

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NATRIUM SILIKAT DARI BATU
RIJANG (*CHERT STONE*) MENGGUNAKAN METODE
PELEBURAN DENGAN NaOH DAN Na₂CO₃**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

**Nurezti Azwar
16036081 / 2016**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020**

PERSETUJUAN SKRIPSI

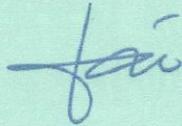
SINTESIS DAN KARAKTERISASI NATRIUM SILIKAT DARI BATU
RIJANG (*CHERT STONE*) MENGGUNAKAN METODE
PELEBURAN DENGAN NaOH DAN Na₂CO₃

Nama : Nureztiti Azwar
NIM : 16036081
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Mei 2020

Mengetahui :

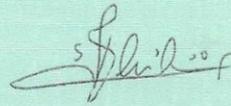
Ketua Jurusan



Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D
NIP. 19700902 1998011 002

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Dra. Svamsi Aini, M.Si, Ph.D
NIP. 19650727 199203 2 010

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Nureztiti Azwar
NIM : 16036081
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NATRIUM SILIKAT DARI BATU
RIJANG (*CHERT STONE*) MENGGUNAKAN METODE
PELEBURAN DENGAN NaOH DAN Na₂CO₃**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

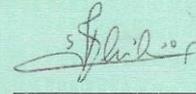
Padang, Mei 2020

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

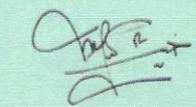
Ketua : Dra. Syamsi Aini, M.Si. Ph.D



Anggota : Drs. Bahrizal, M.Si



Anggota : Miftahul Khair, M.Sc, Ph.D



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nureztiti Azwar
NIM : 16036081
Tempat/Tanggal Lahir : Padang /27 Mei 1998
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat dari Batu Rijang (Chert Stone) Menggunakan Metode Peleburan Dengan Naoh Dan Na_2CO_3** ” adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum negara yang berlaku, baik di Universitas Negeri Padang maupun masyarakat dan negara. Demikianlah Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Mei 2020

Yang Menyatakan,



Nureztiti Azwar
NIM. 16036081

**Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat dari Batu Rijang (*Chert Stone*)
Menggunakan Metode Peleburan dengan NaOH dan Na₂CO₃**

NUREZTITI AZWAR

ABSTRAK

Batu rijang merupakan batuan yang mengandung silika (SiO₂) cukup tinggi ≥ 60 %. Kandungan silika yang tinggi pada batu rijang dapat digunakan sebagai alternatif sumber silika yang potensial dalam mensintesis natrium silikat. Natrium silikat dari batu rijang disintesis melalui dua tahap, yaitu pemurnian dan sintesis. Pemurnian batu rijang bertujuan untuk memisahkan silika dengan logam lain yang terdapat pada batu rijang menggunakan larutan HNO₃ pada temperatur 110°C yang divariasikan konsentrasinya dari 1M hingga 4M. Silika hasil pemurnian batu rijang dikarakterisasi dengan XRF. Hasil karakterisasi dengan XRF menunjukkan silika yang dihasilkan memiliki kemurnian sebesar 91.05%. Natrium silikat disintesis dengan cara meleburkan berbagai massa silika hasil pemurnian dengan NaOH dan Na₂CO₃ pada temperatur peleburan berkisar dari 250°C hingga 350 °C. Natrium silikat yang diperoleh diuji kelarutannya dalam air dan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD. Hasil menunjukkan bahwa spektra FTIR dari Na₂SiO₃ yang telah disintesis mirip dengan Na₂SiO₃ standar. Karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan Na₂SiO₃ yang telah disintesis memiliki puncak-puncak yang mirip dengan Na₂SiO₃ standar. Berdasarkan hasil karakterisasi tersebut variasi massa yang cocok digunakan untuk sintesis Na₂SiO₃ adalah variasi SiO₂ 6 g, NaOH 11 g, Na₂CO₃ 8 g dengan Rm SiO₂/Na₂O : 0,47.

Kata Kunci : Batu Rijang, Silika, Natrium silikat.

Synthesis and Characterization of Sodium Silicate from Chert Stone using NaOH-Na₂CO₃ Smelting Method

NUREZTITI AZWAR

ABSTRACT

Chert is mineral that contains silica (SiO₂) ≥ 60 %.. High silica content in chert stones can be used as an alternative source of potential silica in synthesizing sodium silicate. Sodium silicate from the chert stone is synthesized in two steps, purification and synthesis. Purification of the chert stone to separate silica from other metals contained in the chert stone using HNO₃ solution at a temperature of 110 °C which varies in concentration from 1M to 4M. The refined silica of the chert stone is characterized by XRF. The results of characterization with XRF showed that the silica produced had a purity of 91.05%. Sodium silicate is synthesized by melting various silica masses from refining with NaOH and Na₂CO₃ at melting temperatures ranging from 250 °C to 350 °C. Sodium silicate obtained is tested its solubility and characterized using FTIR and XRD. The results showed that the FTIR spectra of Na₂SiO₃ that had been synthesized were similar to standard Na₂SiO₃. Characterization using XRD shows that the synthesized Na₂SiO₃ has peaks similar to standard Na₂SiO₃. Based on the characterization result, suitable mass variation are used for synthesis sodium silicate is SiO₂ 6 g, NaOH 11 g, Na₂CO₃ 8 g with Rm SiO₂/Na₂O : 0,47.

Keywords : Chert Stone, Silica, Sodium Silicate

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Sintesis Dan Karakterisasi Natrium Silikat Dari Batu Rijang (*Chert Stone*) Menggunakan Metode Peleburan Dengan NaOH dan Na₂CO₃**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar sarjana S-1 pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Ibu Dra. Syamsi Aini, M.Si, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing dalam Penulisan Skripsi sekaligus Penasehat Akademik.
2. Bapak Alizar, S.Pd. M.Sc, Ph.D sebagai Ketua Jurusan Kimia dan Bapak Umar Kalmar Nizar, M.Si Ph.D. sebagai Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP.
3. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si dan Bapak Miftahul Khair, Ph.D sebagai dosen penguji.
4. Seluruh staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di Jurusan Kimia FMIPA UNP.
5. Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang dapat menjadi penyempurna skripsi ini. Besar harapan penulis agar skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca dan penulis khususnya.

Padang, Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Batu Rijang.....	7
B. Silika.....	9
C. Silikat.....	10
D. Natrium Silikat (Na_2SiO_3).....	15
E. Karakterisasi.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Tempat dan Waktu Penelitian	25
B. Objek Penelitian	25
C. Variabel Penelitian	25
D. Alat dan Bahan	26
E. Prosedur Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Pengaruh Konsentrasi HNO_3 dan Temperatur Terhadap Pemurnian Silika dari Batu	29

B. Pengaruh variasi massa NaOH pada sintesis Na_2SiO_3 dari Silika yang terdapat pada batu tuff.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Batu Rijang Bukit Karang Putih	8
2. Susunan Tetrahedral Silika Kristalin	9
3. Susunan tetrahedral silika (SiO_4) pada silika gel (amorf)	10
4. Struktur senyawa silikon anionic (Silikat)	11
5. Nesosilikat.....	12
6. Pyrosilikat	12
7. Phyllosilikat	13
8. Cyclosilikat	13
9. Inosilikat rantai tunggal.....	14
10. Inosilikat rantai ganda.....	14
11. Contoh tectosilikat	15
12. Struktur (a) Natrium Metasilikat (b) Natrium Silikat (Scheiner, P. 2014).....	17
13. Proses terjadinya sinar-X (Nugroho, 2005)	20
14. Skema difraksi sinar-X (Cullity,1978).....	20
15. Spectrum FTIR Na_2SiO_3 (Linda T,dkk., 2015)	24
16. Grafik pengaruh variasi konsentrasi HNO_3 terhadap kemurnian SiO_2 pada batu rijang.	31
17. Hasil pemurnian Rijang menggunakan HNO_3	33
18. Grafik hubungan kenaikan temperatur dengan % hasil	37
19. Grafik Hubungan Antara kenaikan temperatur dengan % kelarutan	37
20. Spektrum FTIR NS6 T. 300	39
21. Spektrum FTIR Na_2SiO_3 Standar (Husung, 1990).....	40
22. Pola Difraksi sinar-X (XRD) pada Sampel NS6 T 300 dan Natrium Silikat Standar.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Karakteristik Batu Rijang (Sinuhaji, 2017).....	9
Tabel 2. Klasifikasi Silikat (Duffin, Christopher J. 2006).....	11
Tabel 3. Daerah puncak bilangan gelombang pada spektrum FTIR Natrium silikat (Adam dkk, 2006)	22
Tabel 4. Karakterisasi batu rijang menggunakan XRF	29
Tabel 5. Pengaruh variasi konsentrasi HNO ₃ terhadap kemurnian silika dari batu rijang pada temperatur 110°C	31
Tabel 6. Kelarutan Na ₂ SiO ₃ (SiO ₂ : 6 gram, NaOH : 11 gram, Na ₂ CO ₃ : 8 gram)	36
Tabel 7. Kelarutan NaSiO ₃ (SiO ₂ : 10 gram, NaOH : 11 gram, Na ₂ CO ₃ : 8 gram)	36
Tabel 8. Perbandingan nilai 2 θ Na ₂ SiO ₃ standar dengan sampel NS6 T300	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan	49
2. Preparasi Batu Rijang.....	55
3. Pemurnian Silika dari Batu Rijang.....	56
4. Hasil XRF	56
5. Sintesis Natrium Silikat Rm $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$: 0,47.....	57
6. Sintesis Natrium Silikat Rm $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$: 0,5.....	58
7. XRF Batu Rijang, Bukit Karang Putih, Sumatera Barat.....	59
8. XRF Pemurnian Batu Rijang dengan HNO_3 1M.....	61
9. XRF Pemurnian Batu Rijang dengan HNO_3 2M.....	62
10. XRF Pemurnian Batu Rijang dengan HNO_3 3M.....	63
11. XRF Pemurnian Batu Rijang dengan HNO_3 4M.....	64
12. FTIR Natrium Silikat Optimum Hasil Sintesis (NS6 T300).....	65
13. XRD NS6 T 300.....	66
14. ICDD Natrium Silikat	70
15. Dokumentasi	76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki posisi wilayah yang strategis dan dilalui oleh dua sirkum, yaitu sirkum mediterania dan sirkum pasifik. Akibat dilalui oleh dua sirkum tersebut, banyak mineral didalam perut bumi dilewati oleh magma. Pergerakan magma tersebut membuat Indonesia menjadi kaya akan keberadaan barang tambang dan bahan-bahan mineralnya. Keberadaan barang tambang dan bahan-bahan mineral tersebut tersebar diberbagai wilayah di Indonesia, salah satunya di Sumatera Barat. Bahan tambang dan mineral yang terdapat di Sumatera Barat tersebut dapat berupa bahan tambang galian seperti pasir dan bebatuan yang mengandung oksida-oksida logam seperti SiO_2 , TiO_2 , ZnO_2 , MgO dan Al_2O_3 . Oksida-oksida logam tersebut memiliki potensial yang sangat tinggi untuk dimanfaatkan dalam dunia perindustrian dan teknologi.

Silika atau SiO_2 adalah salah satu oksida terbanyak yang ada di Sumatera barat. Menurut Suhala (1997) cadangan silika terbanyak di Indonesia terdapat di daerah Sumatera Barat dengan persentase 82,5%. Persentase yang cukup besar tersebut membuat silika atau SiO_2 sangat berpotensi untuk dikembangkan lagi baik dibidang Industri maupun teknologi. Tidak hanya di Sumatera Barat, silika juga merupakan elemen terbanyak kedelapan di alam semesta dari segi massanya. unsur kedua paling melimpah di kerak bumi (sekitar 28% massa) setelah oksigen (Greenwood, 1997).

Silika di alam biasanya ditemukan dalam keadaan yang tidak murni . Pada mineral dan beberapa tumbuhan, silika ditemukan bersama dengan oksida-oksida

lain, baik berupa logam maupun non logam. Silika murni dapat diekstraksi secara kimia dari tumbuhan maupun mineral. Senyawa silika ini biasanya terdapat dalam bentuk amorf (tak beraturan) atau polikristal (bentuk kristal yang berbeda-beda) (Pitak dan Ansimova, 1977).

Silika mineral biasanya diperoleh dari pasir kuarsa, *fly ash* dan batuan-batuan yang memiliki kandungan silika tinggi. Ekstraksi silika dari *fly ash* telah dilakukan oleh Shemi et al (2015) dengan menggunakan *fly ash* dari industri batu bara di Afrika Selatan. Dari hasil penelitian dan ekstraksi tersebut didapatkan kandungan SiO₂ pada *fly ash* batu bara sebesar 58% dengan fasa amorf. Ekstraksi silika dari pasir kuarsa telah dilakukan oleh (Aini, Nizar, Amelia Nst, & Efendi, 2018) menggunakan pasir kuarsa dari sungai nyalo pesisir selatan, Sumatra barat. Pasir kuarsa sungai nyalo mengandung SiO₂ sebesar 80,9%. Pemurnian silika dilakukan dengan mereaksikan pasir kuarsa yang telah dipilih dan di haluskan dengan HNO₃ 2 M selama 20 jam menggunakan *magnetic stirrer*. Dimana selanjutnya silika yang telah di ekstraksi tersebut digunakan untuk mesintesis Na₂SiO₃.

Untuk mesintesis Na₂SiO₃ biasanya digunakan sumber silika berupa *fly ash*, pasir kuarsa dan beberapa batuan seperti batu apung (Mourhly, 2015). Sintesis Natrium silikat dengan sumber *fly ash* juga telah dilakukan oleh S.Aini 2006, dan dari batu tuff oleh Ridha,S, & Syamsi A, 2019. Batuan yang mengandung silika di Sumatra Barat tersebar di beberapa wilayah dengan kandungan silika yang berbeda-beda. Penyebarannya meliputi Sungai geringging, Talamau, Singkarak dan bukit Karang Putih dengan kandungan silika rata-rata diatas 60%. Salah satu Janis batuan

yang mengandung unsur silika yaitu batu rijang. Rijang merupakan batuan endapan silikat kriptokristalin. Secara umum batuan ini terbentuk sebagai hasil perubahan kimiawi pada pembentukan batuan endapan terkompresi pada proses diagenesi (Sinuhaji,dkk. 2017) . Rijang terbentuk di lautan dalam dan batuan ini sering di gunakan sebagai batu permata karena memiliki warna yang biasanya cerah seperti merah hati. Rijang merupakan batuan sedimen yang di endapkan di laut dalam zona abisal, yang berasal dari fosil renik radiolaria (Wakita,dkk 1996). Batu rijang biasanya mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , CaO , dan TiO_2 .

Batu rijang (*radiolarian chert rock*) (Mccarthy, Jasin, & Haile, 2001) Bukit Karang Putih, Lubuk Kilangan mengandung SiO_2 80%. Berdasarkan data dari Pemprov Sumbar Potensi Pengembangan Rijang di daerah Indarung Lubuk Kilangan Kota Padang hipotetik sebesar 3.720.753 ton. Keberadaan batu rijang yang melimpah dan hanya digunakan 10% dari produksi semen oleh PT. Semen Padang dirasa belum digunakan secara maksimal. Untuk itu diperlukan pengolahan dan penelitian lebih lanjut dalam pengolahan batu rijang agar pemanfaatannya lebih optimal. Salah satu caranya adalah dijadikan sebagai bahan dasar sintesis natrium silikat yang dapat diaplikasikan diberbagai bidang, misalnya mensintesis silika mesopori. Batu rijang dipilih sebagai sumber silika karena proses pemisahan secara fisika lebih mudah dibandingkan *fly ash* dan pasir kuarsa. *fly ash* jumlahnya sedikit dan sulit dikumpulkan, sedangkan pada pasir silika proses pemilahan antara pasir kuarsa dan pasir pengotor membutuhkan waktu yang lama karna dikerjakan secara manual seperti yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

Metode yang digunakan untuk ekstraksi silika dari batu rijang yaitu Metode leaching dengan HNO_3 . Metode ini dipilih karena HNO_3 merupakan asam monoprotik yang hanya dapat melepaskan satu ion hidrogen per molekul sehingga oksida logam yang terlarut tidak akan meninggalkan residu endapan. Metode leaching dengan HNO_3 ini sudah pernah dilakukan oleh Roshan Budhatoki (2018), Denida Mega Anggia (2016) dan Aini, S. (2006) menggunakan *fly ash*. S. Ridha, & Aini, S. 2019 mensintesis natrium silikat dari batu tuff menggunakan Metode peleburan yang telah ditemukan oleh Aini, S. (2008). Metode ini dipilih karena dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah dan waktu yang lebih singkat. Namun, batu Rijang memiliki komposisi kimia yang berbeda dengan batu tuff, maka diperlukan kondisi pemurnian dan kondisi sintesis Na_2SiO_3 yang berbeda dengan batu tuff. Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk mengambil judul tentang **“Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat dari Batu Rijang (*Chert Stone*) Menggunakan Metode Peleburan dengan NaOH dan Na_2CO_3 ”**. Pada penelitian ini batu rijang yang digunakan berasal dari Bukit Karang putih, Sumatra Barat.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Keberadaan batu rijang yang banyak dan tersebar di beberapa daerah Sumatera Barat seperti Solok, Sawahlunto dan Bukit Karang Putih, Padang membuat perlunya dilakukan pemanfaatan guna meningkatkan nilai batu rijang tersebut.

2. Batu rijang dengan kandungan silika $\geq 60\%$, hingga saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal pada pembuatan semen di PT. Semen Padang dan belum dimaksimalkan sebagai bahan dasar pembuatan semen.
3. Terdapat dua tahapan dalam mesintesis natrium silikat dari batu rijang. Tahap pertama adalah pemurnian batu rijang menggunakan asam dan tahap kedua peleburan SiO_2 dengan NaOH , Na_2CO_3 atau campuran antara NaOH - Na_2CO_3 .

C. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Prekursor yang digunakan untuk mesintesis Na_2SiO_3 adalah silika yang berasal dari batu rijang Bukit Karang Putih, Sumatera Barat.
2. Silika dari batu rijang dapat dimurnikan menggunakan HNO_3 dengan memvariasikan konsentrasi HNO_3 .
3. Sintesis Na_2SiO_3 menggunakan Metode peleburan dengan memvariasikan massa NaOH dan suhu kalsinasi.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah pada konsentrasi berapakah HNO_3 yang diperlukan untuk memurnikan batu rijang, serta pada penambahan silika dan temperature berapakah didapatkan natrium silikat dari batu rijang

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan pengaruh konsentrasi dan suhu HNO_3 dalam proses pemurnian silika pada batu rijang sebagai prekursor untuk sintesis Na_2SiO_3
2. Menentukan massa SiO_2 optimum dan suhu optimum dalam mensintesis Na_2SiO_3 dari silika yang terdapat pada batu rijang.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan informasi tentang pengaruh konsentrasi HNO_3 untuk pemurnian silika pada batu rijang sebagai precursor dalam mensintesis Na_2SiO_3 .
2. Memberikan informasi tentang massa optimum SiO_2 dan suhu optimum dalam mensintesis Na_2SiO_3 dari silika yang terdapat pada batu rijang

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Batu Rijang

Sumber silika (SiO_2) yang sudah banyak digunakan dalam industri adalah pasir silika yang jumlahnya melimpah di alam, abu sekam padi, dan lumpur. Silika yang terdapat dalam mineral biasanya ditemukan dalam batuan. Jenis batuan yang banyak mengandung silika adalah batu apung dan batu tuff. (Mourhly, 2015). Silika yang ditemukan dalam batuan biasanya bercampur dengan logam pengotor lainnya. Batuan lain yang mengandung SiO_2 adalah batu rijang (Sinuhaji, 2017). Batu rijang di Sumatera Barat keberadaannya cukup melimpah dan tersebar di beberapa wilayah Sumatera Barat seperti di Sawahlunto, Solok, dan Bukit Karang Putih, Padang (Billy, G. 2010)

Rijang (SiO_2) adalah batuan endapan silikat kriptokristalin dengan permukaan yang licin (*glassy*). Rijang terbentuk di lautan dalam dan batuan ini sering digunakan sebagai batu permata karena memiliki warna yang biasanya cerah seperti merah hati. Rijang merupakan batuan sedimen yang diendapkan di laut dalam pada zona abyssal, yang berasal dari fosil renik radiolaria (Wakita,dkk 1996). Pelapisan rijang tersusun oleh sisa organisme penghasil silika seperti diatom dan radiolaria (Tréguer & De La Rocha, 2013). Rijang secara umum terbentuk dari hasil perubahan kimiawi pada pembentukan batuan endapan terkompresi pada proses diagenesis. Endapan tersebut dihasilkan dari pepadatan dan rekristalisasi dari lumpur silika organik yang terakumulasi di lautan dalam. Beberapa pelapisan rijang belum tentu berasal dari bahan organik. Rijang dapat terbentuk dari presipitasi

silika yang berasal dari dapur magma yang sama pada batuan basaltik bawah laut (lava bantal) yang terlapisi bersama dengan rijang (Sinuhaji,2017). Menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Lautan rijang ditemukan selaras diatas batuan lava bantal yang selang-seling dengan lempung merah karbonatan. Batuan karbonat atau kalsi (CaCO_3) akan terlarut seutuhnya pada kedalaman 4200 meter sehingga hanya tersisa batuan silikaan (SiO_2).

Rijang tersusun oleh dominan SiO_2 dan sebagian kecil berisi Al, Fe, Mn, Ca, Na, K, Mg, Ti dan juga sedikit elemen yang jarang seperti Ce, Eu dan La. Kelimpahan SiO_2 dalam rijang berkisar 99% pada rijang murni sampai dengan 65% pada beberapa nodul rijang (Cressman, 1962).

Menurut Boggs (2006), klasifikasi chert ada dua yaitu banded chert dan nodular chert. Banded chert terdiri dari diatom, radiolaria, spicular, serta non fosil. Sedangkan nodular chert memiliki warna hijau gelap hingga hitam, tergolong ke dalam batuan karbonatan dan cenderung berbentuk parallel bedding. Macam-macam chert antara lain : *flint* (nodule *chert*), *jasper* (*chert* yang berwarna merah) *porcelanite* (*chert* yang berwarna putih). Karakteristik rijang adalah sebagai berikut:



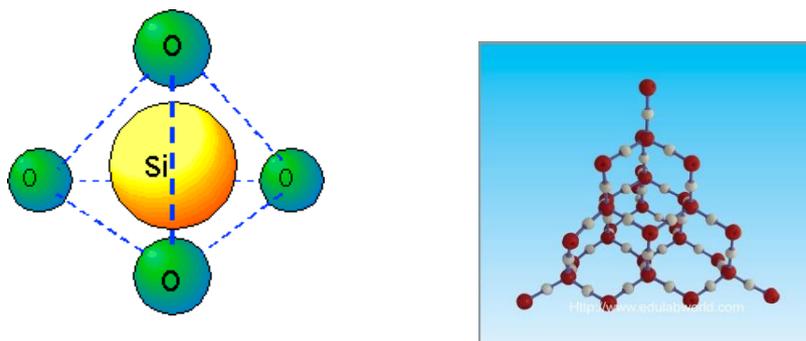
Gambar 1. Batu Rijang Bukit Karang Putih

Tabel 1. Karakteristik Batu Rijang (Sinuhaji, 2017)

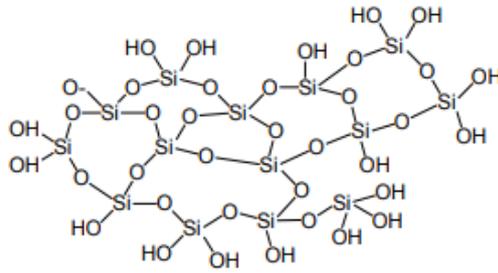
Karakteristik	Keterangan
Warna	Merah hati, kelabu tua, biru, hitam, coklat tua
Rumus Kimia	$\text{SiO}_2 > 80\%$
Kekerasan	6,5 – 8,0 skala mosh
Sistim Kristal	Hexagonal
Berat Jenis	2,60 gr/cm^3
Belahan / Pecahan	Tidak sempurna (choncoidal)
Kemagnetan	Diamagnetit

B. Silika

Silika adalah oksida silika yang tersusun dari rantai satuan SiO_4 tetrahedral dengan formula umum SiO_2 (Forke et al. 2008). Silikon selalu terikat secara tetrahedral kepada empat atom oksigen, namun ikatan-ikatannya mempunyai sifat yang cukup ionik. Dalam kristobalit, atom-atom silikon ditempatkan seperti halnya atom-atom karbon dalam intan dengan atom-atom oksigen berada di tengah dari setiap pasangan. Susunan tetrahedral SiO_4 pada silika kristalin dan silika gel seperti yang ditunjukkan pada Gambar berikut 2.



Gambar 2. Susunan Tetrahedral Silika Kristalin



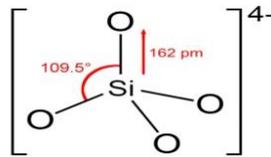
Gambar 3. Susunan tetrahedral silika (SiO_4) pada silika gel (amorf)

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO_2 (*silicon dioxide*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika (SiO_2) (Bragmann and Goncalves, 2006).

C. Silikat

Definisi paling dasar dari silikat adalah sebuah senyawa yang mengandung $[\text{SiO}_4]^{4-}$ anion, namun banyak cabang dari silikat itu termasuk atom oksigen yang digantikan oleh atom fluorin untuk membuat hexafluorosilicates atau pengecualian lainnya. Kategori silikat itu sendiri lebih dari 500 mineral yang berbeda, menjadikannya jenis mineral paling banyak digunakan. Silikat terdiri dari Silikon (Si) dan Oksigen (O), Kedua elemen ini reaktif karena oksigen membutuhkan elektron dan silikon dapat menyediakan elektronnya. Silikon terbentuk dengan cara reduksi atau kehilangan elektron. Kedua elemen ini bergabung untuk berbagi elektron dengan membentuk ikatan kovalen, yang merupakan ikatan yang sangat kuat antara atom. Struktur paling umum adalah 1 atom silikon dengan 4 atom

oksigen terikat di sekitarnya dalam struktur 'tetrahedral'. Seperti pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Struktur senyawa silikon anionic (Silikat)

Tetrahedral silikat dapat menyusun struktur yang lebih kompleks, dan memiliki jumlah ikatan atom O yang berbagi dari suatu tetrahedral silikat dengan tetrahedral silikat lainnya. Klasifikasi silikat yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Silikat (Duffin, Christopher J. 2006)

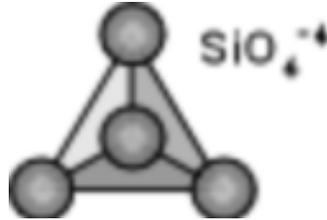
Class	Common Name	General formula	Si:O ratio	Examples
Nesosilicate	Island Silicates	SiO ₄	1:4	Olivine : garnets
Sorosilicates	Couplet Silicates	Si ₂ O ₇	1:3:5	Epidote group
Inosilicates	Chain Silicates	SiO ₃ or Si ₈ O ₂₂	1:3 or 4:11	Pyroxenes : amphiboles
Cyclosilicates	Ring Silicates	Si ₆ O ₁₈	1:3	Beryl : tourmalines
Phyllosilicates	Sheet Silicates	Complex and Variable	1:2.5	Micas : clay minerals
Tectosilicates	Framework silicates	Complex and Variable	1:2	Feldspars : Feldspathoids ; zeolites; quartz

Klasifikasi silikat menurut Huheey (1983) dan Nelson (2014) ialah:

- Nesosilikat (Orthosilikat)

Suatu variasi yang luas dari mineral yang mengandung tetrahedral (SiO₄)⁴⁻, dimana mereka tidak berbagi pada sudut-sudutnya. Mereka mempunyai formula M₂^{II}[SiO₄], dimana M dapat berupa Be, Mg, Fe, Mn, Zn atau M^{IV}[SiO₄], sebagai

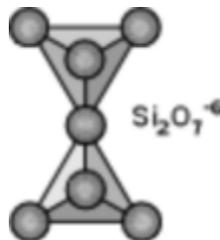
contoh ZrSiO_4 . Perbedaan struktur yang terbentuk bergantung pada bilangan koordinasi yang dimiliki logam.



Gambar 5. Nesosilikat

- Sorosilikat (Pyrosilikat)

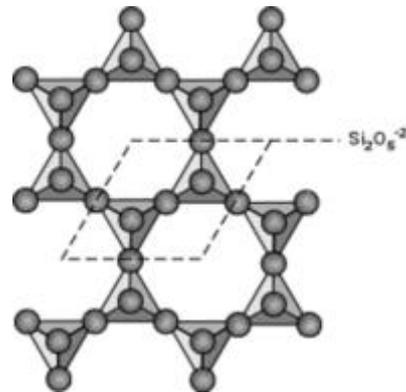
Dua unit tetrahedral bergabung dengan berbagai atom O pada salah satu sudutnya, kemudian memberikan unit $(\text{Si}_2\text{O}_7)_6$. Ini adalah bentuk sederhana dari ion silikat yang terkondensasi. Dinamakan pyro berasal dari kesamaan struktur dengan pyroposfat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) yang dibuat dengan pemanasan orthoposfat.



Gambar 6. Pyrosilikat

- Phyllosilikat

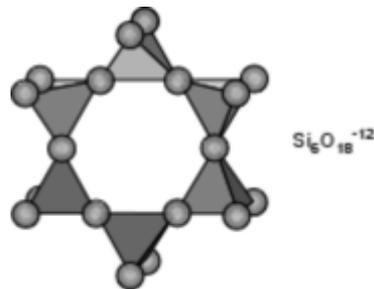
Ketika unit SiO_4 berbagi pada ketiga sudutnya, maka struktur yang terbentuk ialah lembaran dengan rumus umum $(\text{Si}_2\text{O}_5)_n^{2n-}$. Terjadi ikatan yang kuat diantara lembar Si-O, tetapi gaya penahan satu lembaran dengan lembaran lain sangat lemah. Dengan demikian cenderung untuk putus menjadi lembaran tipis. Struktur dengan lembaran planar sederhana sangat jarang. Sejumlah besar dari silikat lembaran sangat penting dan diketahui dengan baik.



Gambar 7. Phyllosilikat

- Cyclosilikat

Jika dua atom tiap tetrahedron berbagi, struktur cincin dapat terbentuk dengan rumus umum $(\text{SiO}_3)_n^{2n-}$. Cincin mengandung tiga, empat, enam dan delapan unit tetrahedral yang diketahui, tetapi yang paling umum ialah tiga dan enam. Ion siklo $\text{Si}_3\text{O}_9^{6-}$ terjadi dalam wollastonite $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ dan $\text{Si}_6\text{O}_{18}^{12-}$ terjadi dalam beryl $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$.



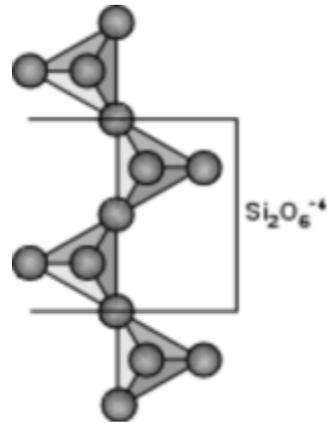
Gambar 8. Cyclosilikat

- Inosilikat

- a. Silikat rantai tunggal

Jika dua oksigen berbagi untuk membuat rantai tunggal panjang terikat dengan SiO_4 tetrahedral, kita mendapatkan silikat rantai tunggal atau inosilikat. Di kasus ini unit struktural dasar adalah $\text{Si}_2\text{O}_6^{-4}$ atau SiO_3^{-2} . Grup ini adalah dasar untuk

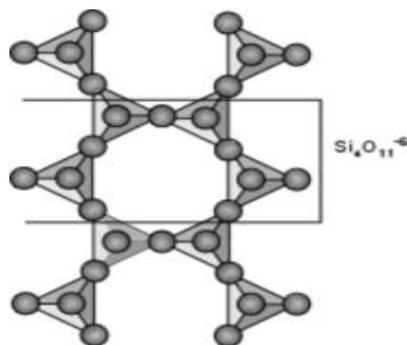
gugus mineral piroksen, seperti orthopyroxenes $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$ atau clinopyroxenes $\text{Ca}(\text{Mg,Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$.



Gambar 9. Inosilikat rantai tunggal

b. Silikat rantai ganda

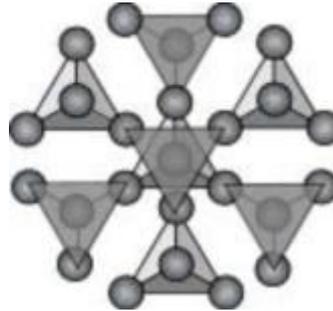
Jika dua rantai dihubungkan bersama sehingga setiap kelompok tetrahedral berbagi 3 dari oksigennya, kita dapat membentuk rantai ganda, dengan kelompok struktural dasar menjadi $\text{Si}_4\text{O}_{11}^{6-}$. Kelompok amphibole dari mineral adalah silikat rantai ganda, misalnya tremolit-ferroactinolite series - $\text{Ca}_2(\text{Mg Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$.



Gambar 10. Inosilikat rantai ganda

- Tectosilikat (Silikat tiga dimensi)

Pertukaran keempat sudut dari tetrahedral SiO_4 dihasilkan dalam kisi tiga dimensi dari rumus SiO_2 (kuarsa, trydimite, cristobalite). Hampir keseluruhan tectosilikat mengandung tetrahedral kuartener dengan perbandingan kation tetrahedral untuk oksigen adalah 1:2.



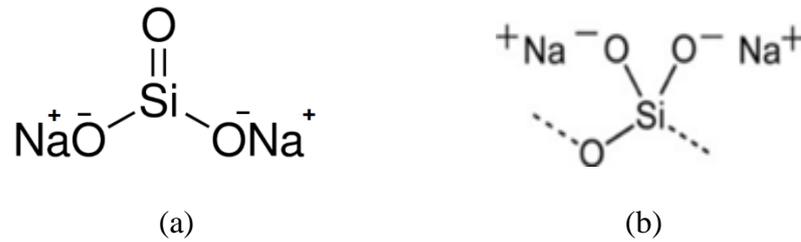
Gambar 11. Contoh tectosilikat

D. Natrium Silikat (Na_2SiO_3)

Natrium Silikat atau disebut juga *Water glass* merupakan senyawa yang terdiri dari ion natrium (Na^+) dan ion silikat (SiO_3^{2-}) dengan anion silikat yang bervariasi mulai jumlah Si satu sampai beberapa buah (SiO_3^{2-} , SiO_4^{4-} , $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$, $\text{Si}_3\text{O}_{10}^{8-}$, dst) bergantung pada perbandingan mol Ion Na^+ dan SiO_2 pembentuknya, yang membentuk padatan amorf dengan sifat yang sangat berguna karena dapat larut dalam air. *Water glass* dijual dalam bentuk gumpalan padat dan bubuk atau dalam bentuk cairan. natrium silikat merupakan sumber natrium untuk berbagai produk industry, seperti dalam pembuatan detergen pencuci, sebagai pengikat dan perekat, sebagai *flokulant* dalam pengolahan air tanaman, dan berbagai aplikasi lainnya.

Natrium Silikat merupakan salah satu jenis mineral silikat yang memiliki banyak manfaat dalam dunia industri. Natrium silikat merupakan jenis senyawa kimia yang ramah lingkungan, ekonomis dan tingkat efisiensinya yang tinggi. Pembuatan Senyawa natrium silikat dapat dilakukan dengan cara mereaksikan unsur silika, oksigen, dan natrium dalam sebuah proses termal pada suhu tinggi untuk menghasilkan kemurnian senyawa yang baik. Salah satu unsur penting dalam pembuatan natrium silikat adalah silika (SiO_2). Silika merupakan nama yang diberikan kepada mineral yang terdiri dari silikon dan oksigen. Sumber silika yang pernah digunakan dalam proses sintesis natrium silikat adalah pasir silika dan abu sekam padi (Adziimaa, Risanti, & Mawarni, 2013).

Natrium Silikat adalah senyawa yang dibentuk oleh Na^+ kation basa kuat dan SiO_4^{4-} yang akan menghasilkan larutan basa jika dilarutkan dalam air. Sifat dari Natrium Silikat yaitu Atom Silikonnya dapat digantikan oleh kation lainnya, seperti Al, B dan lain. Contohnya pada Al, bila Si digantikan Al dalam jaringan tiga dimensi silikat maka akan terbentuk Natrium Alumino Silikat atau disebut juga dengan Zeolit. Natrium Silikat (Na_2SiO_3) adalah sumber silika yang digunakan untuk mensintesis silika mesopori yang disebut sebagai prekursor. Natrium Silikat akan menghasilkan ion Na^+ dan anion lainnya dari asam yang diperlukan pada pembentukan asam silikat. Adanya ion Na^+ dalam campuran reaksi akan menghalangi gugus Si-OH berinteraksi dengan air, gugus Si-OH yang berinteraksi dengan ion Na^+ membentuk ion Si-O⁻, selanjutnya akan mempercepat terjadinya polimerisasi silika.(Kirk dan Othmer, 1997).



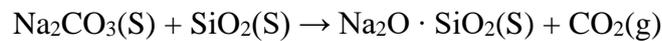
Gambar 12. Struktur (a) Natrium Metasilikat (b) Natrium Silikat (Scheiner, P. 2014)

Sifat Kimia dan Sifat Fisika dari Natrium Silikat adalah sebagai berikut:

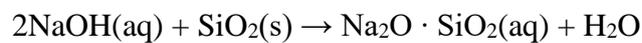
1. Silikatnya stabil dalam udara beroksigen, tidak bisa teroksidasi.
2. Kerangka dari silikat mempunyai toleransi yang tinggi terhadap panas.
3. Beberapa dari senyawa Silikat inert seperti kuarsa terhadap beberapa reagent, hanya bereaksi dengan HF dan perubahan pH yang sangat ekstrim.
4. Silikat memiliki tingkat struktur dan komposisi fleksibel.
5. Polimerisasi jaringan tiga dimensi dari silikat dapat terjadi pada temperatur ruang, bahkan dalam larutan air.
6. Silikat dan silikat tersubstitusi dengan mudah membentuk rangka ukuran molekul dan supermolekul, yang disebut dengan *molecular sieves* (Aini, S dan Effendi, J . 2008).

Water glass atau natrium silikat telah diproduksi sejak abad ke 19, dan prinsip-prinsip dasar pembuatan Na_2SiO_3 tidak berubah sejak saat itu. Natrium silikat diproduksi dengan memanaskan berbagai jumlah soda ash (natrium karbonat, Na_2CO_3) dan pasir silika (berbagai sumber SiO_2) dalam tungku pada suhu antara sekitar 1.000 dan 1.400 °C (sekitar 1.800 dan 2.500 °F). Reaksi kalsinasi

antara Na_2CO_3 dengan SiO_2 mengeluarkan karbon dioksida (CO_2) dan menghasilkan natrium silikat (Na_2SiO_3) sebagaimana persamaan reaksi berikut:



Kalsinasi ini menghasilkan gumpalan seperti kaca yang disebut cullet. Sodium silikat cair juga dapat disintesis langsung dengan melarutkan pasir silika amorf di bawah tekanan tinggi di dalam larutan soda kaustik (natrium hidroksida, NaOH) sebagaimana yang ditunjukkan oleh reaksi berikut:



Dalam sintesis natrium silikat ini, semakin tinggi rasio SiO_2 ke Na_2O dan semakin tinggi konsentrasi kedua bahan, semakin kental larutan yang dihasilkan. Kekentalan produk disebabkan oleh pembentukan polimer silikat dengan cara, atom silikon (Si) dan oksigen (O) dihubungkan oleh ikatan kovalen menjadi struktur rantai atau cincin bermuatan negatif yang berikatan dengan ion positif dari natrium serta molekul air. Larutan yang sangat kental dapat dikeringkan dengan semprotan untuk membentuk manik-manik seperti kaca natrium silikat terhidrasi.

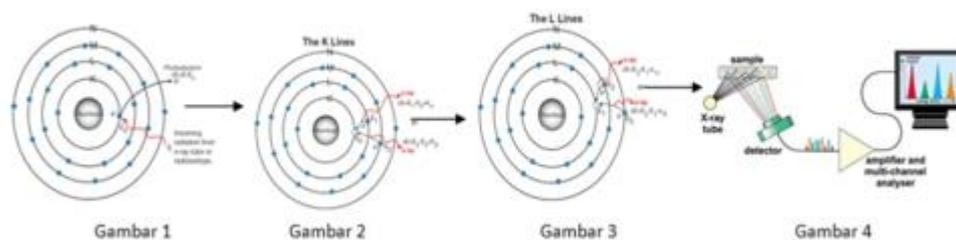
E. Karakterisasi

1. XRF

X-Ray Fluorescence (XRF) merupakan alat yang digunakan untuk menentukan komposisi kimia berbagai jenis material. Dimana material yang digunakan bisa dalam bentuk kristal, bubuk, cairan dan bentuk lain yang diinginkan. Kelebihan dari penggunaan XRF adalah prosesnya yang cepat, akurat, tidak destruktif serta hanya membutuhkan sampel uji yang sedikit. (Brouwer, P. 2010). Analisis XRF dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kuantitatif

memberikan informasi jenis unsur yang terkandung dalam bahan, sedangkan analisis kuantitatif memberikan informasi jumlah unsur yang terdapat dalam sampel tersebut. Bahan yang dianalisis menggunakan XRF mempunyai bentuk yang bermacam-macam. Bahan padat massif misalnya paduan besi, paduan zirconium, paduan aluminium. Bahan pelat misalnya pelat tembaga, pelat seng. Bahan berupa serbuk misalnya kerak, mineral, batuan, pasir besi (Fansuri, 2010).

Analisa menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan sinar X karakteristik yang terjadi dari peristiwa efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam orbital target pada sampel terkena sinar berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X). Bila energi sinar tersebut lebih tinggi dari pada energy ikat elektron dalam orbit K, L atau M pada sampel, maka elektron atom target akan keluar dari orbitnya. Dengan demikian atom target akan mengalami kekosongan electron. Kekosongan electron ini akan diisi oleh electron dari orbital yang lebih luar dan diikuti pelepasan energy yang berupa sinar-X. Sinar-X yang dihasilkan merupakan suatu gabungan spectrum sinambung dan speltrum energy tertentu yang berasal dari bahan sasaran yang tertumbuk electron. Jenis spectrum discreet yang terjadi pada perpindahan electron yang terjadi pada atom sampel. Spektrum ini dikenal sebagai spectrum sinar-X karakteristik. Peristiwa tersebut dapa dilihat pada Gambar 2.11 dibawah ini.

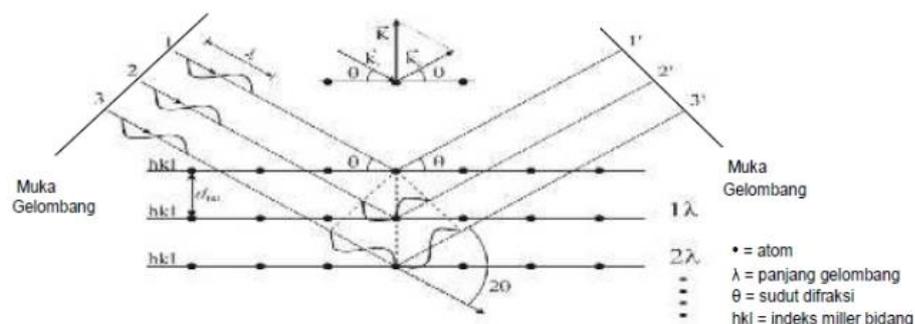


Gambar 13. Proses terjadinya sinar-X (Nugroho, 2005)

Intensitas sinar-X yang dihasilkan oleh atom bahan sangat dipengaruhi oleh jumlah atom yang mengalami efek fotolistrik, keboleh jadian terjadinya efek tersebut yang dapat menimbulkan sinar-X. Untuk penentuan kadar silika yang terbentuk, maka dilakukan dengan alat difraktometer pendar sinar-X. Komposisi Na_2O dan SiO_2 ditentukan dari puncak-puncak difraktogram yang terjadi, dengan mengacu pada puncak difraktogram standar Na_2O , SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO murni.

2. XRD

X-Ray Diffraction atau Difraktometer sinar-X adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk melihat difraktogram (pola difraksi sinar-X) suatu padatan kristal yang bila diberi sinar-X. Suatu kristal memiliki bidang yang dibentuk oleh atom-atom yang tertata secara teratur. Sinar-X yang mengenai bidang tersebut akan didifraksikan dengan sudut tertentu akan memiliki jarak antar bidang tertentu (d) dan sudut difraksi tertentu (2θ). Hubungan antar panjang gelombang sinar-X (λ) pada bidang kristal dengan jarak antar bidang (d) dan sudut difraksi (θ), tingkat difraksi (n), bisa dijelaskan oleh Gambar 2.11 dan persamaan Bragg berikut.



Gambar 14. Skema difraksi sinar-X (Cullity, 1978)

Sudut bragg θ , berhubungan dengan jarak XY sehingga berlaku:

$$XY = YZ = d \sin \theta$$

$$XYZ = 2d \sin \theta$$

$$XYZ = n \lambda \text{ sehingga,}$$

$$d \sin \theta = n \lambda$$

Oleh karena itu suatu gelombang hanya dapat dipantulkan jika memenuhi persamaan: $d \sin \theta = n \lambda$

Difraksi sinar-X adalah alat untuk menyelidiki struktur dari suatu material. Teknik ini berawal dalam penemuan von Laue pada tahun 1912 tentang difraksi sinar-X kristal, cara difraksi untuk menunjukkan struktur kristal. Pada awalnya, difraksi sinar-X hanya digunakan untuk penentuan struktur kristal. Kemudian, kegunaan lain dikembangkan, dan sekarang metode ini diterapkan tidak hanya untuk penentuan struktur, tapi untuk masalah beragam seperti analisis kimia dan pengukuran tekanan, untuk mempelajari kesetimbangan fasa dan pengukuran ukuran partikel, untuk penentuan orientasi Kristal tunggal atau ensambel dari orientasi dalam agregat polikristalin (Cullity, 1978).

3. FTIR

Spektrometri inframerah adalah teknik karakterisasi untuk mendeteksi interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik dalam rentang panjang gelombang 0,75 - 1000 μm atau bilangan gelombang 13.000 - 10⁻¹ cm^{-1} . Teknik ini banyak diaplikasikan dalam analisis industri dan penelitian karena teknik ini dapat digunakan untuk mengamati ikatan kimia dari gugus fungsi dalam molekul. Berdasarkan jaraknya dengan panjang gelombang cahaya tampak, radiasi IR terbagi

menjadi tiga bagian, yaitu dekat ($10000-4000\text{ cm}^{-1}$), tengah ($4000-200\text{ cm}^{-1}$) dan jauh ($200-10\text{ cm}^{-1}$). Bagian tengah dari inframerah secara luas diterapkan untuk mengetahui molekul organik dan anorganik karena bagian ini terkait dengan transisi energi vibrasi molekul.

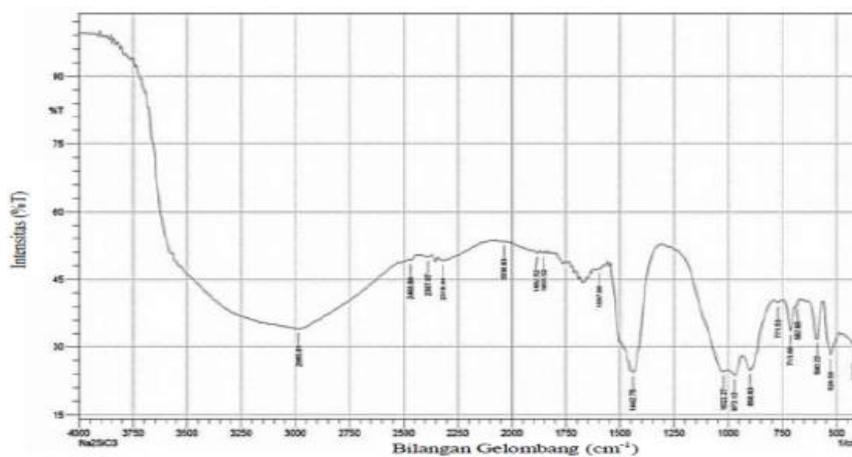
Karakterisasi dengan FTIR dilakukan pada rentang bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} . Pola serapan silika yang muncul umumnya adalah gugus silanol ($\equiv\text{Si-OH}$) dan siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$). Pita serapan di bilangan gelombang 416,62 cm^{-1} , 528,5 cm^{-1} , 590,22 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk dari gugus siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$). Ikatan Si-O-Si terdapat pada bilangan gelombang 682,8 cm^{-1} . Vibrasi ulur simetris dari Si-O pada siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) berada pada bilangan gelombang 713,66 cm^{-1} dan 771,53 cm^{-1} (Trisko dkk, 2013). Bilangan gelombang 898,83 cm^{-1} merupakan indikasi keberadaan gugus Si-O dari ikatan Si-O-Si. Bilangan gelombang 972,12 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur Si-O pada silanol ($\equiv\text{Si-OH}$) (Witoon, 2008) dan 1022,27 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur asimetris Si-O dari siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) (Adam dkk, 2006).

Tabel 3. Daerah puncak bilangan gelombang pada spektrum FTIR Natrium silikat (Adam dkk, 2006)

No	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Intensitas	Gugus fungsi
1.	416.62	30.113	Vibrasi tekuk dari gugus siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$)
2.	528.5	28.214	Vibrasi tekuk dari gugus siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$)

3.	590.22	31.679	Vibrasi tekuk dari gugus siloksan ($\equiv \text{Si-O-Si} \equiv$)
4.	682.8	38.919	Si-O-Si
5.	713.66	33.713	Vibrasi ulur simetris dari Si-O pada siloksan ($\equiv \text{Si-O-Si} \equiv$)
6.	771.53	39.913	Vibrasi ulur simetris dari Si-O pada siloksan ($\equiv \text{Si-O-Si} \equiv$)
7.	898.83	24.757	Gugus Si-O dari Ikatan Si-O-Si
8.	972.12	23.704	Vibrasi ulur Si-O pada Silanol ($\equiv \text{Si-OH}$)
9.	1022.27	24.541	Vibrasi ulur asimetris Si-O dari siloksan ($\equiv \text{Si-O-Si} \equiv$)
10.	1442.75	24.384	Vibrasi tekuk Silanol ($\equiv \text{Si-OH}$)
11.	1597.06	47.232	Vibrasi tekuk -OH dari silanol ($\equiv \text{Si-OH}$)
12.	2036.83	53.302	H-Si-Si-H
13.	2318.44	49.035	Vibrasi tekuk Si-O (siloksan)
14.	2387.87	49.927	Vibrasi tekuk Si-O (siloksan)
15.	2468.88	49.172	Vibrasi tekuk Si-O (siloksan)
16.	2985.81	34.138	Gugus -OH silanol ($\equiv \text{Si-OH}$) dan H ₂ O

Vibrasi tekuk Si-OH pada bilangan gelombang 1442,75 dan vibrasi tekuk -OH dari Si-OH terjadi di 1597,06 cm⁻¹. Pita serapan pada bilangan gelombang 2036,87 cm⁻¹ merupakan karakteristik dari ulur monohidrida (H-Si-Si-H) (Abuhassan, 2010). Bilangan gelombang di 2318,44 cm⁻¹, 2387,87 cm⁻¹, dan 2468,88 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi tekuk Si-O siloksan ($\equiv \text{Si-O-Si} \equiv$) (Astuti dkk, 2012). Pita serapan di 2800-3750 cm⁻¹ menunjukkan gugus -OH silanol dan H₂O yang diserap (Kalapathy, 2000). Salah satu contoh penggunaan FTIR adalah untuk mengamati ikatan kimia dari gugus fungsi natrium silikat, seperti yang ditunjukkan Gambar 15. (Linda T *et al*, 2015).



Gambar 15. Spectrum FTIR Na_2SiO_3 (Linda T,dkk., 2015)

Karakterisasi dengan FTIR dilakukan pada rentang bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} . Pola serapan silika yang muncul umumnya adalah gugus silanol ($\equiv\text{Si-OH}$) dan siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$). Pita serapan di bilangan gelombang 416,62 cm^{-1} , 528,5 cm^{-1} , 590,22 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk dari gugus siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$). Ikatan Si-O-Si terdapat pada bilangan gelombang 682,8 cm^{-1} . Vibrasi ulur simetris dari Si-O pada siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) berada pada bilangan gelombang 713,66 cm^{-1} dan 771,53 cm^{-1} (Trisko dkk, 2013). Bilangan gelombang 898,83 cm^{-1} merupakan indikasi keberadaan gugus Si-O dari ikatan Si-O-Si. Bilangan gelombang 972,12 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur Si-O pada silanol ($\equiv\text{Si-OH}$) (Witton *et al*, 2008) dan 1022,27 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur asimetris Si-O dari siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) (Adam *et al*, 2006). Vibrasi tekuk Si-OH pada bilangan gelombang 1442,75 dan vibrasi tekuk -OH dari Si-OH terjadi di 1597,06 cm^{-1} . Pita serapan pada bilangan gelombang 2036,87 cm^{-1} merupakan karakteristik dari ulur monohidrida (H-Si-Si-H) (Abuhassan, 2010).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini akan diuraikan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran yang diperlukan untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut.

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Batu rijang telah berhasil dimurnikan menggunakan HNO_3 4M pada suhu 110°C dengan kemurnian 91.05%
2. Natrium silikat telah berhasil disintesis dari batu rijang yang telah dimurnikan menggunakan NaOH dan Na_2CO_3 , variasi massa yang cocok untuk mensintesis Na_2SiO_3 adalah 6 gr SiO_2 , 11 g NaOH dan 8 g Na_2CO_3 dengan Rm $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 0,47 mol pada temperatur 300°C .

B. Saran

Kemurnian Silika dari batu rijang yang dihasilkan dicapai belum 100%, diakibatkan oleh masih terdapatnya logam-logam pengotor. Salah satu logam pengotor tersebut adalah Al yang masih tersisa 5%. Namun demikian Na_2SiO_3 dengan kandungan Al tinggi sangat cocok dijadikan bahan dasar untuk mensintesis Zeolit dan kurang bagus untuk mensintesis Silika mesopori. Kemudian berdasarkan analisa XRD natrium silikat yang dihasilkan masih terdapat sisa senyawa alkali berupa Na_2CO_3 yang menandakan pada saat kalsinasi natrium karbonat tidak terlebur seluruhnya. Na_2CO_3 yang tidak terlebur seluruhnya disebabkan oleh titik

lebur Na_2CO_3 yang tinggi, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui, bagaimana :

1. Menghasilkan silika yang lebih murni tanpa mengandung logam Al.
2. Massa Na_2CO_3 dan waktu kalsinasi yang dibutuhkan untuk mensintesis Na_2SiO_3 yang lebih murni, hingga selanjutnya dapat digunakan sebagai precursor dalam mensintesis silika mesopori pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adziima, A.F., Risanti, D.D., dan Mawarni, L.J. (2013). *Sintesis Natrium Silikat dari Lumpur Lapindo sebagai Inhibitor Korosi*. Jurnal Teknik POMITS. Vol. 2. No. 2. Hal. F-384-F-389
- Abuhassan, L.H (2012). Enhancement of the production yield of fluorescent silicon nanostructures using silicon-based salts. *Sains Malaysiana*. 39. 5. Hal 837-844
- Adam, F., Kandasamy, K., Batakrishnam, S (2006). Iron incorporated heterogeneous catalyst from rice husk ash. *Journal of Colloid and Interface Science*. **304**. Hal 137-143
- Ade ,Amelia. Sintesis Silika Mesopori (2017). *Menggunakan Na_2SiO_3 dari Pasir Silika sebagai Prekursor dengan Metode Sol-Gel*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Padang
- Aini, S. 2006. *Sintesis Zeolit dari Fly Ash PLTU Sijantang*, Penelitian Dosen Muda
- Aini, S. dan Effendi J. (2008). *Kajian Penggunaan Na_2CO_3 dan NaOH pada Pembuatan Sodium Silikat dari Pasir Silika Sungai Nyalo Untuk Bahan Dasar Sintesis Zeolit 4A*. Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi. Fakultas MIPA UNP. Sumatra Barat
- Aini, S., Nizar, U. K., Amelia Nst, A., & Efendi, J. (2018). Identification and Purification of Nyalo River Silica Sand as Raw Material for the Synthesis of Sodium Silicate. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012025>
- Astuti, M.D., Nurmasari, R., Mujiyanti, D.R (2012). Imobilisasi 1,8-dihidroxyanthraquinon pada silika gel melalui proses sol-gel. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. 6. 1. Hal 25-34
- Billy. G. Adhiperdana. (2010). *A Preliminary Account Of The Framework Grain Composition And Provenance Of The Lower Tertiary Sandstone Outcropped In The Ombilin Basin, Central Sumatra*. Faculty Geology, Universitas Padjajaran.
- Boggs S Jr, (2006). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, New Jersey : Pearson Prentice Hall