

## Pengaruh Suhu Pembakaran terhadap Karakteristik Keramik Silika dari Daun Bambu Hasil *Leaching* Asam Sitrat dan Suhu Pembakaran 500°C-700°C

Sandora Sinaga dan Dwi Asmi

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung  
Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung  
Email: sinaga.sandora@yahoo.com dan dwiasmi82@yahoo.com

Diterima (3 Agustus 2014), direvisi (16 September 2014)

**Abstract.** This research was conducted with the aim to get silica from bamboo leaf as base material using the combustion technique. Combustion temperatures starting from 500 ° C - 700 ° c . Before burning, leaching is done by using a solution of 5 % citric acid. Bamboo leaves citric acid leaching results were analyzed using DTA/TGA . The analysis of the DTA / TGA result, shows that the heating temperature increase so that TGA curve decreases due to decomposition of organic matter, silica formation , and the onset of crystallization in the samples, indicated by the presence of a sizeable depreciation period temperature ranging from 500 by 77.6 % and the temperature of 612 at 84.30 %. The results of bamboo leaf burning obtained sizeable depreciation at temperature of 500 by 77.5 % , at burning of 600 by 82.8 % , and at temperature of 700 for 82 % . Combustion product of silica ceramic samples was analyzed by FTIR , XRD , SEM . The results of characterization FTIR showed the presence of peak wave number, with functional groups O-H , Si - O - Si , Si - O , and C - O ( clusters of calcium carbonate ). Characterization of XRD results showed that the pattern of x-ray at silica samples have amorphous structure with additional phase of calcite with the chemical formula  $\text{CaCO}_3$  and anhydrite with the chemical formula  $\text{CaSO}_4$  . SEM analysis indicates the existence of various particle sizes distributed irregularly, which reflects that homogeneous sample has not been achieved in this study.

**Keywords.** *silica , bamboo leaves , Leaching citric acid, DTA/TGA , FTIR , XRD , and SEM*

**Abstrak.** Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan silika dari bahan dasar daun bambu dengan menggunakan teknik pembakaran. Suhu pembakaran dimulai dari suhu 500°C-700°C. Sebelum dilakukan pembakaran, daun bambu dileaching dengan menggunakan larutan asam sitrat 5%. Daun bambu hasil leaching asam sitrat dianalisis dengan menggunakan DTA/TGA. Hasil analisis DTA/TGA menunjukkan bahwa semakin besar suhu pemanasan maka kurva TGA semakin menurun akibat adanya penguraian bahan organik, pembentukan silika, dan terjadi kristalisasi pada sampel yang ditunjukkan dengan adanya penyusutan massa yang cukup besar mulai dari suhu 500°C sebesar 77,6% dan pada suhu 612°C sebesar 84,3%. Hasil pembakaran daun bambu diperoleh penyusutan massa pada suhu 500°C sebesar 77,5%, pembakaran 600°C sebesar 82,8%, dan pada suhu 700°C sebesar 82%. Sampel keramik silika hasil pembakaran dianalisis dengan menggunakan FTIR, XRD, dan SEM. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya puncak bilangan gelombang dengan gugus fungsi O-H, Si-O-Si, Si-O, dan C-O (gugus kalsium karbonat). Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa pola sinar-x sampel silika memiliki struktur amorf dengan fasa tambahan *calcite* dengan rumus kimia  $\text{CaCO}_3$  dan *anhydrite* dengan rumus kimia  $\text{CaSO}_4$ . Hasil karakterisasi SEM menunjukkan bahwa permukaan sampel tidak merata

dan terdiri dari gumpalan yang mengindikasikan adanya ukuran butir yang cukup beragam dengan distribusi yang tidak merata pada permukaan sampel.

**Kata kunci.** *silika, daun bambu, Leaching asam sitrat, DTA/TGA, FTIR, XRD, dan SEM.*

---

## PENDAHULUAN

Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri guna meningkatkan kualitas produksi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang juga semakin meningkat. Aplikasi penggunaan silika mulai dari ukuran partikel kecil sampai skala micron atau bahkan nanosilika (Brindly dan Brown, 1980).

Silika banyak digunakan untuk bahan pembuatan keramik karena silika memiliki sifat-sifat khusus yang sangat berguna dalam pemakaian teknik, karena silika memiliki ciri fisik seperti berbentuk padatan atau serbuk yang halus, berwarna putih, tidak larut dalam air, dan memiliki daya tahan terhadap asam dan basa seperti  $H_2SO_4$ , NaOH, KOH, dan HCl (Katsuki, 2005; Kim *et al.*, 2004) serta daya tahan terhadap temperatur tinggi hingga mencapai 1725°C.

Silika sintesis yang paling banyak dikenal dan ditemukan adalah TEOS dan TMOS, namun keduanya mempunyai harga yang relatif mahal, sulit didapat, dan tidak ramah lingkungan (Balkis dan Setiawan, 2009). Sehingga dilakukan penelitian untuk mendapatkan silika alternatif dengan memanfaatkan bahan dasar nabati baik limbah maupun sumber daya alam yang belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian sebelumnya adalah pemanfaatan limbah sekam padi serta tongkol jagung untuk mendapatkan silika alternatif. Penelitian kali ini juga dengan memanfaatkan daun bambu sebagai bahan dasar untuk mendapatkan silika.

Secara tradisional batang bambu telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan bangunan di daerah tropis maupun sub

tropis. Secara luas penggunaan bambu digunakan untuk keperluan industri baik kertas, kayu lapis, kerajinan, kesenian dan bahan makanan, (Muin, *et al.*, 2006), sedangkan untuk daun bambu sendiri belum dimanfaatkan secara optimal karena hanya digunakan sebagai pembungkus makanan, makanan ternak, dan sisanya terbuang sia-sia. Analisis kimia hasil penelitian (Krisdianto, *et al.*, 2000) terdapat beberapa zat kimia pada bambu, salah satunya silika. Kandungan silika pada bambu terdapat sekitar 0,10% - 1,28% sehingga daun bamboo ini dijadikan sebagai bahan dasar untuk mendapatkan silica alternatif.

Saat ini juga sedang dikembangkan pemanfaatan kulit bambu sebagai bahan serat beton karena dapat meningkatkan kuat tarik yang cukup tinggi pada beton. Selain itu, pembuatan bahan baku menjadi serat juga cukup mudah dan tidak memerlukan peralatan khusus (Suhardiman, 2011).

Dengan adanya kandungan silika pada bambu, diharapkan agar pemanfaatan bambu dapat difokuskan juga pada pemanfaatan daun bambu yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal mengingat banyaknya hutan bambu yang terdapat di Indonesia baik itu yang dibudidayakan maupun yang tumbuh secara liar (Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 1999).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari preparasi daun bambu. Preparasi daun bambu dilakukan dari pemetikan dan pemilihan daun bambu langsung dari batangnya, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari dan dibersihkan dengan menggunakan air, untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang

menempel pada permukaan daun bambu. Setelah dicuci daun bambu dikeringkan kembali dan tulang daun dibuang lalu daun bambu dipotong dengan ukuran kecil untuk kemudian dikeringkan di dalam oven selama 60 menit pada suhu 120°C.

Kemudian dilakukan *leaching* dengan menggunakan larutan asam sitrat dengan menimbang 20 gram daun bamboo untuk direndam ke dalam 500 ml larutan asam sitrat dengan konsentrasi 5%. Proses *leaching* ini dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* dan dipanaskan pada suhu 50°C dan daun bambu diaduk dengan merata selama 30 menit. Setelah 30 menit, larutan asam sitrat dibuang dan daun bambu dibersihkan dengan menggunakan aquades kemudian dikeringkan kembali di dalam oven selama 2 jam pada suhu 100°C. Sebelum dilanjutkan ke tahap pembakaran, daun bambu hasil *leaching* asam sitrat ini di analisis dengan menggunakan DTA/TGA untuk mengetahui sifat termal serta untuk mengetahui penyusutan massa dan pembentukan silika sehingga dapat ditentukan suhu pembakaran pada tahap selanjutnya.

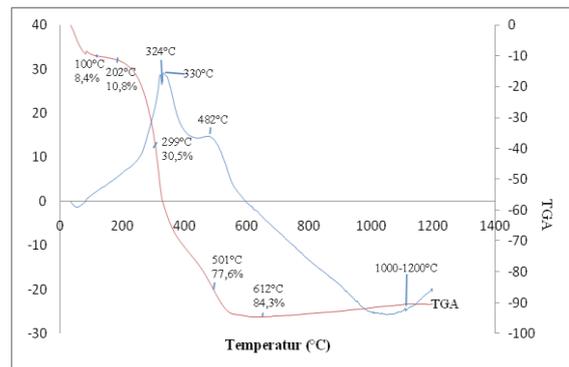
Proses pembakaran dilakukan dengan menggunakan *furnace* dengan suhu pembakaran dimulai dari suhu 500 °C, 600 °C, dan 700°C dan ditahan selama 3 jam.

Sampel keramik silika hasil pembakaran digerus dan di analisis dengan menggunakan analisis FTIR Spektrum One Merk Perkin Elmer, SEM Philip XL20, dan XRD Shimadzu X-Ray diffractometer 7000.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari kurva analisis termografimetri (TGA) menunjukkan bahwa semakin meningkatnya suhu maka kurva termografimetri akan semakin menurun

Hasil analisis DTA/TGA dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Kurva DTA/TGA sampel keramik silika dari daun bambu.

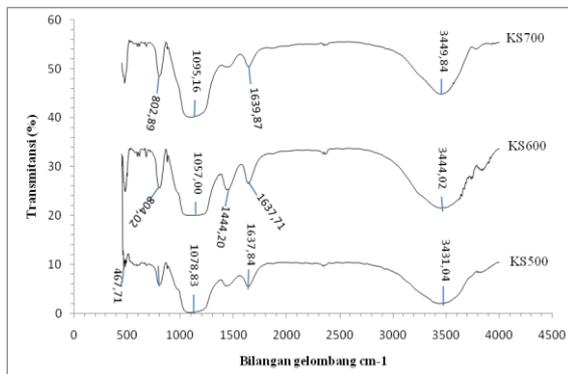
sesuai dengan hasil analisis DTA/TGA yang ditunjukkan kurva pada **Gambar 1**. Kurva DTA juga menunjukkan adanya perubahan sifat termal dengan adanya puncak endotermik (penyerapan panas) yang terjadi pada suhu 324°C dan pada rentang suhu 1000-1200°C, serta adanya puncak eksotermik (pelepasan panas) yang terjadi pada suhu 330°C dan pada suhu 482°C.

Hasil analisis DTA/TGA ini sesuai dengan hasil pembakaran dimana terjadi penyusutan massa yang cukup besar dimulai dari suhu 500°C sebesar 77,5%, pada suhu 600°C sebesar 82,8%, dan pada suhu 700°C sebesar 82%. Selain terjadi penyusutan massa, terdapat juga perubahan warna sampel akibat terjadi dehidrasi dan pelepasan zat organik yang terkandung pada daun bambu sehingga mempengaruhi massa dan warna sampel yang dihasilkan (Gulipalli, et al, 2011).

Hasil analisis karakterisasi FTIR dapat dilihat pada **Gambar 2** yang memperlihatkan adanya beberapa puncak bilangan gelombang yang menandakan gugus fungsi yang terdapat pada sampel keramik silika maupun gugus fungsi pengotor yang tidak dapat dihilangkan ketika dibakar pada suhu 500°C-700°C.

Dari hasil analisis FTIR pada suhu 500°C, 600°C, dan 700°C yang ditunjukkan oleh Gambar 2 menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Hal ini terbukti

Sandora Sinaga: Pengaruh Suhu Pembakaran terhadap Karakteristik Keramik Silika dari Daun Bambu Hasil *Leaching* Asam Sitrat dan Suhu Pembakaran 500°C-700°C

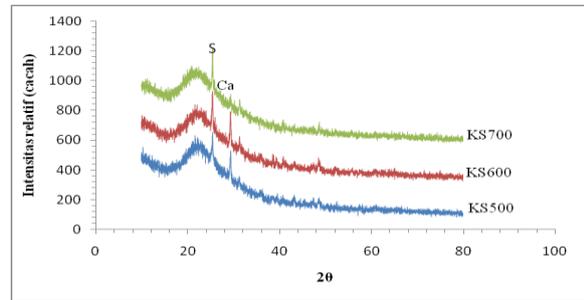


**Gambar 2.** Spektrum FTIR keramik silika dari daun bambu.

dengan puncak bilangan gelombang yang terdapat pada setiap spektrum FTIR pada setiap suhu menunjukkan bahwa gugus yang terdapat pada setiap suhu masih sama. Spektrum FTIR dari suhu 500°C -700°C masih terdapat ikatan O-H yang menandakan bahwa pada setiap suhu tersebut masih terdapat kadar air. Namun ada puncak bilangan gelombang yang berbeda terdapat pada spektrum FTIR suhu 600°C dengan puncak bilangan gelombang 1444,20 Puncak ini merupakan puncak spektrum yang tidak dapat diidentifikasi namun puncak ini diyakini sebagai gugus C-O ( kalsium karbonat), (Frias, *et al* 2012). Hal ini menandakan adanya terdapat pengotor pada suhu 600°C yang tidak dapat dibersihkan atau dihilangkan. Hasil analisis FTIR ini sesuai dengan hasil penelitian Daifullah *et al*, 2003, Hindrayawaty dan Alimudin, 2010

**Tabel 1.** Data analisis FTIR sampel keramik silika dari daun bambu .

Gugus fungsi	KS500 °C (cm <sup>-1</sup> )	KS600 °C (cm <sup>-1</sup> )	KS700 °C (cm <sup>-1</sup> )
O-H	3431,04	3444,02	3449,84
	1637,84	1637,71	1639,87
Si-O-Si	1078,83	1057,00	1095,16
Si-O	467,71	804,02	802,89
	799,79	481,04	475,44
C-O	-	1444,20	-



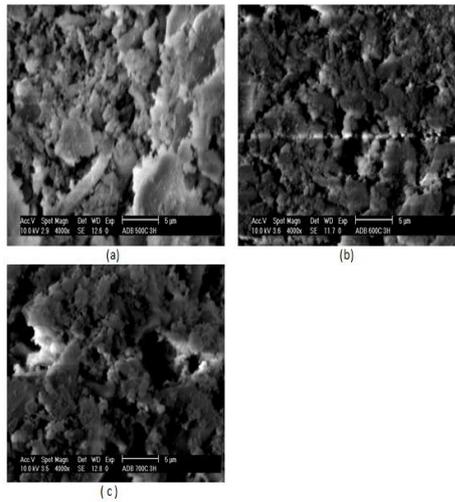
**Gambar 3.** Struktur kristal sampel keramik silika dari daun bambu.

dan Farok *et al*, 2011. Secara lebih terperinci, hasil identifikasi gugus fungsi disajikan pada **Tabel 1**.

Hasil analisis XRD ditunjukkan pada **Gambar 3**. **Gambar 3** menunjukkan hasil pola difraksi sinar-x sampel KS<sub>500</sub>, KS<sub>600</sub>, dan KS<sub>700</sub> yang dibakar pada suhu 500°C, 600°C, dan 700°C. Dari hasil karakterisasi XRD pada **Gambar 3** terdapat 2 puncak tertinggi pada setiap sampel keramik silika yang dibakar pada suhu 500°C - 700°C. Dua puncak tertinggi tersebut menunjukkan fasa *calcite* dengan rumus kimia CaCO<sub>3</sub> dengan nomor PDF File 47-1743 dan memiliki puncak intensitas tertinggi pada sudut 2θ = 29,400°, serta fasa *anhydrite* dengan rumus kimia CaSO<sub>4</sub> dengan nomor PDF File 37-1496 dengan puncak intensitas tertinggi pada sudut 2θ = 25,437°.

Untuk hasil karakterisasi SEM dapat dilihat pada **Gambar 4** yang menjelaskan mikrostruktur permukaan sampel keramik silika yang dibakar pada suhu 500°C-700°C. dianalisis.

**Gambar 4** menunjukkan struktur mikro pada sampel keramik silika yang diperoleh dari hasil pembakaran pada suhu 500°C, 600°C, dan 700°C dengan perbesaran 4000X yang di analisis dengan menggunakan SEM. Gambar 4(a) terlihat jelas bahwa permukaan sampel tidak merata dan terdiri dari gumpalan yang berbentuk lempengan yang mengindikasikan adanya



**Gambar 4.** Mikrostruktur sampel keramik silika (a) KS<sub>500</sub>, (b) KS<sub>600</sub>, (c) KS<sub>700</sub>.

ukuran butir yang tidak merata pada permukaan sampel. Terdapat juga ukuran pori yang terdistribusi secara merata, hal ini disebabkan karena sampel tersebut cenderung didominasi struktur amorf.

Seiring dengan perlakuan variasi pada suhu pembakaran (**Gambar 4** (b) dan (c)), menunjukkan bahwa ukuran butir yang semakin merata dan bentuk butiran yang semakin terlihat seragam dengan batas butir yang terlihat jelas dan jumlah pori yang semakin sedikit.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil karakterisasi sampel keramik silika dari daun bambu dengan teknik pembakaran maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu hasil analisis DTA menunjukkan adanya 2 puncak eksoterm (pelepasan panas) yaitu pada suhu 330°C dan pada suhu 482°C, serta adanya 2 puncak endoterm yang terjadi pada suhu 324°C dan pada rentang suhu 1000-1200°C. Hasil analisis TGA menunjukkan adanya penurunan massa. Penurunan massa yang sangat besar dimulai dari suhu 501°C sebanyak 77,6% dan pada suhu 612° sebesar 84,4%.

Hasil analisis FTIR menunjukkan gugus fungsi yang terbentuk yaitu O-H, Si-O-Si, Si-O. Terdapat pengotor pada suhu 600°C pada puncak bilangan gelombang 1444,20 cm<sup>-1</sup> yaitu gugus fungsi C-O.

Hasil Karakterisasi SEM menunjukkan mikrostruktur keramik silika yang dihasilkan semakin jelas dengan bertambahnya suhu pembakaran, baik pertumbuhan butir maupun pori-pori yang terlihat semakin sedikit.

Hasil analisis struktur XRD pada sampel keramik silika menunjukkan fasa yang terbentuk ada dua yaitu *calcite* dengan rumus kimia CaCO<sub>3</sub> dengan nomor PDF File 47-1743 dan memiliki puncak intensitas tertinggi pada sudut  $2\theta = 29,400^\circ$ . Fasa lain yang terdapat pada sampel ini adalah fasa *anhydrite* dengan rumus kimi CaSO<sub>4</sub> dengan nomor PDF File 37-1496 dengan puncak intensitas tertinggi pada sudut  $2\theta = 25,437^\circ$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Material UNILA, Kepala Laboratorium Teknik Material ITB dan Kepala Laboratorium Material UIN, Kepala Laboratorium Fisika Semen Batu Raja Panjang- Bandar Lampung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Farok., Seng, Thiam., Andas and Jeyashelly. (2011). A Simple Templet-Free Sol-Gel Syntesis of Spherical Nanosilica From Agriculture Biomass. *Journal Sol-Gel Sci Technol*. University Sains Malaysia. Pp 580-583.
- Balkis, R. dan H. Setiawan. (2009). Sintesa Partikel Silika Berpori dengan Metode Dual Templating System dan Water Glass. *Jurnal Nanosains dan*

- Nanoteknologi*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. Taylor University. Vol. 6, No. 5, pp 586 – 605.
- Brindley, G.W and Brown, G. (1980). Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification. *Mineralogical Society*. Pp 312-316, 378-380.
- Daifullah, A.A.M., Girgis, B.S. and Gad, H.M.H. (2003). *Utilization of Agro-Residues (Rice Husk) in small Waste Water Treatment Plans*. Pp 1723-1731.
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan. (1999). *Panduan Kehutanan Indonesia. Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan dan Perkebunan*, Jakarta.
- Frias, Moses., Savastano, Holmer., Villar, Ernesto., Isabel, M. Sanchez De Rojas and Santos Sergio. (2012). Characterization and Properties of Blended Cement Matrices Containing Activated Bamboo Leaf Wastes. *Journal Departement of Physics*. Cental University of Las Villas. Pp 1019-1023.
- Gulipalli, Sekhararao., Prasad, B., Wasewar and Kailas. L. (2011). Batch Study, Equilibrium and Kinetics of Adsorption of Selenium Using Rice Husk Ash (RHA). *Journal of Engineering Science and Technology. School of Engineering*.
- Hindryawati, N dan Alimuddin. (2010). Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH). *Jurnal Kimia Mulawarman*. Vol. 7, No. 2. Hal. 75-77.
- Khatsuki, H. (2005). ZMS-5 Zeolite/Porous Carbon Composite: Conventional and Microwave-Hydrothermal Syntesis from Carbonized Rice Husk. *Journal Microporous and Mesoporous Materials*.
- Krisdianto, G. Sumarni, dan A. Ismanto. (2000). *Sari Hasil Penelitian Bambu*. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Muin, M., Suhasman, N.P. Oka, B. Putranto, Baharuddin, dan S. Millang, (2006). Pengembangan Potensi dan Pemanfaatan Bambu sebagai Bahan Baku Konstruksi dan Industri di Sulawesi Selatan. *Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Propinsi Sulawesi Selatan*.
- Suhadirman, M. (2011). Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Beton. *Jurnal Teknik*. Vol. 1, No.2: Pp 1-8.