

**Pengaruh Konsentrasi Pelarut Dan Rasio Padat-Cair Pada Ekstraksi Silika  
Dari *Fly Ash* (Abu Terbang) Batu Bara**

**Ali Thamrin, Aman & Sunarno**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

[Alithamrin88@gmail.com](mailto:Alithamrin88@gmail.com), 0852 7174 8979

**ABSTRACT**

Using coal in industrial and power plant always increase every year. Increasing using of coal linearly with number of production waste of fly ash from coal. One of alternative method for using fly ash as raw material of silicate. On this research using some variable : solvent concentration (2, 2,5 and 3M) and ratio of solute – liquid (1:6, 1:8 and 1:10). From the analysis of sample with using gravimetry method acquired optimal condition on solvent concentration 3 M and ratio solute-liquid 1:10 with silicate conversion 41,3%.

**Keyword:** extraction, fly ash, silicate

**PENDAHULUAN**

Batu bara merupakan mineral organik yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengendap dan selanjutnya berubah bentuk melalui proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun. Saat ini batu bara menjadi salah satu komoditi utama dalam pemenuhan energi di

Indonesia, mulai dari energi listrik hingga bahan bakar untuk pengolahan pabrik.

Indonesia menjadi salah satu penghasil batu bara di dunia, dengan total sumber daya batu bara 105.187,44 juta ton dan cadangan batu bara 21.131,84 juta ton. Sumber daya batu bara di Indonesia tersebar di Sumatera (49,89%), Kalimantan (49,74%), dan sebagian kecil di Pulau Sulawesi, Papua dan Jawa [Kementerian ESDM]. Di Riau

sendiri tersebar di beberapa kabupaten diantaranya Kuansing, kampar dan Indragiri Hilir dengan total sumber daya 2.085,33 juta ton dan cadangan 16,54 juta ton [Morentalisa,2006].

Permasalahan penggunaan batu bara sebagai bahan energi (*boiler*) menghasilkan limbah abu terbang yang merupakan limbah B3. Secara kimiawi, abu terbang mengandung kandungan silika yang mengandung berbagai manfaat seperti bidang elektronik, mekanik, medis, seni serta bidang-bidang lainnya.. Umumnya silika dihasilkan dari pasir kwarsa namun membutuhkan temperatur yang tinggi ( $>1500^{\circ}\text{C}$ ), biaya yang mahal dan rumit.

## BATUBARA

Abu terbang merupakan limbah padat utama hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap dan beberapa industri yang memanfaatkan batu bara sebagai bahan bakar. Abu terbang juga merupakan salah satu jenis partikulat yang dapat diklasifikasikan sebagai debu, karena dapat dipengaruhi oleh

gravitasi bumi. Pada prinsipnya, pembakaran batu bara menghasilkan abu dalam dua jenis, yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*). Abu dasar merupakan fraksi yang lebih kasar dan memiliki warna abu-abu gelap. Abu dasar tertinggal pada oven pembakar sebagai butiran abu padat atau leburan kerak yang kemudian memadat, dengan distribusi ukuran 10-1000  $\mu\text{m}$ . Ukuran abu dasar relatif besar sehingga terlalu berat untuk dibawa gas buang dan biasanya terkumpul di dasar atau di sekitar oven pembakar. Abu dasar yang dihasilkan dari pembakaran abu layang batubara berkisar 10-20 % dari total abu yang dihasilkan.

Abu terbang batu bara berupa serbuk halus, tak dapat dibakar, dengan distribusi ukuran 1-100  $\mu\text{m}$  dan relatif homogen. Ukuran abu terbang relatif kecil, oleh karena itu abu ini dapat melayang di udara. Dibandingkan abu dasar, abu terbang mempunyai warna lebih terang (*keabu-abuan*) mirip semen dan merupakan komponen terbesar abu batubara yaitu kira-kira 80-90 % dari total abu yang dihasilkan.

Komponen utama dari abu terbang batu bara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang.

#### ESTRAKSI PADAT –CAIR

Ekstraksi padat–cair merupakan proses ekstraksi bahan yang dapat larut dari suatu padatan dengan menggunakan pelarut. Proses ini digunakan untuk menghasilkan larutan dari material padatan yang tidak dapat larut. Metode yang digunakan dalam ekstraksi ini ditentukan oleh kandungan partikel dapat larut yang ada, penyebarannya dalam padatan, sifat bahan padat, dan ukuran partikel.

Ekstraksi silika dari abu terbang batu bara dilakukan dengan mencampurkan abu terbang dengan pelarut NaOH. Pelarut NaOH digunakan karena silika larut dalam larutan alkali terutama NaOH [Querol, 2002]. Untuk mempercepat proses pencampuran antara abu dan NaOH, maka dilakukan pengadukan selama ekstraksi.

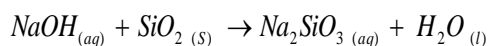
Proses ekstraksi terjadi karena pelarut NaOH menembus kapiler-kapiler dalam abu terbang dan melarutkan silika. Larutan silika dengan konsentrasi yang tinggi terbentuk dibagian dalam abu terbang. Dengan cara difusi akan terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan silika yang ada dalam abu tersebut dengan larutan NaOH. Karena adanya gaya adhesi, terjadi pemisahan larutan yang mengandung silika dalam kuantitas tertentu didalam abu. Larutan silika yang terbentuk ini adalah natrium silika yang merupakan reaksi antara NaOH dan silika pada abu terbang [Bernasconi, 1995].

#### NATRIUM SILIKA

Natrium silikat dalam skala industri dibuat dengan mereaksikan pasir kwarsa dan soda abu dalam tungku pada temperatur 1300 oC atau 2400 oF. Sedangkan ekstraksi silika dari abu batu bara dilakukan dengan menggunakan pelarut natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) untuk mendapatkan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ).

Natrium silikat merupakan bahan baku industri yang banyak diperlukan sebagai bahan baku pembuatan filler untuk produk deterjen, sabun, pasta gigi dan lain-lain. Natrium silikat berupa dalam bentuk cairan jernih yang sangat kental sehingga dalam merk dagang disebut dengan water glass [Sulistyanto, 2005].

Adapun reaksi proses pembuatan natrium silikat dapat ditulis sebagai berikut:



## SILIKA

Silika, atau silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) adalah salah satu senyawa kimia yang paling umum, sering dianggap sebagai silikat, walaupun senyawa ini tidak bermuatan negatif dan tidak memerlukan ion pasangan. Silikat, dalam ilmu kimia, adalah suatu senyawa yang mengandung satu anion dengan satu atau lebih atom silikon pusat yang dikelilingi oleh ligan elektronegatif. Jenis silikat yang sering ditemukan umumnya terdiri dari silikon dengan oksigen sebagai ligannya. Anion silikat, dengan muatan listrik negatif, harus

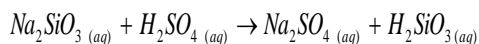
mendapatkan pasangan kation lain untuk membentuk senyawa bermuatan netral. Silika ditemukan di alam dalam bentuk mineral kuarsa [Keenan, 1984].

Cara yang cukup mudah untuk mengamati struktur SiO<sub>2</sub> adalah dengan menggunakan model Zachariesen-Warren. Struktur SiO<sub>2</sub> terbentuk melalui kelompok-kelompok SiO<sub>4</sub> yang saling berikatan melalui atom oksigen pada sudut-sudut tetrahedralnya, ikatan ini dapat terbentuk dalam berbagai variasi sudut. Variasi sudut yang terbentuk sangat memungkinkan terbentuknya struktur kristalin yang berbeda-beda pada silikon dioksida, dan dapat dengan mudah membentuk struktur amorphous [Sunarya, 2008].

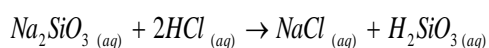
## SILIKA PRESIPITASI

Silika presipitasi disebut juga silika partikulat yang disusun oleh agregat dari partikel-partikel ukuran koloid yang tidak dapat digabungkan dalam jaringan irrasive gel selama proses persiapan. Silika presipitasi salah satunya dibentuk dari fasa uap (fumed atau pyrogenic silica) atau dapat juga dibentuk dengan cara

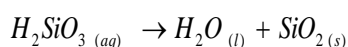
presipitasi dari larutan (Othmer, 1982). Silika presipitasi berbentuk tepung atau bubuk yang mempunyai struktur lebih terbuka dengan volume pori yang lebih tinggi dari gel tepung yang dikeringkan. Silika presipitasi dapat digunakan dalam industri karet, kosmetik, sebagai agent pembersih dalam industri pasta gigi, agent pencegah kerak dalam industri makanan. Natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) hasil ekstraksi kemudian direaksikan dengan asam klorida (HCl) atau asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Proses tersebut lebih dikenal dengan sol/gel. Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut:



Atau



Sehingga silika diperoleh dari:



## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah abu terbang (*fly ash*) batu bara yang diperoleh dari PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP), Natrium Hidroksida

(NaOH), Asam Klorida (HCl) dan aquadest.

Sedangkan alatnya berupa ayakan, reaktor 1 L, kondensor, pengaduk, termometer, *heating mantel*, gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, timbangan, kertas saring dan labu ukur, statif, motor pengaduk

Abu terbang yang berasal dari pembakaran di *Boiler* PT. RAPP terlebih dahulu diayak untuk mendapatkan diameter partikel yang lebih kecil yaitu kecil dari 60 mesh diperoleh kandungan silikanya sebesar 44,89%.

Kemudian sebanyak 53,5 gram abu terbang (*solid*) dicampurkan dengan 300 ml larutan NaOH 2M (*liquid*) ke dalam reaktor satu liter yang dirangkai dengan pengaduk dan kondensor, campuran tersebut merupakan perbandingan padat-cair = 1:6. Campuran tersebut dipanaskan pada suhu *range* 103-107<sup>0</sup>C dan waktu 4 jam dengan kecepatan pengadukan 300 rpm. Setelah suhu dan waktu yang diinginkan tercapai, maka campuran didinginkan kemudian disaring untuk mendapatkan filtrat dan *cake*. Untuk konsentrasi pelarut 2M dan rasio

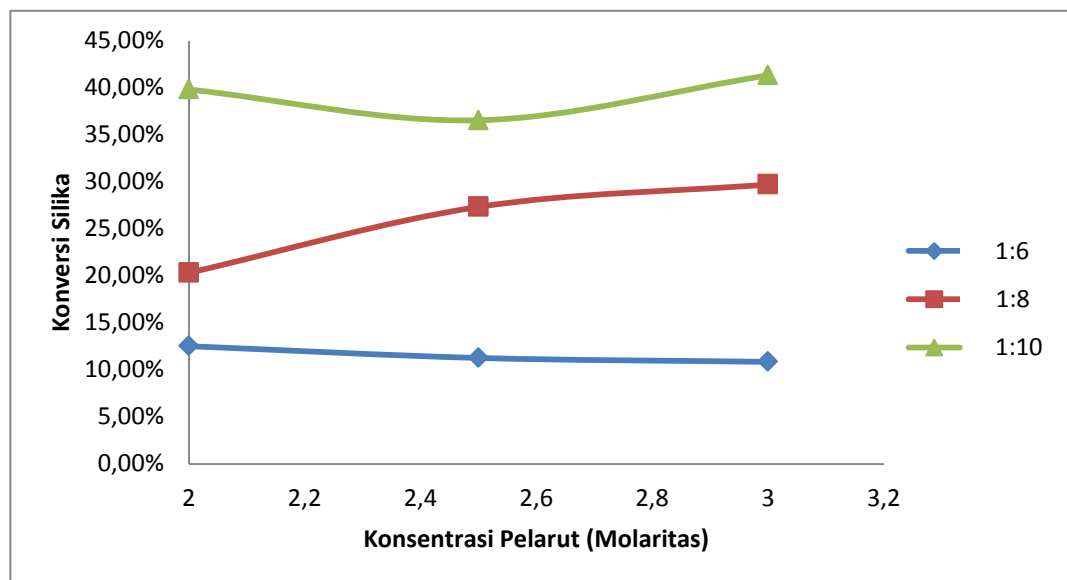
padat:cair 1:8 dilakukan juga perlakuan seperti pada rasio 1:6 dan seterusnya.

Pada tahap presipitasi, sampel yang digunakan adalah larutan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) hasil ekstraksi. Natrium silikat dipresipitasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$  dengan kecepatan pengadukan 300 rpm. Setelah suhu  $900^\circ\text{C}$  tercapai maka penambahan

saring yang telah ditimbang sebelumnya. Kemudian dioven selama 2 jam pada suhu  $1200^\circ\text{C}$ . Setelah kering padatan silika ditimbang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh konsentrasi terhadap konversi silika terekstrak dapat dilihat pada gambar 1



$\text{HCl}$  10N dilakukan agar terbentuk endapan silika. Penambahan  $\text{HCl}$  dihentikan ketika pH larutan telah mencapai  $\pm 8,5$ .

Larutan hasil presipitasi disaring dengan menggunakan kertas saring. Hasil yang diperoleh berupa cake (endapan silika) dan filtrat. Cake dicuci dengan aquades kemudian disaring kembali dengan kertas

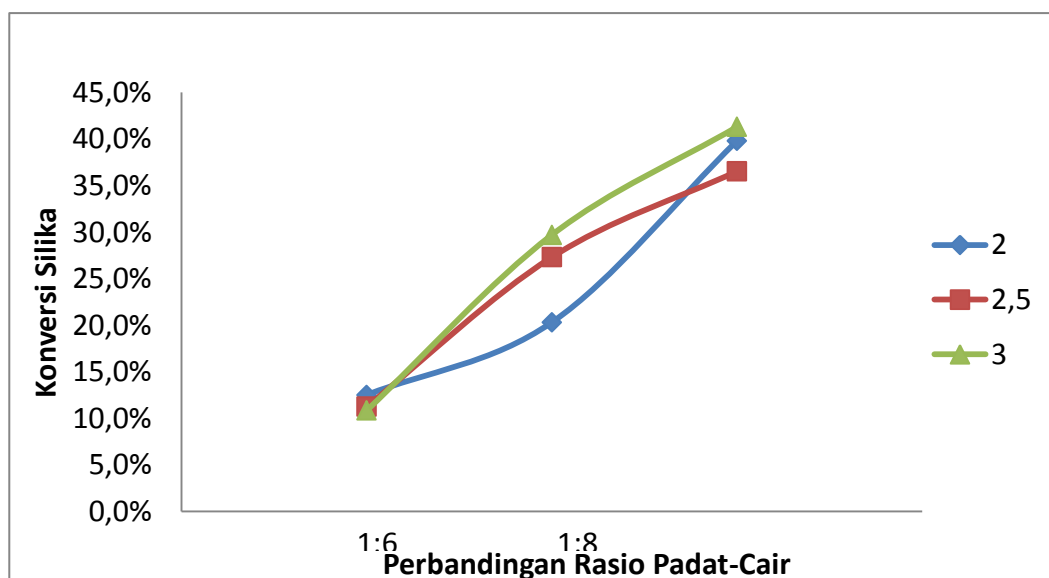
Ini menunjukkan bahwa relatif terjadi peningkatan konversi silika dengan meningkatnya konsentrasi. Peningkatan konversi ini dapat dilihat pada ratio (S:L) 1:8. Mengalami peningkatan konversi tiap peningkatan konsentrasi 2 M, 2,5 M dan 3 M yakni masing-masing sebesar 20,3%, 27,3% dan 29,7%. Hal yang sama juga terjadi pada rasio

(S:L) 1:10, yakni pada konsentrasi 2,5 M dan 3 M yakni sebesar 36,5% dan 41,3%. Hal ini sesuai dengan hukum ficks tentang perpindahan massa, salah satu yang menyebabkan massa dapat berpindah adalah perbedaan konsentrasi. Semakin besar beda konsentrasi, maka jumlah zat yang terekstrak akan semakin banyak.

Namun pada penelitian ini juga terjadi penurunan konversi yang tidak terlalu signifikan pada rasio S:L 1:6 dan konsentrasi 2 M, 2,5 M

terekstrak ini terjadi karena pelarut NaOH tidak hanya bereaksi dengan silika tetapi juga dengan senyawa lain membentuk zeolit NaP1 ( $\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), zeolit A ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), dan Herschelite ( $\text{Na}_{1,08}\text{Al}_2\text{Si}_{1,68}\text{O}_7\cdot 4,4\text{H}_2\text{O}$ ) yang berlangsung pada suhu 80 – 200 0C dengan waktu 3 - 48 jam [Querol, 2002].

Sedangkan rasio padat-cair terhadap konversi silika yang terekstrak terlihat pada gambar 2



dan 3 M yakni masing-masing 12,5%, 11,2% dan 10,8%. Hal yang sama juga terjadi pada rasio 1:10 pada konsentrasi 2 M dan 2,5 M yakni masing-masing 39,8% dan 36,5%. Penurunan konversi silika

Pengaruh rasio padat-cair terhadap konversi silika yang terekstrak dapat dilihat pada Gambar 4.2. Perbandingan antara rasio padat-cair dengan konversi silika terus mengalami peningkatan. Pada

Konsentrasi 2 M dan ratio padat-cair 1:6, 1:8 dan 1:10 masing-masing konversinya adalah 12,01%, 20,3% dan 39,8%. Hal ini menunjukkan konversi silika yang terekstrak meningkat dengan peningkatan jumlah pelarut. Hal yang sama juga terjadi pada konsentrasi 2,5 M dan 3 M. Pada konsentrasi 2,5 M konversi meningkat yakni 11,2%, 27,3% dan 36,5%. Begitupun dengan konsentrasi 3 M yakni masing-masing konversinya 10,8%, 29,7% dan 41,3% pada rasio 1:6,1:8 dan 1:10. Bahkan pada konsentrasi 3 M ini menghasilkan konversi silika terekstrak paling tinggi yakni pada rasio 1:10 sebesar 41,3%. Peningkatan konversi yang terjadi disebabkan oleh banyaknya pelarut yang dapat berkontak langsung dengan fly ash. Perpindahan massa padat –cair tidak dipengaruhi oleh banyaknya massa solid tetapi dipengaruhi oleh jumlah pelarut.[Geankoplis, 1991 , 412].

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Silika dari abu terbang batu bara dapat diekstrak menggunakan pelarut NaOH
2. Kondisi Optimal proses ekstraksi silika dari abu terbang batu bara adalah pada konsentrasi pelarut 3M dan rasio padat cair 1:10 menghasilkan konversi sebesar 41,3%
3. Semakin besar perbandingan rasio padat cair, maka semakin besar konversi silika terekstrak.

### Saran

Pada penelitian selanjutnya untuk melakukan variasi kecepatan pengadukan

### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada Bapak Ir Aman MT dan Bapak Sunarno ST.,MT



selaku dosen pembimbing skripsi. Berbagai masukan dan motivasi yang diberikan sangat berarti dalam menyelesaikan skripsi ini.

2. Kepada Dekan Fakultas Teknik, Bapak Prof. Adrianto Ahmad.
3. Kepada Ketua Jurusan Teknik Kimia, Bapak Dr Bahrudin yang berperan dalam memberikan motivasi yang luar biasa hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Kepada Ketua Program Studi, Ibu Komalasati ST., MT
5. Kepada seluruh Staf Dosen Teknik Kimia, Universitas Riau yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
6. Kepada orang tua dan segenap keluarga besar yang memiliki peran yang sangat besar dan tidak bisa terbahasakan dalam bentuk tulisan.

Seterusnya kepada rekan-rekan teknik kimia, rekan-rekan sekost "Nursal", kawan-kawan di HIPPMAINSEL (Indragiri

Selatan) dan tidak terlupakan motivasi yang sangat besar dari Al Akh wal Ukh di Indonesia Training Center Nusantara (Internusa), Abi Fahri, ka Fz, Uci, ary, Rika dan keluarga besar Internusa. Semoga apa yang rekan-rekan dan sahabat-sahabat berikan Insya Allah menjadi amal ibadah disisi Allah SWT.

Besar harapan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini, dan semoga skripsi ini dapat berkontribusi untuk kemajuan ilmu pendidikan. Amin Ya Robbal 'Alamin

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bernasconi, G., Gerster, H., Hauser, H., Stäuble, H., Schneiter, E., 1995, Teknologi Kimia, Bagian 2, PT Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Budiartie, G., 2011, Konsumsi Batu Bara PLN Terus Naik, Tempo.com, 15 Oktober 2012
- Emirson, N., 2003, Analisa Kuat Geser Tanah Lempung dengan Penambahan Fly Ash,

- Skripsi, Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas  
Riau, Pekanbaru.
- ESDM, 2012, Statistik Batu Bara,  
Prokum.esdm, 15 oktober  
2012
- Geankoplis., Christie J, 1991,  
Transport Processs and Unit  
Operations, Third Edition,  
Rentice Hell of India, New  
Delhi.
- Iler, I. K., 1979, The Chemistry of  
Silica, John Wiley and Sons,  
Inc. NY, New York.
- Keenan, C., W., Kleinfelter, D., C  
dan Wood, J., H., 1984, Kimia  
Untuk Universitas Jilid 2,  
Erlangga. Jakarta.
- Marinda, P., 2008, Abu Terbang  
Batu Bara Sebagai Adsorben,  
<http://majarimagazine.com/2008/06/abu-terbang-batubara-sebagai-adsorben/>, 11  
Oktober 2012.
- Morentalisa, 2006, Batu bara di  
Indonesia Sebuah  
Permasalahan?,  
[morentalisa.files.wordpress.c  
om](http://morentalisa.files.wordpress.com), 15 Agustus 2012
- Nugtern, H.W, Moreno, N.,  
Sebastian, E., Querol., X,  
2001, Determination of the  
Available Si and Al from  
Coal Fly Ashes Under  
Alkaline Conditions With  
Aim Shyntesizing Zeolite  
Products,  
<http://www.flyash.info>. 5  
Oktober 2012.
- Othmer, K., 1982, Encyclopedia of  
Chemical Technology third  
edition, Jhon Wiley & Sons.  
New York.
- Saputra, E., Utama, P., S., Martin,  
A., Supranto., Indrawati, Y.,  
2007, Pembuatan Silika  
Presipitasi (Industrial Grade  
Silica) dari Fly Ash Sawit  
Limbah Padat Industri  
Minyak Sawit, Usulan  
Penelitian Lanjutan Tahun  
Kedua Hibah Bersaing  
Perguruan Tinggi Tahun  
Anggaran 2007/2008  
Universitas Riau.
- Sudarno, 2008, Pengaruh Komposisi  
NaOH pada konversi abu  
laying batu bara paiton  
menjadi Zeolit A : Sintesis  
dan karakterisasi, Hasilta –  
Selengkapnya. Doc, 20  
Januari 2012

Sulistyanto, E., 2005. Kajian Proses Pengeringan Silika Presipitat, <http://katalog.pdii.lipi.go.id/index.php/searchkatalog/downloadDataById/6571/6572.pdf>, 15 April 2012.

Sunarya, R., R., 2008, Struktur Padatan, Silika, <http://risars.files.wordpress.com/2008/11/>, 23 Maret 2012.

Querol, X., Moreno, N., Umana, J.C., Alastuey, A., Hernandez, E., Lopez-Soler, A., Plana., F, 2002, Synthesis of Zeolites From Coal Fly Ash : an overview, [www.elsevier.com/locate/ijcoalgeo](http://www.elsevier.com/locate/ijcoalgeo), 5 Oktober 2012.

Welveni, 2010, Pengaruh Suhu dan Waktu Pada Ekstraksi Silika Dari Fly Ash (Abu Terbang) Batu Bara, Skripsi, Universitas Riau.

.