

# Isolasi Silikon (Si) Dari Abu Terbang (*Fly Ash*) Batu Bara Dengan Metode Metalotermal

Ainun Nazilah\*, Novita Andarini, Tanti Haryati

Jurusan Kimia; Fakultas MIPA; Universitas Jember

\*Email : [ainun.zilah@gmail.com](mailto:ainun.zilah@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengisolasi silikon dari fly ash. Silikon diperoleh dengan cara mereduksi silika hasil ekstraksi fly ash dengan metode metalotermal sederhana. Metode metalotermal dilakukan dengan menghomogenkan silika dan magnesium kemudian di furnace pada variasi suhu 650, 750, 850. Silikon yang diperoleh diuji kemurniannya dengan analisis massa jenis, AAS (Atomic Absorption Spectrofotometric), dan FTIR. Hasil analisis menyimpulkan bahwa suhu optimum 650 untuk mendapat silikon dengan jumlah maksimal dari silika p.a. Kadar silikon dari silika p.a adalah 26,7948% dengan massa jenis 2,377g/cm<sup>3</sup>. Suhu optimum digunakan untuk mereduksi silika hasil ekstraksi dari fly ash. Hasil analisis kadar silikon dari fly ash sebesar 9,1912%.

**Kata Kunci:** silikon, fly ash, metalotermal, magnesium.

## PENDAHULUAN

*Fly ash* merupakan limbah hasil pembakaran abu terbang batu bara. *Fly ash* adalah salah satu limbah berbahaya maka dari itu perlu adanya pengolahan. Menurut sumber PJB Paiton tahun 2000 *fly ash* mengandung 30,25-36,83% silika. Silika diperoleh dengan mengekstrak *fly ash* menggunakan pelarut yang bersifat basa. Silika ekstrak dari *fly ash* dapat dimanfaatkan sebagai sumber dari silikon.

Silikon merupakan unsur yang memiliki banyak manfaat salah satunya sebagai bahan semikonduktor. Penelitian sintesis silikon dari abu sekam padi telah dilakukan oleh (Swatsitang *et al.*, 2009) menggunakan metode metalotermal dengan aliran gas Ar dan magnesium sebagai agen pereduksi yang menghasilkan silikon polikristalin dengan kemurnian 99,98%. Metalotermal merupakan metode reduksi pada logam oksida menggunakan logam yang memiliki kemampuan mereduksi tinggi. Logam yang biasanya digunakan sebagai reduktor adalah Mg, Al, dan Ca. Metalotermal merupakan perpindahan antara oksida logam terhadap logam pereduksi (Yucel *et al.*, 2014). Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh silikon dengan metode metalotermal sederhana. Metode metalotermal sederhana yakni proses reduksi tanpa melibatkan adanya gas untuk mengusir oksigen.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fly ash* dari PLTU Paiton-Probolinggo, Kristal NaOH, Akuades, HCl Merck 37%, Magnesium, Silika murni, HNO<sub>3</sub> Merck p.a, HF Merck p.a, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Merck p.a.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan nikel, *beaker glass* 1000 mL, *beaker glass* 250 mL, *beaker glass* 150 mL, corong, kertas Saring whatman no.41, pH meter, hot plate HP-3000, stirer, oven, *furnace*, gelas ukur 100 mL, desikator, mortar,

batang penumbuk, neraca analitik ohaus, pipet tetes, pengaduk, kaca arloji, labu ukur 1 L, penjepit, piknometer, AAS, FTIR.

## Ekstraksi Silika

Penelitian dimulai dengan preparasi *fly ash*. *Fly ash* dilarutkan air panas selama dua jam kemudian didekantasi dan dikeringkan. Hasil preparasi dihaluskan menggunakan mortal. *Fly ash* diambil sebanyak 25 gram dilarutkan dengan 150 mL NaOH 3M selama 120 menit. sampel dipanaskan dengan suhu 65 - 70 dan dilakukan pengadukan selama proses ekstraksi. Filtrat yang diperoleh ditambahkan dengan HCl 1M hingga pH 7. Hasil yang diperoleh didiamkan selama 18 jam. Endapan yang diperoleh dicuci dengan aquades panas kemudian di oven pada suhu 80 selama 6 jam (Retnosari, 2013).

Analisis gravimetri Silika ditimbang 1 gram lalu ditambahkan 5 mL HCl 1:1 (v/v), kemudian diuapkan, selama proses penguapan ditambahkan 15 mL HCl 1:1 (v/v). Hasil penguapan dikeringkan. Ditambahkan 5 mL HCl 1:1 (v/v), dipanaskan dan ditambahkan 50 mL akuades panas. Campuran disaring pada kondisi panas dengan kertas saring ukuran medium no.41. Wadah beserta residu dicuci dengan HCl 1:50 (v/v) panas kemudian dicuci dengan akuades hingga larutan pencuci bersifat netral. Filtrat dan hasil diuapkan dalam oven pada suhu 110 selama 30 menit. Perlakuan dilakukan duplo. Dilakukan penyaringan lalu kertas saring dan residu dikeringkan pada suhu 110 dan dibakar pada suhu 900. Hasil yang diperoleh didinginkan desikator kemudian ditimbang hingga berat konstant. Catat berat wadah dan isinya selanjutnya dilakukan volatilisasi dengan HF, ditambahkan sedikit akuades pada residu, 4 tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1 (v/v) dan 10 mL HF 48%. Campuran tersebut diuapkan. Wadah dibakar untuk mendapatkan berat konstant pada 900. Dicatat berat wadah dan isinya.

Perhitungan kadar SiO<sub>2</sub> dilakukan dengan mengurangi berat wadah berserta isi sebelum dan sesudah ditambahkan HF.

Keterangan :

A : Massa sampel sebelum ditambahkan HF

B : Massa sampel setelah ditambahkan HF

(Greenberg, et al., 1992).

### Isolasi Silikon

Proses Metalotermal Sebanyak 2 gram bubuk silika dimasukkan ke dalam cawan nikel. Ditambahkan 1,595 gram bubuk magnesium kemudian dihomogenkan. Campuran dipanaskan pada suhu dengan variasi 650, 750, dan 850 selama 3 jam. Keadaan optimum pada proses diatas digunakan pada silika yang diperoleh dari diekstraksi *fly ash*. Karakterisasi silikon yang diperoleh ditentukan massa jenisnya. Ditimbang massa piknometer kosong beserta tutupnya (m1). Ditimbang massa piknometer penuh air beserta tutupnya (m2). Ditimbang massa piknometer berisi Si beserta tutupnya (m3). Ditimbang massa piknometer berisi Si dan dipenuhi air beserta tutupnya (m4).

Analisis lanjutan dilakukan dengan Analisis kadar silikon dengan AAS dan analisis FTIR.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi silika

Ekstraksi silika dari *fly ash* menggunakan NaOH 3M selama 120 menit menghasilkan silika sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil ekstraksi silika dari *fly ash*

No	pH	Waktu (menit)	Berat SiO <sub>2</sub> (gram)
1	6,9-7	120	1,433
2	6,9-7	120	1,299
3	6,9-7	120	1,301

Hasil yang yang diperoleh merupakan silika kasar yang belum murni. Proses ekstraksi diperkirakan adanya pengotor Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang mempunyai sifat kelarutan mirip dengan silika sehingga diperlukan adanya analisis kemurnian silika. Gravimetri penguapan dilakukan untuk mengetahui kadar silika yang diperoleh. Kadar silika yang diperoleh sebesar 28,77%.

### Isolasi Silikon

Isolasi silikon dilakukan dengan metode metalotermal sederhana. Silika p.a ditambahkan magnesium dengan variasi suhu reduksi 650, 750, dan 850. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Table 2. Hasil pengukuran massa jenis silikon

No	Variasi suhu (°C)	Massa jenis (g.cm <sup>-3</sup> )
1	650	2,377
2	750	2,633
3	850	2,612

Hasil reduksi berupa padatan berwarna coklat kehitaman dan padatan putih. Padatan putih yang terbentuk merupakan bukti bahwa MgO telah terbentuk. Padatan coklat kehitaman merupakan silikon polikristalin. Pencucian hasil dilakukan dengan air dan HCl, dimana MgO dapat larut oleh air dan sisa magnesium akan larut dengan HCl. Hasil Analisis silikon yang direduksi dari silika p.a adalah sebagai berikut: Data di atas menyimpulkan bahwa suhu 650 memiliki nilai yang mendekati massa jenis silikon standar (2,33 g.cm<sup>-3</sup>). Hal ini menyimpulkan bahwa hasil silikon yang diperoleh tidak murni dengan kata lain masih terdapat pengotor.

Karakterisasi lanjutan untuk menentukan suhu optimum dilakukan dengan pengujian FTIR. Analisis FTIR dilakukan untuk mengetahui oksida dalam silika telah direduksi. Hasil yang diperoleh pada suhu 650 puncak ikatan Si-O-Si muncul pada bilangan gelombang 1042,13 cm<sup>-1</sup>. Puncak yang dihasilkan bukan puncak yang bagus karena tidak kembali pada garis awal pembentukan puncak. Terdapat tiga puncak yang muncul yang terletak dalam satu puncak. Hal ini menandakan bahwa ikatan yang terbentuk sudah melemah dibuktikan dengan hasil vibrasi ikatan yang mengalami pergeseran. Berikut spectra hasil FTIR silikon:

Gambar 1. Gambar spectra IR pada suhu 650, dan 850.

Hasil analisis massa jenis dan FTIR menyimpulkan bahwa suhu optimum reduksi 650 untuk memperoleh silikon dengan jumlah maksimal. Hal ini disebabkan magnesium mulai meleleh pada suhu 650. Magnesium dalam fase padat memiliki bilangan oksidasi 0, sedangkan saat fase cair bilangan oksidasi meningkat menjadi +2. Perubahan bilangan oksidasi ini akan menyebabkan pembentukan magnesium oksida (MgO) sebagai tanda telah terjadi reaksi. Perubahan bilangan oksidasi magnesium ditandai dengan munculnya api saat suhu furnace 650 dimana pada saat yang sama magnesium akan berikatan dengan oksida dalam silika menjadi magnesium oksida. Kadar silikon yang diperoleh dianalisis dengan AAS.

Table 3. Hasil pengukuran silikon hasil reduksi dari silika p.a

No	Variasi suhu (°C)	% Si
1	650	26,7948
2	750	24,7116
3	850	23,5755

Hasil pengukuran AAS kadar silikon yang terbanyak pada suhu 650. Hal ini merupakan kesesuaian dengan pengukuran massa jenis dan FTIR dimana pada suhu 650 kadar yang diperoleh merupakan kadar dari silikon murni dan tidak dipengaruhi dengan sisa silika yang belum tereduksi. Perhitungan secara teori dimana di dalam silika mengandung 46,67% silikon. Hal ini menunjukkan bahwa metode metalotermal sederhana mampu mengisolasi silikon sebesar 57,4 % dari silika p.a.

Suhu optimum digunakan untuk silika hasil ekstraksi *fly ash*. Hasil pengukuran massa jenis dan AAS silikon dari hasil reduksi silika yang diperoleh dari ekstraksi *fly ash* adalah sebagai berikut:

Table 4. Hasil Pengukuran Massa Jenis Silikon dari hasil ekstraksi *fly ash*

No	Pengulangan	Massa jenis (g.cm <sup>-3</sup> )
1	1	1,811
2	2	1,715
3	3	1,808

Pengukuran hasil massa jenis nilainya jauh berbeda dari massa jenis silikon standart hal ini dikarenakan tingkat kemurnian dari silika yang digunakan relatif kecil. Keberadaan pengotor lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan silika p.a.

Kadar silikon dari *fly ash* diukur menggunakan AAS. Hasil analisis AAS diperoleh kadar silikon sebesar 8,839%. Hasil ini membuktikan bahwa metode metalotermal sederhana dapat digunakan untuk mendapatkan silikon sebesar 32,98%.

Tabel 4. Hasil analisis AAS silikon dari hasil ekstraksi *fly ash*

No	Pengulangan	% Si
1	1	9,0538
2	2	8,2739
3	3	9,1912

### KESIMPULAN

Temperatur optimal untuk mereduksi silika dengan menggunakan metode metalotermal sederhana adalah 650. Kadar silikon diperoleh sebesar 26,7948% dari silika p.a dan 8,8396% dari ekstrak *fly ash*. Kualitas yang hasil reduksi yang diperoleh dari silika p.a dan silika hasil ekstrak *fly ash* lebih bagus silika p.a dikarenakan kadar silika yang berasal dari fly ash tingkat kemurniannya rendah yakni 28,77%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Fatony, M.H.A. 2015. *Ekstraksi Silika Dari Fly Ash Batubara (Studi Pengaruh Variasi Waktu Ekstraksi, Jenis Asam Dan pH)*. [Skripsi]. Jember : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Greenberg, A.E., Clescert, L & Eaton, A. 1992. *Standard Methode For The Examination of Water And Wastewater, 18 Edition*. Washington: American Public Health Association.
- Paiton, PJB. 2002. *Material Safety Data Sheet*. Probolinggo : PT. Pembangunan Jawa Bali Unit Pembangunan Paiton.
- Retnosari, A. 2013. *Ekstraksi dan Penentuan Kadar Silika (SiO<sub>2</sub>) Hasil Ekstraksi Dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara*. [Skripsi]. Jember : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Swatsitang, E., Krochai, M., 2009. Preparation and Characterization of Silikon from Rice Hulls. *Jurnal sains*, **2 (19)**: 91-94.
- Yucel, O., et al. 2014. *Metalotermik Reduction process*. <http://akademi.itu.edu.tr/alkanmura/DosyaGetir/49412/aluminotermikdeneyfoyu.doc>. [4 Oktober 2014]