

Sintesis Silika dari Abu Sekam Padi dengan Metode Sol-gel

M Huljana^{1*}, S Rodiah²

^{1,2} Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri

Raden Fatah Palembang, Palembang 30126, Indonesia

*miftahuljana0@gmail.com

Abstrak. Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang dihasilkan dalam jumlah cukup besar, namun pemanfaatannya masih dianggap kurang maksimal. Sekam padi diketahui mengandung silika dengan kadar sebesar 87-97%. Kandungan silika yang tinggi dalam sekam padi ini berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan silika. Silika dari sekam padi disintesis dengan metode sol-gel. Prinsip dasar metode sol-gel adalah hidrolisis dan kondensasi molekul dari larutan prekursor. Sekam padi dikalsinasi pada suhu 700°C selama 4 jam menggunakan *furnace*. Hasil akhir yang diperoleh adalah serbuk silika berwarna putih. Hasil karakterisasi silika menggunakan *fourier transform infrared* (FTIR) menunjukkan adanya gugus silanol (Si-OH) pada bilangan gelombang 3367.70 cm⁻¹. Hasil analisa spektrum inframerah silika terdapat serapan khas pada bilangan gelombang 1056.99 cm⁻¹ dan 784.38 cm⁻¹. Hal ini masing-masing menunjukkan adanya vibrasi ulur asimetris dan simetris dari gugus siloksan (Si-O-Si).

Kata kunci: sekam padi; silika; metode sol-gel

Abstract. Rice husk is one of the agricultural waste produced in large enough quantities, but its utilization is still considered to be less than optimal. Rice husk contains silica with 87-97% content. The high silica content in rice husks is designed to be used as raw material for making silica. Silica from rice husk was synthesized by the sol-gel method. The basic principle of the sol-gel method is the hydrolysis and condensation of molecules from the precursors. Rice husk was calcined at 700 ° C for 4 hours using a furnace. The final result obtained is white printed silica powder. The results of silica characterization using fourier transform infrared (FTIR) showed the presence of silanol (Si-OH) groups at 3367.70 cm⁻¹. The results of silica infrared spectrum analysis are typical absorption at wave numbers 1056.99 cm⁻¹ and 784.38 cm⁻¹. Each of these shows the existence of asymmetric and symmetrical stretching vibrations of the siloxane group (Si-O-Si).

Keyword: rice husk ash; silica; sol-gel method

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan tanaman pangan padi di Indonesia, khususnya provinsi Sumatera Selatan, terus meningkat setiap tahun seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, produksi padi di Sumatera Selatan pada tahun 2018 yaitu sebesar 2,65 juta ton GKG (Gabah Kering Giling). Pada proses penggilingan padi menjadi beras, diperoleh hasil samping berupa 15-20% sekam dan dedak/bekatul 8-12% [1]. Apabila produksi GKG adalah 2,65 juta ton, maka akan diperoleh sekam sebesar 390-530 kg. Sekam padi secara umum digunakan sebagai bahan pencuci alat-alat dapur, media tanaman, alas pakan ternak dan

bahan bakar. Pemanfaatan sekam padi tersebut masih dianggap kurang optimal mengingat melimpahnya jumlah hasil samping produksi padi tersebut.

Sekam padi mengandung silika dengan kadar yang tinggi yaitu sebesar 87-97% [2]. Kandungan silika dalam sekam padi merupakan yang tertinggi jika dibandingkan dengan bahan-bahan lain seperti abu sabut kelapa sebesar 42,98% [3]; abu dasar (*bottom ash*) sebesar 50,98% [4]; abu layang (*fly ash*) sebesar 56,13% [5]; abu cangkang kelapa sawit sebesar 58,02% [6]; tongkol jagung sebesar $\pm 60\%$ [7]; dan abu daun bambu sebesar 78,71% [8].

Tingginya kandungan silika dalam sekam padi ini dapat menjadi acuan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan silika. Silika dari abu sekam padi disintesis menggunakan metode sol-gel. Menurut Ningsih [9], metode sol-gel adalah suatu proses yang digunakan untuk pembuatan material anorganik melalui suatu reaksi kimia dalam suatu larutan pada suhu relatif rendah. Prinsip dasar proses sol-gel adalah hidrolisis dan kondensasi molekul dari larutan prekursor. Pemilihan metode sol-gel dalam sintesis silika ini dikarenakan prosesnya relatif mudah, dapat berlangsung pada suhu rendah dan diperoleh material dengan kemurnian dan homogenitas tinggi.

Pada penelitian Yusuf, dkk [10], telah berhasil mensintesis silika dari abu ampas tebu menggunakan metode sol-gel dengan memvariasikan konsentrasi HCl. Silika yang dihasilkan dari abu ampas tebu memiliki karakteristik yang hampir sama dengan silika sintetik kiesel 60G.

Pada penelitian ini, sekam padi dikalsinasi menggunakan furnace, kemudian abu sekam padi dicuci dengan asam (*acid leaching*). Abu sekam padi diekstraksi menggunakan larutan hidroksida. Hasil akhir silika yang diperoleh kemudian dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *muffle furnace*, gelas ukur, gelas kimia, *hotplate*, *magnetic stirrer*, neraca analitik, labu ukur, oven, pipet tetes, spatula, ayakan 200 mesh, kertas saring dan instrument FTIR.

Bahan yang digunakan adalah sekam padi jenis ciherang dari desa Mulya Jaya kecamatan Lalan, NaOH, HCl dan aquades.

2.2. Prosedur Penelitian

2.2.1. Preparasi Sekam Padi

Sekam padi yang telah diperoleh dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat dengan air yang mengalir, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Sekam padi kemudian dibakar dalam *furnace* dengan suhu 700°C selama 4 jam. Abu yang dihasilkan kemudian ditambahkan HCl 1 M

dan diaduk selama 30 menit. Campuran disaring dengan kertas saring dan residu yang diperoleh dibilas dengan aquades.

2.2.2. Ekstraksi Abu Sekam Padi

Sebanyak 50 gram abu sekam padi yang telah dipreparasi dimasukkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi NaOH 1 M, diaduk selama 60 menit. Hasil campuran kemudian disaring dan residu dicuci dengan 100 mL air panas. Adapun filtrat yang diperoleh dari hasil ekstraksi ini merupakan larutan natrium silikat.

2.2.3. Sintesis Silika Gel

Larutan natrium silikat yang diperoleh diukur pH awal kemudian ditetaskan HCl 1 M dan diaduk konstan sampai terbentuk gel atau terjadi kondensasi dengan larutan asam hingga pH mencapai 7. Gel didiamkan selama 18 jam, setelah itu didestruksi dan dicuci dengan aquades. Kemudian gel dikeringkan dalam oven dengan suhu 80°C selama 2 jam. Setelah kering, silika dihaluskan dan diayak hingga lolos ayakan 200 mesh. Silika hasil ayakan yang telah berwujud fisik serbuk dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR untuk menentukan gugus fungsionalnya.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Sintesis Silika dari Abu Sekam Padi

Pembuatan silika dari sekam padi dalam penelitian ini menggunakan metode sintesis sol-gel. Pembuatan silika diawali dengan mencuci sekam padi dengan air mengalir guna untuk membersihkan kotoran-kotoran yang tertinggal seperti tanah ataupun pasir. Setelah dibersihkan, sekam padi dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari secara langsung. Sekam padi yang telah kering kemudian dikalsinasi dalam *muffle furnace* pada suhu 700°C selama 4 jam.

Kalsinasi merupakan proses pembakaran material yang berguna untuk menghilangkan kandungan air dan senyawa organik yang terkandung. Senyawa organik yang terdapat dalam sekam padi sebagian besar adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin. Reaksi dekomposisi yang terjadi dalam proses pembakaran sekam padi menurut Nuryono [11] dalam Yusmaniar, dkk [12] dapat dilihat dalam persamaan berikut:



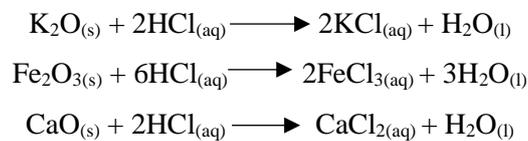
Suhu dan waktu kalsinasi merupakan faktor penting dalam menentukan struktur kristal silika dalam abu sekam padi. Kalsinasi dilakukan pada suhu 700°C dikarenakan pada suhu tersebut dihasilkan abu yang memiliki struktur silika amorf [13] serta memiliki silika dalam jumlah yang tertinggi [14]. Kalsinasi pada suhu yang lebih tinggi seperti 800°C dan 900°C akan menghasilkan silika dalam struktur kristalin.

Pada penelitian ini, abu yang dihasilkan dari proses pembakaran berwarna putih keabuan. Abu sekam padi hasil kalsinasi dapat dilihat pada Gambar 1 (b):



Gambar 1. Sekam Padi (a) sebelum pembakaran; (b) sesudah pembakaran

Abu sekam padi yang dihasilkan kemudian dicuci dengan asam (*acid leaching*) yang berguna untuk menurunkan kadar mineral pada abu sekam padi sehingga mengoptimalkan silika yang dihasilkan. Pencucian dengan asam ini dilakukan dengan cara merendam abu sekam padi dengan asam klorida selama 30 menit dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu, abu sekam padi dicuci dengan aquades hingga terbebas dari asam kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama 60 menit. Adapun contoh reaksi yang terjadi antara asam klorida dan mineral dalam abu sekam padi menurut Ilham, P., dkk [15] dapat dilihat dalam persamaan berikut:

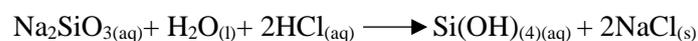


Abu sekam padi yang telah dibilas tersebut kemudian diekstraksi menggunakan larutan NaOH. Proses ekstraksi ini dilakukan dengan cara merendam abu sekam padi dalam larutan NaOH kemudian diaduk secara konstan pada suhu 90°C selama 60 menit. Proses ini bertujuan untuk mengubah senyawa silika dalam abu sekam padi menjadi larutan natrium silikat (Na_2SiO_3). Larutan natrium silikat yang terbentuk digunakan sebagai prekursor dalam pembuatan silika gel. Reaksi yang terjadi dapat dilihat pada persamaan berikut:



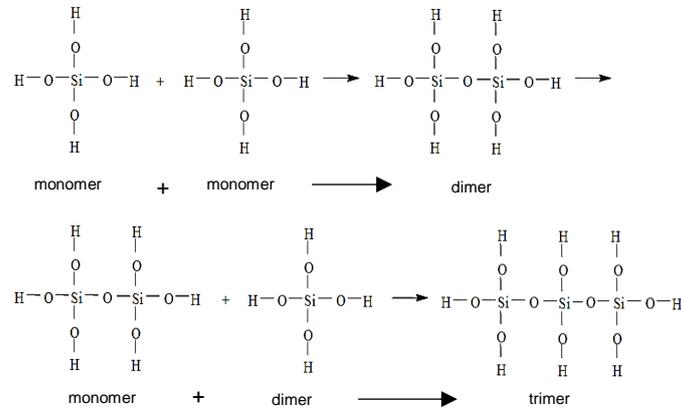
Larutan natrium silikat yang terbentuk kemudian disaring dan filtrat didinginkan. Filtrat kemudian ditambahkan dengan larutan HCl hingga mencapai pH 7, yang mana pH awal larutan prekursor adalah 12. Proses penambahan HCl ini dilakukan guna untuk membentuk asam silikat $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ yang mana pada dasarnya merupakan monomer dari silika gel.

Adapun reaksi pembentukan asam silikat yang terjadi menurut Brinker, C.J. & Scherer, W.J. [16], dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:



Penambahan asam klorida (HCl) sedikit demi sedikit hingga pH mencapai 7, menyebabkan asam silikat $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ mengalami polimerisasi dengan membentuk ikatan siloksan (Si-O-Si).

Asam silikat bebas akan mudah terpolimerisasi membentuk dimer, trimer dan selanjutnya hingga membentuk polimer asam silikat yang kemudian bergabung membentuk bola-bola partikel (partikel silika primer) [17]. Sholika, dkk [18], menyatakan bahwa gugus-gugus silanol dari partikel silika primer yang saling berdekatan akan mengalami kondensasi disertai dengan pelepasan molekul air membentuk partikel sekunder dengan ukuran yang relatif lebih besar dari partikel silika primer. Polimerisasi asam silikat dapat dilihat pada gambar 2:



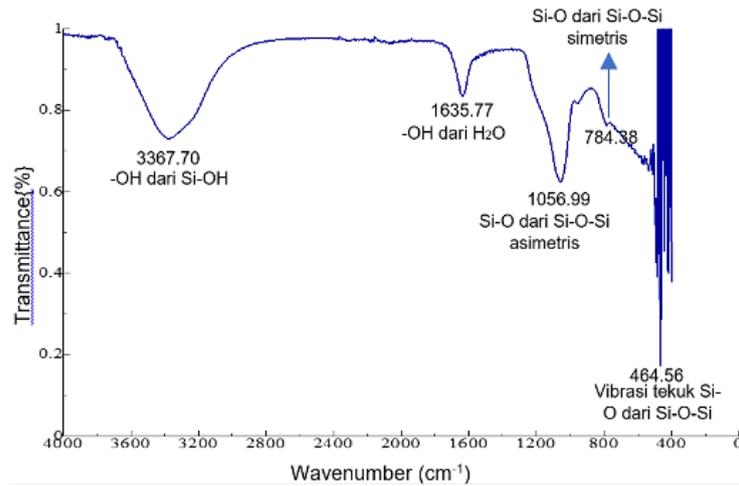
Gambar 2. Polimerisasi asam silikat [17]

Polimerisasi ini akan terus berlanjut hingga larutan mengental membentuk gel yang masih bersifat lunak. Gel yang terbentuk tersebut kemudian didiamkan (*aging*) selama 18 jam. Pada proses pematangan gel, terjadi reaksi pembentukan gel yang lebih kaku, kuat dan juga menyusut/mengkerut di dalam larutan. Tahap ini disebut dengan sinersis. Sinersis merupakan proses penyusutan gel yang terjadi karena menguapnya cairan dari pori-pori.

Gel yang telah melewati waktu pematangan kemudian didestruksi dan dicuci dengan aquades guna untuk menghilangkan garam-garam yang merupakan produk samping hasil reaksi polimerisasi asam silikat. Gel yang telah bersih kemudian dikeringkan (*drying*) menggunakan oven untuk menghilangkan kadar air. Kondisi pengeringan dilakukan pada suhu 80°C selama 2 jam. Hasil akhir dari proses pengeringan ini adalah berupa serbuk silika berwarna putih. Serbuk silika yang diperoleh kemudian digerus dengan mortar dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh untuk mendapatkan silika dengan ukuran partikel yang seragam.

3.2. Karakterisasi Silika dari Abu Sekam Padi

Silika hasil sintesis dari abu sekam padi kemudian dikarakterisasi menggunakan instrument *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) guna untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam silika. Spektrum inframerah dari silika dapat dilihat pada gambar 4:



Gambar 4. Spektrum FTIR silika

Berdasarkan spektrum inframerah silika pada gambar 6 terdapat beberapa serapan karakteristik, yang pertama yaitu terdapat pada bilangan gelombang 3367.70 cm^{-1} . Menurut Ananthi, A., dkk [19], serapan lebar dan membentuk lembah pada kisaran bilangan gelombang $3670\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus -OH dari dari silanol (-Si-OH).

Serapan lebar serupa juga muncul pada bilangan gelombang 1635.77 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi tekuk gugus -OH dari molekul air. Puncak absorbansi utama yang muncul pada bilangan gelombang antara $1200\text{ dan }1050\text{ cm}^{-1}$ dikaitkan dengan adanya vibrasi ulur asimetris gugus Si-O dari siloksan (Si-O-Si) [19]. Hasil analisa spektrum inframerah silika terdapat serapan khas pada bilangan gelombang 1056.99 cm^{-1} dan 784.38 cm^{-1} . Hal ini masing-masing menunjukkan adanya vibrasi ulur asimetris dan simetris gugus Si-O dari siloksan.

Pita pada daerah serapan 464.56 menunjukkan vibrasi tekuk dari gugus Si-O dari siloksan. Tidak ditemukannya puncak serapan karakteristik pada bilangan gelombang 2800 cm^{-1} hingga 3000 cm^{-1} , menandakan bahwa senyawa organik yang terkandung sebelumnya dalam abu sekam padi telah terdekomposisi sempurna setelah proses kalsinasi dan ekstraksi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode sintesis sol-gel dapat digunakan secara efektif dan sederhana untuk mensintesis silika dalam sekam padi.
2. Berdasarkan data spektroskopi FTIR, silika hasil sintesis memiliki gugus fungsi silanol dan siloksan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Widowati, "Pemanfaatan Hasil Samping Penggilingan Padi dalam Menunjang Sistem

- Agroindustri di Pedesaan,” *Bul. Agrobio*, vol. 4, no. 1, pp. 33–38, 2001.
- [2] S. Umah, A. Prasetyo, and H. Barroroh, “Kajian Penambahan Abu Sekam Padi Dari Berbagai Suhu Pengabuan Terhadap Plastisitas Kaolin,” *Alchemy*, vol. 1, no. 2, 2012.
- [3] A. Yusrin, E. Susatyo, and F. Mahatmanti, “Perbandingan Kemampuan Silika Gel dari Abu Sabut Kelapa dan Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Kadar Logam Cd²⁺,” *J. MIPA*, vol. 37, no. 2, pp. 154–162, 2014.
- [4] A. Nur’aini, “Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara dan Uji Adsorpsi Terhadap Rhodamin B,” 2012.
- [5] L. D. K. Wardani, “Karakteristik Fly Ash (Abu Layang) Batubara Sebagai Material Adsorben pada Limbah Cair yang Mengandung Logam,” 2018.
- [6] R. Karimullah, R. Elvia, and H. Amir, “Penentuan Parameter Adsorpsi Silika Sintetik Kandungan Ammonium Pada Limbah Cair Tahu,” *J. Pendidik. dan Ilmu Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 66–71, 2018.
- [7] G. A. P. K. Wardhani, “Karakterisasi Silika Pada Tongkol Jagung Dengan Spektroskopi Infra Merah Dan Difraksi Sinar-X,” *J. Kim. Ris.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–42, 2017.
- [8] R. A. Siregar, “Pemanfaatan Abu Daun Bambu sebagai Adsorben Logam Berat Besi (Fe),” *Skripsi Univ. Medan*, 2017.
- [9] S. K. W. Ningsih, *Sintesis Anorganik*. UNP Press Padang, 2016.
- [10] M. Yusuf, D. Suhendar, and E. P. Hadisantoso, “Studi Karakteristik Silika Gel Hasil Sintesis dari Abu Ampas Tebu dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida,” *UIN SGD Bandung*, vol. 8, no. 1, pp. 159–181, 2014.
- [11] Nuryono, “Effect of NaOH Concentration On Destruction of rice Husk Ash With Wet Technique,” *Proceeding Semin. Nas. Has. Penelit. MIPA (FMIPA Undip, Semarang)*, 2004.
- [12] Yusmaniar, A. Purwanto, E. A. Putri, and D. Rosyidah, “Adsorption of Pb (II) Using Silica Gel Composite from Rice Husk Ash Modified 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES) - Activated Carbon from Coconut Shell,” *Int. Conf. Chem. Chem. Process Eng.*, 2017.
- [13] A. Chakraverty, P. Mishra, and H. D. Banerjee, “Investigation of combustion of raw and acid-leached rice husk for production of pure amorphous white silica,” *J. Mater. Sci.*, vol. 23, pp. 21–24, 1988.
- [14] V. P. Della and I. Ku, “Rice husk ash as an alternate source for active silica production,” *Mater. Lett.*, vol. 57, no. December, pp. 818–821, 2002.
- [15] I. Pratomo, S. Wardhani, and D. Purwonugroho, “Pengaruh Teknik Ekstraksi dan Konsentrasi HCl dalam Ekstraksi Silika dari Sekam Padi untuk Sintesis Silika Xerogel,” *Kim. STUDENTJOURNAL*, vol. 2, no. 1, pp. 358–364, 2013.
- [16] C. J. Brinker and G. W. Scherer, *Sol-Gel Science The Physics and Chemistry of Sol-Gel*

- Processing*. San Diego: Academic Press, Inc, 1990.
- [17] N. Meilina, “Pengaruh Penambahan Merkaptobenzotiazol (MBT) Terhadap Kemampuan Adsorpsi Silika Gel dari Abu Bagasse Pada Ion Logam Kadmium (II),” no. li, 2010.
- [18] I. Sholikha, W. K. Friyatmoko, E. Dewi, and S. Utami, “Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel Dari Limbah Abu Sekam Padi (*Oryza Sativa*) dengan Variasi Konsentrasi Pengasaman,” pp. 1–13, 2010.
- [19] A. Ananthi, D. Geetha, and P. S. Ramesh, “Preparation and Characterization of Silica Material from Rice Husk Ash – An Economically Viable Method,” *Chem. Mater. Res.*, vol. 8, no. 6, pp. 1–7, 2016.