

PENGARUH SUHU DAN UKURAN PARTIKEL PADA PROSES PEMBUATAN NATRIUM SILIKAT DARI BATUAN PYROPHYLLITE

Dizza Capolizta Wibowo dan Sandra Santosa

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
dizza.capolizta29@gmail.com ; [sandra.santosa@polinema.co.id]

ABSTRAK

Batuan piropilit merupakan salah satu sumber mineral dengan kandungan silika atau silikon dioksida (SiO_2) yang tinggi dan memiliki ketersediaan cukup banyak di Indonesia khususnya di kecamatan Sumbermanjing, Jawa Timur. Batuan piropilit ini ternyata belum banyak dimanfaatkan dan umumnya hanya dijual dalam bentuk serbuk atau tepung batu. Kandungan silika yang tinggi pada batuan piropilit dapat digunakan sebagai alternatif sumber silikon dioksida yang potensial dalam sintesis natrium silikat (Na_2SiO_3). Untuk mendapatkan natrium silikat dari batuan piropilit dapat dilakukan dengan menggunakan proses ekstraksi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan menganalisa pengaruh suhu dan ukuran partikel batuan terhadap kualitas dan kuantitas natrium silikat. Dalam penelitian ini variabel suhu ekstraksi yang digunakan adalah 70°C , 80°C , 90°C dan 100°C . Ukuran partikel divariabelkan pada 40 mesh, 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh. Hasil analisis XRF yang dilakukan pada natrium silikat tersebut menunjukkan bahwa perbedaan suhu dan ukuran batuan memberi pengaruh nyata terhadap persentase natrium silikat yang dihasilkan. Besar suhu 100°C dengan ukuran partikel batuan 100 mesh menghasilkan persentase natrium silikat tertinggi di antara variabel lainnya, yaitu 61,83%.

Kata kunci: ekstraksi, natrium, piropilit, silikat, suhu

ABSTRACT

Pyrophyllite rock is one of the mineral sources with a high content of silica or silicon dioxide (SiO_2) and has quite a lot of availability in Indonesia, especially in the Sumbermanjing sub-district, East Java. This pyrophyllite rock has not been widely used and is generally only sold in the form of powder or rock flour. The high silica content in pyrophyllite rocks can be used as a potential alternative source of silicon dioxide in the synthesis of sodium silicate (Na_2SiO_3). To get sodium silicate from pyrophyllite rock can be done by using the extraction process. This study aims to study and analyze the effect of temperature and rock particle size on the quality and quantity of sodium silicate. In this study the extraction temperature variables used were 70°C , 80°C , 90°C and 100°C . Particle size was varied at 40 mesh, 60 mesh, 80 mesh and 100 mesh. The results of the XRF analysis performed on the sodium silicate indicated that differences in temperature and rock size had a significant effect on the percentage of sodium silicate produced. The temperature of 100°C with a rock particle size of 100 mesh produces the highest percentage of sodium silicate among the other variables, namely 61.83%.

Keywords: extraction, sodium, pyrophyllite, silicate, temperature

1. PENDAHULUAN

Batuan Piropilit adalah material dengan kandungan silika yang tinggi [1]. Batuan ini memiliki ketersediaan cukup banyak (jutaan ton) dan berada pada kawasan luas (ratusan

hektar) di Indonesia. Batuan piropilit adalah paduan dari alumunium silikat, yang mempunyai rumus kimia $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Mineral yang termasuk piropilit adalah kianit, andalusit, dan diaspor. Bentuk kristal piropilit adalah monoklin serta mempunyai komposisi alumunium silika.

Batuan piropilit merupakan batuan metamorf yang mengandung bahan kristalin yang umumnya terbentuk berkaitan dengan formasi andesit tua yang memiliki kontrol struktur dan intensitas ubahan hidrotermal yang kuat [2]. Batuan ini terbentuk pada *zone* ubahan argilik lanjut (hipogen), seperti kaolin, namun terbentuk pada temperatur tinggi. Terdapat dua golongan mineral piropilit, yaitu piropilit dengan sistem kristal monoklinik dan piropilit dengan sistem kristal triklinik, tetapi sampai saat ini dilaporkan bahwa tidak ada perbedaan sifat yang berarti dengan 14 perbedaan sistem kristal tersebut. Keduanya dianggap sama [3].

Material piropilit merupakan salah satu sumber mineral di Jawa Timur yang belum banyak dimanfaatkan. Material piropilit adalah batuan jenis metamorf yang memiliki banyak kandungan silika. Sebaran mineral piropilit di daerah Malang Selatan, khususnya kecamatan Sumbermanjing, biasanya hanya dimanfaatkan untuk pembuatan keramik dan hebel/bata ringan. Akan tetapi, sebenarnya batu piropilit dapat diolah agar mempunyai nilai tambah, yaitu abunya dapat dipergunakan dalam pembuatan natrium silikat. Natrium silikat inilah yang penggunaannya sangat banyak di industri, terutama untuk bahan pembuatan sabun dan detergen, bahan perekat, bahan baku pembuatan beton dan semen, serta sebagai adsorben [4].

Tingginya kandungan silika dalam batu piropilit dapat dijadikan acuan untuk memanfaatkan batu piropilit sebagai bahan pembuatan material berbasis silika seperti natrium silikat. Natrium silikat adalah nama umum untuk senyawa dengan rumus kimia Na_2SiO_3 . Senyawa ini lebih dikenal dengan nama natrium metasilicate, *waterglass* atau gelas cair, bahan-bahan ini tersedia dalam larutan dan dalam bentuk padat [5]. Komposisi murni tidak berwarna atau putih, tetapi *commercial sample* sering kehijauan atau biru karena kehadiran yang mengandung besi kotor.

Natrium silikat memiliki banyak sifat yang bermanfaat yang tidak dimiliki oleh garam alkalin lainnya. Hal ini sejalan dengan fakta bahwa produk ini rendah biaya, dan berguna untuk pemanfaatan luas di berbagai industri [6]. Diantaranya yaitu sebagai bahan baku dalam pembuatan silika gel yang digunakan sebagai pengering makanan, sebagai bahan perekat untuk penyegelan dan laminating lapisan logam, sebagai bahan tambahan dalam pembuatan keramik. Pemanfaatan lainnya natrium silikat dapat digunakan sebagai bahan pembuatan drum filter, digunakan untuk sintesis zeolit, digunakan pada produksi deterjen, digunakan pada *water treatment* yaitu sebagai *flocculating agent*, dan digunakan sebagai bahan baku pabrik asam silika.

Penelitian tentang pembuatan natrium silikat meliputi banyak jenis proses, salah satu yang paling sering digunakan adalah proses ekstraksi. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih menggunakan bahan baku sekam padi. Penelitian yang dilakukan oleh Linda Trivana, dkk (2015) misalnya, penelitian ini membahas tentang sintesis dan karakterisasi natrium silikat dari sekam padi [4]. Penelitian terbaru lain, yang dilakukan oleh Rahmatullah, dkk (2022), membahas tentang pengaruh suhu dan waktu pembakaran terhadap kadar silika dari abu sekam padi [7]. Menurut Andy Chandra, dkk (2019), presentase silika pada sekam padi memang paling tinggi di antara tumbuhan lainnya, yaitu 18-22% [8]. Luh, B.S.(1991) dalam

penelitiannya juga menyebutkan hal yang sama [9]. Presentase kandungan silika pada sekam padi masih jauh lebih tinggi daripada jerami. Namun, presentase tersebut masih belum lebih tinggi jika dibandingkan dengan presentase kandungan silika pada batuan piropilit mentah yang bisa mencapai 32%. Sehingga, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan batuan piropilit sebagai bahan baku penelitian melalui proses ekstraksi padat cair untuk mendapatkan kadar silika yang lebih tinggi.

Penelitian terdahulu lainnya juga menjadi dasar pemilihan variabel berupa suhu ekstraksi. Suhu ekstraksi ternyata sangat mempengaruhi %konsentrasi zat. Seperti yang disimpulkan oleh Ade Yanti, dkk (2020), dalam kajiannya, bahwa dalam proses ekstraksi dari batuan nikel laterit sangat dipengaruhi oleh naiknya suhu operasi [10]. Kesimpulan ini dibuat berdasarkan hasil perbandingan dari penelitian lainnya yang masing masing penelitian menunjukkan kenaikan %konsentrasi nikel yang signifikan seiring dengan naiknya suhu ekstraksi. Berdasarkan pada kajian tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan memvariabelkan suhu ekstraksi pada proses pembuatan natrium silikat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh suhu ekstraksi dan ukuran batuan pada hasil produk natrium silikat dari batuan piropilit. Pembuatan natrium silikat dilakukan dengan proses ekstraksi. Variasi suhu ekstraksi yang digunakan ialah 70°C, 80°C, 90°C, dan 100°C. Variasi ukuran batuan yang digunakan adalah 40, 60, 80, dan 100 mesh. Produk endapan yang dihasilkan dicuci menggunakan aquades dan dikeringkan. Serbuk yang terbentuk kemudian dianalisa menggunakan analisa X-RF.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode kuantitatif secara eksperimen untuk mengetahui pengaruh suhu dan ukuran partikel batuan terhadap kualitas dan kuantitas natrium silikat. Metodologi penelitian ini meliputi beberapa tahap yaitu:

2.1. Pretreatment Bahan Baku

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah batuan piropilit. Batuan piropilit diperoleh dari Kecamatan Sumbermanjing, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Batuan piropilit yang digunakan dicuci terlebih dahulu kemudian dikeringkan. Setelah itu, batuan tersebut dihancurkan dan diayak sampai mendapat ukuran yang diinginkan. Ukuran partikel disesuaikan dengan variabel yang dibutuhkan, yaitu 40 mesh, 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh.

2.2. Ekstraksi Silika

Batuan piropilit yang sudah diayak dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 800°C selama 4 jam. Proses tersebut akan menghasilkan serbuk piropilit. Serbuk tersebut kemudian ditimbang sebanyak 25 gram dan dicampur dengan NaOH 3M 250 ml. Setelah dicuci, larutan kemudian dipanaskan menggunakan *hotplate* dengan suhu sesuai variabel yang ditentukan, yaitu 70°C, 80°C, 90°C, dan 100°C, dengan kecepatan pengaduk 300 rpm selama 1 jam. Setelah proses pemanasan, larutan didinginkan hingga mencapai suhu 30°C sebelum kemudian disaring menggunakan *vacuum pump*.

Proses *treatment* pada larutan masih dilanjutkan dengan menambahkan larutan HCl sampai pH larutan berubah menjadi 7. Setelah penambahan HCl, larutan harus didiamkan selama 24 jam pada suhu kamar (28-30°C) untuk membentuk endapan silikat. Ketika natrium silikat sudah mengendap, larutan dapat disaring dan dicuci menggunakan

aquades untuk menghilangkan pengotor. Setelah semua proses selesai, larutan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 4 jam.

2.3. Proses Pembuatan Natrium Silikat

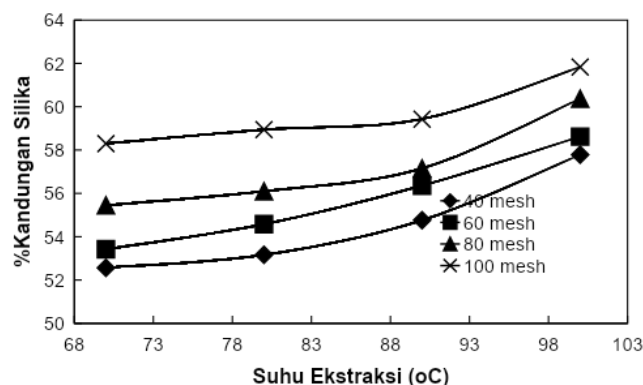
Serbuk yang dihasilkan dari proses ekstraksi, ditimbang sebanyak 10 gram, kemudian dicampurkan dengan larutan NaOH 4M sebanyak 82,5 ml. Setelah dicampur, larutan tersebut kemudian dipanaskan menggunakan *hotplate* dan diaduk hingga menjadi gel. Kemudian, campuran yang telah menjadi gel dipindahkan ke cawan porselin untuk dikeringkan menggunakan *furnace* pada suhu 500°C selama 30 menit. Setelah proses pengeringan, produk didinginkan sampai pada suhu ruang.

2.4. Uji Kualitas Produk Natrium Silikat

Natrium silikat yang dihasilkan dianalisis menggunakan X-RF (*X-Ray Fluorescence*). Analisa X-RF digunakan untuk menganalisa kandungan silikat pada bahan awal. Analisa ini dilakukan mengacu pada tujuan penelitian yaitu ingin mengetahui pengaruh dari berbagai variabel pada proses pembuatan natrium silikat melalui proses ekstraksi. Variabel dalam hal ini adalah pengaruh suhu dan ukuran partikel batuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian XRF maka diperoleh data senyawa yang terkandung di dalam sampel. Pengujian yang dilakukan meliputi sampel serbuk hasil natrium silikat pada masing masing variabel. Sampel batu piropilit awal yang belum melalui proses ekstraksi juga diuji menggunakan XRF agar dapat dianalisa senyawa apa saja yang ada pada batuan mentah. Sedangkan sampel serbuk hasil ekstraksi dilakukan pengujian XRF agar dapat dibandingkan dengan sampel awal apakah senyawa yang terdapat di sampel awal tetap ada atau berubah sesudah proses ekstraksi. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui bagaimana pengaruh variabel proses ekstraksi terhadap %kandungan silika.



Gambar 1. Hubungan antara suhu ekstraksi terhadap %kandungan silika pada berbagai ukuran partikel

Data hasil analisa XRF kemudian digambarkan dalam grafik, yang dapat dilihat pada gambar 1. Berdasarkan gambar 1, dari proses ekstraksi yang telah dilakukan %kandungan silika tertinggi, diperoleh pada saat suhu ekstraksi 100°C dengan ukuran batuan sebesar 100 mesh, yaitu sebesar 61,83%. Sedangkan untuk nilai %kandungan silika terendah, diperoleh pada saat suhu ekstraksi 70°C dengan ukuran partikel sebesar 40 mesh, yaitu sebesar

52,57%. Nilai %kandungan silika yang didapat pada penelitian ini, jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Jiwandana dan Taufik (2013), yang menggunakan bahan baku sekam padi untuk pembuatan natrium silikat dengan suhu operasi 130°C [11]. Dengan bahan baku yang sama, sekam padi, pada suhu 95°C, penelitian yang dilakukan oleh Mujiyanti, dkk (2021), hanya menghasilkan nilai %kandungan silika yang cukup rendah jika dibandingkan dengan penelitian ini, yaitu 44,6% [12].

Nilai %kandungan silika cenderung meningkat seiring dengan peningkatan suhu ekstraksi. Suhu ekstraksi yang rendah menyebabkan laju proses ekstraksi berjalan lebih lama. Dengan meningkatkan suhu, difusi yang terjadi juga semakin besar, sehingga proses ekstraksi juga akan berjalan lebih cepat [[13]. Hal yang sama juga disimpulkan oleh Margareta, dkk (2011) pada penelitiannya tentang pengaruh suhu terhadap proses ekstraksi [[14]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Jiwandana dan Taufik (2013), juga membuktikan bahwa proses ekstraksi yang dilakukan pada sekam padi menghasilkan %kandungan silika tertinggi pada variabel suhu ekstraksi yang paling tinggi yaitu 130°C [11]. Nilai %kandungan silika yang didapat pada variabel tersebut adalah sebesar 15-16% [11]. Nilai tersebut memang lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai %kandungan silika yang didapatkan pada penelitian ini, karena perbedaan bahan baku, yaitu sekam padi dengan batuan piropilit.

Gambar 1 juga menyiratkan bahwa semakin kecil ukuran partikel yang diekstraksi maka semakin tinggi kadar silika yang dihasilkan. Gambar tersebut membuktikan bahwa %kandungan silika yang dihasilkan pada ukuran partikel 100 mesh lebih tinggi jika dibandingkan dengan ekstraksi pada partikel berukuran 40, 60, dan 80 mesh. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mashudah, Moch. Ainul (2016), bahwa laju ekstraksi meningkat apabila ukuran partikel bahan baku semakin kecil [15]. Dalam arti lain, randemen ekstrak akan semakin besar bila ukuran partikel semakin kecil. Penelitian tersebut berhasil mendapatkan %kandungan silika tertinggi pada variabel ukuran partikel terkecil (200 mesh), yaitu sebesar 33,78%. Meskipun angka tersebut relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil yang didapatkan di dalam penelitian ini, karena perbedaan bahan baku, namun penelitian Mashudah, Moch. Ainul (2016) tersebut berhasil membuktikan bahwa ukuran partikel terkecil akan memberikan nilai %kandungan silika tertinggi [15]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Harimu, dkk (2019), ekstraksi sekam padi pada variabel ukuran partikel tertinggi, yaitu 200 mesh, menghasilkan %kandungan silika sebesar 26,1% [16].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perbedaan suhu ekstraksi dan ukuran partikel berpengaruh nyata terhadap nilai %kandungan silika. Pengaruh ini dapat ditinjau dari hasil uji analisa XRF yang kemudian dibuat dalam bentuk grafik. Penelitian ini menunjukkan bahwa %kandungan silika tertinggi, yaitu 61,83%, dihasilkan dari suhu ekstraksi 100°C dengan ukuran partikel 100 mesh.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu meneliti pengaruh variabel ekstraksi lainnya agar didapatkan kondisi operasi paling optimal untuk menaikkan %kandungan silika di dalam batuan piropilit. Uji analisa juga dapat menggunakan analisa lain selain XRF agar hasil %kandungan silika dapat diketahui lebih maksimal.

REFERENSI

- [1] W. F. Pratama, "Pengaruh Pemanfaatan Material Pyrophyllite sebagai Pengganti Semen Terhadap Absorpsi dan Kuat Tekan Mortar (Rekayasa Material Pyrophyllite dengan Aktivator Naoh)," Universitas Muhammadiyah, Malang, 2019.
- [2] M. S. Mansour dan R. Chaid, "Effect of Combination of Pyrophyllite and Polypropylene Fibers on the Mechanical Behaviour of Reinforced Concrete," *13ème Congrès de Mécanique*, 2017.
- [3] K. D. Anggraini, "Piripilit Characterization and Determination of Sulphate Acid Activated Saturation Point Adsorption of Free Fatty Acids and Peroxide Numbers," *UNESA Journal of Chemistry*, vol. 1, no. 2, hlm. 39–46, 2012.
- [4] L. Trivana, S. Sugiarti, dan E. Rohaeti, "Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3) dari Sekam Padi," *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, vol. 7, no. 2, hlm. 90–75, 2015.
- [5] M. E. Kosim, R. Siskayanti, dan W. D. Rusanti, "Penentuan Konsentrasi NaOH Optimum pada Pembuatan Natrium Silikat dari Abu Sekam Padi," *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- [6] A. IASHA, "Pra Rencana Pabrik Sodium Silikat dari Pasir Silika dan Sodium Karbonat dengan Proses Alkali Karbonat Kapasitas 50.000 Ton/Tahun (Perancangan Alat Utama Spray Dryer)," Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, 2020.
- [7] Rahmatullah, S. Bahri, Z. Ginting, dan R. Nurlaila, "Pengaruh Suhu dan Waktu Pembakaran terhadap Kadar Silika dari Abu Sekam Padi," *Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh*, hlm. 995–1002, 2022.
- [8] A. Chandra, Y. I. P. A. Miryanti, L. B. Widjaja, dan A. Pramudita, "Isolasi dan Karakterisasi Silika dari Sekam Padi," Universitas Katolik Prahayangan, Bandung, 2012.
- [9] B. S. Luh, "Rice Utilization," *Second Edition Van Nostrand Reinhold, USA*, vol. 2, 1991.
- [10] A. Y. Nurfaidah, D. P. Lestari, R. T. Azzahra, dan D. Ratna Suminar, "Kajian Pustaka Pengaruh Suhu dan Konsentrasi terhadap Proses Pemisahan Nikel dari Logam Pengotor Menggunakan Metode Leaching," *Fluida*, vol. 13, no. 2, hlm. 81–92, Nov 2020.
- [11] A. P. Jiwandana dan A. Taufik, "Pengaruh Temperatur Furnace, Temperatur Pelarutan, dan Rasio Pelarut pada Pembuatan Natrium Silikat dari Sekam Padi," Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, 2013.
- [12] D. R. Mujiyanti, D. Ariyani, dan N. Paujiah, "Kajian Variasi Konsentrasi NaOH dalam Ekstraksi Silika dari Limbah Sekam Padi Banjar Jenis 'Pindak,'" *Sains dan Terapan Kimia*, vol. 15, no. 2, hlm. 143–153, 2021.
- [13] A. M. Ibrahim, Yunianta, dan F. H. Sriherfyna, "Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Ekstraksi terhadap Sifat Kimia dan Fisik pada Pembuatan Minuman Sari Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) dengan Kombinasi Penambahan Madu sebagai Pemanis," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 2, hlm. 530–541, 2015.
- [14] S. Margareta, S. D. Handayani, N. Indraswati, dan Hindarso H., "Ekstraksi Senyawa Phenolic Pandanus *Amaryllifolius* Roxb. sebagai Antioksidan Alami," *Widya Teknik*, vol. 10, no. 1, hlm. 21–30, 2011.

- [15] M. A. Mashudah, "Ekstraksi Silika (SiO₂) dari Abu Terbang Batubara dengan Variasi Konsentrasi Ekstraktan dan Ukuran Partikel Abu Terbang," Universitas Jember, Jember, 2016.
- [16] L. Harimu, L. Rudi, A. Haetami, G. A. P. Santoso, dan Asriyanti, "Studi Variasi Konsentrasi NaOH dan H₂SO₄ untuk Memurnikan Silika dari Abu Sekam Padi sebagai Adsorben Ion Logam Pb²⁺ dan Cu²⁺," *Indo. J. Chem. Res.*, vol. 6, no. 2, hlm. 81–87, 2019.