

KINETIKA EKSTRAKSI REAKTIF SILIKA DARI ABU SABUT SAWIT

Panca Setia Utama, Edy Saputra

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau, Kampus Bina Widya Simpang
Baru

Pekanbaru 28293 Telp/Faks: (0761) 566937, e-mail : psutama@yahoo.com.

Abstrak

Abu sabut sawit merupakan sumber silika yang cukup potensial tetapi belum banyak dimanfaatkan. Proses ekstraksi silika dalam abu sabut sawit dengan menggunakan pelarut NaOH merupakan salah satu cara untuk mendapatkan silika dengan kemurnian yang tinggi. Dibandingkan dengan metode lain proses ini memiliki keunggulan yaitu dapat dihasilkannya silika dengan kemurnian yang tinggi dan suhu proses yang relatif rendah. Dalam proses tersebut dijumpai sistem heterogen yang melibatkan perpindahan massa padat-cair dan reaksi kimia.

Proses ekstraksi silika dari abu sabut sawit dengan pelarut NaOH dapat dilakukan secara batch pada tangki berpengaduk. Mula-mula larutan NaOH dimasukkan dalam tangki dan dipanaskan dalam waterbath sampai suhu tertentu. Kemudian abu sabut sawit dimasukkan dalam tangki dan diaduk pada kecepatan pengadukan tertentu. Setiap selang waktu tertentu cuplikan diambil dan dianalisa kadar Silikonnya (Si) dengan AAS. Variabel yang dipelajari adalah variasi suhu pada kisaran 80 °C sampai dengan 105 °C. Pada percobaan ini proses ekstraksi silika dapat didekati dengan model reaksi homogen semu orde satu terhadap NaOH, dengan kesalahan relatif rata-rata sekitar 2 %. Konstanta kecepatan reaksi over all pada kisaran suhu percobaan dapat didekati dengan persamaan Arrhenius, berbentuk :

$$k' = 28960 \exp (-6021,3 / T) \text{ (men}^{-1}\text{)}$$

dengan kesalahan relatif 3,7 %

Kata kunci : abu sabut sawit, silika, ekstraksi reaktif, kinetika

1. Pendahuluan

Salah satu hal yang menghambat pemasaran sawit Indonesia di pasar Eropa adalah isu masalah lingkungan. Kesan yang timbul bahwa industri pengolahan sawit Indonesia merusak lingkungan sengaja dimunculkan oleh mereka sebagai alat untuk menerapkan *trade barrier*. Oleh sebab itu upaya perbaikan *management* harus diarahkan pada terbentuknya suatu sistem *management* lingkungan termasuk didalamnya teknik *zero waste management* (Saputra, 2004d, Dole, 1989) pada seluruh tahap kegiatan sampai dapat mencapai predikat *ecolabelliry*. Salah satu ruang lingkup program untuk menghasilkan teknik *zero waste* adalah memanfaatkan limbah padat industri sawit menjadi produk yang bernilai ekonomis yaitu silika presipitasi atau *Industrial Grade Silica (IGS)*.

Selama ini pemanfaatan limbah padat berupa abu sabut sawit hanya bersifat pemanfaatan fisis, yaitu sebagai bahan penyerap (absorben) (Purwaningsih dkk, 2000) ataupun bahan pengisi (*filler*)

aspal beton, pada industri bata, genteng dan lain sebagainya (Sulistiya dkk, 2003; Pratomo, 2001, 1997). Pemanfaatan secara kimia dengan mengambil unsur silika belum dilakukan. Pada umumnya sebagai sumber *Industrial Grade Silica* (IGS) saat ini dipakai bahan galian kwarsa dan pasir silika (Hence and West, 1992), silika dalam kedua jenis bahan baku ini berbentuk kristalin sehingga memerlukan energi proses yang lebih besar (Sumardi dkk, 1998). Sedangkan keunggulan silika dari limbah padat industri sawit berbentuk *amorphous* yang lebih reaktif (mudah bereaksi), tidak membutuhkan energi proses yang besar dan memiliki Specific Surface Area (SSA) yang cukup tinggi. Pada umumnya data-data penelitian yang ada berkaitan dengan proses sintesis silika presipitasi atau IGS berasal dari pasir kwarsa (Hench and West, 1992), tanah radiolarian (diatomae) (Sumardi, 1999) dan sekam padi (deSouza dkk, 2002), sedangkan untuk abu sabet sawit yang merupakan limbah industri sawit belum tersedia.

Silika presipitasi atau IGS banyak dipakai dalam dunia industri. Penggunaan tersebut antara lain sebagai bahan baku pembuatan *polishes, lubricants, greases, hydraulic fluids, insulators, semi conductors, adhesives, medical implants, medical and surgical aids, cosmetics, paints, silicon chips dan photovoltaic/solar cells* (Chemlink.com.au). Selain itu bahan silika tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan polimer anorganik yang biasa disebut *geopolymer* (Astuningsih, 2003; Davidovits, 1991). Saat ini material *geopolymer* banyak dikembangkan diluar negeri diantaranya *geopolymer composite* dan *cement* ini dikarenakan bahan tersebut mempunyai beberapa kelebihan diantaranya tahan terhadap suhu tinggi, kuat, ringan dan ramah lingkungan (Lyon dkk, 1996; Foden dkk, 1996; Davidovits dan Davidovics 1991; Davidovits, 1994, 1993; Sesale dan Frigione, 1987).

Secara konvensional untuk mendapatkan silika presipitasi/*Industrial Grade Silica* (IGS) dengan memanfaatkan pasir kwarsa telah dilakukan sejak lama. Dalam proses pengolahannya membutuhkan temperatur yang cukup *extreme* (>1500 °C) (Dowcorning.com; The OxyChem; ima-eu.org/eurosil.html) dan IGS yang dihasilkan berbentuk kristalin.

Beberapa peneliti telah mencoba mencari bahan baku baru untuk memproduksi IGS yaitu dengan menggunakan *biomass*, guna mengurangi penggunaan energi yang cukup besar. IGS yang berasal dari biomassa bersifat *amorphous* dan lebih reaktif, hal ini telah dibuktikan oleh Rajiv Singh dan Dindaw (Sumardi dkk, 1999) dalam mereduksi IGS untuk pembuatan sel surya. Suhu reduksi yang dibutuhkan cukup rendah, 800 °C, sedangkan pada umumnya untuk IGS dalam bentuk kristalin membutuhkan suhu reduksi 1300 °C.

Route yang cukup sederhana untuk mendapatkan IGS dengan melakukan ekstraksi logam *impurities* yang terkandung pada abu *biomass* menggunakan larutan asam pekat (Saputra dkk, 2004e; Henc and West, 1978; Sulistiyo, 1997). Tetapi proses tersebut sangat sulit sekali mendapatkan IGS dengan kemurnian diatas 98 %, ini dikarenakan adanya logam Al dan Fe yang sukar larut (Saputra dkk, 2005f; Cahyo, 2003; Daryanto, 2003). Cara lain yang cukup efisien untuk mendapatkan IGS yang memiliki SSA yang cukup tinggi yaitu dengan cara *microbiological degradation* dikarenakan proses tersebut tanpa melalui kalsinasi, tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama (Zhang dkk, 1999; Rohatagi dkk, 1987)

Menurut Saputra dkk (2005e) permasalahan yang paling mendasar yaitu bagaimana mengurangi logam pengotor yang memiliki fraksi yang cukup besar pada abu sawit. Logam pengotor ini pada proses *sintering* yang cukup lama akan dapat menyebabkan pembentukan IGS dalam *phase glass* (*phase crystal*) dan juga dapat menurunkan SSA (Hanna dkk, 1984). Disamping itu abu sawit juga mengandung logam potasium cukup besar yang dapat dimanfaatkan untuk memproduksi *potassium chloride* (KCl) dan *potassium hydroxide* (KOH) atau sebagai zat aditif pada industri bata (Saputra dkk, 2004a; Tatang, 2002; Utama dan Sunarno, 2003).

Untuk menghindari terjadinya proses pembentukan IGS dalam *phase glass*, *biomass* sebelum digunakan sebagai bahan baku pada *thermoelectric plants* (gasifikasi) harus direbus dengan larutan asam organik pada titik didihnya dalam beberapa jam (Amick, 1982 dan Real dkk, 1996), ini dapat mengurangi logam pengotor dalam jumlah yang besar dan dapat menghasilkan IGS yang memiliki SSA 250 m²/g yang berdiameter 10nm. Cara tersebut dapat memproduksi IGS

yang berukuran nano dengan biaya produksi yang murah (Brazilian Patent, 1999). *Biomass* yang digunakan oleh deSouza, Amick dan Real berupa sekam padi, sedangkan limbah padat industri sawit berupa cangkang memiliki permukaan yang keras sehingga proses diatas tidak cocok untuk diterapkan pada industri sawit.

Pembuatan silika presipitasi/IGS dapat dilakukan dengan terlebih dahulu mengekstraksi abu sabut sawit menggunakan solven *sodium hydroxide* (NaOH) (Saputra dkk, 2005c). Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut:

Error! Objects cannot be created from editing field codes.

.....(1)

Reaksi tersebut ternyata dipengaruhi oleh suhu, pengadukan dan konsentrasi solven (Saputra dkk, 2005c; Ali dan Yi, 1968; Tarigan dan Husni, 1986; Sitompul dkk, 1999). Sodium silikat (Na_2SiO_3) hasil ekstraksi diatas kemudian direaksikan dengan asam clorida (HCl) atau asam sulfat (H_2SO_4) proses tersebut lebih dikenal dengan sol/gel (Bringker dan Schere, 1990). Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut:

Error! Objects cannot be created from editing field codes.(2)

dan

Error! Objects cannot be created from editing field codes.(3)

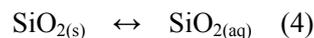
Asam silika (H_2SiO_3) akan terurai menjadi H_2O dan SiO_2 . Silika (SiO_2) yang terbentuk dapat berupa sol atau gel (tergantung dari pH pengendapan). Silika terpresipitasi dapat diambil sebagai padatan dengan kemurnian tinggi berupa IGS dengan cara filtrasi dan pencucian yang dilanjutkan dengan pengeringan.

2. Fundamental

Model matematis yang digunakan disusun dengan anggapan sebagai berikut :

1. Silika larut dalam larutan NaOH, kelarutan silika relatif kecil sehingga silika padat dalam abu sabut sawit selalu dalam keadaan setimbang dengan silika yang larut. Sehingga konsentrasi silika terlarut dianggap tetap.
2. Kecepatan difusi silika dari padatan melalui lapisan film cairan sekitar padatan relatif besar dibandingkan dengan kecepatan reaksi kimia.
3. Reaksi terjadi pada fase cair.
4. Pengadukan sempurna sehingga dianggap larutan homogen.

Dengan anggapan seperti tersebut diatas dapat dituliskan :



$$[\text{Na}_2\text{SiO}_3] = [\text{Si}] \quad (6)$$

$$[\text{NaOH}] = [\text{NaOH}]_0 - 2[\text{Na}_2\text{SiO}_3] \quad (7)$$

$$d[\text{NaOH}]/dt = -k [\text{SiO}_2]_{(aq)}[\text{NaOH}] \quad (8)$$

$$d[\text{NaOH}]/dt = -k' [\text{NaOH}] \quad (9)$$

$$[\text{NaOH}]/[\text{NaOH}]_0 = \exp(-k t) \quad (10)$$

3. Metodologi

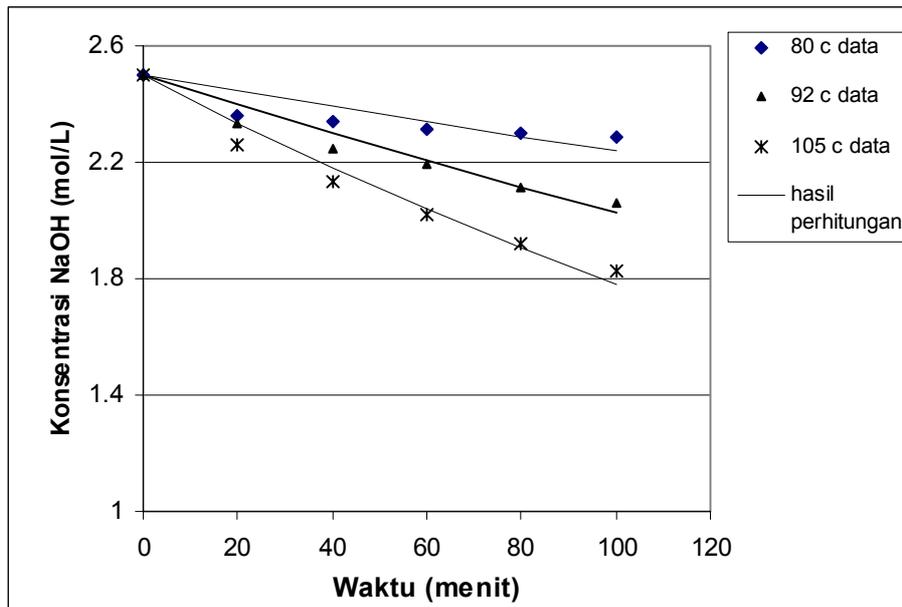
Sebelum dilakukan proses ekstraksi, abu sabut sawit dicuci dengan air, untuk mengurangi kadar Kalium dan Natrium yang relatif mudah larut dan bisa dimanfaatkan lebih lanjut. Setelah proses pencucian abu sabut sawit dibakar ulang untuk menghilangkan karbon sisa, yang akan membentuk koloid dengan larutan NaOH, koloid karbon ini sulit dipisahkan pada proses presipitasi dan mempengaruhi warna silika yang didapatkan. *Refined* abu sabut sawit yang didapatkan diekstraksi dengan menggunakan larutan NaOH 2,5 M. Digunakan 600mL larutan NaOH untuk mengekstrak 67,5 gram *refined* abu sabut sawit. Larutan NaOH dimasukkan dalam tangki berpengaduk kapasitas 1000 mL dan dipanaskan dengan *waterbath* setelah suhu yang diinginkan tercapai abu dimasukkan dan diaduk dengan kecepatan 500 rpm. Selama percobaan suhu dan kecepatan pengadukan dijaga konstan, dan sampel diambil setiap 20 menit sekali. Suhu yang digunakan pada percobaan ini berturut-turut : 80 °C, 92 °C dan 105 °C. Sampel dianalisa kadar silikonnya dengan menggunakan AAS. Dari percobaan akan didapat data silika terekstrak sebagai fungsi waktu pada berbagai suhu. Data ini dievaluasi dengan model reaksi homogen semu orde satu terhadap NaOH, dan harga k' dapat dicari dari persamaan (10) dengan minimasi *sums of square error* (SSE) metoda golden section, sampai diperoleh harga [NaOH] hitung yang paling dekat dengan [NaOH] data.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil percobaan disajikan pada daftar 1, dan selanjutnya hasil percobaan dan hasil perhitungan dengan model di sajikan pada gambar 1. Harga k' hasil perhitungan disajikan pada daftar 2, dan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap harga k' digunakan pendekatan persamaan Arrhenius dan disajikan pada gambar 2.

Daftar 1. Perubahan konversi SiO₂ abu sabut sawit pada berbagai suhu. (Konsentrasi NaOH 2,5 M, Kecepatan putaran pengaduk 500 rpm, berat crude silika 67,5 g, volume NaOH 600 ml).

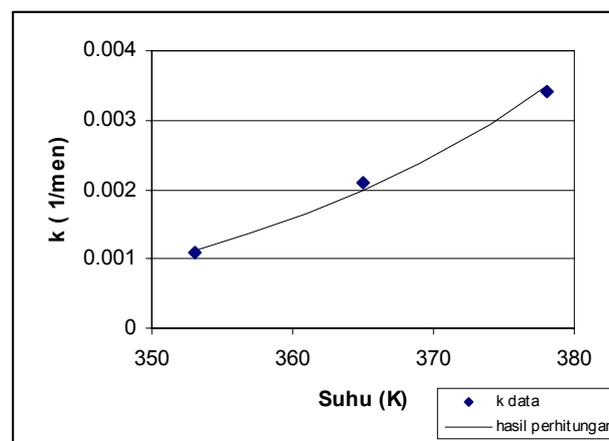
No	Waktu (menit)	Konversi SiO ₂ , %		
		80 °C	92 °C	105 °C
1	0	0.00	0.00	0.00
2	20	5.70	7.04	9.91
3	40	6.68	10.41	15.24
4	60	7.61	12.60	19.98
5	80	8.36	16.01	24.12
6	100	8.80	18.36	27.98



Gambar 1. Hubungan konsentrasi NaOH dengan waktu pada berbagai suhu

Daftar 2. Konstanta kecepatan reaksi over all pada berbagai suhu

No	Suhu (K)	Konstanta Kecepatan Reaksi (k') (men^{-1})
1	353	0,0011
2	365	0,0021
3	378	0,0034



Gambar 2. Hubungan konstanta kecepatan reaksi over all dengan suhu

Dari daftar 1 terlihat bahwa, semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu ekstraksi, SiO_2 terambil dari abu sabut sawit juga semakin besar. Proses ekstraksi silika ini, merupakan sistem heterogen padat-cair, ada beberapa kemungkinan mekanisme perpindahan silika dari padatan ke cairan. Salah satu kemungkinan mekanisme yang dibahas adalah dengan pendekatan reaksi homogen semu orde satu terhadap NaOH. Harga k' yang didapat dari model ini, merupakan k *over all* yang dipengaruhi oleh kecepatan reaksi dan kecepatan perpindahan massa. Dari gambar 1 terlihat, walaupun ralat relatif kecil, tapi ada perbedaan kecenderungan garis model dan data.

Pada daftar 2 terlihat bahwa konstanta kecepatan *over all*, dipengaruhi oleh suhu, dan dapat didekati dengan persamaan Arrhenius : $k' = 28960 \exp(-6021,3/T)$ (men^{-1}) dengan ralat relatif rerata : 3,7 %. Pada suhu relatif rendah yaitu pada 80 °C, kenaikan suhu 12 °C, akan mengakibatkan kenaikan k' hampir 2 kali lipat. Ini berarti pada suhu tersebut kecepatan reaksi kimia relatif lambat sehingga menjadi proses yang menentukan. Pada suhu 92 °C, kenaikan suhu 13 °C, hanya mengakibatkan kenaikan k' kurang dari 1,5 kali lipat. Ini berarti tidak hanya reaksi kimia yang menentukan kecepatan proses ekstraksi tetapi perpindahan massa juga menentukan. Sehingga untuk proses ekstraksi pada suhu yang relatif tinggi, perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan kecepatan perpindahan massa.

5. KESIMPULAN

Dari percobaan dan perhitungan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses ekstraksi reaktif silika abu sabut sawit pada percobaan ini dapat didekati dengan model reaksi homogen semu orde satu terhadap NaOH
2. Pada suhu rendah kecepatan reaksi kimia yang menentukan jalannya proses
3. Konstanta reaksi *over all* pada percobaan ini dapat didekati dengan persamaan Arrhenius : $k' = 28960 \exp(-6021,3/T)$ (men^{-1}) dengan kesalahan relatif rerata : 3,7 %

Ucapan Terima Kasih

Makalah ini merupakan sebagian hasil riset "PENGOLAHAN LIMBAH PADAT ABU INDUSTRI SAWIT DENGAN PROSES ISOLASI DAN REDUKSI MENJADI LOGAM SILIKON (Si) GRADE INDUSTRI (*INDUSTRIAL GRADE SILICONE*)" yang didanai melalui program HIBAH PEKERTI DP3M DIKTI, atas bantuannya kami ucapkan terima kasih.

Daftar Pustaka

- [1]. Ali, R. and Yi, M-K, "Production of Sodium Silicate from Paddy Husk, Union Burma", *J. Sci. Technology*, pp. 149-153, 1968.
- [2]. Astutiningsih, S. and Liu, Y., Alkali Active Of Synthetic Alumina-silica Glass, Prosiding Quality in Research Universitas Indonesia, Jakarta, 2003.
- [3]. Bringker, C. J. and Scherer, G. W., 1990, "Sol-Gel Science" Academic Press, New York.
- [4]. Cahyo, W. D., 2003, "Pembuatan Silika Amorphous Untuk Industrial Grade Silika Dari Abu Sekam Padi", Laporan Penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UGM.
- [5]. Chemlink.com, "Silicon and Silicon Chemicals", <http://www.chemlink.com.au/silicon.html>, 10/10/2003.
- [6]. Daryanto, 2003, "Pembuatan Silika Amorphous Untuk Industrial Grade Silika Dari Abu Sekam Padi", Laporan Penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UGM.

- [7]. Davidovits, J., Carbon-Dioxide Greenhouse-Warning: What Future for Portland Cement, Proceedings, Emerging Technologies Symposium on Cement and Concretes in Global Environment, p 21, Chichago, 1993.
- [8]. Davidovits, J., GEOPOLYMERs: Inorganic Polymeric New Materials, J. Thermal Analysis, 37., pp. 1633-1756., 1991.
- [9]. Davidovits, J., and Davidovics, M, GEOPOLYMER: Ultra-High Temperature Tooling Material for the Manufacture of advanced Composite, Proc. 36th Int'I SAMPE Symposium, pp. 1939-1949, 1991.
- [10]. Dole, L. R., In situ immobilization: a major trend, *Symposium Inovative Waste Management Technologies*, Division of Environmental Chemistry, American Chemical Society, vol. 29, No 1, pp. 135-137, 1989
- [11]. Dowcorning.com, "Corning Glass Work", <http://www.dowcorning.com/Dow>, 23/10/2004
- [12]. deSouza, M. F., Magalhaes, W. L. E., Persegil, M. C., 2002, "Silica Derived Burned Rice Hulls", *Material Research*, Vol. 5, No. 4, pp. 467-474
- [13]. Brazilian Patent 1999 PI. 9903208
- [14]. Foden, A. J., Lyon, R. E., Balaguru, P., Davidovits, J., High Temperature Inorganic Resin for Use in Fiber Reinforced Composite, Proceeding of the Firs International Conference on Fiber Composite in Infrastructure, Tucson, 1996.
- [15]. Graille, J., Lozano, P., Pioch, D dan Geneste, P, "Essais d'alcoololyse d'huiles Vegetales avec des Catalyseurs Naturels Pour la Production de Carburants Diesel", *Oleagineux*, 40(5), 1985.
- [16]. Hanna, S. B., Farag, L. M., Mansourt, N. A. L., 1984, *Thermochemica Acta*, V. 81, n. 77, 1984
- [17]. Hench, L.L., and West, J.K., "Chemical Processing of Advanced Material", A. Willey Interscience Publication, John Wiley & Sons. Inc., New York, 1992.
- [18]. Ima-eu.org/eurosil.htm, "Silica", <http://www.ima-eu.org/eurosil.html>, 14/02/2004
- [19]. Lyon, R. E., Sorathia, U., Balaguru, P., Foden, "Fire Respon Of Geopolymer Structural Composites", Proceeding of the Firs International Conference on Fiber Composite in Infrastructure, pp. 972-981, Tucson, 1996
- [20]. Pratomo, P., Campuran *Hot Rolled Sheet* dengan Beberapa Jenis Filler, Laporan Penelitian Unila. Bandarlampung, 1997.
- [21]. Purwaningsih, S., Arung, E. T., Muladi, S., Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Pada Limbah Cair Kayu Lapis, Laporan Penelitian Penelitian Fakultas Kehutanan Universitas Samarinda, 2000
- [22]. Real, C., Alcalá, M. D., Crido, J. M., 1996, *J. Am. Ceram. Soc.*, v. 79, n. 8., pp. 2012-2016.
- [23]. Rohatagi, K., Prasad, S. V., Rohatagi, P. K., 1987, *J. Mater. Sci. Lett.*, v. 829, n. 6.
- [24]. Saputra, E., Sunarno, Chairul, 2004a, "Analisis Reaksi Ekstrak Limbah Padat Industri Sawit Dengan Ca(OH)₂ dalam Pembuatan Kalium Hidroksida (KOH)", Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia., UVN "Veteran", Yogyakarta..
- [25]. Saputra, E., Sunarno, Chairul, Agus Setiawan, Mirawati 2004b, "Kalium Hidroksida dari Ekstrak Abu Tandan Kosong Sawit: Model Reaksi Homogen", Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri., UGM, Yogyakarta

- [26]. Saputra, E., Sunarno, Utama, P., S., 2004c, "Analisis Reaksi Limbah Padat Industri Sawit Dengan NaOH dalam Pembuatan Na_2SiO_3 ", Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia., UVN "Veteran", Yogyakarta.
- [27]. Saputra, E., Sunarno, Utama, P., S., 2004d, "Penanggulangan Limbah Padat Industri Sawit: Zero Waste Manajemen", Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri., UGM, Yogyakarta
- [28]. Saputra, E., Utama, P., S, Yenti, S., R, 2004e, "Isolasi Silikat (SiO_2) dari Abu Sabut Sawit Limbah Pada Industri Sawit: Pengaruh Suhu Pirolisis, Jenis dan Konsentrasi Asam", Prosiding Semiar Nasional Utilitas Sumber Daya Alam Indonesia Inovasi dan Pencapaiannya Dalam Teknologi Proses Kimia., UI, Jakarta
- [29]. Saputra, E., Utama, P. S., Aman, Supranto dan Sumardi, P. C., 2005f, "Rancangan Proses Pengolahan Limbah Padat Abu Idustri Sawit Dengan Proses Isolasi dan Reduksi Menjadi Logam Silikon (Si) Grade Industri (Industrial Grade Silicone)", Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia., UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [30]. Sesale R. and Frigione G., Portland-Zeolite-Cement for minimising Alkali-Aggregate-Expansion, Cem. Concr. Res., 17, pp. 404-410, 1987.
- [31]. Sitompul, J. P, Wanardi, A., "Perolehan Silikat dari Abu Sekam padi dalam Spouted-Bed: Efek Perpindahan Massa", Jurnal mesin, XI, no.2, 1996.
- [32]. Sulistiyo, P., 1997, "Pemanfaatan Abu sekam Padi Untuk Menaikan Mutu Beton", Laporan Hibah Bersaing, PAU-IT-UGM,
- [33]. Sumardi, 1999, " Producing Ethyl Silicate Polimer from Tetra Ethyl Ortho Silicate (TOES)", Indonesian Polymer Journal, 2, 7-11.
- [34]. Tarigan, R. dan Husni, M., Pemanfaatan Abu Sekam Padi Limbah Pedesaan Untuk Pembuatan Sodium Silikat", Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia ITB, 1986.
- [35]. Tatang, H. S., 2003, "Potassium Carbonate from the Ash of Oilpalm's Empty Fruit Bunch: Extraction and Utilization", Work Shop, Universitas Riau
- [36] The OxyChem, 1997, "The OxyChem Sodium Silicates Handbook", Dallas.
- [37]. Utama, P. S., dan Sunarno, 2004, "Peningkatan Kualitas Batu Bata Industri Rakyat dengan Penambahan Ekstrak Abu Boiler PKS di Kabupaten Kuantan Singingi-Riau", Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia., UVN "Veteran", Yogyakarta.
- [38]. Zhang, R., Zhang, Z., 1999, Biosurce Technology, pp.253-245, 68.

Filename: makalah panca
Directory: C:\Documents and Settings\bundo\My Documents\My Documents
Template: C:\Documents and Settings\bundo\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title: KINETIKA REAKSI PEMUNGUTAN SILIKA DARI
Subject:
Author: Nabil Syahada
Keywords:
Comments:
Creation Date: 14/11/2006 07:00:00
Change Number: 13
Last Saved On: 02/12/2006 13:17:00
Last Saved By: bundo
Total Editing Time: 62 Minutes
Last Printed On: 02/12/2006 13:18:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 8
Number of Words: 3.093 (approx.)
Number of Characters: 17.635 (approx.)

