

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"

Dwi Rasy Mujiyanti^{1,2*}, Dahlena Ariyani^{1,2}, Nurul Paujiah²

¹Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

²Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km. 35,8 Banjarbaru 70714 Kalimantan Selatan

*Korespondensi: drmujiyanti@ulm.ac.id

DOI: 10.20527/jstk.v15i2.10373

Submitted: March 27, 2021; Revised version accepted for publication: July 23, 2021

Available online: August 9, 2021

ABSTRAK

Kajian variasi konsentrasi NaOH dalam ekstraksi silika dari limbah sekam padi Banjar jenis “Pandak” telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data ilmiah dari pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap kemurnian silika serta hasil karakterisasi berdasarkan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Sekam yang berasal dari Desa Kurau Kabupaten Tanah Laut dilakukan proses pembakaran untuk menghasilkan abu sekam padi Pandak dan dilanjutkan proses ekstraksi dengan variasi konsentrasi NaOH 1,0 M; 1,5 M; 2,0M; 2,5M; 3,0M. Hasil penelitian menunjukkan pembakaran sekam padi Pandak menghasilkan rendemen abu sebesar 22,14% dengan hasil ekstraksi silika tertinggi pada konsentrasi NaOH 3,0M seberat 6,1377gram dengan rendemen sebesar 61,3764%. Data FTIR menunjukkan bahwa abu dan silika dari sekam padi Pandak memiliki gugus dominan yaitu gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si), sedangkan data XRF menunjukkan senyawa silika memiliki persentase tertinggi sebesar 48,600% pada konsentrasi NaOH 2,0M.

Kata kunci: abu sekam padi Pandak, ekstraksi, silika.

ABSTRACT

The study of NaOH concentration variation in silica extraction from Banjar rice husk waste type "Pandak". This study aims to obtain scientific data from the influence of variations in NaOH concentration on silica purity as well as characterization results based on Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and X-Ray Fluorescence (XRF). The research method was carried out using husks originating from Kurau Village, Tanah Laut Regency by going through the combustion process to produce Pandak rice husk ash and continued the extraction process with a variation of NaOH concentration of 1.0 M; 1.5 M; 2.0M; 2.5M; 3.0M. The combustion result of Pandak rice husk obtained ash with a yield of 22.14% with the highest silica extraction yield at NaOH concentration of 3.0M weighing 6.1377 grams with a yield of 61.3764%. Then for the results of characterization of function group identification based on FTIR shows that ash and silica from Pandak rice husk has a dominant group namely silanol (Si-OH) and siloxane (Si-O-Si) clusters, while for composition characterization using XRF silica compound has the highest percentage of 48.600% obtained at NaOH concentration of 2.0M.

Keywords: Pandak rice husk ash, extraction, silica.

PENDAHULUAN

Padi adalah komoditas pertanian utama di berbagai daerah di Indonesia, adalah komoditas pertanian utama di Provinsi Kalimantan Selatan. Padi yang dihasilkan ada beraneka macam varietas, dan padi jenis Pandak adalah salah satunya. Salah satu keunikan lokal ini adalah memiliki umur yang panjang, yang hanya satu kali dalam setahun untuk pola tanamnya (Khairullah *et al.*, 2008). Keunggulan dari varietas lokal ini yaitu kemudahan dalam membudi daya, harga jual yang tinggi, dan karakteristik beras atau nasi yang disukai oleh masyarakat (Wahdah & Langai, 2010). Produksi 100% padi yang dipanen menghasilkan 72% beras, 20% sekam padi dan sisanya dedak (Warsito *et al.*, 2006). Sekam yang tidak dioptimalkan pemanfaatannya akan menyebabkan permasalahan baru yaitu menumpuknya limbah padat sekam dan proses degradasinya berlangsung secara lambat. Komponen sekam padi sendiri terdiri dari lapisan keras yang membungkus kariopsis butir gabah yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan dan juga terdiri atas 34-44% selulosa, 23-30% lignin, 13-39% abu, dan 8-15% air. Berdasarkan komponen tersebut diketahui bahwa sekam yang melalui proses pembakaran akan menghasilkan abu sekam yang mengandung kadar silika yang relatif tinggi yaitu sebesar 86,90-97,30% dan sejumlah kecil alkali dan logam pengotor.

Pemanfaatan silika ini cukup luas dalam kegiatan industri maupun kehidupan sehari-hari, yaitu sebagai penyerap kadar air dan

pengatur kelembapan bahan suatu produk. Oleh karena itu silika dari limbah sekam padi memiliki potensi sebagai sumber silika terbarukan dan sekaligus mampu meningkatkan nilai tambah dari limbah sekam padi (Agung *et al.*, 2013). Metode yang digunakan untuk mendapatkan silika adalah dengan menggunakan ekstraksi alkali yang didasarkan pada tingginya kelarutan silika yang cukup tinggi dalam pelarut basa seperti NaOH. Menurut Kalapathy *et al.* (2000) kelarutan silika dari abu sekam padi sangat rendah pada pH<10 dan akan meningkat pada pH>10, oleh karena itu ekstraksi silika dari abu sekam padi akan dilakukan dengan menggunakan pelarut alkali untuk mendapatkan pengendapan silika yang akan dilanjutkan dengan proses penetralan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap kemurnian silika dari limbah sekam padi Banjar jenis "Pandak" yang berada di Desa Kurau, Kabupaten Tanah Laut. Serta hasil karakterisasi silika yang diperoleh berdasarkan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan *X-Ray Fluorescence* (XRF).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan 240 *mesh* merk *Retsch*, botol semprot, buret, cawan porselen, erlenmeyer, *furnace* merk *Ney Vulcan* Tipe D-550, gelas kimia, kaca arloji, neraca analitik OHAUS model PIONEER, neraca analitik

model LIBERTINI, oven merk *Memmert*, pH indikator universal, pipet tetes, pipet ukur, statif, *stirring hot plate* merk Stuart Tipe CB 302, sudip, termometer, label penanda, X-Ray Fluorescence (XRF) merk Rigaku Tipe NEX DE, dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) merk (*Bruker Spectrometer*) Tipe Alpha II.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades, H₂SO₄ (p.a Merck), kertas Whatman no. 42, NaOH padat (Mr = 40,00 g/mol) (p.a Merck), NH₄OH dan sekam padi jenis "Pandak".

Prosedur Kerja

Preparasi sekam padi

Proses awal, membersihkan kotoran atau debu dan tanah yang ada dalam sekam menggunakan air bersih, direndam dalam air panas selama 2 jam, kemudian disaring and dicuci kembali sebanyak tiga kali menggunakan air panas.. Sekam yang sudah bersih dikeringkan di bawah sinar matahari, dan pengeringan dengan oven pada suhu. 110°C selama 3 jam (Pratomo *et al.* 2013).

Pengabuan sekam padi

Sekam yang kering dimasukkan ke dalam cawan porselen, diabukan pada suhu awal 200°C selama 1 jam dengan furnace. Proses lanjutan, pembakaran sekam pada 600°C selama 4 jam untuk terbentuk abu berwarna putih. (Apriliani, 2016), selanjutnya abu yang dihasilkan digerus dan diayak menggunakan ayakan 240 *mesh*.

Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi

Proses pemurnian dilakukan dengan cara mengekstraksi abu sekam padi yang diperoleh dengan memasukkan abu sebanyak 10 gram dan pada masing-masing gelas kimia (A, B, C, D, E) ukuran 250 mL. Masing-masing gelas kimia ditambahkan dengan 80 mL NaOH secara berurutan dengan konsentrasi berturut-turut yaitu 1,0M; 1,5M; 2,0M; 2,5M; 3,0M, kemudian dipanaskan menggunakan *stirring hot plate* pada suhu 90-95°C selama 1 jam sambil diaduk menggunakan magnetik *stirrer*. Proses selanjutnya disaring menggunakan kertas Whatman no. 42 dan residu yang dihasilkan dicuci dengan akuades hangat sebanyak 20 mL Filtrat yang diperoleh didiamkan semalam pada suhu ruang. Hasil filtrat ini disebut larutan natrium silikat (Na₂SiO₃).

Proses selanjutnya larutan natrium silikat dititrasi dengan H₂SO₄ 5,0M tetes demi tetes sampai terbentuk gelatin hingga pH 2 dan ditambah larutan NH₄OH 1,66M sampai pH 7 dengan pengadukan konstan pada suhu ruang menggunakan magnetik *stirrer* serta dilakukan pada suhu ruang. Silika yang terbentuk didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam, kemudian disaring dan dicuci dengan akuades hangat dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 5 jam. Silika kering dan ditimbang dan dihitung persentasi rendemennya (Arif, 2011).

Karakterisasi silika

Analisis Gugus Fungsi

Sampel abu dan silika dari sekam padi Pandak dianalisis dengan menggunakan

Fourier Transform Infrared (FTIR) pada bilangan gelombang 500-4000 cm^{-1} .

Analisis Komposisi Sampel Silika

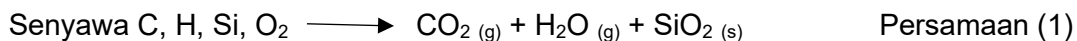
Sampel akan dianalisis dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mengetahui kandungan unsur-unsur yang terdapat di dalam sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku adalah sekam padi jenis Pandak yang berasal dari Desa Kurau, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Tahapan awal yang dilakukan adalah preparasi sampel. Sekam padi dibersihkan dari tanah maupun kotoran dengan menggunakan air panas. Sekam yang bersih, dikeringkan di bawah sinar matahari dan dilanjutkan dengan pengeringan

menggunakan oven pada suhu 110°C selama 3 jam agar air yang tersisa hilang sepenuhnya.

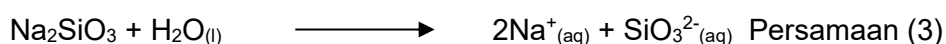
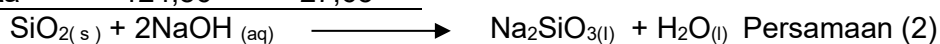
Sekam yang telah kering selanjutnya diabukan dengan cara dipanaskan pada suhu awal 200°C selama 1 jam, kemudian suhu dinaikkan menjadi 600°C selama 4 jam. Menurut Nuryono (2004), suhu 600°C adalah suhu optimum untuk pengabuan abu sekam padi. Hal ini dikarenakan suhu pengabuan suhu 500°C masih terdeteksi karbon yang belum teroksidasi sempurna sehingga kadar silika dalam abu masih relatif rendah. Sedangkan, pengabuan di atas 700°C akan mengalami kesulitan proses destruksi karena abu memiliki karakteristik kristal yang tinggi. Menurut Sriyanto dan Darwanta (2017) reaksi yang terjadi pada proses pengabuan ditunjukkan pada Persamaan 1.



Hasil pengabuan sekam padi Pandak mengalami penurunan massa dari sekam seberat 124,86 gram dan diperoleh abu sebanyak 27,65 gram dengan rendemen sebesar 22,14% seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Massa abu sekam padi Pandak

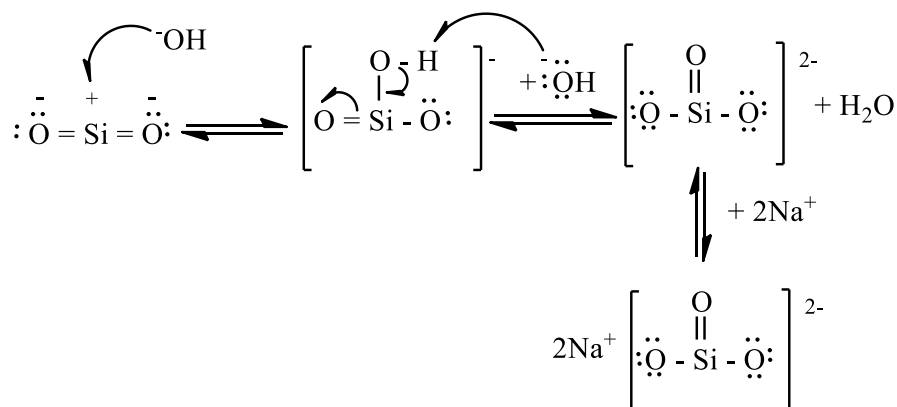
No.	Cawan	Sekam	Abu
		(gram)	
1	A	25,82	5,66
2	B	25,76	5,66
3	C	22,32	4,99
4	D	25,57	5,72
5	E	25,39	5,62
Rata-rata		124,86	27,65



Abu yang diperoleh kemudiam digerus dan diayak dengan ayakan 240 *mesh* untuk menyeragamkan ukuran. Proses selanjutnya destruksi dengan NaOH dengan variasi konsentrasi 1,0M; 1,5M; 2,0M; 2,5M; 3,0M (gambar 2) pada pemanasan $90-95^{\circ}\text{C}$ dan diaduk selama 1 jam dengan magnetik *stirrer* yang bertujuan mendistribusikan suhu agar merata dan mempercepat peleburannya. Proses peleburan bertujuan untuk mengubah SiO_2 menjadi ion silikat sesuai dengan Persamaan (2) dan (3)

Peleburan pada keadaan temperatur yang tinggi akan mengakibatkan NaOH terdisosiasi sempurna membentuk ion Na^+

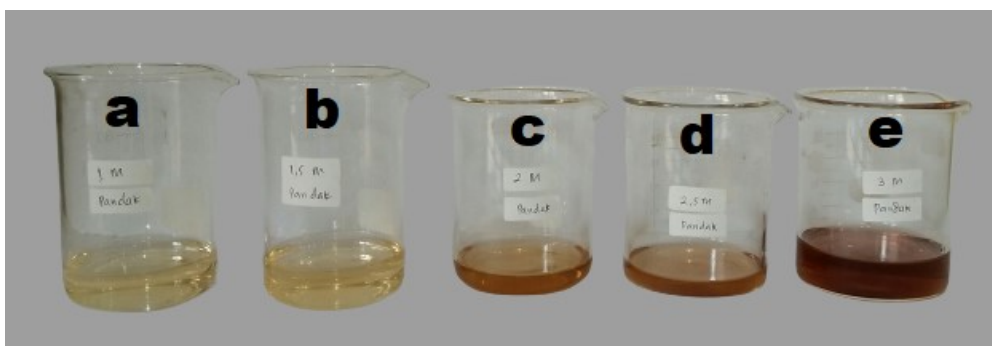
dan OH^- . Mekanisme reaksi yang diperkirakan terjadi pada saat pembentukan Na_2SiO_3 ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme reaksi pembentukan natrium silikat (Astuti, 2004)

Larutan Na_2SiO_3 yang dihasilkan mengandung anion silikat ($\equiv\text{Si-O}^-$) sebagai gugus reaktif dengan ion natrium sebagai penyeimbang muatan (Dewi, 2005). Larutan yang terbentuk disaring dengan kertas saring *Whatman* No. 42 untuk memisahkan residu

dengan filtrat. Penambahan akuades hangat sebanyak 20 mL bertujuan agar silikat pada larutan terdisosiasi menjadi ion Na^+ dan SiO_3^{2-} dan dibiarkan selama 18 jam untuk mengoptimalkan pelarutan natrium silikat.

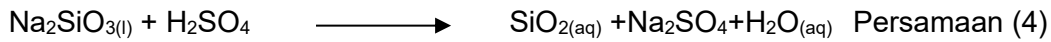


Gambar 2. Proses destruksi silika menggunakan NaOH (a) 1,0M; (b) 1,5M; (c) 2,0M; (d) 2,5M; (e) 3,0M

Berdasarkan Gambar 2 destruksi basah dengan variasi konsentrasi NaOH juga silika hasil destruksi menghasilkan intensitas warna yang semakin pekat (intensitas warna naik) seiring bertambahnya konsentrasi NaOH yang digunakan. yang terbentuk Hal ini disebabkan karena adanya zat yang tidak diinginkan (pengotor) yang terkandung di dalam sekam

padi, diantaranya karbon, natrium, kalium, besi, dan lain-lain (Nugraha *et al.*, 2001, Hariyati, 2017). Pembuatan silika dari larutan Na_2SiO_3 yang sudah didiamkan dilakukan dengan penambahan asam. Pada penelitian ini larutan asam yang digunakan adalah H_2SO_4 5,0M. Larutan Na_2SiO_3 larutan H_2SO_4 per tetes sampai pH 2 sambil diaduk dengan

pengaduk magnetik pada suhu ruang. Tujuan penambahan asam ini untuk menurunkan kadar pengotor berupa oksida-oksida logam



Pembentukan silika dari penambahan asam menghasilkan silika dengan berwarna putih kecoklatan, sehingga dilanjutkan dengan penambahan larutan NH_4OH 1,66M tetes demi tetes sampai pH 7. Larutan NH_4OH bertujuan untuk menaikkan pH dari asam ke netral, sehingga garam mengalami ionisasi menjadi NH_4^+ dan OH^- untuk menetralkan ion H^+ yang berlebih dalam larutan dengan keadaan yang sangat asam dan dilanjutkan proses pematangan selama 18 jam. Endapan silika yang terbentuk kemudian dicuci dengan akuades hangat dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C selama 5 jam. Penggunaan akuades hangat lebih efektif dikarenakan pencucian pada suhu lebih tinggi, rapat massa akuades akan lebih kecil. Selain itu, akuades hangat cenderung lebih besar melarutkan pengotor dibandingkan akuades

seperti Na_2O , K_2O dan CaO (Mujiyanti *et al.*, 2010). Reaksi yang terjadi pada proses pengasaman ditunjukkan pada Persamaan 4.

dingin, sehingga silika murni dapat diperoleh dengan baik. Silika yang diperoleh dari setiap variasi konsentrasi NaOH —dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Serbuk silika hasil variasi konsentrasi NaOH : (a) 1,0M (b) 1,5M; (c) 2,0M; (d) 2,5M; (e) 3,0M

Hasil pemisahan silika dari abu sekam padi melalui destruksi menggunakan NaOH dengan konsentrasi yang bervariasi menghasilkan kadar silika yang berbeda seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rendemen silika yang dihasilkan dari variasi konsentrasi NaOH

No	Konsentrasi NaOH	Berat abu (gram)	Berat Silika (gram)	Kadar (%)
1	1,0 M	10,0000	3,6778	36,7780
2	1,5 M	10,0001	4,7727	47,7265
3	2,0 M	10,0002	3,3498	33,4973
4	2,5 M	10,0000	2,5695	25,6950
5	3,0M	10,0001	6,1377	61,3764

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar silika terbanyak diperoleh pada konsentrasi NaOH 3,0M sebesar 6,1377 gram dengan rendemen sebesar 61,3764%.

Analisis Gugus Fungsi menggunakan FTIR

Hasil karakterisasi silika yang dihasilkan disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan spektra pada Gambar 4 yang menggambarkan adanya gugus fungsi dalam sampel abu sekam padi Pandak dan pada

abu sekam padi Pandak tidak terlihat puncak tersebut. Faktor munculnya gugus fungsi pada bilangan tersebut dikarenakan adanya pengaruh tingkat kemurnian dari pembentukan senyawa natrium silikat dari peleburan abu dengan NaOH (Adziimaa et al., 2013). Spektra FTIR dari sekam padi Pandak menunjukkan bahwa abu dan silika hasil

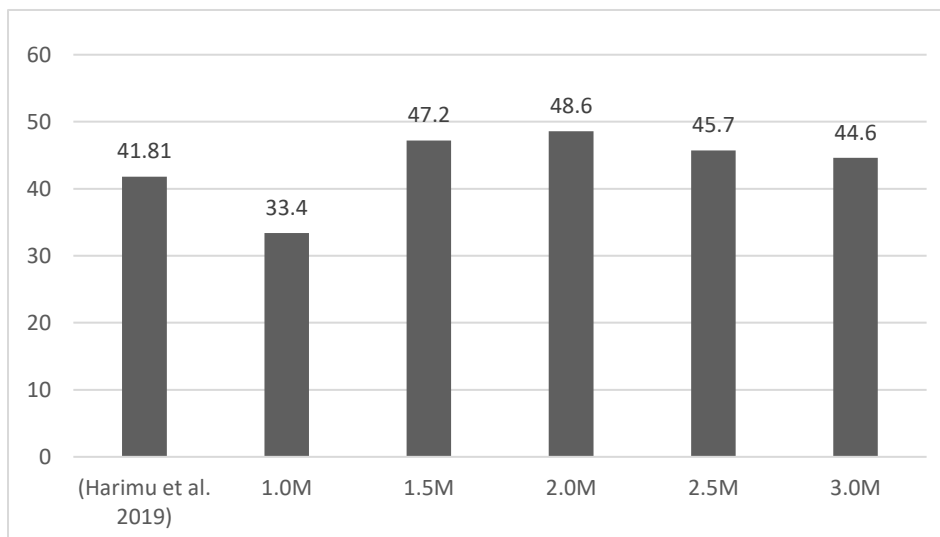
variasi konsentrasi NaOH memiliki gugus dominan yaitu gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si).

Analisis Komposisi Sampel Silika X-Ray Fluoresense (XRF)

Karakterisasi silika yang dihasilkan menggunakan XRF disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 5.

Tabel 3. Data analisis XRF silika dari variasi konsentrasi

Senyawa	Acuan (%) (Harimu et al., 2019)	Konsentrasi NaOH (%)				
		1,0M	1,5M	2,0M	2,5M	3,0M
Na ₂ O	2,577	-	-	-	-	-
MgO	0,393	-	-	-	-	-
Al ₂ O ₃	0,770	0,451	0,747	-	-	-
SiO ₂	41,810	33,400	47,200	48,600	45,700	44,600
P ₂ O ₅	0,769	1,670	2,220	2,200	2,200	2,140
K ₂ O	0,404	-	-	-	-	-
CaO	0,180	0,068	0,101	0,368	0,082	0,267
TiO ₂	0,012	-	-	0,052	-	-
Fe ₂ O ₃	0,040	0,002	0,002	0,023	0,003	0,017



Gambar 5. Perbandingan hasil komposisi SiO₂ dari variasi konsentrasi NaOH

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 5 didapatkan bahwa sebagian besar senyawa yang terkandung dalam sampel tidak terdeteksi. Hal ini dipengaruhi oleh proses

pencucian dengan H₂O yang bertujuan untuk menghilangkan senyawa pengotor yang terbentuk selama proses perlakuan (Izzati et al., 2013). Penelitian yang telah dilakukan oleh

Harimu *et al.* (2019) pada konsentrasi NaOH 3,0M didapatkan persentase 41,810% dengan menggunakan sampel abu sekam padi dari Desa Mataiwoi, Sulawesi Tenggara. Hasil silika dari abu sekam padi Pandak dengan variasi konsentrasi NaOH didapatkan persentase optimum pada konsentrasi 2,0M sebesar 48,60 %. Adanya perbedaan konsentrasi NaOH dan persentase silika yang dihasilkan dikarenakan bedanya jenis abu sekam yang serta karakteristik jenis tanah dari tiap wilayah mempengaruhi pertumbuhan tanaman pertanian (Tufaila & Syamsu, 2014). Menurut penelitian dan pengembangan lahan rawa yang dilakukan Haryono *et al.* (2013) diketahui bahwa lahan rawa pasang surut dari Desa Kurau merupakan golongan tanah gambut karena mempunyai tanah dengan pH kisaran 4,0-4,5 dan juga memiliki tipologi lahan dengan kadar aluminium dan besi yang cukup tinggi.

Persentase silika sekam padi Pandak dari variasi konsentrasi NaOH pada kondisi 1,0M menunjukkan jumlah silika yang diikat menjadi natrium silikat relatif lebih kecil yaitu sebesar 33,400%, dan sebaliknya pada konsentrasi NaOH 3,0M menyebabkan kadar silika menjadi menurun. Hal ini disebabkan karena pada abu sekam padi Pandak yang terikat dengan NaOH pada kondisi konsentrasi yang tinggi viskositasnya mengalami penambahan sehingga mengurangi aktivitas ion di dalam larutan, sehingga jumlah ikatan yang terbentuk antara NaOH dan SiO₂ dalam abu sekam padi Pandak berkurang (Harimu *et al.*, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil ekstraksi silika diperoleh kadar silika terbanyak pada konsentrasi NaOH 3,0M yaitu seberat 6,1377 gram dengan rendemen sebesar 61,3764%. Hasil identifikasi gugus fungsi berdasarkan FTIR menunjukkan bahwa abu dan silika dari sekam padi Pandak memiliki gugus dominan yaitu gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) pada bilangan gelombang 2800-3750 cm⁻¹ dan 1000-1100 cm⁻¹. Sedangkan untuk karakterisasi komposisi menggunakan XRF senyawa silika memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 48,600% yang diperoleh pada konsentrasi 2,0M.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini dari hibah Penelitian Dosen Wajib Meneliti ULM Tahun 2020 dan dibiayai Oleh DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2020 Nomor : 023.17.2.6777518/2020 Tanggal 16 Maret 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, G.F., Hanafie, M.R., & Mardina, P. 2013. Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi dengan Pelarut KOH. *Konversi*. **2**(1):28-31.
- Anam, C., Sirojudin K., & Sofyan. F. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spirtus menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Berkala Fisika*. **10**: 79-85.

- Apriliani, N. 2016. *Jenis Pelarut dan Waktu Pemeraman pada Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi Varietas Ciherang*. Skripsi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arif, M.F. 2011. *Sintesis dan Karakterisasi Nanosilika Dari Abu Sekam Padi Dengan Proses Sol-Gel*. Skripsi, FMIPA Unlam. Banjarbaru.
- Astuti, W. 2004. *Analisis Model Mekanisme Reaksi Pada Proses Pembuatan Na_2SiO_3 Dari Abu Sekam Padi dan Larutan Soda Api Secara Sinambung*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA. Semarang.
- Dewi, L. 2005. *Termodinamika Adsorpsi Zn(II) dan Cd(III) pada Adsorben Hibrida Amino-Silika Hasil Pengolahan dari Abu Sekam Padi*. Skripsi. FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Harimu, L., Rudi, L., Haetami, A., Santoso, G.A.P., & Asriyanti. 2019. Studi Variasi Konsentrasi NaOH dan H_2SO_4 untuk Memurnikan Silika dari Abu Sekam Padi sebagai Adsorben Ion Logam Pb^{2+} dan Cu^{2+} . *Indo. J. Chem. Res.* **6**(2): 81-87.
- Hariyati, N.H.E. 2017. *Sintesis dan Karakterisasi Nanosilika dari Abu Sekam Padi Menggunakan Metode Sol-Gel dengan Penambahan Polivinil Alkohol (PVA)*. Skripsi, FMIPA Unlam. Banjarbaru.
- Haryono, Noor, M., Syahbuddin, H., & Sarwani, M. 2013. *Lahan rawa penelitian dan pengembangan*. IAARD Press. Jakarta.
- Hayati, D., Pardoyo & Azmiyawati, C. 2017. Pengaruh Variasi Jenis Asam terhadap Karakter Nanosilika yang Disintesis dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* **20** (1):1-4.
- Izzati, H.N., Nisak, F., Munasir. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Kekristalan Nanosilika Berbasis Pasir Bancar. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia.* **02**(03):19-22.
- Kalapathy, U., Proctor, A., & Shultz, J. 2000. An Improved Method for Production of Silica from Rice Hull Ash. *Bioresource Technology.* **73**: 257-262.
- Khairullah, I., William, E., & Nurtirtayani. 2008. *Potensi Genetik Plasma Nutfah Tanaman Pangan di Lahan Rawa*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Mujiyanti, D.R., Astuti, M.D., & Umaningrum, D. 2010. *Pembuatan Silika Amorf dari Limbah Sekam Padi Gambut Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan*. Laporan Penelitian DIPA. FMIPA Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Nuryono, Narsito, Tasmilah & Sriyanti, 2004. *Selektivitas Silika Gel Termodifikasi Gugus Tiol untuk Adsorpsi Kadmium (II) dan Tembaga (II)*. Seminar Nasional MIPA diselenggarakan oleh FMIPA UNDIP. Yogyakarta.
- Permatasari N., Suchaya, T.N., & Nandiyanto., A.B.D. 2016. Review: Agricultural Wastes as a Source of Silica Material. *Indonesian Journal of Science & Technology.* **1** (1):82-106.
- Pratomo, I., Wardhani, S., & Purwonugroho, D. 2013. Pengaruh Teknik Ekstraksi dan Konsentrasi HCl dalam Ekstraksi Silika dari Sekam Padi untuk Sintesis Silika Xerogel. *Kimia Student Journal.* **2**(1): 358-364.
- Sholikha, I., Friyatmoko, W.K., Utami, E.D.S. Listiyanti & Widyaningsih, D. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Limbah Abu Sekam Padi (*Oryza Sativa*) dengan Variasi Konsentrasi Pengasaman. *Pelita-jurnal penelitian mahasiswa UNY.* **5**(2).
- Sriyanto & Darwanta. 2017. Kajian Pengaruh Jenis Asam pada Pemurnian Abu Sekam Padi. *AVOGADRO Jurnal Kimia.* **1**(1):30-33.
- Sudiarta, I.W., Diantariani, N.P., & Suarya, P. 2013. Modifikasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi dengan Ligan Difenilkarbazon. *JURNAL KIMIA.* **7**(1):57-63.
- Suyanta & Kuncaka, A. 2011. Utilization of Rice Husk as Raw Material in Synthesis of Mesoporous Silicates MCM-41. *Indo. J. Chem.* **11**(3):279-284.
- Trivana, L., Sugiarta, S., & Rohaeti, E. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3) dari Sekam Padi. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan.* **7**(2): 66-75.
- Tufaila, M. & Alam, S. 2014. Karakteristik Tanah dan Evaluasi Lahan untuk Pengembangan Tanaman Padi Sawah di Kecamatan Oheo Kabupaten Konawe Utara. *AGRIPLUS.* **24**(02):ISSN 0854-0128.

Wahdah, R., Langai, B.F., & Sitaresmi, T. 2012. Keragaman Karakter Varietas Lokal Padi Pasang Surut Kalimantan Selatan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. **31**(3): 158-165.

Warsito, Sri., Sriatun, & Taslimah. 2006. *Pengaruh Penambahan Surfaktan*

Cetyltrimethylammonium Bromide (N-Ctmabr) pada Sintesis Zeolit Y. Skripsi, Universitas Diponegoro.