

# Pembuatan Silika Gel Dengan Memanfaatkan Campuran Sekam Padi Dan Limbah Tebu (*Saccharum Officinarum*) Menggunakan Metode Sol-Gel Sebagai Adsorben Ion Logam $Cu^{2+}$

Ida Agniatul Mamnuah<sup>1)</sup>, Tri Wardoyo DS<sup>2)</sup>, Firdaus Ismathuhom<sup>3)</sup>

<sup>1)2)3)</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Isyam Syekh Yusuf Tangerang

Jl. Maulana Yusuf Tangerang 15118, telp.(021)55270611-5527063fax. 021-5581068

Email: <sup>1)</sup> [idaagnia2786@gmail.com](mailto:idaagnia2786@gmail.com), <sup>2)</sup> [triwardoyods@gmail.com](mailto:triwardoyods@gmail.com), <sup>3)</sup> [firdausismathuhom@gmail.com](mailto:firdausismathuhom@gmail.com)

## Abstrak

Penggunaan sekam padi dan limbah tebu apabila dibuang begitu saja dapat menyebabkan pengotaran bagi lingkungan sekitar. Untuk mengatasi solusi tersebut maka sekam padi dan limbah tebu dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan silika gel. Silica gel mempunyai bentuk seperti kaca dan memiliki pori untuk mengadsorpsi, walaupun dinamakan silika gel tetapi bentuknya adalah padat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh persentase bahan yang akan digunakan untuk pembuatan silika gel dengan metode sol-gel dalam mengadsorpsi ion logam  $Cu^{2+}$ . Penelitian dikhususkan pada pengaruh presentase bahan dari sekam padi dan limbah tebu. Presentase bahan dipelajari pada variasi 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, dan 0% : 100%. Pada reaksi pembentukan silika sampel diperam selama 18jam agar mendapatkan hasil silika yang diinginkan. Silika gel yang sudah melewati proses pemeraman selanjutnya dioven dan diuji kadar airnya. Hasil yang paling optimum pada penelitian ini adalah dengan perbandingan presentase yaitu 75% : 25% ,dan terdapat hasil yang kurang optimum pada presentase 0% : 100%. Dikarnakan silika yang terdapat pada abu limbah tebu sangat sedikit jumlahnya dibandingkan dengan abu pada ampas tebu.

**Kata kunci:** silika gel, sekam padi, ampas tebu, kadar air

## Abstract

*The use of rice chaff and cane waste when removed can lead to a defilement of the surrounding environment. To solve these solutions, rice chaff and cane waste are used as raw materials for silica gel. Silica gel has a glass-like form and has a pore for meting, although named silica gel but the arched one is solid. The purpose of this study is to know how the percentage of the material that will be used to produce silica gel by the sol-gel method of materializing ion in a  $cu^2$  metal. Research was devoted to the influence of the material produced from rice chaff and cane waste. Presentation material is studied at 100% variation: 0%, 75% : 25% : 50%, 25% : 75%, and 0% : 100%. At the silica processing reaction of the inflammatory samples for 18 hours in order to get the desired silica results. A silica gel that goes through the George process is ovens and tested for water levels. The most optimum results on this study are 75% : 25%, and there is a less-optimum result on 0% : 100%. Silica fibers found in the ashes of the cane waste are few in number compared with the ashes used in the remains of the cane.*

**Keywords:** silika gel, rice husk, bagasse, water content

## I. Pendahuluan

Silika gel memiliki morfologi yang berpori, terbuat dari Silika dan memiliki pengaruh adsorpsi sangat sensitif. Kemampuan silika gel ini tidak mudah larut di dalam air, tidak beracun, tidak mempunyai bau khas, dan stabil. Silika Gel banyak dimanfaatkan sebagai penyerapan kelembaban, mencegah karat pada peralatan kesehatan, mesin-mesin, mencegah makanan dan obat dari serangan jamur, juga dapat mencegah terjadinya proses pengembunan atau bercak noda air yang terdapat

pada lensa optik, berpengaruh terhadap pengering dalam wadah mesin kulit, sepatu, baju, makanan, obat-obatan, dan barang elektronik rumah tangga lainnya. Tanaman yang memiliki kandungan silika mempunyai ciri yaitu cenderung lebih kuat, dan tidak mudah terserang hama penyakit yang terdapat pada tanaman padi dan tebu. Dalam tanaman padi silika mampu meningkatkan kekuatan padi sehingga tidak mudah roboh. Sekam padi dan limbah tebu saat ini hanya dijadikan sebagai pakan ternak maupun pupuk kompos saja selebihnya belum dimanfaatkan.

Hasil dari metode sol-gel memiliki kejernihan yang cukup tinggi apabila dibandingkan dengan metode-motode yang lainnya. Tahapan pertama yang dilakukan adalah penyiapan bahan baku dimana pada tahap ini bahan di bersihkan dari pengotor dan di kalsinasi

menggunakan furnace pada temperatur 700°C selama kurang lebih 4-6 jam. Tahap kedua yaitu ekstraksi silika dalam tahap ini bahan yang sudah disiapkan kemudian di campur dengan larutan HCl maupun NaOH yang nantinya akan membentuk silika gel.

Jurnal ini merupakan hasil penelitian untuk menentukan pengaruh persentase bahan yang akan digunakan untuk pembuatan silika gel dengan metode sol-gel dalam mengadsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup>, yang mana maksud dari penelitian ini untuk meningkatkan kualitas silika gel menggunakan kombinasi antara sekam padi dan limbah tebu dengan perbandingan persentase bahan.

## II. Tinjauan Pustaka

Silika gel merupakan bentuk dari silika yang disintesis melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO<sub>2</sub>). Satuan mineral mempunyai struktur yang pada dasarnya mengandung Si<sup>4+</sup> yang bereaksi dengan O<sup>2-</sup>. Silika gel mempunyai rumus SiO<sub>2</sub>.x H<sub>2</sub>O. Sebelumnya, susunan tetrahedral SiO<sub>4</sub> pada silika gel memiliki kondisi yang tidak beraturan seperti struktur berikut (Oscik, 1982; 188).

Sol yang mempunyai kemiripan seperti agar-agar ini dapat diproses sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis (Finni Meyori, Rina Elvia, 2018). Sifat dari silika gel dapat dimanfaatkan sebagai zat penyerap air, pengering, dan penopang katalis.

**Tabel 1.** Sifat Fisika Silika

Sifat Fisika	
Nama IUPAC	Silikon Dioksida
Nama Lain	Kuarsa, silika, silikat dioksida, silicon (IV) oksida
Rumus Molekul	SiO <sub>2</sub>
Massa Molekul	60,08 g mol <sup>-1</sup>
Penampilan	Kristal Transparan
Titik Lebur	1600-1725°C
Titik Didih	2230°C

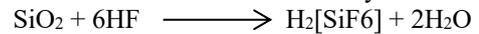
Adapun sifat kimia dari silika (SiO<sub>2</sub>) yaitu : Mineral silika mempunyai berbagai sifat kimia antara lain sebagai berikut :

### 1. Reaksi Asam

Silika relatif tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofiorida dan asam fospat.

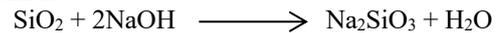


Dalam asam berlebih reaksinya adalah:



### 2. Reaksi Basa

Silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat, seperti dengan hidroksida alkali.



Silika gel memiliki standar teknis untuk lembaga inspeksi nasional seperti MIL-D3464E, JISS-0701, DIN 55473 dan sebagainya. Berikut ini adalah tabel spesifikasi silika gel desicant sesuai standar JISS-0701.

**Tabel 2.** Spesifikasi Silika Gel Standar JISS-0701

ITEM TEST	Standar JISS-0701
Butir Diameter ( mm )	2,0-5,0
Kerugian Pengeringan pada 180 °C (%)	5.0 max.
pH	4.0 – 8.0
Kadar Air (%)	2,5 max.
Jelas Density ( g / ml )	0.73
Luas Permukaan ( m <sup>2</sup> / g )	650
Pori Volume ( ml / g )	0.36
Av . Pori Diameter ( mm )	22
Bahan Jenis ( kcal / Kg . C )	0.22
Konduktivitas Termal ( kcal / m . Hr . C )	0.15
Spesific Resistance (Ω/cm)	3000 min.
<b>Kelembaban :</b>	
RH = 20%	8.0% min.
RH = 40%	20.0% min.
Penyerapan Kadar Air	41 %

Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2015)

Sekam padi merupakan kulit dari bulir padi-padian. Hasil dari produk samping tanaman padi berupa sekam padi yang diperoleh dengan cara penggilingan padi. Dari proses penggilingan padi

akan menghasilkan sekitar 20 – 22 % sekam padi, dengan produk sekitar 15 juta ton yang akan meningkat setiap tahunnya (Andreas, Kristianto, & Kurniawan, 2016). Komposisi kimia dari abu sekam padi pada perlakuan temperatur yang berbeda pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Komposisi Kimia Dari Abu Sekam Padi Pada Perlakuan Temperatur Yang Berbeda

Temp	Orgin <sup>o</sup>	400 <sup>o</sup>	600 <sup>o</sup>	700 <sup>o</sup>	1000 <sup>o</sup>
Bahan	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
SiO <sub>2</sub>	88,01	88,05	88,67	92,15	95,48
MgO	1,17	1,13	0,84	0,51	0,59
SO <sub>3</sub>	1,12	0,83	0,81	0,79	0,09
CaO	2,56	2,02	1,73	1,60	1,16
K <sub>2</sub> O	5,26	6,48	6,41	3,94	1,28
Na <sub>2</sub> O	0,79	0,76	1,09	0,99	0,73
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sumber: HWANG, C.L., (2015)

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman penghasil gula yang menghasilkan karbohidrat, yang mana karbohidrat sangat dibutuhkan bagi tubuh untuk diubah menjadi energi. Tebu merupakan sumber pemanis utama di dunia, hampir 70 % sumber bahan pemanis berasal dari tebu sedangkan sisanya berasal dari bit gula (M.Maulana Rasyid Lubis, 2015). Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) tergolong dalam famili Graminae yaitu rumput – rumputan.

Tembaga (Cu) adalah termasuk kedalam ion logam berat yang berbahaya bagi lingkungan sekitar dan perlu mendapatkan perhatian yang serius. Perairan dapat mudah tercemar logam berat dimana air merupakan kebutuhan pokok manusia dan organisme lainnya. Logam Tembaga (Cu) banyak digunakan dalam industri tekstil pada proses pewarnaan, polimer, dan percetakan logam. Air termasuk kedalam kebutuhan pokok manusia dan makhluk hidup lainnya, batas konsentrasi dari unsur ini yang mempengaruhi pada air berkisar antara 1 – 5 mg/l merupakan konsentrasi tertinggi (Siti Chotijah, Ahmad Fadli, 2018).

### III. Metode Penelitian

#### Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah sekam padi,, limbah tebu, HCl 37%, NaOH, Aquades, dan

CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O. Peralatan yang digunakan furnace, hot plate, cawan porselin, gelas ukur, pipet tetes, kertas ph, pipet ukur, oven, beaker glass, desikator, labu ukur, stopwatch, corong, neraca analitik, buchner, botol, magnetic stirrer, lumpang dan alu, kertas saring, ayakan, spatula, mikroskop dino lite, aluminium foil, spektrofotometer serapan atom.

#### Tahap Penyiapan Bahan Baku

Sekam padi yang diambil dari Kecamatan Sepatan Kabupaten Tangerang dan limbah tebu yang diambil dari sisa penjualan es tebu. Selanjutnya bahan yang telah di dapatkan masuk ke dalam proses pencuci untuk di bersihkan dari pengotor, setelah di bersihkan bahan kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga tidak lagi adanya air atau kering.

#### Tahap Pembuatan Abu

Dalam proses kalsinasi sekam padi dan limbah tebu yang telah kering difurnace pada temperatur 700°C selama 4 jam untuk sekam padi (Finni Meyori, Rina Elvia, 2018), 6 jam untuk limbah tebu (Nur'aeni, Hadisantoso, & Suhendar, 2019). Lumpang dan alu disiapkan untuk proses penghalusan dari abu sekam padi dan abu limbah tebu dan di ayak menggunakan ayakan 200 mesh.

#### Tahap Ekstraksi Silika Gel

Menyiapkan lima variasi bahan masing-masing sebanyak 5 gram yaitu 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, dan 0% : 100% pada setiap beaker glassnya. Sampel kemudian ditambahkan 30 ml aquades selanjutnya ditetesi menggunakan HCl 1M hingga mencapai pH 1, dilanjutkan pengadukan secara kontinu selama 2jam. Setelah tercampur kemudian disaring menggunakan kertas saring dan diambil residunya untuk nantinya akan dijadikan sebagai bahan tambahan pembuatan silika gel. Residu yang didapatkan hasil dari penyaringan dipanaskan dan ditambahkan dengan larutan basa NaOH 1M dengan volume 30 ml sambil diaduk dengan pengadukan yang kontinu, selanjutnya campuran disaring kembali dan diambil filtratnya untuk memperoleh natrium silikat (Nur'aeni et al., 2019).

#### Tahap Pembuatan Silika Gel

Natrium silikat yang didapatkan setelah itu dinetralkan menggunakan larutan HCl dengan konsentrasi 0,8 M hingga mencapai pH 7. Kemudian masuk ke pemeraman selama 18 jam, setelah diperam hasilnya disaring untuk mendapatkan residunya untuk selanjutnya dicuci menggunakan aqua hangat untuk mendapatkan silika hidrogel. Silika hidrogel yang di dapatkan masuk ke dalam oven untuk dikeringkan dengan temperatur 80°C kurang lebih selama 20 jam untuk mendapatkan silika xerogel yang merupakan gel dalam keadaan kering (Meyori, Elvia, & Candra, 2018), hasil dari pengeringan dihaluskan dan dicuci kembali menggunakan aquades dan selanjutnya

kembali oven menggunakan temperatur 120°C dengan lama waktu 5 jam untuk menghasilkan silika gel.

### Karakterisasi Silika Gel

#### Tahap Uji Kadar Air

Menimbang sebanyak 0,2 gram yang akan dimasukan ke dalam cawan, cawan tersebut sebelumnya sudah dikeringkan dengan oven dan diketahui bobotnya. Selanjutnya cawan yang berisikan sampel di oven menggunakan temperatur 100°C dengan waktu 60 menit. Setelah selesai di oven kemudian dimasukan ke dalam desikator kurang lebih 15 meni. Setelah suhunya berkurang timbang kembali menggunakan neraca analitik dan mencatat hasil pengujian pada tabel. Untuk menentukan uji kadar air metode gravimetri dengan persamaan berikut :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

Sumber : Fahmi dan Latif, 2016

#### Tahap Karakterisasi Morfologi Silika Gel

Langkah awal yang dilakukan adalah menyiapkan sampel yang akan di karakterisasi guna untuk mengetahui morfologi dan ukuran disetiap pembesaran yang berbeda. Dalam penelitian ini alat yang digunakan adalah Mikroskop Dino Lite. Setelah itu menyiapkan sampel yang akan diletakan di kaca objek selanjutnya sampel diamati mulai dari morfologi sampai ukuran partikel.

#### Tahap Analisis Ion Logam Cu<sup>2+</sup>

Untuk membuat larutan ion logam Cu<sup>2+</sup>, diperoleh dengan melarutkan CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O sebanyak 6,28 gram dengan penambahan sedikit aquades dalam beaker glass, kemudian dimasukan ke dalam labu ukur 250 ml setelah itu ditambahkan aquades sampai tanda batas. Larutan hasil pengenceran kemudian dimasukan ke dalam labu erlenmeyer 100 ml, sebanyak 25 ml dan ditambahkan silika gel sekitar 0,3 gram, selanjutnya sampel dimasukan ke dalam erlenmeyer yang berbeda, kemudian diamkan sesuai dengan waktu kontak yang berbeda yaitu 15 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Setelah mencapai waktu yang ditentukan selanjutnya disaring dan yang diambil adalah filtrat hasil penyaringan, untuk nantinya diuji menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk menganalisis sisa ion logam Cu<sup>2+</sup>.

## IV. Hasil dan Pembahasan

### Hasil Uji Nilai Kadar Air

Tujuan dari perhitungan kadar air yaitu untuk mengetahui jumlah air yang dikeluarkan oleh silika gel pada saat proses pemanasan dengan temperatur yang sudah ditentukan. Kadar air yang diukur dilihat

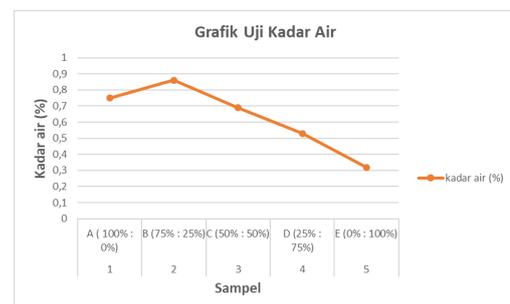
dari air yang terikat secara fisik. Pada pemanasan silika gel dengan temperatur 100°C air akan terlepas secara lemah didasar permukaan silika gel di mana air akan terikat secara fisik. Air yang terjebak secara fisik dapat di buang kembali atau diuapkan dengan temperatur yang rendah.

Pada penelitian ini, sampel yang diuji diberi nama A (100% : 0%), B (75% : 25%), C (50% : 50%), D (25% : 75%), dan E(0% : 100%). Terlihat pada Tabel 4.1.hasil dari penimbangan sampel:

**Tabel 4.** Data Kadar Air

No	Sampel	Kadar air (%)
1	A	0,75
2	B	0,86
3	C	0,69
4	D	0,53
5	E	0,32

Pada silika gel dengan bahan 100% abu sekam padi, diperoleh kadar air sebesar 0,75 %. Pada bahan 75% abu sekam padi : 25% abu limbah tebu diperoleh kadar air sebesar 0.86 %. Pada bahan 50% abu sekam padi : 50% abu limbah tebu diperoleh kadar air sebesar 0,69%. Pada bahan 25% abu sekam padi : 75% abu limbah tebu diperoleh kadar air sebesar 0,53%. Pada silika gel dengan bahan 100% abu limbah tebu diperoleh kadar air sebesar 0,32%. Kandungan silanol (Si-OH) pada silika yang banyak maka akan meningkatkan kemampuan molekul pada air yang diakibatkan oleh ikatan hidrogen yang semakin melimpah.



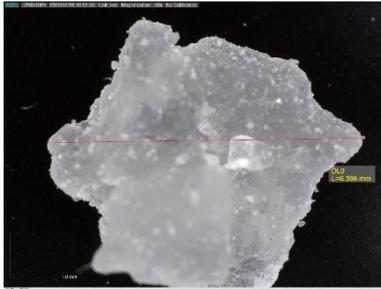
**Gambar 5.** Grafik Uji Kadar Air

Data yang diperoleh untuk nilai kadar air yang paling optimum pada silika gel yaitu 0.86 %. Hal ini membuktikan bahwa 75% abu sekam padi dan 25% abu limbah tebu memiliki kandungan silanol (Si-OH) paling banyak. Perbedaan persentase bahan dapat mempengaruhi nilai dari kadar air yang didapat. Di mana semakin banyak kandungan sekam padi, maka akan semakin meningkatkan nilai kadar air. Sedangkan yang kurang optimum silika gel

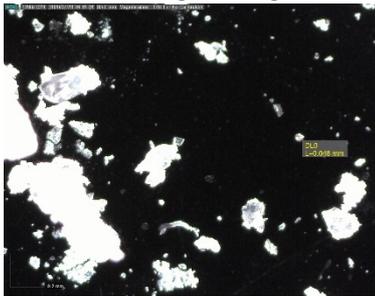
dalam penelitian ini yaitu 0,32% untuk nilai kadar airnya. Dan membuktikan kandungan 100% abu limbah tebu hanya memiliki sedikit kandungan silika.

### Hasil Uji Mikroskop Dino Lite

Tujuan dari Analisis menggunakan Mikroskop Dino Lite adalah untuk melihat perbedaan ukuran partikel dan bentuk dari morfologi silika gel. Gambar morfologi hasil Mikroskop Dino Lite dilihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Morfologi silika gel 75% : 25%



Gambar 7. Morfologi silika gel 0% : 100%

Pada gambar gambar 6, terlihat bahwa ukuran partikel terbesar pada silika gel dengan presentasi variasi 75% : 25% adalah 6,598mm. Dan berdasarkan gambar 7, diperoleh ukuran partikel terkecil pada silika gel dengan presentasi variasi 0% : 100% adalah 0,048mm.

Tabel 6. Perbedaan ukuran partikel antara variasi presentasi bahan 75% : 25% dengan 0% : 100%

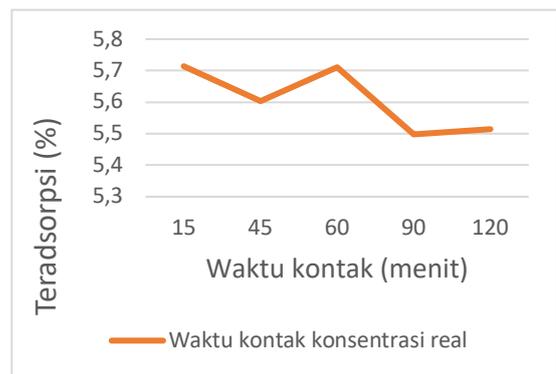
No	Variasi Presentasi Bahan (%)	Ukuran Partikel (mm)
1	75 : 25	6,598
2	0 : 100	0,048

Perbedaan ukuran partikel disebabkan karena perbedaan variasi presentasi bahan. Semakin banyak kandungan SiO<sub>2</sub> maka semakin bagus juga untuk pembentukan partikel pada silika gel yang dihasilkan. Sebaliknya semakin sedikit kandungan SiO<sub>2</sub> maka pembentukan partikel pada silika gel juga semakin kecil. Hal itu disebabkan karena variasi

presentasi bahan 0% : 100% tidak adanya campuran abu sekam padi yang mana abu dari sekam padi terdapat kandungan SiO<sub>2</sub> yang tinggi sekitar 90% sedangkan kandungan pada abu limbah tebu hanya sekitar 50%. Hal ini yang menyebabkan ukuran partikel silika gel yang berbeda.

### Hasil Adsorpsi Silika Gel terhadap Ion Logam Cu<sup>2+</sup>

Dalam penelitian kali ini menggunakan metode batch. Dengan faktor pengenceran 0,5 ml dalam 1000 ml. Data yang diperoleh dari hasil uji AAS sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik adsorpsi variasi waktu kontak

Berdasarkan gambar 5 dapat kita simpulkan bahwa dengan perbedaan waktu kontak antara yang terserap dan yang menyerap, terjadi penurunan penyerapan Cu<sup>2+</sup>. Grafik yang dihasilkan tidak memiliki pola yang teratur. Dikarenakan pada waktu kontak awal mengalami kenaikan, sedangkan di akhir waktu kontak mengalami penurunan penyerapan yang disebabkan permukaan aktif dari silika gel tersebut sudah berinteraksi dengan ion logam.

Faktor yang mempengaruhi permukaan silika gel menjadi jenuh adalah pertama silika gel sudah membentuk lapisan, dan yang kedua silika gel tidak membentuk lapisan dan mengakibatkan adsorbat belum terserap seluruhnya dan keluar kembali melalui pori-pori dari silika gel tersebut.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan dimana pada penelitian ini menunjukkan bahwa variasi bahan yang digunakan dalam pembuatan silika gel berpengaruh terhadap ukuran partikel silika dan hasil kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu kontak pada saat 60 menit mengalami penurunan yang signifikan dikarenakan permukaan silika yang mulai jenuh. Karakterisasi pada Mikroskop Dino Lite diperoleh karakteristik silika gel dengan masing-masing bermorfologi yang berbeda, ukuran partikel terkecil pada penelitian ini yaitu 0% sekam padi : 100% limbah tebu dengan

ukuran 0,048mm. Sedangkan ukuran partikel terbesar adalah 75% sekam padi : 25% limbah tebu dengan ukuran 6,598mm.

#### Daftar Pustaka

- Adibah, F. (2017). Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Text Mining pada Media Sosial Twitter.
- Alfiaturrahma, P., & Hendriyanto, O. (2018). Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Untuk Menyisihkan Logam Cu. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(2), 105–111.
- Amie, N. L. L., & Nugraha, A. (2014). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Melalui Desain Produk Perlengkapan Rumah. *Tingkat Sarjana Senirupa Dan Desain*, (1), 1–7.
- Andreas, A., Kristianto, H., & Kurniawan, D. F. (2016). Sintesis Nanosilika dari Sekam Padi Menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Etanol. *Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan,”* 1–7.
- Ardiansyah, Arie. Sintesis Nanosilika dengan Metode Sol – Gel dan Uji Hidrofobitasnya Pada Cat Akrilik. Universitas Negeri Semarang, 2015
- Arlianti, L. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia. *Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik*, (1), 16–22.
- Fahmi dan Latifa. Analisis Daya Serap Berbahan Dasar Abu Sekam Padi. *Jurnal Ipteks dan Terapan*. 2016
- Finni Meyori, Rina Elvia, I. N. C. (2018). Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 2(1), 46–51.
- Hayati, D., Pardoyo, P., & Azmiyawati, C. (2017). Pengaruh Variasi Jenis Asam terhadap Karakter Nanosilika yang Disintesis dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 20(1), 1.
- Lestina Sari, I Wayan Sudiarta. (2015). Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali Email : 139–146.
- Meriatna, Maulinda, L., Khalil, M., & Zulmiardi. (2015). Pengaruh Temperatur Pengeringan dan Konsentrasi Asam Sitrat Pada Pembuatan Silika Gel Dari Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1), 78–88.
- Meyori, F., Elvia, R., & Candra, I. N. (2018). Kopersipitasi Dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu. *ALOTROP, Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(1), 46–51.
- Nirmala, N., Tiwow, V. M. A., & Suherman, S. (2017). Adsorpsi Ion Tembaga (Cu) Dan Ion Besi (Fe) Dengan Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Raja (Musa sapientum). *Jurnal Akademika Kimia*, 4(4), 189.
- Nur’aeni, D., Hadisantoso, E. P., & Suhendar, D. (2019). Adsorpsi Ion Logam Mn<sup>2+</sup> dan Cu<sup>2+</sup> Oleh Silika Gel dari Abu Ampas Tebu. *Al-Kimiya*, 4(2), 70–80.
- Rahman, A., & Sains, F. (2017). PEMBUATAN NANOSILIKA GEL DARI SILIKA.