

Sintesis Nanosilika Daun Bambu (*Bambusa sp.*) Menggunakan Metode Hidrotermal

*Synthesis Nanosilica of Bamboo's Leaf (*Bambusa sp.*) by Using Hydrothermal Method*

Hasri*, Muharram, Fauziah Nadwi
Universitas Negeri Makassar
*E-mail: hasriu@unm.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.26874/jkk.v3i2.56>

Received: 30 Oct 2020, Revised: 30 Nov 2020., Accepted: 30 Nov 2020, Online: 30 Nov 2020

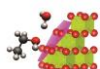
Abstrak

Keberadaan tanaman bambu sangat banyak di Indonesia. Bagian yang paling banyak dimanfaatkan adalah bagian batangnya sedangkan daunnya dibiarkan menjadi limbah. Padahal kandungan silika pada daun bambu cukup tinggi. Telah dilakukan penelitian sintesis nanosilika dari daun bambu dengan menggunakan metode hidrotermal dengan variasi suhu dan waktu. Ada beberapa metode sintesis nanosilika, di antaranya *sol-gel*, kopresipitasi, *polymeric gel* dan hidrotermal. Metode hidrotermal adalah metode yang paling mudah dalam eksekusinya karena tidak membutuhkan biaya besar namun menghasilkan nanosilika dengan tingkat kemurnian yang cukup tinggi. Hasil menunjukkan nanosilika yang dihasilkan bersifat multifase, yaitu fase *crystalite* yang ditandai dengan munculnya peak pada sudut 2θ 23° , 32° , 44° , dan 49° ; fase *quartz* yang ditandai dengan munculnya peak pada sudut 2θ 28° dan 38° ; fase *coesite* yang ditandai dengan munculnya peak pada sudut 2θ 29° dan 33° . Disimpulkan bahwa, suhu dan waktu hidrotermal berpengaruh pada karakteristik nanosilika yang dihasilkan. Ukuran nanosilika terkecil yaitu 15,40 nm terbentuk pada suhu 120°C waktu 6 jam sedangkan ukuran nanosilika terbesar yaitu 27,44 nm terbentuk pada suhu 180°C waktu 6 jam.

Kata kunci: daun bambu, hidrotermal, nanosilika

Abstract

The existence of bamboo plants is very much in Indonesia. The part that is mostly used is the stem, while the leaves are left to become waste. Even though the silica content in bamboo leaves is quite high. Research on the synthesis of nanosilica from bamboo leaves has been carried out using the hydrothermal method with variations in temperature and time. There are several nanosilica synthesis methods, including sol-gel, coprecipitation, polymeric gel and hydrothermal. The hydrothermal method is the easiest method of execution because it does not require large costs but produces nanosilica with a high level of purity. The results showed that the nanosilica produced were multiphase, namely the crystalite phase which was marked by the appearance of peaks at angles of 2θ 23° , 32° , 44° , and 49° ; the quartz phase characterized by the appearance of peaks at an angle of 2θ 28° and 38° ; the coesite phase is characterized by the appearance of peaks at an angle of 2θ 29° and 33° . It was concluded that the temperature and hydrothermal time had an effect on the characteristics of



the nanosilica produced. The smallest nanosilica size was 15.40 nm, formed at 120°C for 6 hours, while the largest nanosilica size was 27.44 nm, formed at 180°C for 6 hours.

Keywords: bamboo leaf, hydrothermal, nanosilica

1 Pendahuluan

Bambu merupakan tanaman yang memiliki peranan yang sangat penting dalam masyarakat Indonesia. Keberadaannya sangat banyak dijumpai pada beberapa tempat, baik yang ditanam secara sengaja maupun yang tumbuh liar. Tanaman bambu terhitung mudah untuk tumbuh, baik di lahan basah maupun kering, dataran rendah ataupun dataran tinggi.

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 [1]

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan, bambu memiliki kadar selulosa berkisar antara 42,4% - 53,6%, kadar lignin berkisar antara 19,8% - 26,6%, kadar pentosan 1,24% - 3,77%, kadar abu 1,24% - 3,77%, kadar silika 0,10% - 1,28%, kadar ekstraktif 0,9% - 6,9% dan bambu mengandung holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) berkisar antara 73,32% - 83,80% [2]. Dari kandungan silika yang dimiliki oleh bambu, memungkinkan untuk memanfaatkan bambu menjadi lebih optimal dengan mengekstrak kandungan silika dari bambu tersebut. Silika merupakan bahan kimia yang pemanfaatannya dan aplikasinya cukup luas berbagai bidang.

Adanya kandungan silika dalam daun bambu memiliki potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan material berbasah dasar silika. Silika dari daun bambu ini dapat diperoleh dengan metode pengabuan [3]. Seperti penelitian yang telah dilakukan dengan pemanfaatan silika dari abu daun bambu yang digunakan dalam bidang konstruksi dan daun bambu sebagai bahan *pozzolanic*. Dari penelitian beberapa silika daun bambu yang telah dilakukan sebelumnya mendasari dilakukannya penelitian ini yaitu akan memanfaatkan silika daun bambu dengan metode yang berbeda yaitu metode hidrotermal.

Nanosilika mewakili salah satu dari nanomaterial yang sangat luas penggunaannya khususnya di bidang industri, misalnya sebagai bahan utama dalam pembuatan semen, kaca,

botol, keramik, maupun industri kosmetik. Ukuran partikel yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda sehingga dapat meningkatkan kualitas material [4]. Salah satu karakteristik menarik dari partikel berukuran nano yaitu perbandingan luas area dengan volum yang besar. Terdapat beberapa metode dapat digunakan dalam sintesis nanosilika, seperti *sol-gel*, kopresipitasi, *polymeric gel* dan hidrotermal. Di antara metode tersebut metode hidrotermal memiliki beberapa keuntungan yaitu tidak membutuhkan biaya besar dalam eksekusinya serta memiliki tahapan yang mudah dalam pembuatan material nano [5].

Dengan menggunakan metode hidrotermal, pengaturan morfologi, struktur dan komposisi fase yang optimal dapat dilakukan tanpa menggunakan *template*. Metode hidrotermal juga menghasilkan kemurnian dan kristalinitas yang tinggi dan distribusi ukuran partikel yang homogen dengan hanya memanfaatkan mineral alam Indonesia yang berkualitas rendah sebagai benih [6].

Penelitian ini dilakukan untuk mensintesis nanosilika menggunakan sampel daun bambu kering dengan menggunakan metode hidrotermal agar diperoleh kadar nano silika yang tinggi.

2 Metode Penelitian

2.1 Alat

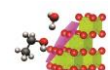
Alat yang digunakan berupa peralatan gelas, reaktor hidrotermal, termometer, *hot plate stirrer*, magnet *stirrer*, krus porselen, *furnace*, neraca analitik, desikator, oven (*Memmert*), penyaring *Bunchner*, ayakan, lumpang dan alu, dan untuk karakterisasi digunakan XRF (*Thermo scientific*), SEM-EDX (*Hitachi Flexsem 1000*) dan XRD (*X-Ray Diffraction 700 Shimadzu*).

2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan berupa daun bambu, asam sitrat ($C_6O_8H_7$) 5 %, natrium Hidroksida (NaOH) 2,5 N, asam sulfat (H_2SO_4) 5 N, akuades (H_2O), indikator universal dan kertas Whatman No. 42.

2.3 Prosedur Kerja

1. Sampel daun bambu kering sebanyak 40 g dibersihkan dan dicuci menggunakan asam sitrat 5 % kemudian dipanaskan pada suhu



700°C untuk memperoleh abu daun bambu kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF untuk mengetahui kadar silika yang terdapat pada abu daun bambu.

2. Abu daun bambu hasil preparasi sebanyak 25 g kemudian digerus dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh, selanjutnya abu halus diekstrak dengan larutan 100 ml NaOH 2,5 N selama 3 jam pada suhu 80-100°C. Ekstrak kemudian didinginkan dan disaring. Larutan natrium silika yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam reaktor hidrotermal kapasitas 250 mL dengan variasi suhu 120°C, 150°C dan 180°C dan variasi waktu 2, 4 dan 6 jam. Sampel natrium silika selanjutnya dititrasi menggunakan H₂SO₄ hingga pH 8-9 dan diendapkan hingga terbentuk silika gel. Silika yang diperoleh dibilas dengan akuades hangat untuk menghilangkan zat pengotor, silika kemudian diaging dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C.
3. Nanosilika yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)* dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* *Energy X-ray Spectroscopy (EDX)*.

3 Hasil dan Diskusi/ Result and Discussion

Daun bambu hasil penggilingan dicuci untuk menghilangkan zat-zat pengotor abu daun bambu berwarna putih dan memiliki tekstur yang halus. Hal ini disebabkan karena menurun/hilangnya kandungan senyawa karbon dalam abu [7]. Komposisi abu daun bambu yang telah dianalisis XRF menunjukkan kandungan silika (SiO₂) sebesar 98,31%.

Tabel 1. Komposisi Abu Daun bambu

Senyawa	Persentase (%)	Unsur	Persentase (%)
SiO ₂	98,31	Si	94,12
CaO	0,65	Px	1,89
K ₂ O	0,40	Ca	1,80
P ₂ O ₅	0,32	K	1,26
Fe ₂ O ₇	0,17	Fe	0,48
MnO	0,09	Mn	0,28
TiO ₂	0,04	Ti	0,11
ZnO	0,01	Zn	0,04
		Sn	0,01

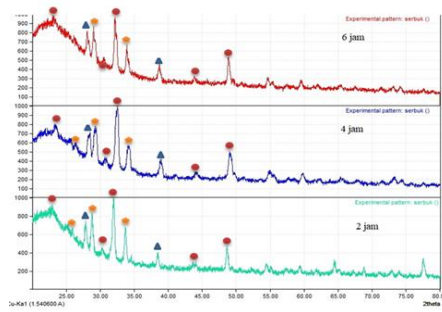
Abu daun bambu diekstrak menggunakan NaOH, hasil ekstraksi diperoleh filtrat berbentuk larutan yang berwarna kekuningan. Fungsi

penambahan NaOH untuk melarutkan SiO₂ yang terdapat pada abu daun bambu dan sebagai penyuplai Na⁺ sehingga menghasilkan natrium silika. Pelarutan disertai pemanasan bertujuan agar proses pembentukan natrium silikat menjadi sempurna berupa larutan dengan pH 13.

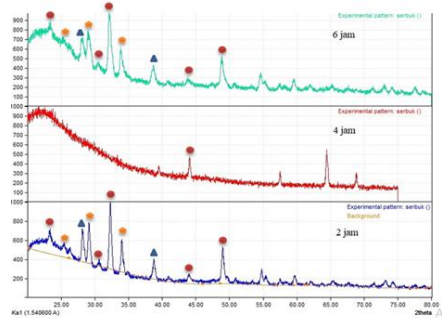
Natrium silika yang dihasilkan selanjutnya digunakan dalam mensintesis nanosilika pada variasi suhu 120°C, 150°C dan 180°C dan variasi waktu 2 jam 4 jam dan 6 jam. Setelah mengalami proses hidrotermal selanjutnya diasamkan pada pH 7-8, untuk membentuk gel nanosilika. Pemilihan nilai pH didasarkan pada sifat nanosilika yang tidak larut dalam media pada suasana netral, sehingga pada kondisi pH 7-8 diharapkan berlangsung secara optimal [8]. Pada kondisi netral gugus siloksi dan silanol terdeprotonasi seimbang dalam jumlah yang relatif banyak. Larutan H₂SO₄ berfungsi menetralkan larutan filtrat nanosilika agar berbentuk gel [9]. Nanosilika gel yang terbentuk disaring untuk memisahkan pelarut yang masih tersisa, selanjutnya dioven dan diperoleh nanosilika padatan kemudian digerus hingga menjadi bubuk. Peningkatan suhu 120°C ke 150°C menyebabkan pula peningkatan massa nanosilika yang pada berbagai waktu reaksi, hal ini disebabkan Saat terjadi kenaikan suhu, maka energi pembentukan kristal. Namun saat suhu ditingkakan menjadi 180°C terjadi penurunan massa nanosilika, hal ini disebabkan karena pada saat peningkatan suhu reaksi tanpa diiringi peningkatan tekanan dan menurunkan intensitasnya, sehingga kristalinitasnya menjadi rendah [10].

Gambar 3 menunjukkan adanya perbedaan besaran silika yang dihasilkan. Pada suhu 120°C dan 150°C terjadi penurunan ukuran nanosilika seiring dengan bertambahnya waktu reaksi, pada waktu reaksi 2 jam proses pembentukan kristal berjalan dengan lambat sehingga menghasilkan nanosilika dengan ukuran yang lebih besar. Saat waktu reaksi ditingkatkan proses pembentukan nanosilika terjadi dengan cepat sehingga menghasilkan ukuran nanosilika yang lebih kecil. Pada suhu 180°C terjadi penurunan ukuran nanosilika yang dihasilkan seiring dengan bertambahnya waktu reaksi. Namun saat waktu reaksi ditingkatkan menjadi 6 jam ukuran kristal menjadi lebih besar karna proses pembentukan kristal terlalu cepat sehingga inti kristal cenderung mengalami agregasi sehingga ukuran partikel nanosilika lebih besar [11]. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu dan waktu reaksi terjadi penurunan ukuran nanosilika.

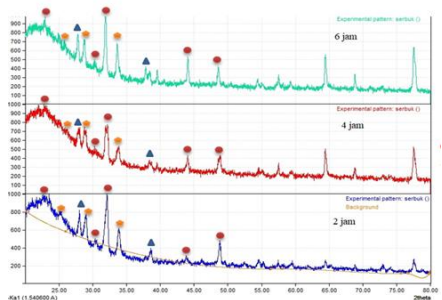




(a)



(b)



(c)

Gambar 3. (a) Difraktogram Nanosilika Suhu Reaksi 120 °C (b) Difraktogram Nanosilika Suhu Reaksi 150 °C (c) Difraktogram Nanosilika Suhu Reaksi 180 °C

Akan tetapi suhu terlalu tinggi dan waktu reaksi semakin lama mengakibatkan peningkatan ukuran nanosilika hal ini dapat terjadi karena kenaikan suhu akan mengakselerasi pertumbuhan kristal yang melibatkan proses pemanasan [12].

Secara umum nanosilika yang dihasilkan bersifat multifase, yaitu fase *crystalite* yang ditandai dengan munculnya *peak* pada sudut 2θ 23°, 32°, 44°, dan 49°; fase *quartz* yang ditandai dengan munculnya *peak* pada sudut 2θ 28° dan 38°; fase *coesite* yang ditandai dengan

munculnya *peak* pada sudut 2θ 29° dan 33°. Munculnya *peak* pada daerah di atas 2θ 50° menandakan adanya pengotor pada sampel

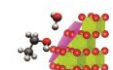
Hasil analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi ukuran dan fasa kristal nanosilika. Adapun ukuran dan difraktogram nanosilika hasil sintesis dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 3(a);(b);(c).

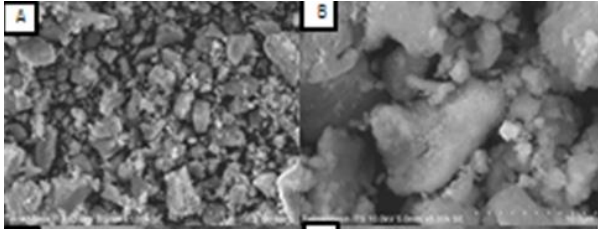
Tabel 2. Ukuran Nanosilika yang dihasilkan pada Variasi Suhu dan Waktu

Suhu (C)	Waktu (jam)	2 theta	FWHM	Ukuran (nm)
120	2	31,9266	0,3792	23,96
	4	32,3565	0,5678	15,87
	6	32,2130	0,5877	15,40
150	2	32,2831	0,54012	22,52
	4	64,3968	0,5598	18,19
	6	32,2014	0,5355	16,96
180	2	32,0089	0,5189	17,55
	4	32,0238	0,5677	15,89
	6	31,8570	0,3290	27,44

Adapun morfologi kristal tidak beraturan dapat disebabkan karena proses nukleasi yang terjadi bersifat heterogen akibat keberadaan senyawa lain (*impurities*) yang juga menyebabkan komposisi dari produk menjadi heterogen [13]. Gambar 4 di bawah juga memperlihatkan bahwa pada permukaan beberapa kristal terdapat kristal kecil yang menempel. Dan dimungkinkan terdapat pula partikel pengotor melekat pada permukaan silika sebagai matrix hasil itu sesuai dengan data difraktogram menunjukkan adanya *peak* pengotor pada sampel.

Berdasarkan hasil pengamatan EDX (*Energy Dispersion X-Ray Spectroscopy*) dan Mapping terlihat bahwa pada partikel nanosilika terdapat terdapat beberapa unsur lain selain Si dan O.





Gambar 4. Morfologi Nanosilika pada Suhu 120 °C, Waktu 6 Jam Pembesaran (A) 1000x, (B) 5000x

Tabel 4. Komposisi Nanosilika Sekam Padi Hasil Sintesis

Unsur	Berat %
C	2,56
N	2,57
O	48,89
Na	7,12
Si	36,78
S	2,07

4 Kesimpulan

Disimpulkan bahwa, suhu dan waktu hidrotermal berpengaruh pada karakteristik nanosilika yang dihasilkan. Ukuran nanosilika terkecil yaitu 15,40 nm terbentuk pada suhu 120°C waktu 6 jam sedangkan ukuran nanosilika terbesar yaitu 27,44 terbentuk pada suhu 180°C waktu 6 jam. Nanosilika yang dihasilkan memiliki sifat multifase yaitu *crystalite*, *quartz*, dan *coesite*. Penentuan struktur kristal dilakukan menggunakan *software match*, berdasarkan pola difraksi nanosilika.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberi dukungan kepada penelitian kami, baik dari pihak pemberi sponsor, rekan dosen, maupun para proofreader kami yang telah memeriksa hasil dari penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] Husnain. Mengenal Silika Sebagai Unsur Hara. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 2010;19–20.
 [2] Krisdianto S, Sumarni, Ismiarto A. *Sari Hasil Penelitian Bambu*. Departemen Kehutanan Jakarta. 2006;
 [3] Amu OO, Adetuberu AA. Characteristics of Bamboo Leaf Ash Stabilization on Lateritic Soil in Highway Construction. *Int J Eng Technol*. 2010;2(4):212–9.

[4] Munasir, Triwikantoro, Zainuri M, Darminto. Perbandingan Massa Kalium Hidroksida Pada Ekstraksi SiO₂ Orde Nano Berbasis Bahan Alam Pasir Kuarsa. In: *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan VII UKSW*. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya; 2013.
 [5] Durrani SK, Syed ZH, Khalid S, Yaqoob K, Mohammad A, Nisar A. Hydrothermal Synthesis and Characterization of Nanosized Transition Metal Chromite Spinel. *Turk J Chem*. 2012;36:111–20.
 [6] Wustoni S, Mukti R, Wahyudi A, Ismunandar I. Sintesis Zeolit Mordenit dengan Bantuan Benih Mineral Alam Indonesia. *urnal Mat Dan Sains*. 2012;16(3):158–60.
 [7] Setyaningsih I, Linawati H, Monintja DR, Sondita FA, Bintang M, Lailati N, et al. *Ekstraksi Senyawa Antibakteri Dari Diatom Chaetoceros gracilis dengan Berbagai Metode*. Bogor: IPB Press; 2017.
 [8] Suka IG, Simanjuntak W, Sembiring S, Trisnawati E. Karakteristik Silika Sekam Padi dari Provinsi Lampung yang Diperoleh dengan Metode Ekstraksi. *J MIPA*. 2008;37(1):47–52.
 [9] Sofyan GGI, Alauhdin M, Susatyo EB. Sintesis dan Karakterisasi Bahan Keramik Cordierite dari Abu Sekam Padi. *Indones J Chem Sci*. 2013;2(2).
 [10] Cao X, Yong-Chun S, Yong-Neng H, Guang-Ping L, Liu C. Integrated Process of Large-Scale and Size-Controlled SnO₂ Nanoparticles by Hydrothermal Method. *Trans Nonferrous Metlas Soc China*. 2013;23(3):725–30.
 [11] Liang W, Niu Y, Ge S, Song S, Su J, Luo Z. Effects of hydrothermal treatment on the properties of nanoapatite crystals. *Int J Nanomedicine* [Internet]. 2012/09/28. 2012;7:5151–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23055727>
 [12] Liang W, Yunfei N, Shuhua G, Shaojun S, Jiagan S, Zhuojing L. Effect of Hydrothermal Treatment on The Properties of Nanoapatite Crystals. *Int J Med*. 2012;7:5151–5158.
 [13] Byrappa K, Yoshimura M. *Hydrothermal Technology—Principles and Applications* [Internet]. *Handbook of Hydrothermal Technology*. Elsevier; 2001. p. 1–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-081551445-9.50002-7>

