

**PENGARUH WAKTU PEMANASAN TERHADAP SIFAT STRUKTUR DAN
MORFOLOGI SILIKA (SiO_2) DARI LIMBAH SEKAM PADI**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**



Oleh
SITI LAILATUROFI'AH
NIM. 08021181722007

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH WAKTU PEMANASAN TERHADAP SIFAT STRUKTUR DAN MORFOLOGI SILIKA (SiO_2) DARI LIMBAH SEKAM PADI

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains
Bidang Studi Fisika

Oleh :

SITI LAILATUROFI'AH

NIM. 08021181722007

Indralaya, Agustus 2021

Menyetujui,

Pembimbing I



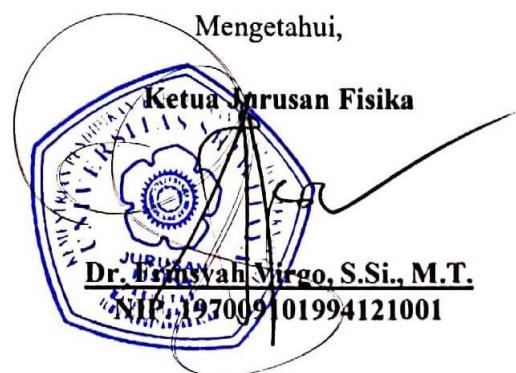
Dr. Fitri Suryani, S.Si., M.Si.
NIP. 197010191995122001

Pembimbing II



Dra. Yulihar Adnan, M.T.
NIP. 196009291992032001

Mengetahui,



Dr. Haryyah Mirgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

**PENGARUH WAKTU PEMANASAN TERHADAP SIFAT STRUKTUR DAN
MORFOLOGI SILIKA (SiO_2) DARI LIMBAH SEKAM PADI**

SITI LAILATUROFI'AH

08021181722007

Abstrak

Sekam padi adalah salah satu bahan baku yang bisa dibuat menjadi silika karena komponen utama dari abu sekam padi adalah silika sekitar 85 – 97%. Silika merupakan salah satu jenis adsorben yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan. Sehingga dibuat silika yang dihasilkan dari limbah sekam padi. Silika dibuat menggunakan larutan Kalium Hidroksida (KOH) 10% dan Asam Klorida (HCl) 1 N pada suhu 85°C dengan waktu pengadukan 120 menit. Kemudian serbuk silika yang dihasilkan dipanaskan didalam *furnace* dengan variasi waktu pemanasan 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Silika kemudian di uji karakterisasi menggunakan FTIR dan terbukti bahwa kandungan hidrogen berkurang pada serbuk silika yang dipanaskan. Variasi waktu pemanasan juga mempengaruhi massa silika yang dihasilkan, semakin lama waktu pemanasan semakin kecil massa serbuk silika. Setelah diuji karakterisasi FTIR, selanjutnya serbuk silika diuji karakterisasi XRD. Hasil dari uji karakterisasi XRD terlihat bahwa ukuran terbesar partikel serbuk silika terdapat pada sampel silika tanpa dipanaskan sebesar 29.31 nm. Kemudian waktu pemanasan 30 menit menghasilkan ukuran partikel serbuk silika sebesar 20.78 nm. Selanjutnya untuk waktu pemanasan 45 menit menghasilkan ukuran partikel silika sebesar 14.61 nm dan waktu pemanasan 60 menit ukuran partikel serbuk silika sebesar 29.22 nm. Setelah itu, dilakukan uji karakterisasi SEM-EDS. Hasil dari uji SEM – EDS terlihat bahwa sampel silika yang dipanaskan selama 45 menit merupakan sampel silika terbaik dengan kemurnian sebesar 70.76%.

Kata Kunci : Sekam Padi, silika, KOH, HCl, FTIR, XRD, SEM-EDS.

THE EFFECT OF HEATING TIME ON SILICA (SiO₂) STRUCTURE AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF RICE HUSK WASTE

SITI LAILATUROFI'AH

08021181722007

Abstract

Rice husks are one of the raw materials that can be made into silica because the main component of rice husk ash is silica about 85 – 97%. Silica is one type of adsorbent that is widely used for various purposes. So that silica is made from rice husk waste. Silica is made using a solution of Potassium Hydroxide (KOH) 10% and Hydrochloric Acid (HCl) 1 N at a temperature of 85 °C with a stirring time of 120 minutes. Then the resulting silica powder is heated in the furnace with a variation of heating time of 30 minutes, 45 minutes and 60 minutes. Silica was then characterized using FTIR and it was proven that hydrogen content was reduced in heated silica powder. Variation in heating time also affects the resulting silica mass, the longer the heating time the smaller the mass of silica powder. After being tested FTIR characterization, further silica powder is tested XRD characterization. The results of the XRD characterization test showed that the largest size of silica powder particles were found in silica samples without heating at 29.31 nm. Then a warm-up time of 30 minutes resulted in a silica powder particle size of 20.78 nm. Furthermore, for a heating time of 45 minutes produces a silica particle size of 14.61 nm and a heating time of 60 minutes silica powder particle size of 29.22 nm. After that, SEM-EDS characterization test was carried out. The results of the SEM-EDS test showed that the 45-minute heated silica sample was the best silica sample with a purity of 70.76%.

Keywords: Rice Husk, Silica, KOH, HCl, FTIR, XRD, SEM-EDS.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya skripsi dengan judul **“Pengaruh Waktu Pemanasan Terhadap Sifat Struktur dan Morfolofi Silika (SiO_2) dari Limbah Sekam Padi”** ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai laporan penelitian tugas akhir yang telah dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya. Skripsi ini diajukan dengan tujuan untuk melengkapi persyaratan kurikulum agar dapat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya. Meskipun penulis telah berusaha menyusun skripsi ini dengan semaksimal mungkin, namun penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak sekali kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar penulis nantinya dapat memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya. Dalam pelaksanaan tugas akhir dan penulisan skripsi penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis ingin berterimakasih sebesar – besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu. Semoga Allah SWT senantiasa membalas dengan kebaikan yang berlipat ganda. Penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Kepada Orangtua tercinta Bapak Warismadi dan Ibu Martiyah yang selalu memberikan dukungan dan doa terbaiknya kepada penulis.
2. Bapak Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Khairul Shaleh, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Fitri Suryani Arsyad, M.Si. selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan kritik, saran dan motivasi kepada penulis.

6. Ibu Dra. Yulinar Adnan, M.T. selaku pembimbing II yang selalu meluangkan waktu untuk berdiskusi mengenai proposal hingga hasil penelitian tugas akhir penulis.
7. Seluruh dosen Jurusan Fisika yang selalu memberikan waktunya untuk berbagi ilmu dan memberikan nasehat-nasehat yang sangat bermanfaat bagi penulis.
8. Kepada seluruh keluarga tersayang khususnya Kakak Khairudin yang selalu siap menemani kemana pun penulis pergi.
9. Sahabat – sahabat tercinta Annisa Faradilla, Dzafira Utami dan Aniendita Ningtyas, terimakasih kalian sudah mau berjuang bersama diperantauan.
10. Teman-teman satu angkatan 2017 dan khususnya teman – teman KBI material 2017.
11. Semua pihak yang telah membantu, guna terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penggerjaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak.

Indralaya, Agustus 2021

Siti Lailaturofi'ah
NIM.08021181722007

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Silika.....	4
2.1.1. Sifat Kimia Silika (SiO_2).....	4
2.1.2. Sumber-Sumber Silika	5
2.1.3. Aplikasi Bahan Silika di Industri	6
2.2. Silika dari Limbah Sekam Padi	6
2.3. Kelebihan Yang Dimiliki Silika Dari Limbah Sekam Padi	7
2.4. Pembuatan Silika Dari Limbah Sekam Padi.....	8
2.5. Karakterisasi Silika	9
2.5.1.Uji gugus fungsional menggunakan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	9
2.5.2.Uji sifat struktur menggunakan <i>X - Ray Diffraction</i> (XRD)	12
2.5.3.Uji morfologi dan jumlah kandungan menggunakan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) dan <i>Energy Dispersive X-Ray Spectrometry</i> (EDS).....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan	17
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	17
3.2.1. Alat	17
3.2.2. Bahan	18
3.3. Tahapan Penelitian.....	18
3.3.1. Proses Pembuatan Sampel Silika dari Limbah Sekam Padi.....	18
3.3.2. Proses Pemanasan Serbuk Silika.....	19
3.3.3. Karakterisasi Sifat Struktur Silika menggunakan FTIR, XRD dan SEM - EDX	19
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1. Pemanasan Serbuk Silika dengan Variasi Waktu 30 Menit, 45 Menit Dan 60 Menit	21
4.2. Analisis FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>) Gugus Fungsi Serbuk Silika	23
4.2.1. Pengujian FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>) Terhadap Gugus Fungsi Serbuk Silika Sebelum Dipanaskan.....	23
4.2.2. Pengujian FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>) Terhadap Gugus Fungsi Serbuk Silika Setelah Dipanaskan	25
4.3. Pengujian XRD (<i>Difraksi Sinar-X</i>) untuk Menentukan Sifat Struktur Serbuk Silika	27
4.4. Karakterisasi SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) dan EDS (<i>Energy Dispersive X - Ray Spectrometry</i>) Pada Serbuk Silika.....	30
BAB V PENUTUP	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Alat Spektroskopi FTIR	10
Gambar 2.2. Alat Uji Karakterisasi FTIR	11
Gambar 2.3. Spektra FTIR Silika Gel dari Abu Sekam Padi.....	11
Gambar 2.4. Difraksi Sinar-X oleh sebuah kristal	13
Gambar 2.5. Hasil analisa XRD abu sekam padi	14
Gambar 2.6. (a)Hasil Analisis Sampel dengan Perbesaran 1000x(b)Hasil Analisis Sampel dengan Perbedaan 10.000x	15
Gambar 4.1. Proses pemanasan serbuk silika	21
Gambar 4.2. Identifikasi silika yang diekstraksi selama 120 menit sebelum dipanaskan ..	23
Gambar 4.3.Identifikasi silika yang telah dipanaskan dengan variasi waktu 30 menit, 45 menit dan 60 menit	24
Gambar 4.4. Grafik hasil Pengukuran XRD pada Silika dari Limbah Sekam Padi Sebelum Dipanaskan.....	27
Gambar 4.5. Grafik data karakterisasi XRD silika dari limbah sekam padi setelah pemanasan 30 menit, 45 menit, dan 60 menit.....	28
Gambar 4.6. (a) Citra SEM Silika Sebelum dipanaskan dengan Perbesaran 10.000x (b) Citra SEM Silika Sesudah dipanaskan selama 30 menitdengan Perbesaran 10.000x (c) Citra SEM Silika Sesudah dipanaskan selama 45menitdengan Perbesaran 10.000x (d) Citra SEM Silika Sesudah dipanaskan selama 60 menitdengan Perbesaran 10.000x	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Padi Yang Terdapat dalam satu kali penggilingan	6
Tabel 2.2. Komposisi Kandungan Sekam Padi.....	6
Tabel 2.3. Senyawa Kimia Dalam Abu Sekam Padi	7
Tabel 2.4. Interpretasi Spektra FTIR Silika Gel dari Abu Sekam Padi	11
Tabel 2.5. Komposisi Unsur Hasil EDS Silika	16
Tabel 4.1.Massa Silika Setelah Dipanaskan 30 Menit, 45 Menit Dan 60 Menit.....	22
Tabel 4.2. Nilai Transmitansi dan Gugus Fungsi Spektra FTIR Silika dari Abu Sekam Padi Sebelum Dipanaskan	23
Tabel 4.3. Nilai transmitansi dan Interpretasi Spektra FTIR Silika Setelah dipanaskan	25
Tabel 4.4.Hasil Perhitungan Ukuran Serbuk Silika Tanpa Dipanaskan dan dengan Dipanaskan Selama 30 Menit, 45 Menit dan 60 Menit	29
Tabel 4.5. Komposisi sampel dari hasil karakterisasi EDS	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di kawasan Asia Tenggara, Indonesia termasuk salah satu negara produsen beras terbesar. Penduduk Indonesia sebagian besar mengkonsumsi dan menjadikan beras sebagai makanan utama. Konsumsi beras di Indonesia meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk negara tersebut, sehingga memerlukan peningkatan produksi beras yang sangat besar. Menurut data, produksi beras di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun (FAO, 2010). Menurut penelitian sebelumnya, proses penggilingan padi menghasilkan sekitar 20-30% dari berat asli gabah. Sekam padi memiliki banyak kemungkinan pemanfaatan, salah satunya sebagai sumber silika. Sebab jika dibandingkan dengan hasil samping beras lainnya, sekam padi mengandung silika paling besar (Sapei dkk., 2015).

Limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan padi terhitung cukup besar. Di daerah Sumatera Selatan, daerah penghasil padi dan industri penggilingan padi terbesar terdapat di Kabupaten OKU Timur, Banyuasin, dan Ogan Komering Ilir. Jumlah produksi padi di Sumatera Selatan pada tahun 2006 mencapai 2.456.251 ton (Coniwanti dkk., 2008). Karena memiliki afinitas yang kuat untuk oksida dan atom lain dengan elektronegativitas tinggi, silika sulit didapat sebagai unsur kemurnian yang tinggi di alam. Kandungan silika pada abu sekam padi sangat tinggi sekali, yaitu sebesar 85 % – 97 %. Tingginya kandungan silika ini merupakan potensi besar yang dapat digunakan sebagai bahan baku pengganti sumber silika lain yang harganya lebih mahal, serta mampu meningkatkan kualitas dan nilai ekonomis sekam padi.

Silika amorf dihasilkan dari abu sekam padi hasil pembakaran. Silika amorf lebih reaktif daripada silika kristal dalam beberapa keadaan, dan juga memiliki struktur yang rumit. Struktur rumit ini menghasilkan luas permukaan yang besar, biasanya lebih besar dari $3 \text{ m}^2/\text{g}$. Silika yang diendapkan, silika sol, silika pirogenik, dan silika gel semuanya dapat dibuat dari silika amorf. Silika juga digunakan sebagai katalis, pengeras beton, campuran tinta, komponen deterjen dan sabun, dan elemen pengerasan dalam produksi batu bata dan bahan lainnya. Karena sifat higroskopisnya, silika dapat digunakan sebagai penyerap air (Sapei dkk., 2015). Untuk mendapatkan hasil silika yang baik,

proses ekstraksi merupakan hal yang penting dilakukan diantaranya konsentrasi pelarut, temperatur, waktu ekstraksi dan proses pengadukan. Metode ekstraksi didasarkan pada tingginya kelarutan silika amorf dalam larutan alkalis seperti KOH, NaOH atau, Na₂CO₃. Kemudian pengendapan silika terlarut menggunakan asam, seperti asam klorida, asam sitrat, asam asetat, dan asam oksalat (Handayani dkk., 2015).

Pada penelitian ini digunakan sampel serbuk silika dari penelitian sebelumnya yang telah diekstrak oleh Dini Yulia Putri pada tahun 2019. Serbuk silika yang diperoleh dari penelitian sebelumnya masih mengandung unsur hidrogen yang tinggi dan kemurnian silikanya hanya mencapai 42,57%. Sehingga untuk mengurangi kandungan hidrogen dan meningkatkan kemurnian serbuk silika tersebut, serbuk silika yang telah diekstrak kemudian dipanaskan menggunakan *furnace* dengan variasi waktu pemanasan selama 30 menit, 45menit dan 60menit. Gugus fungsi yang terkandung dalam serbuk silika ditentukan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dan pengaruh lama pemanasan terhadap sifat struktural dan morfologi silika ditentukan dengan menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*). Morfologi dan unsur-unsur yang terkandung dalam silika kemudian diuji menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDS (*Energy Dispersive X-Ray Spectrometry*).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara meningkatkan kemurnian silika dari limbah sekam padi?
2. Bagaimana penggunaan FTIR, XRD, dan SEM EDS untuk mengetahui karakteristik struktur silika dari limbah sekam padi?
3. Bagaimana menganalisis pengaruh waktu pemanasan terhadapsifat struktur dan morfologi silika dari limbah sekam padi serta dapat mengetahui informasi komposisi unsur yang terkandung didalam silika menggunakan SEM-EDS ?

1.3. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Abu sekam padi diekstraksi dengan larutan KOH 10 % dan diendapkan dengan HCl 1 N.
2. Serbuk silika dipanaskan menggunakan *furnace* dengan variasi waktu 30 menit, 45 menit dan 60 menit.
3. Serbuk silika yang telah dipanaskan kemudiandikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD dan SEM-EDS.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pengaruh waktu pemanasan terhadap sifat struktur dan morfolofi silika dari limbah sekam padi adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kemurnian silika dari limbah sekam padi yang diekstraksi dengan KOH 10%.
2. Mengkarakterisasi silika dari limbah sekam padi yang telah dipanaskan selama 30 menit, 45 mneit dan 60 menit menggunakan FTIR , XRD dan SEM-EDS.
3. Menganalisis pengaruh waktu pemanasan terhadap sifatstruktur, morfologi dan komposisi unsuryang terkandung didalamsilika dari limbah sekam padi menggunakan FTIR, XRD dan SEM-EDS.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Limbah sekam padi dapat dimanfaatkan untuk membuat silika yang berkualitas baik dengan kemurnian yang tinggi.
2. Dapat memanfaatkan potensi silika dari limbah sekam padi dalam berbagai aplikasi industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, G.F., Hanafie, M.R. dan Mardina, P., 2013. *Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi dengan Pelarut KOH*. Jurnal Konversi, 1(2) : 29.
- Anam, C., Sirojidun, dan Firdausi, K.S., 2007 *Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR*. Jurnal Berkala Fisika, 1(10) : 79-80.
- Alfarisah, S., Rifai, D.A., dan Toruan, P.L., 2018. *Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida (ZnO)*. Jurnal risalah Fisika, 2(2) : 54.
- Coniwanti, P., Srikandhy, R. dan Apriliyanni, 2008. *Pengaruh Proses Pengeringan, Normalitas HCl, dan Temperatur Pembakaran pada Pembuatan Silika dari Sekam Padi*. Jurnal Teknik Kimia, 1(15) : 6-7.
- Ferreira, C.S., Santos, P. L., Bonacin, J. A., Passos, R. R. dan Pocrifka, L. A., 2015. *Rice Husk Reuse in the Preparation of SnO₂/SiO₂ Nanocomposite. Materials Research*. 18(3) : 641.
- Handayani, P. A., Nurjanah, E. dan Rengga, W. D. P., (2015). *Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan (JBAT), 4 (2) 55-59. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jbat/article/view/3698>.
- Hayati, D., Pardoyo, dan Azmiyawati, C., 2017. *Pengaruh Variasi Jenis Asam terhadap Karakter Nanosilika yang Disintesis dari Abu Sekam Padi*. Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi, 20(1) : 1-2.
- Indriani, D. W., Barunawati , B., Sumarlan, S. H. & Elfikri, H., 2018. Optimization Of Silica Extraction Of Rice Husk (*Oryza Sativa L.*) To Increase Absorption Plant Nutrients. Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology, 2(5).<https://pdfs.semanticscholar.org/7092/0ffd21f991c7bf5c3068cef4872c466c573b.pdf>
- Maryam, S., Effendi, N. dan Kasmah., 2019. Produksi dan Karakterisasi Gelatin Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofometer FTIR. Majalah Farmaseutik. 15(2). 101.
- Masruroh, Manggara, A.B., Papilaka, T., dan Triandi, R., 2013. *Penentuan Ukuran Kristal (Crystallite Size) Lapisan Tipis PZT dengan Metode XRD Melalui*

- Pendekatan Persamaan Debye Scherrer.* Journal of Education Innovation, 2(1):27.
- Meriatna, Maulida. L., Khalil. M. dan Zulmiardi, 2015. *Pengaruh Temperature Pengeringan Dan Konsentrasi Asam Sitrat Pada Pembuatan Silika Gel Dari Sekam Padi.* Jurnal Teknologi Kimia Unimal 1(4) : 82.
- Mujiyanti, D.R., Nuryono dan Kunarti, E.S (2010). *Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Yang Dimobilisasi Dengan 3-(Trimetoksisilik)-1-Propantiol.* Jurnal Sains dan Terapan Kimia, 4(2) : 150-167.
- Munasir, Triwikantoro, Z, Muhammad. dan Darminto, 2012. *Uji XRD Dan XRF Pada Bahan Meneral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (Ca_2CO_3 dan SiO_2).* Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya. 1(2):21.
- Nopianingsih, N. N., Sudiarta, I. W. dan Sulihingtyas. W. D., 2015. *Sintesis Silika Gel Terimobilisasi Difenilkarbazon Dari Abu Sekam Padi Melalui Teknik Sol Gel.* JURNAL KIMIA 9 (2) : 227.
- Pambudi, A., Farid, M. dan Nurdiansah, H., 2017. *Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (Dendrocalamus Asper) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorbsi Suara.* Jurnal Teknik ITS, 2(6) : 443.
- Patil, R., Dongre, R. & Meshram, J., 2014. *Preparation of Silica Powder from Rice Husk.* IOSR Journal of Applied Chemistry(IOSR-JAC),2278-5736. <https://pdfs.semanticscholar.org/ffe1/abb67cbd77b04758877a902cc712cf2a2924.pdf>
- Pratomo, I., Wardhani, S. dan Purwonugroho, D., 2013. *Pengaruh Teknik Ekstraksi Dan Konsentrasi HCl Dalam Ekstraksi Silika Dari Sekam Padi Untuk Sintesis Silika Xerogel.* Kimia Student journal. 1(2) : 359.
- Putri, D. Y., 2019. *Pembuatan Nano Serbuk Silika Dari Limbah Sekam Padi Menggunakan Hem Dengan Optimasi Waktu Milling.* Skripsi. Universitas Sriwijaya : Indralaya.
- Retnosari, A., 2013. *Ekstraksi dan Penentuan Kadar Silika (SiO_2)Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara.* Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember.

- Rosalia, R., Asmi, D. dan Ginting, E., 2016. *Preparasi dan Karakterisasi Silika (SiO₂) Sekam Padi dengan Suhu Kalsinasi 800°C-1000°C*. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, 1(4) : 104.
- Royani, I. dan Arsyad, F.S., 2018. *Buku Panduan Praktikum Nanomaterial*. Indralaya : Universitas Sriwijaya.
- Sapei, L., dkk., 2015. *Karakterisasi Silika Sekam Padi dengan Variasi Temperatur Leaching Menggunakan Asam Asetat*. Jurnal Teknik Kimia. 41.
- Sembiring, S., 2011. *Synthesis And Charaterisation Of Rice Husk Silica Based Borosilicate (B₂SiO₅) Ceramic By Sol-Gel Routes*. Indo. J. Chem, 11 (1).<https://jurnal.ugm.ac.id/ijc/article/view/21425/14130>
- Setiabudi, A., Hardian., R. dan Muzakir, A., 2012. *Karakterisasi Material : Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung : UPI Press.
- Setyaningsih, N.E., Muttaqin, R., dan Mar'ah, I., 2017. *Optimalisasi Waktu Pelapisan Emas-Palladium pada Bahan Komposit Alam untuk Karakterisasi Morfologi dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) – Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX)*. Jurnal Physics Communication, 1(2) : 37.
- Soleh, M., 2014. *Ekstraksi Silika dari Sekam Padi dengan Metode Pelarutan dan Pengendapan Silika Serta Analisis EDX dan FTIR*. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut pertanian Bogor.
- Suka dkk., 2018. *Karakteristik Silika Sekam Padi Dari Provinsi Lampung Yang Diperoleh Dengan Metode Ekstraksi*. MIPA, 37. (1).
<https://media.neliti.com/media/publications/220397-karakteristik-silika-sekam-padi-dari-pro.pdf>.
- Trianasari, 2017. *Analisis dan Karakterisasi Kandungan Silika (SiO₂) Sebagai Hasil Ekstraksi Batu Apung (Pumice)*. Skripsi, Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam. Universitas Lampung.
- Tuan, L. N. A., Dung, L. T. K., Ha, L. D. T., Hien, N. Q., Phu, D. V. & Du, B. D., 2017. *Preparation And Characterization Of Nanosilica From Rice Husk Ash By Chemical Treatment Combined With Calcination*. Vietnam Journal of Chemistry, 55(4).<https://pdfs.semanticscholar.org/de9b/a19727fbe2006e53b99be35dbcc064e77c66.pdf>

- Trivana, L., Sugiarti, S. dan Rohaeti, E., 2015. *Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3) dari Sekam Padi*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan, 2(7): 67.
- Tyagi, V., Pandit, S., Sharma, A. & Gupta, R. K., 2017. *Extraction And Characterization Of Silica From Rice Husk For Use In Food Industries*. International Journal of Food Science and Nutrition, 4(2). <http://www.foodsciencejournal.com>
- Whardani, G.A.P.K., 2017. *Karakterisasi Silika pada Tongkol Jagung dengan Spektroskopi Infra Merah dan Difraksi Sinar*. Jurnal Kimia Riset, 1 (2) : 38.