

DOI: doi.org/10.21009/0305020303

## EKTRAKSI SILIKON DIOKSIDA DARI DAUN BAMBU

Hallimah Sa'diyah<sup>1,\*</sup>), Salamet Nurhimawan<sup>1</sup>, Sigit Ahmad Fatoni<sup>1</sup>, Irmansyah<sup>2</sup>, Irzaman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa S1 Departemen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor,  
Jalan Meranti Gedung Wing S no 3 Dramaga Bogor – 16680

<sup>2</sup> Staf Pengajar Departemen Fisika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor,  
Jalan Meranti Gedung Wing S no 3 Dramaga Bogor – 16680

\*)Email: [diyah4919@gmail.com](mailto:diyah4919@gmail.com)

### Abstrak

Telah diperoleh ekstrak silika dari daun bambu dengan pencucian HCl 7% p.a. Setelah daun bambu dibakar, arang daun bambu dipanaskan dalam tanur yang masih bersuhu kamar. Dengan laju *annealing* 0.9 dan 1 °C/menit, suhu dinaikkan hingga 400 °C dengan waktu penahanan 2 jam kemudian suhu dinaikkan kembali hingga 950 °C dengan waktu penahanan 1 jam. Abu kemudian dicuci dengan HCl dan dibilas dengan aquabides hingga nilai pH netral. Selanjutnya abu dikeringkan dalam tanur dengan suhu 1000 °C. Hasil analisis EDX menunjukkan kemurnian sampel silika sebesar 84.53% sampai 99.99%. Sedangkan analisis FTIR menunjukkan sampel silika memiliki pita serapan pada bilangan gelombang 1071 cm<sup>-1</sup>, 1060 cm<sup>-1</sup> dan 798 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya vibrasi ulur asimetri Si-O dari gugus siloksan (Si-O-Si).

**Kata Kunci:** silika, daun bambu, tingkat kemurnian, gugus fungsi.

### Abstract

Silica extract has got from bamboo leaf by leaching with HCl 7% p.a. After bamboo leaf was burned, the charcoal was heated in the furnace with annealing rates of 0.9 and 1 °C/minute. The first temperature was room temperature, then increased to 400 °C with 2 hours arrested time. And last increased to 950 °C with 1 hour arrested time. The resulting ash was leached with HCl 7% p.a and its pH was neutralized by aquabides. Then, the neutral ash was heated in furnace at 1000 °C. The result of EDX analysis showed that silica samples have purity levels of 84.53% to 99.99%. FTIR result showed that silica samples have absorption bands at wave numbers of 1071 cm<sup>-1</sup>, 1060 cm<sup>-1</sup> and 798 cm<sup>-1</sup> which indicate the asymmetric stretching vibration of Si-O from siloxane group.

**Keywords:** silica, bamboo leaves, purity level, function group.

## 1. Pendahuluan

Bambu merupakan salah satu jenis rumput – rumputan yang termasuk ke dalam family *Graminae*. Tanaman bambu banayak tersebar di negara tropis dan dapat tumbuh di dataran rendah hingga lereng pegunungan. Bambu merupakan hasil hutan non kayu yang umumnya digunakan sebagai bahan konstruksi rumah seperti dinding, tiang dan atap [1]. Tanaman bambu juga banyak digunakan sebagai produk industri seperti *furniture*, bahan campuran kaca dan keramik serta bahan mentah industri *Pulp & Paper* [2]. Indonesia

memiliki 143 jenis pohon bambu termasuk yang tumbuh liar dan belum termanfaatkan. Tanaman bambu memiliki penyebaran yang lebih banyak di pulau Jawa yaitu mencapai 29.14 juta rumpun (76.83%) dari total populasi bambu di Indonesia [3]. Apabila bambu dimanfaatkan, bagian yang banyak digunakan adalah bagian batang. Sedangkan daun yang dihasilkan hanya dibiarkan menjadi limbah agro. Padahal, kandungan silika yang cukup tinggi di abu daun bambu, menjadikan daun bambu berpotensi sebagai penghasil silika. Silika yang berasal dari bahan organik dikenal dengan nama bio-silika [4]. Bahan organik yang biasanya digunakan sebagai penghasil bio-silika adalah

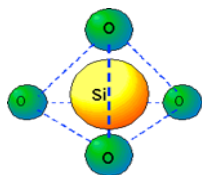
sekam padi karena sekam padi merupakan bahan organik yang paling banyak mengandung silika [5]. Namun Indonesia hanya memiliki dua kali masa tanam padi ditambah dengan banyaknya pengurangan lahan pertanian menjadikan sekam padi masih terbatas bila dibandingkan dengan daun bambu yang jumlahnya melimpah dan belum dimanfaatkan.

Kandungan abu daun bambu atau *bamboo leaf ash* (BLA) dari daun bambu sebesar 20% dengan kandungan silika sebesar 75.90 - 82.86%, di mana kandungan silika abu daun bambu ini merupakan yang terbesar kedua setelah abu sekam padi yaitu sebesar 93.2% [6]. Akan tetapi, persentase impuritas pada abu daun bambu (senyawa selain SiO<sub>2</sub>) cukup tinggi bila dibandingkan dengan impuritas pada abu sekam padi.

**Tabel 1.** Perbandingan persentase senyawa antara abu sekam padi dan daun bambu [6].

Material	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Lain- lain (%)
Abu Sekam padi	93.2	0.4	0.1	1.1	0.1	0.1	1.3	3.7
Abu Daun bambu	75.90	4.13	1.22	7.47	1.85	0.21	5.2	4.02

Senyawa kimia silikon dioksida (silika) memiliki rumus kimia SiO<sub>2</sub>. Atom silikon dapat membentuk empat ikatan secara serentak yang tersusun secara tetrahedral. Dalam silika, setiap atom Si terikat pada empat atom O dan setiap atom O terikat pada dua sisi atom Si. Penyusunan struktur tersebut meluas menjadi jaringan yang sangat besar [7].



**Gambar 1.** Struktur kristal Silika [8].

Silika secara alami terdapat pada pasir kuarsa, batuan opal, batu api dan batuan permata. Silika memiliki titik didih dan titik lebur berturut-turut sebesar 3265 °C dan 1414 °C serta massa jenis sebesar 2.33 gcm<sup>-3</sup>. Senyawa ini terdapat dalam bentuk amorf (tak beraturan) atau polimerfisme kristal (bentuk kristal yg berbeda-beda) Silika merupakan kristal jernih tidak berwarna, tidak larut dalam air dan berbagai asam kecuali asam flourida (HF) [9].

Silika memiliki peranan yang cukup penting dalam dunia industri. Silika banyak digunakan sebagai bahan pembuatan kaca, keramik, *silica gel*, dan asam silikat merupakan bahan mentah untuk produksi *soluble silicate* dan *silicon carbide* [10,11]. Namun harga silika mineral cukup mahal dan penggunaan silika dari bahan organik sudah mulai diwacanakan sebagai sumber alternatif silikon dalam penindustrian *chip silicon* [12].

Tahun 2015, Aminullah mengekstrak silika dari daun bambu dengan pencucian HCl 3% teknis. Berdasarkan uji EDX diperoleh kemurnian silika sebesar 65.85% - 74.49% dengan masih terdapat impuritas berupa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Rb<sub>2</sub>O dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [13]. Hal ini dimungkinkan karena HCl teknis masih memiliki konsentrasi rendah dan terdapat impuritas dalam HCl itu sendiri. Sehingga perlu adanya peralihan dari HCl teknis menjadi HCl p.a serta adanya peningkatan konsentrasi HCl.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari empat tahap. Tahap pertama yaitu pembakaran daun bambu. Tahap kedua adalah pengabuan arang daun bambu. Tahap ketiga adalah ekstraksi silika dan tahap keempat uji analisis komposisi logam dan gugus fungsi.

### Pembakaran Daun Bambu

Daun bambu dikeringkan dengan bantuan sinar matahari lalu ditimbang sebanyak 2000 gram (2 kg). Selanjutnya daun bambu kering dibakar di ruangan terbuka tanpa tambahan bahan bakar. Arang daun bambu yang dihasilkan kemudian ditimbang dengan neraca analitik.

### Pengabuan Arang Daun Bambu

Proses pengabuan dilakukan dengan mengadopsi pada beberapa penelitian mengenai proses pengabuan sekam padi [14 - 17]. Arang daun bambu ditimbang sebanyak 10 gram, kemudian dimasukkan dalam cawan porselin dan diatur sehingga memiliki ketebalan yang sama serta dibakar dalam tanur dengan suhu awal berupa suhu kamar, kemudian suhu dinaikkan menjadi 400 °C dengan waktu tahan 2 jam. Pemanasan berikutnya dilanjutkan dengan suhu 950 °C dengan waktu tahan 1 jam. Selanjutnya suhu diturunkan menjadi suhu kamar, selain itu laju kenaikan suhu diatur sebesar 0.9 °C/menit dan 1 °C/menit.

### Ekstraksi Silika

Setelah proses pengabuan, abu daun bambu ditimbang dan dicuci dengan menggunakan HCl 7% p.a. Proses pencucian ini bertujuan untuk mengurangi impuritas yang ada dalam abu daun bambu selain silika. Proses pencucian dilakukan sebagai berikut: mula-mula abu dimasukkan dalam gelas piala, lalu dicampur dengan HCl 7% p.a (yaitu 12 mL HCl 7% p.a untuk 1 gram abu daun bambu), kemudian dipanaskan di atas *hotplate*. Tombol pengatur suhu pada *hotplate* diatur sehingga menunjukkan skala suhu 200 °C dan diaduk dengan *magnetic stirrer* pada kecepatan 240 rpm selama 2 jam. Setelah itu sampel dicuci menggunakan aquabides berulang-ulang sampai bebas asam (diuji

dengan menggunakan pH indikator), lalu disaring dengan kertas saring bebas abu dan diambil endapannya. Hasil penyaringan dipanaskan dalam tanur dengan suhu 1000°C selama 1 jam. Sampel didinginkan dalam tanur diusahakan suhunya sama dengan suhu ruangan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

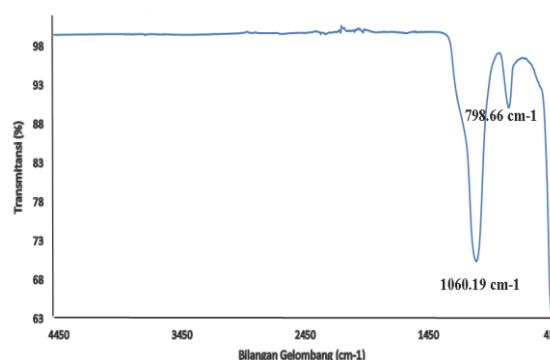
Sampel yang diperoleh ditentukan unsur – unsur yang terkandungnya dengan karakterisasi EDX. EDX yang digunakan, yaitu tipe IVO Zeiss detector Bruker 133 eV Jerman. Hasil uji tersebut disimpulkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Persentase atom sampel hasil uji EDX..

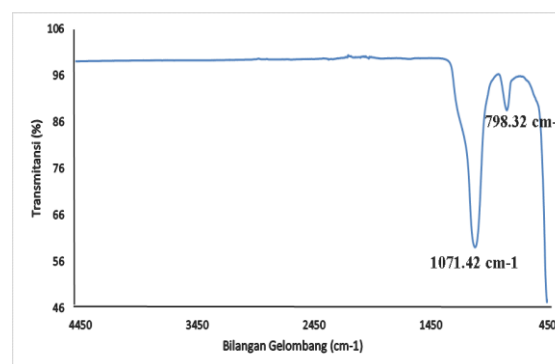
Nama Unsur	Persentase Atom	
	Laju Annealing 0.9 °C/menit	Laju Annealing 1 °C/menit
Oksigen	59.59	69.83
Silikon	39.17	28.21
Rubidium	0	1.96
Kalium	0.56	0
Magnesium	0.53	0
Kalsium	0.92	0
Kemurnian	99.99	84.53

Tingkat kemurnian silika yang diperoleh adalah 99.99% untuk laju annealing 0.9 °C/menit dan 84.53% untuk laju annealing 1 °C/menit. Dengan laju annealing 0.9 °C/menit telah diperoleh silikon murni. Namun masih terdapat beberapa impuritas (kalium, magnesium dan kalsium) walaupun dalam persentase yang sangat kecil. Sedangkan untuk laju annealing 1 °C/menit masih terdapat impuritas rubidium dan belum terbentuk silikon murni. Masih terdapatnya beberapa impuritas dalam sampel, diduga pencucian dengan HCl 7% masih belum optimal sehingga belum mampu melarutkan secara sempurna impuritas-impuritas yang ada. Selain itu, daun bambu memiliki jumlah impuritas yang tinggi, sekitar 10 – 12 kali impuritas yang terkandung dalam sekam padi [6].

Selain dikarakterisasi dengan EDX, sampel juga dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi sampel. Setiap serapan bilangan gelombang tertentu menggambarkan adanya suatu gugus fungsi spesifik. Pola serapan infra merah silika abu daun bambu yang dihasilkan, diperlihatkan pada gambar 2 dan 3. Sampel silika dengan laju annealing 0.9 °C/menit memiliki pita serapan pada bilangan gelombang 798.66 cm<sup>-1</sup> dan 1060.19 cm<sup>-1</sup> (Gambar 2). Sedangkan sampel silika dengan laju annealing 1 °C/menit memiliki pita serapan dengan bilangan gelombang 798.32 cm<sup>-1</sup> dan 1071.42 cm<sup>-1</sup> (Gambar 3).



**Gambar 2.** Spektra FTIR sampel Silika dengan laju annealing 0.9 °C/menit.



**Gambar 3.** Spektra FTIR sampel Silika dengan laju annealing 1 °C/menit.

Pita serapan 794.6 – 806.2 cm<sup>-1</sup> menunjukkan vibrasi ulur asimetris Si-O dari Si-O-Si [18]. Sedangkan pita serapan 1060.19 cm<sup>-1</sup> dan 1071.42 cm<sup>-1</sup> juga menunjukkan vibrasi ulur asimetri Si-O dari

Si-O-Si [19]. Selain pita serapan tersebut, masih ada pita serapan lain, yaitu  $455 - 470 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi tekuk Si-O dari Si-O-Si dan pita serapan pada bilangan gelombang  $620 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur Si-O dari Si-O-Si [18]. Namun, tidak terdeteksi adanya puncak pada bilangan-bilangan gelombang tersebut. Hal ini diduga, pada bilangan-bilangan gelombang tersebut tertutup gugus molekul atau gugus molekul tersebut lebih kompleks [13]. Bilangan-bilangan gelombang pada daun bambu ini mirip dengan bilangan gelombang sekam padi, yaitu  $1088 \text{ cm}^{-1}$ ,  $625 \text{ cm}^{-1}$ ,  $471 \text{ cm}^{-1}$  dan  $486 \text{ cm}^{-1}$  [16].

#### 4. Simpulan

Hasil uji EDX menunjukkan sampel dengan laju annealing  $0.9 \text{ }^\circ\text{C}/\text{menit}$  telah terbentuk silikon dan memiliki kemurnian 99.9%. Sedangkan sampel dengan laju annealing  $1 \text{ }^\circ\text{C}/\text{menit}$  belum terdapat silikon dan memiliki kemurnian 84.53%. Namun, kedua sampel masih terdapat beberapa impuritas, yaitu kalium, kalsium dan magnesium (laju annealing  $0.9 \text{ }^\circ\text{C}/\text{menit}$ ) serta rubidium (laju annealing  $1 \text{ }^\circ\text{C}/\text{menit}$ ). Sementara itu, pita serapan yang dihasilkan berada pada bilangan gelombang  $798 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1060 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1071 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur asimetris Si-O dari gugus Si-O-Si.

#### Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan dana hibah Program Kreativitas Mahasiswa 2015.

#### Daftar Acuan

- [1] Latif MA, Tarmeze WAW, Fauzidah A. Anatomical features and mechanical properties of tree Malaysian bamboos, *J Tropical Forest Sci.* 2 (1990), pp. 227-234.
- [2] Hammet Al, Young RL, Sun X, Chandra M. Non-wood fiber as an alternative to wood fiber in China's pulp and paper industry. *Holzforschung.* 55 (2001), pp. 219-224.
- [3] [Dephut] Departemen Kehutanan. Potensi Hutan Rakyat Indonesia [Internet]. (2004), Tersedia pada [www.dephut.go.id](http://www.dephut.go.id).
- [4] Husnain. Mengenal silika sebagai unsur hara. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.* 32 (2010), pp. 19-20.
- [5] Chindaprasirt P, Rukzon S, Sirivivatnanon. Resistance to chloride penetration of blended Portland cement mortar containing palm oil fuel ash, rice husk ash and fly ash. *Construction and Building Material.* 22 (2008), pp. 932-938.
- [6] Dwivedi VN, Singh NP, Dass SS, Singh NB. A new pozzolanic material for cement industry: bamboo leaf ash. *Int J Physics Sci.* 1 (2006), pp. 106-111.
- [7] Petrucci H Ralph. *Kimia Dasar: Prinsip dan Terapan Modern.* Jakarta, Erlangga (1987).
- [8] Olugbenga O. Amu1, Akinwale A. Adetuberu. Characteristics of bamboo leaf ash stabilization on lateritic soil in highway construction. *Int J Eng Tech.* 2 (2010), pp. 212-219.
- [9] Kurniati E. *Ekstraksi Silica White Powder dari Limbah Padat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Dieng.* Surabaya, UPN Pr (2009).
- [10] Turner FM. *The Condensed Chemical Dictionary.* 5th ed. New York, Reinhold Publish Corp (1956).
- [11] Kirk O. *Encyclopedia of Chemical Technology.* 3rd ed. Taiwan, J Wiley (1982), pp. 749-765.
- [12] Irzaman, Darmasetiawan H, Alatas H, Irmansyah, Husin AD, Indro MN, Hardienata H, Abdullah K, Mandang T, Tojo S. Optimization of thermal efficiency of cooking stove with rice hulk fuel in supporting the poliferation of alternative energy in Indonesia. *Symposium Advanced Technological Depelopment of Biomass Utilization in Southeast Asia, Tokyo* (2009), pp. 32-35.
- [13] Aminullah, Rohaeti E, Irzaman. Reduction of high purity silicon from bamboo leaf as basic material in development of sensor manufacture in satellite technology, *Procedia Enviromental Science.* 24 (2015), pp. 308-316.
- [14] Rohaeti E, Hikmawati, Irzaman. Production of semiconductor materials silicon from silica rice husk waste as alternative silicon. *Materials Science and Technology.* (2010), pp. 265-272.
- [15] Ahmad L. Uji struktur dan sifat listrik silikon dioksida dan silikon dari sekam padi [tesis]. Bogor, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor (2011).
- [16] Masrur, Irmansyah, Irzaman. Optimasi kelajuan pemanasan pada ekstraksi ailikon diosida berbahan dasar sekam padi. *Jurnal Biofisika.* 9(2013), pp. 13-20.
- [17] Verina H. Optimasi kelajuan auhu annealing untuk ekstraksi silika dari sbu sekam padi serta uji kandungan molekul [skripsi]. Bogor, Institut Pertanian Bogor (2014).
- [18] Launer PJ. *Infrared Analisis of Organosilicon Coumponds: Spectra-Structure Correlation.* New York, Brunt Hill (1987).
- [19] Silverstein RM, Bassler GC, Morrill TC. *Spectrometric Identification of Organic Compound.* 5th ed. New York, J Willey (1991).