



Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel

Prima Astuti Handayani^{1✉}, Eko Nurjanah², dan Wara Dyah Pita Rengga³

DOI 10.15294/jbat.v3i2.3698

Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Article Info

Sejarah Artikel:
Diterima Oktober 2015
Disetujui Desember 2015
Dipublikasikan Desember 2015

Keywords:
Rice hull ash, CH₃COOH,
HCl, Silica gel.

Abstrak

Sekam padi merupakan salah satu sumber penghasil silika terbesar, berpotensi sebagai bahan pembuatan silika gel. Abu sekam padi mengandung silika sebanyak 87%-97% berat kering. Sintesis silika gel dari abu sekam padi dilakukan dengan mereaksikan abu sekam padi menggunakan larutan NaOH 1N pada suhu 800C selama 1 jam dan dilanjutkan dengan penambahan larutan asam hingga pH=7. Gel yang dihasilkan selanjutnya didiamkan selama 18 jam kemudian dikeringkan pada suhu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 800C hingga beratnya konstan. Hasil percobaan diperoleh bahwa silika gel dengan penambahan CH₃COOH menghasilkan yield yang lebih besar dibandingkan penambahan HCl. Berdasarkan analisis FT-IR silika gel yang diperoleh memiliki gugus Si-O-Si dan gugus Si-OH. Silika gel dengan penambahan HCl memiliki surface area sebesar 65,558 m²/g, total pore volume 0,1935 cc/g, dan average pore size sebesar 59,0196 Å. Sedangkan silika gel dengan penambahan CH₃COOH memiliki surface area sebesar 9,685 m²/g, total pore volume 0,02118 cc/g, dan average pore size sebesar 43,7357 Å. Silika gel dengan penambahan CH₃COOH memiliki kemampuan menyerap kelembaban udara yang lebih baik dibanding silika gel dengan penambahan HCl.

Abstract

Rice hull ash (RHA) is one of the biggest source of silica, potential for sintesis silica gel. RHA contains silica as many as 87 % -97 %. Synthesis of silica gel from rice hull ash was done by reaction using NaOH solution at temperature 800C for 1 hour and followed by the addition of an acid solution until pH=7. The gel were rested with time aging 18 hour, and then dried using oven at temperature 800C until constant weigh. The results obtained that the silica gel with the addition of CH₃COOH produce higher yields than the addition of HCl. Based on FT-IR analysis, silica gel has a group of silanol (Si-OH) and siloxan (Si-O-Si) group. Silica gel with the addition of HCl has a surface area 65,558 m²/g, a total pore volume 0,1935 cc/g, and average pore size 59,0196 Å. While the silica gel with the addition of CH₃COOH has a surface area 9.685 m²/g, a total pore volume 0,02118 cc/g, and average pore size 43,7357 Å. Silica gel with the addition of CH₃COOH has the ability to absorb humidity better than silica gel with the addition of HCl.

PENDAHULUAN

Sekam padi sebagai limbah yang berlimpah khususnya di negara agraris, merupakan salah satu sumber penghasil silika terbesar. Sekam padi mengandung silika sebanyak 87%-97% berat kering setelah mengalami pembakaran sempurna. Selain didukung oleh jumlah yang melimpah, silika sekam padi dapat diperoleh dengan sangat mudah dan biaya yang relatif murah, yakni dengan cara ekstraksi alkalis (Kalapathy *et. al.*, 2000). Metode ekstraksi didasarkan pada tingginya kelarutan silika amorf dalam larutan alkalis seperti KOH, Na₂CO₃, atau NaOH, dan pengendapan silika terlarut menggunakan asam, seperti asam klorida, asam sitrat, asam asetat, dan asam oksalat.

Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO₂). Sol mirip agar-agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering, dan penopang katalis. Silika gel merupakan produk yang aman digunakan untuk menjaga kelembaban makanan, obat-obatan, bahan sensitif, elektronik, dan film sekalipun. Produk anti lembab ini menyerap lembab tanpa mengubah kondisi zatnya. Walaupun dipegang, butiran-butiran silika gel ini tetap kering.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang sintesis silika gel dari abu sekam padi sebagai produk yang aman untuk menjaga kelembaban suatu produk seperti makanan, obat-obatan, dan lain-lain. Penelitian ini dilakukan dengan mengolah abu sekam padi menjadi natrium silikat yang kemudian dilanjutkan proses sol-gel menggunakan asam kuat dan asam lemah.

METODE

Sekam padi yang telah dibersihkan dari pengotor kemudian dibakar dalam *furnace* pada suhu 700°C selama 4 jam. Abu yang diperoleh dihaluskan diayak menggunakan ayakan 150 mesh. Selanjutnya dilakukan ekstraksi menggunakan larutan NaOH 1N pada suhu 80°C selama 1 jam dilanjutkan penambahan larutan asam pH 7, asam yang digunakan adalah HCl 1 N dan CH₃COOH p.a. Kemudian dipanaskan menggunakan oven pada suhu 80°C hingga berat silika sel konstan. Selanjutnya dilakukan analisis FT-IR, analisis SAA, dan dilakukan uji adsorpsi kelembaban udara terhadap silika gel yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku yang digunakan adalah sekam padi yang berasal dari tempat penggilingan padi di desa Kejawan, Kecamatan Tegowanu, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Sebelum digunakan, sekam padi terlebih dahulu dibersihkan dari pengotor seperti kerikil, pasir, dedaunan, dan jerami padi. Sekam kemudian dibakar dalam *furnace* pada suhu 700°C selama 4 jam. Pembakaran pada suhu yang tinggi berfungsi untuk menghilangkan fraksi organik dari sekam padi, sehingga yang tertinggal hanya fraksi anorganiknya saja. Abu yang diperoleh dari pembakaran sekam padi pada suhu 700°C selama 4 jam memiliki rendemen rata-rata sebesar 17,69%.

Pembuatan Larutan Natrium Silikat dari Abu Sekam Padi

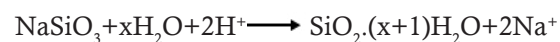
Natrium silikat diperoleh dengan mereaksikan abu sekam padi dengan larutan alkali yaitu natrium hidroksida. Reaksi yang terjadi antara silika yang terkandung dalam abu sekam padi dengan NaOH yang membentuk natrium silikat adalah sebagai berikut:



Pembuatan larutan natrium silikat dilakukan dengan mengekstraksi 10 gram abu sekam dengan larutan 60 mL NaOH 1 N pada suhu 80°C selama 60 menit. Kemudian campuran disaring dan residu dicuci dengan 100 mL air panas. Larutan natrium silikat yang dihasilkan berwarna putih bening.

Sintesis Silika Gel

Pembentukan silika gel dilakukan dengan menambahkan larutan asam ke dalam larutan natrium silikat. Larutan asam yang digunakan adalah asam asetat p.a dan larutan HCl 1 N. Sebelum penambahan asam, larutan natrium silikat terlebih dahulu diukur pHnya sebagai pH awal kemudian ditambahkan larutan asam hingga pH 7. Berdasarkan penelitian Ayu *et al.* (2013) pada kondisi pH 7 ini, silika gel yang dihasilkan memiliki rendemen dan luas permukaan yang paling besar. Proses pembentukan gel terjadi melalui reaksi pembentukan ikatan siloksan -Si-O-Si- dari silikat, sebagaimana reaksi berikut ini (Nuryono & Narsito, 2005):



Setelah penambahan asam, terbentuk hidrogel yang berwarna putih seperti kaca. Gel yang

tebentuk selanjutnya didiamkan selama 18 jam untuk pematangan gel, kemudian dikeringkan pada suhu 80°C hingga beratnya konstan. Pengeringan dilakukan untuk menghilangkan kandungan air dalam bahan dengan menguapkan air dari permukaan bahan. Proses pengeringan diikuti oleh pengurangan volume dan proses ini tidak terjadi dalam waktu yang sekaligus, sehingga membutuhkan waktu yang lama. Hasil dari proses pengeringan adalah silika gel kering yang disebut *xerogel*. *Xerogel* merupakan silika gel kering yang dihasilkan dengan mengeringkan fasa cair dalam pori-pori melalui proses evaporasi (Celzard & Mareche, 2002). Silika gel yang diperoleh berwarna putih.

Pada percobaan ini silika gel yang dihasilkan dengan penambahan HCl adalah 9,1593 g dengan yield sebesar 91,593%. Sedangkan dengan penambahan CH₃COOH menghasilkan 9,4754 g silika gel dengan yield sebesar 94,754%. Yield silika gel dengan penambahan CH₃COOH yang dihasilkan lebih besar daripada penambahan HCl.

Hasil Analisis FT-IR dan SAA Silika Gel

Silika gel yang dihasilkan diidentifikasi gugus fungsional berdasarkan analisis FT-IR kemudian identifikasi *surface area*, *pore volume*, dan *pore size* berdasarkan analisis SAA. Hasil analisis spektra FT-IR disajikan pada gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 di atas, dapat diidentifikasi adanya gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si). Interpretasi selengkapnya disajikan pada tabel 1.

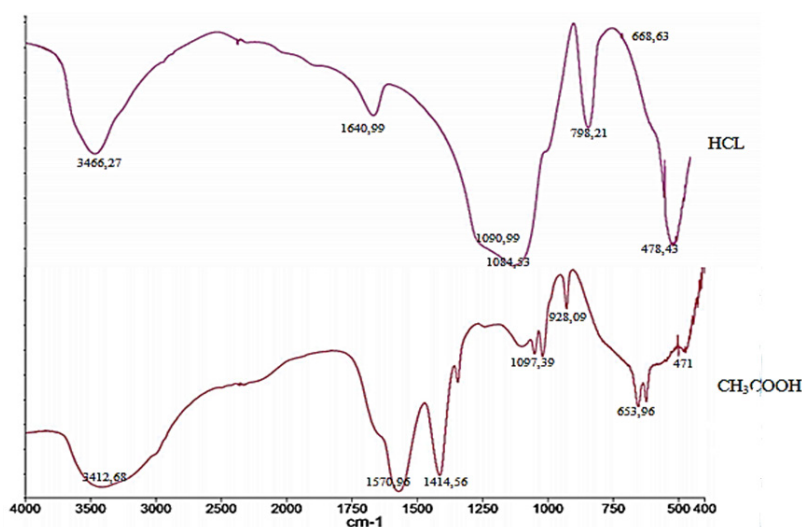
Pada spektrum di atas muncul puncak yang kuat pada silika gel dengan penambahan HCl dan CH₃COOH berturut-turut pada bilangan 1640,99 cm⁻¹ dan 1570,96 cm⁻¹ merupakan

puncak untuk vibrasi gugus -OH dari Si-OH. Puncak pada bilangan 3466,27 cm⁻¹ dan 3412,68 cm⁻¹ merupakan vibrasi dari ikatan hidrogen. Kemunculan kedua puncak tersebut menunjukkan adanya adsorpsi air selama proses ekstraksi (Yusmaniar, 2004).

Puncak-puncak yang kuat juga muncul pada bilangan gelombang 1084,53 cm⁻¹; 798,21 cm⁻¹; 478,43 cm⁻¹ yang merupakan puncak khas dari gugus Si-O-Si pada silika gel (A) dengan penambahan HCl, sedangkan puncak khas dari Si-O-Si dari silika gel (B) dengan penambahan CH₃COOH muncul pada bilangan gelombang 1097,39 cm⁻¹ dan 471 cm⁻¹.

Dari Tabel 1, dapat dilihat bahwa silika gel yang dihasilkan masih mengandung air. Hal tersebut ditunjukkan dengan munculnya pita serapan pada bilangan gelombang 1600-an cm⁻¹ dengan intensitas yang cukup tinggi, selain itu didukung dengan intensitas serapan yang cukup tinggi pula pada bilangan gelombang 3400-an cm⁻¹ (Sriyanti, 2005). Tabel 1 menampilkan adanya serapan pada bilangan gelombang 790-an cm⁻¹ untuk silika gel dengan penambahan HCl, sedangkan silika gel dengan penambahan CH₃COOH tidak menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang tersebut. Tetapi sebaliknya, pada bilangan gelombang 960-an cm⁻¹ serapan hanya ditunjukkan oleh spektrum silika gel dengan penambahan CH₃COOH. Hal ini mengindikasikan bahwa silika gel dengan penambahan HCl memiliki kandungan air yang lebih rendah daripada silika gel dengan penambahan CH₃COOH.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan SAA, silika gel dengan penambahan HCl memiliki *surface area*, *total pore volume*, dan *average pore size* yang lebih besar dibanding silika gel dengan penambahan CH₃COOH. Hal tersebut dikare-



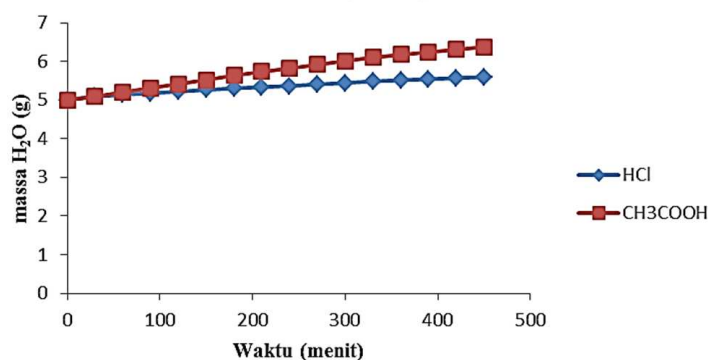
Gambar 1. Spektra FT-IR Silika Gel dari Abu Sekam Padi

Tabel 1. Intrepretasi Spektra FTIR Silika Gel dari Abu Sekam Padi

Interpretasi Spektra FT-IR			
Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Interpretasi	Referensi
A	B		
478,43	471	Vibrasi tekuk Si-O-Si	Hamdan, 1992
668,63	653,96	Vibrasi tekuk Si-O-Si	Silverstein, 2006
798,21	-	Vibrasi ulur Si-O-Si	Silverstein, 2006
-	928,09	Vibrasi ulur Si-O dari Si-OH	Silverstein, 2006
1084,53	1097,39	Vibrasi ulur Si-O-Si	Silverstein, 2006
1640,99	1570,96	Vibrasi tekuk -OH dari molekul air	Silverstein, 2006
3466,27	3412,68	Vibrasi -OH dari Si-OH atau air	Silverstein, 2006

Ket: A: silika gel dengan pengendapan HCl, B: silika gel dengan pengendapan CH₃COOH.

Kurva Penyerapan Air

**Gambar 2.** Kurva Penyerapan Air oleh Silika Gel

nakan adanya unsur-unsur mineral dalam HCl yang meresap ke dalam silika gel dan membuka permukaan yang semula tertutup sehingga volume dan diameter pori bertambah besar. Oleh karena itu *surface area* silika gel dengan penambahan HCl juga bertambah besar.

Aplikasi Silika Gel terhadap Kelembaban Udara

Kemampuan adsorpsi kelembaban udara oleh silika gel yang dihasilkan disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama waktu adsorpsi jumlah uap air yang terjerap dalam silika gel semakin banyak. Akan tetapi pada waktu yang sama, silika gel dengan penambahan CH₃COOH mampu mengadsorpsi uap air yang lebih banyak dari pada silika gel dengan penambahan HCl.

Ketidakteraturan susunan permukaan SiO₄ menyebabkan kemampuan adsorpsi uap air pada silika gel bergantung pada distribusi gugus -OH per unit area adsorben. Oleh karena itu, meskipun *surface area* silika gel dengan pengendapan

HCl lebih besar dibandingkan silika gel dengan penambahan CH₃COOH, jumlah air yang teradsorpsi pada waktu yang sama lebih kecil. Sehingga dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa silika gel dengan penambahan CH₃COOH memiliki kemampuan menyerap air yang lebih baik daripada silika gel dengan penambahan HCl.

SIMPULAN

1. Sintesis silika gel dengan penambahan asam kuat (HCl) menghasilkan yield yang lebih kecil daripada sintesis dengan penambahan asam lemah (CH₃COOH).
2. Hasil analisis FT-IR menunjukkan adanya gugus fungsi Si-OH dan gugus Si-O-Si pada silika gel dari abu sekam padi.
3. Silika gel dengan penambahan HCl memiliki *surface area* sebesar 65,558 m²/g, *total pore volume* 0,1935 cc/g, dan *average pore size* sebesar 59,0196 Å. Sedangkan silika gel dengan penambahan CH₃COOH memiliki *surface area* sebesar 9,685 m²/g, *total pore volume* 0,02118 cc/g, dan *average pore size* sebesar 43,7357 Å.

4. Silika gel dengan penambahan CH_3COOH memiliki kemampuan menyerap uap air yang lebih baik daripada silika gel dengan penambahan HCl .

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, Annisa M., Sri Wardhani, & Darjito. 2013. Studi Pengaruh Konsentrasi NaOH dan pH terhadap Sintesis Silika Xerogel Berbahan Dasar Pasir Kuarsa. *Kimia Student Journal*. 2(2): 517-523.
- Celzard, A. & Mareche. 2002. Applications of the Sol-Gel Process Using Well-Tested Recipes. *Journal of Chemical Education, Universite Henri Poincare*. 854-857.
- Hamdan, H. 1992. *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization and Modification*. Universiti Teknologi Malaysia, Kualalumpur.
- Ishizaki, K., Komareni, S., & Nanko, M. 1998. Porous Material: Process Technology and Applications. *Kluwer Academic Publisher*. London: 123-210.
- Kalpathy, U., A. Proctor, & J. Shultz. 2000. A Simple Methode for Production of Pure Silika from Rice Hull Ash. *Bioresource Technology*. 73: 257-262.
- Nuryono & Narsito. 2005. Pengaruh Konsentrasi Asam Terhadap Karakter Silika Gel Hasil Sintesis dari Natrium Silikat. *Indo. J. Chem*. 5 (1): 23-30.
- Onggo, H., Indiarti, L., & Martosudirjo, S. 1988. Suhu Optimal Pengarangan dan Pembakaran Sekam Padi. *Telaah*. 9 (2): 34-41.
- Silverstein, Robert M., Francis X. Webster, & david J. Kiemle. 2006. *Spektrometric Identification of Organic Compound* (7th ed.). John Wiley & Sons, inc. New York.
- Sriyanti, Taslimah, Nuryono, & Narsito. 2005. Sintesis Bahan Hibrida Asam Amino-Silika dari Abu Sekam Padi melalui Proses Sol-Gel. *JKSA*. 8(1): 1-10.
- Suka, Irwan G., W. Simanjuntak, S. Sembiring, & E. Trisnawati. 2008. Karakteristik Silika Sekam Padi dari Provinsi Lampung yang Diperoleh dengan Metode Ekstraksi. *MIPA*. 37(1): 47-52.
- Valchev, I, V. Lasheva, Tz. Tzolov, & N. Josifov. 2009. Silica Products from Rice Hulls. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*. 44: 257-261.
- Yusmaniar & B. Soegijono. 2009. Pengaruh Suhu Pemanasan pada Sintesis Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 115-117.