

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemakaian batubara sebagai sumber energi telah menjadi salah satu pilihan di Indonesia sejak harga bahan bakar minyak (BBM) berfluktuasi dan cenderung semakin mahal. Peningkatan pemakaian batubara juga didorong dengan dikeluarkan Peraturan Presiden No 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional yang menargetkan peningkatan pemakaian sumber energi batubara dari 15,34 % menjadi 33 % pada tahun 2025. Batubara banyak digunakan oleh industri dan Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan kukus (*steam*) sebagai media pemanas atau pembangkit listrik. Pusat Listrik tenaga Uap (PLTU) merupakan sektor yang paling banyak menggunakan batubara yaitu sebesar 71,11% dari total konsumsi nasional sebesar 35,342 juta ton pada tahun 2005 (Pustekmira, 2006).

Batubara yang biasanya digunakan di daerah Jawa Barat berasal dari Kalimantan Timur dengan jenis *sub-bituminous*. Pembakaran batubara tersebut akan menghasilkan abu berupa *fly ash* (abu terbang) dan *bottom ash* (abu dasar) dengan karakteristik tergantung jenis boiler atau metode pembakaran yang digunakan. Jumlah abu yang dihasilkan tergantung dari proses pembakaran dan kadar abu batubara (sekitar 10 %). Abu batubara dari PLTU sudah banyak yang dimanfaatkan dengan cara dijual ke industri semen walaupun dengan harga yang sangat murah yaitu Rp 60/kg. Sedangkan *fly ash* dan *bottom ash* yang dihasilkan dari sumber non PLTU, seperti untuk bahan bakar *steam boiler* di industri kertas dan tekstil, belum banyak dikelola dengan benar padahal *fly ash* dan *bottom ash* merupakan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) menurut PP 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Hal ini telah banyak menimbulkan permasalahan lingkungan di daerah sekitar industri pengguna batubara seperti di daerah Karawang dan Sumedang, Jawa Barat (BPLHD Jawa Barat, 2008).

Karakteristik kimia abu batubara hampir sama dengan abu sekam padi. Kandungan utama abu batubara dan abu sekam padi adalah senyawa silika (SiO_2). Senyawa silika yang ada di abu sekam sebagian besar dalam bentuk *amorphous* karena dihasilkan dari pembakaran pada suhu rendah (kurang dari $400\text{ }^\circ\text{C}$). Selama ini, pemungutan kembali silika dari abu sekam padi dan tanah liat menjadi produk berbasis silika seperti natrium silikat atau silika gel sudah banyak diteliti. Natrium silikat merupakan salah satu bahan kimia produk impor yang kebutuhannya mengalami lonjakan dalam 4 tahun terakhir (Antara News, 2007).

Penelitian pemungutan kembali silika banyak dikembangkan untuk memanfaatkan dan memberi nilai tambah terhadap abu sekam padi, tanah liat, dan abu batubara. Kandungan silika di ketiga bahan tersebut merupakan komponen yang paling besar, sementara itu senyawa lain yang terkandung relatif hampir sama walaupun berbeda kadarnya seperti tercantum di Tabel 1.1. Pemungutan kembali silika dari abu sekam padi sudah dilakukan dalam skala industri seperti industri natrium silikat di Brasil.

Foletto (2006) melakukan penelitian konversi abu sekam padi menjadi larutan sodium silikat dengan bahan baku NaOH kemurnian tinggi dan abu sekam ukuran 60 mesh. Percobaan dilakukan pada molar ratio umpan $\text{NaOH}/\text{SiO}_2 = 1,2,3,4$ sedangkan $\text{H}_2\text{O}/\text{SiO}_2 = 11$ dan 22 dalam reaktor atmosferik berpengaduk dengan suhu sekitar $100 - 200\text{ }^\circ\text{C}$. Metode analisis SiO_2 dilakukan dengan *X ray diffraction* (XRD) dan AAS. Percobaan dilaksanakan dengan mereaksikan abu sekam padi dengan kostik soda encer dalam sistem terbuka (tekanan atmosferik) dan tertutup (tekanan lebih dari 1 atmosfer). Produk disaring untuk memisahkan silika yang tak bereaksi dan residu tak larut seperti Fe_2O_3 di kertas saring. Larutan sodium silikat yang lolos dinetralkan dengan asam sulfat menghasilkan padatan silikat dan larutan Na_2SO_4 . Penyaringan

dilakukan untuk memisahkan endapan silika berbentuk gel sebelum dikeringkan. Komposisi abu sekam padi meliputi; $\text{SiO}_2 = 94,4\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,03\%$, $\text{CaO} = 0,83\%$, $\text{MgO} = 1,21\%$, $\text{Na}_2\text{O} = 0,77\%$, dan $\text{K}_2\text{O} = 1,06\%$. Dalam penelitian ini dihasilkan konversi silika antara 50 – 92 % dengan waktu optimal 30 menit, sedangkan parameter ratio molar NaOH/SiO_2 hampir tak mempengaruhi pelarutan silika (Folletto, 2000).

Tabel 1.1 Komposisi (%) Abu (Bruce, 2004 ; Folletto, 2006)

Senyawa	Sekam Padi	Batubara
SiO_2	94,4	40 – 60
Al_2O_3	0,61	20 – 30
Fe_2O_3	0,03	4 – 10
CaO	0,83	5 – 30
MgO	1,21	1 – 6
K_2O	1,06	0 – 4
Na_2O	0,77	0 – 2
SO_3	–	0 – 2
LOI	–	0 – 3

Shinokara dan Kohyama (Folletto, 2006) dalam hasil penelitiannya menyatakan bahwa pembakaran sekam padi dengan suhu tinggi akan menghasilkan lebih banyak abu dalam bentuk struktur kristal dibandingkan bentuk amorfus. Pembakaran sekam padi dengan suhu 450 – 700 °C akan menghasilkan abu yang sebagian besar dalam bentuk *amorphous* dan sebagian kecil (kurang dari 5%) berbentuk kristal, sedangkan pembakaran pada suhu 1.350 °C menghasilkan abu silika berbentuk kristal sebanyak 83% (Folletto, 2006).

Kalpathy U, dkk (2002) melakukan penelitian pembuatan produk berbasis silika dari abu sekam padi. Metode yang diterapkan adalah ekstraksi dengan larutan alkali pada pH 11 dan 8 yang dilanjutkan dengan presipitasi setelah penambahan asam. Jenis penambahan asam yang dipelajari adalah: larutan H_2SO_4 1 M sampai pH 7, asam klorida, sitrat, dan oksalat sampai pH 4. Persen pemungutan (*yield*) silika yang didapatkan bisa mencapai 91% (Kalpathy U, 2002). Silika *amorphous* yang terkandung dalam abu sekam padi dapat diekstrak dengan larutan alkali suhu rendah. Nilai kelarutan silika *amorphous* rendah pada pH < 10 dan meningkat pada pH lebih dari 10. Sifat kelarutan silika *amorphous* tersebut digunakan sebagai prinsip ekstraksi silika dari abu sekam padi dengan cara pelarutan dalam kondisi alkali diikuti dengan pembentukan natrium silikat dan pengendapan silika pada suhu rendah (Kamath, 1998).

Sitompul, J dkk (1999) melakukan penelitian pemungutan silikat dari abu sekam padi dengan reaktor *spouted bed*. Reaktan yang digunakan adalah abu sekam padi ukuran 28 – 40 mesh dan NaOH 0,2 – 0,8 M. Kondisi operasi yang digunakan adalah suhu 80 °C, tekanan atmosferik dengan waktu reaksi antara 10 – 40 menit. Perlakuan awal abu dilakukan dengan pemanasan untuk menghilangkan karbon yang terkandung. Hasil yang dicapai adalah konversi SiO_2 antara 20 – 60 % tergantung ukuran abu dan konsentrasi NaOH.

Penelitian pemungutan kembali silika dari abu batubara antara lain dikembangkan oleh Shcherban (1995, 1996). Pengambilan silika dari abu batubara dilakukan dengan larutan alkali dengan waktu 5 jam dan tekanan atmosferik. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kandungan silika dan aluminium dalam abu batubara berada dalam berbagai bentuk, yaitu: *mullite* ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) 30 – 35 %, *glassy phase* (SiO_2 dan campuran) 48 – 51 %, *quartz* 2 – 10 %, *high temperature silica/cristobalite* (0-4,5%). *Glassy phase* merupakan senyawa berbentuk *amorphous*, sedangkan senyawa lainnya berbentuk kristal. *Mullite* dan *quartz* mempunyai kelarutan atau persen pemungutan kembali yang rendah di larutan alkali, sementara

kelarutan *crystalite* cukup tinggi (70%), dan kelarutan *glassy phase* lebih dari 50 %. Percobaan pendahuluan dengan melakukan pemisahan dengan magnet (*pre-stage*) menghasilkan fraksi tertarik magnet (2,12-5%) dengan kandungan Fe_2O_3 60-62 % sedangkan residu mengandung 2,6-3,6% Fe_2O_3 . Silika yang bisa dipungut kembali dari hasil penelitian ini sebesar 50 % dari kandungan silika di dalam abu (Shcherban, 1995, 1996).

Tanah liat merupakan salah satu sumber alam yang banyak mengandung silika. Pemungutan kembali silika dari tanah liat diteliti antara lain oleh Kyun Young Park, dkk. (1997) untuk memproduksi polyaluminum clorida (PAC) dan sodium silika. Berdasarkan penelitian ini, tanah liat mengandung $\text{SiO}_2 = 44,03\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 37,86\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,46\%$, $\text{CaO} = 1,85\%$, $\text{MgO} = 1,21\%$, $\text{Na}_2\text{O} = 0,33\%$, $\text{K}_2\text{O} = 1,53\%$, dan air = 11,32%. Tanah liat direaksikan dengan HCl untuk mengambil fraksi alumina, sedangkan residu yang dihasilkan selanjutnya direaksikan dengan NaOH. Residu tersebut mengandung SiO_2 sebesar 79,58% dan Al_2O_3 sebesar 11,48%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemungutan silika maksimum terjadi pada suhu setelah 60 °C dengan nilai persen pemungutan mencapai sekitar 80 %. Pemungutan silika akan meningkat secara linier jika rasio molar Na dalam larutan NaOH terhadap Si dalam residu meningkat hingga 0,55. Peningkatan molar ratio lebih besar lagi tidak akan meningkatkan persen pemungutan secara signifikan. Konsentrasi NaOH yang digunakan tidak mempunyai pengaruh terhadap pemungutan silika

Penelitian pemungutan kembali silika dari abu batubara yang sudah dilakukan oleh Shcherban (1995, 1996) hanya dilakukan untuk satu jenis abu batubara dari PLTU dan satu kondisi proses yaitu waktu 5 jam, tekanan atmosferik dan tidak diketahui suhu reaksi yang digunakan. Ringkasan penelitian yang berkaitan dengan pemungutan kembali silika disajikan di Lampiran.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian pemungutan silika dari abu sekam padi yang dilakukan Folleto (2006) dan Kalapathy (2002) sudah cukup lengkap dan berhasil dengan dibangunnya pabrik natrium silika di Brasil. Pemungutan silika dari tanah liat yang dilakukan oleh Kyun Young Park (1999) sudah mempelajari pengaruh; konsentrasi NaOH, rasio molar NaOH/SiO₂, suhu, dan waktu reaksi terhadap pemungutan silika. Sementara itu, penelitian pemungutan silika dari abu batubara masih perlu dikembangkan. Shcherban (1995, 1996) tidak mempelajari pengaruh waktu reaksi, kecepatan pengadukan, rasio molar, dan suhu terhadap kinerja proses pengambilan silika dari abu batubara. Dalam penelitian tersebut juga tidak dilakukan perlakuan pendahuluan seperti pemisahan senyawa oksida seperti CaO, MgO, Na₂O, K₂O, dan Fe₂O₃. Pengaruh ukuran partikel dan kecepatan pengadukan belum banyak dipelajari oleh peneliti sebelumnya.

Komposisi kimia abu batubara hampir sama dengan abu sekam padi (Tabel 1.1) maupun tanah liat. Perbedaan abu batubara dengan abu sekam padi terutama dari kandungan SiO₂ yang tidak terlalu tinggi, kandungan logam (Fe₂O₃) yang lebih tinggi, ukuran dan karakteristik abu. Berdasarkan hasil penelitian pemungutan silika dari abu sekam padi maupun tanah liat yang sudah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya maka perlu dikaji pemungutan silika dari abu batubara menjadi produk berbasis silika dan mengetahui pengaruh beberapa parameter proses terhadap persen pemungutan kembali silika. Parameter proses yang dipelajari adalah; konsentrasi larutan NaOH, suhu reaksi, rasio molar reaktan, kecepatan pengadukan, jenis dan ukuran abu batubara.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian Pengaruh Parameter Proses Pada Pemungutan Kembali Silika dari Abu Batubara ini bertujuan untuk:

- mengkaji pengaruh difusi massa dalam reaksi pembentukan natrium silikat secara keseluruhan,
 - mengkaji pengaruh parameter proses yang meliputi; rasio molar reaktan NaOH terhadap SiO₂, ukuran partikel abu, kecepatan pengadukan, waktu reaksi, dan suhu reaksi terhadap persen pemungutan silika,
 - menetapkan kondisi optimum reaksi pembentukan natrium silikat,
 - menentukan kadar silika dalam endapan yang dihasilkan,
- baik untuk abu batubara dari PLTU maupun abu batubara dari industri tekstil.

1.4 Manfaat Penelitian

Penentuan parameter proses optimum dalam reaksi pembentukan natrium silikat dari abu batubara bermanfaat sebagai bahan untuk perancangan proses untuk pembentukan natrium silikat dalam reaktor sistem reaksi non katalitik.

Secara keseluruhan penelitian ini diharapkan akan memberikan pemahaman yang baik terhadap kondisi operasi dan parameter yang mempengaruhi reaksi pembentukan natrium silikat sehingga dapat digunakan untuk memanfaatkan abu batubara secara efisien dan meningkatkan nilai tambah ekonomi abu batubara yang selama ini masih menjadi permasalahan lingkungan yang rumit.