

Ekstraksi Silika (SiO_2) dari Mineral Tanah Napa Pesisir Selatan

Asy Syifa Hanawindy¹, Mawardi Mawardi*²

^{1,2}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang
Jln Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia Telp. 0751 7057420

*mawardianwar@fmipa.unp.ac.id

Abstract —Silica is a mineral with potential for use in a variety of industries. Silica can be produced an extraction process using natural materials such as Napa Soil from the South Coast as the raw material. In this study, the extraction method used is a modification of the alkali fusion and hydrothermal methods. The Napa soil was calcined at 750°C for 4 hours, then reacted with NaOH (2; 4 ; 6; and 8) M at 95°C to form Na silicate, then 6M HCl was added to form silicic acid and finally the silica gel was dried to form SiO_2 . The extracted silica was also characterized using XRF which showed the silica purity level increased to 61.84%. The maximum extraction yield was obtained with an 8 M NaOH concentration of 30.78 %, according to the data. The extracted silica was also analyzed using XRF, which confirmed that the purity level of the silica had enhanced to 69.85 %.

Keywords — silica, extraction, napa soil, rendemen, XRF

I. PENDAHULUAN

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan potensi sumber daya alam melimpah, termasuk bahan mineral seperti minyak bumi, gas alam serta mineral logam dan non logam lainnya. Provinsi Sumatera Barat memiliki kondisi fisiografis yang kompleks yaitu wilayah pengunungan, perbukitan dan dataran rendah. Kondisi inilah yang mempengaruhi potensi keberadaan mineral di provinsi Sumatera Barat. Salah satu mineral yang paling melimpah ialah silika[1].

Silika adalah salah satu bahan yang paling melimpah ditemukan di kerak bumi. Silika adalah 27,7% setelah oksigen dan 47% dari total berat tanah [2]. Salah satu bahan galian alam yang memiliki kandungan silika terbesar yakni tanah Napa. Tanah napa adalah bahan alam dari Sumatera Barat yang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai obat sakit perut dan diare. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material ini adalah mineral aluminasilikat, terutama kaolin dan sedikit kuarsa. Tanah napa terdapat di beberapa daerah seperti Kabupaten Pesisir Selatan, Kabupaten Lima Puluh Kota, Kabupaten Tanah Datar dan Kabupaten Solok[3]. Selain itu, tanah napa ini juga bisa dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pembuatan semen pengganti pozzoland karena kandungan SiO_2 yang tinggi[3].



Gambar 1. Tanah Napa Kab. Pesisir Selatan

Silika dapat diperoleh melalui sintesis atau ekstraksi dari bahan alam hayati maupun non hayati. Silika dari bahan alam hayati bisa didapat dari abu sekam, ampas kelapa sawit dan ampas tebu. Sedangkan untuk bahan alam non hayati bisa didapatkan dari abu terbang batu bara (*fly ash*)[4]. Silika (SiO_2) merupakan bahan baku dasar yang banyak digunakan dalam elektronika, industri keramik dan bahan polimer. Silika umumnya digunakan sebagai prekursor berbagai bahan seperti katalis, pelapis bahan elektronik dan bahan optik. Silika juga banyak digunakan dalam bidang industri seperti kaca, cermin, keramik, silicon karbidan dan sand blasting[5].

Gugus silanol ($-\text{SiOH}$) dan gugus siloksan (Si-O-Si) merupakan dua situs aktif yang dimiliki oleh silika. Karena gugus silanol pada permukaan silika berinteraksi dengan molekul air, maka air pada permukaan silika menjadi tidak aktif dan daya ikatnya berkurang, sehingga melemahkan proses pemisahan dan memerlukan modifikasi[6].

Pengaplikasian silika dengan kemurnian tinggi pada industri relatif mahal karena membutuhkan titik leleh yang lumayan tinggi yaitu 1700°C[7]. Dengan demikian, ekstraksi silika dengan memanfaatkan bahan alam seperti tanah napa adalah salah satu cara untuk menekan biaya produksi. Penelitian terkait hal ini belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga penelitian ini perlu dilakukan supaya tanah napa dapat dijadikan bahan anorganik yang berharga dan memiliki nilai ekonomis.

Zhou telah berhasil melakukan ekstraksi material aluminasilikat diawali dengan metode fusi alkali antara lempeng halloysite dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) dan dilanjutkan dengan metode hidrotermal[8]. Munasir juga telah berhasil melakukan sintesis silika menggunakan metode

hidrotermal dan didapatkan silika dengan tingkat kemurnian yang tinggi[5].

Metode hidrotermal merupakan metode kristalisasi yang bergantung pada kelarutan mineral dalam air bersuhu tinggi dan bertekanan tinggi. Sistem hidrotermal ini cocok untuk menumbuhkan kristal berkualitas tinggi dengan komposisi terkontrol[9].

Pada penelitian ini silika akan diekstraksi dari tanah Napa menggunakan metode hidrotermal dengan konsentrasi NaOH yang bervariasi.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: crusher merk ME – 100 JAW CRUSHER 5"X8", ayakan 200 mesh sieve, furnace, oven, magnetix stirrer, timbangan analitik, Ph meter, corong buchner, cawan porselen, kurs, kaca arloji, gelas ukur (10 dan 25) ml, gelas kimia 1000 ml, erlenmeyer (250 dan 500) ml, labu ukur (100 dan 250) ml, pipet volume, pipet tetes, batang pengaduk, dan spatula. Kemudian dikarakterisasi dengan instrument X – Ray Fluorescence (XRF) Merk Epsilon3 PANalytical.

B. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: tanah napa Kabupaten Pesisir Selatan, NaOH p.a (Merck), HCl 37% p.a (Merck), aquades dan kertas saring whattman 42.

C. Preparasi Tanah Napa

Tanah napa berbentuk bongkahan dihancurkan menggunakan palu dan dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kering. Kemudian dimasukkan ke dalam crusher dan giling selama beberapa menit hingga tanah napa menjadi halus. Dilanjutkan proses pengayakan dengan ayakan 200 mesh. Sampel yang sudah melewati ayakan akan dikalsinasi menggunakan furnace pada suhu 750°C selama 4 jam. Selanjutnya dilakukan perendaman dengan larutan HCl 2 M selama 12 jam. Residu hasil perendaman dibilas menggunakan aquades dan kemudian keringkan pada suhu 110°C hingga kadar airnya berkurang[4].

D. Ekstraksi Silika

1. Alkali Fusi

Sebanyak 100 gram sampel tanah napa yang telah di preparasi direaksikan menggunakan 500 ml larutan NaOH dengan konsentrasi yang divariasikan (2; 4; 6; dan 8) M pada suhu 95°C selama 2 jam pada magnetic stirer dengan kecepatan pengadukan 600 rpm[10]. Kemudian disaring menggunakan kertas saring whattman no 42 dan dibilas menggunakan aquades.

2. Presipitasi Silika Gel

Selanjutnya, filtrat hasil penyaringan (Na-silikat) direaksikan dengan larutan HCl 6 M secara bertahap

diatas magnetic stirer dengan kecepatan pengadukan 600 rpm hingga membentuk gel yakni pada pH 7. Gel yang terbentuk dilakukan pendinginan selama 18 jam. Setelah itu, dibilas dan disaring sehingga didapatkan produk berupa Si(OH)₄[4].

3. Hidrotermal

Silika gel [Si(OH)₄] yang terbentuk dioven pada suhu 110°C hingga berat yang didapatkan konstan dan kemudian dilanjutkan dengan kalsinasi dengan furnace pada suhu 550°C selama 2 jam[4].

E. KARAKTERISASI SILIKA

Serbuk silika (SiO₂) yang telah terbentuk selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRF untuk mengetahui kandungan oksida yang terdapat pada silika hasil ekstraksi pada tanah napa.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

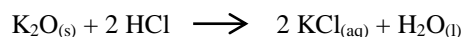
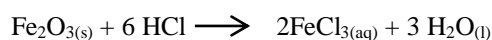
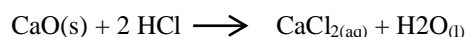
Ekstraksi silika dari mineral tanah napa pesisir selatan dilakukan dengan modifikasi metode alkali fusi dan hidrotermal. Ekstraksi padat-cair adalah jenis ekstraksi yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu proses yang melibatkan perpindahan massa antar fasa[11]. NaOH bertindak sebagai ekstraktan dalam hal ini, dan tanah napa bertindak sebagai fasa padat.

Tahap pertama yakni preparasi tanah Napa yang dilakukan dengan penggerusan, pengayakan dan kalsinasi. Pengayakan dilakukan menggunakan ayakan ukuran 200 mesh yang bertujuan agar sampel yang digunakan mempunyai keseragaman ukuran partikel dan agar memudahkan kontak dengan pelarut pada tahap selanjutnya. Kalsinasi pada suhu 750°C selama 4 jam dilakukan bertujuan agar menghilangkan senyawa organik ataupun pengotor yang terdapat pada sampel serta kalsinasi dapat merubah fase kristal menjadi fase amorf reaktif.



Gambar 2. Tanah Napa Sebelum dan Sesudah Kalsinasi

Selain itu, tanah napa direndam pada HCl 2 M selama 12 jam bertujuan untuk mengurangi pengotor lain selain SiO₂ yang terdapat pada sampel. Reaksi pelarutan oksida logam terhadap HCl ditunjukkan pada reaksi berikut[12]:





Gambar 3. Silika Hasil Ekstraksi Tanah Napa

A. Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Rendemen

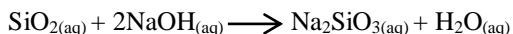
Perbandingan rendemen ekstraksi silika yang dihasilkan terhadap variasi konsentrasi NaOH ditunjukkan oleh tabel 1.

TABEL I.
PENGARUH KONSENTRASI NAOH TERHADAP RENDEMEN

	Konsentrasi NaOH (M)			
	1,0	1,5	2,0	2,5
Rendemen (%)	2,81	10,65	19,35	30,78

Pada penelitian ini dilakukan perubahan konsentrasi pelarut NaOH untuk melihat pengaruhnya terhadap rendemen yang diperoleh. Pemilihan pelarut NaOH didasarkan karena silika dapat bereaksi dengan basa, terutama basa kuat seperti hidroksida logam alkali. [13].

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seiring meningkatnya konsentrasi pelarut NaOH yang digunakan maka rendemen hasil ekstraksi juga mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan peningkatan konsentrasi NaOH maka ion OH⁻ dalam larutan juga meningkat, sehingga semakin banyak silika yang terikat pada sampel. Konsentrasi pelarut berupa NaOH yang baik dapat mempengaruhi ekstraksi tanah napa menjadi larutan basa silikat. Semakin banyak basa silikat yang terbentuk maka akan semakin banyak juga silika gel yang terbentuk[14]. Reaksi yang terjadi pada proses ini ialah sebagai berikut:

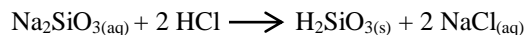


Berdasarkan reaksi di atas, NaOH akan terurai menjadi ion-ionnya, dan ion OH⁻ akan menyerang atom-atom Si, kemudian akan berlangsung reaksi dehidrogenasi membentuk SiO₃²⁻. SiO₃²⁻ akan diseimbangkan oleh ion Na⁺ untuk membentuk natrium silikat.

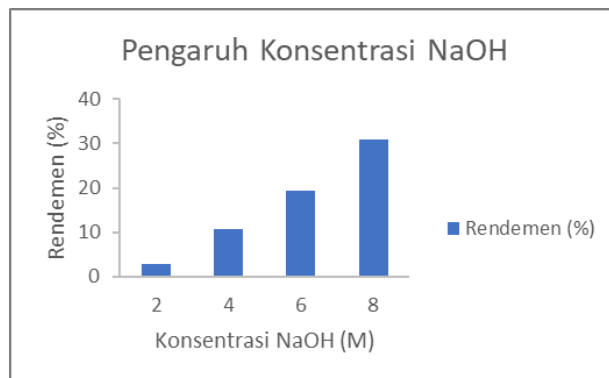
Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilaporkan oleh Dwi Rasyi Mujiyanty dkk pada sampel limbah sekam padi dengan variasi konsentrasi NaOH (1; 1,5; 2; 2,5; dan 3) M. Penelitian tersebut di dapatkan rendemen terbesar pada konsentrasi NaOH 3 M dengan persentase mencapai 61, 37%[15]. Hasil yang sama juga didapatkan pada penelitian dengan berbahan dasar batu apung dengan variasi konsentrasi NaOH yang digunakan (2,5; 2,7; 2,9; 3,1 dan 3,3 M) dan didapatkan rendemen terbesar pada konsentrasi NaOH 3,3 M[16]. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar

konsentrasi NaOH yang digunakan maka rendemen hasil ekstraksi yang dihasilkan juga semakin besar.

Filtrat yang diperoleh dalam prosedur ini kemudian direaksikan dengan HCl 6M sampai terbentuk endapan (kisaran pH 6,57). Dilakukan penyaringan dan pemanasan untuk menghilangkan kadar air hingga dihasilkan bubuk silika hasil ekstraksi. Reaksi yang terjadi pada proses ini ialah sebagai berikut:



Semakin tinggi konsentrasi pelarut NaOH yang digunakan pada proses ini, semakin tinggi jumlah silika pada larutan natrium silikat yang diekstraksi dan oleh karena itu semakin banyak HCl yang akan dibutuhkan pada pembentukan endapan kisaran pH 6,5-7. Oleh karena itu, jumlah endapan yang terbentuk selama ekstraksi juga meningkat. Kelarutan SiO₂ dalam larutan asam sangat kecil (pH 1-6). Pembentukan endapan dengan HCl pada pH 6,5-7 dikarenakan pada pH tersebut memudahkan proses difusi ion natrium dan anion lain sehingga kadar silikanya lebih tinggi. Jika dilakukan pada rentang pH dibawah 6,5-7 maka silika yang didapatkan akan sedikit[17]. Berikut ini adalah representasi grafis dari pengaruh konsentrasi NaOH terhadap rendemen pada Gambar 2:



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Rendemen Silika

B. Karakterisasi X – Ray Fluorescence (XRF)

Komposisi mineral silika dan oksida lainnya sebelum dan sesudah diekstraksi dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

TABEL II.
PERBANDINGAN KOMPOSISI MINERAL SEBELUM DAN SESUDAH EKSTRAKSI

Sampel	Kadar (%)				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O
S1	59,38	28,78	3,96	0,57	1,38
S2	69,85	16,10	0,2	0,3	0,2

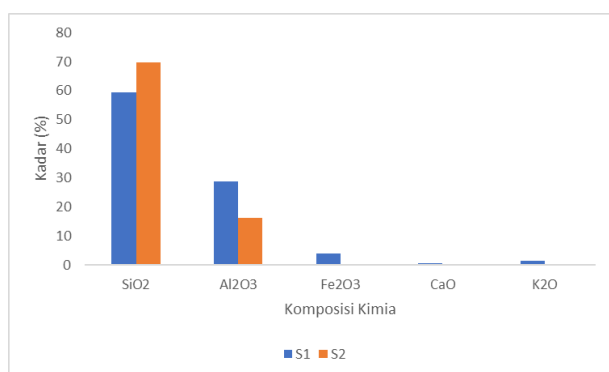
Keterangan :

S1 = Tanah Napa sebelum ekstraksi

S2 = Tanah Napa setelah ekstraksi

Dapat dilihat dari tabel 2, bahwa setelah ekstraksi kadar SiO₂ mengalami peningkatan dari 59,38% menjadi 69,85%. Namun kadar Al₂O₃ masih cukup tinggi yakni 16,10%. Sedangkan kandungan unsur lain seperti Fe, Ca, K, dll mengalami penurunan. Hal ini disebabkan kelarutan silika yang tinggi dalam pelarut basa. Selain itu, hal ini dipengaruhi oleh pencucian dengan air (H₂O) yang bertujuan untuk menghilangkan senyawa pengotor yang terbentuk selama proses perlakuan. Semakin sering dilakukan pencucian dengan volume aquades yang semakin banyak, maka sampel yang dihasilkan akan semakin tinggi kemurniannya[18]

Berikut disajikan grafik perbandingan komposisi mineral sebelum dan sesudah ekstraksi silika.



Gambar 5. Perbandingan Komposisi Mineral Sebelum dan Sesudah Ekstraksi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Rendemen hasil ekstraksi silika mengalami peningkatan seiring meningkatnya konsentrasi NaOH yang digunakan. Rendemen yang didapatkan pada konsentrasi NaOH (2; 4; dan 8) M berturut-turut adalah 2,81%; 10,65%; 19,35%; dan 30,78%.
- 2) Hasil karakterisasi XRF menunjukkan peningkatan kadar SiO₂ setelah diekstraksi menjadi 69,85%

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terlaksananya penelitian ini, penulis mengucapkan terimakasih telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan riset ini dan dibiayai oleh PNPB Universitas Negeri Padang. Selanjutnya, ucapan terimakasih kepada Bapak/Ibu tenaga akademik maupun non akademik Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. M. Riehsapsari *et al.*, "Potensi Sumber Daya Mineral Logam Dan Non Logam Di Provinsi Sumatera Barat," *J. Georafflesia*, vol. 5, no. 1, pp. 87–95, 2020.
- [2] V. P. Della and I. Ku, "Rice husk ash as an alternate source for active silica production," vol. 57, no. December, pp. 818–821, 2002.

- [3] M. Mawardi, D. Deyundha, R. Zainul, and P. R. Zalmi, "Characterization of PCC Cement by Addition of Napa Soil from Subdistrict Sarilamak 50 Kota District as Alternative Additional Material for Semen Padang," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 335, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/335/1/012034.
- [4] S. N. Ishmah, M. D. Permana, M. L. Firdaus, and D. R. Eddy, "Extraction of Silica from Bengkulu Beach Sand using Alkali Fusion Method," *PENDIPA J. Sci. Educ.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–5, 2020, doi: 10.33369/pendipa.4.2.1-5.
- [5] Munasir, Triwikantoro, M. Zainuri, and Darminto, "Synthesis of SiO₂ nanopowders containing quartz and cristobalite phases from silica sands," *Mater. Sci. Pol.*, vol. 33, no. 1, pp. 47–55, 2015, doi: 10.1515/msp-2015-0008.
- [6] S. Sulastris and S. Kristianingrum, "Berbagai Macam Senyawa Silika : Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan," *Pros. Semin. Nas. Penelitian, Pendidik. dan Penerapan MIPA*, pp. 211–216, 2010.
- [7] N. A. S. Omar, Y. W. Fen, K. A. Matori, M. H. M. Zaid, and N. F. Samsudin, "Structural and optical properties of Eu³⁺ activated low cost zinc soda lime silica glasses," *Results Phys.*, vol. 6, no. September, pp. 640–644, 2016, doi: 10.1016/j.rinp.2016.09.007.
- [8] C. Zhou *et al.*, "Synthesis and characterization of ordered mesoporous aluminosilicate molecular sieve from natural halloysite," *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, vol. 45, no. 3, pp. 1073–1079, 2014, doi: 10.1016/j.jtice.2013.09.030.
- [9] K. Byrappa and T. Adschiri, "Hydrothermal technology for nanotechnology," *Prog. Cryst. Growth Charact. Mater.*, vol. 53, no. 2, pp. 117–166, 2007, doi: 10.1016/j.pcrysgrow.2007.04.001.
- [10] V. K. Yadav and M. H. Fulekar, "Advances in Methods for Recovery of Ferrous," *Ceramics*, pp. 384–420, 2020.
- [11] A. Retnosari, "EKSTRAKSI DAN PENENTUAN KADAR SILIKA (SiO₂) HASIL EKSTRAKSI DARI ABU TERBANG (FLY ASH) BATUBARA," 2013.
- [12] S. S. Deviani, F. W. Mahatmanti, and N. Widiarti, "Indonesian Journal of Chemical Science Sintesis dan Karakterisasi Zeolit dari Abu Sekam Padi Menggunakan Metode Hidrotermal," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 7, no. 1, 2018.
- [13] R. Chirinos, H. Rogez, D. Campos, R. Pedreschi, and Y. Larondelle, "Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) tubers," *Sep. Purif. Technol.*, vol. 55, no. 2, pp. 217–225, 2007, doi: 10.1016/j.seppur.2006.12.005.
- [14] L. Qomariyah, F. N. Sasmita, H. R. Novaldi, W. Widiyastuti, and S. Winardi, "Preparation of Stable Colloidal Silica with Controlled Size Nano Spheres from Sodium Silicate Solution," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 395, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/395/1/012017.
- [15] D. R. Mujiyanti, D. Ariyani, and N. Paujiah, "SEKAM PADI BANJAR JENIS PANDAK Study of Variations NaOH Concentration in Silica Extraction from Banjar Rice Husk Waste Type Pandak Kajian Variasi Konsentrasi NaOH dalam Ekstraksi Silika dari limbah ... (Dwi Rasy Mujiyanti dkk)," vol. 15, no. 2, pp. 143–153, 2021, doi: 10.20527/jstk.v15i2.10373.
- [16] Z. M. Ulfa, P. Manurung, and P. K. Karo, "Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH Optimum pada Pembuatan Nanosilika dari Batu Apung," vol. 08, no. 01, pp. 11–16, 2020.
- [17] N. Riyanto, P. Sumardi, I. Perdana, and J. G. Yogyakarta, "Kinetika Pelarutan Silika Amorf dari Lumpur Panas Bumi Dieng," *J. Rekayasa Proses*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [18] H. N. Izzati and . M., "Sintesis Dan Karakterisasi Kekristalan Nanosilika Berbasis Pasir Bancar," *Inov. Fis. Indones.*, vol. 2, no. 03, pp. 19–22, 2013, [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-fisika-indonesia/article/view/4278>.