
Pengaruh Suhu dan Waktu pada Ekstraksi Silika dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara

Aman, Panca Setia Utama

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Riau 28293

Email : aman_syam@yahoo.co.id

HP : 081275720037

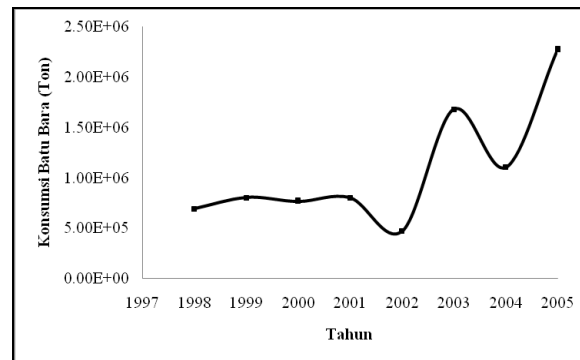
ABSTRAK

Abu terbang (Fly ash) batu bara merupakan limbah pembakaran batu bara yang mempunyai kadar silika yang tinggi. Silika abu terbang ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber silika dengan cara ekstraksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu dan waktu optimum proses ekstraksi silika dari abu terbang batu bara. Ekstraksi silika dilakukan dengan mereaksikan natrium hidroksida (NaOH) dengan abu terbang dalam reaktor untuk mendapatkan natrium silikat (Na_2SiO_3). Suhu ekstraksi diatur dengan menggunakan heating mantel yaitu pada suhu 85, 95, 105°C dan sampel diambil sebanyak 25 ml pada 2, 4, 6, 8 jam setelah suhu yang diinginkan tercapai. Variabel tetap pada penelitian ini adalah ratio padat – cair 6:1 dan kecepatan pengadukan 300rpm. Hasil ekstraksi silika disaring sehingga didapatkan filtrat (natrium silikat) dan cake (sisa abu ekstraksi). Proses ekstraksi pada 4 jam pada suhu 105°C menghasilkan konversi silika yang optimum yaitu 3,08%. Untuk mengetahui kemurnian silika maka dilakukan presipitasi silika dari natrium silika, sehingga diperoleh kemurnian silika yaitu 43,07%.

Kata kunci: abu terbang, suhu, waktu ekstraksi.

1. Pendahuluan

Indonesia sampai akhir tahun 1994 mempunyai sumber daya batu bara mencapai 36,5 miliar ton dengan cadangan terbukti sebesar 5,086 miliar ton. Sumber daya batu bara di Indonesia tersebar di beberapa pulau di Sumatera (68%), Kalimantan (31%) serta sebagian kecil di Pulau Jawa, Papua dan Sulawesi (1%) [Hanif, 2007]. Keterbatasan cadangan minyak bumi menjadikan batu bara sebagai salah satu sumber energi alternatif yang ekonomis. Industri-industri besar saat ini sebagian besar mulai beralih menggunakan batu bara sebagai bahan bakar alternatif seperti industri tekstil, karet, kertas, dan PLTU. Penggunaan batu bara sebagai bahan bakar oleh industri kertas di Indonesia secara keseluruhan meningkat setiap tahunnya. Peningkatan ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Konsumsi Batu Bara Oleh Industri Kertas di Indonesia
[Tim Kajian Batubara Nasional, 2006]

Salah satu industri kertas di Riau yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar yaitu PT. Riau Andalan Pulp and Paper (PT. RAPP) yang terletak di Kabupaten Pelalawan, Propinsi Riau. Penggunaan batu bara sebagai bahan bakar dapat menghasilkan limbah padat. Salah satu limbah padat yang dihasilkan yaitu abu terbang (*fly ash*) batu bara. Limbah abu terbang yang dihasilkan setiap tahunnya selalu meningkat. Pada tahun 2003 jumlah abu terbang yang dihasilkan yaitu 75.000 ton per tahun [Emirson, 2003]. Kemudian pada tahun 2006 meningkat menjadi 135.600 ton per tahun [Putra, 2006]. Banyaknya abu terbang yang dihasilkan menimbulkan permasalahan yaitu meningkatnya kebutuhan lahan tanah untuk penyimpanan abu batu bara tersebut.

Saat ini abu terbang yang dihasilkan PT. Riau Andalan Pulp and Paper digunakan sebagai media penanaman akasia di daerah rawa, sebagian lagi dikumpulkan di kolam penampungan. Hal ini akan sangat berdampak buruk bagi lingkungan dan ditinjau dari segi ekonomi membutuhkan lokasi yang besar untuk menampung abu terbang tersebut.

Pada abu terbang batu bara terdapat silika yang cukup tinggi yaitu sebesar 20 - 60% [Marinda, 2008]. Abu terbang batu bara mempunyai fasa *amorf* seperti silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan komponen fasa kristalin seperti α -quartz (SiO_2) dan *mullit* ($2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$), *hematit* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) dan *magnetit* (Fe_3O_4) [Sudarno, 2008]. Komponen *fasa amorf* silika dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber silika.

Pada tahun 2004, Sebanyak 36% produksi komersial silika dunia dihasilkan negara-negara Eropa, diikuti Amerika Utara (26%), China (25%), dan Jepang (13%) [Malik, 2008]. Adapun produksi silika yaitu dengan mengekstraknya dari batuan alam. Proses pembuatan silika dari batuan alam tersebut membutuhkan energi yang besar dan memerlukan suhu yang tinggi ($>1500^\circ\text{C}$), jika dibandingkan dengan mengolah limbah padat seperti abu sekam padi, abu sawit dan abu terbang batu bara. Oleh karena itu, abu terbang berpotensi sebagai salah satu sumber silika.

Selama ini, pasir kwarsa sangat dikenal sebagai sumber untuk mendapatkan silika. Dalam proses pengolahannya, pasir kwarsa membutuhkan temperatur yang cukup tinggi yaitu $>1500^\circ\text{C}$, biaya yang mahal dan proses yang rumit. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya penggantian bahan baku tersebut untuk mendapatkan silika

dengan proses yang murah dan sederhana. Bahan baku yang sekarang dikembangkan yaitu limbah pembakaran bahan bakar diboiler yaitu abu sawit dan abu terbang batu bara. Salah satu teknik yang digunakan untuk mengkonversi limbah padat berupa abu terbang menjadi silika adalah dengan cara ekstraksi.

Pada tahun 2004, Saputra dkk melakukan ekstraksi silika dari abu terbang sawit dengan menggunakan solven *sodium hydroxide* (NaOH) untuk mendapatkan sodium silikat (Na_2SiO_3). proses ekstraksi dilakukan pada konsentrasi solven 2,5 N, suhu 105°C dan kecepatan pengaduk 500 rpm. Hasil percobaan didapat konversi Na_2SiO_3 menjadi 31% dengan waktu 80 menit (Saputra, dkk, 2007).

Nugtern, dkk (2001) melakukan ekstraksi silika dari abu terbang batu bara dengan menggunakan NaOH 2 M pada suhu 90°C selama 6 jam dan ratio cairan - padatan 3 : 1. Pada penelitian ini, Nugtern melakukan variasi bahan baku dari berbagai daerah di Eropa. Hasil yang didapat konversi silikanya yaitu 12,6 % dari Belanda dan 12% dari Spanyol.

Sehingga pada penelitian ini peneliti melakukan ekstraksi silika dari abu terbang batu bara dengan menggunakan pelarut NaOH 2 M dengan rasio padat-cair 1:6 dengan variasi suhu dan waktu ekstraksi. Hal ini dilakukan untuk memperoleh kondisi optimum ekstraksi silika. Kandungan silika yang tinggi pada abu terbang batu bara dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber silika. Pemanfaatan abu terbang batu bara ini dapat mengurangi masalah limbah dari pembakaran batu bara. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai usaha untuk mengembangkan pengolahan limbah abu batu bara menjadi produk yang lebih ekonomis. Data yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi peneliti selanjutnya.

2. Metodologi

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) dan aquadest.

Tahap Persiapan Sampel

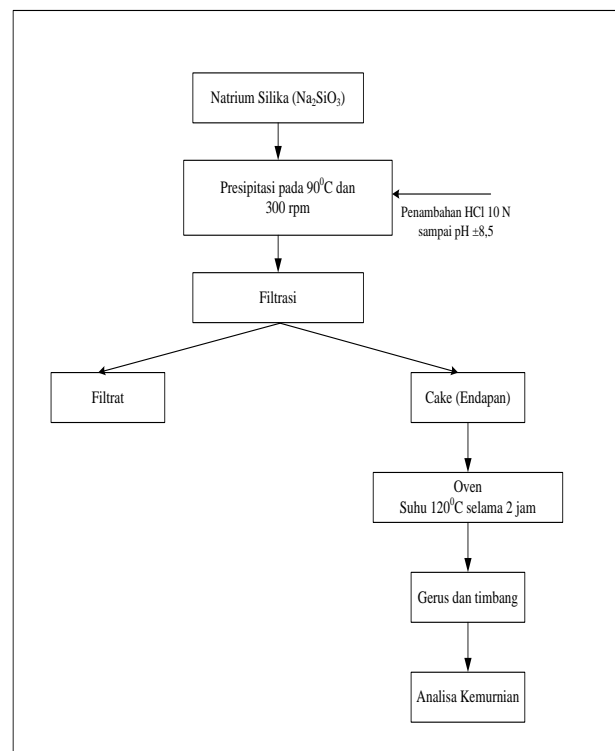
Abu terbang yang berasal dari pembakaran di *Boiler* PT. RAPP terlebih dahulu diayak untuk mendapatkan diameter partikel yang lebih kecil yaitu kecil dari 60 mesh. Abu terbang terlebih dahulu dianalisa kadar silikanya dengan menggunakan AAS.

Tahap Ekstraksi Silika

Sebanyak 267,5 gram abu terbang dicampurkan dengan 1,5 liter larutan NaOH 2M kedalam reaktor dua liter yang dirangkai dengan pengaduk dan kondenser. Campuran tersebut dipanaskan dengan kecepatan pengadukan 300 rpm. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, maka waktu ekstraksi mulai dihitung. Setelah 2, 4, 6, 8 jam, sampel diambil sebanyak 25 ml dengan menggunakan pipet volume. Untuk suhu 95 dan 105°C dilakukan juga perlakuan seperti pada suhu 85°C . Sampel yang diambil didinginkan hingga suhu kamar, kemudian disaring untuk mendapatkan filtrat dan *cake*. Filtrat berupa natrium silikat sebanyak 10 ml dianalisa kandungan silika yang terekstrak dengan menggunakan alat AAS.

Tahap Presipitasi

Pada tahap ini, sampel yang digunakan adalah larutan natrium silikat (Na_2SiO_3) hasil ekstraksi yang optimum. Natrium silika dipresipitasi pada suhu 90°C dengan kecepatan pengadukan 300 rpm. Setelah suhu 90°C tercapai maka penambahan HCl 10N dilakukan agar terbentuk endapan silika sampai pH larutan mencapai $\pm 8,5$. Larutan hasil presipitasi disaring dengan menggunakan kertas saring. Hasil yang diperoleh berupa cake (endapan silika) dan filtrat. Cake ditimbang dan kemudian dikeringkan di oven selama 2 jam pada suhu 120°C . Setelah kering padatan silika digerus dan ditimbang, maka diperoleh silika presipitasi dari abu terbang batu bara. Silika kemudian dianalisa kemurniannya dengan menggunakan AAS di Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungpian Yogyakarta. Rangkaian alat presipitasi dapat dilihat diagram alir tahap presipitasi dapat dilihat pada Gambar dibawah.



Gambar 5. Diagram Alir Tahap Presipitasi Silika

3. Hasil dan Pembahasan

Analisa Bahan Baku Abu Terbang Batu bara

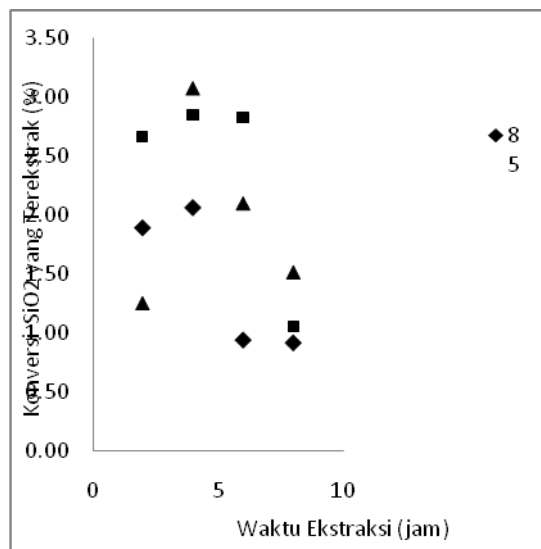
Abu terbang yang berasal dari sisa pembakaran batu bara yang berasal dari PT.RAPP terlebih dahulu diayak dengan ukuran kecil dari 60 mesh. Abu yang telah diayak kemudian dianalisa kadar silikanya dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Hasil analisa kandungan silika pada abu terbang ini adalah 44,89%. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan kadar silika abu terbang batu bara yang dilakukan oleh Emirson (2003) yaitu sebesar 50,71%.

Analisa Hasil Ekstraksi

Pengaruh suhu dan waktu pada ekstraksi silika dari abu terbang batu bara ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Konversi Silika yang Terekstrak

Suhu (°C)	Konversi SiO ₂ yang terekstrak (%)			
	2 jam	4 jam	6 jam	8 jam
85	1,89	2,06	0,94	0,92
95	2,66	2,90	2,85	1,05
105	1,25	3,08	2,10	1,51



Gambar 4.1 Pengaruh Waktu Terhadap Konversi Silika yang Terekstrak pada Berbagai Suhu

Pengaruh Suhu Terhadap Konversi Silika Terekstrak

Pengaruh suhu terhadap konversi silika yang terekstrak pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konversi silika dengan meningkatnya suhu. Peningkatan konversi ini dapat dilihat pada variasi waktu 4 jam dan 8 jam. Pada waktu 4 jam, konversi pada suhu 85°C yaitu 2,06%. Pada suhu 95°C konversi meningkat menjadi 2,90 % dan meningkat lagi pada suhu 105°C menjadi 3,08%. Peningkatan konversi ini terjadi karena semakin tinggi suhu ekstraksi, jumlah silika yang terekstrak menjadi semakin besar. Temperatur yang lebih tinggi akan meningkatkan kelarutan bahan oleh pelarut [Treybal, 1980]. Tetapi terjadi penurunan konversi silika pada variasi waktu 2 jam dan 6 jam dengan peningkatan suhu. Pada waktu 6 jam, suhu 85°C konversi silika yaitu 0,94%, ketika suhu meningkat menjadi 95°C konversi naik menjadi 2,85% tetapi kemudian ketika suhu bertambah menjadi 105°C konversi menjadi turun 2,10% . Penurunan konversi silika terekstrak ketika suhu reaksi bertambah ini terjadi karena pelarut NaOH tidak hanya bereaksi dengan silika tetapi juga dengan senyawa lain membentuk zeolit NaP1 (Na₆Al₆Si₁₀O₁₂.12H₂O), zeolit A (NaAlSi_{1,1}O_{4,2}.2.25H₂O), dan Herschelite

($\text{Na}_{1,08}\text{Al}_2\text{Si}_{1,68}\text{O}_{7,44} \cdot 1,8\text{H}_2\text{O}$) yang berlangsung pada suhu 80 – 200 °C dengan waktu 3 - 48 jam [Querol, 2002].

Pengaruh Waktu Terhadap Konversi Silika Terekstrak

Pengaruh waktu terhadap konversi silika yang terekstrak dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1. Pada suhu 85°C dengan waktu 2 jam konversi silika terekstrak yaitu 1,89%, konversi meningkat ketika waktu reaksi menjadi 4 jam menjadi 2,06%. Tetapi terjadi penurunan konversi silika terekstrak ketika waktu reaksi bertambah menjadi 6 jam menjadi 0,94% dan waktu 8 jam menjadi 0,92%. Hal ini menunjukkan konversi silika yang terekstrak meningkat dengan peningkatan waktu reaksi. Hal ini disebabkan semakin lama waktu kontak maka interaksi antara silika dan NaOH semakin besar sehingga semakin banyak kemungkinan silika terekstrak. Tetapi ketika waktu optimum konversi silika telah tercapai maka konversi silika terekstrak akan cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa setelah tercapainya waktu optimum, berat silika yang terambil oleh NaOH akan mengalami penurunan. Daya larut pelarut yang besar terhadap silika yang terambil semakin banyak dengan bertambahnya waktu. Namun pelarut akan mengalami kejenuhan oleh silika yang ditandai dengan menurunnya silika yang terambil oleh pelarut. Selain itu, dengan bertambahnya waktu akan menyebabkan natrium silika yang terbentuk menjadi terdegradasi membentuk Na_2O yang mengendap dalam abu terbang, sehingga silika dalam filtrat yang terambil mengalami penurunan [Laksmono, 2002]

Presipitasi Silika

Hasil ekstraksi (filtrat) abu terbang batu bara berupa natrium silikat kemudian dipresipitasi dengan menggunakan HCl 10N. pH larutan natrium silika sebelum dipresipitasi adalah 14. Pada penambahan HCl sebanyak 63 ml kedalam filtrat, telah terbentuk endapan. Untuk mencapai pH $\pm 8,5$ dibutuhkan HCl sebanyak 148 mL. Hasil presipitasi disaring dengan menggunakan kertas saring sehingga didapatkan cake (endapan) dan filtrat. Endapan silika yang diperoleh setelah disaring yaitu 57 gram. Setelah dikeringkan di oven didapat berat silika 2,8 gram. Setelah dianalisa dengan menggunakan AAS di Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungpian Yogyakarta. didapat kemurnian silika sebesar 43,07%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengotor – pengotor lain dalam silika presipitasi dari abu terbang batu bara.

Jumlah silika yang diperoleh dari proses ekstraksi silika dari abu terbang batu bara lebih sedikit daripada abu sawit. Hal ini disebabkan oleh abu terbang batu bara berasal dari pembakaran pada boiler suhu tinggi dibandingkan dengan abu sawit. Konversi silika pada abu terbang bergantung pada kandungan fase non reaktif seperti hematite, magnetite dan fase yang tahan panas seperti mullite dan quartz. Adapun urutan kemampuan melarut silika yang paling bagus yaitu glass, quartz dan mullite [Querol, 2002]. Abu yang digunakan kemungkinan memiliki komponen mullite yang besar sehingga hanya sedikit silika yang terekstrak dari abu terbang karena mullite tahan suhu tinggi.

4. Kesimpulan

1. Konversi silika terekstrak dari abu terbang ini masih kecil yaitu 3,08%.
2. Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi konversi silika yang terekstrak, tetapi terjadi penurunan pada waktu 2 dan 6 jam karena NaOH tidak hanya bereaksi dengan silika.
3. Semakin lama waktu ekstraksi, maka semakin besar konversi silika terekstrak hingga tercapai kondisi optimum maka konversi silika akan menurun.

4. Silika presipitasi yang diperoleh dari 900 ml Na_2SiO_3 adalah 2,8 gram dengan kemurnian 43,07%.

5. Daftar Pustaka

- Bernasconi, G., Gerster, H., Hauser, H., Stäuble, H., Schneiter, E., 1995, *Teknologi Kimia*, Bagian 2, PT Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Broadkey, R.S., and H.C.Hershey, (1988), "*Transport Phenomena*", a Unified-Approach, McGraw-Hill, USA
- Dafi, 2009, Pemanfaatan Fly Ash (Abu Terbang) Dari Pembakaran Batubara Pada PLTU Suralaya Sebagai Bahan Baku Pembuatan Refraktori Cor, <http://dafi017.blogspot.com/2009/03/pemanfaatan-fly-ash-abu-terbang-dari.html/>, 12 Oktober 2009.
- Dinas Pertambangan Provinsi Riau, 2009, Sektor Pertambangan, http://www.riau.go.id/index.php?mod=halutama&link=sektor_pertambangan, 20 Januari 2010.
- Emirson, N., 2003, Analisa Kuat Geser Tanah Lempung dengan Penambahan Fly Ash, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- Firdaus, R., 2009, Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Presipitasi Silika Dari Fly Ash Sawit. *Laporan Penelitian*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- Hanif, F., 2007. Pembakaran Batu Bara, http://firdaushanif.multiply.com/journal/item/2/Pembakaran_Batubara, 5 Desember 2009.
- 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.
- Laksmo, J., A., 2002, Pemanfaatan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Baku Silika, <http://katalog.pdii.lipi.go.id/index.php/searchkatalog/downloadDataById/4067/4068.pdf>, 10 Oktober 2010
- Malik, A., 2008, *Menyulap Sekam Padi Menjadi Silika*, <http://www.isacrohan.blogspot.com/search/label/Technology>, 9 Desember 2009.
- Marinda, P., 2008, Abu Terbang Batu Bara Sebagai Adsorben, <http://majarimagazine.com/2008/06/abu-terbang-batubara-sebagai-adsorben/>, 11 Oktober 2009.
-