

OPTIMASI KELAJUAN PEMANASAN PADA EKSTRAKSI SILIKON DIOKSIDA (SiO₂) DARI SEKAM PADI

Masrur¹, Irmansyah², Irzaman^{2*}

¹ Mahasiswa Pascasarjana Biofisika, Departemen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor

*irzamanhusein@yahoo.com

ABSTRACT

According to Central Agency Statistics Indonesia, production rice in 2012 will reach 69.05 million ton. Seeing this, it would appear the main agricultural waste generated from rice, the rice husk. Rice husk ash has the potential to produce silica. Incineration process of rice husk was performed in a furnace at temperature of 400°C for 2 hours and 950°C for 1 hour, with the increase rate 0.5°C/minute and 1.5°C/minute. The incineration yield then washed with Chloride acid 3% (12 mL Chloride acid 3% for 1 gram of rice husk ash) and heated using hotplate and magnetic stirrer, with a speed of 240 rpm for 2 hours at 200°C. Furthermore sample washed repeatedly using hot distilled water until free acid using litmus papers, then reheated in a furnace to produce silica. EDX results for silicon dioxide of about 99.15% (for increase rate 0.5°C/minute) and 78.96% (for increase rate 1.5°C/minute). Characterization of the silica using FTIR spectroscopy revealed the existence of functional group (siloxane). Peaks of FT-IR spectrum showed specific peaks related to the present of SiO₂ at the wave number range of 1.110 cm⁻¹ to 467 cm⁻¹

Keywords: Rice husk ash, Silicon dioxide, FTIR.

ABSTRAK

Menurut data BPS, produksi padi Indonesia tahun 2012 mencapai 69.05 juta ton. Melihat hal tersebut akan muncul limbah pertanian yang cukup besar yang berasal dari padi, yaitu sekam padi. Abu Sekam padi berpotensi untuk menghasilkan silikon dioksida. Proses pemanasan sekam padi pada suhu 400°C selama 2 jam dan 950°C selama 1 jam dengan laju pemanasan 0.5°C/menit dan 1.5°C/menit. Hasil pemanasan dicuci dengan HCl 3% (12 ml HCl 3% setiap 1 gram abu sekam padi) dan dipanaskan menggunakan hotplate dan magnetik stirrer, dengan kecepatan 240 rpm selama 2 jam pada suhu 200°C. Selanjutnya sampel dicuci menggunakan akuades sampai bebas asam, ditunjukkan oleh kertas lakmus, kemudian dipanaskan kembali di dalam furnace untuk mendapatkan silikon dioksida. Hasil analisis EDX, menghasilkan silikon oksida dengan kemurnian 99.15% (untuk laju pemanasan 0.5°C/menit) dan 78.96% (untuk laju pemanasan 1.5°C/menit). Karakterisasi silikon dioksida menggunakan spektroskopi FTIR menunjukkan gugus fungsi siloksan. Puncak-puncak spektrum FTIR menunjukkan puncak-puncak spesifik yang berhubungan dengan silikon dioksida pada bilangan gelombang 1.110 cm⁻¹ sampai 467 cm⁻¹.

Kata kunci: Abu sekam padi, Silikon dioksida, FTIR

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris yang menghasilkan padi cukup besar. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2012 produksi padi di Indonesia sebesar 69.05 juta ton gabah kering giling atau naik sebesar 3,29 juta ton (5.00%) dibandingkan tahun 2011.¹ Tiap ton menghasilkan 72% beras, 5%-8% dedak dan 20%-22% sekam.² melihat hal tersebut akan muncul limbah pertanian yang cukup banyak, salah satunya limbah sekam padi.

Proses penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia. Pada setiap penggilingan padi akan selalu kita lihat tumpukan bahkan gunung sekam yang semakin lama semakin tinggi. sehingga sekam menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan.³

Pemanfaatan sekam padi masih terbatas sebagai bahan pembakar batu bata merah atau untuk keperluan pembuatan abu gosok. Pemanfaatan tersebut hanya menggunakan sebagian kecil dari jumlah limbah sekam padi yang ada sehingga nilai ekonomis yang didapatkan juga masih relatif kecil.⁴ Sekam padi yang dihasilkan dari sebagian besar negara-negara yang memproduksi beras hanya dibakar dan dibuang sebagai limbah.⁵

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi, merupakan hasil samping pada proses penggilingan padi, yang kaya silikon dioksida.⁶

Tabel 1. Komposisi Kimia Sekam Padi⁷

Komponen	Kandungan (%)
C (Karbon)	66.67
SiO ₂	22.23
H ₂ O	7.10
Al ₂ O ₃	0.82
Fe ₂ O ₃	0.78
K ₂ O	1.10
Na ₂ O	0.78
CaO	0.24
MgO	0.21

Tungku sekam yang dikembangkan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB), telah memberikan nilai positif dan nilai tambah pada sekam, namun sekaligus memunculkan lagi limbah lain yaitu limbah arang sekam padi.⁸ limbah arang sekam yang berasal dari tungku sekam padi IPB, dapat digunakan untuk menghasilkan silikon dioksida.⁹

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan silikon oksida dari sekam padi. Hikmawati (2010) dan Ahmad (2012), untuk mendapatkan silikon oksida melakukan pengabuan sekam padi dengan laju kenaikan suhu 5°C/menit. Hikmawati (2010) mendapatkan silikon dioksida dengan kemurnian 62.49% dan Ahmad (2012) mendapatkan silikon dioksida dengan kemurnian 81.65%. Otto M (2013) melakukan pengabuan sekam padi dengan laju kenaikan suhu 1°C/menit dan 5°C/menit untuk

mendapatkan silikon oksida. Untuk kelajuan $1^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, mendapatkan silikon dioksida dengan kemurnian 76.17% dan untuk kelajuan $5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ mendapatkan silikon dioksida dengan kemurnian 85.20% dengan pengotor Potassium 0.67%.

Penelitian ini bertujuan untuk Optimasi kelajuan kenaikan suhu ($0.5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ dan $1.5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$) untuk memperoleh silikon dioksida kemurnian tinggi.

METODOLOGI

Untuk menghasilkan silikon dioksida, sekam padi akan mengalami dua tahap pengerjaan yaitu tahap pembuatan arang sekam dan pembuatan silikon dioksida. Analisis dilakukan pada residu hasil tahap dua, yaitu berupa silikon dioksida.

Pembuatan arang sekam padi yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Hikmawati (2010), Ahmad (2012) dan Otto M (2013). Pembuatan arang sekam padi melalui tahap penimbangan sekam padi. Mula-mula sekam padi dikeringkan dengan bantuan sinar matahari lalu ditimbang sebesar 4000 gram (4 kg) dan dimasukkan ke dalam tungku sekam padi dilanjutkan dengan proses pembakaran. Setelah proses ini arang sekam padi ditimbang dengan neraca analitik.

Pembuatan silikon dioksida dari sekam padi dilakukan dalam penelitian ini juga mengacu pada penelitian Hikmawati (2010), Ahmad (2012) dan Otto (2013), yang mana proses menghasilkan silikon dioksida menggunakan arang sekam padi yang ditimbang sebanyak 60 gram, kemudian dimasukkan dalam cawan porselin dan diatur sehingga memiliki ketebalan yang sama serta dibakar dalam tanur dengan suhu mula-mula 400°C selama 2 jam (Hikmawati 2010)⁸, pemanasan berikutnya dilanjutkan dengan suhu 950°C selama 1 jam dengan mengatur laju kenaikan suhu $0, 5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ dan $1,5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$.

Setelah proses pemanasan, kemudian abu limbah sekam padi ditimbang dan dicuci dengan menggunakan asam klorida (HCl) 3% teknis. Proses pencucian ini bertujuan untuk mengurangi impuritas yang ada dalam abu sekam selain silikon dioksida. Proses pencucian dilakukan sebagai berikut: mula-mula abu limbah sekam padi dimasukkan dalam gelas piala, lalu dicampur dengan asam klorida (HCl) 3% teknis (yaitu 12 mL HCl 3% teknis untuk 1 gram abu sekam), kemudian dipanaskan di atas *hotplate* (tombol pengatur suhu pada *hotplate* diatur sehingga menunjukkan skala suhu 200°C dan diaduk dengan *magnet stirrer* pada kecepatan 240 rpm selama 2 jam.^{9,10,11} Setelah itu sampel dicuci menggunakan akuades panas berulang-ulang sampai bebas asam (diuji dengan menggunakan kertas lakmus), lalu disaring dengan kertas saring bebas abu. Hasil penyaringan dipanaskan dalam tanur dengan suhu 1000°C sampai silikon dioksida putih yang tersisa. Sampel didinginkan dalam tanur usahakan suhunya sama dengan suhu ruangan. Kemudian hasil semua ini diuji EDX dan FTIR untuk masing-masing sampel.

Sampel silikon dioksida yang dihasilkan dianalisis menggunakan EDX. Hal ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi komposisi logam

yang terkandung dalam sampel. Analisis EDX dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan kementerian Kehutanan Bogor.

Sampel silikon dioksida dianalisis menggunakan Spektrometer Fourier Transform Infra-Red (FTIR). Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada suatu senyawa. Setiap serapan panjang gelombang tertentu menggambarkan adanya suatu gugus fungsi spesifik. Tahapan ini dilakukan setelah analisis EDX selesai dilakukan. Analisis ini dilakukan di Laboratorium Analisis Bahan Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis EDX silikon dioksida

Untuk mendapatkan silikon dioksida dari sekam padi melalui beberapa tahapan proses. Proses pertama adalah membakar sekam padi dengan tungku sekam IPB, ini dimaksudkan untuk mempercepat pembakaran sekam menjadi arang. Selain itu juga untuk memanfaatkan limbah arang sekam dari tungku sekam IPB.

Proses kedua adalah proses pengabuan. Proses pengabuan dimulai dengan memasukkan arang sekam ke dalam cawan porselin. Arang sekam dipanaskan dalam tanur dengan suhu mula-mula 400°C selama 2 jam, kemudian dilanjutkan pemanasannya dengan suhu 950°C selama 1 jam. Selama proses pemanasan, laju kenaikan suhu diatur dengan variasi 0.5°C/menit dan 1.5°C/menit. Selama proses pembakaran sekam padi menjadi abu, zat-zat organik akan hilang dan meninggalkan sisa yang kaya silikon dioksida.¹²

Proses selanjutnya adalah proses pencucian abu sekam dengan asam klorida 3% teknis, yang diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan pengadukan 240 rpm pada suhu 200°C selama 2 jam.^{8,9,10} Setelah itu abu sekam dicuci menggunakan akuades panas berulang-ulang sampai bebas asam (diuji dengan menggunakan kertas lakmus), lalu disaring dengan kertas saring bebas abu. Tujuan pencucian ini adalah untuk menghilangkan impuritas yang ada dalam abu sekam selain silikon dioksida. Hasil penyaringan dipanaskan dalam tanur dengan suhu 1000°C sampai silikon dioksida putih yang tersisa. Untuk mengetahui tingkat kemurnian, selanjutnya dilakukan analisa EDX (Energy Dispersive X-ray), didapat hasil analisa seperti Tabel 2. Pada tabel dapat dilihat bahwa sampel yang dianalisa mempunyai komposisi kimia yang berbeda berdasarkan laju kenaikan suhu. Sampel dengan laju kenaikan suhu 0.5°C/menit, komposisi kimianya hanya terdiri dari oksigen 66.95% dan silikon 33.05%, sementara unsur lain tidak ditemukan atau tidak ada pengotor dari unsur-unsur lain. Kemurnian silikon dioksida pada sampel ini adalah sebesar 99.15% .

Pada sampel dengan kelajuan 1.5°C/menit, di dapat komposisi kimianya terdiri dari oksigen 73.08%, silikon 26.32% dan potasium 0.59%. Kemurnian sampel ini adalah sebesar 78.96%, tapi masih dijumpai pengotor yaitu potasium sebesar 0.59%. Dari kedua sampel ini dapat dilihat bahwa dengan memperkecil laju kenaikan suhu, maka pengotor yang ada pada sampel dapat dihilangkan.

Tabel 2. Hasil analisis EDX silikon dioksida/SiO₂

Unsur	Persentase (%) atom	
	Laju kenaikan suhu 0.5°C/menit	Laju kenaikan suhu 1.5°C/menit
Oksigen	66.95	70.93
Silikon	33.05	26.32
Potassium (Kalium)	-	0.59
Kemurnian	99.15	78.96

Bila hasil analisa sampel dengan kelajuan 0.5°C/menit dan sampel dengan kelajuan 1.5°C/menit, dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya, maka dapat dilihat seperti Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil analisis EDX silikon dioksida/SiO₂

Unsur	Persentase (%) atom				
	Laju kenaikan suhu (°C/menit)				
	0.5 (Masrur 2013)	1.0 (Otto 2013)	1.5 (Masrur 2013)	5.0 (Otto M 2013)	5.0 (Ahmad 2012)
Oksigen	66.95	74.61	70.93	70.93	69.27
Silikon	33.05	25.39	26.32	28.40	27.28
Potassium	-	-	0.59	0.67	0.65
Rubidium	-	-	-	-	2.80
Kemurnian	99.15	76.17	78.96	85.20	81.65

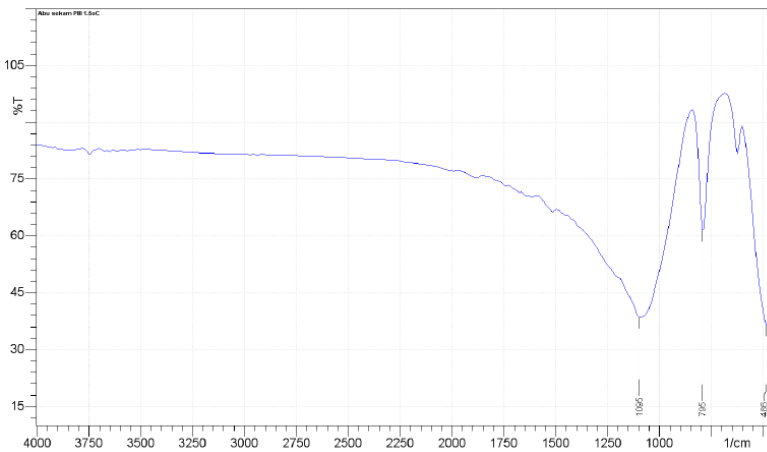
Dari tabel 3. terlihat bahwa semakin rendah laju kenaikan suhu, maka pengotor di dalam silikon dioksida semakin kecil, bahkan untuk kelajuan 0.5°C/menit dan 1.0°C/menit, unsur potassium tidak terdeteksi sama sekali. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil laju kenaikan suhu, semakin sempurna proses pengabuan, sehingga seluruh unsur organik hilang menguap, dan unsur anorganik larut dalam HCl saat pencucian. Laju kenaikan suhu yang optimal untuk menghasilkan silikon dioksida kemurnian tinggi terjadi pada kelajuan kenaikan suhu 0.5°C/menit.

Analisis FTIR silikon dioksida

Hasil analisis sampel silikon dioksida dengan kelajuan kenaikan suhu 0,5°C/menit dengan spektrometer FTIR dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Spektrumnya terlihat beberapa puncak yang menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi dalam sampel, yaitu pada bilangan gelombang 1088 cm⁻¹, 795 cm⁻¹, dan 486 cm⁻¹.

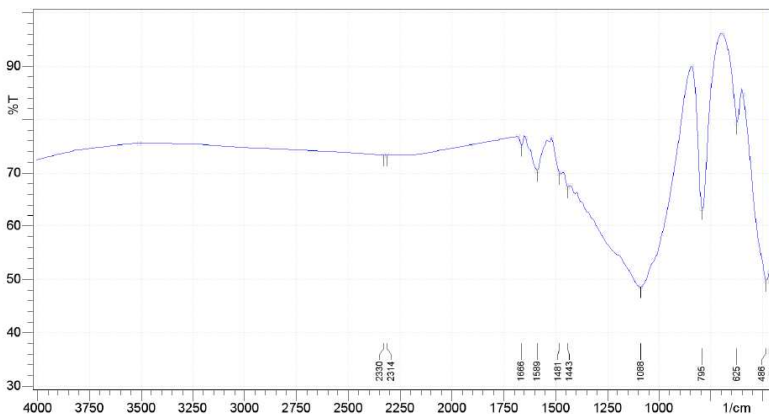
Puncak utama yang diyakini menunjukkan gugus fungsi silikon dioksida adalah puncak pada bilangan gelombang 1095 cm⁻¹ yang

menunjukkan adanya gugus fungsi siloksan Si-O-Si. Adanya gugus fungsi Si-O-Si diperkuat dengan adanya puncak pada bilangan gelombang 795 cm^{-1} dan 486 cm^{-1} yang juga merupakan gugus fungsi Si-O-Si.¹³



Gambar 1. Spektrum FTIR sampel silikon dioksida dengan kelajuan $0,5^{\circ}$ C/menit

Silikon dioksida yang diperoleh dari pengabuan sekam padi dengan kelajuan $1,5^{\circ}$ C/menit dianalisis dengan spektrometer FTIR dan spektrumnya diperlihatkan pada Gambar 2, Pada Spektrumnya terlihat beberapa puncak yang menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi dalam sampel. Puncak puncak yang signifikan terdapat pada bilangan gelombang: 1088 cm^{-1} , 795 cm^{-1} , 625 cm^{-1} , 471 cm^{-1} .



Gambar 2. Spektrum FTIR sampel silikon dioksida dengan kelajuan $1,5^{\circ}$ C/menit

Puncak utama yang diyakini menunjukkan gugus fungsi silikon dioksida adalah puncak pada bilangan gelombang 1088 cm^{-1} , yang menunjukkan adanya gugus fungsi siloksan Si-O-Si.¹⁴ Adanya gugus fungsi

Si-O-Si diperkuat dengan adanya puncak pada bilangan gelombang 795 cm^{-1} , 486 cm^{-1} dan 471 cm^{-1} , yang juga menunjukkan ikatan Si-O-Si.¹⁵

SIMPULAN

Dengan kelajuan kenaikan suhu $0.5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ diperoleh tingkat kemurnian silikon dioksida 99.15%. Analisis sampel silikon dioksida dari sekam padi dengan menggunakan spektrometer FTIR, spektrumnya memperlihatkan puncak yang menunjukkan adanya gugus fungsi dalam sampel yang dimiliki oleh silikon dioksida, yaitu pada bilangan gelombang 1088 cm^{-1} , yang menunjukkan adanya gugus fungsi siloksan Si-O-Si.

Laju kenaikan suhu yang optimal untuk menghasilkan silikon dioksida kemurnian tinggi terjadi pada kelajuan kenaikan suhu $0.5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ dengan kemurnian silikon dioksida 99.15%.

DAFTAR PUSTAKA

1. [BPS] Badan Pusat Statistik. Laporan Bulanan ,Data Sosial Ekonomi, Edisi 34 Maret 2013.
2. Muthadhi A, Anita R, Khotandharaman S. Rice Husk Ash-Properties and its Uses: A Riview. *Int J-CV* 2007; 88:50-55.
3. Nugraha S, Setiawati J. *Peluang Bisnis Arang Sekam*, Balai Penelitian Pascapanen Pertanian.2006, Jakarta
4. Aina H, Nuryono, Tahir I. *Sintesis Aditif Semen $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$ dari Abu Sekam Padi dengan Variasi Temperatur Pengabuan*. Yogyakarta: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada. 2007: hlm 1-14.
5. Azadi M, Bahrololoom ME, Heidari F.Enhancing the Mechanical Properties of an Epoxy Coating with Rice Husk Ash, a Green Product, *Journal Coat. Technology Research Iran*. 2010.hlm 1-7
6. Kalapathy U, Proctor A, Schultz J. *A Simple method for production pure silica from Rice hull ash*. *Bioresources Technology*. 2000; 73 : 257-262.
7. Genieva SD et al. Characterization of Rice Husk and the Products its Thermal Degradation in Air and Nitrogen Atmosphere. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2008;93 : 387-396.
8. Irzaman et al. Optimization of Thermal Efficiency of Cooking Stove with Rice Husk Fuel in Supporting the Proliferation of Alternatif Energy in Indonesia. *Symposium Advanced Technological Development of Biomass Utilization in Southeast Asia*; Tokyo. Tokyo University of Agriculture and Technology. 2009: 32-35.
9. Rohaeti E, Hikmawati, Irzaman. Production of Semikonduktor Material Silicon from Silica Rice Husk. The International Conference On material Science and Technology. BATAN Serpong Indonesia, 2010; 1(1):page 303-308.
10. Ahmad L. Uji Struktur dan Sifat Listrik Silikon Dioksida dan Silikon dari Sekam Padi (Tesis). Bogor. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 2012.

11. Otto M. Penambahan Magnesium Berlebih Dalam Menghasilkan Silikon Dalam menghasilkan Silikon Murni Dari Sekam Padi Sebagai Bahan Semikonduktor (Tesis). Bogor. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 2013.
12. Ariyani N, Nugroho AC. Pengaruh Kapur dan Abu Sekam Padi pada Nilai CBR Laboratorium Tanah Tras dari Dusun Seropan untuk Stabilitas Subgrade Timbunan. Majalah Ilmiah Ukrim Edisi1/th XII/2007.
13. Yusmaniar , Soegijono B, Pengaruh Suhu Pemanasan pada sintesis silikon dioksida dari abu sekam padi . Jurnal Sains Materi Indonesia. Desember 2007:115-117.
14. Pretzch E, Buhlmann P, Affolter C. Structure Determination of Organic Compounds: Tables of Spectral Data. Berlin (Germany). Springer. 2000.
15. Lin J, Siddiqui JA, Ottenbrite M. Surface modification of Inorganic Oxide Particles with Silane Coupling Agent Organic Dyes. Polymer Advanced Technology. 200: 12: 285-292.