

PENGARUH LAJU ALIR CO₂ DAN SUHU PADA PROSES PRESIPITASI SILIKA DENGAN MENGGUNAKAN DISPERSAN POLIETILEN GLIKOL

Novi Purnama¹⁾, Edy Saputra²⁾, Panca Setia Utama²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²⁾Dosen Teknik Kimia
Laboratorium Pemisahan dan Pemurnian
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam
Pekanbaru 28293
Email: novi.purnama@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Precipitated silica can be synthesised from Palm Mill Oil Fly Ash (POMFA) by alkali extraction combined with sol-gel precipitation. Sodium hydroxide were used to extract silica from POMFA to produce sodium silicate. Silica was precipitated using CO₂, the effect of CO₂ flow rate and temperature on the precipitation process were studied. The CO₂ flow rate of 100, 200, 300 and 400 mL/min and temperature of 60.70, 80, 90°C were used at the precipitation process, to enhance the characteristic of precipitated silica obtained, dispersant PEG-400 5% (v/v) was added. The CO₂ flow rate was stopped when the silica began to precipitate and the stirring speed increase up to 1000 RPM for 90 minutes. Silica obtained, was separated from the filtrate using filter paper, washed with hot distilled water and then dried. The maximum yield of 81.01% was obtained at temperature of 70°C and a flow rate of 200 mL/min. The precipitated silica was characterised using XRF to determine silica composition and XRD to determine whether the precipitated silica is in amorphous form. The Scherrer equation was applied to estimate the primary particle diameter.

Keywords: CO₂, Precipitated, Silica, Temperature, Yield

1. Pendahuluan

Perkembangan industri sawit di Indonesia sangat besar, terutama pada provinsi Riau yang merupakan salah satu provinsi dengan perkebunan sawit terluas. Menurut Omar dkk (2011), setiap pabrik CPO menghasilkan limbah padat primer berupa 7% cangkang, 14% serat dan 23% tandan kosong sawit per ton tandan buah segar. Menurut GAPKI (2017) jumlah pabrik CPO di Riau pada tahun 2018 tercatat sebanyak 146 pabrik, dengan luas area perkebunan sawit yaitu 2,42 juta hektar, dan memproduksi CPO sebanyak 8,72 juta ton dari TBS yang diolah sebanyak 39,64 juta ton. Limbah padat yang dihasilkan dari hasil produksi CPO di Riau yaitu 17,44 juta ton.

Menurut Tangchirapat dkk (2007), pembakaran limbah padat primer pada

pabrik CPO menghasilkan abu sebanyak 5% dari berat limbah padat yang dibakar. Diperkirakan abu sawit yang dihasilkan pabrik CPO di Riau adalah sekitar 872 ribu ton. Abu sawit hasil pembakaran limbah padat biasanya dibuang ke lingkungan dan tidak dimanfaatkan dengan optimal. Abu sawit merupakan sumber silika yang cukup tinggi. Silika yang terdapat dalam abu sawit dapat dimanfaatkan menjadi bahan yang bernilai ekonomis yaitu silika terpresipitasi atau *Industrial Grade Silica* (IGS) yang memiliki kemurnian tinggi.

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO₂ yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis Kristal (Bragmann dan Goncalves, 2006). Silika (SiO₂) ada yang berbentuk kristal, berbentuk *amorphous* dan cairan. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2017) ekspor

silika mengalami kenaikan setiap tahunnya, terutama silika presipitasi.

Kegunaan utama dari silika presipitasi adalah sebagai penguat *filler* dalam industri karet dan plastik. Silika bisa diperoleh dari ekstraksi pasir kuarsa. Namun, proses ekstraksi silika dari pasir kuarsa membutuhkan proses yang kompleks dan konsumsi energi yang tinggi sehingga biaya yang dibutuhkan juga tinggi.

Keunggulan silika presipitasi dari limbah padat industri sawit yaitu biaya yang rendah karena tidak membutuhkan proses yang kompleks dan konsumsi energi yang rendah. Ada beberapa faktor yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap proses presipitasi silika diantaranya adalah suhu dan laju alir CO₂.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Natrium silikat (Na₂SiO₃) hasil ekstraksi *fly ash* sawit dari pabrik kelapa sawit PT Rohul Sawit Industri, Polietilen Glikol-400(MERCK), Gas CO₂ dan aquades.

Sedangkan alat yang digunakan yaitu reaktor presipitasi, pemanas, neraca analitis, *stirrer*, oven, gelas ukur, cawan porselin, pipet tetes, gelas kimia, kertas saring, *flowmeter*, corong pisah, *aluminium foil*, kaca arloji, *stopwatch*, dan termometer.

2.1 Presipitasi Silika dengan Variasi Suhu

Larutan natrium silikat hasil ekstraksi dimasukkan sebanyak 475 ml dimasukkan ke dalam reaktor presipitator dan ditambahkan dengan PEG sebanyak 25 ml dan dipanaskan pada suhu 60°C dengan kecepatan pengadukan 1000 RPM. Setelah suhu tercapai, maka dialirkan gas CO₂ sebesar 200 mL/menit. Ketika terbentuk endapan maka gas CO₂ dihentikan. Kemudian dilakukan proses presipitasi selama 90 menit, endapan yang diperoleh kemudian disaring dan dicuci dengan menggunakan aquades hangat, setelah itu di oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan. Kemudian sampel dianalisa dengan

menggunakan *XRD* dan *XRF*. Presipitasi selanjutnya dilakukan dengan suhu 70, 80 dan 90 °C.

2.2 Presipitasi Silika dengan Variasi Laju Alir CO₂

Larutan natrium silikat hasil ekstraksi dimasukkan sebanyak 475 ml dimasukkan ke dalam reaktor presipitator dan ditambahkan dengan PEG sebanyak 25 ml dan dipanaskan pada suhu 70°C dengan kecepatan pengadukan 1000 RPM. Setelah suhu tercapai, maka dialirkan gas CO₂ sebesar 100 mL/menit. Ketika terbentuk endapan maka gas CO₂ dihentikan. Kemudian dilakukan proses presipitasi selama 90 menit, endapan yang diperoleh kemudian disaring dan dicuci dengan menggunakan aquades hangat, setelah itu di oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan. Kemudian sampel dianalisa dengan menggunakan *XRD* dan *XRF*. Presipitasi selanjutnya dilakukan dengan suhu 200, 300 dan 400 mL/menit.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Suhu terhadap Yield Silika

Pada penelitian ini proses presipitasi silika berlangsung dengan memvariasikan beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi proses presipitasi silika yaitu waktu presipitasi dan penggunaan dispersan. Pengaruh suhu reaksi terhadap hasil silika, dengan variasi suhu dari 60, 70, 80 dan 90°C, dengan waktu 90 menit, laju alir CO₂ 200 ml/menit, PEG 5% dan kecepatan pengadukan 1000 RPM diperoleh hasil pada tabel dibawa ini:

Tabel 3.1 Pengaruh Suhu terhadap Yield Silika

No	Suhu (°C)	Berat (gr)	Yield (%)
1	60	69,97	64,06
2	70	88,49	81,01
3	80	57,55	52,69
4	90	56,01	51,28

Dari Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu presipitasi maka semakin sedikit silika yang diperoleh. Hasil

penelitian ini sesuai dengan penelitian Cai dkk (2009) yang menyebutkan bahwa *yield* silika semakin menurun dengan bertambahnya suhu presipitasi. Hal ini disebabkan karena terjadinya gelasi pada proses presipitasi. Gelasi adalah proses perubahan fasa secara tiba-tiba pada sistem reaksi, sehingga reaksi pembentukan silika tidak sempurna, dan menyebabkan silika yang terbentuk akan terlarut kembali.

3.2 Pengaruh Laju Alir CO₂ terhadap Yield Silika

Pengaruh laju alir CO₂ terhadap *yield* silika, dengan konsentrasi PEG 5, suhu 70°C, waktu 90 menit dan kecepatan pengadukan 1000 RPM, dengan variasi laju alir CO₂ yaitu 100, 200, 300, dan 400 mL/menit diperoleh hasil pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.2 Pengaruh Laju Alir CO₂ terhadap Yield Silika

No	laju alir CO ₂ (mL/min)	Berat (gr)	Yield (%)
1	100	65,54	60
2	200	88,49	81,01
3	300	59,24	54,23
4	400	54,89	50,25

Dari tabel 4.2 bisa dilihat bahwa *yield* silika berkurang seiring bertambahnya laju alir CO₂. Hal ini disebabkan karena semakin besar laju alir CO₂ yang digunakan maka dapat menghambat kontak antara gas dan liquid karena terlalu besar gelembung gas CO₂ yang masuk, selain itu dengan laju alir gas CO₂ yang semakin besar maka semakin cepat pula gas CO₂ tersebut keluar dari larutan, sehingga waktu dan bidang kontak antara gas dan cairan pun semakin kecil, dan menyebabkan *yield* silika yang berhasil terpresipitasi juga lebih sedikit (Utama dkk, 2010).

3.3 Karakterisasi silika menggunakan XRD (X-Ray Diffraction)

Analisa silika presipitasi dengan XRD bertujuan mendapatkan pola difraksi, struktur kristalin dan ukuran partikel dari silika presipitasi. Karakterisasi silika presipitasi diambil dari hasil terbaik pada

penelitian ini, yaitu pada suhu 70°C dengan laju alir CO₂ 200 mL/menit.

Untuk menghitung ukuran diameter partikel primer silika maka digunakan persamaan *scherrer* yang diperoleh dari hasil analisa XRD (*x-Ray Diffraction*). Berikut rumus persamaan *scherrer*.

$$D \text{ (nm)} = \frac{K\lambda}{FWHM \cdot \cos \theta}$$

Dengan :

D = Diameter partikel kristal (nm)

λ = Panjang gelombang sinar-X

θ = Sudut difraksi,

K= Konstanta yang besarnya tergantung pada faktor bentuk kristal, bidang difraksi, dan definisi besaran

β = yang digunakan *Full Width at Half Maximum* (FWHM) atau *Integral Breadth* dari puncak.

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan *scherrer* tersebut maka diperoleh ukuran diameter partikel primer dari silika presipitasi yaitu sebesar 18,55 nm. Cai dkk (2009) menyebutkan suhu yang tinggi dapat menghasilkan ukuran partikel yang lebih besar karena pembentukan endapan secara spontan. Perolehan diameter partikel primer silika pada penelitian ini sesuai dengan penelitian Cai dkk (2009), kondisi terbaik pada proses presipitasi silika yaitu pada penggunaan PEG 5% dan suhu 70°C dengan diameter partikel primer yang diperoleh yaitu 30 nm.

3.4 Karakterisasi silika menggunakan XRF (X-ray fluorescence)

Analisa XRF bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi kimia yang terkandung dalam silika presepsitasi hasil dari penelitian ini. kemurnian siika presipitasi hasil dari penelitian ini yaitu 72,012%. Kadar silika presipitasi yang diperoleh dapat dipengaruhi oleh kadar silika yang terdapat dalam *fly ash*. Hal ini sesuai dengan teori Saputra (2018), dimana kadar silika pada *fly ash* sawit yang tinggi

akan menghasilkan silika presipitasi dengan kadar yang tinggi pula.

4. Kesimpulan

Suhu presipitasi terbaik yaitu pada suhu 70°C dan laju alir CO₂ 200 mL/menit dengan *yield* 81,01%. Diameter partikel primer silika presipitasi dari penelitian ini adalah 18,55 nm.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2017. *Perkembangan Ekspor-Import Komoditas Silika Tahun 2013-2017*. Diakses pada 18 Juli 2018. <http://www.bps.go.id>
- Bragmann, C.P and Goncalves, M.R.F. 2006. *Thermal Insulators Made With Rice Husk Ashes: Production and Correlation Between Properties and Microstructure*. Department of materials, school of engineering, federal university of rio grande do sul, Brasil.
- Cai, X., Hong, R. Y., Wang, L. S., Wang, X. Y., Li, H. Z., Zheng, Y., and Wei, D. G. 2009. Synthesis of silica powders by pressured carbonation. *Chemical Engineering Journal*, 151(1-3), 380-386.
- Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia. 2018. *Refleksi Industri Kelapa Sawit 2017 dan Prospek 2018*.
- Montgomery, C.D. 1991. *Design and Analysis of Experiments*. edisi ke 5. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Omar, R., Idris, A., Yunus, R., Isma, A.M.I dan Khalid, K. 2011. Characterization of Empty Fruit Bunch for Microwave-Assisted Pyrolysis. *Journal Fuel*. 90, 1536-1544.
- Saputra, R. 2017. *Sintesis Zsm-5 Menggunakan Silika Presipitasi Dari Fly Ash Boiler Pabrik CPO*. Pekanbaru.
- Tangchirapat, W. T., Saeting, K., Kiattikomol, A., Siripanichgorn and Jaturapitakkul, 2007, Use of Waste Ash from Palm Oil Industry in

Concrete, *Elvesier Limited, Waste Management*, 27, 81-88.

Utama, P,S. Fermi, M,I. Sopian. 2010. *Pengaruh Ph Dan Waktu Aging Terhadap Proses Presipitasi Silika Dari Fly Ash Sawit Dengan Menggunakan CO₂*. Pekanbaru