

Pengaruh Suhu Kalsinasi Sekam Padi Terhadap Produksi Silika (SiO_2)

Hasna Sausan Althof, Deski Beri*

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Indonesia

*deski.beri@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Rice husk is a leftover material from the rice milling process and is known to have a high silica (SiO_2) content. In this study, rice husk was calcined with temperature variations of 800°C, 850°C, and 900°C to see the effect on the ash content produced. The ash obtained becomes whiter as the calcination temperature increases. The darker ash color indicates that there is still carbon content. In this study, silica was extracted using NaOH 10% and precipitated with HCl 10%. The synthesized silica was characterized using XRF. The results of the analysis using XRF revealed that the optimum calcination temperature was obtained at 900°C which produced the highest silica yield of 96.32% with silica purity (SiO_2) reaching 70.307%.

Keywords — rice husk, rice husk ash, silica

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena memiliki lahan pertanian yang luas dan menghasilkan produk pertanian yang besar. Salah satu produk pertanian utama di Indonesia adalah padi karena sebagian besar penduduk di Indonesia menjadikan beras sebagai bahan makanan pokok [1]. Salah satu provinsi di Indonesia yang memproduksi padi dengan jumlah besar adalah Sumatera Barat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, Sumatera Barat memproduksi padi sebesar 1.317.209,38 ton pada tahun 2021 dan mengalami peningkatan sebesar 8,02% menjadi 1.422.874 ton pada tahun 2022 [2].

Peningkatan jumlah produksi padi menyebabkan jumlah sekam padi semakin melimpah. Akan tetapi pemanfaatan sekam padi di Sumatera Barat masih kurang optimal dan hampir tidak bernilai ekonomis tinggi seperti untuk pakan ternak [3] dan media tanam [4], bahkan seringkali hanya dibiarkan menumpuk begitu saja tanpa dilakukan pengolahan lebih lanjut.

Sekam padi merupakan bahan sisa dari proses penggilingan padi yang memiliki kandungan silika yang tinggi. Menurut [5] sekam padi mengandung silika sebanyak 92,99% dan dapat ditingkatkan hingga 99% dengan metode pencucian asam [6], [7]. Dari data tersebut mengindikasikan bahwa sekam padi dapat dimanfaatkan lebih optimal sebagai sumber penghasil silika.

Sekam padi dijadikan abu melalui proses pembakaran (kalsinasi) dengan suhu tinggi namun tidak melewati titik lelehnya. Suhu kalsinasi akan dapat mempengaruhi kandungan abu dari hasil pembakaran sekam padi. Menurut [8], semakin tinggi suhu kalsinasi maka semakin tinggi kandungan abu yang diperoleh.

Kalsinasi sekam padi menghasilkan abu sekam padi yang terbebas dari zat organik [9], sehingga hanya menyisakan zat anorganik [10]. Zat anorganik tersebut dapat dihilangkan dengan perlakuan asam kuat seperti HNO_3 , H_2SO_4 , atau HCl [11]. Metode sintesis silika yang paling umum digunakan adalah sol-gel. Kelebihan metode sol-gel yaitu dapat dilakukan pada suhu rendah dan distribusi ukuran pori yang dihasilkan dapat disesuaikan. Proses ini melibatkan pembentukan sol dan transisinya menjadi gel melalui proses gelasi [12].

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh suhu kalsinasi sekam padi dalam menghasilkan silika. Silika disintesis melalui proses ekstraksi menggunakan NaOH dan diendapkan dengan HCl. Hasil Silika kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF untuk mengetahui kandungan oksida dan tingkat kemurnian SiO_2 .

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, cawan porselen, mortar, timbangan analitik, *magnetic stirrer*, *oven*, *furnace*, dan XRF (*X-Ray Fluorescence*, Merk: PANalytical Type: Epsilon 3). Bahan-bahan yang digunakan adalah sekam padi, aquades, larutan asam HCl, H_2SO_4 , dan HNO_3 10%, NaOH 10%, kertas saring Whatmann, dan kertas pH.

B. Prosedur Kerja

1. Kalsinasi Sekam Padi

Sekam padi (SP) terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran seperti tanah, debu, dan ranting. Sekam padi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama

24 jam. Sekam padi yang telah kering kemudian dikalsinasi dalam *furnace* dengan variasi suhu kalsinasi 800°C, 850°C, 900°C selama 6 jam. Pemilihan variasi suhu kalsinasi tersebut merupakan hasil modifikasi dari penelitian yang dilakukan oleh [8] agar mendapatkan kandungan abu yang lebih tinggi. Persentase kandungan komponen organik yang hilang dalam sekam padi setelah kalsinasi (ASP) dihitung menggunakan persamaan 1:

$$\text{Loss On Ignition (LOI)} = \left(\frac{SP - ASP}{SP} \right) \times 100 \quad (1)$$

2. Pemurnian Abu Sekam Padi

Abu sekam padi dimurnikan dengan larutan asam HCl 10% selama 2 jam (10 mL HCl untuk 1 g abu sekam padi). Diikuti dengan dekantasi dan cuci bersih menggunakan aquades. Kemudian diulangi pencucian dengan perlakuan yang sama menggunakan H₂SO₄ dan HNO₃ 10%. Setelah itu dinetralkan menggunakan aquades. Selanjutnya sampel difiltrasi dan *slurry* dioven pada suhu 105°C, selama 4 jam.

3. Ekstraksi silika

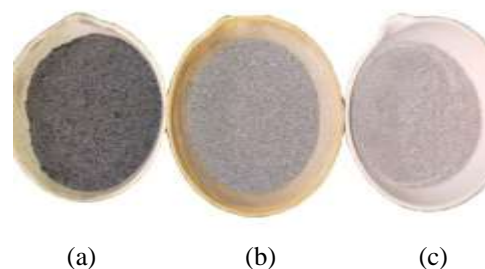
Sebanyak 10 g abu sekam padi (ASP) direaksikan dengan 100 mL NaOH 10% selama 1 jam sambil diaduk dan dipanaskan pada suhu 80°C [13]. Larutan kemudian disaring dan filtrat ditambahkan larutan HCl 10% dengan meneteskan secara perlahan hingga pH 7. Silika disaring dan dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C, selama 3 jam. Silika yang diperoleh kemudian ditimbang untuk dihitung persen rendemennya dan dikarakterisasi menggunakan XRF (Merk: PANalytical Type: Epsilon 3).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kalsinasi Sekam Padi

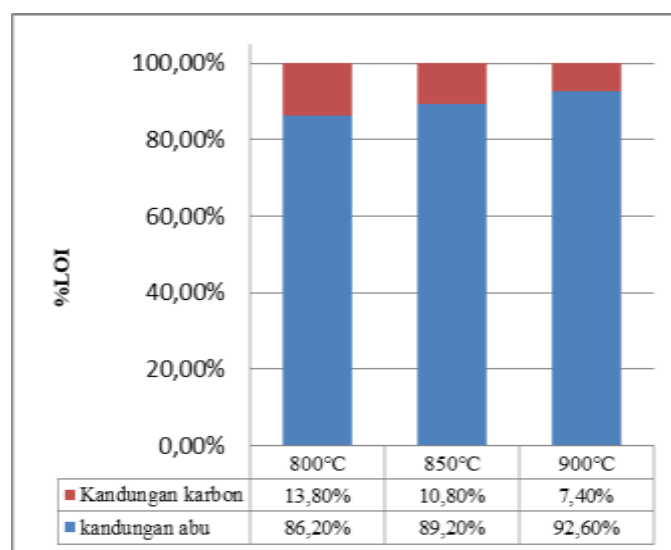
Sekam padi merupakan bagian tanaman padi yang mengandung beberapa komponen organik dan silika. Kandungan silika tersebut dapat diperoleh dengan memanaskan sekam padi pada suhu tinggi dengan tujuan untuk menghilangkan komponen organik. Menurut [14] kalsinasi sekam padi pada suhu di atas 500°C dapat mengubah sekam padi menjadi abu dan diyakini terjadi dekomposisi selulosa, hemiselulosa, dan lignin [14], [15].

Sekam padi dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran yang menempel seperti tanah, debu, dan ranting. Setelah itu, sekam padi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C untuk mengurangi kadar air pada sekam padi. Sekam padi yang telah kering kemudian dikalsinasi. Sekam padi yang telah dikalsinasi akan berubah bentuk menjadi abu. Dapat dilihat perbedaan warna abu sekam padi pada Gambar 1. Hasil kalsinasi sekam padi sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [8] yaitu didapatkan abu yang semakin putih seiring dengan kenaikan suhu kalsinasi.



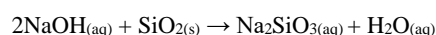
Gambar 1. Abu sekam padi kalsinasi suhu (a) 800°C, (b) 850°C, (c) 900°C

Pembakaran karbon dalam sekam padi pada suhu tinggi memiliki laju pembakaran lebih tinggi, sehingga menyebabkan warna abu lebih putih [11]. Sedangkan warna abu yang lebih gelap mengindikasikan adanya kandungan karbon akibat pembakaran yang belum sempurna. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [8], dijelaskan bahwa terdapat penurunan dalam persentase karbon dan kenaikan kadar abu seiring dengan kenaikan suhu kalsinasi. Adapun persentase LOI abu sekam padi hasil kalsinasi lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



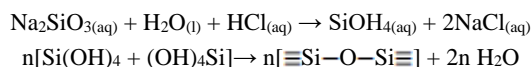
Gambar 2. Persentase LOI abu sekam padi

Abu sekam padi dilakukan pemurnian bertujuan untuk mengurangi kandungan oksida-oksida yang tidak diinginkan, sehingga dapat meningkatkan kemurnian silika. Selanjutnya silika diekstraksi dengan menambahkan NaOH ke dalam abu sekam padi yang telah dimurnikan. Silika dapat bereaksi dengan basa kuat seperti NaOH untuk membentuk natrium silikat [16]. Pelarutan silika ke dalam NaOH disertai dengan pemanasan bertujuan untuk mempercepat laju reaksi, karena kenaikan suhu akan meningkatkan jumlah silika untuk berikatan dengan NaOH. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada persamaan berikut:



Setelah didapat larutan natrium silikat selanjutnya silika diendapkan dengan penambahan HCl 10%. Penambahan asam

klorida ke larutan natrium silikat akan membentuk kondensasi asam silikat ($\text{Si}(\text{OH})_4$) berbentuk gel berwarna putih [17]. Reaksi yang terjadi:



Gel silika dioven pada suhu 110°C selama 3 jam untuk mengurangi kadar air dan diperoleh bubuk silika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa silika yang diperoleh dari hasil pemurnian variasi sampel abu menunjukkan massa hasil yang berbeda. Massa silika dan persen rendemen lebih rinci disajikan pada Tabel 1.

TABEL I
MASSA SILIKA DARI ABU SEKAM PADI

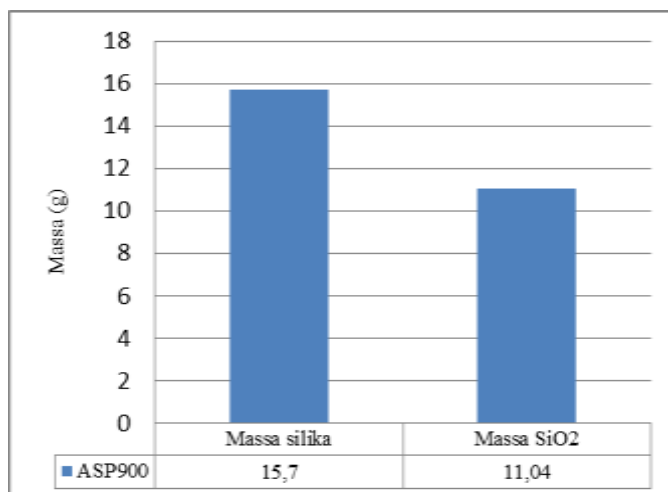
Sampel	Massa ASP	Massa Silika	% rendemen
ASP800	18,3	16,5	90,16
ASP850	17,6	16,2	92,05
ASP900	16,3	15,7	96,32

Pada Tabel I menunjukkan bahwa rendemen dan massa silika tertinggi yaitu pada sampel ASP900. Setelah didapatkan hasil rendemen silika tertinggi, dilakukan karakterisasi menggunakan instrumen XRF (*X-Ray Fluorescence*). Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui kadar kemurnian SiO_2 yang terdapat pada silika ASP900.

TABEL II
HASIL XRF SILIKA ASP900

Senyawa	Konsentrasi (%)
SiO_2	70,307%
P_2O_5	3,849%
CaO	1,171%
Al_2O_3	0,825%
MnO	0,012%

Tabel II menunjukkan kemurnian silikon dioksida (SiO_2) yang terkandung di dalamnya sebesar 70,307%. Artinya terdapat massa silika murni sebesar 11,04 gram dalam 15,7 gram silika. Adanya perbedaan massa disebabkan oleh adanya pengotor pada bubuk silika. Adapun grafik perbandingan massa hasil silika dan massa silikon dioksida (SiO_2) ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan massa silika dan SiO_2

Bubuk silika pada sampel ASP900 didapatkan massa sebesar 15,7 gram dan massa silika murni sebesar 11,04 gram, sehingga dapat diketahui bahwa terdapat pengotor dengan massa sebesar 4,66 gram. Akan tetapi, hasil yang didapatkan lebih rendah dari perolehan persentase kandungan silika sekam padi dari Kabupaten Agam, yaitu 96,06% [18]. Perbedaan tersebut diduga terjadi karena faktor tipe padi, kondisi iklim, geografi tempat pengambilan sampel, dan teknik preparasi sampel sekam padi [19].

IV. KESIMPULAN

Suhu kalsinasi sekam padi mempengaruhi hasil abu sekam padi. Suhu 900°C merupakan suhu optimum kalsinasi pada pembuatan abu dalam menghasilkan rendemen silika tertinggi yaitu sebesar 96,32% dengan kadar kemurnian silika (SiO_2) mencapai 70,307%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Bapak Dosen Pembimbing dan berbagai pihak atas bantuan dan dukungan dalam penulisan artikel ini. Selanjutnya terimakasih kepada Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah memberikan dukungan fasilitas sarana maupun prasarana dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Food and Agriculture Organization, "Food and Agriculture Organization," *Int. Organ.*, 2021, [Online]. Available: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country
- [2] Badan Pusat Statistik, "BADAN PUSAT STATISTIK." 2022. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/53/1498/1/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-padi-menurut-provinsi.html>
- [3] C. . Telew, V. G. Kereh, I. M. Untu, and B. . Rembet, "Pengayaan Nilai Nutritif Sekam Padi Berbasis Bioteknologi 'Effective Microorganisms' (Em4) Sebagai Bahan Pakan Organik.," *Zootec*, vol. 32, no. 5, pp. 1–8, 2017, doi: 10.35792/zot.32.5.2013.983.
- [4] S. D. Karam, P. Nagabovanalli, I. C. Fauziah, A. Abdu, Z. Rosli, M. F. Melissa, D. Zulperi, "An overview on the preparation of rice husk biochar, factors affecting its properties, and its agriculture application.," *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, vol. 21, no. 3, pp. 149–159, 2022, doi: 10.1016/j.jssas.2021.07.005.
- [5] J. Wang, J. Fu, W. Song, and Y. Zhang, "Effect of rice husk ash (RHA)

- dosage on pore structural and mechanical properties of cemented paste backfill,” *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 17, pp. 840–851, 2022, doi: 10.1016/j.jmrt.2022.01.044.
- [6] R. A. Bakar, R. Yahya, and S. N. Gan, “Production of High Purity Amorphous Silica from Rice Husk,” *Procedia Chem.*, vol. 19, pp. 189–195, 2016, doi: 10.1016/j.proche.2016.03.092.
- [7] J. Y. Park, W. Mun, J. Chun, B.-I. Sang, R. J. Mitchell, and J. Hyung Lee, “Alkali Extraction to Detoxify Rice Husk-Derived Silica and Increase Its Biocompatibility,” *ACS Sustain. Chem. & Eng.*, vol. 10, no. 24, pp. 7811–7817, Jun. 2022, doi: 10.1021/acssuschemeng.2c01307.
- [8] A. L. Bonifacio and P. Archbold, “The effect of calcination conditions on oat husk ash pozzolanic activity,” *Mater. Today Proc.*, vol. 65, pp. 622–628, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.03.197.
- [9] L. Aneflous, J. A. Musso, S. Villain, J.-R. Gavarri, and H. Benyaich, “Effects of temperature and Nd composition on non-linear transport properties in substituted $Ce_{1-x}Nd_xO_{2-\delta}$ cerium dioxides,” *J. Solid State Chem.*, vol. 177, no. 3, pp. 856–865, Mar. 2004, doi: 10.1016/j.jssc.2003.09.020.
- [10] S. H. T. I. Verry, A. F. Asriza, and R. Oktavia, “PENGARUH SILIKA SEKAM PADI PADA SINTESIS KOMPOSIT $Fe_3O_4/KITOSAN/SiO_2$ DAN UJI ADSORPSI LOGAM Cu (II),” *Jedchem (Journal Educ. ...)*, vol. 4, no. 2, pp. 62–68, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.uniks.ac.id/index.php/JEDCHEM/article/view/2463%0A>
<http://ejournal.uniks.ac.id/index.php/JEDCHEM/article/download/2463/1933>
- [11] A. Chakraverty, P. Mishra, and H. D. Banerjee, “Investigation of combustion of raw and acid-leached rice husk for production of pure amorphous white silica,” *J. Mater. Sci.*, vol. 23, no. 1, pp. 21–24, 1988, doi: 10.1007/BF01174029.
- [12] T. Shimizu, K. Kanamori, and K. Nakanishi, “Silicone-Based Organic–Inorganic Hybrid Aerogels and Xerogels,” *Chem. - A Eur. J.*, vol. 23, no. 22, pp. 5176–5187, 2017, doi: 10.1002/chem.201603680.
- [13] N. Pasuluran, Erwin, and N. Hindryawati, “Pembuatan dan karakterisasi sulfonat terimpregnasi pada silika dari abu sekam padi (rice husk ash),” *Pros. Semin. Nas. Kim.*, pp. 65–68, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id/index.php/prosiding/article/view/547>
- [14] I. B. Ugheoke and O. Mamat, “A critical assessment and new research directions of rice husk silica processing methods and properties,” *Maejo Int. J. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 430–448, 2012.
- [15] S. Gu, J. Zhou, C. Yu, Z. Luo, Q. Wang, and Z. Shi, “A novel two-staged thermal synthesis method of generating nanosilica from rice husk via pre-pyrolysis combined with calcination,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 65, pp. 1–6, 2015, doi: 10.1016/j.indcrop.2014.11.045.
- [16] A. F. Adziimaa, D. D. Risanti, and L. J. Mawarni, “Sintesis Natrium Silikat dari Lumpur Lapindo sebagai Inhibitor Korosi,” *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. 2, pp. 384–389, 2013.
- [17] I. Made Joni, Rukiah, and C. Panatarani, “Synthesis of silica particles by precipitation method of sodium silicate: Effect of temperature, pH and mixing technique,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2219, 2020, doi: 10.1063/5.0003074.
- [18] R. Zein, Z. Billian, T. Syiffa, and F. Zilfa, “Modification of rice husk silica with bovine serum albumin (BSA) for improvement in adsorption of metanil yellow dye,” *J. Iran. Chem. Soc.*, no. 0123456789, 2020, doi: 10.1007/s13738-020-01955-6.
- [19] S. Chandrasekhar *et al.*, “Processing , properties and applications of reactive silica from rice husk — an overview,” vol. 8, pp. 3159–3168, 2003.