

## EKSTRAKSI ABU VULKANIK GUNUNG SINABUNG UNTUK MENGHASILKAN SILIKA GEL

### *EXTRACTION VOLCANIC ASH OF SINABUNG MOUNT SILICA TO PRODUCTION SILICA GEL*

Maulida, Melva Ginting, Herlinawati Wici

<sup>1</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,  
Jalan Almamater, Medan, 20155, Indonesia  
Email: melvaginting79@gmail.com

#### **Abstrak**

Silika gel merupakan salah satu material berbasis silika. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan abu vulkanik Gunung Sinabung menjadi silika gel dengan metode ekstraksi. Abu vulkanik diekstraksi dengan NaOH 4M dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Untuk pembentukan gel dilakukan dengan penambahan HCl dengan variasi konsentrasi 4M, 6M dan 8M. Karakteristik dan analisa yang dilakukan pada penelitian ini ialah dengan FTIR, SEM-EDX, XRD, gravimetri dan AAS. Pada analisa larutan natrium silika dengan variasi waktu diperoleh kandungan silika tertinggi terdapat pada waktu ekstraksi 120 menit. Berdasarkan hasil karakteristik dengan FTIR menunjukkan adanya gugus Si pada abu vulkanik dan adanya gugus Si-O-Si yang berhasil dibuat dari ekstraksi abu vulkanik. Berdasarkan hasil karakteristik dengan SEM-EDX diperoleh bahwa kandungan silika pada silika gel dari abu vulkanik Gunung Sinabung sebesar 51,96%. Berdasarkan hasil karakteristik dengan XRD menunjukkan bahwa ukuran diameter silika sebesar 33,412 nm dan kristanilitas yang dimiliki sebesar 89%. Pengaplikasian dari silika dilakukan pada adsorpsi logam Cu (II) dengan menggunakan AAS, dimana diperoleh daya penjerapan terbesar sebanyak 130,725 mg/g dengan efisiensi penjerapan sebesar 98,66%.

**Kata kunci:** Silika gel, abu vulkanik, ekstraksi, adsorpsi

#### **Abstract**

Silica gel is one of the silica based material. This research aimed to utilization volcanic ash of Sinabung mountains to make silica gel by extraction method. Volcanic ash was extracted using NaOH 4M for 30, 60, 90 and 120 minutes. Gel was formed by adding HCl 4, 6, and 8M. Samples were analyzed using FTIR, SEM-EDX, gravimetry and AAS. Analysis silica sodium solution with concentration variation showed the biggest silica was 120 minutes. FTIR result indicated the presence of Si in volcanic ash and siloxane (Si-O-Si). SEM-EDX result silica content of silica gel was 51.96%. XRD result showed that diameter of silica was 33.412 nm and the crystallinity was 89%. Silica was applied on the largest Cu (II) absorption rate was 130.725 mg/g with an adsorption efficiency of 98.66%.

**Key word:** Silica gel, volcanic ash, extraction, absorption

#### **Pendahuluan**

Potensi sumber daya alam sebagai sumber silika telah banyak diteliti dan diketahui. Silika sebagai salah satu oksida logam yang melimpah di dalam abu vulkanik dapat dimanfaatkan sebagai material dasar sintesis silika gel melalui pembentukan prekursor alkali silikat. Natrium silikat dapat diubah menjadi silika gel dengan proses kondensasi dan hidrolisis menggunakan pelarut, baik polar maupun non polar. Dengan mengekstraksi silika pada keadaan alkali sehingga akan terbentuk natrium silikat. Natrium silikat akan mengalami proses polimerisasi untuk membentuk silika gel pada beberapa perbedaan pH dan pelarut [5]

Beberapa penelitian tentang pembuatan silika gel telah dilakukan untuk mengkaji

tentang ekstraksi silika dari abu sekam padi menggunakan pelarut NaOH. Hasil yang diperoleh bahwa penggunaan pelarut NaOH yang tinggi akan meningkatkan nilai *yield* sehingga endapan silika meningkat [16].

Silika gel merupakan salah satu material berbasis silika yang mempunyai kegunaan secara luas seperti pada industri farmasi, keramik, cat, dan aplikasi khusus pada bidang kimia. Silika gel memiliki berat molekul besar dan banyak menyerap air sehingga berbentuk padat kenyal. Silika gel disebut juga silika amorf yang terdiri atas globula-globula  $\text{SiO}_4$  tetrahedral yang tidak teratur dan beragregat membentuk kerangka tiga dimensi [10] Mengingat begitu banyak manfaat yang dapat diambil dari unsur silika, maka pada penelitian

kali ini akan dilakukan ekstraksi silika menggunakan metode yang telah dilakukan sebelumnya oleh Ginanjar [16] dengan sampel yang berbeda yaitu abu vulkanik gunung sinabung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi HCl pada larutan silika gel yang dihasilkan dan mengetahui daya penyerapan dari silika gel dengan menggunakan logam Cu (II)

### Teori

Gunung Sinabung merupakan salah satu gunung di dataran tinggi Kabupaten Karo, Sumatera Utara, Indonesia. Koordinat puncak Gunung Sinabung adalah 03o 10' LU dan 98o 23' BT dengan puncak tertinggi gunung ini adalah 2.460 meter dari permukaan laut di Sumatera Utara. Gunung ini belum pernah tercatat meletus sejak tahun 1600 [7]

Letusan gunung api berupa padatan dapat disebut sebagai bahan piroklastik (pyro = api, klastik = bongkahan). Padatan ini berdasarkan diameter partikelnya terbagi atas debu vulkan (< 0.26 mm) yang berupa bahan halus, pasir (0.25 – 4 mm) yang berbentuk tumpul, lapilli atau 'little stone' (4 – 32 cm) yang berbentuk bulat hingga persegi dan bom (> 32 mm) yang bertekstur kasar [2]

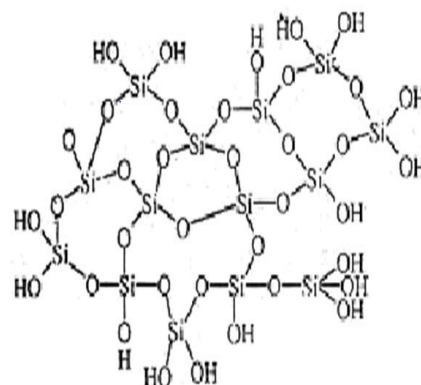
Mineral yang paling banyak dalam magma ialah silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan oksigen [14]

**Tabel 1. Jenis-jenis mineral dalam abu vulkanik Gunung Sinabung [15]**

Mineral	Total (%)
Silika ( $\text{SiO}_2$ )	54,56
Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	18,37
$\text{TiO}_2$	0,71
MnO	0,16
CaO	8,05
MgO	2,92
$\text{Na}_2\text{O}$	2,95
$\text{K}_2\text{O}$	1,70
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,12
Ferri Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	8,33

Silika gel adalah senyawa hasil polimerisasi asam silikat yang tersusun secara tidak teratur dari globula - globula rantai satuan  $\text{SiO}_4$  tetrahedral dan beragregasi membentuk kerangka tiga dimensi yang lebih besar (sekitar 1 - 25  $\mu\text{m}$ ) [10]

Rumus kimia silika gel secara umum adalah  $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Menurut Oscik (1982), struktur satuan mineral silika gel pada dasarnya mengandung kation  $\text{Si}^{4+}$  yang terkoordinasi secara tetrahedral dengan anion  $\text{O}^{2-}$ , namun susunan  $\text{SiO}_4$  pada silika gel tidak beraturan seperti terlihat pada gambar 1 [9]



**Gambar 1. Struktur silika gel**

Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa silika gel berasal dari atom silika yang terikat bersama silika lainnya karena adanya ikatan oksigen dengan siloksan (ikatan silika-oksigen-silika) sehingga munculnya gugus OH yang tidak terkondensasi dari monomer asam silikat.

### Metodologi Penelitian

#### Bahan Baku dan Peralatan

Bahan baku utama dalam penelitian ini adalah abu vulkanik Gunung Sinabung. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *hot plate*, ayakan 230 mesh, kertas saring, *magnetic stirrer*, corong, gelas ukur, oven, serta peralatan gelas.

#### Prosedur Preparasi Abu Vulkanik

Abu vulkanik diayak dengan ayakan 230 mesh untuk menghomogenkan ukuran abu. Abu yang telah diayak diambil sebanyak 50 gram dan direndam dengan HCl dan disaring. Abu kemudian dicuci dan dikeringkan dengan oven.

#### Prosedur Ekstraksi Larutan Natrium Silika

Abu vulkanik dilarutkan dengan 500 ml NaOH 4M dan dipanaskan pada variasi waktu (30, 60, 90 dan 120) menit. Disaring untuk mengambil filtratnya. Filtrat tersebut diuji dengan garvimetri.

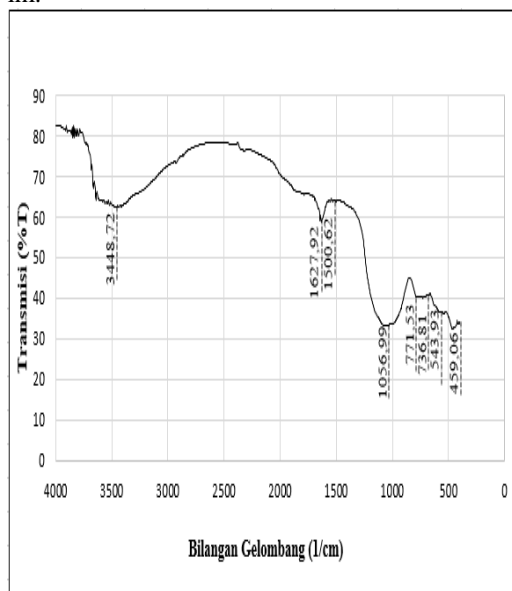
#### Prosedur Pembuatan Silika Gel

Larutan natrium silika dimasukkan kedalam *beaker glass*. Kemudian ditetesi dengan HCl dengan variasi konsentrasi 4, 6, dan 8 M sampai terbentuk gel berwarna putih dengan pH 7. Silika gel diendapkan 24 jam dan disaring serta dicuci dengan *aquadest*. Silika gel dikeringkan dengan menggunakan oven.

### Hasil Dan Pembahasan

#### KARAKTERISASI *FOURIER TRANSFORM INFRARED* (FTIR) ABU VULKANIK GUNUNG SINABUNG

Karakterisasi FTIR (*Fourier Transform Infra - Red*) abu vulkanik gunung Sinabung dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dari abu vulkanik. Karakterisasi FTIR dari abu vulkanik dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Uji FTIR abu vulkanik

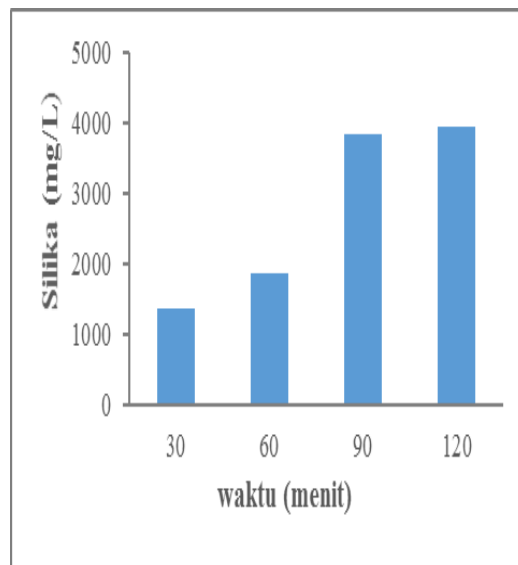
Uji FTIR yang dilakukan pada abu vulkanik gunung Sinabung pada puncak serapan pada bilangan gelombang  $3448,7 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus hidroksil (-OH) yang berikatan dengan Si membentuk Silanol (Si-OH), serapan pada bilangan gelombang  $1627,92 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus hidroksil (OH) dari molekul air. Serapan pada bilangan gelombang  $1500,62 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1056,99 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus fungsi siloksan (Si-O-Si). Serapan pada bilangan gelombang  $771,36 \text{ cm}^{-1}$ ;  $736,81 \text{ cm}^{-1}$ ;  $543,93 \text{ cm}^{-1}$  dan  $459,06 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus fungsi Si-O [4]

Dari hasil karakteristik FTIR pada abu vulkanik gunung sinabung menunjukkan adanya kandungan silika, hal ini dapat dilihat pada gugus fungsi silanol, siloksan dan Si-O, sehingga dari gugus fungsi tersebut dapat disimpulkan bahwa abu vulkanik gunung Sinabung dapat dijadikan sebagai sumber pembuatan silika gel.

#### PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP KADAR SILIKA

Pengaruh waktu ekstraksi terhadap kandungan silika yang dihasilkan dari larutan

natrium silika dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Pengaruh waktu terhadap silika

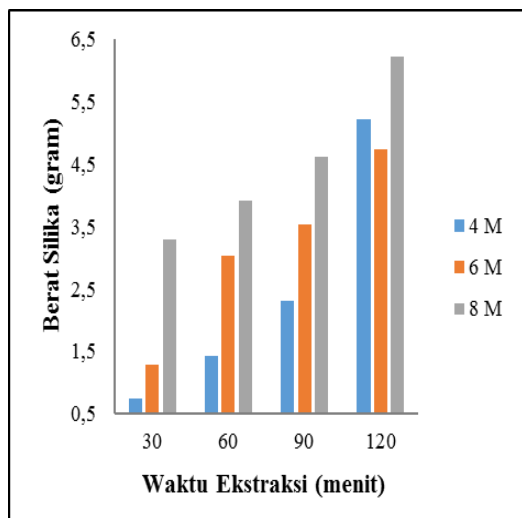
Pada ekstraksi padat-cair, ketika bahan ekstraksi dicampur dengan ekstrak maka ekstrak akan bereaksi dengan bahan padat membentuk ekstrak. Dalam proses ekstraksi padat-cair diperlukan kontak yang sangat lama antara ekstrak dan padatan [12]. Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa pada penelitian ini dilakukan variasi waktu ekstraksi sebesar (30, 60, 90 dan 120) menit dimana pada penelitian ini diperoleh kandungan silika yang optimum pada larutan natrium silika berada pada waktu 120 menit menghasilkan sebesar  $3957,70 \text{ mg/L}$  silika.

Secara umum semakin lama waktu kontak maka interaksi anatar silika dan NaOH semakin besar pula, sehingga semakin banyak silika yang terekstrak. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu kontak maka reaksi antara silika dengan NaOH akan semakin besar sehingga akan semakin banyak silika yang terekstrak. Tetapi apabila mencapai waktu optimum maka silika terekstrak akan cenderung menurun karena pelarut telah mengalami kejenuhan. Hasil diatas juga diperkuat oleh penelitian pada silika yang berasal dari abu terbang batu bara yang dilakukan oleh Aman dan Panca dimana kondisi terbaik berada pada waktu 4 jam menghasilkan silika sebanyak 3,08% [1]. Pada penelitian

Hasil dari penelitian ini telah sama dengan hasil penelitian sebelumnya dimana pada penelitian ini diperoleh semakin lama waktu yang digunakan maka akan menghasilkan kandungan silika yang semakin besar pula.

### PENGARUH KONSENTRASI HCL TERHADAP BERAT SILIKA

Pengaruh konsentrasi HCl terhadap berat silika gel yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi terhadap silika gel

Dari gambar 4 terlihat bahwa silika gel yang diperoleh cenderung mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya konsentrasi HCl. Pada penelitian ini diperoleh berat silika terendah berada pada waktu 30 menit dengan konsentrasi 4M sebesar 0,75 gram dan berat silika tertinggi diperoleh pada waktu 120 menit dengan konsentrasi 8M sebesar 6,22 gram.

Penambahan HCl pada sintesis gel silika mengakibatkan terjadinya pembentukan gugus siloksan (Si-O-Si), sehingga dihasilkan gel silika yang kaku. Pembentukan gugus siloksan terjadi karena pada saat larutan natrium silikat ditambah HCl, gugus -OH dari silanol (Si-OH) yang terbentuk mengalami hidrasi dan membentuk  $^+OH_2$ . Hal ini akan memudahkan gugus -OH dari Si-OH yang lain untuk mensubstitusi  $^+OH_2$  yang hilang membentuk gugus/ikatan siloksan (Si-O-Si) [3]. Hasil diatas juga diperkuat oleh penelitian pada silika dengan bahan dasar pasir kuarsa oleh Meirawati dimana kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi 0,5M [4] dan pada penelitian Sholika diperoleh konsentrasi optimum berada pada 5M [8]

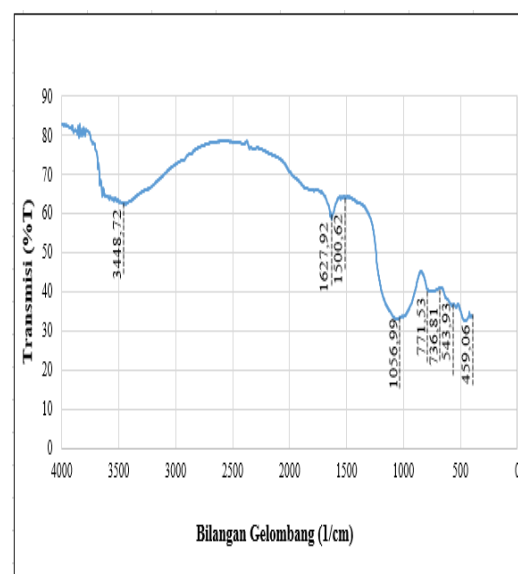
Sintesis silika gel dengan menggunakan larutan asam klorida dengan konsentrasi kecil, akan menghasilkan gel yang sedikit dan pembentukan gelnya membutuhkan waktu yang lama. Hal ini disebabkan karena rendahnya konsentrasi proton dari larutan asam klorida sehingga jumlah asam silikat yang terbentuk

juga sedikit yang mengakibatkan rendahnya efektifitas produksinya. Sebaliknya sintesis silika gel menggunakan larutan asam klorida dengan konsentrasi besar maka reaksi pembentukan gel sangat cepat [8]

Secara garis besar, hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang diberikan maka berat silika gel yang dihasilkan akan semakin banyak.

### KARAKTERISASI FOURIER TRANSFORM INFRARED (FTIR) SILIKA GEL

Karakteristik FTIR silika gel dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Uji FTIR silika gel

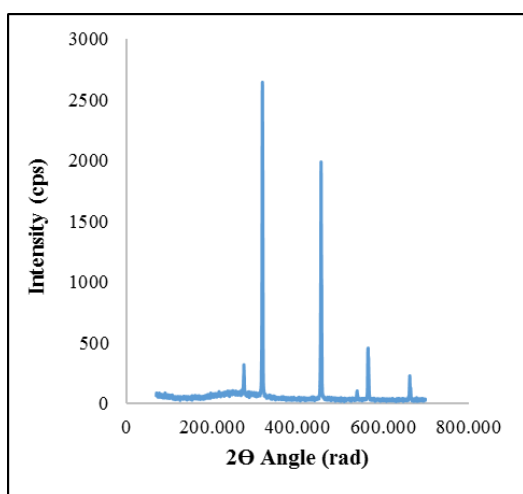
Karakteristik FTIR diatas menunjukan beberapa puncak serapan yang dapat mengidentifikasi suatu gugus sebagai ciri khusus dari suatu senyawa. Uji FTIR yang dilakukan pada silika gel diperoleh puncak serapan pada bilangan gelombang  $3437,15\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus fungsi silanol yang berasal dari ikatan gugus hidroksil dengan Si, serapan pada bilangan gelombang  $1635,64\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus hidroksil (OH), serapan pada bilangan gelombang  $1064,71\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus fungsi siloksan (Si-O-Si), serapan pada bilangan gelombang  $705,95\text{ cm}^{-1}$  dan  $455,20\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan keberadaan gugus fungsi Si-O.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Kurniati, 2009 terhadap silika gel komersil (Silika gel 60 Merck) maka diperoleh puncak serapan kunci pada bilangan gelombang  $3433,39\text{ cm}^{-1}$ ;  $1087,85\text{ cm}^{-1}$ ;  $910,40\text{ cm}^{-1}$ ;  $802,39\text{ cm}^{-1}$  dan  $470,63\text{ cm}^{-1}$  [6]

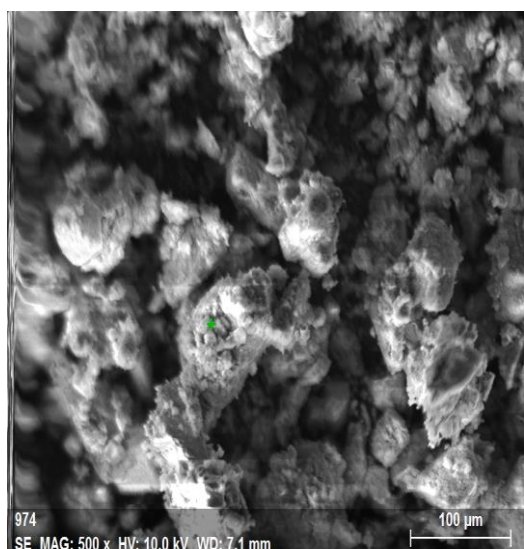
Dari hasil penelitian diperoleh intensitas gugus silanol (Si-OH) yang mendekati gugus silanol pada silika gel 60 Merk yaitu sebesar  $3437,15\text{ cm}^{-1}$  dan  $3433,39\text{ cm}^{-1}$ . Namun silika gel dari hasil penelitian tersebut masih mengandung air yang ditunjukkan dengan munculnya gugus fungsi  $1635,64\text{ cm}^{-1}$ . Berbeda dengan kiesel gel 60 Merk yang hanya menghasilkan gugus fungsi silanol (Si-OH), siloksan (Si-O-Si) dan Si-O

#### KARAKTERISASI X-RAY DIFFRACTION (XRD) SILIKA GEL

Hasil dari pengujian kristalinitas menggunakan XRD dapat ditunjukkan oleh gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Karakteristik XRD



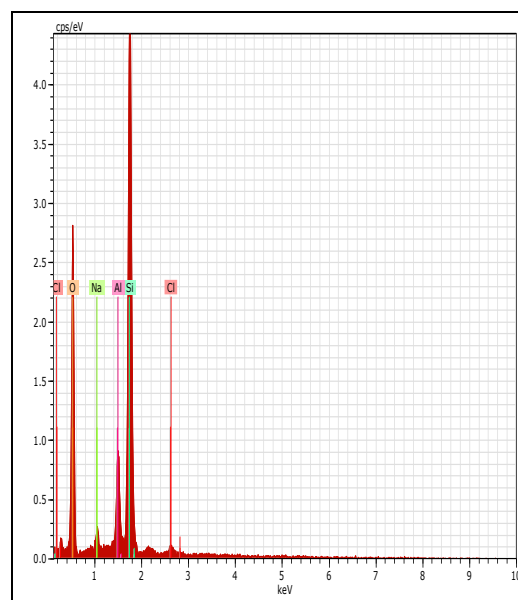
Gambar 7. SEM Silika Gel

Dari gambar 6 dapat ditentukan index kristalinitasnya (CI / *The Crystallinity Index*), penentuan index kristalinitas suatu bahan dapat

dilakukan dengan menggunakan metode sehingga diperoleh kritanilitas sebesar 89 % dan diameter 33,44 nm.

Pada penelitian ini terlihat dengan jelas bahwa permukaan sampel tidak merata dan terdiri dari gumpalan, yang memperlihatkan adanya ukuran butir yang cukup beragam dengan distribusi yang tidak merata pada permukaan. Pemisahan antara gumpalan juga terlihat dengan cukup jelas, yakni dalam bentuk micro-cracking yang terdapat di antara cluster. Hal ini di dukung oleh hasil analisa XRD yang menunjukkan bahwa silika yang terbentuk bersifat kristobalit

Untuk mengetahui komposisi unsur dari silika gel yang dihasilkan dapat dilakukan dengan menggunakan EDX. Pada gambar 7 merupakan hasil karakterisasi silika dengan EDX



Gambar 8. EDX Silika Gel

Informasi tambahan yang didapatkan dari analisis dengan SEM adalah data EDS, yang menunjukkan unsur-unsur yang terdapat dalam sampel serta komposisi sampel berdasarkan unsur tersebut. Hasil yang diperoleh disajikan pada Gambar 4.7, yang menunjukkan terdapatnya berbagai unsur kimia dalam sampel, meliputi O sebesar 39,74%, Na sebesar 1,08%, Al sebesar 6,21%, dan Cl sebesar 1,01%. Selain menunjukkan kemungkinan fase yang terdapat dalam sampel, hasil analisis EDS juga menunjukkan bahwa kemurnian silika gel dalam sampel adalah sebesar 51,96%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nakada dan Yoshimoto bahwa pada abu vulkanik gunung Sinabung terkandung sebesar 57,01% silika [13], sehingga dari penelitian yang dilakukan berdasarkan

karakteristik SEM-EDX diperoleh kandungan silika yang hampir mendekati penelitian terdahulu.

#### Kesimpulan

1. Silika gel dapat diekstraksi dari abu vulkanik gunung Sinabung. Hasil uji dengan gravimetri menunjukkan bahwa pada kandungan silika tertinggi pada larutan natrium silika berada pada waktu 120 menit yaitu sebesar 3957, 70 mg/L
2. Massa silika terbanyak terdapat pada konsentrasi HCl 8M, dimana menghasilkan silika sebesar 6,22 g
3. Hasil uji XRD memberikan hasil indeks kristalinitas sebesar 89% dan diameter silika gel sebesar 33,412  $\mu\text{m}$
4. Daya penjerapan dan efisiensi penjerapan terhadap ion logam Cu(II) optimal diperoleh pada waktu ekstraksi 120 menit dengan konsentrasi 4M
5. Hasil uji SEM-EDX memberikan hasil unsur silika yang terdapat pada abu vulkanik gunung Sinabung sebesar 51,96%

#### Daftar Pustaka

- [1] A. Prastiyanto, C. Azmiyawati, dan A. Darmawan, Pengaruh Penambahan Merkaptobenzotiazoi (MBT) Terhadap Kemampuan Adsorpsi Gel Silika Dari Kaca Pada Ion Logam Kadmium, Skripsi, Universitas Diponegoro, Semarang, 2008.
- [2] B. I. L. J. Sinaga, M. Sembiring dan A. Lubis, Dampak Ketebalan Abu Vulkanik Erupsi Gunung Sinabung Terhadap Sifat Biologi Tanah Di Kecamatan Naman Teran Kabupaten Karo, Jurnal Online Agroekoteknologi, Vol 3, No. 3, ISSN: 2337-6597, (2015), 1159-1163.
- [3] Badan Standaeisasi Nasional, SNI 06-2477-1991, <http://sisni.bsn.go.id>, 2013, diakses pada tanggal 2 Oktober 2017
- [4] D. Meirawati, S. Wardhani dan R. Triandji, Studi Pengaruh Konsentrasi HCl Dan Waktu Aging (Pematangan Gel) Terhadap Sintesis Silika Xerogel Berbahan Dasar Pasir Kuarsa Bangka, Kimia Student Journal, Vol 2 (2), (2013), 524-531.
- [5] D. R. Uhlman, dan N. J. Kreidhl, Glass Sciences and echnology, Penerbit Academi Press, 1980, p. 360.
- [6] E. Kurniaty, Ekstraksi Silica White Powder dari Limbah Padat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Dieng, Penerbit UPN Press, 2009.
- [7] Global Volcanism Program, Sinabung, <http://www.volkanosi.edo.com>, 2008, diakses pada tanggal 5 agustus 2016
- [8] I. Sholikha, Friyatmoko, E. D. S. Utami, Listyanti, W. Dianingsih, Sintesis Dan Karakteristik Silika Gel Dari Limbah Abu Sekam Padi Dengan Variasi Konsentrasi Pengasaman, Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2015
- [9] J. Oscik, Adsorption, Penerbit Elis Horwood, 1982, p 185
- [10] K. G. Patel, N. M. Misra, dan R. R. Shetiggar. Preparation and Characterization Of Silica Gel From Wheat Straw. Journal Chemical Engginering and Application. (October, 2016), Vol. 7, No. 5
- [11] R. M. Silverstein, G. C. Basslerr, and T. C. Morrill, Spectrometric Identification of Organic Compound", 4th edition, John Wiley and Sons, Ney York. 1981
- [12] R. R. Ginanjar, A. Maruf dan A. H. Mulyadi, Ekstraksi Silika Dari Abu sekam Padi Menggunakan Pelarut NaOH, Prosiding Seminar Hasil, 2014
- [13] S. Nakada, dan M. Yoshimoto, Eruptive Activity Of Sinabung Volcano In 2013 And 2014, Earthquake Research Institute, University Tokyo. 2014.
- [14] Sudarmadji dan Hamdi, Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Sebagai Filer Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Asphalt Concrete- Wearing Course. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 10, No. 2, ISSN: 1907-6975,(2014).
- [15] W. A. A. Sudjarwo, I. Y. M. Wibowo, dan D. K. Dipayana, Sintesis Silika Gel Dari Abu Vulkanik Gunung Merapi. Seminar Nasional Teknologi Kimia, Industri dan Informasi, Universitas Setia Budi Surakarta, 2015.