

**PEMBUATAN SILIKA GEL DARI LIMBAH SABUT KELAPA
DENGAN PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI DAN
KONSENTRASI NATRIUM HIDROKSIDA**



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

Desi Andrayani 122018068P

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMBUATAN SILIKA GEL DARI LIMBAH SABUT KELAPA
DENGAN PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI DAN
KONSENTRASI NATRIUM HIDROKSIDA**

Disusun Oleh:

Desi Andrayani

122018068P

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Elfidiah, M.T

NIDN: 0202066401

Dosen Pembimbing II



Heni Juniar, S.T., M.T

NIDN: 0202067101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMPalembang



Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D.

NIDN: 0228076701

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMBUATAN SILIKA GEL DARI LIMBAH SABUT KELAPA DENGAN
PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI DAN KONSENTRASI
NATRIUM HIDROKSIDA**



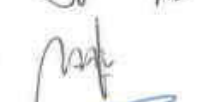

Disusun Oleh:

Desi Andrayani

122018068P

**Telah di Uji dihadapan Tim Penguji pada Tanggal 31 Agustus 2020
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Tim Penguji

1. **Dr. Ir. Elfidiyah, M.T** ()
2. **Henj Juniar, S.T., M.T** ()
3. **Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D.** ()
4. **Dr. Ir. Eka Sri Yusmartini, M.T** ()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMP


Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T
NIDN: 0227077004

Menyetujui,

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP


Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D.
NIDN : 0228076701



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623, Telp: (0711) 518764, Fax (0711) 519408
Terakreditasi B dengan SK Nomor: 396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nama : Desi Andrayani

NRP : 122018068P

Judul Tugas : **PEMBUATAN SILIKA GEL DARI LIMBAH SABUT
KELAPA DENGAN PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI DAN
KONSENTRASI NATRIUM HIDROKSIDA**

Tema : Pembuatan Silika Gel dari Sabut Kelapa

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Tiga Puluh Satu
Bulan Agustus Tahun Dua Ribu Dua Puluh.
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 31 Agustus 2020

Ketua Tim Penguji

Dr. Ir. Elfidiah, M.T
NIDN : 0202066401

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

Ir. Ema Yuliwati, M.T., Ph. D.
NIDN : 0228076701

Menyetujui

Pembimbing I

Dr. Ir. Elfidiah, M.T
NIDN : 0202066401

Pembimbing II

Heni Juniar, S.T., M.T
NIDN : 0202067101

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMP

Dr. Ir. K. A. Rini, MT
NIDN : 022707004

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP

Ir. Ema Yuliwati, M.T., Ph. D.
NIDN : 0228076701

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Desi Andrayani
Tempat/Tanggal lahir : Banyuasin, 07 Desember 1994
NIM : 122018068P
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara fulltext untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 31 Agustus 2020



Desi Andrayani

ABSTRAK

Pembuatan Silika Gel Dari Limbah Sabut Kelapa Dengan Pengaruh Waktu Ekstraksi Dan Konsentrasi Natrium Hidroksida

(Desi Andrayani, 2020, 48 halaman, 8 tabel, 8 gambar, 3 lampiran)

Silika gel merupakan sebuah material yang dikenal karena stabilitas termal dan kimianya yang tinggi, selektivitas dan ketahanan yang baik, dan dapat digunakan berulang kali sehingga lebih menguntungkan secara ekonomi. Selama ini pasir kuarsa merupakan bahan baku yang selalu digunakan dalam memproduksi silika, tetapi dalam proses pengolahan pasir kuarsa dibutuhkan temperatur yang cukup tinggi, biaya yang mahal, dan proses yang rumit. Oleh karena itu, perlu dicari bahan baku alternatif untuk mendapatkan silika dengan proses yang murah dan sederhana. Abu sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan alternatif yang memiliki kandungan silika. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu ekstraksi dan konsentrasi NaOH terhadap silika gel yang dihasilkan dari abu sabut kelapa. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu 105°C dengan waktu ekstraksi 60, 90, 120 dan 150 menit dengan konsentrasi NaOH 1, 2, 3, 4 dan 5 M. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dihasilkan silika gel dengan kondisi optimum pada waktu ekstraksi 150 menit dengan konsentrasi NaOH 4 M sebesar 7,34 gram, kadar silika sebesar 75,58%. Selain itu didapatkan juga daya serap uap pada kondisi tersebut sebesar 800 mg/g.

Kata Kunci : Silika Gel, Abu Sabut Kelapa, Silika, Ekstraksi, Daya Serap Uap Air, Kadar Silika

KATA PENGANTAR



Ucapan Alhamdulillah sebagai pujian dan ungkapan syukur kehadirat Allah SWT penyusun panjatkan, karena hanya berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Penelitian yang berjudul “Pembuatan Silika Gel Dari Limbah Sabut Kelapa Dengan Pengaruh Waktu Ekstraksi Dan Konsentrasi Natrium Hidroksida” ini dengan baik. Laporan ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang. Penyusun menyadari bahwa di dalam penyusunan Laporan Penelitian terdapat banyak kekurangan, oleh karena penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak agar penyusun Laporan Penelitian ini dapat lebih sempurna.

Berbagai bantuan dan dukungan telah banyak penyusun terima, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyusun Laporan Penelitian ini. Maka dari itu, melalui laporan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan yang tiada terkira kepada penyusun.
2. Bapak Dr. Kgs. A. Roni, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang dan pembimbing II Plant Design.
3. Ibu Erna Yuliwati, M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Ibu Dr. Mardwita ST., MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Ibu Dr. Ir. Elfidiah, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
6. Ibu Heni Juniar, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing II.

7. Staf Pengajar dan Karyawan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang

Besar harapan penyusun semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang pada umumnya.

Palembang, Agustus 2020

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Silika Gel	4
2.2 Sifat Fisika dan Kimia Silika.....	6
2.2.1 Sifat Fisika	6
2.2.2 Sifat Kimia.....	7
2.3 Ekstraksi	7
2.3.1 Ekstraksi Cair-Cair	8
2.3.2 Ekstraksi Padat-Cair	9
2.4 Sabut Kelapa.....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat	13
3.2. Alat dan Bahan	13
3.3 Variabel Penelitian	13
3.4. Prosedur Penelitian.....	14
3.5 Analisa Hasil	15
3.6 Diagram Proses.....	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil Penelitian.....	19
4.2 Pembahasan	19
4.2.1 Ekstraksi Silika Gel.....	19
4.2.2 Analisa dari Silika Hasil Ekstraksi	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTKA	31
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Kandungan pada Abu Sabut Kelapa	12
Tabel 4.1 Kadar Silika Dengan Variasi Konsentrasi NaOH Dan Waktu Ekstraksi.....	22
Tabel 4.2 Daya Serap Silika	26
Tabel 4.3 Silika Hasil Ekstraksi Yang Memenuhi Standar Daya Serap.....	26
Tabel 4.4 Massa Silika Dengan Variasi Konsentrasi NaOH Dan Variasi Waktu Ekstraksi	27
Tabel L.1 Data Hasil Ekstraksi Silika Gel	34
Tabel L.2 Data Hasil Penyerapan Uap Air.....	35
Tabel L.3 Kadar Sillika	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bubuk Silika Gel	4
Gambar 2.2 Sabut Kelapa Dan Abu Sabut Kelapa	11
Gambar 3.1 Diagram Pembuatan Natrium Silikat	17
Gambar 3.2 Diagram Pembuatan Silika Gel	18
Gambar 4.1 Kadar Silika Dengan Variasi Konsentrasi NaOH Dalam Waktu Ekstraksi 60, 90, 120 Dan 150 Menit.....	23
Gambar 4.2 Kadar Silika Dengan Variasi Waktu Ekstraksi Dalam Konsentrasi Naoh 1, 2, 3, 4, Dan 5 M.....	24
Gambar 4.3 Massa Silika Hasil Ekstraksi Dengan Variasi Konsentrasi Dalam Waktu 60, 90, 120 Dan 150 Menit	28
Gambar 4.4 Massa Silika Hasil Ekstraksi Dengan Variasi Waktu Ekstraksi Pada Konsentrasi NaOH 1, 2, 3, 4 Dan 5 M	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Silika gel digunakan sebagai desikan pada produk makanan dan nonmakanan (Amarakoon dan Senevirathne, 2015). Desikan merupakan suatu bahan atau zat yang dapat menyerap uap air. Ada beberapa jenis desikan seperti silika gel, zeolit, membran molekuler, alumina aktif, karbon, dan polimer sintetik (Katejanekarn dan Boonrit, 2014). Silika gel bersifat *inert*, tidak beracun, tidak mudah terbakar, dan tidak menimbulkan reaksi kimia ketika menyerap uap air. Silika gel juga dapat digunakan kembali juga, uap air yang terkandung di dalamnya dapat dihilangkan kembali dengan cara dipanaskan (Amarakoon dan Senevirathne, 2015).

Silika gel merupakan sebuah material yang dikenal karena stabilitas termal dan kimianya yang tinggi, selektivitas dan ketahanan yang baik, dan dapat digunakan berulang kali sehingga lebih menguntungkan secara ekonomi (Koner *et al.*, 2012). Silika gel banyak digunakan pada industri kimia, salah satu kegunaan silika pada industri kimia adalah sebagai adsorben logam yang cukup efektif (Koner *et al.*, 2011). Silika gel yang beredar di pasaran cukup mahal sehingga biaya operasional di laboratorium maupun di industri yang melibatkan penggunaan silika gel menjadi lebih tinggi (Nascimento *et al.*, 2009).

Potensi sumber daya alam sebagai sumber silika telah banyak diteliti dan diketahui. Contohnya pada abu sekam padi mengandung silika sebesar 80-95 % (Sharifnasab dan Mohammad, 2017), abu vulkanik Sinabung sebesar 45,76 % (Latif *et al.*, 2016), pasir kuarsa sebanyak 98 % (Boulus *et al.*, 2017) dan *fly ash* sebesar 64,97% (Sulistiyo *et al.*, 2017). Selama ini pasir kuarsa merupakan bahan baku yang selalu digunakan dalam memproduksi silika, tetapi dalam proses pengolahan pasir kuarsa dibutuhkan temperatur yang cukup tinggi, biaya yang mahal, dan proses yang rumit. Oleh karena itu, perlu dicari bahan baku alternatif untuk mendapatkan silika

dengan proses yang murah dan sederhana. Abu sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan alternatif yang memiliki kandungan silika sebesar 43,90% (Setiawan dkk, 2013).

Yuanita (2020) membuat silika gel dari abu terbang (*fly ash*) batu bara dengan menggunakan pelarut NaOH dan variasi waktu aging. Yield silika gel tertinggi diperoleh pada waktu aging 15 jam sebesar 49,61% dengan massa silika 24,94 gram. Yusrin dkk (2014) memanfaatkan silika gel dari bahan baku abu sabut kelapa (ASK) dan abu sekam padi (ASP). Bahan baku ASK dan ASP ditambah larutan NaOH dengan pemanasan dan peleburan pada suhu 500⁰C selama 30 menit menghasilkan larutan natrium silikat, kemudian larutan natrium silikat masing-masing diasamkan dengan HCl 3 M hingga pH 7 dan dikeringkan hingga menjadi silika gel abu sabut kelapa (SG-ASK) dan silika gel abu sekam padi (SG-ASP)

Berdasarkan uraian diatas, pada penelitian ini akan dilakukan variasi waktu ekstraksi dan konsentrasi pelarut NaOH untuk mendapatkan silika gel pada sabut kelapa.

1.2 Rumusan Masalah

Seiring dengan kebutuhan penggunaan buah kelapa pada kehidupan sehari-hari maka limbah sabut dari kelapa tersebut dapat digunakan untuk menjadi bentuk yang lebih bermanfaat. Pada penelitian ini ingin diketahui bagaimana potensi sabut kelapa sebagai bahan baku pembuatan silika gel dengan melihat pengaruh konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi sehingga dapat meningkatkan daya serap uap air dari silika yang dihasilkan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui pengaruh waktu ekstraksi dan konsentrasi natrium hidroksida terhadap banyaknya silika gel yang dihasilkan dari limbah sabut kelapa.

- b. Untuk mengetahui pengaruh waktu ekstraksi dan konsentrasi natrium hidroksida terhadap kadar silika.
- c. Mengetahui pengaruh daya serap uap air silika yang dihasilkan.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Meningkatkan nilai fungsi dan manfaat serta ekonomi dari limbah sabut kelapa.
- b. Mengurangi limbah sabut kelapa yang terdapat dilingkungan serta memberikan informasi tambahan bagi masyarakat tentang pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan baku pembuatan silika gel yang dapat dijadikan sebagai referensi penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTKA

- Amarakoon, A. M. S. H. dan S. Navaratne. 2015. Evaluation of The Effectiveness of Silica Gel Desiccant in Improving the Keeping Quality of Rice Crackers. *International Journal of Science and Research* 6(1): 2163-2168.
- Aditya, H. T. 2015. *Ekstraksi Daun Mimba (Azadirachta Indica A. Juss) dan Daun Mindi (Melia Azedarach) untuk Uji Kandungan Azadirachtin menggunakan Spektrofotometer*. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Boulus, T. R., A. Yehia., M. B. Morsi., dan S. S. Ibrahim. 2017. High Quality Fused Silica from Egyptian Silica Sand Concentrate. *International Journal of Science and Engineering Investigations* 6(62): 160-166.
- Iler, R. K. 1979. *Silica Gels and Powder*. Dalam Iler, R.K. (ed) *The Chemistry of Silica*. 462-599. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Iswar, S., W. J. Malfait, S. Balog, F. Winnefeld, M. Lattuada, dan M. M. Koebel. Effect of Aging on Silica Aerogel Properties. *Microporous and Mesoporous Materials* 241(1): 293-302.
- Kamal, M. 1994. *Nutrisi Ternak I*. Yogyakarta: Laboratorium Makanan Ternak, Gadjah Mada University Press.
- Katejanekarn, T. dan B. Prasartkaew. 2014. Performance Test of a Silica Gel Dehumidifier. *The 6th International Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being*. August 28-30. *Apsara Angkor Resort and Conference*: 531-538.
- Koner, S., A. Pal, dan A. Adak. 2011. Utilization of Silica Gel Waste for Adsorption of Cationic Surfactant and Adsolubilization of Organics from Textile Wastewater: A Case Study. *Desalination* 276(1): 142-147.
- Koner, S., A. Pal, dan A. Adak. 2012. Use for Surface Modified Silica Gel Factory Waste for Removal Pesticide from Agricultural Wastewater: A Case Study. *International Journal of Environment Research* 6(4): 995-1006.
- Kurniati, Ely. 2009. *Ekstraksi Silica White Powder dari Limbah Padat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Dieng*. Surabaya : Penerbit UPN Press

- Latif, D. O., A. Rifa'i, dan K. B. Suryolelono. 2016. Chemical Characteristics of Volcanic Ash in Indonesia for Soil Stabilization: Morphology and Mineral Content. *International Journal of GEOMATE* 11(26): 1606-2610.
- Lubis, S. 2009. Preparasi Katalis Cu/ Silika Gel dari Kristobalit Alam Sabang serta Uji Aktivitasnya pada Reaksi Dehidrogenasi Etanol. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* vol.7 no.1 (29-35)
- Mahvi, A.H, A. Maleki dan A. Eslami, 2004, Potential of Rice husk and Rice husk Ash for Phenol Removal in Aqueous System. "*American Journal of Applied Sciences*" 1(4), 321-3226.
- Masramdhani, Adi. 2011. Silikon dioksida (Silicon dioxide). Blog (<http://adimasramdhani.wordpress.com/2011/03/13/silikon-dioksida-silicondioxide/>). diakses pada tanggal 28 Juni 2020
- Nascimento, M, P. S. M. Soares, dan V. P. de Souza. 2009. Adsorption of Heavy Metal Cations Using Coal Fly Ash Modified by Hydrothermal Method. *Fuel* 88(9): 1714–1719.
- Oscik, J. 1982. Adsorption. John Wiley & Sons Inc. Chichester.
- Pujiana, N. 2014. Adsorpsi *Methylene Blue* Menggunakan Abu Sabut Tempurung Kelapa Teraktivasi Natrium Klorida (NaCl) sebagai Adsorben. *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Retnosari, Agustin. 2013. Ekstraksi dan Penentuan Kadar Silika (SiO₂) Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara. Jember : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Sharifnasab, H. dan M. Y. Alamooti. 2017. Preparation of Silica Powder from Rice Husk. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 19(1): 158-161
- Sembiring, M.T dan Sinaga. T.S. 2003. *Arang aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan)*. Medan: Jurusan Teknik Industri: Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara
- Setiawan, Andika, Arief Bayu Risman, Juliyatna, Reza Fathurachman dan Silva Octaviani S. 2013. *Beton Geopolimer Abu Serabut Kelapa*. Jakarta : Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

- Sulastris, S. dan S. Kristianingrum. 2010. Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sulistiyo, Y. A., N. Andriana, B. Piluharto, dan Z. Zulfikar. 2017. Silica Gel from Coal Fly Ash as Methylene Blue Adsorbent: Isotherm and Kinetic Studies. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis* 12(2): 263-272.
- Susilo, H., A. Putra, dan Astuti. 2016. Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Sintesis Nanosilika dari Sinter Silika Mata Air Panas Sentral, Solok Selatan, Sumatera Barat dengan Metode Kopersipitasi. *Jurnal Fisika Unand* 5(4): 334-338.
- Ubay, bey. 2011. *Ekstraksi padat-cair*. www.ekstraksi-padat-cair.html diakses pada tanggal 6 agustus 2020
- Utama, P. S., R. Yamsaengsung, dan C. Sangwichien. 2016. Silica Gel Derived from Palm Oil Mill Fly Ash. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 40(1): 121-126.
- Wilson I D, Michael C, Colin F P, Edward R A. 2000. Encyclopedia of Separation Science. *Academic Press*. 118-119
- Yansyah, F. 2015. *Silika Gel dari Abu Terbang (Fly Ash) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (Menentukan Waktu Optimum untuk Mendapatkan Hasil yang Terbaik)*. Tugas Akhir. Politeknik Sriwijaya. Palembang.
- Yuanita, Trisna Putri. 2020. *Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan Waktu Aging pada Pembuatan Silika Gel dari Abu Terbang (Fly Ash) Batu Bara*. Sumatera Utara : Universitas Sumatera Utara
- Yusrin, AF, EB Susatyo dan FW Mahatmanti. 2014. *Perbandingan Kemampuan Silika Gel dari Sabut Kelapa dan Abu sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Logam Cd^{2+}* . Semarang : Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang