

## SINTESIS SILIKA TERMODIFIKASI ASAM LAURAT DARI ABU SEKAM PADI

Hermania Em Wogo\*, Maria E. Besin, Febri O. Nitbani, Imanuel Gauru, Odi Th. E. Selan, Titus Lapailaka

Program Studi Kimia FST Undana, Jl. Adi Sucipto Penfui Kupang Indonesia

\*Corresponding Author: e-mail: [hermania\\_wogo@yahoo.com](mailto:hermania_wogo@yahoo.com)

### ABSTRAK

Sintesis silika termodifikasi asam laurat telah dilakukan dengan menggunakan metode refluks (pemanasan). Kajian dalam penelitian ini adalah sintesis dan karakterisasi silika termodifikasi asam laurat. Karakterisasi dilakukan dengan spektrofotometer inframerah (FTIR), difraktometer sinar-X (XRD), spektrofotometer UV-Vis dan Fluoresensi sinar-X (XRF). Hasil karakterisasi XRF menunjukkan bahwa silika abu sekam padi memiliki kadar 96,8%. Silika termodifikasi asam laurat berhasil disintesis dengan munculnya serapan akibat renggangan gugus -CH- pada bilangan gelombang 2900-2800  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus C=O pada bilangan gelombang 1700  $\text{cm}^{-1}$  pada spektra FTIR. Data XRD menunjukkan bahwa silika termodifikasi asam laurat bersifat amorf. Adapun luas permukaan silika yang termodifikasi asam laurat terbesar yaitu 173,9721  $\text{m}^2/\text{gram}$  yaitu terdapat pada variasi asam laurat 0,75 gram dengan waktu kontak optimum 50 menit.

**Kata Kunci:** silika, asam laurat, silika termodifikasi asam laurat

### ABSTRACT

*The synthesis of silica modified lauric acid using reflux (heating) methods has been done. The study in the research is the synthesis and characterization of silica modified lauric acid. The Characterization was performed using infrared spectrophotometer (FTIR), X-ray diffractometer (XRD), UV-Vis spectrophotometer and (X-ray Fluorescence) XRF. The result of XRF showed that the percentage of silica from rice husk was 96,8%. Silica modified lauric acid has been successfully synthesized by the appearance of absorption due to cluster stretch -CH- wave number 2900-2800  $\text{cm}^{-1}$  and C=O on wave number 1700  $\text{cm}^{-1}$  in FTIR spectra. XRD data showed that silica/modified lauric acid was amorphous. The largest surface area of silica modified lauric acid was 173,9721  $\text{m}^2/\text{gram}$  which found in the the variation of lauric acid 0.75 grams with an optimum contact time of 50 minutes.*

**Key words:** silica, lauric acid, silica modified lauric acid

### PENDAHULUAN

Sekam padi merupakan salah satu limbah yang banyak terdapat di Nusa Tenggara Timur yang kaya akan silika. Silika merupakan material berpori yang banyak dimanfaatkan sebagai absorben [1,2]. Prekursor sintesis silika dapat diperoleh dari reaksi antara abu sekam padi dengan NaOH menghasilkan natrium silikat yang selanjutnya digunakan untuk mensintesis silika.

Silika memiliki gugus aktif berupa siloksan dan silanol. Gugus silanol merupakan gugus yang mudah dimodifikasi karena terletak pada permukaan silika. Secara umum, tujuan modifikasi adalah untuk mendapatkan material baru yang lebih unggul dari material/komponen penyusunnya [3]. Modifikasi ini dapat dilakukan dengan cara menggabungkan material organik dengan material anorganik. Material yang merupakan produk dari penggabungan senyawa organik dan anorganik disebut material hibrida. Berdasarkan interaksinya, material hibrida dikelompokkan menjadi 2, yakni material hibrida Kelas I dimana interaksi yang terjadi antara komponen penyusunnya berupa

interaksi hidrogen, ikatan van der Waals atau ikatan ion sedangkan material hibrida Kelas II merupakan material yang interaksi antar komponen penyusunnya merupakan ikatan kovalen [4].

Ada beberapa penelitian yang berhasil memodifikasi silika dengan bahan organik seperti komposit silika/PEG yang mengandung asam klorogenat [5], silika termodifikasi seperti modifikasi silika dengan dithizon [6], difenilkarbazone [7], difenilkarbazida [8], heksadekanol [9], dan asam stearat [10].

Dalam penelitian seperti karakterisasi kulit sintetik dari silika termodifikasi perak (Ag) yang bersifat antibakteri [11], silika terimobilisasi EDTA-Ag sebagai bahan antibakteri [12], serta pembuatan bioplastik dari komposit silika terimobilisasi EDTA-Ag dan kitosan [13], silika dimanfaatkan sebagai “*delivery system*” karena terbukti mampu meningkatkan sifat antibakteri dari senyawa organik karena silika mampu meningkatkan sifat hidrofibilitas senyawa organik. Asam laurat merupakan asam lemak jenuh yang dapat diisolasi dari minyak kelapa dan memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella thypimurium* dan *Escherichia coli* [14]. Asam laurat merupakan senyawa yang bersifat hidrofilik. Modifikasi silika dengan asam laurat diharapkan dapat meningkatkan hidrofibilitas serta sifat antibakteri dari asam laurat. Karena itu, kajian dalam penelitian ini yaitu sintesis dan karakterisasi silika termodifikasi asam laurat.

## METODE

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah tanur, cawan porselin, mortar dan alu, ayakan 60 mesh, indikator pH, kertas saring, corong, timbangan analitik, pengaduk, *magnetic stirrer* serta peralatan gelas lainnya di laboratorium. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sekam padi, akuades, NaOH (Merck), HCl (Merck), asam laurat, toluene (SmartLab), dan metilen biru.

### Prosedur Kerja

#### Ekstraksi silika dari abu sekam padi [6]

Sekam padi dibersihkan dari kotoran dan dicuci dengan air lalu dibilas menggunakan akuades sampai bersih, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 1 jam. Pengeringan dengan oven bertujuan untuk menghilangkan kandungan air. Kemudian diambil 1000 g sekam padi yang bersih dan kering, lalu disangrai sampai berwarna hitam dan diabukan selama 4 jam pada suhu 700°C. Sampel digerus di dalam cawan porselin hingga halus dan diayak dengan ayakan 60 mesh untuk menghomogenkan ukuran sampel. Selanjutnya diambil 20 g abu sekam padi hasil ayakan dan dicuci dengan 120 mL HCl 6 M dengan diaduk selama 1 jam. Kemudian dibilas kembali dengan akuades sampai pH netral dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 110°C selama ±2 jam.

Larutan natrium silikat dibuat dengan cara diambil 20 g abu yang bersih dan kering, dilarutkan dengan 330 mL NaOH 2 M. Lalu dididihkan sambil diaduk hingga mengental dan didestruksi selama 30 menit pada suhu 500° C. Selanjutnya ditambahkan akuades 200 mL pada hasil pemanasan, kemudian didinginkan semalam dan disaring. Filtratnya merupakan natrium silikat.

Pada pembuatan silika gel, larutan HCl 3 M diteteskan ke dalam 20 mL larutan natrium silikat sambil diaduk hingga diperoleh gel (hidrogel). Kemudian gel didiamkan semalam, lalu dicuci hingga pH netral kemudian dioven pada suhu 110 °C selama 2 jam. Silika hasil oven digunakan dalam tahap modifikasi berikutnya. Silika yang diperoleh kemudian karakterisasi menggunakan FTIR, XRD dan XRF.

#### Sintesis silika termodifikasi asam laurat [10]

Asam laurat ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dilarutkan dalam 50 mL toluena dan ditambahkan satu tetes HCl pekat sebagai katalis. Kedalam campuran tersebut ditambahkan 5 gram silika gel hasil sintesis sebelumnya. Campuran direfluks selama 3 jam pada suhu 60°C. Hasil

yang diperoleh disaring dan dicuci menggunakan 20 mL toluene lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Modifikasi juga dilakukan dengan variasi asam laurat 0,75 gram dan 1 gram. Produk yang dihasilkan dikarakterisasi dengan FTIR dan XRD.

#### **Penentuan luas permukaan silika termodifikasi asam laurat**

Silika gel yang telah termodifikasi asam laurat dikarakterisasi untuk mengetahui luas permukaannya dengan menggunakan metode spektrofotometri uv-vis. Dibuat larutan metilen biru 2 mg/L dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 550-700 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian ditentukan panjang gelombang maksimum dan dibuat kurva standar metilen biru dengan konsentrasi 0; 1; 1,5; 2; 2,5 mg/L dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Dari data yang diperoleh, dibuat kurva standar metilen biru (mg/L).

Sebanyak 0,1 g silika gel termodifikasi asam laurat ditambahkan ke dalam 25 mL larutan metilen biru 200 mg/L, kemudian diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet dengan waktu kontak 30, 40, 50, 60 dan 70 menit. Larutan dari hasil pengadukan tersebut disaring dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum metilen biru untuk mendapatkan berat (mg/g) teradsorpsi maksimum.

Konsentrasi metilen biru teradsorpsi pada waktu kontak maksimum digunakan untuk menghitung luas permukaan silika gel termodifikasi asam laurat dengan menggunakan persamaan :

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{M_r}$$

Dimana S adalah luas permukaan ( $m^2/g$ ),  $X_m$  adalah daya serap optimum dari adsorben terhadap metilen biru (mg/g), N adalah bilangan Avogadro ( $6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$ ), A adalah luas permukaan 1 molekul metilen biru ( $197 \times 10^{-20} m^2/molekul$ ) dan  $M_r$  adalah masa molekul relatif metilen biru (319,86 gram/mol). Penentuan nilai  $X_m$  dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$X_m = (C_o - C_s) \times \frac{V}{m}$$

Dimana  $C_o$  adalah konsentrasi metilen biru awal (mg/L),  $C_s$  adalah konsentrasi metilen biru akhir (mg/L), V adalah volume metilen biru yang digunakan (L) dan m adalah berat sampel silika termodifikasi asam laurat (g). Perbandingan yang digunakan adalah luas permukaan silika gel sebelum termodifikasi asam laurat.

## **HASIL PENELITIAN**

### **Ekstraksi silika dari abu sekam padi**

Dalam penelitian ini, bahan baku produksi silika yaitu sekam padi terlebih dahulu disangrai hingga berwarna hitam untuk menurunkan suhu pengabuan agar tidak mempengaruhi kristalinitas silika. Kemudian hasil sangrai ditanur selama 4 jam pada suhu 600°C untuk memperoleh abu sekam padi yang berwarna putih. Tujuan sekam padi disangrai sebelum diabukan adalah yang akan dihasilkan. Setelah diperoleh abu sekam, dilakukan pencucian untuk menghilangkan oksida yang terkandung dalam abu sekam dengan HCl [15]. Setelah itu, abu sekam dinetralkan dengan aquades dan dioven untuk menghilangkan kadar air dalam abu sekam padi. Abu yang diperoleh berwarna putih (Gambar 1(c)).

Abu sekam padi selanjutnya di destruksi dengan NaOH kemudian dilarutkan dengan aquades selama semalam untuk memperoleh natrium silikat yang merupakan prekursor sintesis silika. Pada penelitian ini, destruksi dilakukan pada suhu 500°C sehingga NaOH dapat terionisasi dan reaksi pembentukan natrium silikat dapat terjadi dengan efektif [8]. Silika gel yang terbentuk berwarna putih susu, kemudian dibiarkan selama semalam lalu dicuci hingga pH netral. Pengovenan kemudian dilakukan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada silika. Silika hasil oven yang diperoleh berupa serbuk putih. Adapun tahapan sintesis silika dapat dilihat dari Gambar 1 berikut.



Gambar 1. (a) sekam padi, (b) arang sekam padi, (c) abu sekam padi, (d) pencucian abu dengan HCl, (e) abu hasil pencucian, (f) padatan natrium silikat, (g) larutan natrium silikat, (h) silika gel dan (i) serbuk silika hasil oven

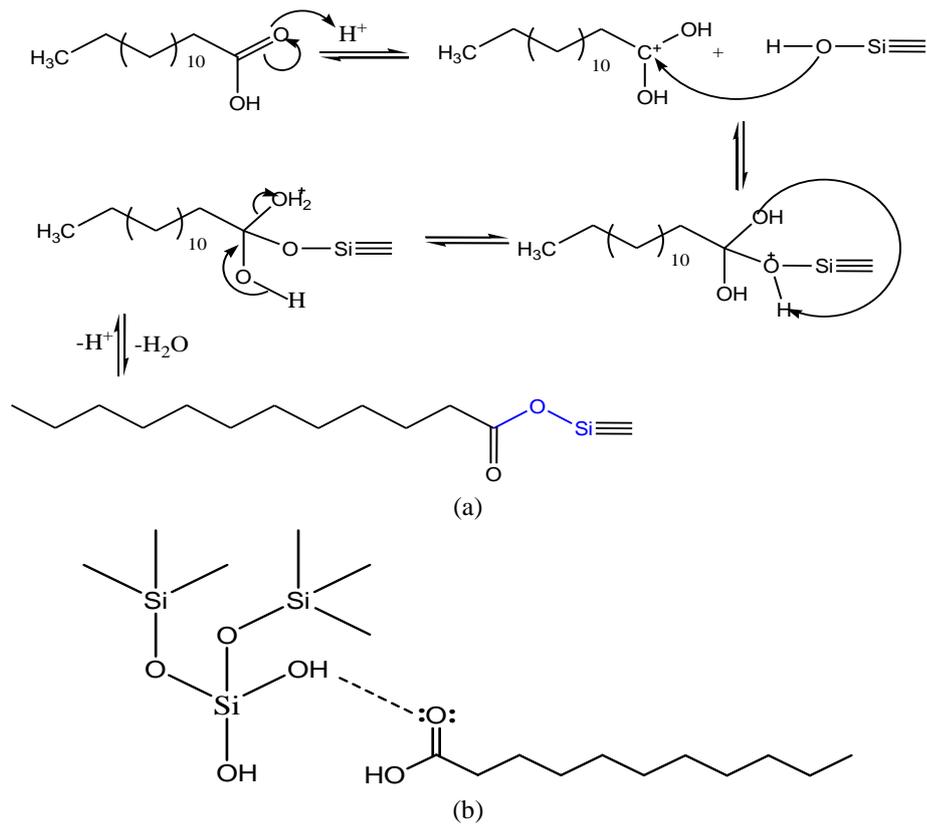
Silika abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini dianalisis komposisinya menggunakan instrumen XRF. Adapun data karakterisasi menggunakan XRF diketahui bahwa silika yang disintesis dari abu sekam padi memiliki persentasi sebesar 96,8%. Data XRF dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil analisis XRF silika abu sekam padi

Unsur	Komposisi(%)
Si	96,8
K	0,38
Ca	1,58
Cr	0,051
Mn	0,23
Fe	0,22
Ni	0,03
Cu	0,075
Zn	0,551
Eu	0,1

#### Sintesis silika termodifikasi asam laurat

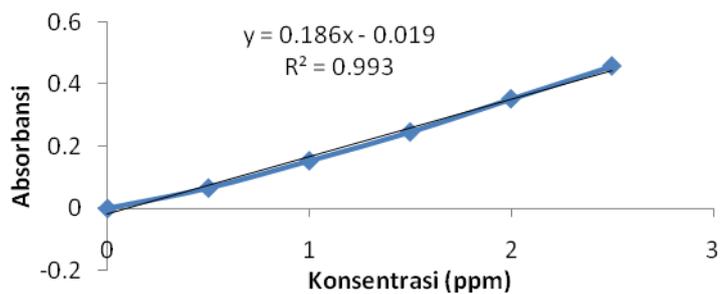
Dalam peneltian ini, silika termodifikasi asam laurat disintesis menggunakan metode refluks (pemanasan). Ada dua kemungkinan reaksi modifikasi silika dengan asam laurat yaitu pembentukan ikatan kovalen melalui reaksi esterifikasi dan adanya interaksi hidrogen antara silika dengan asam laurat. Mekanisme reaksi esterefikasi asam laurat dengan gugus silanol silika dapat dilihat pada Gambar 2 berikut. Pada reaksi esterifikasi, terlihat bahwa asam laurat diprotonasi oleh asam kemudian gugus silanol menyerang gugus karbonil yang reaktif dan membentuk ikatan kovalen baru yakni -Si-O-C- yang ditandai dengan garis biru pada Gambar 2(a) dibawah ini. Diperkirakan juga bahwa terjadi interaksi hidrogen antara silika dengan asam laurat seperti terlihat pada Gambar 2(b) berikut. Interaksi ini diperkirakan terjadi karena asam laurat mengandung gugus karbonil yang mampu berinteraksi dengan hidrogen dari gugus silanol pada silika.



Gambar 2. (a) mekanisme reaksi esterifikasi asam laurat dengan silika dan (b) interaksi hidrogen antara silika dan asam laurat

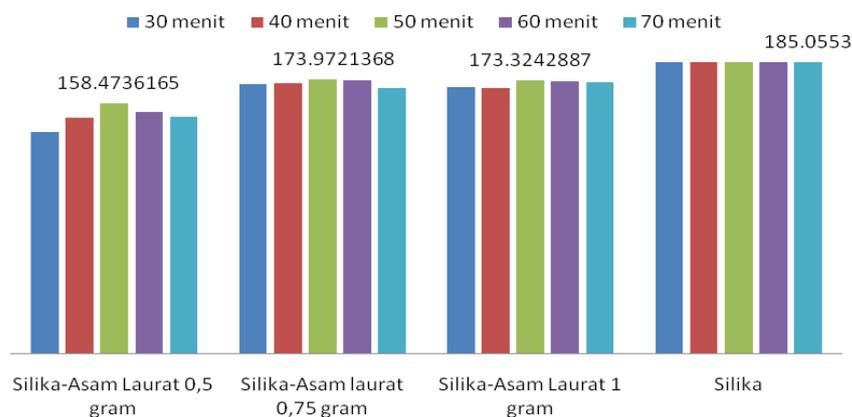
**Penentuan luas permukaan silika termodifikasi asam laurat**

Dalam penelitian ini, penentuan luas permukaan silika termodifikasi asam laurat menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Silika termodifikasi asam laurat dikontakan dengan larutan metilen biru selama variasi waktu 30, 40, 50, 60 dan 70 menit kemudian diukur absorbansinya. Panjang gelombang maksimum yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 665 nm. Berdasarkan kurva standard (Gambar 3), diketahui bahwa nilai  $R^2 = 0,993$  dengan persamaan regresi  $y = 0,186x - 0,019$



Gambar 3. Grafik kurva standard metilen biru

Data perhitungan konsentrasi, berat metilen biru sisa dan luas permukaan dapat dilihat dari Gambar 4. berikut.



Gambar 4. Grafik luas permukaan silika termodifikasi asam laurat

Berdasarkan Gambar 4. diatas terlihat penambahan asam laurat menyebabkan menurunnya waktu kontak optimum dari silika dan menurunkan luas permukaan silika. Hal ini mungkin terjadi karena asam laurat menutup pori silika sehingga daya serap silika menurun. Untuk silika termodifikasi asam laurat, luas permukaan terbesar terdapat pada silika termodifikasi asam laurat dengan luas permukaan 173,9721 m<sup>2</sup>/gram. Adapun luas permukaan silika termodifikasi asam laurat 1 gram tidak jauh berbeda dengan silika termodifikasi asam laurat 0,75 gram yakni 173,3243 m<sup>2</sup>/gram. Sedangkan luas permukaan terkecil terdapat pada silika termodifikasi asam laurat 0,5 gram sebesar 158,4736 m<sup>2</sup>/gram.

**Karakterisasi silika termodifikasi asam laurat**

Karakterisasi silika termodifikasi asam laurat menggunakan FTIR dapat dilihat dari Tabel 4.

Tabel 4. Interpretasi hasil spektra FTIR

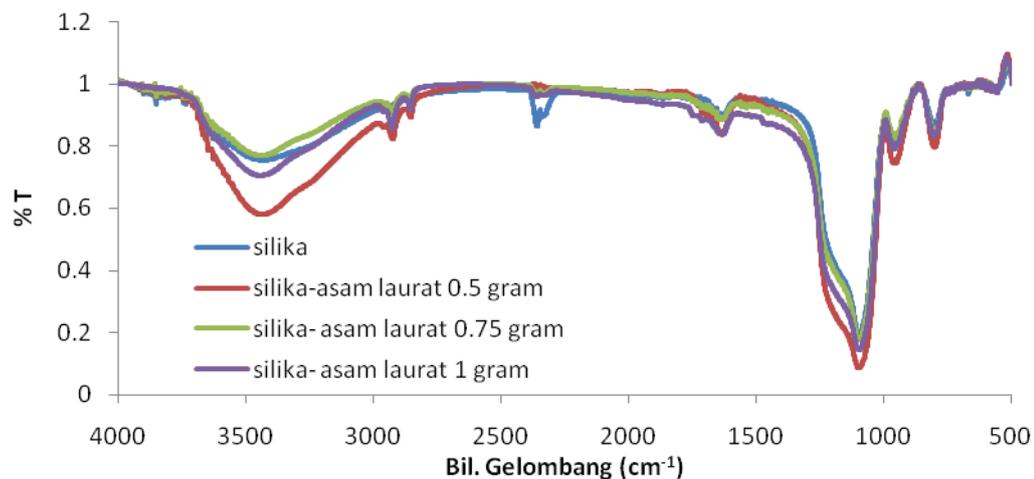
Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )			
	A1	A2	A3	A4
Vibrasi ulur –OH dari –Si-OH	3439,32	3441,75	3442,90	3444,07
Vibrasi ulur –C-H asimetri	2922,81	2957,10	2957,77	-
		2924,52	2923,64	
Vibrasi ulur –C-H simetri	2852,88	2853,89	2853,33	-
Vibrasi tekuk –OH dari –Si-OH dan H <sub>2</sub> O	1633,63	1633,53	1633,05	1644,50
Vibrasi ulur asimetri –Si-O- dari –Si-O-Si-	1098,01	1096,83	1097,51	1097,88
Vibrasi ulur simetri –Si-O- dari –Si-O-Si-	800,43	806,44	807,03	799,35
	-	-	-	668,26
Vibrasi Si-OH	955,72	960,02	959,31	956,92
Vibrasi renggangan asimetri C=O	-	1732,25	-	-
		1713,64		

Keterangan: A1= silika termodifikasi asam laurat 0,5 gram, A2= silika termodifikasi asam laurat 0,75 gram, A3= silika termodifikasi asam laurat 1 gram, A4=silika

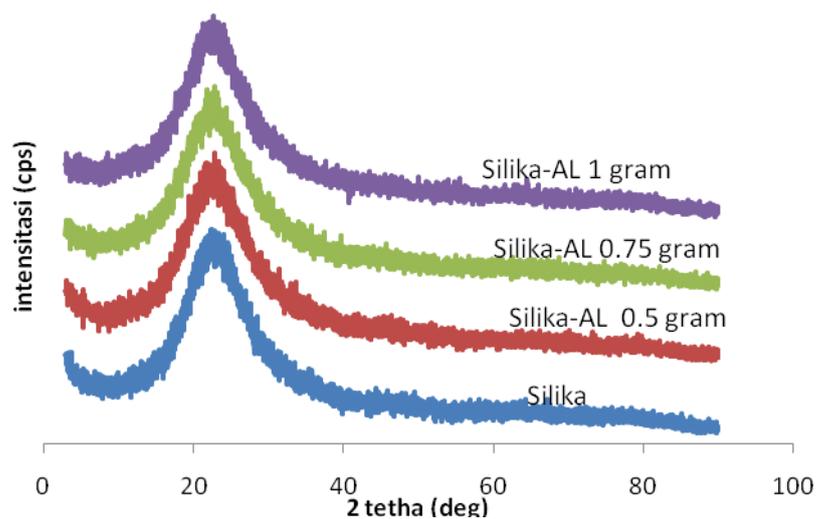
Dari interpretasi diatas, diketahui bahwa silika berhasil dimodifikasi dengan asam laurat dengan munculnya serapan pada daerah 2900-2800 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus –CH dan pada silika termodifikasi asam laurat 0,75 gram muncul serapan dengan absorbansi rendah pada daerah 1700 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus C=O. Adapun plot spektra FTIR silika dan silika termodifikasi asam laurat dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.

Berdasarkan spektra terlihat bahwa absorbansi pada daerah 3400 cm<sup>-1</sup> yang khas untuk gugus –OH mengalami perubahan, dimana absorbansinya semakin besar yang berturut-turut terdapat pada silika termodifikasi asam laurat 0,5 gram, kemudian silika termodifikasi 1 gram dan silika termodifikasi asam laurat 0,75 gram. Semakin besar absorbansi menunjukkan bahwa semakin besar interaksi yang terjadi antara silika dengan asam laurat khususnya interaksi pada gugus -OH.

Hal ini berdampak pada luas permukaan silika dimana luas permukaan silika termodifikasi asam laurat 0,5 gram dan 1 gram lebih rendah dibandingkan silika 0,75 gram.



Gambar 5. Spektra FTIR silika dan silika termodifikasi asam laurat



Gambar 6. Spektra XRD silika dan silika termodifikasi asam laurat

Berdasarkan spektra XRD pada Gambar 6 menunjukkan tidak terjadinya pergeseran nilai  $2\theta$  sebelum dan sesudah modifikasi silika dengan asam laurat. Hal ini berarti bahwa modifikasi tidak mempengaruhi struktur amorf dari silika. Struktur silika yang amorf ditunjukkan oleh adanya puncak melebar pada  $2\theta$  di daerah  $20^\circ$  yang identik [10].

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa silika termodifikasi asam laurat berhasil dimodifikasi menggunakan metode refluks. Kadar silika abu sekam padi sebesar 96,8%. Karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan bahwa asam laurat berinteraksi dengan silika karena terdapat serapan akibat regangan gugus  $-CH$  pada daerah  $2800-2900\text{ cm}^{-1}$  dan serapan pada daerah  $1700\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus  $C=O$ . Adanya perubahan absorbansi pada bilangan gelombang  $3400\text{ cm}^{-1}$  yang khas untuk gugus  $-OH$  pada silika termodifikasi asam laurat menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara asam laurat dengan silika dimana semakin besar absorbansinya maka semakin besar interaksinya. Interaksi terbesar berturut-turut terdapat pada silika termodifikasi asam laurat 0,5 gram, silika termodifikasi asam laurat 1 gram dan silika termodifikasi asam laurat 0,75 gram. Hal ini juga berdampak pada luas permukaan silika dimana

silika termodifikasi 0,75 gram memiliki luas permukaan yaitu sebesar 173,9721 m<sup>2</sup>/gram yang lebih besar dibandingkan dengan kedua variasi lainnya. Karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan bahwa modifikasi silika dengan asam laurat tidak mempengaruhi sifat silika yakni amorf.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardana, S.K., Susantyo, E.B., dan Mahatmani, F.W., 2014, Sintesis Silika Kitosan Bead untuk Menurunkan Kadar Ion Cd(II) dan Ni(II) dalam Larutan, *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(3): 194-197.
- [2] Ikhsan, J., Sulastri, S., Priyambodo, E., 2018, Phosphate and Nitrate Sorption By Amine-Modified Silica as The Study of Slow Release Fertilizer, *Journal of Physics*, Hal. 1-15.
- [3] Katarzyna, Luberd-Durnas, 2013, *Hybrid organic-inorganic semiconducting nanostructures*, Doctoral Thesis: Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry Pas XRD and Thermoanalysis Laboratory, Hal. 30
- [4] Judeinsten, P., Sanchez, C., 1996., Hybrid Organic-inorganic materials: A land of multidisciplinary. *Mater. Chem*, 6, 511-525.
- [5] Catauro, M., Tranquillo, E., Risoluti, R., dan Cipriotti, S.V., 2018, Sol-Gel Synthesis, Spectroscopic and Thermal Behavior Study of SiO<sub>2</sub>/PEG Composites Containing Different Amount of Chlorogenic Acid, *Polymers*, 10, 682.
- [6] Wogo, H.E., Segu, J.O., dan Ola, P.D., 2011, Sintesis Silika Gel Terimobilisasi Dithizon melalui Proses Sol-Gel, *Sains dan Terapan Kimia*, 5(1): 84-95, Jurusan Kimia, FST, Universitas Lambung Mangkurat.
- [7] Nopianingsih, N.N.S., Sudiarta, I.W., dan Wahyu, D.S.W.D., 2015, Sintesis Silika Gel Terimobilisasi Difenilkarbazon dari Abu Sekam Padi melalui Teknik Sol-Gel, *Jurnal Kimia*, 9 (2): 226-234.
- [8] Mandala, G.G. A., 2012, *Modifikasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Dengan Difenilkarbazia dan Uji Adsorpsinya Terhadap ion Cr(III) dan Cd(IV)*, Skripsi, Universitas Udayana, Bali.
- [9] An, D., Wang, Z., Zhao, X., Liu, Y., Guo, Y. dan Ren, S., 2010, A New Route to Synthesis of Surface Hydrophobic Silica with Long-Chain Alcohols in Water Phase, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 369: 218-222.
- [10] Saputra, R.M., Wahyuni, N., dan Rudiyanayah, 2014, Sintesis dan Karakterisasi Silika Dari Limbah Kaca Termodifikasi Asam Stearat, *Kimia Katulistiwa*, Vol 3 (3), Hal. 36-42.
- [11] Rosiati, N.M., Silvianti, F., Udkhiyati, M., 2020, Characterization of Silica/Silver Based Antibacterial Leather, *Revista de Pielarie Incaltaminte*, 20 (2).
- [12] Adoe, K.A., Wogo, H.E., dan Siburian, R.A.F., 2016, *Sintesis Silika Gel Terimobilisasi EDTA-Ag sebagai Bahan Antibakteri Escherichia Coli*, Prosiding Seminar Nasional Laboratorium Riset Terpadu Undana, Hal. 187-196
- [13] Wogo, H., E., Ndoen, M. C. W., dan Ola, P. D., 2019, Antibacterial and Biodegradation Nature Test of EDTA-Ag Immobilized Silica Compozite Plastics and Chitosan, *Chem. Notes*, 1(2), 24-38.
- [14] Nitbani, F. O., Jumina, Siswanta, Dwi, Solikhah, E. N., 2016, Isolation and Antibacterial Activity Test of Lauric Acid from Crude Coconut Oil (*Cocos nucifera L.*), *Procedia Chemistry*, Vol. 18, Hal. 132-140.
- [15] Kalapathy, U., Proctor, A., dan J. Shultz, 2000, A Simple Methode for Production of Pure Silika from Rice Hull Ash, *Bioresource Technology*, 73: 257-262.