

## ASPEK PROSES *BALL MILLING* PADA SILIKA *RICE HUSK ASH*

\*M. Faldy Syafar<sup>1</sup>, Sulisty<sup>2</sup>, Yusuf Umardani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: m.faldysyafar11@gmail.com

### Abstrak

Padi merupakan kebutuhan pokok bagi penduduk negara-negara Asia, terutama Indonesia. Dari proses penggilingan padi, diperoleh sekam padi sekitar 20 – 30% dari bobot gabah sehingga dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Sekam padi banyak mengandung silika yang belum dimanfaatkan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh proses *ball milling* terhadap bentuk struktur kristal silika. Bahan yang digunakan adalah sekam padi yang diambil dari kota Semarang. Sekam padi dicuci kemudian dibakar pada suhu 700 °C agar menjadi *Rice Husk Ash* (RHA). RHA di-ekstraksi menggunakan larutan NaOH 2M dan dititrasi HCl 2M untuk meningkatkan kandungan silika yang diperoleh. Selanjutnya silika di *ball milling* selama 2 jam. Material silika hasil *ball milling* dilakukan karakterisi dengan pengujian XRD. Hasil penelitian menunjukkan, silika hasil *ball milling* terbentuk senyawa kristalin pada fasa *halite* (JCPDS no. 96-900-6374), dengan persentase kristal sebesar 14,29% dan ukuran butir sebesar 71,42%.

**Kata kunci :** *ball milling*; RHA; sekam padi; silika

### Abstract

*Rice is a basic necessity for residents of Asian countries, especially Indonesia. From the rice milling process, rice husks are obtained around 20-30% of the grain weight so that it can cause problems for the environment. Rice husks contain a lot of silica that has not been utilized. The purpose of this study is to determine the effect of the ball milling process on the shape of the silica crystal structure. The material used is rice husks taken from the city of Semarang. The rice husks are washed and then burned at 700°C to become Rice Husk Ash (RHA). RHA was extracted using a 2M NaOH and 2M HCl titrated to increase the silica content obtained. Furthermore, the silica is ball-milled for 2 hours. The silica material from the ball milling was carried out by XRD testing. The results showed that silica from ball milling formed crystalline compounds in the halite phase (JCPDS no. 96-900-6374), with a crystal percentage of 14.29% and a grain size of 71.42%.*

**Keywords :** *ball milling*; RHA; rice husk; silica

### 1. Pendahuluan

Sekam padi merupakan limbah pertanian yang banyak tersedia di negara-negara penghasil beras. Ini dapat menciptakan masalah pembuangan yang serius terhadap lingkungan jika tidak ditangani dengan benar [1]. Indonesia merupakan salah satu negara produsen beras terbesar di kawasan Asia Tenggara dan menghasilkan limbah pertanian yang cukup melimpah, salah satunya berupa sekam padi. Pada proses pengolahan padi menjadi beras dihasilkan sekam padi dengan presentase sekam yang dihasilkan sekitar 20-30% [2].

Sekam padi umumnya bersifat kasar, bernilai gizi rendah, memiliki kerapatan yang rendah, dan kandungan abu yang cukup tinggi. Bila sekam padi dibakar pada suhu terkontrol, abu sekam yang dihasilkan dari sisa pembakaran akan mengandung silika (SiO<sub>2</sub>) aktif dengan kadar cukup tinggi, yakni 94-96% dari abu sekam padi. Di bawah kondisi pembakaran yang terkontrol, dapat diubah menjadi isolator halus, bernama abu sekam padi (RHA) [3].

Salah satu cara untuk memperoleh silika adalah dengan menggunakan metode ekstraksi. Metode ini dilakukan untuk memisahkan zat-zat terlarut antara dua cairan yang tidak saling mencampur. Kondisi proses ekstraksi yang meliputi suhu, konsentrasi larutan pelarut, waktu ekstraksi, dan pengadukan merupakan faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan proses ekstraksi [4].

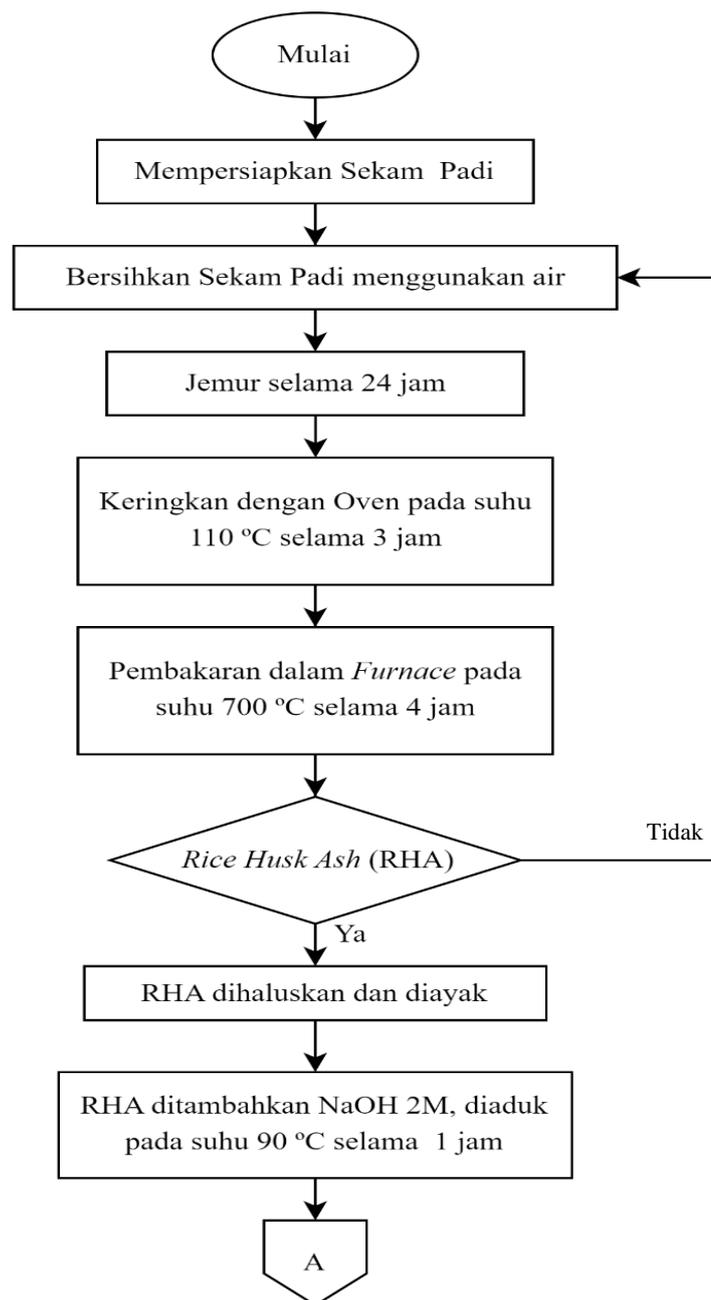
Silika terdapat dalam bentuk amorf (tak beraturan) atau polikristal (bentuk kristal yang berbeda-beda). Secara teoritis, unsur silika mempunyai sifat menambah kekuatan lentur adonan keramik dan kekuatan produk keramik. Penguatan badan keramik terjadi karena adanya pengisian ruang kosong yang ditinggalkan akibat penguapan dari proses pembakaran adonan dengan leburan silika sedemikian rupa sehingga produk menjadi lebih rapat [5]. Silika memiliki sifat non konduktor, memiliki ketahanan terhadap oksidasi dan degresi termal yang baik [6].

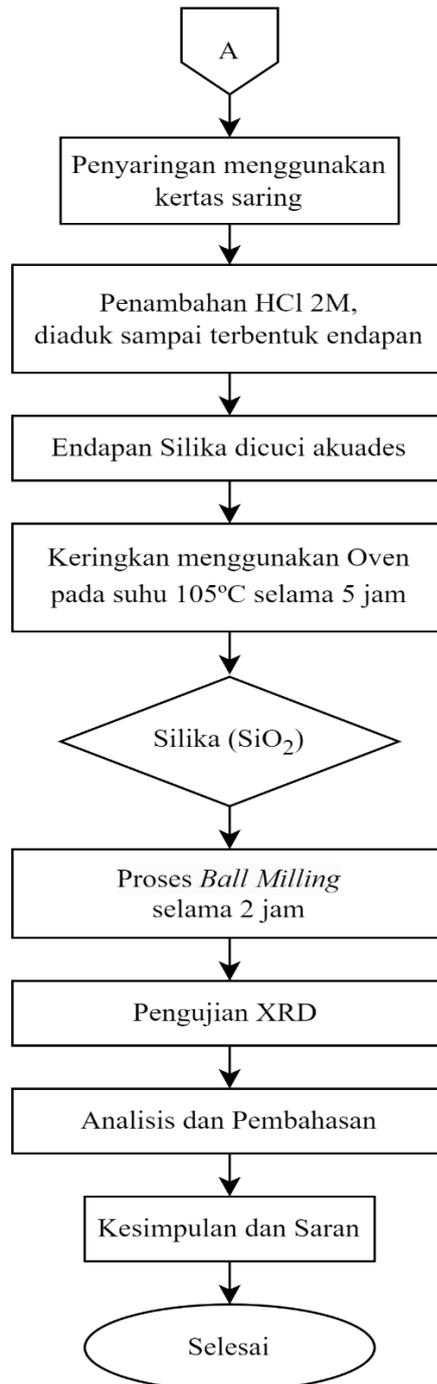
Proses *ball mill* bertujuan untuk mengurangi ukuran partikel, pencampuran, pendispersian, amorfisasi bahan dan paduan mekanis [7]. Faktor - faktor yang mempengaruhi hasil dari proses *ball milling* adalah kecepatan, waktu, temperatur, tekanan, ukuran *grinding ball*, persentasi PCA (*Process Control Agent*), dan komposisi berat serbuk [8].

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan bahan berupa sekam padi yang telah diperoleh dibersihkan dari kotoran yang melekat dengan air yang mengalir, kemudian dikeringkan. Selanjutnya dilakukan pengabuan dengan menggunakan *furnace* pada suhu 700 °C selama 4 jam sehingga terbentuk abu sekam padi (RHA) [9]. Proses selanjutnya yaitu merendam 10 gr RHA dengan 100 mL larutan NaOH 2 M, tujuannya untuk melarutkan senyawa silika yang terkandung dalam abu sekam padi, Selanjutnya larutan tersebut diaduk pada suhu 90 °C selama 2 jam untuk mengekstraksi silika pada RHA. Larutan natrium silikat yang diperoleh ditetaskan HCl 2 M dan diaduk konstan hingga pH mencapai 7 sampai terbentuk endapan [10]. Silika yang terbentuk didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam, kemudian disaring dan dicuci dengan akuades lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 4 jam. Setelah kering, silika dihaluskan dengan proses *Ball Milling*. Kemudian dilakukan pengujian XRD untuk mengetahui struktur kristalnya. Proses pegujian mengacu pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.





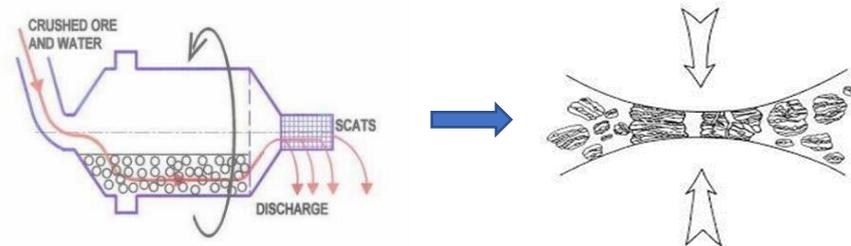
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2.2 Proses Produksi Silika

Sekam padi yang telah diperoleh dibersihkan dari kotoran yang melekat dengan air yang mengalir, kemudian dikeringkan. Selanjutnya dilakukan pengabuan dengan menggunakan furnace pada suhu 700 °C selama 4 jam sehingga terbentuk abu sekam padi (RHA) [9]. Proses selanjutnya yaitu merendam 10 gr RHA dengan 100 mL larutan NaOH 2 M, tujuannya untuk melarutkan senyawa silika yang terkandung dalam abu sekam padi, Selanjutnya larutan tersebut diaduk pada suhu 90 °C selama 2 jam untuk mengekstraksi silika pada RHA. Setelah dingin kemudian disaring, residu yang dihasilkan diekstraksi kembali seperti cara sebelumnya sementara filtratnya disatukan dengan filtrat pertama sebagai larutan silikat. Larutan natrium silikat yang diperoleh ditetaskan HCl 2 M dan diaduk konstan hingga pH mencapai 7 sampai terbentuk endapan [10]. Silika yang terbentuk didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam, kemudian disaring dan dicuci dengan akuades lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 4 jam.

### 2.3 Proses Ball Milling

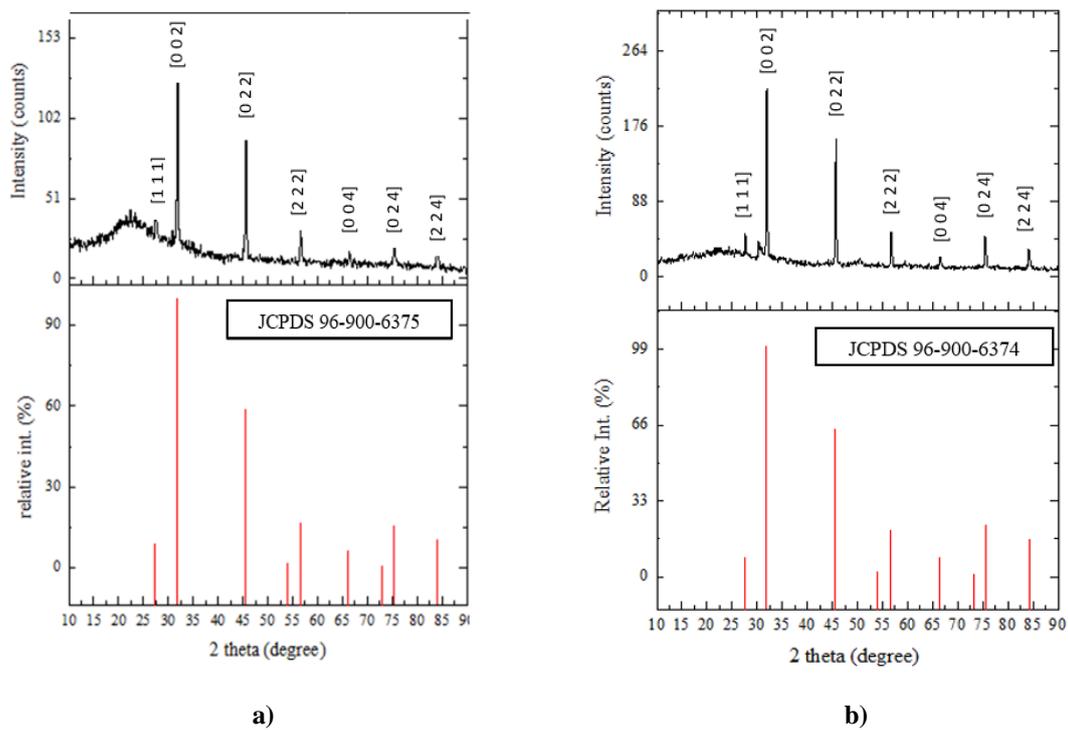
*Ball Milling* adalah salah satu metode *top down* dalam pembuatan partikel nano. Proses *ball milling* dilakukan untuk mengurangi ukuran partikel menjadi lebih kecil [7]. Prinsip kerja *ball mill* adalah memutar silinder yang berisi bola-bola *grinding* yang terbuat dari baja dan material di dalamnya. Proses *grinding* terjadi dengan pergerakan bola-bola, dimana *balls* berputar di dalam dan menggerus material. Pengujian dan proses *ball milling* silika hasil ekstraksi menggunakan fasilitas yang tersedia di Laboratorium Terpadu UNDIP dengan waktu pengujian 2 jam. Gambar 2 menunjukkan proses *ball milling*.



Gambar 2. Proses *ball milling*

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Struktur Kristal Silika RHA



Gambar 3. (a) *ball milling* 0 jam, (b) *ball milling* 2 jam

Berdasarkan Gambar 3 grafik hasil pengujian XRD pada silika RHA yang telah dimurnikan dengan proses ekstraksi dapat dilihat memiliki grafik melebar yang memusat pada  $2\theta = 22^\circ$  serta terdapat beberapa peak yang muncul. Berdasarkan analisis grafik hasil XRD yang dilakukan dengan *software HighScore plus* menunjukkan bahwa silika yang dihasilkan bersifat amorf namun terbentuk senyawa kristalin pada fasa *Halite* (JCPDS no. 96-900-6374). Tabel 1 merupakan persen kristalinitas silika hasil ekstraksi.

Tabel 1. Persen kristalinitas silika hasil ekstraksi

Material	Luas Kristalin	Luas Total (Luas kristalin + luas amorf)	Kristalinitas (%)
Silika Ekstraksi <i>Ball Milling</i> 0 jam	182,1173	1246,3957	14,60
Silika Ekstraksi <i>Ball Milling</i> 2 jam	142,2512	995,4598	14,29

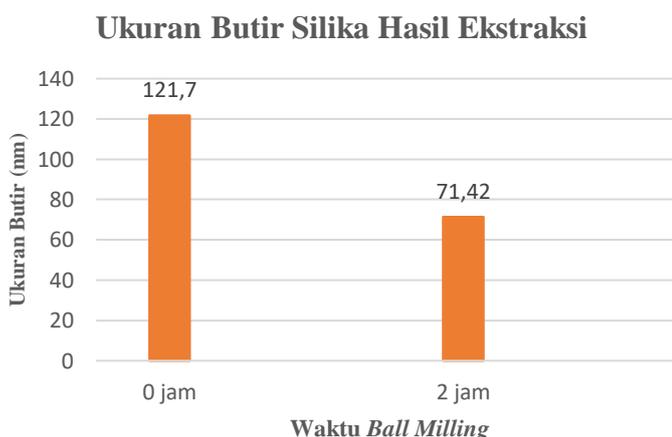
Berdasarkan data pada Tabel 1 analisis data hasil XRD dengan menggunakan *software Origin* didapatkan persen kristalinitas. Dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat adanya penurunan derajat kristalinitas pada silika hasil ekstraksi setelah proses *ball milling*. Hal ini disebabkan karena ukuran butir sampel saat waktu *milling* lebih kecil. Susunan partikel dalam zat padat menentukan sifat dari zat padat, perbedaan susunan partikel dalam berbagai zat padat disebabkan oleh perbedaan gaya ikat di antara atom-atom, ion-ion, atau molekul-molekul penyusunnya [11].

Grafik hasil uji XRD tersebut juga dapat melihat ukuran butir dari silika hasil ekstraksi *ball milling*. ukuran butir silika dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Ukuran butir silika hasil ekstraksi

Material	Ukuran Butir (Å)	Ukuran Butir (nm)
Silika Ekstraksi <i>Ball Milling</i> 0 jam	1217,0	121,7
Silika Ekstraksi <i>Ball Milling</i> 2 jam	714,2	71,42

Untuk penjelasan lebih lanjut, ukuran butir silika ekstraksi hasil *ball milling* dapat ditampilkan dalam bentuk grafik batang pada Gambar 4 dibawah ini.



**Gambar 4.** Grafik Pengaruh *Ball Milling* Terhadap Ukuran Butir

Berdasarkan Gambar 4 diatas dapat dilihat proses *ball milling* dapat menghasilkan ukuran butir yang lebih kecil. Hal ini disebabkan karena pada saat proses *ball milling* silika yang terdapat dalam alat *milling* akan menjadi lebih halus akibat bola-bola besi yang berputar secara sentrifugal dan saling bertumbukan di dalam dinding tabung *ball milling*, sehingga semakin lama waktu *milling* maka semakin halus atau kecil ukuran partikelnya [11].

#### 4. Kesimpulan

Hasil pengujian XRD menunjukkan silika hasil *ball milling* yang dihasilkan bersifat amorf namun terbentuk senyawa kristalin pada fasa *Halite* (JCPDS no. 96-900-6374). Silika *ball milling* 2 jam memiliki persentase kristal sebesar 14,29%, Sedangkan ukuran butir pada silika *ball milling* 2 jam sebesar 71,42 nm.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Mohd Riduan J., Z. Harun, Siti Khadijah H., 2016, "Antifouling polysulfone membranes blended with green SiO<sub>2</sub> from rice husk ash (RHA) for humic acid separation. Chemical engineering research and design," 114, 268–279.
- [2] Mayo, A., & D. Rizky, F., 2020, "Morfologi Silika Xerogel Dari Abu Sekam Padi Dengan Asam Organik," Seminar Nasional Teknik Kimia Soeardjo Brotohardjono XVI.
- [3] Sembiring, S., 2017, "Potensi Silika Sekam Sebagai Bahan Keramik Refraktori Tahan pada Suhu Tinggi," Yogyakarta: TEKNOSAIN.
- [4] Trianasari., Posman M., Pulung K.K., 2017, "Analisis dan Karakterisasi Kandungan Silika (SiO<sub>2</sub>) sebagai Hasil Ekstraksi Batu Apung (Pumice). Jurnal Teori dan Aplikasi Fisik," vol 05, no. 02.
- [5] Hanafi S.A. and A. N. R., 2010, "Studi Pengaruh Bentuk Silika dari Abu Ampas Tebu terhadap Kekuatan Produk Keramik," J. Kim. Indones., vol. 5, no. 1, pp. 35–38,
- [6] Bakar, R.A.,Yahya, R., dan Gan, S.N., 2015, "Production of High Purity Amorphous Silica from Rice Husk," Procedia Chemistry, 19, p.189 – 195.

- 
- [7] Monov, V., Sokolov, B. and Stoenchev, S., 2012, "Grinding in Ball Mills: Modeling and Process Control", *Cybernetics and Information Technologies*, 12(2).
- [8] Bartos C, Jojart-Laczko O, Katona G, Budai-Szucs M, Ambrus R, et al., 2018, "Optimization of a combined wet milling process in order to produce poly(vinyl alcohol) stabilized nanosuspension," *Drug design, development and therapy* 12:1567-80.
- [9] Mifta H., Siti R., Jauharuddin L.A.J., Chairul I., Hasan M., 2021, "Silica-Rice Husk as Adsorbent of Cr (VI) Ions Prepared through Sol-Gel Method," *Walisongo Journal of Chemistry* Vol. 4 Issue 1, 65-73.
- [10] S. Stevena., Elvi R., Pasymie P., Bindara Y., 2021, "An appropriate acid leaching sequence in rice husk ash extraction to enhance the produced green silica quality for sustainable industrial silica gel purpose," *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 122, 51-57.
- [11] D. Darwis, R. Khaeroni, and I. Iqbal., 2017, "Pemurnian dan Karakterisasi Silika Menggunakan Metode Purifikasi (Leaching) dengan Variasi Waktu Milling pada Pasir Kuarsa Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso," *Nat. Sci. J. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 187–193.