

**PENGARUH JENIS ASAM PADA SINTESIS SILIKA GEL DARI
ABU BAGASSE DAN UJI SIFAT ADSORPTIFNYA
TERHADAP ION LOGAM TEMBAGA (II)**

Susila Kristianingrum, Endang Dwi Siswani, dan Annisa Fillaeli

Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis silika gel dari abu bagasse, dan mempelajari karakteristiknya, serta pengaruh jenis asam kuat dan lemah terhadap daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi pada ion logam tembaga(II) sehingga dapat diketahui daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi yang paling optimal.

Subjek penelitian ini adalah silika gel dari abu bagasse. Objek dari penelitian ini adalah karakter silika gel yang dihasilkan meliputi keasaman, kadar air, spektra inframerah, daya dan efisiensi adsorpsi terhadap ion logam tembaga(II). Penelitian ini diawali dengan pengabuan bagasse pada suhu 700°C dilanjutkan dengan pembuatan larutan natrium silikat dengan melarutkan 6 gram abu bagasse menggunakan 200 ml larutan NaOH 1M disertai pengadukan dan pemanasan selama 1 jam. Filtrat natrium silikat yang terbentuk ditambahkan bertetes-tetes larutan dengan variasi jenis asam kuat dan lemah yaitu asam klorida, asam sulfat, asam asetat dan asam sitrat dengan konsentrasi masing-masing 3M hingga larutan mencapai pH 7. Gel yang terbentuk didiamkan semalam, disaring dan dicuci dengan aquademineralisata, serta dikeringkan dalam oven dengan suhu 120°C selama 2 jam dan digerus hingga lolos ayakan ukuran 200 mesh. Proses adsorpsi dilakukan dengan memasukkan silika gel ke dalam larutan ion logam tembaga(II), kemudian dikocok menggunakan *shaker* selama 2 jam kemudian disentrifus selama 30 menit dengan kecepatan 2000 rpm untuk memisahkan endapan. Setelah adsorpsi, larutan sisa dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) untuk mengetahui jumlah ion logam tembaga(II) yang teradsorpsi dalam silika gel.

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis dengan asam klorida, asam sulfat, asam asetat, dan asam sitrat 3M mempunyai nilai keasaman berturut-turut sebesar 8,320; 6,554; 6,836 dan 7,574 mmol/g. Sedangkan kadar air masing-masing 12,880; 15,118; 11,085 dan 17,423%. Hasil karakterisasi gugus fungsi dengan spektroskopi infra merah menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis mempunyai kemiripan dengan kiesel gel 60G. Jenis asam kuat dan lemah yang digunakan dalam sintesis mempunyai nilai daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi ion logam tembaga(II) yang berbeda.

Kata kunci : abu bagasse, silika gel, adsorpsi, ion logam Cu(II)

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman yang tumbuh subur di Indonesia. Tanaman ini hanya tumbuh di daerah beriklim tropis dan digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan gula (FAO, 2006). Proses ekstraksi cairan tebu yang diolah di pabrik gula memiliki hasil samping berupa ampas tebu (bagasse). Ampas tebu yang dihasilkan dari satu pabrik gula sekitar 35–40% dari berat tebu yang digiling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu *bagasse* dari limbah pabrik gula dapat diolah menjadi silika. *Bagasse* mengandung air 48 – 52%, gula 3,3% dan serat 47,7% (A.Hanafi dan A. Nandang, 2010).

Dari hasil analisa XRF terhadap abu bagasse diketahui bahwa dalam abu bagasse mengandung mineral–mineral yang berupa Si, K, Ca, Ti, V, Mn, Fe, Cu, Zn dan P. Kandungan yang paling besar dari mineral– mineral tersebut adalah silikon (Si) sebesar 55,5%. Karena kandungan silika dalam abu bagasse besar maka abu bagasse berpotensi sebagai bahan baku pembuatan silika gel sehingga mempunyai nilai tambah yang lebih dengan memanfaatkan limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik gula (http://adinfobogor.blogspot.com/2008/01/bahaya-pencemaran-logam-berat-dalam-air_31.html). Adapun komposisinya disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Kadar abu *bagasse*

Komposisi	% berat
SiO ₂	73,5
Al ₂ O ₃	7,6
Fe ₂ O ₃	2,7
CaO	3,0
MgO	2,6
K ₂ O	7,1
P ₂ O ₃	1,7

Sumber : Paturau dalam Setyawan, 2006 :4

Silika gel merupakan salah satu padatan anorganik yang dapat digunakan untuk keperluan adsorpsi karena memiliki gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang merupakan sisi aktif pada permukaannya. Di samping itu silika gel mempunyai pori-pori yang luas, berbagai ukuran partikel dan area permukaan yang khas. Menurut penelitian Nunung (2010 : 3), abu *bagasse* memiliki kandungan silika yang cukup besar yakni berkisar 70% sehingga abu *bagasse* memungkinkan digunakan sebagai bahan baku pembuatan silika gel dengan ekstraksi silika gel dalam abu *bagasse* dengan larutan NaOH 1N kemudian dengan polimerisasi *hydrogel* dan pengeringan sampai menjadi silika gel dan menguji daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi terhadap ion logam Pb(II). Dari penelitian tersebut diharapkan menjadi solusi dalam pembuatan silika gel yang hemat energi dan ramah lingkungan.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut dapat diketahui bahwa silika gel dapat dibuat dari abu *bagasse*, sehingga penelitian tentang pembuatan silika gel dari abu *bagasse* masih perlu dikembangkan, yaitu dengan melanjutkan penelitian di atas dengan mempelajari variabel-variabel penelitian. Dalam penelitian ini akan dilakukan kajian salah satu pemanfaatan abu *bagasse* sebagai sumber silika untuk adsorpsi ion logam Cu(II), di antaranya penggunaan asam kuat dan asam lemah. Penelitian ini difokuskan pada kajian pengolahan abu *bagasse* menjadi natrium silikat dengan variasi jenis asam (kuat dan lemah), yang kemudian dilanjutkan dengan karakterisasi silika gel, dan uji sifat adsorptifnya terhadap ion logam Cu(II).

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan pada sintesis silika gel
2. Pengaruh temperatur dan waktu pengabuan
3. Jenis asam yang digunakan untuk sintesis silika gel
4. Jenis ion logam yang diadsorpsi oleh silika gel hasil sintesis
5. Sifat adsorptif silika gel hasil sintesis

Pembatasan Masalah

Berdasarkan berbagai pembatasan masalah diatas maka dapat diberikan beberapa permasalahan agar penelitian efektif sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan pada sintesis silika gel adalah metode sol-gel
2. Temperatur dan waktu pengabuan 700°C selama 4 jam.
3. Jenis asam yang digunakan asam sulfat, asam klorida, asam asetat, dan asam sitrat.

4. Jenis spesies ion logam yang diadsorpsi adalah ion logam Cu(II)
5. Sifat adsorptif silika gel hasil sintesis yang dipelajari adalah daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi silika gel hasil sintesis.

Selain itu juga dipelajari karakterisasi silika gel hasil sintesis meliputi uji keasaman, kadar air, dan spektra IR.

Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakter silika gel hasil sintesis?
2. Bagaimana pengaruh jenis asam yang digunakan dalam sintesis silika gel dari abu bagasse terhadap daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi pada ion logam Cu(II)?
3. Berapakah daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi dari silika gel yang paling optimal terhadap ion logam Cu (II)?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi karakter silika gel hasil sintesis
2. Mengetahui pengaruh jenis asam yang digunakan dalam sintesis silika gel dari abu bagasse terhadap daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi pada ion logam Cu(II).
3. Mengetahui daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi dari silika gel yang paling optimal terhadap ion logam Cu (II).

METODE PENELITIAN

Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah silika gel dari abu bagasse

Objek

Objek penelitian adalah sifat adsorptif dan karakter silika gel hasil sintesis yang meliputi uji keasaman, kadar air, spektra IR, daya jerap dan efisiensi penjerapan terhadap ion logam Cu(II).

Teknik pengambilan sampel bagasse dalam penelitian ini dilakukan secara “*purposive sampling*”, bagasse diperoleh dari pabrik gula Madukismo Yogyakarta.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis asam yang digunakan: asam sulfat, asam klorida, asam asetat, dan asam sitrat.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah keasaman, kadar air, daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi silika gel terhadap ion logam Cu(II).

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan: Seperangkat alat spektrometer serapan atom merk Perkin elmer 5100, Seperangkat alat FTIR merk Termonicolet Avatar 360, Tungku pembakaran(Muffle Furnace) merk Ucida IMF 72, Pengaduk magnet (*stirer*) merk Eyla, Teflon, Oven merk Eyla WFO-450 ND, Neraca analit merk AND HF 300, Ayakan ukuran 200 mesh “*Fisher*”, Pemanas listrik (*hot plate*), Shaker, Pemusing (*sentrifuse*), Ball pipet, Pompa vakum, Alat-alat dari plastik dan alat pendukung lain.

Bahan-bahan yang digunakan: Abu Bagasse, NaOH p.a Merck, H₂SO₄ p.a Merck, HCl p.a Merck, CH₃COOH p.a Merck, C₆H₈O₇ · H₂O p.a Merck, Larutan induk Cu(II), KOH p.a Merck, Akwademineralisata, Na₂B₄O₇ · H₂O p.a Merck, Indikator PP, Indikator MO, kertas saring Whatman No. 42.

Prosedur Penelitian

Pengabuan dan Pencucian

Sampel bagasse yang berasal dari Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta dibakar dan dihasilkan arang bagasse kemudian arang *bagasse* ditimbang dan diabukan dalam *muffle furnace* pada temperatur 700 °C selama 4 jam menggunakan krus porselin. Setelah itu dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Abu bagasse tersebut kemudian digerus menggunakan mortar dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Sebanyak 25 gram abu halus tersebut kemudian dicuci dengan 150 ml larutan HCl 0,1 M melalui pengadukan selama 1 jam dan didiamkan selama semalam kemudian disaring menggunakan kertas pH Universal Merck. Abu bagasse yang telah dicuci tersebut kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman No.42 dan dibilas dengan akuademineralisata hingga netral setelah itu dicek menggunakan kertas pH Universal Merck. Abu bagasse yang telah dicuci tersebut kemudian dikeringkan dalam oven pada temperature 110°C selama 2 jam. Abu bagasse kering tersebut ditimbang dan sebanyak 0,1 gram abu tersebut dikarakterisasi gugus fungsionalnya menggunakan alat FTIR.

Preparasi Larutan Natrium Silikat (Na_2SiO_3)

Sebanyak 6 gram abu bagasse kering yang telah dicuci, dilebur menggunakan 200 mL larutan NaOH 1M sambil diaduk sampai mendidih selama 1 jam kemudian didiamkan selama 18 jam. Larutan Natrium Silikat yang terbentuk disaring menggunakan kertas saring Whatman No.42.

Pembuatan Silika Gel

Sebanyak 20 mL larutan natrium silikat ditempatkan dalam wadah plastik dan ditambahkan H_2SO_4 3 M setetes demi tetes sambil diaduk dengan pengaduk magnet sehingga terbentuk gel dan diteruskan hingga pH 7 kemudian didiamkan selama 1 malam. Kemudian gel yang terbentuk disaring dengan kertas saring Whatman No.42 dan dilakukan pencucian dengan akuademineralisata sampai bersifat netral. Lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur 120°C selama 2 jam. Silika gel kemudian digerus menggunakan mortar dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Prosedur diulang untuk asam klorida, asam asetat, dan asam sianida. Setelah itu silika gel dikarakterisasi gugus fungsionalnya menggunakan FTIR dan dibandingkan dengan spektra IR pada Kiesel Gel 60G Merck.

Penentuan Keasaman Silika Gel

Keasaman silika gel hasil sintesis dalam penelitian ini ditentukan dengan metode volumetri. Metode volumetri dilakukan dengan cara merendam 0,1 gram silika gel dalam 15 mL larutan NaOH 0,1 M (telah distandarisasi) selama 24 jam. Silika gel dipisahkan dari campuran dengan cara didekantir. Larutan NaOH yang telah bereaksi dengan silika gel dititrasi dengan larutan standar H_2SO_4 0,1 M (telah distandarisasi) menggunakan indikator fenolftalein. Keasaman satu gram sampel diperoleh dari selisih jumlah mmol NaOH awal dengan mmol NaOH setelah perendaman selama 24 jam. Penentuan keasaman ini dilakukan pada silika gel hasil sintesis dengan variasi jenis asam serta silika Kiesel gel 60G buatan Merck secara triplo.

Penentuan Kadar Air Silika Gel

Sebanyak 0,1 gram silika gel dipanaskan dalam oven pada temperatur 100°C selama 4 jam kemudian didinginkan dan ditimbang. Setelah itu, dipijarkan dalam *muffle furnace* pada temperatur 600°C selama 2 jam. Sampel kemudian didinginkan dan ditimbang kembali. Kadar air dihitung dengan mengurangkan berat silika gel sebelum pemijaran (sesudah pemanasan pada suhu 100°C selama 4 jam) dengan berat silika gel setelah pemijaran dibagi berat silika gel awal dikali 100%. Penentuan kadar air ini dilakukan pada silika gel hasil sintesis serta Kiesel gel 60G buatan Merck secara triplo.

Adsorpsi Ion Logam Cu(II)

Sebanyak 250 mg silika gel diinteraksikan dengan larutan Cu(II) 10 ppm dalam botol film gelap, kemudian diaduk dalam alat *shaker* selama 90 menit. Selanjutnya disentrifuse dengan

kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Silika gel dan filtrat didekantir, filtrat yang diperoleh dianalisis konsentrasi ion Cu (II) dengan menggunakan SSA. Sedangkan endapan yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR. Adsorpsi ini dilakukan pada silika gel hasil sintesis dengan variasi jenis asam serta Kiesel gel 60G buatan Merck secara triplo.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis, yang meliputi:

1. Menghitung Keasaman silika gel

$$\begin{aligned} \text{Keasaman (mmol/gram)} &= \frac{\text{mmol NaOH awal} - \text{mmol NaOH sisa}}{\text{Berat silika gel (gram)}} \\ &= \frac{(V_{\text{NaOH}} \times M_{\text{NaOH}}) - (V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times M_{\text{H}_2\text{SO}_4})}{\text{Berat silika gel (gram)}} \end{aligned}$$

Dimana NaOH sisa ekuivalen dengan mmol H₂SO₄ yang digunakan.

2. Menentukan Kadar Air Silika gel

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat silika sebelum pemijaran} - \text{setelah pemijaran}}{\text{Berat silika gel mula-mula}} \times 100\%$$

Nilai x pada SiO₂ . x H₂O dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$x = \frac{\%K \text{ H}_2\text{O}}{18,0154} \times \frac{60,0828}{\%K \text{ SiO}_2}$$

3. Menghitung Daya Jerap dan Efisiensi Penjerapan Silika Gel terhadap ion logam Cu(II)

$$D = \frac{C_0 - C_1}{m} \times V \qquad E_p = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

D = daya adsorpsi (daya jerap) (mg/g)

C₀ = konsentrasi ion logam Cu mula-mula (ppm)

C₁ = konsentrasi ion logam Cu setelah proses adsorpsi (ppm)

V = volume ion logam Cu (L)

m = massa silika gel (g)

E_p = efisiensi adsorpsi (efisiensi penjerapan)

4. Pengukuran larutan standard dan larutan supernatan

- Pengukuran absorbansi dari larutan ion logam Cu(II)
- Mengukur absorbansi dari larutan supernatan dengan AAS
- Membuat grafik antara Konsentrasi (C) Vs Absorbansi (A)
- Menentukan persamaan yang terbentuk dalam bentuk persamaan **Y= a + bX** dengan : Y= Absorbansi, a = Konstanta, b = Slope, X = konsentrasi ion logam Cu(II).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

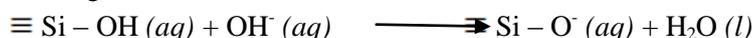
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya adsorpsi serta efisiensi adsorpsi silika gel dari abu bagasse terhadap ion logam Cu(II). Silika gel yang dihasilkan berwarna putih keras, dan halus. Kemudian dilakukan karakterisasi dan dibandingkan dengan karakterisasi silika gel pembanding yaitu Kiesel gel 60G buatan E-Merck. Karakter silika gel yang dipelajari meliputi keasaman, kadar air, spektra infra merah (IR), daya adsorpsi silika gel serta efisiensi adsorpsi terhadap ion logam Cu(II). Dari uji kadar air dari silika gel maka akan didapatkan rumus kimia dari silika gel hasil sintesis dan pembandingnya. Keasaman dan kadar air dari silika gel hasil sintesis dan kiesel gel 60G dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Keasaman, Kadar Air dan Rumus Kimia SGAB Hasil Sintesis dan Perbandingan

No	Jenis Silika	Keasaman (mmol/gr)	Kadar Air Total (%)	Rumus Kimia SiO ₂ · x H ₂ O
1	Kiesel Gel 60G	7,751	9,98327	SiO ₂ · 0,3699H ₂ O
2	SGAB-H ₂ SO ₄	6,554	15,11829	SiO ₂ · 0,5940H ₂ O
3	SGAB-HCl	8,320	12,8798	SiO ₂ · 0,4931H ₂ O
4	SGAB-CH ₃ COOH	6,836	11,085	SiO ₂ · 0,4158H ₂ O
5	SGAB- C ₆ H ₈ O ₇ · H ₂ O	7,574	17,423	SiO ₂ · 0,7037H ₂ O

Menurut Nuryono dkk (2005: 205), partikel silika gel dapat dipandang sebagai asam padatan karena memiliki gugus pada permukaan yang dapat dipandang terionisasi menghasilkan proton dan partikel bermuatan negatif. Penentuan keasaman silika gel dalam penelitian ini dilakukan secara volumetri. Pengujian keasaman silika gel bertujuan untuk mengetahui kemampuan silika gel hasil sintesis dengan larutan asam klorida, asam sulfat, asam asetat dan asam sitrat masing-masing 3M dibandingkan dengan kiesel gel 60G dengan menggunakan metode volumetri yang dilakukan dengan titrasi.

Pada penelitian ini 0,1 gram silika gel hasil sintesis dan kiesel gel 60G direndam dalam 15 mL larutan NaOH 0,1 M (yang telah distandarisasi) selama 24 jam agar terjadi interaksi antara ion OH⁻ dari larutan NaOH dengan gugus Si-OH dari silika gel. Reaksi yang terjadi saat perendaman dimungkinkan sebagai berikut:



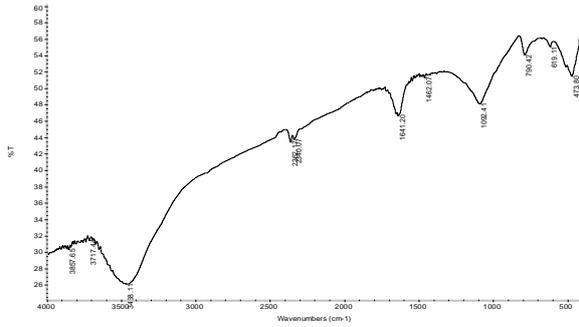
Tahap selanjutnya campuran larutan NaOH dengan silika gel hasil sintesis didekantir sehingga menghasilkan larutan NaOH sisa. Larutan NaOH sisa dititrasi dengan larutan HCl 0,1 M (yang telah distandarisasi menjadi 0,0907 M dapat dilihat pada lampiran). Pada tahap ini terjadi reaksi penetralan H⁺ dari larutan HCl yang terbentuk oleh ion OH⁻ dari larutan NaOH dengan reaksi sebagai berikut:



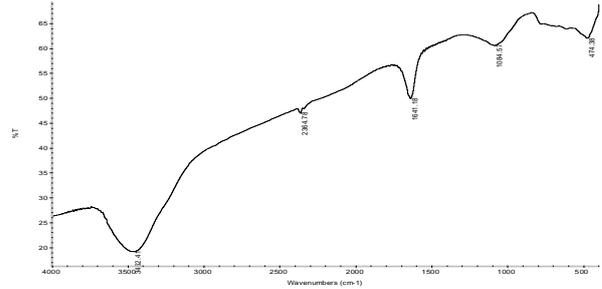
Semakin besar jumlah silanol yang dimiliki oleh silika gel maka kemampuannya untuk mendonorkan proton semakin besar sehingga keasamannya semakin meningkat. Dengan demikian peningkatan keasaman silika gel hasil sintesis diperkirakan berasal dari peningkatan jumlah gugus silanol yang disebabkan oleh meningkatnya ion H⁺ yang digunakan pada pembuatan silika gel.

Keasaman diperoleh dari selisih mmol NaOH awal dengan mmol NaOH setelah perendaman dengan silika gel hasil sintesis selama 24 jam. Nilai keasaman silika gel hasil sintesis yang paling mendekati nilai keasaman kiesel Gel 60G yaitu nilai keasaman dari silika gel hasil sintesis dengan larutan asam sitrat 3M. Sedangkan keasaman yang paling tinggi dimiliki oleh silika gel dengan asam klorida 3M. Hal ini disebabkan karena pada asam klorida memiliki kadar asam yang paling tinggi. Semakin tinggi nilai keasaman maka semakin banyak jumlah silanol (Si-OH) yang telah dimiliki oleh silika gel sehingga kemampuan untuk mendonorkan proton semakin besar.

Dari hasil kadar keasaman SGAB-HCl, SGAB-CH₃COOH, dan SGAB-C₆H₈O₇ · H₂O yang hampir sama dengan Kiesel Gel 60G sehingga dapat dikatakan bahwa SGAB-HCl, SGAB-CH₃COOH, SGAB-C₆H₈O₇ · H₂O memiliki karakter yang hampir mirip dengan Kiesel Gel 60G. Karakterisasi silika gel dengan spektrofotometer infra merah bertujuan untuk mengetahui adanya gugus silanol (Si-OH), siloksan (Si-O-Si), gugus S-H dan gugus-gugus lain. Sebelum menganalisis spektra infra merah dari silika gel hasil sintesis sebelumnya dilakukan analisis spektra dari abu bagasse sebelum dan setelah pencucian diperoleh grafik seperti pada Gambar 1.(a,b). Spektra infra merah dari kiesel gel 60G dan silika gel hasil sintesis (SGAB-HCl, SGAB-H₂SO₄, SGAB-CH₃COOH, dan SGAB-C₆H₈O₇ · H₂O) dapat dilihat dalam Gambar 2 (a,b,c,d,e).

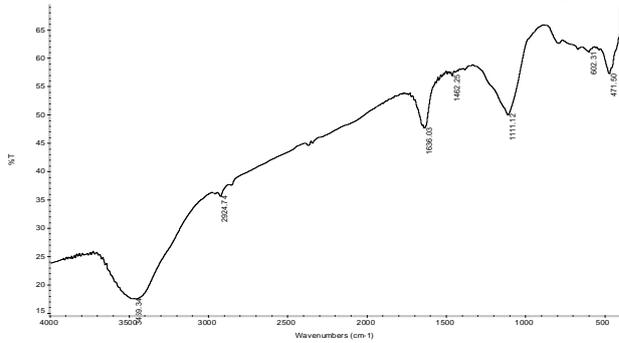


a. Sebelum Dicuci

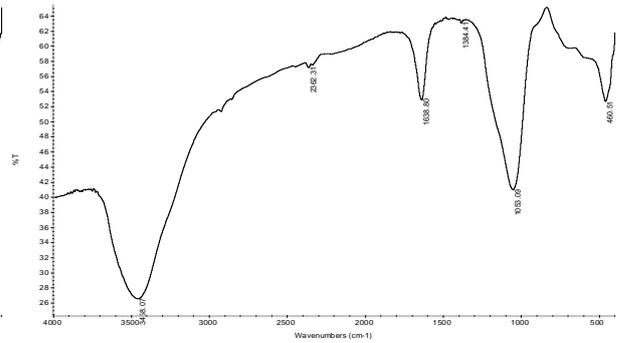


b. Setelah Dicuci

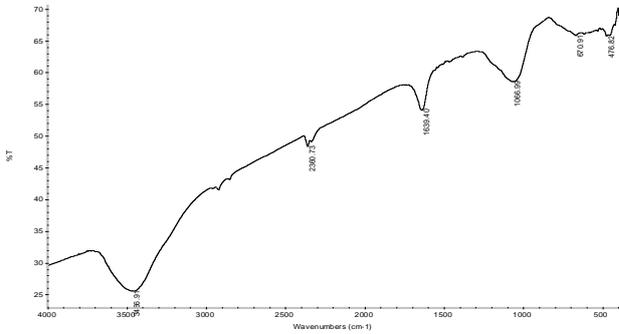
Gambar 1. Spektra IR Abu Bagase



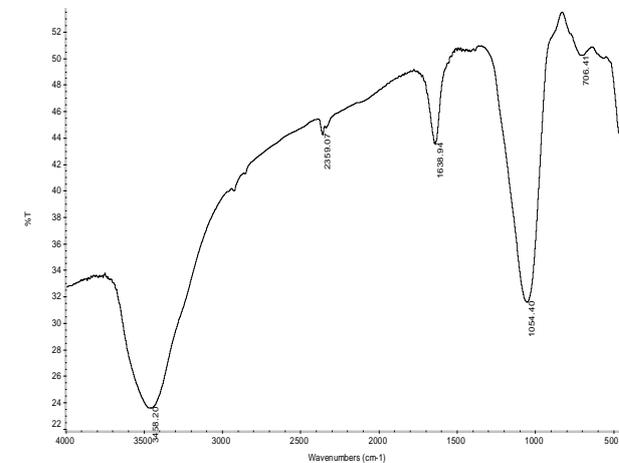
Gambar 2a. Spektra IR Kiesel Gel 60G



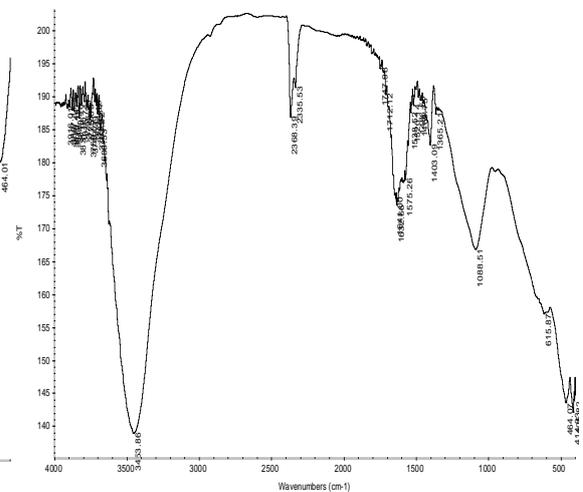
Gambar 2b. Spektra IR SGAB-HCl



Gambar 2c. Spektra IR SGAB- H₂SO₄



Gambar 2d. Spektra IR SGAB-CH₃COOH



Gambar 2e. Spektra IR SGAB- C₆H₈O₇.H₂O

Proses karakterisasi abu bagasse sebelum dan sesudah pencucian bertujuan untuk mengetahui pergeseran daerah hasil serapan antara gugus silanol (Si-OH), siloksan (Si-O-Si),

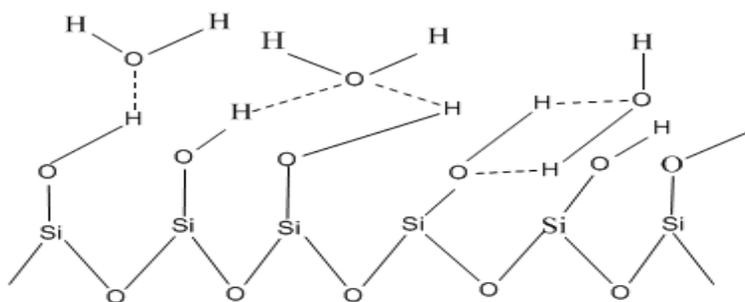
gugus S-H dan gugus-gugus lain. Dari hasil karakterisasi dengan spektrofotometer infra merah didapatkan bahwa abu bagasse sebelum dan sesudah pencucian terlihat bahwa serapan karakteristik pada pita dengan bilangan gelombang masing-masing $3468,11\text{ cm}^{-1}$ dan $3462,41\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi regangan gugus -OH dari Si-OH . Pada bilangan gelombang $1641,20\text{ cm}^{-1}$ dan $1641,18\text{ cm}^{-1}$ masing-masing abu bagasse sebelum dan sesudah pencucian menunjukkan vibrasi bengkokan gugus -OH dari Si-OH . Pita serapan pada bilangan gelombang $1092,41\text{ cm}^{-1}$ dan $1084,57\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi regangan gugus Si-O dari Si-O-Si . Pita serapan pada bilangan gelombang $473,80\text{ cm}^{-1}$ dan $474,38\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi bengkokan dari Si-O-Si dari masing-masing abu bagasse sebelum dan sesudah pencucian.

Data spektrum dari abu bagasse sesudah pencucian menunjukkan adanya kenaikan intensitas pita serapan dibandingkan dengan intensitas sebelum pencucian. Sedangkan pada bilangan gelombang dari abu bagasse sesudah pencucian menunjukkan adanya sedikit penurunan dari pada abu bagasse sebelum pencucian. Hasil spektra IR abu bagasse sebelum pencucian terdapat pita serapan di daerah 3857.65 ; 3717.44 ; 1462.07 ; 790.42 ; dan 619.11 cm^{-1} pada spektra IR abu bagasse sesudah pencucian pita serapan tersebut hilang. Pita serapan tersebut dimungkinkan gugus pengotor yang larut dalam larutan HCl $0,1\text{ M}$.

Berdasarkan hasil spektra inframerah pada silika gel hasil sintesis dengan variasi asam kuat, spektra yang dihasilkan hampir mirip dengan kiesel gel 60G sebagai pembanding. Pada masing-masing pita serapan Kiesel-Gel 60G dan silika gel hasil sintesis (SGAB-HCl, SGAB- H_2SO_4 dan SGAB- CH_3COOH , dan SGAB- $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7\cdot\text{H}_2\text{O}$) menunjukkan serapan yang melebar di daerah $3469,34\text{ cm}^{-1}$; $3458,07\text{ cm}^{-1}$; $3466,91\text{ cm}^{-1}$ dan $3467,45\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi regangan gugus -OH dari Si-OH . Adanya gugus -OH dipertegas dengan adanya puncak pada spektra inframerah pada bilangan gelombang $1636,03\text{ cm}^{-1}$; $1638,80\text{ cm}^{-1}$; $1639,40\text{ cm}^{-1}$ dan $1637,39\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya bengkokan pada gugus -OH dari Si-OH . Pada serapan $1111,12\text{ cm}^{-1}$; $1053,09\text{ cm}^{-1}$; $1066,99\text{ cm}^{-1}$ dan $1040,51\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi regangan Si-O dari Si-O-Si . Pita serapan yang mendukung keberadaan ikatan Si-O muncul pada bilangan gelombang $602,31\text{ cm}^{-1}$, tetapi pada SGAB-HCl tidak terdapat serapan pada daerah ini, sedangkan untuk SGAB- H_2SO_4 mempunyai serapan $670,91\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan regangan asimetri Si-O-Si . Ketidak munculan pita serapan disebabkan karena intensitas pada pita serapan tersebut terlalu lemah sehingga tidak dapat terbaca pada spektrum IR. Pita serapan yang lain pada $471,50\text{ cm}^{-1}$; $460,51\text{ cm}^{-1}$; $476,82\text{ cm}^{-1}$; dan $456,78\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi bengkokan dari Si-O-Si (Hardjono S, 1991:102).

Secara umum silika gel hasil sintesis memberikan pola spektra infra merah yang mirip dengan pola spektra infra merah kiesel gel 60G buatan Merck setelah proses adsorpsi ion logam Cu(II). Kemiripan tersebut menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis memiliki kemiripan gugus-gugus fungsional dengan kiesel gel 60G buatan Merck.

Data kadar air dapat digunakan untuk penentuan rumus kimia silika gel yang dihasilkan dengan asumsi bahwa silika hanya terdiri dari SiO_2 dan H_2O . Rumus kimia Kiesel Gel 60 adalah $\text{SiO}_2 \cdot 0,3699\text{H}_2\text{O}$ sedangkan untuk kadar air SGAB-HCl, SGAB- H_2SO_4 masing-masing adalah $\text{SiO}_2 \cdot 0,4931\text{H}_2\text{O}$, $\text{SiO}_2 \cdot 0,5940\text{H}_2\text{O}$, sehingga silika gel hasil sintesis yang memiliki kadar air mendekati dengan kiesel gel 60G adalah silika gel hasil sintesis SGAB-HCl 3M. Semakin banyak gugus silanolnya maka kemampuan mengikat molekul air melalui ikatan hidrogen juga semakin banyak. Molekul air dapat teradsorpsi pada permukaan silika gel dalam berbagai bentuk yang dapat dilihat pada Gambar 3 (Scoot, R. P. W., 1993: 8).



Gambar 3. Molekul Air Pada Permukaan Silika Gel

Data hasil perhitungan daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi silika gel terhadap ion logam Cu(II) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya Adsorpsi dan Efisiensi Adsorpsi Silika Gel Terhadap Ion logam Cu(II)

Jenis Silika Gel	Daya Adsorpsi (mg/g)	Efisiensi Adsorpsi (%)
Kiesel Gel 60G	0,234717	53,18819
SGAB- HCl	0,422276	96,31409
SGAB-H ₂ SO ₄	0,357928	81,73243
SGAB-CH ₃ COOH	0,165830	37,94520
SGAB-C ₆ H ₈ O ₇ .H ₂ O	0,010930	2,26720

Daya adsorpsi silika gel hasil sintesis terhadap ion logam Cu(II) yang paling mendekati kiesel gel 60G adalah silika gel sintesis dengan asam asetat 3M dan dipertegas dengan spektra inframerah untuk mengetahui pergeseran pita-pita serapan sebelum dan sesudah adsorpsi.

Menurut Oscik (1982) yang menyatakan bahwa kesetimbangan adsorpsi ion logam pada berbagai adsorben umumnya tercapai setelah kurang lebih satu menit kemudian diendapkan dengan alat sentrifuse selama 30 menit dengan kecepatan 2000 rpm. Hal ini dimaksudkan agar pengendapan lebih maksimal. Silika yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan spektroskopi serapan atom untuk mengetahui logam yang tidak teradsorpsi. Silika gel yang digunakan adalah kiesel gel 60G sebagai pembanding, silika gel hasil sintesis SGAB-CH₃COOH, dan SGAB- C₆H₈O₇.H₂O. Pada masing-masing silika gel dikontakkan dengan larutan ion logam Cu(II) untuk mengetahui pengaruh asam yang berbeda pada sintesis silika gel terhadap daya adsorpsi serta efisiensi adsorpsi silika gel terhadap Cu(II).

Berdasarkan data pada Tabel 3, terlihat bahwa silika gel hasil sintesis memiliki daya adsorpsi yang hampir sama dengan kiesel gel 60G buatan E-Merck, kecuali pada SGAB-C₆H₈O₇.H₂O hasil yang didapatkan kurang baik. Hal ini dimungkinkan SGAB- C₆H₈O₇.H₂O kurang berpotensi jika digunakan sebagai adsorben karena tingkat asam yang terlalu tinggi. Asam sitrat (C₆H₈O₇.H₂O) merupakan asam lemah yang memiliki kadar keasaman yang cukup tinggi sehingga jika digunakan untuk silika gel hasilnya kurang baik. Keasaman asam sitrat terdapat tiga gugus karboksil COOH yang dapat melepas proton dalam larutan maka ion yang dihasilkan adalah ion sitrat. Ion sitrat dapat bereaksi dengan pengkhelet sehingga digunakan sebagai pengawet dan penghilang kesadahan air. Asam sitrat bersifat sebagai *chelating agent* atau senyawa pembentuk kompleks. *Chelating Agent* adalah senyawa yang dapat mengikat ion logam bervalensi dua atau lebih seperti Mn, Fe, Cu, Ni, Mg, dsb yang merupakan katalisator dalam proses oksidasi. Proses pembentukan senyawa kompleks terjadi karena adanya reaksi antara ion logam yang dinamakan ion inti dengan ion atau molekul yang disebut ligan dalam membentuk kompleks ion logam dan

ligan yang berikatan melalui ikatan koordinat kovalen dimana donor elektron berasal dari ligan. Oleh karena itu senyawa-senyawa yang mempunyai dua atau lebih gugus fungsional seperti -OH, -SH, -COOH dapat mengkhelat logam. Muatan senyawa kompleks ini dapat bermuatan positif, negatif atau pun netral (Winarno, 1991).

Menurut Kirck & Othmer (1985), penggunaan senyawa pembentuk kompleks sebagai pengikat ion logam adalah untuk mengurangi aktivitas ion-ion logam di dalam produk dapat menghilangkan ion-ion logam yang membentuk endapan yang tidak diinginkan dan mengurangi sifat racun dari logam berat seperti Pb, Hg, Zn, Cu, Ni, dsb. Berdasarkan sifat dari asam sitrat diatas didapatkan bahwa asam sitrat memang kurang cocok jika digunakan sebagai adsorben silika gel dikarenakan terjadinya pembentukan senyawa kompleks dan memiliki gugus fungsional -COOH yang dapat mengkhelat logam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Silika gel dapat disintesis dari abu bagasse yang berasal dari pabrik gula Madukismo Yogyakarta dengan menggunakan metode sol-gel. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis dengan asam klorida, asam sulfat, asam asetat, dan asam sitrat 3M mempunyai nilai keasaman berturut-turut sebesar 8,320; 6,554; 6,836 dan 7,574 mmol/g. Sedangkan kadar air masing-masing 12,880; 15,118; 11,085 dan 17,423%. Hasil karakterisasi gugus fungsi dengan spektroskopi infra merah menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis mempunyai kemiripan dengan kiesel gel 60G.
2. Jenis asam kuat dan lemah yang digunakan dalam sintesis mempunyai nilai daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi ion logam tembaga(II) yang berbeda.
3. Daya adsorpsi dan efisiensi adsorpsi terhadap ion logam tembaga(II) optimal diperoleh pada SGAB- HCl.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut tentang pembuatan silika gel dari bahan baku yang lain selain abu bagasse.
2. Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut tentang sifat adsorptif silika gel dengan jenis logam yang berbeda.
3. Perlu dilakukan karakterisasi lebih lanjut terkait porositas dan luas permukaan silika gel.

DAFTAR PUSTAKA

A.Hanafi dan A. Nandang. (2010). Studi Pengaruh Bentuk Silika dari Abu Ampas Tebu terhadap Kekuatan Produk Keramik. *Jurnal Kimia Indonesia*. Volume 5 : 35-38.

[FAO] Food Agriculture Organization. (2006). *Major Food and Agricultural Commodities and Producers: Sugar Cane 2006* [terhubung berkala] <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html>. [19 Mar 2010].

Hardjono S. (1991). *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.

http://adinfobogor.blogspot.com/2008/01/bahaya-pencemaran-logam-berat-dalam-air_31.html
(20 Juni 2010)

Nunung Choirina. (2010). Sintesis Silika Gel Dari Abu Bagasse dan Uji Adsorpsinya Terhadap Ion Logam Timbal(II). *Skripsi*. Yogyakarta : FMIPA UNY

Nuryono, Narsito dan Sutarno. (2004). Kajian Penggunaan NaOH Dan Na₂CO₃ Pada Pembuatan Silika Gel Dari Abu Sekam Padi, *Prosiding Semnas Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA* : Hotel Sahid Raya

Oscik. (1982). *Adsorption*. England: Ellis Horwod Limited.

Paturau, J.M (1982). *By Product of the cane sugar industry*. Amsterdam Elsevier

Scoot, R.,P., W., (1993). *Silika Gel and Bonded Phases*, John Willey & Sons Ltd., Chichester

Winarno, F. G. (1991). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT Gramedia.

