentuk ion Mg^{2+} , berperan sebagai penyusun klorofil dan sebagai aktivator enzim. Kadar magnesium yang diperlukan untuk tanaman berbeda-beda. Secara umum magnesium rata-rata menyusun 0,2% bagian tanaman (Hanafiah, 2005: 56). Kadar magnesium yang berbeda menyebabkan daya adsorpsi Mg^{2+} pada tanaman berbeda.

Berdasarkan uraian singkat di atas, melalui penelitian ini peneliti ingin mengetahui isotherm adsorpsi kation Mg^{2+} oleh sorben silika gel dari *bagasse* tebu.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan

Alat yang digunakan adalah: alat-alat gelas, ayakan 100 mesh, lumpang porselen dan alu, penyaring buchner, kertas saring whatman No. 42, *shaker*, *magnetic stirrer* dan pemanas, timbangan analitik, oven, *muffle furnace*, termometer, pH-meter atau pH-*stick*, aluminium foil, spektrofotometer FTIR, XRD, dan AAS.

Bahan yang digunakan adalah: *bagasse* tebu, kristal NaOH p.a. Merck, larutan HCl p.a. Merck, larutan HCl 0,01 M dan NaOH 0,01 M untuk penyesuaian pH, kristal $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ sebagai sumber Mg^{2+} .

Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan silika gel mengacu pada prosedur yang telah dilakukan oleh Kalapathy dkk. (2000). Serbuk yang diperoleh dikarakterisasi secara Difraksi Sinar-X (XRD) dan FTIR.

Adsorpsi dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,2 gram adsorben dilarutkan ke dalam aquademineralisata, kemudian ditambahkan larutan Mg^{2+} . Konsentrasi Mg^{2+}

divariasi dengan menambahkan larutan Mg^{2+} ke dalam aquademineralisata sebanyak 1, 4, 8, 13, 18, dan 23 mL. Larutan dijaga pada pH 5 dan suhu 25°C. Selanjutnya, larutan diaduk selama 30 menit. Larutan yang *disampling*, diukur absorbansinya menggunakan AAS untuk mengetahui konsentrasi Mg^{2+} pada saat setimbang. Daya adsorpsi dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$N = \frac{\text{mol teradsorp}}{\text{massa adsorben} - \left(\text{vol diambil} \times \frac{\text{massa adsorben}}{\text{Vol suspensi}} \right)}$$

Keterangan:

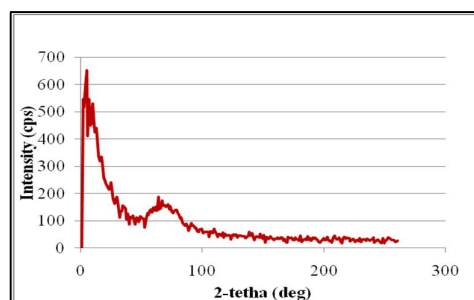
N = Jumlah adsorbat teradsorp oleh adsorben pada saat setimbang (mol/gram adsorben)

M = Jumlah ion Mg^{2+} terikat (mol)

HASIL DAN DISKUSI

Karakterisasi Silika Gel

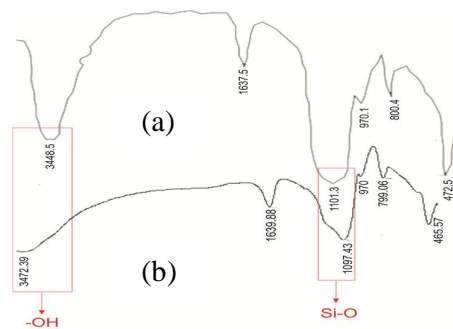
Hasil karakterisasi XRD ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Karakterisasi Secara Difraksi Sinar-X Silika Gel

Hasil uji secara XRD, menunjukkan bahwa silika gel memiliki puncak landai pada sudut $2\theta = 22$. Bukit yang landai menunjukkan bahwa abu *bagasse* tebu memiliki struktur padatan amorf (Kalapathy dkk., 2000).

Identifikasi gugus-gugus fungsi yang terdapat pada silika gel menggunakan spektra FTIR. Secara umum, gugus fungsional pada silika gel adalah silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si). Hasil karakterisasi FTIR kemudian dibandingkan dengan silika gel 60 Merck. Spektra FTIR ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektra FTIR (a) silika Kiesel gel 60 Merck, (b) silika gel dari Bagasse Tebu

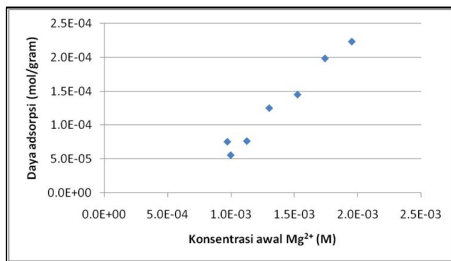
Berdasarkan hasil uji FTIR, hasil spektra FTIR silika gel dari *bagasse* tebu menunjukkan kemiripan dengan spektra silika pembanding yaitu

silika Kiesel gel 60 Merck. Pada spektra keduanya terdapat pita-pita serapan pada bilangan gelombang yang hampir sama. Pita lebar dengan puncak pada bilangan gelombang $3472,39 \text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan adanya gugus -OH pada silanol. Pelebaran pita terjadi karena gugus fungsi -OH dan air terserap pada permukaan silika melalui ikatan hidrogen. Munculnya pita serapan pada $1097,43 \text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi ulur asimetri dari -Si-O pada siloksan, sedangkan pita serapan pada bilangan gelombang $799,06 \text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi ulur simetri dari -Si-O yang ada pada siloksan (Silverstein dkk., 1991: 23). Munculnya pita serapan pada 970 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur Si-O pada gugus silanol. Vibrasi tekuk gugus -OH pada molekul air yang terikat ditunjukkan pada bilangan gelombang $1639,88 \text{ cm}^{-1}$, sedangkan vibrasi tekuk dari gugus siloksan (Si-O-Si) ditunjukkan pada bilangan gelombang $465,57 \text{ cm}^{-1}$ (Hardjono, 1992: 64). Adanya kemiripan pola serapan pada silika gel hasil sintesis dan silika pembanding untuk gugus silanol dan

siloksan dapat disimpulkan bahwa silika gel dari *bagasse* tebu memiliki kemiripan gugus fungsional dengan Kiesel gel 60. Hal ini menunjukkan bahwa *bagasse* tebu dapat dijadikan bahan untuk pembuatan silika gel.

Pola Isoterm Adsorpsi Mg^{2+} oleh Silika Gel

Kesetimbangan adsorpsi digunakan untuk mengetahui kemampuan maksimum adsorben dalam mengikat adsorbat. Kesetimbangan adsorpsi dapat diketahui dari eksperimen pengikatan kation Mg^{2+} oleh silika gel pada berbagai variasi konsentrasi sorbat. Berdasarkan hasil perhitungan dari data yang diperoleh, didapatkan grafik hubungan antara konsentrasi awal Mg^{2+} dengan daya adsorpsi yang ditunjukkan oleh Gambar 3.

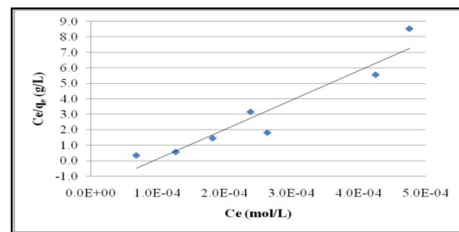


Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Daya Adsorpsi Silika dari Bagasse Tebu terhadap Konsentrasi Awal Mg^{2+}

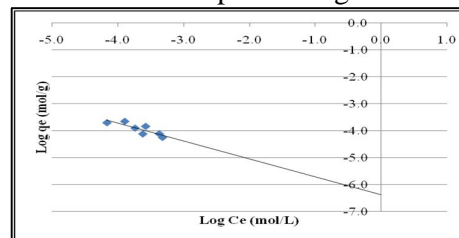
Berdasarkan grafik dapat disimpulkan bahwa semakin besar

konsentrasi awal Mg^{2+} maka semakin besar daya ikat adsorpsinya.

Penentuan model isoterm adsorpsi diperoleh dari eksperimen pada berbagai variasi konsentrasi adsorbat. Isoterm adsorpsi merupakan fungsi konsentrasi zat terlarut yang terjerap pada padatan terhadap konsentrasi larutan. Pola isoterm Langmuir diperoleh berdasarkan grafik hubungan C_e terhadap C_e/q_e , sedangkan isoterm Freundlich berdasarkan grafik hubungan antara $\log C_e$ terhadap $\log q_e$. Grafik isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Pola Isoterm Langmuir Adsorpsi Ion Mg^{2+}



Gambar 5. Pola Isoterm Freundlich Adsorpsi Ion Mg^{2+}

Persamaan garis yang diperoleh pada pola isotherm Langmuir dan Freundlich, kemudian diinterpretasikan pada persamaan $\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max} \cdot K_L} + \frac{C_e}{q_{max}}$ untuk isotherm Langmuir dan $\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$ untuk isotherm Freundlich, sehingga akan diperoleh parameter yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Isotherm Adsorpsi Ion Mg^{2+}

Parameter Isotherm Adsorpsi	Isotherm Freundlich	Isotherm Langmuir
q_{max} (mol/g)	-	$5,254 \times 10^{-5}$
K_L (L/mol)	-	-10705,3
K_F (L/g)	$4,256 \times 10^{-7}$	-
1/n	-0,662	-
N	-1,511	-
R	0,856	0,952

Parameter untuk penentuan model isotherm adsorpsi yang sesuai adalah yang dalam perhitungan memberikan harga koefisien relasi (R) paling tinggi. Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa model isotherm Langmuir lebih sesuai dari model isotherm Freundlich karena harga koefisien korelasi (R) model isotherm Langmuir lebih besar dibandingkan model isotherm Freundlich.

Pada isotherm Langmuir, harga q_{maks} yang diperoleh sebesar $5,254 \times 10^{-5}$ mol/g. Harga q_{maks} menunjukkan kapasitas adsorpsi maksimum. Harga K_L yang diperoleh sebesar -10705,3 L/g. Nilai K_L ini menunjukkan tetapan kesetimbangan adsorpsi isotherm Langmuir. Isotherm adsorpsi Langmuir yang sesuai menunjukkan bahwa adsorpsi hanya terjadi dalam satu lapis (*monolayer*), molekul adsorbat tidak berinteraksi satu dengan yang lain, dan adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben yang homogen.

SIMPULAN

Penambahan konsentrasi Mg^{2+} menyebabkan daya adsorpsi silika meningkat. Model isotherm adsorpsi kation Mg^{2+} pada silika gel dari *bagasse* tebu mengikuti model isotherm Langmuir karena harga R yang diperoleh lebih besar dari model isotherm Freundlich.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Farid Fadli, Rachmat Triandi Tjahjanto, dan Darjito. (2013). Ekstraksi Silika dalam *Bagasse* Tebu Menggunakan Metode Kontinyu. *Kimia Student Journal*. 1(2). Hlm. 182-187.

- Angelina Rosmawati, Rachmat Triandi Tjahjanto, dan Yuniar Ponco Prananto. (2013). Variasi Metode Preparasi Gel Pada Sintesis Aerogel Silika dari Bagasse tebu. *Kimia Student Journal*. 1(2). Hlm. 161-167.
- Cestari, A.R. (2000). Thermochemical Investigation on The Adsorption of Some Divalent Cation of Modified Silicas Obtained from Sol-Gel Process. *Thermochemical Acta*. No. 348. Hlm. 25-31.
- Dian Meirawati, Sri Wardhani, dan Rachmat Triandi Tjahjanto. (2013). Studi Pengaruh Konsentrasi HCl dan Waktu Aging (Pematangan Gel) Terhadap Sintesis Silika Xerogel Berbahan Dasar Pasir Kuarsa Bangka. *Kimia Student Journal*. 2(2). Hlm. 524-531.
- Hanafiah. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Hardjono Sastrohamidjojo. (1992). *Spektroskopi Inframerah. Edisi Pertama. Cetakan Pertama*. Yogyakarta: Liberty
- Isni Rosetya. (2009). Modifikasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi dengan Gugus Sulfonat Melalui Senyawa Epoksi untuk Adsorpsi Ion Logam Magnesium dan Besi. *Skripsi*. Semarang: Jurusan Kimia Undip.
- Kalapathy, A. Proctor, dan J. Shultz. (2000). A Simple Method For Production of Pure Silica From Rice Hull Ash. *Bioresource Technology*. No. 73. Hlm. 257-262.
- Susila Kristianingrum, Endang Dwi Siswani dan Anisa Fillaeli. (2011). Pengaruh Jenis Asam Pada Sintesis Silika Gel dari Abu Bagasse dan Uji Sifat Adsorbtifnya Terhadap Ion Logam Tembaga (II). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY.
- Silverstein, G.C. Bassler dan T.C. Morrill. (1991). *Spectrometric Identification of Organic Compound, 5th ed.* New York: John Wiley & Sons.
- Witono, J. A. (2003). *Produksi Furfural Dan Turunannya : Alternatif Peningkatan Nilai Tambah Ampas Tebu Indonesia (Sebuah Wacana Bagi Pengembangan Industri Berbasis Limbah Pertanian)*. Diakses dari <http://www.kompas.com/kesehatan/news/0510/21/113325.htm>, pada tanggal 16 juli 2016

Artikel ini telah disetujui untuk
diterbitkan oleh pembimbing pada
tanggal Oktober 2016

Dr. Siti Sulastri, M.S.
NIP. 19511219 197803 2 001

Artikel ini telah direview oleh Penguji
Utama pada tanggal Oktober 2016

Prof. Dr. Endang Widjajanti LFX
NIP. 19621203 198601 2 001