

## PENGARUH pH DAN WAKTU AGING TERHADAP PROSES PRESIPITASI SILIKA DARI FLY ASH SAWIT DENGAN MENGUNAKAN CO<sub>2</sub>

Utama, P.,S, Fermi, M.,I, Sopian  
Teknik Kimia UNRI  
Email : [pian\\_siregar@yahoo.co.id](mailto:pian_siregar@yahoo.co.id)

### Abstrak

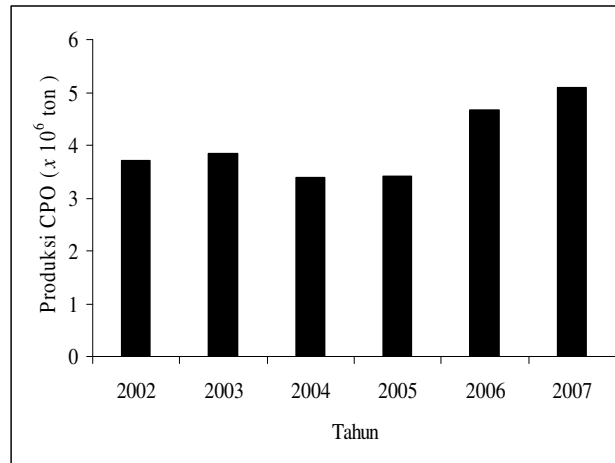
*Abu terbang (fly ash) industri sawit merupakan limbah yang cukup potensial untuk dimanfaatkan secara kimia yaitu dengan mengambil unsur silikanya dan dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai tinggi yaitu silika presipitasi. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh pH dan waktu aging terhadap proses presipitasi. Silika presipitasi dihasilkan dengan terlebih dahulu mengekstraksi abu sawit dengan pelarut sodium hydroxide (NaOH) untuk mendapatkan natrium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Ekstraksi dilakukan pada suhu 105<sup>o</sup>C dan kecepatan pengadukan 300 rpm selama 4 jam. Filtrat hasil ekstraksi digunakan sebagai sampel untuk tahap presipitasi. Sebanyak 1600 mL ekstrak silika dipresipitasi di dalam reaktor 2000 mL, dimana kondisinya dijaga pada suhu 40<sup>o</sup>C, kecepatan pengadukan 300 rpm serta dialirkan gas CO<sub>2</sub> sebesar 0,4 Liter/menit. Variasi pH dilakukan dengan cara pengambilan sampel sebanyak 30 mL setiap 15 menit kemudian dianalisa pH dan konsentrasi silika di larutan. Dari analisa, pH yang dicapai 12,4; 12,1; 10,7; 9,6; 9,2; 8,9; dan 8,5. Hasil Optimum diperoleh saat pH mencapai 9,2 yaitu sebesar 97,56% silika terpresipitasi. Dari hasil variasi pH, diperoleh pH optimum yang memberikan silika terpresipitasi maksimum. Pada kondisi operasi yang sama dilakukan proses presipitasi untuk mengetahui pengaruh waktu aging. Proses dihentikan ketika pH larutan mencapai 9,2. Kemudian variasi waktu aging dilakukan dengan cara pengambilan sampel sebanyak 30 mL pada saat 0, 30, 60, 90 dan 120 menit kemudian dianalisa konsentrasi silika di larutan. Hasil optimum diperoleh pada menit ke 60 yaitu sebesar 99,38% silika terpresipitasi.*

Kata kunci: *abu terbang, pH, presipitasi, waktu aging*

### Pendahuluan

Indonesia saat ini adalah produsen CPO (*Crude Palm Oil*) terbesar di dunia dan memiliki lahan sawit terluas di dunia. Pada tahun 2009, luas areal kelapa sawit di Indonesia diperkirakan mencapai 7 juta ha dan produksi CPO pada tahun tersebut mencapai 17,3 juta ton (ICN,2009).

Provinsi Riau adalah salah satu provinsi yang memiliki perkebunan sawit terluas di Indonesia. Perkembangan sub sektor perkebunan kelapa sawit di Riau dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Data mengenai perkembangan produksi CPO di propinsi Riau tahun 2002-2007 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. Perkembangan Produksi CPO di Propinsi Riau  
(BPS Riau, 2009)

Perkembangan industri sawit akan berdampak terhadap peningkatan kuantitas limbah yang akan dibuang ke lingkungan. Setiap 100% pengolahan tandan buah segar, pada pabrik berkapasitas 30 ton/jam, akan menghasilkan 12% serabut dan 7% cangkang yang akan digunakan sebagai bahan bakar di dalam boiler (PTPN V, 2003). Dari total berat cangkang dan sabut sawit yang dibakar, 15% berat abu akan diperoleh (Susanto dan Budhi, 1988).

Abu sawit merupakan hasil dari pembakaran sabut, tandan dan cangkang yang dibuang ke lingkungan dan tidak dimanfaatkan dengan optimal. Abu sawit merupakan sumber silika yang cukup tinggi. Menurut Graille dkk (1985), dari semua limbah padat industri minyak sawit yang paling banyak mengandung silikat adalah cangkang dan sabut (Tabel 1). Silika yang terkandung di abu sawit tersebut dapat dimanfaatkan menjadi bahan yang bernilai ekonomis yaitu silika terpresipitasi atau *Industrial Grade Silica* (IGS) yang memiliki kemurnian dan *Specific Surface Area* (SSA) yang tinggi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh dunia industri berbasis silika.

Mengingat potensi abu sawit yang dapat diolah menjadi produk yang bernilai ekonomis, perlu dilakukan upaya dalam pengembangan teknologi produksi silika. Proses presipitasi silika menggunakan CO<sub>2</sub> merupakan salah satu tahapan yang penting untuk dikembangkan dalam mengkonversikan limbah padat menjadi silika terpresipitasi.

Tabel 1. Komposisi Abu Sawit

No	Unsur	Cangkang (% berat)	Sabut (% berat)
1	Kalium	7,5	9,2
2	Natrium	1,1	0,5
3	Kalsium	1,5	4,9
4	Magnesium	2,8	2,3
5	Klor	1,3	2,5
6	Karbonat	1,9	2,6
7	Nitrogen	0,05	0,04
8	Posfat	0,9	1,4
9	Silika	61	59,1

Sumber : Graille dkk, 1985

### Tinjauan Pustaka

Abu sawit merupakan salah satu limbah padat dari pengolahan sawit. Abu sawit dihasilkan dari proses pembakaran cangkang dan sabut sawit di dalam tungku pembakaran (*Boiler*). Pada umumnya, abu sawit terdiri dari 2 jenis yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*). *Bottom ash* merupakan jenis abu sawit dengan fraksi berat yang terdapat di dasar boiler. Sedangkan *Fly ash* merupakan jenis abu sawit dengan fraksi ringan yang keluar bersama udara melewati *dust collector*.

Kandungan silika yang terdapat pada abu terbang umumnya berupa senyawa silika yang terikat dalam selulosa dalam bentuk *cellulosa-silica* (sumardi, 1998). Pada saat pembakaran, selulosa terbakar memberikan kalor dan senyawa hasil pembakaran berupa abu pembakaran yang mengandung unsur dan senyawa hasil pirolisisnya berupa silika. Silika yang berasal dari biomassa bersifat *amorphous* dan lebih reaktif (Ardha, 2007).

Secara umum, presipitasi terjadi bila kelarutan suatu senyawa dilampaui maka akan terbentuk sejumlah partikel kecil yang disebut inti (*nuclei*). Pengendapan selanjutnya dapat terjadi pada partikel yang mula-mula terbentuk ini. Ukuran inti akan meningkat sampai cukup besar untuk mengendap ke dasar wadah. Distribusi ukuran partikel endapan tersebut ditetapkan oleh laju relatif dari dua proses, yaitu pembentukan inti (nukleasi) dan pertumbuhan inti. Jika laju nukleasi lebih kecil dibandingkan dengan laju pertumbuhan inti maka jumlah partikel yang dihasilkan sedikit dan berukuran relatif besar (Syarbaini, 2007).

## **Metode Penelitian**

### **Tahap persiapan bahan**

Tahap persiapan bahan adalah tahap untuk mendapatkan Ekstrak abu yang akan dipresipitasi. *Fly ash* terlebih dahulu diayak menggunakan ayakan -40+60 mesh untuk mendapatkan diameter partikel yang lebih kecil dan seragam. Kemudian *fly ash* dibakar didalam *furnace* pada suhu 400<sup>0</sup>C selama 5 jam sehingga diperoleh abu yang memiliki warna abu-abu. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi dengan menggunakan larutan NaOH 2 N.

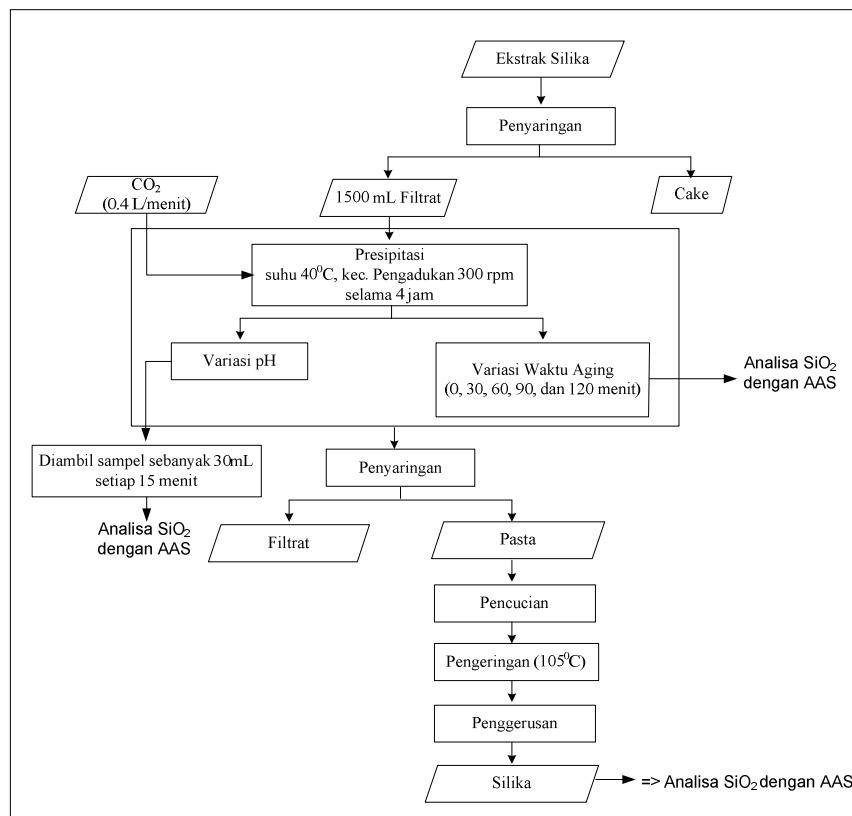
Pencampuran padat-cair dilakukan dengan perbandingan 1:6. Sebanyak 285,33 gram *fly ash* dicampurkan dengan 1600 mL larutan NaOH 2N. Campuran tersebut dimasak di dalam reaktor yang dioperasikan pada suhu 105<sup>0</sup>C dan kecepatan pengadukan 300 rpm selama 4 jam. Setelah dimasak selama 4 jam, campuran tersebut didinginkan hingga suhu kamar. Kemudian disaring untuk mendapatkan filtrat dan *cake*. Filtrat yang dihasilkan yaitu natrium silikat dan digunakan sebagai sampel untuk tahap presipitasi.

### **Tahap presipitasi**

Pada tahap ini dilakukan variasi pH dan waktu *aging*. Pada variasi pH, larutan natrium silika hasil ekstraksi sebanyak 1500 mL dimasukkan ke dalam reaktor tangki berpengaduk. Larutan tersebut diaduk dan dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 40<sup>0</sup>C dan kecepatan pengadukan 300 rpm. Setelah kondisi operasi tercapai, dialirkan gas CO<sub>2</sub> sebesar 0,4 L/menit. Saat proses presipitasi berlangsung, setiap 15 menit dilakukan pengambilan sampel sebanyak 30 mL selanjutnya dianalisa pH dan konsentrasi silika di larutan menggunakan AAS. Presipitasi dihentikan ketika pH larutan mencapai 8,5. Endapan yang terbentuk disaring lalu dicuci dengan aquades sehingga didapat *filter cake* yang berwarna putih. Kemudian *filter cake* dikeringkan di dalam oven pada suhu 120<sup>0</sup>C. Setelah kering *cake* digerus sehingga berat silika kering dapat diketahui

Pada kondisi yang sama dengan variasi pH, Proses presipitasi dengan variasi waktu *aging* dilakukan dengan cara, larutan natrium silika sebanyak 1500 mL dimasukkan ke dalam reaktor tangki berpengaduk. Larutan tersebut diaduk dan dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 40<sup>0</sup>C dan kecepatan pengadukan 300 rpm.

Setelah kondisi operasi tercapai, dialirkan gas  $\text{CO}_2$  sebesar 0,4 L/menit. Presipitasi akan dihentikan saat larutan membentuk endapan (*slurry*) pada pH optimum (pH optimum diperoleh saat variasi pH). Kemudian variasi waktu aging dilakukan dengan cara pengambilan sampel sebanyak 30 mL pada saat 0, 30, 60, 90 dan 120 menit kemudian dianalisa konsentrasi silika di larutan menggunakan AAS. Aging dihentikan setelah 120 menit kemudian endapan yang terbentuk disaring lalu dicuci dengan aquades sehingga didapat *filter cake* yang berwarna putih. Kemudian *filter cake* dikeringkan di dalam oven pada suhu  $120^\circ\text{C}$ . Setelah kering *cake* digerus sehingga berat silika kering dapat diketahui, selanjutnya silika dianalisa dengan menggunakan AAS



Gambar 2. Diagram Alir Proses Presipitasi Silika

## Hasil dan Pembahasan

*Fly ash* setelah di bakar di dalam furnace, dianalisa dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) untuk mengetahui kandungan silika. Hasil analisa kandungan silika adalah 65,97%. Hasil ini tidak berbeda jauh jika dibandingkan Graille (1985), yaitu 59-61%.

Pada proses pembuatan ekstrak silika, sebanyak 285,33 gram *fly ash* diekstraksi menggunakan solven *sodium hydroxide* (NaOH) 2 N. Proses ekstraksi berlangsung pada suhu 105<sup>0</sup>C dan kecepatan pengadukan 300 rpm selama 4 jam. Hasil analisa ekstrak yang diperoleh adalah pH 12,4 dengan kadar silika 28,38 gram/liter.

### **Pengaruh pH pada Silika terpresipitasi**

Proses presipitasi berlangsung pada suhu 40<sup>0</sup>C, kecepatan pengadukan 300 rpm, volume ekstrak 1600 mL dan laju alir CO<sub>2</sub> 0,4 liter/menit. Pada proses presipitasi dengan menggunakan CO<sub>2</sub>, gas digelembungkan kedalam ekstrak silika dengan menggunakan *sparger*. Gas CO<sub>2</sub> akan menggelembung dalam larutan membentuk gelembung-gelembung kecil di larutan. Gas CO<sub>2</sub> yang bereaksi dengan H<sub>2</sub>O akan membentuk asam karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Asam karbonat ini akan terionisasi membentuk ion H<sup>+</sup> dan ion CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. Ion H<sup>+</sup> akan mengakibatkan turunnya pH larutan. Pada penelitian ini, variasi pH dilakukan dengan cara pengambilan sampel setiap 15 menit kemudian dianalisa kadar silika dengan menggunakan AAS. Presipitasi dihentikan saat pH larutan mencapai 8,5. Data hasil penelitian disajikan dalam Tabel 4.1 dan Gambar 4.1.

Tabel 2. Pengaruh pH Terhadap % Silika Terpresipitasi

No	pH ekstrak	Silika Terpresipitasi (%)
1	12.4	0,00
2	12.1	9,23
3	10.7	11,70
4	9.6	95,01
5	9.2	97,56
6	8.9	96,38
7	8.5	85,00

Dari Tabel 2, proses presipitasi mulai teramati pada pH 10 sebesar 11,70 %, walaupun dari hasil analisa pada pH 12 sudah ada silika yang terpresipitasi, yaitu sebesar 9,23 %. Silika amorphous murni kelarutannya tidak dipengaruhi pH pada range pH < 9, tetapi kelarutannya akan meningkat pada pH diatas 9 dan menjadi *soluble* pada pH di atas 12 (Alexander, dkk, 1954). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian ini dimana silika terpresipitasi sebesar 95,01 % pada pH sekitar 9 dan

maksimum 97,56% saat pH mencapai 9,2. Pada pH 8,5 terlihat silika terpresipitasi menurun menjadi 85% yang menunjukkan bahwa kelarutan silika akan naik lagi dengan menurunnya pH. Hal ini bisa terjadi karena di dalam ekstrak, silika tidak dalam keadaan murni, banyak terdapat logam sehingga akan mempengaruhi kelarutan silika.

### **Pengaruh Waktu *Aging* pada Silika terpresipitasi**

Pada prinsipnya,, proses presipitasi terjadi ketika pH diubah pada suatu kondisi dimana kelarutan silika menjadi sangat kecil. Dengan demikian silika di larutan akan berada dalam keadaan lewat jenuh. Selanjutnya akan berlangsung proses nukleasi, inti-inti yang terbentuk akan terus berkembang seiring dengan mendifusinya silika dalam larutan ke permukaan inti. Saat larutan telah mencapai pH optimum, yaitu 9,2, pengaliran CO<sub>2</sub> dan pengadukan di dalam larutan dihentikan. Akan tetapi, inti-inti partikel berukuran kecil masih membutuhkan waktu agar dapat membentuk gumpalan yang lebih besar sehingga dapat mengendap ke dasar wadah, atau disebut juga dengan waktu *aging*. Data hasil penelitian proses presipitasi dengan variasi waktu *aging* disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Waktu *Aging* terhadap % Silika Terpresipitasi

No	Waktu <i>Aging</i> (menit)	Silika Terpresipitasi %
1	0	97,57%
2	30	99,07%
3	60	99,38%
4	90	99,39%
5	120	99,40%

Dari Tabel 3, persentase silika terpresipitasi semakin meningkat dengan bertambahnya waktu *aging*. Pada menit ke 0, sebesar 97,57 % silika yang terpresipitasi. Selanjutnya persen silika terpresipitasi meningkat pada menit ke 30 sebesar 99,07% dan peningkatan yang signifikan terjadi saat menit ke 60 sebesar 99,37%. Hal ini berarti. sejumlah inti-inti partikel berukuran halus telah membentuk inti partikel yang berukuran lebih besar sehingga persentase pengendapan silika menjadi besar. Pada menit ke 120, persentase silika terpresipitasi masih meningkat hingga 99,40%.

Produk silika presipitasi yang diperoleh selanjutnya disaring dengan kertas saring. Padatan silika dicuci dengan air panas kemudian dikeringkan didalam oven pada suhu 105<sup>0</sup>C sampai beratnya konstan. Silika presipitasi dianalisa dengan menggunakan AAS dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. Komposisi Silika Presipitasi (Basis Kering)

No	Komposisi Silika Presipitasi	% Massa
1	SiO <sub>2</sub>	83,08
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,09
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07
4	CaO	0,99
5	Na <sub>2</sub> O	1,80
6	K <sub>2</sub> O	1,49
7	HD*	8,62

\*hilang dibakar

Dari Tabel 4.3, kemurnian silika yang diperoleh cukup tinggi, yaitu 83,08%. Impuritis terbesar adalah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 3,09% sedangkan impuritis lain yang memiliki persentase cukup besar adalah Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O.

### **Kesimpulan**

Proses presipitasi dengan konsentrasi awal silika di ekstrak abu sebesar 28,38 gram/liter dan konsentrasi NaOH 2N, memberikan hasil maksimum pada pH 9,2 dengan jumlah silika terpresipitasi 97,56%. Pada proses presipitasi dengan variasi waktu *aging* yang memberikan silika terpresipitasi maksimum adalah saat menit ke 120 yaitu sebesar 99,40% dan laju pertumbuhan maksimum pada menit ke 60 yaitu 99,38%. Selanjutnya kemurnian silika yang dihasilkan adalah 83,06% basis kering yang didapat pada pada suhu 40<sup>0</sup>C, kecepatan pengadukan 300 rpm, laju alir CO<sub>2</sub> 0,4 liter/menit dan pH 9,2.

### **Ucapan Terimakasih**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun laporan penelitian yang berjudul **"Pengaruh pH dan Waktu Aging Terhadap Proses Presipitasi Silika dengan CO<sub>2</sub>"**. Terima kasih kepada DP2M DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui skema HIBAH PEKERTI sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.



Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

### **Daftar Pustaka**

1. Ardha, dkk., 2007, *Pemanfaatan Abu Terbang PLTU-Suralaya*, [http://www.tekmira.esdm.go.id/pengolahan mineral/pemanfaatan abu terbang](http://www.tekmira.esdm.go.id/pengolahan_mineral/pemanfaatan_abu_terbang_09/11/2008)., 09/11/2008
2. BPS, 2009, *Riau Dalam Angka*., [http:// riaubps.go.id/publikasi-online.html](http://riaubps.go.id/publikasi-online.html).2009.
3. Graille, J., Lozano,P., Pioch, D dan Geneste, P, *Essais d'alcoolyse d'huiles Vegetales avec des Catalyseurs Naturels Pour la Production de Carburants Diese*”, *Oleagineux*, 40(5), 1985
4. ICN, 2009, *Industri Palm Oil di Indonesia*, Laporan Market Intelligence, accessed 23 October 2009.
5. PT. Perkebunan Nusantara V, 2003, *Material Balance Pengolahan kelapa Sawit*, Pekanbaru.
6. Sumardi, 1999, *Producing Ethyl Silicate Polimer from Tetra Ethyl Ortho Silicate (TOES)*, *Indonesian Polymer Journal*, **2**, 7-11.
7. Susanto, H., Budhi, W., 1997, *Pemanfaatan Tandan kosong Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Melalui proses gasifikasi*, Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit, Medan.
8. Syarbaini, E.,Y, 2007, *Kimia Analisis*, Diklat kuliah Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UR