

**SINTESIS SILIKA GEL DARI ABU DASAR BATUBARA
MENGUNAKAN VARIASI KONSENTRASI ASAM KLORIDA**

**Skripsi
untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Kimia**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**Diajukan oleh:
SAM PERMANAWATI
07630047**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2012

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : NOTA DINAS KONSULTASI SKRIPSI

Lamp : -

Kepada:

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalaamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:


Nama : Sam Permanawati
NIM : 07630047
Judul Skripsi : Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 6 Juli 2012

Konsultan,


Pedy Artsanti, M.Sc

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : NOTA DINAS KONSULTASI SKRIPSI

Lamp : -

Kepada:

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Sam Permanawati

NIM : 07630047

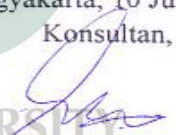
Judul Skripsi : Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 10 Juli 2012

Konsultan,


Endaruji Sedyadi, S.Si

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : NOTA DINAS KONSULTASI SKRIPSI
Lamp : -

Kepada:

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

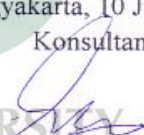
Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Sam Permanawati
NIM : 07630047
Judul Skripsi : Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 10 Juli 2012
Konsultan,


Endarujati Sedyadi, S.Si

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sam Permanawati
NIM : 07630047
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul:

**Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara Menggunakan Variasi
Konsentrasi Asam Klorida**


merupakan hasil penelitian saya sendiri dan bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis.

Yogyakarta, 16 Mei 2012



nulis,


Sam Permanawati
NIM. 07630047

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2109/2012

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Sam Permanawati
NIM : 07630047
Telah dimunaqasyahkan pada : 29 Mei 2012
Nilai Munaqasyah : A / B

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Khamidinal, M.Si
NIP.19691104 200003 1 002

Penguji I

Pedy Artsanti, M.Sc

Penguji II

Endaruji Sedyadi, S.Si

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 7 Juli 2012
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002

MOTTO

*Kemenangan kita yang paling besar bukanlah
karena kita tak pernah jatuh,
melainkan karena kita bangkit...*

*Bila aku tidak pernah mencoba sesuatu,
Aku tidak akan pernah mendapatkan pelajaran dari sesuatu.
Bila aku tidak pernah mengambil resiko,
Aku tidak akan berada di tempat di mana pengalamanku
berada saat ini.*

(Sam Permanawati)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN



Puji syukur kepada Allah SWT yang Maha
Pengasih dan Penyayang,
Kupersembahkan karya kecilku ini
Untuk
Orang tersayang dan terbaikku
ibunda dan ayahanda,
Orang terkasihku
Segenap keluarga
serta
Orang terdekat dihatiku

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida”** ini.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini, penulis telah banyak mengalami hambatan dan tantangan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak skripsi dapat terselesaikan. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Musa Asy'arie, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga.
2. Bapak Prof. Drs. H. Akh Minhaji, M.A., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu Esty W. Widowati, M.Si., M. *Biotech.*, selaku Ketua Progam Studi Kimia dan Pembimbing Akademik.
4. Bapak Khamidinal, M.Si., selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat bermanfaat selama penyusunan dan penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc., sebagai dosen yang telah banyak meluangkan waktu serta penuh keikhlasan dan kesabaran dalam memberikan pengarahan dan bimbingan yang sangat bermanfaat selama penyusunan dan penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmunya kepada penulis dengan sabar dan ikhlas.

7. Bapak Wijayanto, Bapak Indra, dan Mbak Isni, selaku Laboran Kimia UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan bantuan dan arahan selama penelitian sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan dan penyusunan skripsi ini.
8. Ayahanda dan ibunda tercinta yang telah banyak mengorbankan segalanya kepada penyusun, dengan do'a dan dukungan yang berupa materiil maupun spiritual untuk kelancaran studi penyusun, serta menjadi semangat terbesar penulis untuk menjadi orang yang lebih baik di hari esok.
9. Segenap keluargaku tersayang (mba' budi, mba' puput, mba' nana, mba' yani, dan maz wawan) terima kasih atas do'a, dukungan, dan motivasi yang tak henti-hentinya.
10. Ahmad Zainal Abidin yang telah senantiasa memberikan segala kasih sayang, cinta, ketulusan, kesabaran, dukungan, dan motivasi yang tak pernah lelah dan berhenti, serta menemani di saat rapuh dalam mengarungi perjalanan hidup ini.
11. Teman-teman kimia'07 (khususnya teman seperjuangan saat suka maupun duka Nisfi, Aniz, dan Muren) terima kasih atas kebersamaan dan keceriaannya selama menuntut ilmu, dan buat Edi, Nay, Ikhsan, Wiwik, dan Lia makasih sudah membantu dalam penyelesaian penelitian.
12. Teman-teman dan sahabat yang saya sayangi (khususnya Dadang), terima kasih selalu menemani dan memberikan semangat kepada penulis, serta membantu dalam penyelesaian skripsi.
13. Keluarga kecilku KKN (pakdhe Agil, Ican, Wiwid, mpok Opic, dan Zuhair), terima kasih dah memberikan semangat kepada penulis.

Dalam menyelesaikan skripsi ini tentunya penulis tidak lepas dari keterbatasan ilmu dan pengetahuan sehingga penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis sangat berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi semua pihak yang membaca skripsi ini.

Yogyakarta, 04 Mei 2012

Penulis

Sam Permanawati
NIM.07630047



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka.	5
B. LandasanTeori.....	7
1. Silika Gel	7
2. Batubara	11
3. Proses Sol-Gel.....	13
4. <i>Spektroskopi FTIR</i>	14
5. Difraktometer Sinar-X (XRD)	16
6. Hipotesis	19

BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
B. Alat dan Bahan	21
C. Prosedur Penelitian.....	22
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Proses Pendahuluan Sampel Abu Dasar Batubara.....	26
B. Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara	28
C. Karakterisasi Silika Gel Hasil Sintesis.....	35
BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	46
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia yang terkandung dalam abu dasar.....	13
Tabel 2.2 Interpretasi spektra infra merah silika gel murni.....	16
Tabel 2.3 Data difraksi standar international untuk SiO ₂	19



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur silika gel.....	8
Gambar 2.2 Gugus silanol pada permukaan silika gel.....	9
Gambar 2.3 Reaksi polimerisasi asam silikat.....	10
Gambar 2.4 Abu dasar batubara	12
Gambar 2.5 Spektra Inframerah Kieselgel 60	16
Gambar 2.6 Difraksisinar-X	17
Gambar 2.7 Difraksisinar-X oleh bidang atom S_1S_1 dan S_2S_2	18
Gambar 4.8 Berat abu dasar batubara setelah dilakukan <i>proses A</i> dan <i>proses B</i>	28
Gambar 4.9 Volume natrium hidroksida yang digunakan pada <i>proses A</i> dan <i>proses B</i>	30
Gambar 4.10 Volume HCl yang digunakan dalam sintesis <i>proses A</i> dan <i>proses B</i> dengan berbagai variasi konsentrasi HCl	32
Gambar 4.11 Hasil silika gel <i>proses A</i> dan <i>proses B</i> pada berbagai variasi konsentrasi HCl	34
Gambar 4.12 Spektra Inframerah silika gel hasil sintesis <i>proses A</i> dengan variasi konsentrasi HCl.....	36
Gambar 4.13 Spektra Inframerah silika gel hasil sintesis <i>proses B</i> dengan variasi konsentrasi HCl.....	37
Gambar 4.14 Difraktogramsinar-X tanpa pencucian dengan variasi konsentrasi HCl.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Prosedur penelitian.....	51
Lampiran 2 Data hasil sintesis silika gel.....	55
Lampiran 3 Data hasil analisis Spektroskopi Inframerah	58
Lampiran 4 Data hasil analisis Difaktometer Sinar-X (XRD)	66
Lampiran 5 <i>Join Committee on Powder Diffraction Standart SiO₂</i>	76
Lampiran 6 <i>Join Committee on Powder Diffraction Standart NaCl</i>	77
Lampiran 7 Dokumen penelitian	78

ASBTRAK

Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida

Oleh :

Sam Permanawati

NIM.07630047

Telah dilakukan penelitian untuk mempelajari sintesis silika gel dari abu dasar batubara melalui metode sol-gel dengan proses pencucian dan tanpa pencucian menggunakan variasi konsentrasi asam klorida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter silika gel hasil sintesis, pengaruh proses pencucian dan tanpa pencucian, serta pengaruh variasi konsentrasi asam klorida terhadap karakter silika gel hasil sintesis.

Perlakuan abu dasar batubara dilakukan dengan proses pencucian dan tanpa pencucian yang dilakukan melalui metode sol-gel. Proses sintesis melalui metode sol-gel pada penelitian ini meliputi empat tahapan yaitu; pembentukan larutan natrium silika, pembentukan silika hidrosol, pembentukan silika hidrogel, dan pengeringan hidrogel menjadi silika gel kering (xerogel). Hasil sintesis dibandingkan dengan silika gel komersial Kiesel Gel 60 buatan E-Merck, kemudian dilakukan karakterisasi gugus fungsional menggunakan alat Spektroskopi FTIR dan kristalinitas dengan Difraktometer Sinar-X (XRD).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis yang dilakukan dengan metode sol-gel menghasilkan silika gel yang karakter gugus fungsi dan kristalinitasnya mirip dengan Kiesel Gel 60. Variasi konsentrasi asam klorida tidak berpengaruh secara signifikan terhadap hasil silika gel yang diperoleh dan karakter silika gel hasil sintesis dari abu dasar batubara. Hasil terbaik karakteristik gugus fungsi dan struktur Kristal hasil sintesis adalah silika gel dengan konsentrasi 3 M.

Kata Kunci : Abu dasar batubara, silika gel, dan sol-gel

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Aktivitas kehidupan yang sangat tinggi yang dilakukan oleh manusia menimbulkan bermacam-macam efek bagi kehidupan manusia baik positif maupun negatif. Salah satu penyebab efek buruk bagi manusia dan tatanan lingkungan hidup berasal dari pencemaran. Palar (1994) mendefinisikan pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal menjadi keadaan yang lebih buruk. Pencemaran lingkungan hidup disebabkan oleh banyak hal, namun penyebab yang paling utama dari sekian banyak penyebab tercemarnya lingkungan adalah limbah. Salah satu limbah yang mencemari lingkungan adalah limbah yang berasal dari batubara (Tunjungsari, 2008).

Di Indonesia batubara cukup melimpah dan digunakan terutama untuk pembangkit listrik dan pabrik semen. Salah satu pembangkit listrik di Indonesia yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar adalah PLTU Paiton. PLTU Paiton memiliki kapasitas produksi 3.200 mega watt dari 25.000 mega watt output sehingga jumlahnya mencapai 13%. Kegiatan produksi yang meningkat menyebabkan semakin banyak limbah yang dihasilkan pembakaran batubara yang berupa abu layang dan abu dasar (Tunjungsari, 2008).

Kandungan utama abu dasar dan abu layang adalah mineral-mineral aluminat dan silikat. Kula (2000) melaporkan bahwa abu dasar memiliki

kandungan Si dan Al berturut-turut sebesar 50,98% dan 15%, sedangkan pada abu layang 56,13% dan 18,49%. Si dan Al pada abu tersebut ditentukan dalam fasa amorf maupun fasa kristalin. Komposisi kimianya hampir sama dengan abu layang, hanya persentase kandungan sisa karbonnya lebih kecil. Abu dasar sebagian besar tersusun oleh SiO_2 dan Al_2O_3 (bisa mencapai lebih dari 90%) (Wijanarko, 2010).

Abu dasar sendiri didefinisikan sebagai bagian kasar dari abu batubara yang terlalu berat untuk dibawa oleh gas buang dan biasanya terkumpul di dasar atau di sekitar oven pembakaran. Warnanya lebih gelap dan ukuran butirnya lebih kasar pada abu layang, bervariasi dari ukuran pasir hingga kerakal (*pebble*). Sukandarrumidi (2006) menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan abu dan keragaman komposisinya akan semakin mempengaruhi pengotoran udara apabila abu tersebut terlepas ke atmosfer.

Akumulasi limbah abu dasar dalam jumlah yang sangat banyak dapat menimbulkan pencemaran udara. Apabila terkena air hujan, abu dasar dapat terbawa oleh air hujan dan masuk ke lingkungan perairan dan dapat mencemari lingkungan akuatik. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pemanfaatan abu dasar untuk mengatasi kemungkinan pencemaran tersebut. Salah satu pemanfaatannya dengan melihat dari kandungan senyawa abu dasar batubara yang memiliki kesamaan dengan abu sekam padi, maka diduga bahwa abu dasar dapat digunakan untuk pembuatan silika gel.

Wijanarko (2010) dalam serangkaian penelitiannya telah berhasil mensintesis dan mengkarakterisasi silika gel dari abu sekam padi dengan

menggunakan variasi konsentrasi asam klorida. Hasil dari penelitian ini bahwa penggunaan variasi HCl pada pembentukan gelasi berpengaruh signifikan pada hasil kualitatif yaitu gugus fungsi silika gel pada konsentrasi 1,5 M; 3 M; 4,5 M; dan diperoleh struktur amorf pada konsentrasi 1 M. Sedangkan Ririswati (2011) telah melakukan penelitian tentang sintesis silika gel dari abu layang batubara dan uji adsorpsinya terhadap ion logam tembaga (II). Hasil dari penelitian ini adalah hasil sintesis silika gel yang paling mendekati dengan Kiesel gel 60 G yaitu silika gel hasil sintesis dengan HCl 5 M.

Berdasarkan sintesis silika gel yang sudah dilakukan Ririswati (2011) dan Wijanarko (2010) menggunakan abu layang batubara, di mana hasil karakterisasi infra merah setiap variasi konsentrasi yang digunakan menghasilkan pita serapan gugus fungsi yang berbeda pula. Hal inilah yang mendorong peneliti untuk melakukan sintesis silika gel dari abu dasar batubara menggunakan variasi konsentrasi asam klorida.

B. Batasan Masalah

1. Abu dasar batubara yang digunakan berasal dari Pabrik Spritus Madukismo.
2. Proses yang digunakan pada tahap pendahuluan yaitu proses pencucian dan tanpa pencucian abu dasar batubara.
3. Metode yang digunakan pada sintesis silika gel adalah metode sol-gel.
4. Jenis asam yang digunakan sebagai pembentuk gel adalah asam klorida dengan variasi konsentrasi 1,5; 3 dan 4,5 M.
5. Karakterisasi silika gel hasil sintesis yaitu karakteristik gugus fungsional dan kristalinitas.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakter silika gel yang disintesis dari abu dasar batubara?
2. Bagaimana pengaruh proses pencucian dan tanpa pencucian abu dasar batubara terhadap karakter silika gel hasil sintesis?
3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi asam klorida terhadap karakter silika gel hasil sintesis dari abu dasar batubara?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakter silika gel hasil sintesis dari abu dasar batubara.
2. Mengetahui pengaruh proses pencucian dan tanpa pencucian abu dasar batubara terhadap karakter silika gel hasil sintesis.
3. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi asam klorida pada karakter silika gel hasil sintesis dari abu dasar batubara.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan akan berguna bagi :

1. Mahasiswa

Menambah data penelitian mengenai pemanfaatan limbah abu dasar batubara sebagai bahan acuan dalam pembuatan silika gel.

2. Lembaga

Sebagai bahan referensi data penelitian yang selanjutnya dapat digunakan sebagai alternatif metode dalam pemanfaatan limbah abu dasar batubara.

3. Masyarakat

Mengurangi masalah pembuangan limbah terhadap dampak lingkungan dan menghasilkan produk yang dapat dipublikasikan dan dikomersialkan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sintesis silika gel dari abu dasar batubara dengan metode sol-gel menghasilkan silika yang karakternya mirip dengan Kiesel gel 60 buatan E-Merck dilihat dari karakteri gugus fungsional dan kristalinitas.
2. Proses pencucian dan tanpa pencucian abu dasar batubara tidak berpengaruh secara signifikan terhadap karakter silika gel hasil sintesis.
3. Variasi konsentrasi asam klorida berpengaruh terhadap karakter silika gel hasil sintesis dari abu dasar batubara, yaitu pada karakteristik gugus fungsi dan struktur kristal hasil sintesis silika gel diperoleh hasil yang terbaik pada konsentrasi 3 M.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, adapun saran yang dapat diberikan sebagai pengembangan penelitian yang akan datang adalah:

1. Perlu dilakukan modifikasi lanjut tentang sintesis silika gel dari bahan dan sumber yang lain.
2. Perlu dilakukan metode pencucian abu dan hidrogel dengan jenis larutan penetral lain seperti H_2SO_4 .
3. Perlu dilakukan karakterisasi lebih lanjut mengenai luas permukaan dan porositas silika gel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhita, G.Y. 2008. *Studi Adsorpsi Ion Logam Ni (II) oleh Abu Dasar (Bottom Ash) Batubara*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.
- Asmuni. — . *Karakterisasi Pasir Kuarsa (SiO₂) Dengan Metode XRD*. Jurnal Penelitian. Sumatera Utara: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
- Atkins, P.W. ,1997. *Kimia Fisika Jilid 2*. Edisi 4. Jakarta : Erlangga.
- Azmiyawati, Nuryono, dan Narsito. 2004. *Modifikasi Silika Gel dengan Gugus Sulfonat untuk Pemisahan Mg(II) dari Ni(II) dan Cd(II)*. Seminar Nasional Kimia XIV. Yogyakarta 6-7 september 2004.
- Brinker, C.J. Scherer, G.W., 1990. *Applications in Sol-Gel Science. The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing*. San Diego: Academic Press C.A.
- Day Jr, R.A. & Underwood, A.L., 1986. *Analisis Kimia Kuantitatif*. (Aloysius Hadyana Pudjoatmaka: Terjemahan). Edisi 5. Jakarta: Erlangga.
- Hendayana, S. 2006. *Kimia Pemisahan Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Hutagoal, R.O., 2005. *Pengaruh Temperatur Pengaduan dan Konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH) pada Pelarut Silika dari Abu Sekam Padi Prambanan Yogyakarta*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta: Fakultas MIPA UGM.
- Ishizaki, K. 1998. *Porous Material Proses Teknologi and Application*. Klower Academic Publishers. Dordrecht.
- Jal, P. K., Patel, S dan Mishra, B. K. 2003. *Chemical Modification of Silica Surface by Immobilization of Functional Groups for Extractive Concentration of Metal Ions*. Elsevier B. V-Talanta.
- Jalaluddin, H. P. 2003. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel Kering dari Abu Sekam Padi Menggunakan Natrium Karbonat dan Asam Sitrat*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.
- Kaim, W., Schwederski, B. 1994. *Bianorganik Chemistry: Inorganic Elements in The Chemistry of Live an Introduction and Guide*. Chicester: John Wiley and Sons Inc.
- Kalpathy, U., Proctor A., and Schultz, J. 2000. *Silicate Gel From Rice Hull Ash: Preparation and Characterization*. Cereal Chemistry.
- Kuntari. 2010. *Studi Adsorpsi Zat Warna Erianyl Red Menggunakan Abu Dasar Batubara dan Aplikasinya dalam Limbah Cair Industri Tekstil*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.
- Kurniawati, W. 2003. *Sintesis Silika Gel dari Abu Sekam Padi Menggunakan Natrium Hidroksida dan Asam Sitrat*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.

- Kurnia, Y. 2011. *Studi Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Abu Dasar Batubara PLTU Palton*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.
- Kusyanto, H.D. 2011. *Sintesis dan Karakterisasi Garam Silika Ammonium Kuartener (Se^+/Cl) dari Abu Sekam Padi*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY.
- Marfungatun. 2007. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Lumpur Panas Bumi Dieng Menggunakan Asam Klorida dan Asam Sulfat*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.
- Munir, M. 2008. *Pemanfaatan Abu Batubara (Fly Ash) untuk Hollow Block yang Bermutu dan Aman bagi Lingkungan*. Tesis S-2. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Nurjanto, P. 2011. *Sintesis Silika Gel dari Pelepah Pohon Salak Pondoh dengan Metode Sol-Gel Menggunakan NaOH dan HCl*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Taksikologi Logam Berat*. Jakarta: Renika Cipta.
- Prasetyani, D. H. 1994. *Sintesis Zeolit X dari Abu Sekam Padi*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.
- Pambudi, D.P. 2011. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Vulkanik Letusan Gunung Merapi dengan Metode Sol-Gel*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY.
- Ririswati. 2011. *Sintesis Silika Gel dari Abu Layang Batubara dan Uji Adsorpsinya Terhadap Ion Logam Tembaga (II)*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY.
- Sastrohamidjojo, H. 1992. *Spektroskopi Inframerah*. Yogyakarta: Liberty.
- Setiaka, J. dkk. 2011. *Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Dalam Larutan pada Abu Dasar Batubara Menggunakan Metode Kolom*. Prosiding Skripsi Semester Genap. Jurusan Kimia. Surabaya : Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh November.
- Scott, R. P.W. 1993. *Silika Gel and Bonded Phases*. Chicester: John Wiley and Son's Ltd.
- Silverstein, R. M., 1991. *Spectrometric Identification of Organic Compound*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sukandarrumidi. 2006. *Batubara dan Pemanfaatannya, Pengantar Teknologi Batubara Menuju Lingkungan Bersih*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tunjungsari, R. 2008. *Studi Adsorpsi Ion Logam Pb (II) Oleh Abu Dasar (Bottom Ash) Batubara*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM.

- Wijanarko, B. 2010. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi dengan Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY.
- Winarsih. 2008. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Lumpur Panas Bumi Dieng dengan Asam Asetat dan Asam Sitrat Sebagai Pembentuk Gel*. Skripsi S-1. Jurusan Kimia. Yogyakarta: Fakultas MIPA UGM.
- Zuryati, U. K. 2005. *Pembuatan Silika Gel Abu Sekam Padi Menggunakan Sitrat dan Asam Klorida Serta Karakterisasinya*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia. Yogyakarta: Fakultas MIPA UGM.

