

**PURIFIKASI SILIKA DARI PASIR VULKANIK GUNUNG MERAPI
SEBAGAI BAHAN BAKU SEL FOTOVOLTAIK**

**PURIFICATION OF SILICA FROM VOLCANIC SAND OF MERAPI
MOUNT AS PHOTOVOLTAIC CELLS AS RAW MATERIALS**

Larasti Yogantari & Sulistyani

Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri

Yogyakarta

e-mail: sulistyani@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan silika dan kemampuan larutan asam (H_2SO_4 , HCl, aqua regia) dan larutan basa (NaOH) sebagai agen *leaching* pada purifikasi pasir vulkanik Gunung Merapi serta mengetahui kondisi optimum purifikasi secara *leaching* guna memperoleh silika pada pasir vulkanik Gunung Merapi.

Pasir vulkanik gunung Merapi diayak ukuran 60 *mesh*, lalu dicuci dengan akuades sebanyak 5 kali dan dikeringkan dalam oven bersuhu $110^\circ C$ selama 1 jam lalu didinginkan. Setelah itu dilakukan karakterisasi menggunakan XRD dan XRF. Pasir digerus dengan menggunakan *ball mill* selama 30 menit. Setelah itu pasir direndam dengan menggunakan larutan asam (H_2SO_4 , HCl, aqua regia) dan larutan basa (NaOH). Setelah direndam dengan larutan asam dan basa lalu dicuci dengan akuades dan dilakukan karakterisasi menggunakan XRF.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir vulkanik Gunung Merapi (pasir Sungai Gendol, pasir Sungai Kuning, pasir Sungai Opak) mengandung unsure dominan hampir 50% silika dalam mineral bentuk albite. Tiga matriks tertinggi yang mengalami penurunan impuritas yaitu aluminium (dari 17,83% menjadi 14,96%), magnesium (dari 2,69% menjadi 1,18%) dan fosfor (dari 0,76% menjadi 0,45%), sehingga kondisi optimum secara *leaching* pasir Sungai Gendol sebagai salah satu pasir vulkanik Gunung Merapi yaitu dengan menggunakan pelarut HCl 6 M. Larutan NaOH tidak menurunkan impuritas pada pasir vulkanik Gunung Merapi.

Kata kunci: pasir vulkanik Merapi, kandungan mineral, XRF, XRD.

Abstract

This research aimed to determine the silica content and the ability of acid solution (H_2SO_4 , HCl, aqua regia) and alkaline solution (NaOH) as an agent of leaching on the purification of volcanic sand of Merapi Mount and determine the optimum condition of purification by leaching in order to obtain silica in the sand volcanic of Merapi Mount.

Volcanic sand of Merapi Mount was sieved size of 60 mesh, then was washed with distilled water for 5 times and was dried in an oven at 110 °C for 1 hour and then was cooled. After drying is done was characterized using XRD and XRF. Sand crushed by using a ball milling for 30 minutes. After that the sand was soaked with solution of acid (H_2SO_4 , HCl, aqua regia) and an alkaline solution (NaOH). After being soaked with a solution of acids and bases and then was washed with distilled water and were characterized using XRF.

The results showed that the volcanic sand of Merapi Mount (Gendol's River sand, Kuning's River sand, Opak's River sand) containing dominant element of almost 50% silica in mineral form of albite. Three matrix highest which decreased impurity is aluminium (from 17.83% to 14.96%), magnesium (from 2.69% to 1.18%) and phosphor (from 0.76% to 0.45%), so that the optimum conditions are leaching sand Gendol River as one of the Mount Merapi volcanic sand that is by using a solvent HCl 6 M. NaOH solution is not to lower impurity at Mount Merapi volcanic sand.

Keywords: Merapi volcanic sand, mineral content, XRF, XRD.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak gunung berapi yang masih aktif, salah satunya yaitu Gunung Merapi yang secara administrasi berada di tengah-tengah dua Provinsi yaitu Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta [1]. Gunung Merapi termasuk gunung teraktif di dunia, letusan terakhir terjadi pada bulan April 2006 dan Oktober 2010. Berdasarkan sejarah, Gunung Merapi

beberapa kali mengalami letusan dahsyat, diantara tahun 1930, tahun 1961, tahun 1994, tahun 1998 dan tahun 2006 [2].

Letusan Gunung Merapi menyebabkan banyak kerugian bagi manusia. Di sisi lain letusan Gunung Merapi juga memberikan dampak positif, di antaranya mengeluarkan berbagai material dari dalam perut bumi. Material tersebut berupa unsur-unsur kimia seperti silika (> 60%),

alumina (17%) dan unsur lain seperti besi, kalsium dan magnesium dalam jumlah yang relatif kecil [3]. Diantara material hasil letusan Gunung Merapi yang banyak dimanfaatkan oleh manusia adalah silika.

Pada aplikasi modern, silika digunakan sebagai bahan baku pembuatan sel surya [4]. Sel surya merupakan teknologi yang bekerja menggunakan energi matahari dengan mengkonversi secara langsung radiasi matahari menjadi listrik [5]. Pada penelitian ini dilakukan purifikasi silika, yaitu meningkatkan kemurnian silika agar lebih mudah diolah menjadi bahan baku fotovoltaiik. Pemurnian dilakukan dengan menggunakan larutan asam dan larutan basa. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi kemampuan *leaching* berbagai larutan, antara lain asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), aqua regia (HCl + HNO_3) dan NaOH. Identifikasi kandungan silika dan unsur-unsur lain yang terdapat dalam pasir vulkanik Gunung Merapi dengan menggunakan XRD dan XRF.

METODE PENELITIAN

Alat

Pipet tetes, Ayakan 60 *mesh*, Spatula Logam, Kertas indikator pH, Oven pemanas, Corong Kaca, Cawan Keramik, Kertas Saring Whatman No.42, Pipet Gondok, Gelas Beaker 100 mL, Magnet, Timbangan digital, *Ball Mill*, Alat X-Ray Diffraction (XRD), Alat X-Ray Fluorecence (XRF).

Bahan

Pasir vulkanik Gunung Merapi (Pasir Sungai Opak, Pasir Sungai Kuning, Pasir Sungai Gendol), Aquades, Larutan HCl pekat, Larutan H_2SO_4 pekat, Aquaregia (HCl + HNO_3), Larutan NaOH.

Prosedur Penelitian

Preparasi Sampel

Mencuci pasir yang berasal dari Sungai Opak, Sungai Kuning dan Sungai Gendol dengan akuades sebanyak 5 kali lalu dijemur. Setelah itu pasir *dimilling* menggunakan *ball mill* selama 30 menit. Selanjutnya pasir diayak dengan pengayak 60 *mesh* supaya ukuran partikel sama dan homogen. Setelah itu sampel dikarakterisasi menggunakan XRD dan XRF. Pasir dengan hasil yang

mengandung silika dengan persentase lebih besar adalah pasir yang akan digunakan untuk tahapan selanjutnya. Namun terlebih dulu, pasir diminimalkan kandungan besinya dengan menggunakan magnet.

Pengaruh Jenis Larutan Asam pada Proses Leaching

Menimbang masing-masing 10 gram pasir vulkanik Gunung Merapi untuk direndam ke dalam 20 ml larutan HCl pekat, H₂SO₄ pekat, dan Aqua regia, kemudian diaduk selama 60 menit dan didiamkan selama 24 jam. Setelah itu pasir yang telah diaktifkan dicuci dengan akuades sampai pH 7. Pasir tersebut kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 42 dan dikeringkan dalam oven bersuhu 110°C selama 3 jam. Lalu pasir dianalisis kembali menggunakan XRF untuk mengetahui pasir dengan perendaman larutan asam (H₂SO₄, HCl, atau Aqua regia) yang memiliki kadar silika lebih besar.

Pengaruh Konsentrasi Asam pada Proses Leaching

Setelah mengetahui reagen yang memiliki kandungan silika dengan kemurnian yang tinggi, dilakukan analisis pengaruh konsentrasi dengan

variasi konsentrasi 3 M dan 6 M, dan dipanaskan dengan suhu 90 °C selama 3 jam lalu dianalisis menggunakan XRF untuk mengetahui pasir dengan perendaman larutan asam konsentrasi 3 M atau 6 M yang memiliki kadar silika yang lebih besar.

Pengaruh Larutan NaOH pada Proses Leaching

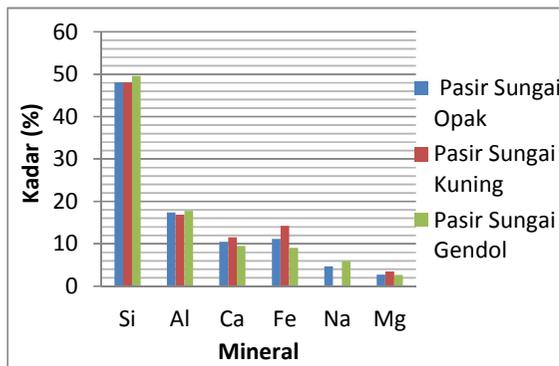
Sebanyak 10 gram pasir ditempatkan dalam wadah kemudian ditambahkan 20 ml larutan NaOH 3 M secara perlahan sambil diaduk, lalu dipanaskan menggunakan *hot plate* dengan temperatur ±300 °C selama 1 jam. Pasir yang telah direndam dengan larutan NaOH disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 42 dan dilakukan pencucian menggunakan akuades sampai pH 7, lalu pasir dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 110 °C selama 3 jam dan dianalisis menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF).

HASIL DAN DISKUSI

Analisis Mineral dalam Pasir Vulkanik Gunung Merapi

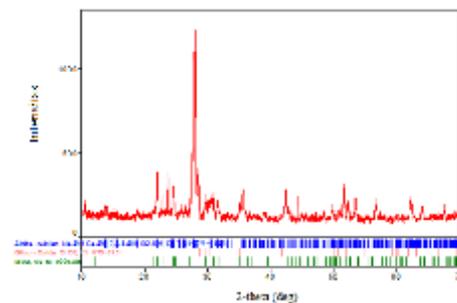
Analisis konsentrasi mineral dilakukan dengan menggunakan alat X-Ray Fluorescence (XRF) disajikan

dalam Gambar 1 yang menunjukkan isi substituen dan persentase mineral dari ketiga sungai hampir sama yaitu silika, aluminium, kalsium, zat besi, sodium, magnesium, kalium, titanium, fosfor, belerang, klor, mangan strontium, zirkon, timah, dan seng. Konsentrasi tertinggi mineral hampir 50% silika, kemudian aluminium (~ 17%), besi (~ 14%), kalsium (~ 11%), natrium (~ 7%), dan magnesium (~ 3%). Perbedaan kandungan mineral ini dimungkinkan karena kondisi dan panjang aliran sungai yang berbeda, sehingga memungkinkan perbedaan penyerapan mineral di seluruh wilayah yang dilalui.

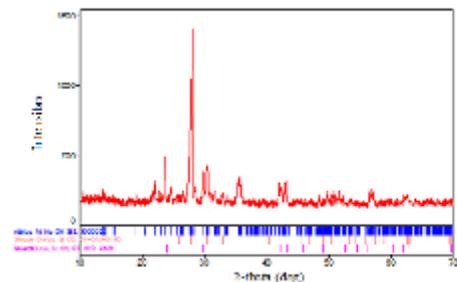


Gambar 1. Kandungan Mineral Tiga Sungai Besar di Yogyakarta, yaitu Pasir Sungai Gendol, Pasir Sungai Kuning, dan Pasir Sungai Opak.

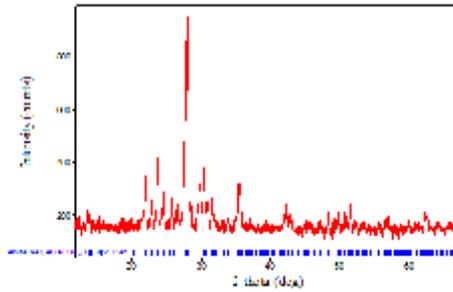
Analisis mineral dalam pasir vulkanik Gunung Merapi dilakukan dengan menggunakan XRD. Pada ketiga sampel pasir yaitu Pasir Sungai Opak, Pasir Sungai Kuning, dan Pasir Sungai Gendol banyak terdapat mineral Albite ($\text{AlNaO}_8\text{Si}_3$), dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Hasil Analisis Difraktogram Pasir Sungai Gendol



Gambar 3. Hasil Analisis Difraktogram Pasir Sungai Kuning



Gambar 4. Hasil Analisis Difraktogram Pasir Sungai Opak

Albite mempunyai struktur Kristal triklinik dengan grup ruang P-1, parameter kisi *albite* dengan $a = 8,416 \text{ \AA}$, $b = 12,797 \text{ \AA}$, $c = 7,158 \text{ \AA}$, $\alpha = 94,2450^\circ$, $\beta = 116,6000^\circ$, dan $\gamma = 87,8000^\circ$. Volume dari suatu *albite* sebesar $664,02 \text{ \AA}^3$ [6]. Analisis mineral *albite* dengan menggunakan program U-FIT diperoleh:

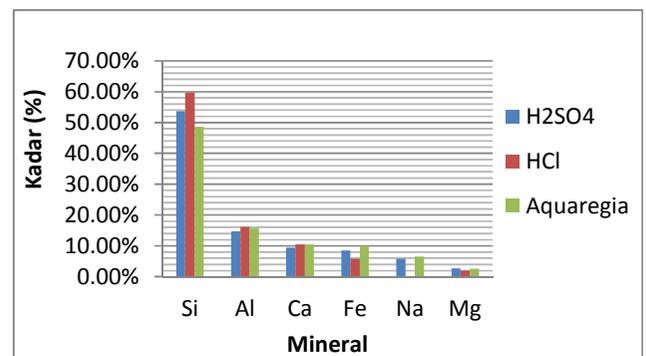
Tabel 1. Parameter Kisi dan Volume Kristal Hasil Analisis U-FIT

Parameter	Sungai Opak	Sungai Kuning	Sungai Gendol
$a \text{ (\AA)}$	8,233204	8,164624	8,144162
$b \text{ (\AA)}$	12,79367	12,875	12,89495
$c \text{ (\AA)}$	7,219045	7,137757	7,104124
$\alpha \text{ (}^\circ\text{)}$	97,062	94,266	94,42772
$\beta \text{ (}^\circ\text{)}$	117,0611	116,1237	116,3221
$\gamma \text{ (}^\circ\text{)}$	85,67323	87,11678	87,63132
Volume kristal (\AA^3)	671.8549	671.6737	666.6927

Berdasarkan data Tabel 1 dapat diketahui nilai parameter kisi dan

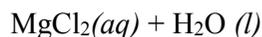
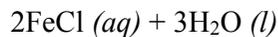
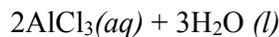
besarnya volume ketiga sampel sungai. Jadi perbandingan nilai yang diperoleh dari ketiga sampel pasir sungai yaitu Pasir Sungai Opak, Pasir Sungai Kuning dan Pasir Sungai Gendol hampir sama. Besarnya parameter kisi $a \text{ (\AA)}$, $b \text{ (\AA)}$, $c \text{ (\AA)}$, $\alpha \text{ (}^\circ\text{)}$, $\beta \text{ (}^\circ\text{)}$, dan $\gamma \text{ (}^\circ\text{)}$ serta besarnya volume kristal dari ketiga sampel pasir menunjukkan karakteristik dari suatu senyawa yaitu *albite*. Pada penelitian ini besarnya parameter kisi maupun volume kristal yang diperoleh dari hasil analisis menunjukkan hasil yang hampir mirip dan selisih nilainya hanya sedikit dengan parameter kisi yang sesuai dengan ketentuan.

Pengaruh Konsentrasi Asam sebagai Agen Leaching



Gambar 5. Kandungan mineral pada pasir Sungai Gendol hasil leaching dengan pelarut H_2SO_4 , HCl dan Aquaregia

Terlihat pada Gambar 5, hasil XRF dengan pelarut HCl memiliki persentase 59,72%, berbeda dengan kadar silika pada H₂SO₄ dan aquaregia masing-masing 53,61% dan 48,60%. Hal ini disebabkan karena Aluminium mengalami penurunan impuritas dari 17,83% menjadi 16,17%, besi juga mengalami penurunan impuritas dari 9,07% menjadi 5,89% dan magnesium mengalami penurunan impuritas dari 2,69% menjadi 1,94%. Reaksi larutnya pengotor dalam asam klorida adalah sebagai berikut:



Silika yang *dileaching* dengan menggunakan HCl 3 M dapat menurunkan impuritas Aluminium (dari 17,83% menjadi 14,73%), Magnesium (dari 2,69% menjadi tidak ada), Fosfor (dari 0,76% menjadi tidak ada), dan Sulfur (dari 0,52% menjadi 0,30%), terlihat bahwa kadar silika sebelum *dileaching* dengan HCl dan setelah *dileaching* HCl 3 M masing-masing

49,61% dan 53,47%. Silika yang *dileaching* dengan menggunakan HCl 6 M dapat menurunkan impuritas Aluminium (dari 17,83% menjadi 14,96%), Magnesium (dari 2,69% menjadi 1,18%) dan Fosfor (dari 0,76% menjadi 0,45%), terlihat bahwa kadar silika sebelum *dileaching* dengan HCl dan setelah *dileaching* HCl 6 M masing-masing 49,61% dan 56,14%. Berdasarkan data tersebut, pasir Sungai Gendol dengan perendaman HCl 6 M memiliki persentase silika lebih besar dibandingkan dengan pasir Sungai Gendol dengan perendaman HCl 3 M. Hal ini dimungkinkan karena peningkatan konsentrasi dapat meningkatkan kemampuan *leaching* sehingga dapat menurunkan impuritas pengotor. Persentase silika yang diperoleh dengan HCl 6 M masih belum menghasilkan silika seperti yang diharapkan (> 90%). Ada baiknya digunakan HCl pekat agar persentase silika yang dihasilkan lebih besar dengan kata lain pengotor-pengotor analit lebih bisa diminimalkan.

Pengaruh Larutan NaOH sebagai Agen Leaching

Tujuan dilakukannya perendaman menggunakan NaOH untuk mengetahui pengaruh larutan NaOH dalam proses *leaching* terhadap kemurnian silika. Proses peleburan dilakukan pada suhu tinggi hingga campuran mendidih. Berdasarkan data XRF, proses *leaching* NaOH tidak meningkatkan persentase silika. Kadar silika dari pasir Sungai Gendol setelah *dileaching* dengan HCl 6 M dengan suhu 90 °C selama 3 jam dan dilanjutkan dengan NaOH 3 M menurun dari 56,14% menjadi 48,30%. Unsur-unsur pengotor seperti Al, Fe, Mg dan Ca dengan pelarut NaOH tidak menunjukkan penurunan impuritas (Tabel 5).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tiga kandungan mineral tertinggi yang terdapat dalam pasir vulkanik Gunung Merapi yaitu silika (~ 50%), aluminium (~ 17%), dan besi (14%) dan beberapa mineral lainnya (konsentrasi <10%). Berdasarkan data difraktogram XRD, sebagian besar mineral yang terkandung dalam pasir vulkanik Gunung Merapi adalah albite.
2. Pengaruh Larutan asam H₂SO₄ mampu menurunkan impuritas (Al, Ca, Fe, Na, P, S, Nd, dan Sn), Larutan HCl mampu menurunkan impuritas (Al, Fe, Na, Mg, P, S, dan Sn), Larutan aqua regia mampu menurunkan impuritas (Al, Mg, P, S, dan Sn).
3. Larutan NaOH tidak menunjukkan penurunan impuritas pada pasir vulkanik Gunung Merapi.

Jadi, pasir vulkanik Sungai Gendol masih membutuhkan perlakuan lanjut untuk bisa digunakan sebagai bahan baku sel fotovoltaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Sulistyani, M.Si yang telah mengikutsertakan penulis dalam penelitian yang berjudul “Purifikasi Silika dari Pasir Vulkanik Gunung Merapi sebagai Bahan Baku Sel Fotovoltaik”.

DAFTAR PUSTAKA

1. Habibi, Marbruno dan Imam Buchori. (2013). Model Spasial Kerentanan Sosial Ekonomi dan Kelembagaan Terhadap Bencana Gunung Merapi. *Jurnal Teknik PWK Volume 2 Nomor 1*. Hal 1.
2. Wilson, T., G. Kaye, C. Stewart, and J. Cole. (2007). Impacts of the 2006 eruption of Merapi volcano, Indonesia, on agriculture and infrastructure. *GNS Science Report 2007/07 69p*. Hal 7.
3. Lasino, Bambang Sugiharto dan Dany Cahyadi. (2011). *Pemanfaatan Pasir dan Debu Merapi Sebagai Bahan Konstruksi dalam Mendukung Pembangunan Infrastruktur dan Meningkatkan Nilai Guna Lahar Vulkanik. Majalah Prosiding PPIS*. Yogyakarta. Hal 21.
4. Zhongkui, H., Liu, A., Li, C., Xuesi, C. (2009). *Preparation Of Bioactive Glass Ceramic Nanoparticles By Combination Of Sol-Gel and Coprecipitation Method. Journal Of Non-Crystalline Solids*. Hal 368-372.
5. Green, M. A. (2001). *Solar Cell Efficiency Tables (Version 18)*. Prog. Photovolt. Res. Appl., 9, Hal 93-287.
6. Gualtieri, A.F. (2000). Accuracy of XRPD QPA using the combined Rietveld-RIR method Locality: Baveno, Novara, Italy. *Journal of Applied Crystallography*. 33. Hlm. 267-278.

Artikel ini telah disetujui untuk diterbitkan oleh Pembimbing pada tanggal...29 Februari 2016.....



Sulistyani, M.Si
NIP. 19800103 200912 2 001

Artikel ini telah direview oleh Penguji Utama pada tanggal...29 Februari 2016.....



Dr. Siti Sulastri, MS
NIP. 19511219 197803 2 001