

OPTIMASI EKSTRAKSI SILIKA DAN ALUMINA DARI LUMPUR SIDOARJO

Ahmad Naufal Hasti Eka Putra, Rachmat Triandi Tjahjanto*, Mohammad Misbah Khunur.

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145*

*Alamat korespondensi, Tel : +62-341-575838, Fax : +62-341-575835
Email: rachmat_t@ub.ac.id

ABSTRAK

Penelitian tentang optimasi ekstraksi silika dan alumina dari lumpur Sidoarjo telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimal ekstraksi silika dan alumina dari lumpur Sidoarjo. Untuk mengetahui kondisi optimal ekstraksi, dilakukan variasi konsentrasi dan jenis pelarut. Pelarut HCl dan NaOH digunakan untuk mengekstrak silika dan alumina dari lumpur Sidoarjo. Asam klorida ditambahkan pada filtrat hasil ekstraksi dengan NaOH untuk mengendapkan $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada pH 8, kemudian filtrat dikondisikan pada pH 4 dengan HCl untuk mengendapkan $\text{Si}(\text{OH})_4$. Filtrat hasil ekstraksi menggunakan HCl ditambah NaOH untuk mengendapkan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ pada pH 4, filtrat kemudian ditambahkan NaOH hingga pH 8 untuk mengendapkan $\text{Al}(\text{OH})_3$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil ekstraksi dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis pelarut. Pada penelitian ini, konsentrasi 6 M merupakan kondisi optimal ekstraksi baik menggunakan asam maupun basa. Kemurnian tertinggi endapan silika diperoleh dari ekstraksi menggunakan NaOH yaitu sebesar 95,6 %.

Kata kunci: alumina, ekstraksi, lumpur Sidoarjo, silika.

ABSTRACT

Optimization of silica and alumina extraction from Sidoarjo mud have studied. The aim of this research is to know the optimum condition of silica and alumina extraction from Sidoarjo mud. Optimum condition of extraction is studied by varying the concentration and solvent used in the extraction process. Hydrochloric acid and NaOH were used in silica and alumina extraction from Sidoarjo mud. Hydrochloric acid was added to the filtrate of NaOH extract to obtain $\text{Al}(\text{OH})_3$ at pH 8, further the HCl added until pH 4 to obtain $\text{Si}(\text{OH})_4$. The filtrate of HCl extract wad added by NaOH until pH 4 to precipitate $\text{Fe}(\text{OH})_3$, further NaOH was added until pH 8 to obtain $\text{Al}(\text{OH})_3$. The result of this experiment shows that extractions result was affected by the concentration and the solvent used. The optimal concentration of solvent for extraction prosses is 6 M for both acid and base. The purest silica in this research was obtained from NaOH extract with the purity level of 95,6%.

Key words: alumina, extraction, Sidoarjo mud, silica.

PENDAHULUAN

Tanggal 27 Mei 2006 telah terjadi semburan lumpur Sidoarjo yang berdampak besar pada kehidupan penduduk dan perekonomian di Jawa Timur [1], kerugian ekonomi yang diakibatkan semburan mencapai Rp 20 miliar perhari sebagai *direct cost* [2]. Telah dilakukan penelitian tentang lumpur Sidoarjo, kandungan senyawa yang terdapat dalam lumpur Sidoarjo adalah Al_2O_3 16%, SiO_2 49,9%, K_2O 2,51%, CaO 6,14%, TiO_2 1,74%, dan Fe_2O_3 21,7% [3]. Kadar silika dan alumina yang cukup besar dalam lumpur Sidoarjo memungkinkan untuk

menjadikan lumpur Sidoarjo sebagai sumber silika dan alumina. Studi ekstraksi silika dari lumpur Sidoarjo juga telah dilakukan menggunakan pelarut NaOH. Lumpur Sidoarjo yang telah dikalsinasi pada temperatur 900 °C lebih mudah didekstruksi oleh NaOH [4]. Filtrat hasil ekstraksi ditambahkan HCl sampai pH untuk mengendapkan silika. Ekstraksi alumina dari lumpur Sidoarjo dapat dilakukan menggunakan pelarut basa [5] maupun asam [6]. Hasil ekstraksi dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan. Pemanasan dan durasi pengadukan juga mempengaruhi hasil proses ekstraksi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dalam penelitian ini dilakukan optimasi ekstraksi silika dan alumina dari lumpur Sidoarjo menggunakan pelarut HCl dan NaOH. Kondisi optimal ekstraksi diketahui melalui variasi konsentrasi pelarut. Untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi, dilakukan kalsinasi pada lumpur Sidoarjo serta dilakukan pemanasan dan pengadukan pada saat proses ekstraksi.

METODA PENELITIAN

Bahan dan Alat

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah lumpur yang diambil dari semburan lumpur pengeboran PT. Lapindo Brantas Inc. Bahan kimia yang digunakan adalah HCl (37% b/b, $\rho = 1,19 \text{ g/mL}$) dan NaOH . Peralatan yang digunakan adalah pH universal Merck, neraca Mettler PE-300, oven Fisher Scientific 655F, seperangkat alat refluks, tanur Nabertherm dan spektrofotometer fluoresensi sinar – X Minipal-4 dari PAN Analytical.

Prosedur

Preparasi Sampel Lumpur Sidoarjo

Lumpur Sidoarjo dikeringkan pada temperatur 100 °C selama 24 jam kemudian ditumbuk halus dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Lumpur Sidoarjo yang lolos ayakan dikalsinasi pada 1000 °C selama dua jam, kemudian lumpur disebut sebagai sampel. Sampel kemudian dianalisis kandungan unsurnya menggunakan spektrofotometer fluoresensi sinar-X.

Ekstraksi Menggunakan NaOH

Larutan NaOH sebanyak 30 mL dengan konsentrasi 2, 4, dan 6 M ditambahkan ke 2 g sampel, kemudian dipanaskan selama 5 jam pada temperatur 90 °C disertai pengadukan menggunakan stirer magnetik. Filtrat yang diperoleh dipisahkan, kemudian ditambahkan dengan HCl 2, 4, dan 6 M sampai dengan pH 8. Endapan yang terbentuk dipisahkan dari filtrat menggunakan kertas saring. Endapan dicuci dengan akuades 2x50 mL dan dikeringkan dalam oven sampai massa konstan, endapan kering disebut sebagai endapan Al(OH)_3 . Filtrat

pada pH 8 ditambahkan HCl 2, 4, dan 6 M sampai pH 4. Endapan yang terbentuk dipisahkan kemudian dicuci dengan akuades 2x50 mL dan dikeringkan dalam oven sampai diperoleh massa konstan, endapan disebut sebagai endapan Si(OH)₄.

Ekstraksi Menggunakan HCl

Larutan HCl 2, 4, dan 6 M sebanyak 30 mL ditambahkan pada 2 g sampel, Kemudian direfluks pada temperatur 90 °C disertai pengadukan selama lima jam. Filtrat dipisahkan dari lumpur sisa refluks yang merupakan SiO₂. Lumpur sisa refluks kemudian dikeringkan dalam oven sampai massa konstan. Filtrat yang telah dipisahkan kemudian ditambahkan larutan NaOH 2, 4, dan 6 M sampai pH 4 untuk memisahkan logam besi. Filtrat kemudian dikondisikan sampai pH 8 dengan NaOH 2, 4, dan 6 M untuk mengendapkan logam aluminium. Endapan dipisahkan kemudian dicuci dengan akuades 2x50 mL. Endapan dikeringkan dalam oven sampai diperoleh massa konstan, endapan yang terbentuk merupakan Al(OH)₃.

Analisis kandungan unsur dalam endapan hasil ekstraksi menggunakan spektrofotometer fluoresensi sinar – X

Analisis dilakukan pada endapan hasil ekstraksi menggunakan NaOH 6 M dan lumpur sisa refluks menggunakan HCl 6 M.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel dan Penentuan Kadar Logam dalam Sampel Lumpur Sidoarjo

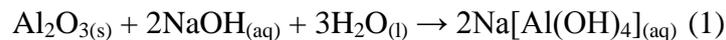
Kalsinasi terhadap lumpur Sidoarjo dilakukan untuk mengubah struktur silika yang terdapat dalam lumpur Sidoarjo. Struktur silika lumpur Sidoarjo yang diduga α-kuarsa akan merubah menjadi β-tridimit pada temperatur 867 °C yang merupakan fasa metastabil silika pada temperatur ruang. Silika lebih mudah didekstruksi oleh NaOH dalam keadaan metastabil. Kadar unsur dalam sampel ditunjukkan dalam Tabel 1. Kadar silika dan alumina dalam sampel berturut-turut adalah 29,8% dan 11%.

Tabel 1. Kadar unsur dalam lumpur Sidoarjo

Logam	Kadar	Logam	Kadar
Al	11,00%	Mn	0,59%
Si	29,80%	Fe	40,56%
K	3,53%	Sr	0,94%
Ca	7,41%	Mo	2,60%
Ti	2,11%		

Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Ekstraksi Silika dan Alumina

Silikon dan aluminium akan larut secara bersamaan pada saat larutan NaOH digunakan sebagai pelarut. Reaksi yang terjadi dalam proses ekstraksi itu ditunjukkan oleh persamaan reaksi 1 dan 2. Silika dan alumina akan larut dalam suasana basa sebagai natrium silikat dan natrium aluminat. Alumina diendapkan dengan penambahan HCl sampai pH 8 yang merupakan pH optimum untuk pengendapan aluminium [7]. Silika diendapkan dengan menambahkan HCl pada filtrat tadi (pH 8) sampai pH filtrat menjadi 4. Endapan yang didapatkan kemudian dicuci dengan akuades untuk mengurangi garam NaCl yang terbentuk.



Massa endapan yang diperoleh pada pH 8 disajikan pada Tabel 2. Pada konsentrasi NaOH 2 M, 2 g sampel menghasilkan massa endapan sebanyak 0,82 g, sedangkan untuk konsentrasi NaOH 4 M dan 6 M massa endapan berturut-turut adalah sebanyak 1,06 g dan 1,24 g. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin banyak ion Na^+ dan OH^- yang mempermudah silika dan alumina larut sebagai spesi silikat dan aluminat. Peningkatan konsentrasi NaOH berbanding lurus dengan massa endapan yang diperoleh, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin besar massa endapan yang diperoleh. Kemudian filtrat pada pH 8 ditambahkan HCl sampai pH 4 dan tidak terbentuk endapan. Data analisis spektrofotometer fluoresensi sinar-X (Tabel 3) menunjukkan bahwa endapan yang diperoleh pada pH 8 mengandung silikon sebesar 95,6% dan tidak dihasilkan endapan aluminium. Hal ini diduga karena terbentuknya natrium alumina silikat. Pada saat proses ekstraksi, natrium alumina silikat tidak larut dalam NaOH [8].

Tabel 2. Massa endapan pada pH 8 hasil ekstraksi menggunakan NaOH

Konsentrasi NaOH (M)	Massa Endapan (g)
2	0,82
4	1,06
6	1,24

Tabel 3. Kandungan unsur dalam endapan hasil ekstraksi menggunakan NaOH pada pH 8

Logam	Kadar
Si	95,60%
K	1,30%
Ca	1,30%
Fe	0,59%

Pengaruh Konsentrasi HCl pada ekstraksi silika dan alumina

Penambahan HCl pada lumpur kering akan melarutkan alumina, sedangkan silika akan tetap berada pada lumpur sisa refluks. Massa lumpur sisa refluks pada proses ekstraksi

menggunakan HCl 2 M, 4 M, dan 6 M berturut-turut adalah 1,77 g; 1,75 g; dan 1,60 g. Penurunan massa lumpur sisa refluks berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi HCl yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi HCl maka semakin banyak logam aluminium dan logam besi yang larut dalam HCl. Logam besi yang larut ditunjukkan oleh warna kuning pada filtrat. Hasil analisis lumpur sisa refluks menggunakan spektrofotometer fluoresensi sinar-X pada Tabel 4 menunjukkan unsur utama material tersebut adalah Al, Si, dan Fe. Logam besi yang masih terkandung dalam lumpur sisa refluks diduga karena oksida besi masih belum mampu didekstruksi oleh HCl, hal ini dikarenakan oksida besi yang terkandung dalam lumpur Sidoarjo adalah hematit [9] yang stabil pada temperatur ruang sampai dengan 100 °C [10].

Tabel 4. Perbandingan kadar Al, Si, dan Fe dalam lumpur Sidoarjo sebelum refluks dan lumpur sisa refluks menggunakan HCl 6 M (unsur lain tidak disertakan dalam tabel), massa sampel sebelum dan setelah refluks adalah 2 g dan 1,60 g

Unsur	Kadar sebelum refluks (%)	Kadar Setelah Refuks (%)
Al	11,00	13,0
Si	29,80	45,7
Fe	40,65	24,4

Massa endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang diperoleh pada pH 8 disajikan pada Tabel 5. Massa $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang diperoleh dari ekstraksi menggunakan HCl 2 M adalah 0,2 g. Massa $\text{Al}(\text{OH})_3$ dari ekstraksi menggunakan HCl 4 dan 6 M berturut-turut adalah 0,53 g dan 0,6 g. Semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan maka akan semakin banyak jumlah ion Cl^- yang berinteraksi dengan Al^{3+} untuk membentuk larutan $\text{Al}[\text{Cl}]_4^-$. Massa endapan yang dihasilkan berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi HCl [6].

Tabel 5. Massa endapan pada pH 8 hasil ekstraksi menggunakan HCl

Konsentrasi HCl (M)	Massa Endapan (g)
2	0,20
4	0,53
6	0,60

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa konsentrasi pelarut maksimum untuk ekstraksi adalah 6 M baik dengan asam maupun basa. Pelarut basa lebih efektif digunakan untuk ekstraksi silica, sedangkan ekstraksi alumina lebih efektif dilakukan dengan pelarut asam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Laboratorium kimia anorganik yang telah membiayai seluruh biaya penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sukei, 2009, Dampak Semburan Lumpur Panas “Lapindo” Sidoarjo terhadap Perekonomian Masyarakat di Kabupaten Pasuruan, *Eksekutif*, Vol.6, halaman 244 – 232, ISSN: 1829-7501, Surabaya.
2. Taufiq, F., 2012, *Kerugian Akibat Lumpur Lapindo Rp 50 Miliar per Hari*, <http://www.tempo.co/read/news/2012/05/29/090406896/Kerugian-Akibat-Lumpur-Lapindo-Rp-50-Miliar-per-Hari>, diakses pada tanggal 20 Februari 2013.
3. Rosmawati, A., 2012, *Studi Prosedur Preparasi Gel pada Sintesis Aerogel Silika dari Lumpur Sidoarjo*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.
4. Sodik, M. J., 2012, *Studi Sintesis Nanopartikel SiO₂ dari Lumpur Lapindo*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.
5. Nurhawi, 2011, *Ekstraksi Al₂O₃ dari Lumpur Lapindo Menggunakan Natrium Hidroksida*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.
6. Yudhistia, R.A., 2012, *Studi Pengaruh Pemanasan terhadap Ekstraksi Alumina dari Lumpur Lapindo Menggunakan Pelarut Asam Klorida*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.
7. Delgado, L. G., A. L. Delgado, S. L. Andrés, F. A. López, and F. J. Alguacil, 2009, *Recovery of Aluminium From A Hazardous Waste By Precipitation As Boehmite*, 1st Spanish National Conference on Advances in Materials Recycling and Eco – Energy
8. Pehlivan, A., A.O. Aydin, A. Alp., 2012, *Alumina Extraction from Low-Grade Diasporic Bauxite by Pyro-Hydro Metallurgical Process*, Vol.16, halaman 92-98, Departement of Metallurgical and Material Science Eng, Engineering Faculty, Sakarya University, Adparazan.
9. Ilyas, M.A., 2012, *Studi Pembuatan Keramik Berpori dari Lumpur Lapindo dengan Tanin sebagai Cetakan Pori*, Tesis, Program Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya, Malang.

10. Tareen, J. K. A., K. V. Krishnamurthy, 1981, *Hydrothermal Stability of Hematite and Magnetite*, Bull Mater Sci., Vol. 3, halaman 9 – 13, The Mineralogi Institue, Manasa Gangtori, Mysore.