



**PENGARUH VARIASI SUHU DAN LAMA WAKTU PEMBAKARAN  
TERHADAP HASIL SINTESIS SILIKA DARI DAUN BAMBU  
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL**

**Audry Azilla Rizky, Muhammad\*, Zainuddin Ginting, Rizka  
Nurlaila, Nasrul ZA**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

\*E-mail: mhdtk@unimal.ac.id

**Abstrak**

*Bambu merupakan tanaman yang banyak hidup di Indonesia, tanaman beruas ini memiliki banyak manfaat salah satunya pada daunnya . Secara kimia, abu daun bambu mempunyai kandungan silika sebesar 77,96% - 88,05% dan sisanya oksida dari beberapa logam. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan silika dari abu daun bambu dengan mengkaji pengaruh suhu pembakaran (600°C, 700°C dan 800°C ) dan waktu furnace (2, 3, dan 4 jam) terhadap yield silika, kadar air, XRD dan FTIR. Proses pembuatan silika dari daun bambu menggunakan metode Sol-Gel, yang melibatkan ekstraksi silika dengan larutan alkali dan gelas silika menggunakan larutan asam. Dari hasil penelitian didapatkan nilai yield silika tertinggi adalah 87,02% dengan suhu pembakaran 600°C selama 4 jam. Dan nilai kadar air terendah yaitu 3,9% pada suhu pembakaran 800°C dan selama 4 jam. Berdasarkan karakteristik menggunakan XRD diketahui bahwa silika yang dihasilkan berfase amorf dan hasil uji gugus fungsional menggunakan FTIR terdapat gugus fungsional berupa gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si).*

*Kata kunci:* Daun Bambu, Pembakaran, Silika, Sol-Gel, Yield Silika

**1. Pendahuluan**

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan flora dan fauna dengan variasi dan jenis yang beraneka ragam, salah satunya adalah bambu. Keberadaan tanaman bambu banyak dijumpai di berbagai tempat, baik yang tumbuh secara alami maupun yang sengaja dibudidayakan. Populasi bambu di dunia diperkirakan ada 1200-1300 jenis, dan sebanyak 143 jenis bambu tersebut terdapat di Indonesia.

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan, bambu memiliki kadar selulosa sebesar 53,6%, kadar lignin 26,6%, kadar pentosan 3,77%, kadar abu 3,77%, kadar ekstraktif 6,9% dan kandungan lainnya sebesar 5,36% (Krisdianto dkk, 2000). Sementara untuk abu bambu memiliki kadar  $\text{SiO}_2$  sebesar 77,96-88,05%, kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,59-0,89%, kadar  $\text{CaO}$  10,33-16,02%, kadar  $\text{MnO}$  0,62-2,51%, kadar  $\text{K}_2\text{O}$  0,39-2,51%, dan kadar senyawa lainnya sebesar 0,01-0,02% (Dwiveni VN *et al*, 2006). Dari kandungan silika yang dimiliki oleh abu daun bambu, memungkinkan untuk memanfaatkan daun bambu menjadi sumber silika alami atau biasa disebut dengan *bio-silica*. Silika merupakan bahan kimia yang pemanfaatannya dan aplikasinya cukup luas berbagai bidang.

Adanya kandungan silika dalam daun bambu memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan material berbasis dasar silika. Silika dari daun bambu ini dapat diperoleh dengan metode pengabuan (Amu and Adetuberu, 2010; Cocina *et al.*, 2008; Singh *et al.*, 2007), metode sol-gel (Noverliana dkk, 2014). Seperti penelitian yang telah dilakukan dengan memanfaatkan silika dari abu daun bambu yang digunakan sebagai adsorben uranium (Megasari dkk, 2017).

Dari beberapa penelitian mengenai silika dari daun bambu yang telah dilakukan sebelumnya mendasari dilakukannya penelitian ini yaitu penelitian ini akan memvariasikan suhu dan lama waktu pembakaran untuk mengetahui suhu dan lama waktu pembakaran terbaik untuk menghasilkan silika dari daun bambu dengan metode sol-gel. Metode sol-gel merupakan metode yang sedang dikembangkan saat ini dimana prosesnya lebih sederhana, tidak memerlukan waktu yang lama dan pengontrolan operasinya lebih mudah (Taslimah, 2005).

## **2. Bahan dan Metode**

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah daun bambu,  $\text{NaOH}$  1 N,  $\text{HCl}$  1 N, aquadest, *furnance*, *hot plate*, gelas ukur, pipet tetes, kertas pH, labu ukur, erlenmeyer, *magnetic stirrer*, kertas saring, *aluminium foil*, dan lain-lain. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu persiapan bahan baku, pembuatan larutan natrium silikat, dan tahap sintesis silika. Variasi percobaan

dilakukan terhadap suhu dan lama waktu pembakaran daun bambu untuk menghasilkan abu daun bambu.

Persiapan bahan baku dimulai dengan menggumpulkan daun bambu yang akan digunakan sebagai bahan baku. Daun bambu yang telah dikumpulkan kemudian dibersihkan dari pengotor setelah itu dikeringkan. Daun bambu yang telah kering kemudian dipanaskan dalam tungku pemanas (furnance) dengan suhu 600°C, 700°C, dan 800°C selama 2, 3, dan 4 jam. Abu daun bambu yang dapat kemudian akan digunakan pada tahap pembuatan natrium silikat.

Pembuatan larutan natrium silikat dimulai dengan mencampurkan abu daun bambu dengan aquadest sebanyak 60 mL, kemudian pH campuran diatur hingga pH=1 menggunakan HCl 1N. Setelah itu dilakukan pengadukan secara kontinu selama 1 jam, hingga larutan tercampur, larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk diambil residunya. Residu yang didapat kemudian dilarutkan ke dalam larutan NaOH 1 N sebanyak 60 mL, kemudian dipanaskan dalam labu leher tiga tertutup dengan suhu 80°C selama 90 menit dengan pengadukan konstan menggunakan magnetic stirrer. Larutan kemudian didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya. Filtrat yang didapat berupa larutan natrium silikat kemudian digunakan untuk tahap sintesis silika.

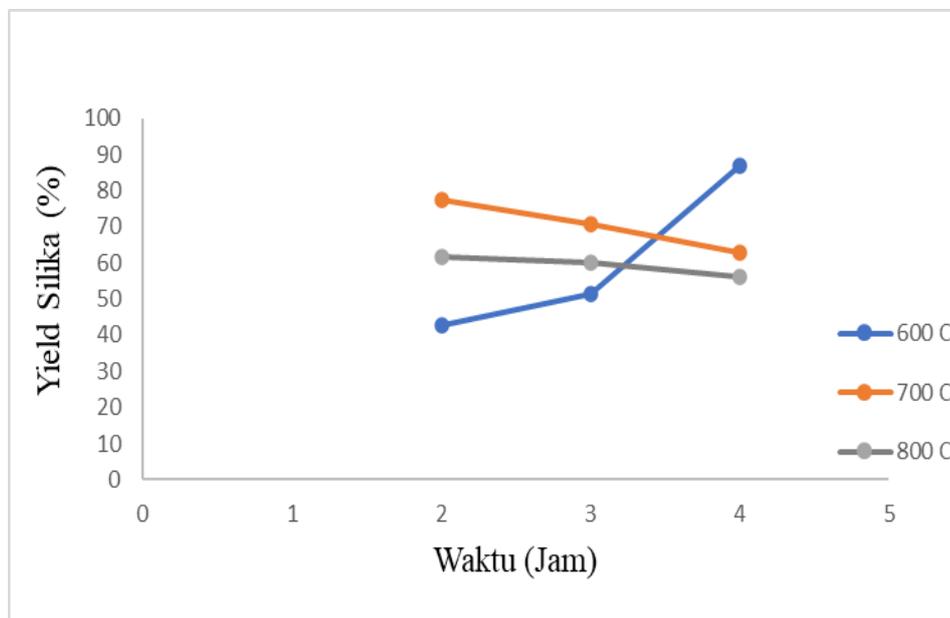
Tahap sintesis silika dilakukan dengan cara memasukkan larutan natrium silikat yang didapat ke dalam Erlenmeyer, kemudian diaduk sambil ditetesi dengan HCl 1N hingga mencapai pH 7 dan dibiarkan hingga mengendap. Endapan yang dihasilkan kemudian dicuci dengan aquadest sebanyak 100 mL, endapan yang telah dicuci kemudian dikeringkan dengan suhu 120°C selama 2 jam untuk menghilangkan kandungan air yang terkandung dalam silika.

### **3. Hasil dan Diskusi**

#### **3.1 Pengaruh Suhu dan Waktu Pembakaran Terhadap Yield Silika**

Silika ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat ( $\text{NaSiO}_2$ ). Sol mirip agar – agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang

bersifat tidak elastis. Pengaruh suhu dan waktu pembakaran terhadap yield silika dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Pengaruh Suhu dan Waktu Pembakaran Terhadap Yield Silika

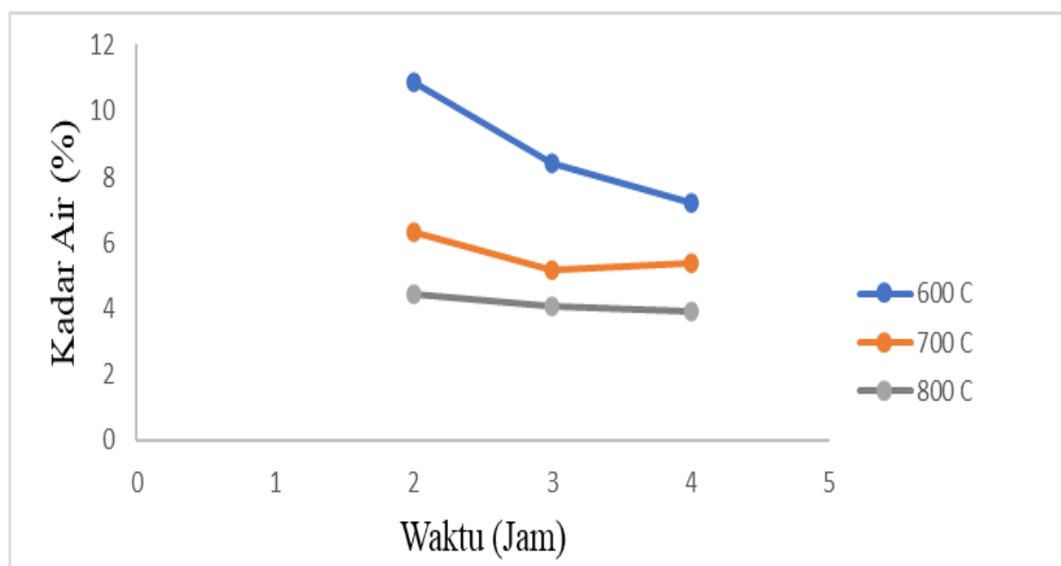
Dari hasil penelitian sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1 diatas dapat dilihat bahwa suhu dan lama waktu pembakaran mempengaruhi yield silika yang dihasilkan. Pada suhu pembakaran 600°C selama 4 jam diperoleh yield silika sebesar 87,02% ini merupakan yield silika tertinggi, hal ini disebabkan karena pada suhu pembakaran ini senyawa organik yang terdapat dalam daun bambu telah hilang. Fraksi organik yang terdapat dalam daun bambu tersebut teroksidasi menjadi bentuk oksidanya masing-masing, termasuk juga unsur C dan H yang terdapat dalam fraksi organik ini akan berubah menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (uap). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nuryono dkk (2004) yang menjelaskan bahwa suhu pembakaran 600°C selama 4 jam merupakan suhu optimum pengabuan abu dalam proses sintesis silika, sedangkan pada suhu pengabuan 500°C masih terdapat banyak fraksi organik, sehingga kadar silika relatif rendah.

Untuk yield silika yang dihasilkan pada suhu 700°C dan 800°C terus mengalami penurunan di setiap kenaikan waktu pembakarannya. Hal ini

dikarenakan semakin meningkatnya temperatur pengabuan, maka efisiensi produksi silika yang dihasilkan akan semakin menurun, penurunan ini disebabkan karena penggunaan suhu tinggi pada proses pembakaran dapat menghancurkan struktur suatu materi yang terkandung dalam abu, sehingga yield silika yang dihasilkan semakin menurun (Said dkk, 2014).

### 3.2 Pengaruh Suhu dan Waktu Pembakaran Terhadap Kadar Air

Kadar air adalah perbedaan antara berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan. Perbedaan antara berat sebelum dan sesudah dipanaskan adalah kadar air. Uji kadar air silika bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari silika. Kadar air silika harus bernilai sekecil-kecilnya karena kadar air yang besar dapat menurunkan daya adsorpsi silika.



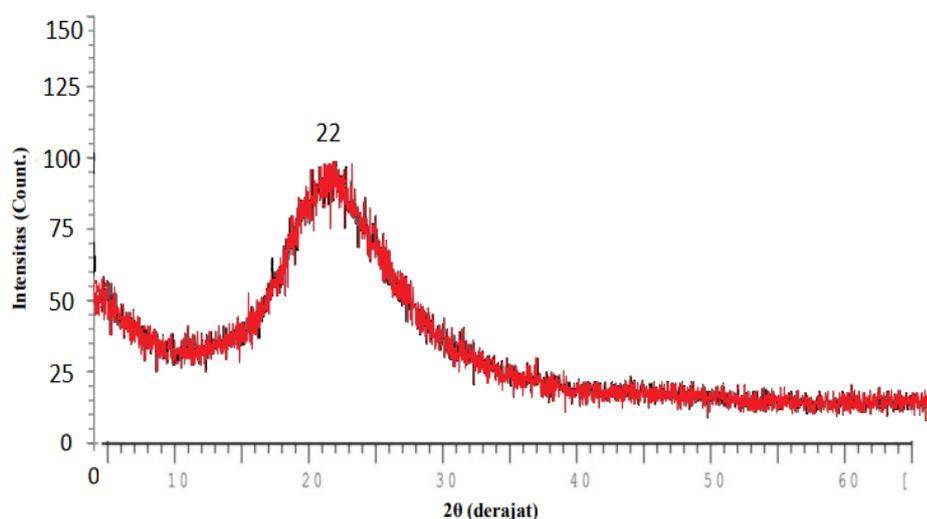
**Gambar 2.** Pengaruh Suhu dan Waktu Pembakaran Terhadap Kadar Air

Berdasarkan gambar 2 diatas, dapat dilihat bahwa kadar air tertinggi sebesar 10,87% didapat pada sampel suhu pembakaran 600°C selama 2 jam. Sedangkan untuk kadar air terendah sebesar 3,9% pada sampel suhu pembakaran 800°C selama 4 jam. Dalam hal ini semakin tinggi dan lamanya proses pembakaran, maka akan semakin meningkatnya proses dehidrasi sehingga air yang terdapat dalam silika akan semakin banyak menguap dan kadar air yang terkandung akan semakin rendah. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang

dilakukan oleh Hidayat (2016). Kadar air yang terkandung dalam silika juga dapat dipengaruhi oleh perlakuan saat melakukan penelitian, jumlah uap air di udara dan lama proses pendinginan.

### 3.3 Karakteristik Silika Menggunakan XRD

Karakteristik menggunakan XRD bertujuan untuk mengetahui fasa yang terbentuk. Hasil uji XRD disajikan pada Gambar 3 berikut..

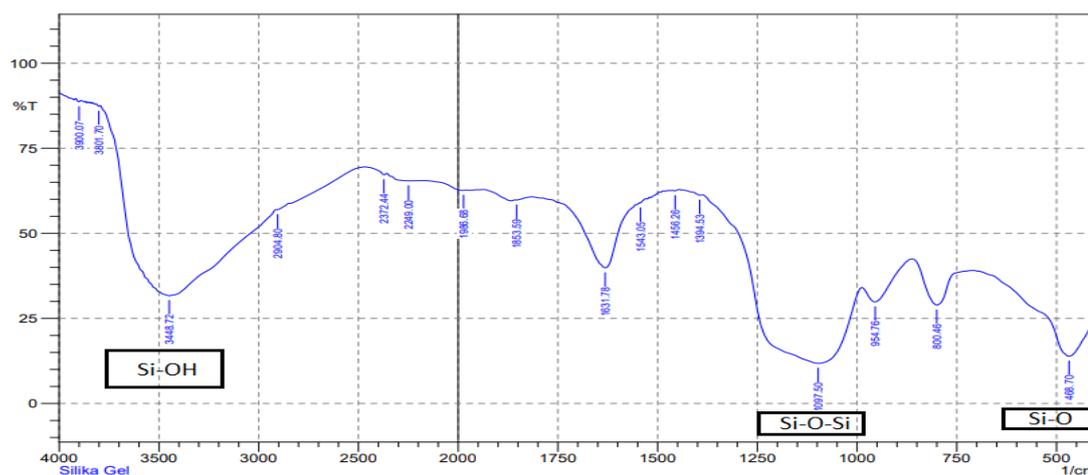


**Gambar 3.** Difraksi Sinar-X Silika Daun Bambu

Suhu pada saat pembakaran juga mempengaruhi jenis fasa yang dihasilkan oleh difraksi sinar-X. Pola difraksi yang dihasilkan dari sampel suhu pembakaran 600°C selama 4 jam menunjukkan bahwa silika yang terbentuk adalah amorf, dengan tambahan fase yang memiliki puncak tertinggi pada  $2\theta = 22$ . Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Singh (2008), yang menjelaskan bahwa silika yang menunjukkan puncak dengan pola yang melebar di sekitar  $2\theta = 21-23$  merupakan karakteristik silika amorf. Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat terbentuknya *noise* pada grafik yang dihasilkan. Hal ini diakibatkan karena sinar-X yang ditembakkan oleh alat XRD tidak mampu didifraksikan secara sempurna oleh struktur yang amorf, sehingga sudut difraksi sinar-X yang dibaca oleh alat jadi tidak beraturan akibat terjadinya penghamburan

### 3.4 Karakteristik Silika Menggunakan FTIR

Sifat adsorpsi silika tidak hanya ditentukan oleh ukuran pori tetapi juga dipengaruhi oleh komposisi kimia dari silika yaitu gugus fungsi yang terdapat pada silika tersebut. Penentuan gugus fungsi yang terdapat pada silika dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FT-IR, dimana dari analisis spektrofotometer FT-IR dihasilkan spektrum dari silika pada suhu pembakaran 600°C dan lama pembakaran 4 jam yang berisi pita serapan dari gugus fungsi yang terdapat pada silika. Silika yang diperoleh dianalisis dengan FTIR dan spektrumnya diperlihatkan pada Gambar 4, Spektrum menunjukkan beberapa puncak yang menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi dalam sampel, yang dimiliki oleh silika atau gugus fungsi dari pengotor yang tidak dapat dibersihkan seluruhnya. Berikut adalah gambar spectrum FTIR silika.



**Gambar 4.** Spektrum FTIR yang Diperoleh dari Daun Bambu

Puncak utama yang diyakini berkaitan dengan gugus fungsi pada silika adalah pada bilangan gelombang 3448,72  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak ini merupakan puncak yang khas untuk vibrasi ulur gugus -OH (gugus hidroksil). Dengan demikian, dalam silika yang digunakan sebagai sampel diyakini terdapat gugus hidroksil, yang menunjukkan ikatan Si-OH atau silanol (Lin et al., 2001; Lai, 2013; Mourhly et al., 2015). Puncak kedua yang diyakini menunjukkan gugus fungsi silika adalah puncak pada bilangan gelombang 1097,50  $\text{cm}^{-1}$ , yang menunjukkan adanya gugus fungsi siloksan Si-O-Si (Daifullah et al., 2003, Adam et al., 2006; Nandiyanto et al., 2016; Lu and Hsieh, 2012; Rafiee et al., 2012). Adanya gugus

fungsi Si-O-Si diperkuat dengan adanya puncak pada bilangan gelombang 468,70  $\text{cm}^{-1}$ , yang menunjukkan ikatan Si-O (Lin et al., 2001; Lu and Hsieh, 2012), puncak pada 800,46  $\text{cm}^{-1}$ , yang timbul akibat deformasi ikatan Si-O pada  $\text{SiO}_4$  (Liou, T.H, 2004; Liu et al., 2011; Rahman et al., 2009).

Puncak lain dengan intensitas yang cukup signifikan terdapat pada daerah 1631,78  $\text{cm}^{-1}$ . Puncak ini menunjukkan vibrasi regang C=O dari hemiselulosa, yang kemungkinan ikut terlarut pada saat ekstraksi dan teradsorpsi oleh silika serta ikatan H-O-H. Puncak lemah lainnya terdapat pada daerah 954,76  $\text{cm}^{-1}$ , yang menunjukkan adanya ikatan antara Si-O dengan logam. Interpretasi data IR ini sejalan dengan analisis fungsional yang dilakukan oleh Kamath dan Proctor (1998). Puncak muncul pada 3750  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya ikatan hidrogen yang dihasilkan dari interaksi antara gugus silanol (Si-OH) yang terletak pada permukaan bahan silika (Yang and Wang, 2006)

#### **4. Simpulan dan Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Suhu dan lama waktu pembakaran terbaik untuk menghasilkan silika dari daun bambu adalah pada suhu pembakaran 600°C selama 4 jam, dengan yield silika yang dihasilkan sebesar 87,02%.
2. Nilai kadar air terendah yaitu 3,9% yang didapat dari suhu pembakaran 800°C selama 4 jam.
3. Berdasarkan hasil uji FTIR maka dapat diketahui bahwa hasil yang didapat merupakan silika, ditandai dengan adanya gugus fungsi silanol (Si – O – H) dan siloksan (Si – O – Si) pada sampel yang diuji.
4. Berdasarkan hasil uji XRD diketahui bahwa silika yang didapat berbentuk amorf, ditandai dengan adanya puncak tertinggi pada  $2\theta = 22$ .

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan analisis pengujian XRF dan SEM. Pada penelitian selanjutnya juga perlu dilakukan peningkatan konsentrasi HCl pada tahap pencucian abu untuk mendapatkan hasil silika yang lebih baik dari penelitian ini.

## 5. Daftar Pustaka

1. Amu, O. O and Adetuberu, A. A. (2010). Characteristics of Bamboo Leaf Ash Stabilization on Lateritic Soil in Highway Construction. *International Journal of Engineering and Technolog.* Vol. 2 (4). 2010. Pp. 212-219.
2. Cocina, E.V., Morales, E.V., Santos, S., and Savastaro, H. (2008), Bamboo Leaf Ash as Pozzolanic Material; Study of the Reactor Kinetics and Determination of Kinetic Parameters.(Abstract), Cali, Columbia.
3. Daifullah, A.A.M., B.S. Girgis, and H.MH Gad (2003), Utilization of Agro Residues (Rice Husk) in Small Waste Water Treatment Plans. *Material Letters* 57:1723-1731.
4. Dwiveni VN, Singh NP, Dass SS, Singh NB. A. (2006). New Pozzolanic material for Cement Industry: Bamboo Leaf Ash. *Int j Physics Sci. I* ,pp. 160-111.
5. Krisdianto, S., Sumarni., dan Ismiarto, A. (2006), Sari Hasil Penelitian Bambu, *Departemen Kehutanan Jakarta*. Jakarta.
6. Lai C Y. (2013), Mesoporous Nanomaterials Application in Catalysis, *Journal of Thermodynamics & Catalysis* 5:1-3. DOI: 10.4172/2157-7544.1000e124.
7. Lin, J., J.A. Siddiqui and M. Ottenbrite. (2001), *Surface Modification of Inorganic Oxide Particles with Silane Coupling Agent and Organic Dyes*. *Polymer Advance Technology*, 12:285-294.
8. Liou,T.H (2004), Preparation and Characterization of Nano-Structured Silica From Rice Husk, *Materials Science and Engineering a-Structural Materials Properties Microstructure and Processing* 364, 313 – 323.
9. Liu, Y., Y. Guo, D. Zhu, W. Gao, Z. Wang. (2011), *A Sustainable Route for The Preparation of Activated Carbon and Silica from Rice Husk ash*. *Journal of Hazardous Materials* 186, 1314-1319.
10. Lu, P., Y.L. Hsieh. (2012), Highly Pure amorphous Silica Nano-disks From Rice Straw, *Powder Technology*. 225: 169 – 174.
11. Megasari, K., Herdiyanti, H., Nurliati, G., Kadarwati, a., & Swantomo,D. (2020). Sintesis Silika Xerogel Dari Daun Bambu Untuk Adsorpsi Limbah Simulasi Uranium. *In Jurnal Forim Nuklir* (Vol. 13, No. 3, pp. 27-36).
12. Noverliana, N., & Asmi, D..(2017), Sintesis Keramik Silika dari daun Bambu dengan Teknik Sol-Gel dan Karakterisasi pada Suhu Kalsinasi 500°C, 600°C, dan 700°C. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* 3, No. 1 (2017)

13. Taslimah, S., Nuryono., dan Narsito. (2005). Sintesis Bahan Hibrida Amino-Silika dari Abu Sekam padi Melalui Proses Sel-Gel. *No Artikel: JKSA*. Vol. VIII. No 1.
14. Yang J, E. Wang. (2006). Reaction of Water on Silica Surfances. *Current Opinion in Solid State Materials Scince* 10:33-39. DOI: 10.1016/j.cossms.2006.02.001.