

PEMURNIAN SERBUK SILIKA DARI AMPAS TEBU DENGAN METODE HIDROTHERMAL

Noor Sailil Barokah, Upik Nurbaiti*

Universitas Negeri Semarang

*Corresponding author: Upik_nurbaiti@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Mineral silika banyak ditemukan pada bahan organik, di antaranya ampas tebu. Ampas tebu mengandung silika dalam jumlah yang melimpah, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber silika. Silika dapat diperoleh dengan menggunakan metode yang ramah lingkungan dengan biaya yang cukup rendah yaitu metode hidrotermal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaracterisasi silika yang telah diekstraksi dengan metode yang ada melalui XRF, CCD dan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kemurnian silika yang didapatkan mencapai 99,74% melalui uji XRF. Analisis FTIR mengidentifikasi adanya gugusnya silokson dan silanol dengan bentuk yang tidak beraturan dengan ukuran mikro. Dengan hasil analisis yang ada menunjukkan bahwa silika dapat diperoleh dengan tingkat kemurnian yang cukup tinggi dengan metode hidrotermal.

Kata kunci: Silika, ampas tebu, hidrotermal.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang kaya akan hasil pertanian salah satunya adalah tebu, yang merupakan industri berbasis agro terbesar kedua setelah kelapa sawit. Produksi tebu yang meningkat berdampak pada keadaan lingkungan yang ada. Limbah tebu yang berupa ampas tebu banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak, pupuk, atau digunakan sebagai bahan bakar dalam industri tebu (Ni'mah *et al.*, 2023). Ampas tebu dapat dihasilkan sebanyak 0,8 juta ton per tahunnya dalam beberapa kali produksi dengan rentang 32% (Iqbal *et al.*, 2016; Ramadhani, 2022). Setiap ton tebu dikatakan menghasilkan 200 kg pucuk dan jerami serta antara 250 dan 270 kg ampas tebu, sambil mengolah limbahnya. Biomassa yang dibuat di sektor manufaktur gula menghasilkan abu, yang digunakan sebagai pupuk atau dibuang begitu saja ke lahan pembuangan (Tessema *et al.*, 2023). Ampas tebu dapat dimanfaatkan kembali karena kandungan mineral yang ada didalamnya, salah satunya berupa silika. Kandungan silika dalam tebu diperkirakan banyak ditemukan karena kadar glukosanya yang dianggap rendah sehingga jumlah kandungan silika yang ada bervariasi tergantung pada lingkungan sekitar, kondisi tanah, periode panen, dan proses perlakuan (Ramadhani, 2022).

Beberapa penelitian mengenai silika ampas tebu dengan tingkat kemurniannya yaitu 77%-97% (Huabcharoen *et al.*, 2017), 80, 81% (Channoy *et al.*, 2018), 98,5% dan 98,8% (Boonmee & Jarukumjorn, 2020) dan 90,82% (Miratsi *et al.*, 2021). Semua penelitian sebelumnya mensintesis silika dengan menggunakan metode yang sama yaitu metode hidrotermal. Hal ini dikarenakan metode tersebut memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya yaitu ramah lingkungan, hemat biaya dan juga tidak membutuhkan waktu yang lama sedangkan untuk pembeda dari penelitian sebelumnya adalah prekursor larutan yang digunakan untuk mengikat silika. Pada penelitian ini digunakan prekursor berupa NaOH yang menghasilkan larutan natrium silikat yang mempunyai keunggulan khas dibandingkan dengan prekursor lainnya yaitu ukuran partikel yang halus dengan konsentrasi partikel silika yang tinggi (Boonmee & Jarukumjorn, 2020). Sintesis silika yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode hidrotermal memperoleh SiO₂.

METODE

Ekstraksi silika dilakukan melalui metode hidrotermal. Sumber ampas tebu dikumpulkan dari toko sari tebu di sekitar Semarang. Dalam penelitian ini terdapat dua tahap yaitu tahap persiapan bahan baku dan tahap sintesis silika. Tahap persiapan bahan baku dimulai dengan mengumpulkan ampas tebu kemudian dikeringkan dengan panas matahari selama 2 hari. Ampas tebu yang kering kemudian dibakar hingga menjadi abu. Selanjutnya abu dipanaskan dalam *furnace* selama 6 jam dengan suhu 700°C.

Tahap sintesis silika meliputi pencucian abu dengan HCl 1M 100 mL dengan berat abu ampas tebu sebanyak 4 gram dan diaduk selama 2 jam dengan *magnetic stirrer*. Kemudian disaring dan diambil residunya untuk selanjutnya ditambahkan NaOH 100mL 1,5 M dengan di-*stirrer* selama 1 jam dengan suhu 150°C. Campuran residu dengan NaOH tersebut disaring kembali dan diambil larutan natrium silikat yang dihasilkan. Larutan tersebut kemudian dititrasi dengan HCl 5M sampai pH 7 membentuk gel. Gel tersebut di-*aging* selama 24 jam dan disaring untuk dicuci dengan aquades 150 mL sebanyak 15 kali. Setelahnya disaring, kemudian dipanaskan di bawah lampu 100 watt dalam ruang tertutup

selama 2 hari. Setelah kering, kemudian dihaluskan dengan mortar sehingga menghasilkan serbuk silika.

Karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini melalui analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*) untuk mengetahui tingkat kemurnian dari silika yang telah dibuat, Mikroskop CCD (*Charge-couple Devices*) untuk melihat bentuk dan ukuran silika dan FTIR (*Transform Infrared Spectroscopy*) untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam silika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi silika yang dihasilkan dari abu ampas tebu menggunakan metode hidrotermal. Pada tahap persiapan bahan baku, setelah abu ampas tebu dibakar maka akan di-*furnace* pada suhu 700°C selama 6 jam. Hal ini dikarenakan pada suhu $\pm 700^\circ\text{C}$ akan mengalami kesulitan dalam proses destruksi karena abu memiliki karakteristik kristal yang tinggi sehingga abu yang dihasilkan akan lebih hancur (Mujiyanti *et al.*, 2021). Pada suhu ini banyak senyawa akan mengalami degradasi hidrokarbon sehingga ketika suhu naik maka beberapa materi yang terkandung akan berubah dari padat menjadi gas dan menyebabkan mineral seperti *alkaline*, Al, Po akan terdegradasi (Sikanna *et al.*, 2021).

Dalam tahap sintesis silika diawali dengan pencucian dengan HCl 1M 100mL yang bertujuan untuk menghilangkan sejumlah kecil mineral (seperti K_2O , CaO, TiO_2 , MnO, Fe_2O_3 , CuO dan ZnO) (Miratsi *et al.*, 2021), karena HCl memiliki kemampuan purifikasi lebih baik (Sulistiyani *et al.*, 2015). Abu diaduk selama 2 jam kemudian diambil residunya untuk dilakukan pemurnian dengan metode hidrotermal yaitu dengan penambahan NaOH 1,5 M 100mL pada suhu 150°C selama 1 jam. Penambahan NaOH yang lebih besar akan menghasilkan berat silika yang besar pula. Kemudian disaring dan diambil larutan natrium silikat yang telah dihasilkan untuk selanjutnya dititrasi dengan HCl 5M sampai pH 7 dan terbentuk gel. Penambahan HCl menyebabkan terjadinya pertukaran ion Na^+ dan H^+ menghasilkan suatu padatan berbentuk gel yang memisahkan partikel dari silika yang terikat dengan air yaitu H_2SiO_3 (Nurlina *et al.*, 2017). Setelah terbentuk gel maka sampel didiamkan selama 24 jam. Pencucian dengan aquades sebanyak 150mL selama 15 kali bertujuan untuk menghilangkan sisa garam yang

ikut terbawa pada saat gel silika terbuat. Kemudian disaring dan dipanaskan selama 36 jam dalam ruang tertutup di bawah lampu. Hal ini untuk menghindari adanya udara yang masuk sehingga akan berpengaruh pada kelembaban silika. Setelah kering, silika digerus hingga menjadi serbuk silika.

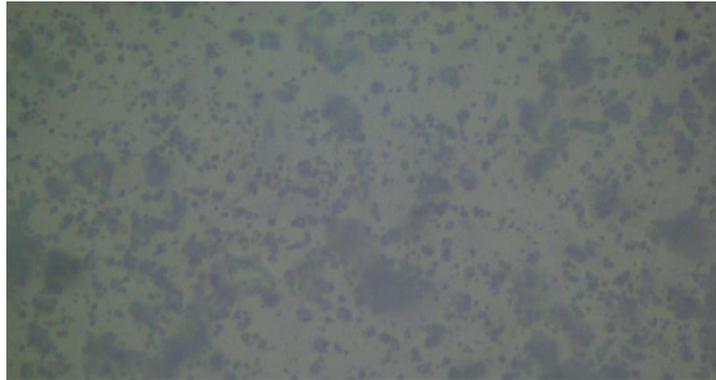
Hasil sintesis silika dari ampas tebu yang dikarakterisasi menggunakan XRF dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil karakterisasi abu ampas tebu

Element	Concentration (wt%)
SiO ₂	99.74
CaO	0.093
Cl	0.086
K ₂ O	0.029
Fe ₂ O ₃	0.020
Nb ₂ O ₅	0.009
MoO ₃	0.007
Total	100

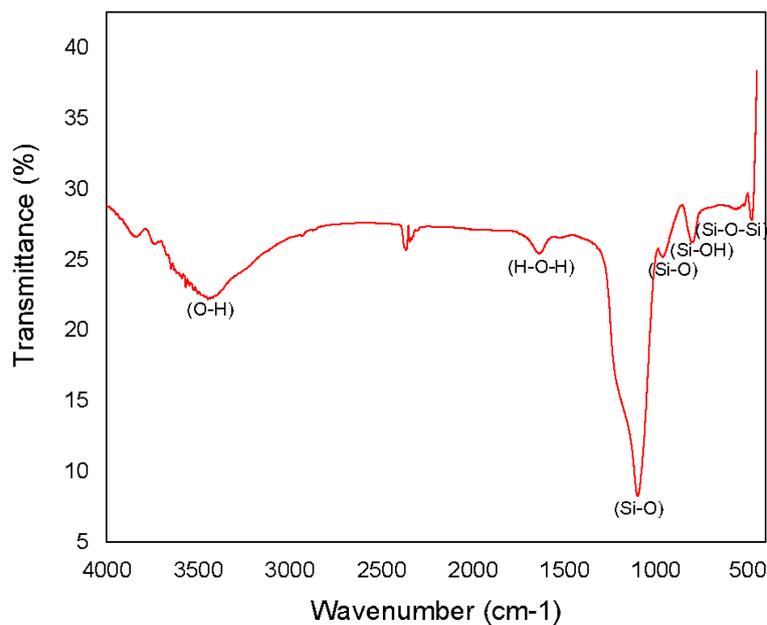
Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan senyawa yang dominan dalam abu ampas tebu adalah SiO₂ sebesar 99,74%, sementara persentase kandungan senyawa oksida lainnya relatif kecil yaitu <5% yang artinya signifikan kadar pengotor dalam abu ampas tebu juga kecil sehingga tingkat kemurnian silika yang didapatkan relatif tinggi (Miratsi *et al.*, 2021).

Untuk bentuk yang dihasilkan pada silika yang telah dibuat dilakukan menggunakan CCD pada perbesaran 2000x. Silika yang telah dibuat melalui titrasi HCl pada pH 7 menghasilkan silika yang berbentuk tidak beraturan dengan ukuran yang bervariasi dari orde nano hingga mikro (Channoy *et al.*, 2018). Hal tersebut sesuai dalam Gambar 1 yang menjelaskan bahwa silika yang dihasilkan berbentuk tidak beraturan dengan orde $\pm 3,87 \mu\text{m}$.



Gambar 1. Karakterisasi CCD Silika dari ampas tebu

Komposisi kimia juga ternyata sangat berpengaruh terhadap sifat absorpsi silika. Hal ini dapat dilihat dari adanya kandungan gugus fungsi yang ada dalam silika. Karakterisasi menggunakan FTIR dilakukan untuk mengetahui hal tersebut, dimana diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektra FTIR Silika dari ampas tebu

Gambar 2 menunjukkan beberapa gugus fungsi yang ada dalam silika terlihat dari beberapa puncak yang ada dalam Gambar 1. Puncak pertama terdapat pada 3421 cm^{-1} disebabkan karena vibrasi ulur (*stretching vibration*) –OH dari Si-OH dan H_2O , sedangkan pada pita 1636 cm^{-1} diakibatkan adanya vibrasi tekukan (*bending vibration*) H_2O dari gugus silanol (Si-OH) (Ni'mah *et al.*, 2023). Untuk puncak 1190 cm^{-1} dan 963 cm^{-1} merupakan asimetris perenggangan (*stretch*

asymmetry) Si-O dari silokson dan silanol (Sumari *et al.*, 2023). Untuk puncak 793 cm^{-1} terbentuk karena vibrasi ulur (*stretching vibration*) simetris dari ikatan siloksan. Kemudian puncak pita terakhir terdapat pada 436 cm^{-1} yang ditetapkan untuk vibrasi lentur (*bending vibration*) dari ikatan Si-O-Si (Ni'mah *et al.*, 2023). Gugus fungsi silanol (Si-OH) terbentuk dari pembuatan larutan natrium silikat sedangkan gugus fungsi siloksan (Si-O-Si) terbentuk karena adanya kondensasi (Ni'mah *et al.*, 2023).

SIMPULAN

Silika dari ekstraksi ampas tebu melalui metode hydrothermal menghasilkan silika berbentuk tidak beraturan berukuran mikro dengan tingkat kemurnian tinggi mencapai 99,74% ditandai adanya gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang terkandung di dalamnya. Hal ini menunjukkan silika yang terbentuk dari ampas tebu dapat disintesis dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Boonmee, A., & Jarukumjorn, K. (2020). Preparation And Characterization of Silica Nanoparticles from Sugarcane Bagasse Ash For Using as a Filler in Natural Rubber Composites. *Polymer Bulletin*, 77(7), 3457–3472. <https://doi.org/10.1007/s00289-019-02925-6>
- Channoy, C., Maneewan, S., Punlek, C., & Chirarattananon, S. (2018). Preparation and Characterization of Silica Gel from Bagasse Ash. *Advanced Materials Research*, 1145: 44–48. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1145.44>
- Huabcharoen, P., Wimolmala, E., Markpin, T., & Sombatsompop, N. (2017). Purification and Characterization of Silica from Sugarcane Bagasse Ash as a Reinforcing Filler in Natural Rubber Composites. *BioResources*, 12(1), 1228–1245. <https://doi.org/10.15376/biores.12.1.1228-1245>
- Miratsi, L., Aprilianti, R., Hamrin, N., Febriani, Y., & Afriani, F. (2021). Karakteristik Silika Abu Ampas Tebu melalui Metode Sol-Gel. *Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat 2021*, 152–154.
- Mujiyanti, D. R., Ariyani, D., & Paujiah, N. (2021). *Kajian Variasi Konsentrasi NaOH dalam Ekstraksi Silika dari Limbah Sekam Padi Banjar Jenis Pandak Study of Variations NaOH Concentration in Silica Extraction from Banjar Rice Husk Waste Type Pandak. Sains dan Terapan Kimia*, 15(2), 143–153. <https://doi.org/10.20527/jstk.v15i2.10373>
- Ni'mah, Y. L., Muhaiminah, Z. H., & Suprpto. (2023). Synthesis of Silica

Nanoparticles from Sugarcane Bagasse by Sol-Gel Method. *The 3rd International Conference On Science, Mathematics, Environment, and Education: Flexibility in Research and Innovation on Science, Mathematics, Environment, and Education for Sustainable Development*, 2540, 050011. <https://doi.org/10.1063/5.0107310>

Nurlina, Sasri, R., Destiarti, L., & Syahbanu, I. (2017). Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH terhadap Karakterisasi Silika Hasil Ekstraksi dari Batu Padas Asal Kalimantan Barat. *Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 165–169.

Ramadhani, R. (2022). *Sintesis Nanopartikel Silika Dari Bahan Alam Kulit Tebu Tibarau (Saccharum spontaneum Linn) Menggunakan Metode Sol-Gel dan Hydrothermal*.

Sikanna, R., Rajmah, D. N. A., Ramadani, K., Musafira, M., Nur, A., & Febryanti, A. (2021). Synthesis and Characterization of Bagasse (Saccharumofficinarum L.) Silica Gel Modified Diphenylcarbazon. *Elkawnie*, 7(1), 146. <https://doi.org/10.22373/ekw.v7i1.9239>

Sulistiyani, Priyambodo, E., & Yogantari, L. (2015). Silica Purification form Merapi Volcano Sand as Photovoltaic. *J. Sains Dasar*, 4(2), 122–127.

Sumari, S., Asrori, M. R., Prakasa, Y. F., Baharintasari, D. R., & Santoso, A. (2023). Silica Extract from Malang Beach Sand Via Leaching and Sol-Gel Methods. *International Journal of Advances in Applied Sciences*, 12(1), 74. <https://doi.org/10.11591/ijaas.v12.i1.pp74-81>

Tessema, B., Gonfa, G., Mekuria Hailegiorgis, S., & Venkatesa Prabhu, S. (2023). An Overview of Current and Prognostic Trends on Synthesis, Characterization, and Applications of Biobased Silica. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/4865273>