

**ADSORPSI SENYAWA PARAQUAT DIKLORIDA PADA PESTISIDA
DENGAN SILIKA GEL DARI LIMBAH AMPAS TEBU (*Saccharum
officinarum*)**

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



**Diajukan oleh:
DARYONO
06630013**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2012**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3462/2012

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi Senyawa Paraquat Diklorida pada Pestisida dengan Silika Gel dari Limbah Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum*)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Daryono

NIM : 06630013

Telah dimunaqasyahkan pada : 11 Oktober 2012

Nilai Munaqasyah : A / B

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

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Didik Krisdiyanto, M.Sc
NIP.19811111 201101 1 007

Penguji I

Pedy Artsanti, M.Sc

Penguji II

Khamidinal, M.Si
NIP19691104 200003 1 002

Yogyakarta, 25 Oktober 2012

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



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

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR

Hal : Pengajuan Munaqasyah

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta di

Yogyakarta

Assalamu' alaikum wr. wb.

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

Nama : Daryono

NIM : 06630013

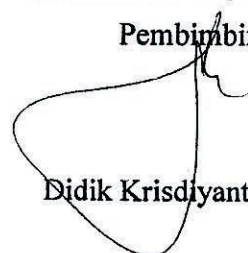
Judul Skripsi : Adsorpsi Senyawa Paraquat diklorida Pada Pestisida Dengan Silika Gel Dari Limbah Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*).

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.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 05 September 2012

Pembimbing



Didik Krisdiyanto, M.Sc



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : Daryono

NIM : 06630013

Judul Skripsi : **ADSORPSI SENYAWA PARAQUAT DIKLORIDA PADA
PESTISIDA DENGAN SILIKA GEL DARI LIMBAH AMPAS TEBU
(*Saccharum officinarum*)**

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.

Demikian nota dinas konsultan ini kami buat, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 29 Oktober 2012

Konsultan

Pedy Artsanti, M.Sc.



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi
Lamp :

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

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Daryono
NIM : 06630013
Judul Skripsi : **ADSORPSI SENYAWA PARAQUAT DIKLORIDA PADA
PESTISIDA DENGAN SILIKA GEL DARI LIMBAH AMPAS TEBU
(*Saccharum officinarum*)**

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.

Demikian nota dinas konsultan ini kami buat, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 29 Oktober 2012
Konsultan

Khamidinal, M.Si
NIP. 19691104 200003 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Daryono
NIM : 06630013
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul :

**ADSORPSI SENYAWA PARAQUAT DIKLORIDA PADA PESTISIDA
DENGAN SILIKA GEL DARI LIMBAH AMPAS TEBU (*Saccharum
officinarum*)**

Adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 21 September 2012

Yang menyatakan


Daryono
NIM. 06630013

METERAI
TEMPEL
89F3FABF08963
6000
DJP

MOTTO

“...Dan janganlah membuat kerusakan di (muka) bumi, sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang membuat kerusakan”

(Al-Qashash: 77)

*Suatu kehidupan yang penuh kesalahan
tak hanya lebih berharga namun
juga lebih berguna
dibandingkan hidup tanpa melakukan apapun.*

“George Bernard Shaw”

*Seribu Kata Mutiara Tidak Ada Artinya
Dibandingkan Dengan Satu Kata Orang Tua*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ADSORPSI SENYAWA PARAQUAT DIKLORIDA PADA PESTISIDA DENGAN SILIKA GEL DARI LIMBAH AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*)”** ini.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Musa Asy'ari 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.
4. Ibu Imelda Fajriati M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Didik Krisdiyanto M.Sc sebagai pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, dukungan, bimbingan yang sangat bermanfaat selama penyusunan dan penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmunya kepada penulis dengan sabar dan ikhlas.

7. Laboran Kimia UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan bantuan dan dukungannya selama penelitian sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan dan penyusunan skripsi ini.
8. Ayah, ibu, kakak dan keluarga tercinta yang telah memberikan doa, dukungan materil dan spiritual.
9. Teman-teman kimia'06 (khususnya teman seperjuangan saat penelitian) terima kasih atas kebersamaan dan keceriaannya selama menuntut ilmu.
10. Istriku Tri Fatmawati yang selalu mendukung dan memberi semangat dari awal sampai akhir penelitian.
11. Temen-temen dan Sahabat yang saya sayangi, mereka selalu menemani dan memberikan semangat kepada saya.

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, 03 September 2012

Penulis

Daryono
NIM.06630013

PERSEMBAHAN

Skripsi ini

DIPERSEMBAHKAN
DIPERSEMBAHKAN

Untuk Almamaterku Tercinta

Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
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. Landasan Teori.....	8
1. Tebu.....	8
2. Silika Gel.....	11
3. Sol-Gel.....	14

4. Senyawa Paraquat diklorida.....	15
5. Kinetika Adsorpsi	18
6. Model kesetimbangan isothermis adsorpsi	23
7. Spektrofotometer <i>Fourier Trasform Infa Red</i>	26
8. Gas Sorption Analyzer.....	30
9. Spektrofotometri UV-Vis.....	33
10. Hipotesis.....	35
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
B. Alat dan Bahan.....	36
C. Prosedur Penelitian.....	37
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Preparasi Sampel Ampas Tebu.....	41
B. Sintesis Silika Gel dari Ampas Tebu.....	42
C. Karakterisasi Silika Gel Hasil Sintesis.....	44
D. Uji Adsorpsi Paraquat diklorida	50
BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	62
B. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi Batang Tebu.....	9
Tabel 2.2. Komposisi kimia abu <i>bagasse</i>	11
Tabel 2.3. Interpretasi spektra <i>infra red</i> silika gel murni	29
Tabel 4.1. Interpretasi spektra silika gel.....	46
Tabel 4.2. Hasil analisis silika gel hasil sintesis dengan GSA.....	47
Tabel 4.3. Nilai K dan R^2 kinetika adsorpsi paraquat diklorida.....	56
Tabel 4.4. Perbandingan data isotermis adsorpsi.....	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tanaman tebu.....	9
Gambar 2.2. Struktur silika gel dengan beberapa tipe ikatan.....	12
Gambar 2.3. Tipe –OH pada permukaan silika gel.....	14
Gambar 2.4. Struktur paraquat.....	16
Gambar 2.5. Spektrum FT-IR silika gel	29
Gambar 2.6. Klasifikasi adsorpsi isothermal	31
Gambar 2.7. Distribusi ukuran pori SiO ₂ berdasarkan metode BJH.....	33
Gambar 2.8. Skema spektrofotometri.....	35
Gambar 4.1. Spektra infra red silika gel hasil sintesis dan keisel gel 60.....	45
Gambar 4.2. Adsorpsi isothermal silika gel hasil sintesis.....	48
Gambar 4.3. Isoterm BET untuk silika gel hasil sintesis	49
Gambar 4.4. Distribusi ukuran pori silika gel hasil sintesis	50
Gambar 4.5. Grafik hubungan antara efektivitas adsorpsi dengan berat silika gel...	51
Gambar 4.6. Hubungan konsentrasi dengan waktu	53
Gambar 4.7. Grafik hubungan t dengan $\ln (C_z/C_{z0})$	55
Gambar 4.8. Grafik hubungan t dengan $1/C_z$	55
Gambar 4.9. Grafik hubungan $1/q_e$ dengan $1/c_e$	57
Gambar 4.10. Grafik hubungan antara $\ln q_e$ dengan $\ln C_e$	57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Kerja.....	68
Lampiran 2. Spektra FT-IR silika gel hasil sintesis dengan metode sol-gel.....	72
Lampiran 3. Hasil analisis dengan GSA (silika gel)	73
Lampiran 4. Penentuan panjang gelombang maksimal paraquat diklorida.....	74
Lampiran 5. Kurva Standar Paraquat diklorida.....	75
Lampiran 6. Uji Aktifitas silika gel Terhadap Paraquat diklorida.....	76
Lampiran 7. Perhitungan data.....	79
Lampiran 8. Gambar Sampel, Alat, dan Contoh Hasil Penelitian.....	80

Abstrak
Adsorpsi Senyawa Paraquat diklorida Pada Pestisida Dengan
Silika Gel Dari Limbah Ampas Tebu

Oleh:

Daryono
06630013

Dosen Pembimbing : Didik Krisdiyanto, M.Sc

Telah dilakukan penelitian tentang adsorpsi ion paraquat diklorida menggunakan adsorben silika gel yang disintesis dari abu ampas tebu melalui metode sol-gel. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari sintesis, karakterisasi silika gel dan kapasitas adsorpsi silika gel terhadap paraquat diklorida.

Sintesis dilakukan dengan pengabuan ampas tebu pada temperatur 700°C selama 4 jam. Abu ampas tebu dilarutkan dengan larutan natrium hidroksida pada suhu 100°C selama 30 menit untuk menghasilkan natrium silikat. Pembentukan gel dilakukan melalui penambahan asam klorida dengan konsentrasi 6 M. Gel yang terbentuk dicuci dengan akuades sampai diperoleh filtrat hasil cucian netral dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 18 jam. Karakterisasi silika gel dilakukan dengan *fourier transform infra red* (FT-IR) dan *gas sorption analyzer* (GSA). Kapasitas adsorpsi dipelajari melalui interaksi adsorben dengan paraquat diklorida.

Silika gel hasil sintesis tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut: Hasil FT-IR menunjukkan bahwa silika gel memiliki gugus silanol dan siloksan. Luas permukaan, volum pori, dan diameter pori silika gel hasil sintesis berturut-turut adalah 43,442 m²/g, 0,151 cc/g dan 15,233 Å. Silika gel yang dihasilkan memiliki distribusi ukuran pori yaitu mikropori, mesopori, dan makropori dengan fraksi yang dominan adalah pada daerah mesopori. Berdasarkan nilai koefisien regresi linier (R²) adsorpsi paraquat oleh silika gel mengikuti model orde dua semu dengan nilai R² = 0,970 dan isotherm adsorpsinya mengikuti model Freundlich dengan nilai R² = 0,935. Hasil menunjukkan bahwa silika gel mampu mengadsorpsi ion paraquat dengan energi adsorpsi (ΔE_{ads}) = 901,568 kJ/mol.

Kata kunci : Silika gel, paraquat diklorida, kinetika adsorpsi, kesetimbangan adsorpsi

Abstract
Adsorption of Paraquat dichloride compound the Pesticide
with Silica Gel From Sugarcane Waste Dregs

By:
Daryono
06630013

Supervisor : Educate Didik Krisdiyanto, M.Sc

A study on paraquat dichloride ion adsorption using silica gel adsorbent synthesized from bagasse ash by sol-gel method. The purpose of this research is studying the synthesis, characterization of silica gel and silica gel adsorption capacity for paraquat dichloride.

Synthesis is done by incineration bagasse at temperatures of 700 °C for 4 hours. Bagasse ash was dissolved with sodium hydroxide at 100 °C for 30 minutes to produce sodium silicate. Gel formation through the addition of hydrochloric acid with a concentration of 6 M. Gel formed is washed with distilled water until a neutral filtrate from washing and dried at 50 °C for 18 hours. Characterization of silica gel made by Fourier transform infra red (FT-IR) and gas sorption analyzer (GSA). The adsorption capacity of the adsorbent studied through interaction with paraquat dichloride.

Silica gel is synthesized has the following characteristics: The FT-IR results showed that the silica gel has silanol groups and siloxane. The surface area, pore volume and pore diameter of silica gel synthesized row is 43,442 m²/g, 0,151 cc/g and 15,233 Å. Silica gel produced has the micropore pore size distribution, mesoporous, and macropore with the dominant faction in the mesoporous region. Based on linear regression coefficient (R²) of silica gel adsorption of paraquat by following the two-quasi-order model with a value of R² = 0,970 and the adsorption isotherm follows Freundlich models with a value of R² = 0,935. The results showed that the silica gel was able to adsorb paraquat ion adsorption energy (ΔE_{ads}) = 901,568 kJ/mol.

Keywords: Silica gel, paraquat dichloride, adsorption kinetics, equilibrium adsorption

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Akhir-akhir ini, penggunaan herbisida di bidang pertanian dan perkebunan mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Penggunaan herbisida merupakan bagian penting dalam sistem pertanian modern. Hal ini dikarenakan, penggunaan herbisida dan pestisida lainnya dianggap memberikan kontribusi yang besar dalam peningkatan produktifitas pertanian (Lilik. 2008).

Paraquat (1,1-dimetil,4,4-bipiridilium) merupakan bahan aktif herbisida jenis gramoxone, yang banyak digunakan di lahan pertanian. Paraquat diklasifikasikan sebagai herbisida golongan piridin yang non selektif dan digunakan untuk membunuh gulma yang diaplikasikan pra-tumbuh (Humburg, 1989; Mukhtar, 2004).

Penggunaan paraquat memiliki dampak yang cukup signifikan bagi kerusakan lingkungan. Pencemaran tersebut menyebabkan gangguan pada mikroorganisme tanah dan tanah kurang efisien karena bahan aktif herbisida dijerap oleh tanah. Paraquat juga relatif stabil pada suhu, tekanan dan pH normal. Hal ini memungkinkan paraquat lebih stabil di dalam tanah. Sifat paraquat juga mudah larut dalam air, menjadikan paraquat sebagai senyawa yang mudah tercuci oleh air hujan atau air irigasi, sehingga mencemari sistem perairan (Hartzler, 2002; Mukhtar, 2004).

Penanganan paraquat diklorida dalam air limbah pestisida dapat dilakukan melalui metode penghilangan (*removal*) yaitu adsorpsi. Adsorpsi paraquat dapat menggunakan silika gel. Proses adsorpsi diharapkan dapat mengambil ion-ion paraquat dari perairan. Teknik ini lebih menguntungkan dari pada teknik yang lain dilihat dari segi biaya yang tidak begitu besar serta tidak adanya efek samping zat beracun (Blais dkk, 2000).

Metode adsorpsi umumnya berdasar interaksi ion-ion dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui interaksi pembentukan kompleks dan biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya gugus fungsional seperti -OH, -NH, -SH dan -COOH (Stum dan Morgan, 1996). Pada proses adsorpsi mencakup dua hal penting yaitu kinetika adsorpsi dan termodinamika adsorpsi. Kinetika adsorpsi meninjau proses adsorpsi berdasarkan laju adsorpsi sedangkan pada termodinamika adsorpsi ditinjau tentang kapasitas adsorpsi dan energi adsorpsi yang terlibat dalam proses adsorpsi.

Peristiwa adsorpsi merupakan suatu fenomena permukaan, yaitu terjadinya penambahan konsentrasi komponen tertentu pada permukaan. Adsorpsi dapat dibedakan menjadi adsorpsi fisis (*physical adsorption*) dan adsorpsi kimia (*chemical adsorption*). Secara umum adsorpsi fisis mempunyai gaya intermolekular yang relatif lemah, sedangkan pada adsorpsi kimia terjadi pembentukan ikatan kimia antara molekul adsorbat dengan molekul yang terikat pada permukaan adsorben (Alberty dan Daniels, 1992).

Peristiwa tersebut telah membuka peluang para peneliti untuk memanfaatkan hasil alam yang ada di Indonesia. Di wilayah pertanian Indonesia yang luas merupakan sumber daya alam yang sangat melimpah dan belum semua potensi pertanian yang ada dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Pada proses pengolahan tebu menjadi gula akan menghasilkan ampas tebu (*bagasse*) sekitar 30%. Komponen penyusun *bagasse* terdiri atas air (44,5%), sabut (52,0%) dan *brix* (zat padat atau gula yang dapat larut) (3,5%). Sabut penyusun *bagasse* tersebut mengandung 45% selulosa, 32% pentosa, 18% lignin dan 5% komponen penyusun yang lain (Hardi, 2003).

Dari penjelasan diatas penulis mencoba membuat dan mengkarakteristik silika gel dari limbah ampas tebu (*Saccharum officinarum*). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi karakterisasi silika gel dan pemanfaatannya sebagai adsorpsi paraquat diklorida lebih lanjut untuk keperluan penelitian lebih luas.

B. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas, perlu adanya pembatasan masalah yaitu:

1. Ampas tebu yang akan digunakan dari Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta.
2. Metode yang digunakan dalam sintesis silika gel adalah metode sol-gel.
3. Gugus fungsional silika gel dikarakterisasi menggunakan IR.
4. Luas permukaan silika gel dikarakterisasi menggunakan GSA.
5. Senyawa yang akan diadsorpsi adalah paraquat diklorida.
6. Efektifitas kinetika kimia menggunakan variasi waktu kontak.

7. Model kesetimbangan kinetika adsorpsi adalah isoteremis Langmuir dan Freundlich.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana preparasi silika gel dari limbah ampas tebu dengan metode sol-gel ?
2. Bagaimana karakterisasi uji porositas dan gugus fungsional silika gel ?
3. Bagaimana kinetika adsorpsi senyawa paraquat diklorida pada silika gel ?

D. Tujuan Penelitian

1. Mempelajari preparasi silika gel dari limbah ampas tebu dengan metode sol-gel.
2. Mempelajari karakterisasi uji porositas dan gugus fungsional silika gel.
3. Mempelajari kinetika adsorpsi senyawa paraquat diklorida pada silika gel.

E. Manfaat Penelitian

1. Mengurangi masalah limbah padat pabrik gula yang berupa ampas tebu dari hasil samping penggilingan.
2. Memberikan khasanah wawasan keilmuan dan dapat dijadikan sebagai bahan pustaka dalam pengembangan metode pembuatan silika gel dengan metode yang sederhana dan murah.
3. Meningkatkan kajian ilmu berupa informasi tentang pemanfaatan ampas tebu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan atas hasil-hasil yang telah diperoleh, kesimpulan dan saran yang bisa diambil:

A. Kesimpulan

1. Silika gel telah berhasil di sintesis dari abu ampas tebu dengan metode sol-gel.
2. Karakterisasi silika gel uji porositas menggunakan GSA didapatkan luas permukaan spesifik 43,442 m²/g, volum pori total 0,151 cc/g dan diameter pori 15,233 Å. Sedangkan gugus fungsional menggunakan FT-IR dan didapatkan adanya gugus Si-OH (silanol) dan Si-O-Si (siloksan) pada silika gel.
3. Kinetika adsorpsi mengikuti model orde dua semu dengan nilai R² yaitu 0,970.
4. Model kesetimbangan isotermis adsorpsi mengikuti model isotermis Freundlich dengan nilai R² = 0,935 dan nilai energi adsorpsinya sebesar 901,568 kJ/mol.

B. Saran

1. Pada penelitian selanjutnya supaya memperoleh gel dengan kekerasan maksimum, silikat yang dilarutkan harus seminimal mungkin dan asam yang ditambahkan perlahan-lahan supaya gel lebih cepat terbentuk.
2. Pada penelitian selanjutnya silika gel hasil sintesis harus bebas garam pengotor, dilakukan dengan cara pencucian terhadap gel menggunakan akuades sampai akuades bekas cucian bersifat netral sehingga garam-garam natrium terlarut.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, S., Setyawan, H., Winardi, S., Purwanto, A., Balgis, R., 2009. A Facile Method for Production of High Purity Silica Xerogel from Baggase. *Advanced Powder Technology*. Surabaya: Department of Chemical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Sepuluh Nopember Institute of Technology
- Akbar, R., 2008. *Sintesis Silika Gel Menggunakan Molekul Pengarah Amonium Karbonat*. Semarang: FMIPA Universitas Diponegoro
- Alba, M.D., and Klinowski, J., 1996. Titano Silicates Mesoporous Molekuler Sieves MCM-41: Syntesis and Characterization, *J.Phys.Chem.*, 849-854
- 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.
- Balai Penelitian Tanah. 2010. *Mengenal Silika sebagai Unsur Hara*. Vol 32 No 3. Bogor: Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Brinker, C. S. dan Scherer, W. J. (1990). *Sol-gel Science : The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing*. San Diego : Academic Press.
- Chen, J. C. P. dan Chou, C. C. (1993). *Sugar Cane Handbook*. New York : John Wiley and Son's Ltd.
- Cremilin, R. J.W. 1991. *Agrochemical: Preparation And Mode of Action*. Canada:John Willey & Sons, Inc.
- Cunnif, P. 1990. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Virginia.
- Deni, S dkk. 2009. *Adsorpsi Fenol Dalam Limbah Dengan Zeolit Alam Terkalsinasi*. Seminar Nasional v. Yogyakarta: STTN-BTNN.
- Duncan. 1980. *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*. London: Butter Worths.
- Eva Fitria, L. dan Vania Mitha P. 2011. *Pembuatan Silika Gel dari Abu Baggase yang Dicangkok Gugus Amine untuk Menyerap Gas Karbon Dioksida (CO₂)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- European Commission. 2003. *Paraquat*. Health & Consumer Protection Directorate-General.
- Fatimah, E., 1997. *Pemanfaatan Abu sekam Padi untuk menurunkan kadar Cr (IV) dalam Limbah Industri* . Bogor: FMIPA IPB.
- Hardi Santosa. (2003). Perbaikan Tanah Ekspansif dengan Menggunakan Quicklime dan Abu Ampas Tebu. *Skripsi*. Surabaya : FT Universitas Kristen Petra
- Heru Setyawan, Gede Wibawa, dan Fadlilatul Taufani. (2006). *Pengembangan Proses Pembuatan Silika Gel dari Abu Ketel Pabrik Gula. Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. Surabaya : FT Institut Teknologi Sepuluh November.

- Hendayana, Sumar dkk. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi ke-1. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Ho, Y.S.; McKay, G.; *Pseudo-second order model for sorption processes*, Process Biochemistry, 1999, Vol. 34(5), 451–465.
- Iler, R.K., 1979. *Silica Gels and Powder*. Dalam Iler, R.K. (ed), New York: The Chemistry of Silica, 462-599
- Imami. W.N., 2008. *Sintesis Silika Gel dari Kaca dengan Menggunakan NaOH dan HCl*. Skripsi. Semarang: Jurusan Kimia. FMIPA. Universitas Diponegoro.
- IPCS INCHEM. 1984. *Paraquat and Diquat*. Geneva: World Health Organization
- Iswari, A.R., 2005. *Sintesis Silika Gel dari Abu Sekam Padi dengan Asam Klorida*. Skripsi. Semarang: Jurusan Kimia. FMIPA. Universitas Diponegoro.
- Ishizaki, K., Komareni, S., Nanko, M. 1998. *Porous Material: Process Technology and Applications*, London: Kluwer Academic Publisher.
- J.R., Day, R. A., dan A. L. Underwood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi ke-6. Jakarta: Erlangga.
- 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.
- Jalaludin, H. P., 2003. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi Menggunakan Natrium Karbonat dan Asam Sitrat*. Skripsi S-1, Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Johnson, W. M., and Maxwell, J. A., 1981. *Rock and Mineral Analysis*. Second Edition, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Kalapathy, U. Proctor, A. Schultz, J., 2002. Silicate Gel From Rice Hull Ash: Preparation and Characterization, *Cereal Chemistry*, 75:484–487.
- Khopkar, S. M., 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press.
- Kurniawati. W., dkk. 2003. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel Kering dari Abu Sekam Padi Menggunakan Natrium Hidroksida dan Asam Sitrat*. Skripsi S-1. Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Lestari, S.W. 2000. Optimasi Metode Analisis Kuantitatif dan Penerapannya pada Studi Desorpsi 1,1- Dimetil 4,4-Bipiridilium Dalam Tanah Gambut. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gajahmada Yogyakarta.
- Maria, D. 2009. *Pemanfaatan Silika Gel dari Abu Sekam Padi untuk Adsorpsi Zat Warna Direct Red 12B*. Skripsi S-1. Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Megasari, D. 2007. *Pengaruh Konsentrasi HCl pada Pembuatan Silika Gel dari Kaca*. Skripsi. Semarang: Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Diponegoro.

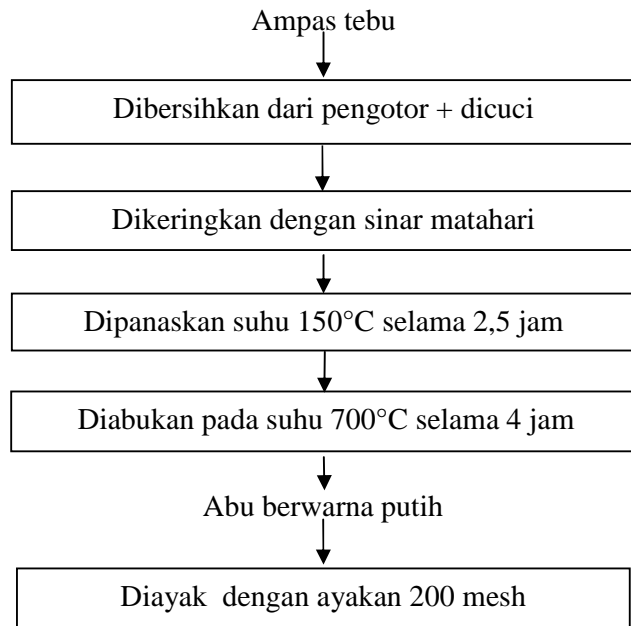
- Mehdi, S., Halimah, M., Nashriyah, M. And Ismail, B.S. 2009. *Adsorption and Desorption of Paraquat in Two Malaysian Agricultural Soils*. Malaysia: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Majors, R. E., Christian, G. D., and Reilly, J. E. (1989). *Solid and Liquid Phase Chromatography: Instrumental Analysis*. Second edition. Massachusetts : Allyn and Bacon, Inc.
- Niken Dewi Sari Astuti. 2009. *Sintesis Hibrida Sulfonat Silika Melalui Oksidasi Hibrida Merkaptosilika Untuk Adsorpsi Cd(II) Dan Ca(II)*. Skripsi. Yogyakarta : FMIPA UGM.
- Noor Alfisyah. (2009). *Adsorpsi Herbisida Paraquat Oleh Tanah Dystrandept, Palfudult, dan Psamment Pada Berbagai Konsentrasi NaCL dan MgCL*. Tugas PKL. Banjarbaru : FT Universitas Lambung Mangkurat.
- Nuryono. 2003. *Sintesis Silika Gel Terenkapsulasi Enzim dari Abu Sekam Padi Dan Aplikasinya Untuk Biosensor*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- Nuryono dan Narsito. 2005. *Sintesis Bahan Hibrida Amino Silika dari Abu Sekam Padi Melalui Proses Sol Gel*. Yogyakarta: FMIPA UGM.
- Onggo, H., Indarti, H., dan Marto Sudiryo, S., 1998. *Suhu Optimal Pengarangan dan Pembakaran Sekam Padi*. Bogor: FMIPA IPB.
- Oscik. (1982). *Adsorption*. England : Ellis Horwood Limited.
- Rakhma, Widiyani. 2009. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi pada Berbagai Variasi pH dengan Metode Modifikasi Sol – Gel*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Rohman, A., 1996. *Pembuatan Silika Gel untuk Kromatografi Lapis Tipis dari Botol Bekas*. Surabaya: Lembaga Penelitian universitas Airlangga.
- Sangeeta, D. dan Lagaff, J. R. (2004). *Inorganic Material's Chemistry Desk Reference*. ed. 2. New York : CRC press.
- Sastrohamidjojo H, 2001, *Spektroskopi*, Liberty, Yogyakarta, cetakan kedua
- 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
- Sriyanti, Narsito dan Nuryono, 2004, *Sintesis dan karakterisasi Silika Gel Merkaptopropil Trimetoksisilan*, Semarang: Seminar Nasional MIPA, FMIPA Universitas Diponegoro
- Storck, S., Bretinger, H., and Maier, W.F. (1998). *Appl. Catal. A: Gen.* 174:137-146.
- Taro Saito. 1996. *Buku Teks Kimia Anorganik Online*. Jepang: Universitas Kanagawa.
- Tan, K.H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.

- Tri Suharsih. 2004. *Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat dan Asam Klorida Dalam Pembuatan Silika gel dari Abu Sekam Padi Terhadap Karakterisasi Hasil*. Skripsi. Yogyakarta:FMIPA UGM.
- Viart, N., Rehspringer, J.L. 1994. Study Of Formtion Mechanism Of Sol-Gel Silica, *Journal of Non-Crystalline Solids*, France: Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg, 23, rue du Loess, 67037 Strasbourg cedex
- Young-Kwon Oh, et al. 2006. Synthesis of Super-hydrophilic Mesoporous Silica via a Sulfonation Route. *J. Ind. Eng. Chem.* 911-917.

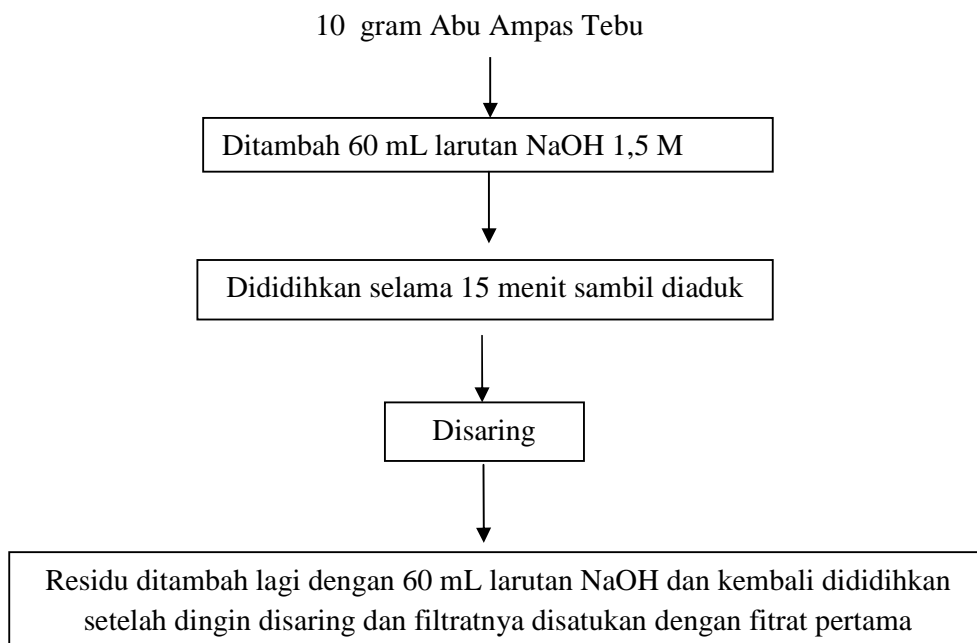
LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja

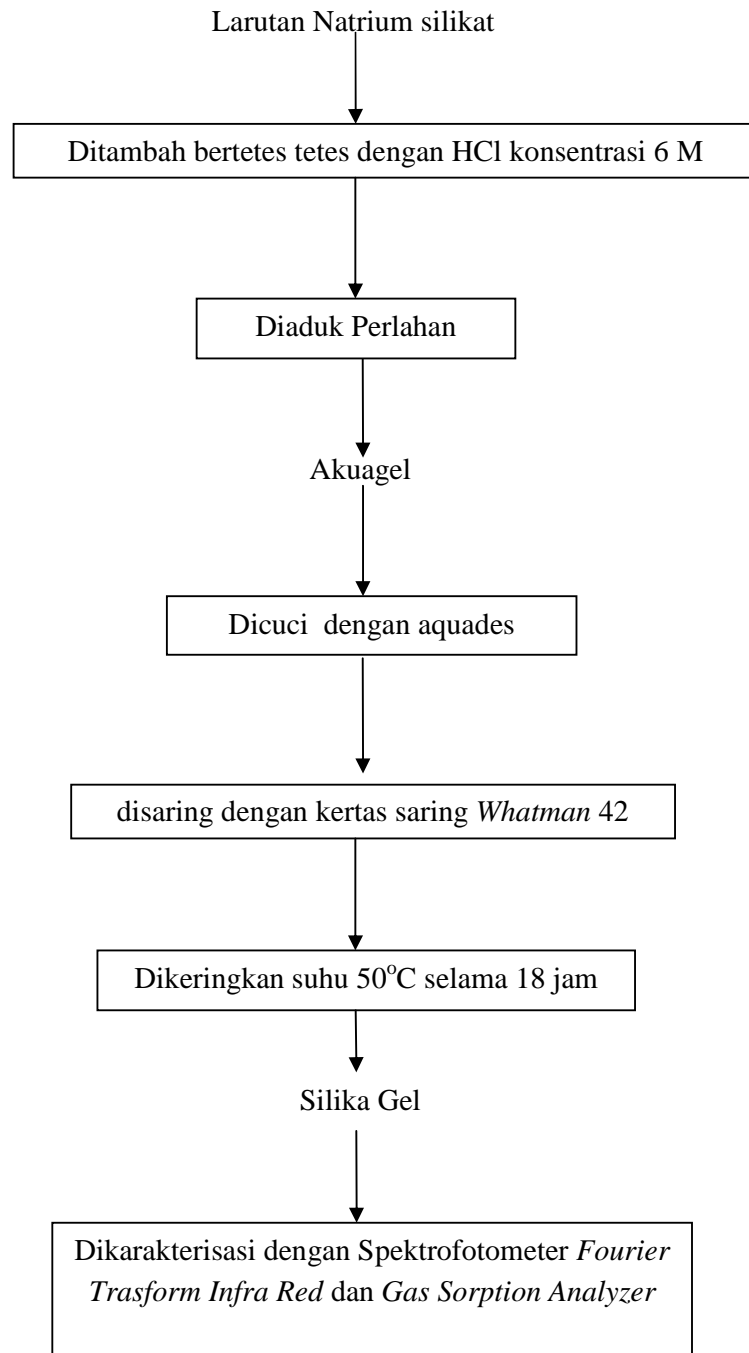
1. Pembuatan Abu Ampas Tebu



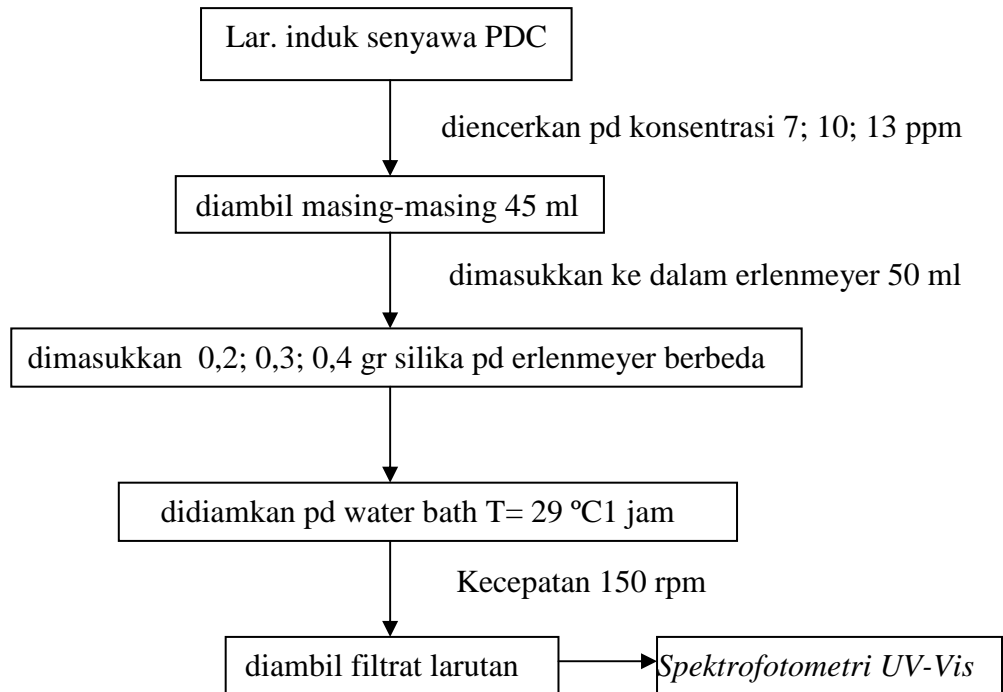
2. Pelarutan Abu Ampas Tebu Menjadi Larutan Natrium Silikat



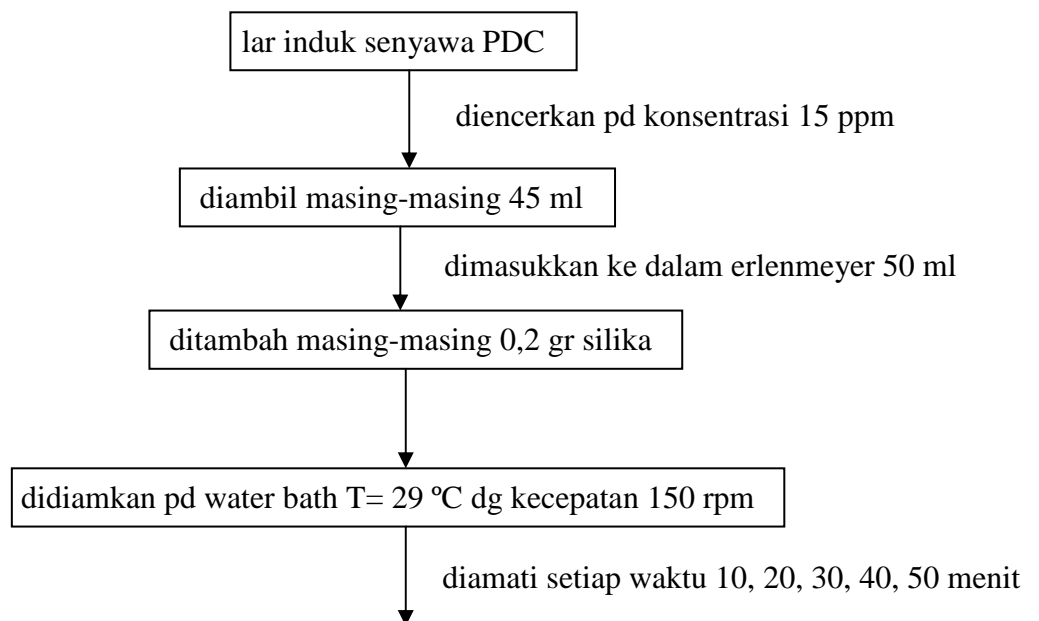
3. Pembuatan Silika Gel

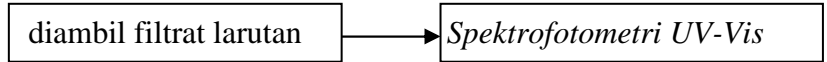


4. Adsorpsi Untuk Mengetahui Pengaruh Konsentrasi Awal

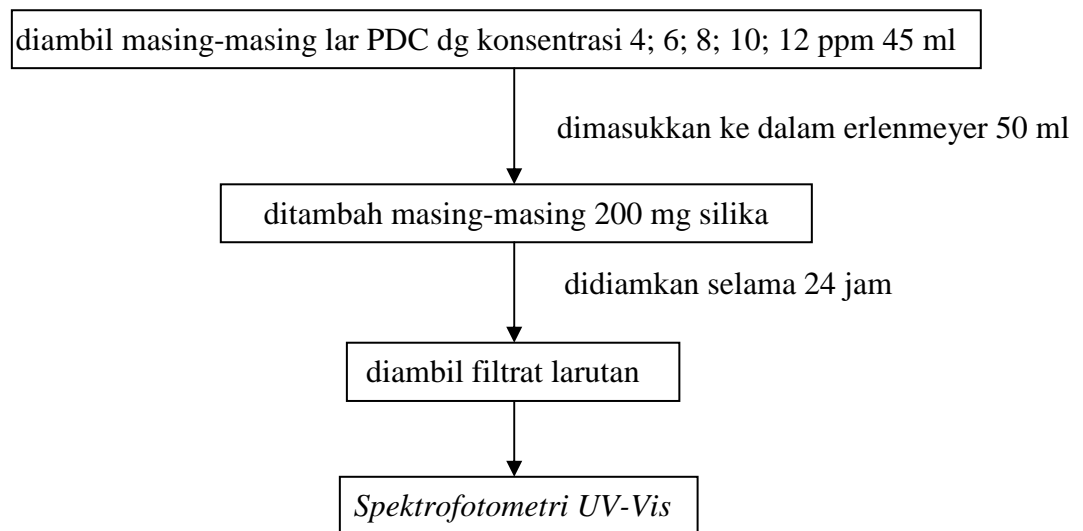


5. Adsorpsi Untuk Menentukan Kinetika Kimia





6. Adsorpsi Untuk Menentukan Kesetimbangan Isotermis Adsorpsi

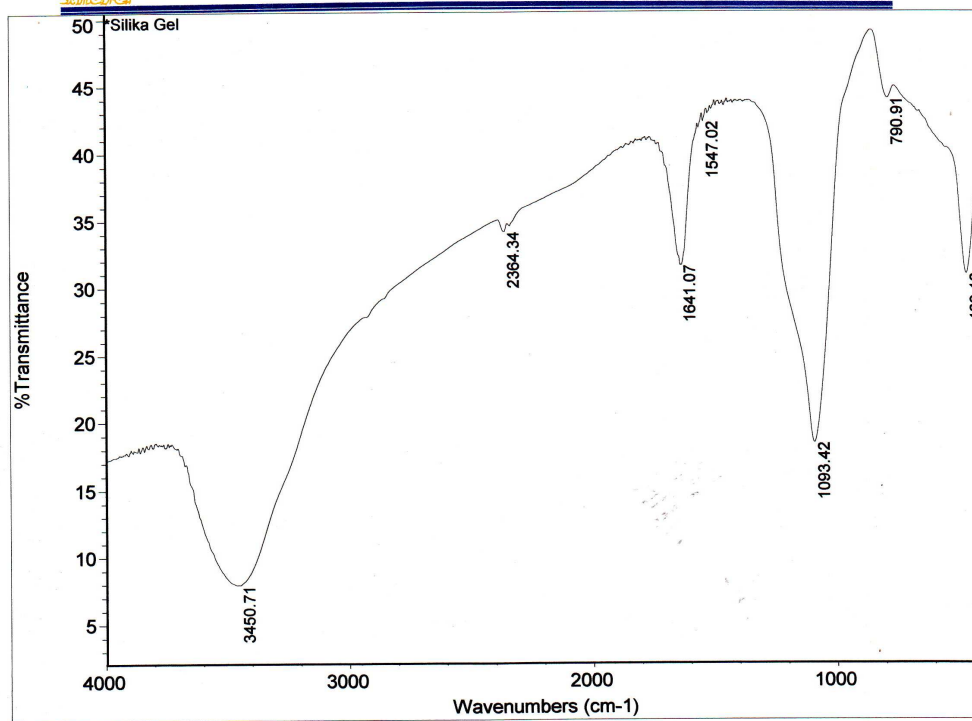


Lampiran 2. Spektra FT-IR silika gel hasil sintesis dengan metode sol-gel



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU

Jl. Kaliurang Km.14,4 Yogyakarta Telp. (0274) 895920 ext. 3044 fax (0274) 896439 ext. 3020



Wed Aug 10 09:52:08 2011 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *Silika Gel
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 50.112
 Sensitivity: 70

Position:	Intensity:
3450.71	7.901
1093.42	18.339
469.12	30.893
1641.07	31.523
2364.34	34.112
1547.02	42.239
790.91	43.995

Lampiran 3. Hasil analisis dengan GSA (silika gel)

Isotherm Data					
Relative Pressure	Volume [cc/g]	Relative Pressure	Volume [cc/g]	Relative Pressure	Volume [cc/g]
6.41720e-02	9.4990	7.00180e-01	22.0164	8.01623e-01	27.9059
7.78880e-02	9.8818	7.48789e-01	23.8231	7.48378e-01	24.5889
9.63250e-02	10.3300	7.98997e-01	26.3383	6.98107e-01	22.5227
1.20969e-01	10.8580	8.46608e-01	29.8585	6.53299e-01	21.1344
1.46271e-01	11.3484	8.71159e-01	32.8113	6.02758e-01	19.8108
1.71864e-01	11.8063	8.95329e-01	37.0225	5.49896e-01	18.5971
1.97435e-01	12.2405	9.21000e-01	45.2216	4.99228e-01	17.5513
2.22702e-01	12.6491	9.45106e-01	59.5499	4.49154e-01	16.6071
2.48287e-01	13.0551	9.60188e-01	70.7135	3.87729e-01	15.5259
2.72060e-01	13.4260	9.70280e-01	77.5929	3.50458e-01	14.8959
2.97462e-01	13.8235	9.80161e-01	86.4433	2.96053e-01	13.9918
3.49114e-01	14.6288	9.90161e-01	103.6460	2.45265e-01	13.1432
3.98755e-01	15.4242	9.54533e-01	92.3045	1.94937e-01	12.2745
4.48595e-01	16.2625	9.29853e-01	81.6075	1.54878e-01	11.5314
4.96871e-01	17.1250	9.04679e-01	68.6946	9.98500e-02	10.3625
5.47603e-01	18.1228	8.79808e-01	47.1160	5.17580e-02	8.9999
5.96693e-01	19.1947	8.54350e-01	36.4370		
6.45570e-01	20.3978	8.28864e-01	30.9360		

Multi-Point BET Data					
Relative Pressure [P/Po]	Volume@STP [cc/g]	1 / [W((Po/P) - 1)]	Relative Pressure [P/Po]	Volume@STP [cc/g]	1 / [W((Po/P) - 1)]
6.41720e-02	9.4990	5.7760e+00	1.97435e-01	12.2405	1.6080e+01
7.78880e-02	9.8818	6.8391e+00	2.22702e-01	12.6491	1.8123e+01
9.63250e-02	10.3300	8.2561e+00	2.48287e-01	13.0551	2.0243e+01
1.20969e-01	10.8580	1.0141e+01	2.72060e-01	13.4260	2.2273e+01
1.46271e-01	11.3484	1.2080e+01	2.97462e-01	13.8235	2.4507e+01
1.71864e-01	11.8063	1.4064e+01			

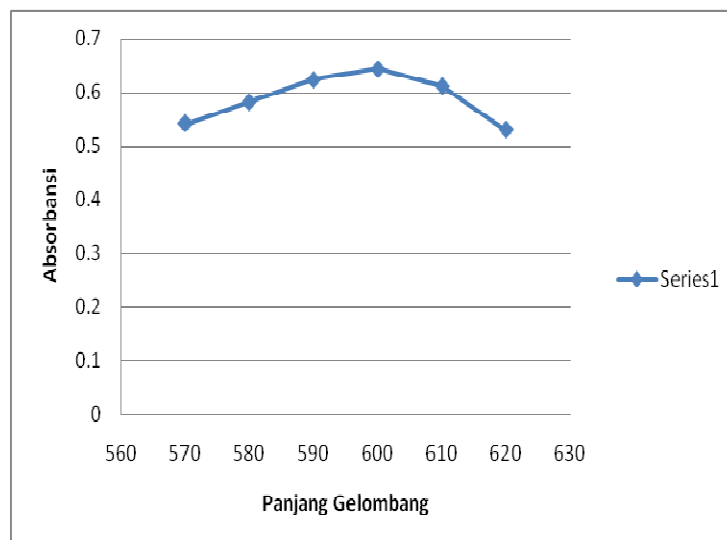
BET summary	
Slope =	79.677
Intercept =	5.242e-01
Correlation coefficient, r =	0.999744
C constant =	152.996
Surface Area =	43.422 m ² /g

BJH Pore Size Distribution Adsorption Data							
Radius [Å]	Pore Volume [cc/g]	Pore Surf Area [m ² /g]	dV(r) [cc/Å/g]	dS(r) [m ² /Å/g]	dV(logr) [cc/g]	dS(logr) [cc/g]	
15.2327	1.0510e-03	1.3799e+00	6.3477e-04	8.3343e-01	2.2242e-02	2.9203e+01	
17.0071	2.1652e-03	2.6902e+00	5.8859e-04	6.9217e-01	2.3025e-02	2.7077e+01	
19.0160	3.3102e-03	3.8944e+00	5.3886e-04	5.6675e-01	2.3570e-02	2.4790e+01	
21.4018	4.6699e-03	5.1651e+00	5.1373e-04	4.8008e-01	2.5284e-02	2.3628e+01	
24.2825	6.1457e-03	6.3806e+00	4.7387e-04	3.9030e-01	2.6459e-02	2.1792e+01	
27.7728	7.8118e-03	7.5804e+00	4.3092e-04	3.1032e-01	2.7512e-02	1.9813e+01	
32.5430	1.0143e-02	9.0134e+00	4.1093e-04	2.5254e-01	3.0714e-02	1.8876e+01	
38.8622	1.2853e-02	1.0408e+01	3.8911e-04	2.0025e-01	3.4726e-02	1.7871e+01	
47.5914	1.6835e-02	1.2081e+01	3.7943e-04	1.5945e-01	4.1410e-02	1.7402e+01	
60.8062	2.2703e-02	1.4011e+01	3.6822e-04	1.2111e-01	5.1259e-02	1.6860e+01	
75.0795	2.7956e-02	1.5411e+01	4.1653e-04	1.1096e-01	7.1839e-02	1.9137e+01	
90.3738	3.5597e-02	1.7102e+01	4.2503e-04	9.4060e-02	8.8153e-02	1.9509e+01	
114.7367	5.0771e-02	1.9747e+01	4.9351e-04	8.6024e-02	1.2960e-01	2.2590e+01	
157.2906	7.6928e-02	2.3073e+01	4.8118e-04	6.1183e-02	1.7252e-01	2.1937e+01	
217.9003	9.6681e-02	2.4886e+01	2.9544e-04	2.7117e-02	1.4706e-01	1.3498e+01	
292.4150	1.0851e-01	2.5694e+01	1.4390e-04	9.8422e-03	9.6248e-02	6.5830e+00	
413.8905	1.2334e-01	2.6411e+01	9.2273e-05	4.4588e-03	8.6821e-02	4.1953e+00	
739.2112	1.5130e-01	2.7168e+01	5.7082e-05	1.5444e-03	9.3492e-02	2.5295e+00	

BJH adsorption summary	
Surface Area =	27.168 m ² /g
Pore Volume =	0.151 cc/g
Pore Radius Dv(r) =	15.233 Å

Lampiran 4. Penentuan panjang gelombang maksimal paraquat diklorida

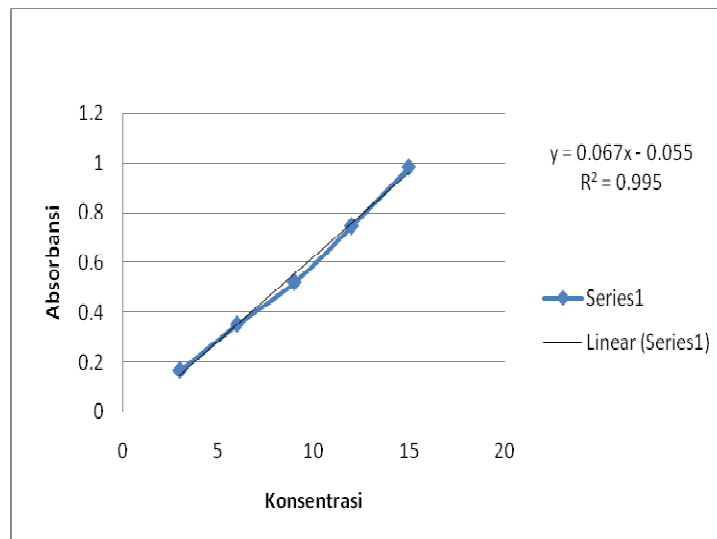
Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	Absorbansi
570	0,542
580	0,582
590	0,624
<u>600</u>	<u>0,644</u>
610	0,612
620	0,530



Grafik hubungan absorbansi dan Panjang Gelombang

Lampiran 5. Kurva Standar Paraquat diklorida

ppm	Abs
3	0,166
6	0,352
9	0,522
12	0,748
15	0,985



Grafik Hubungan Absorbansi dengan Konsentrasi Paraquat diklorida

Lampiran 6. Uji Aktifitas silika gel Terhadap Paraquat diklorida

1. Data pengaruh konsentrasi awal dan berat adsorben

C awal (ppm)	Absorbansi (ppm)		
	0,2 gr	0,3 gr	0,4 gr
7	0,046	0,059	0,064
10	0,058	0,063	0,069
13	0,069	0,078	0,100

C awal (ppm)	Konsentrasi PDC (ppm)		
	0,2 gr	0,3 gr	0,4 gr
7	1,507	1,628	1,776
10	1,687	1,761	1,850
13	1,850	1,985	2,313

2. Data Penentuan Model Kinetika Adsorpsi

Tabel hubungan konsentrasi dengan waktu

No	Waktu (menit)	Absorbansi (ppm)	Konsentrasi PDC (ppm)
1	10	0,030	1,268
2	20	0,028	1,228
3	30	0,020	1,119
4	40	0,016	1,059
5	50	0,014	1,029

Tabel hubungan waktu dengan $\ln C_z/C_{z_0}$ PDC

No	Waktu (menit)	$\ln (C_z/C_{z_0})$ PDC
1	10	-2,470
2	20	-2,502
3	30	-2,595
4	40	-2,650
5	50	-2,679

Tabel data hubungan waktu dengan 1/Cz PDC

No	T (menit)	1/Cz PDC
1	10	0,788
2	20	0,814
3	30	0,893
4	40	0,944
5	50	0,971

3. Data Penentuan Model Adsorpsi Isotermis Keseimbangan

No	C awal (ppm)	Absorbansi (ppm)	Konsentrasi PDC (ppm)
1	4	0,041	1,432
2	6	0,047	1,522
3	8	0,067	1,820
4	10	0,076	1,995
5	12	0,089	2,149

a. Kurva isotherm adsorpsi Langmuir

No	C awal, ppm	Ce, ppm	qe mg/g	1/qe	1/Ce
1	4	1,432	0,5778	1,7307	0,6983
2	6	1,522	1,0075	0,9925	0,6570
3	8	1,820	1,3905	0,7191	0,5494
4	10	1,995	1,8011	0,5552	0,5012
5	12	2,149	2,2164	0,4511	0,4653

b. Kurva isotherm adsorpsi Freundlich

No	C awal,	qe mg/g	Ce,ppm	ln qe	ln Ce
1	4	0,5778	1,432	-0,5485	0,3590
2	6	1,0075	1,522	0,0074	0,4200
3	8	1,3905	1,820	0,3296	0,5988
4	10	1,8011	1,995	0,5883	0,6906
5	12	2,2164	2,149	0,7958	0,7650

Lampiran 7. Perhitungan Data

1. Penentuan Kinetika

Paraquat Orde Satu

$$\frac{dC_z}{C_z} = k \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{C_z}{C_{z0}} = kt$$

Paraquat Orde Dua

$$\frac{dC_z}{dt} = k C_z^2$$

$$\frac{dC_z}{dC_z^2} = k \int dt$$

$$\frac{1}{C_{zt}} = \frac{1}{C_{z0}} + kt$$

$$kt = \frac{1}{C_{zt}} - \frac{1}{C_{z0}}$$

2. Penentuan Model Adsorpsi Isotermis Keseimbangan

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}$$

dimana, q_e = paraquat terjerap tiap satuan berat silika gel (mg/g), C_0 = konsentrasi awal (mg/L), C_e = konsentrasi paraquat (mg/L), V = Volume (L), m = berat adsorben (mg).

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}$$

$$\begin{aligned} q_e &= \frac{(4 - 1,432) \cdot 45}{200} \\ &= 0,5778 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Gambar Sampel, Alat dan Contoh Hasil Penelitian



Gambar 1. Penyaringan abu bagasse



Gambar 2. Water batch shaker



Gambar 3. Ayakan 100-250 mesh



Gambar 4. Sampel hasil ayakan



Gambar 5. Pipet mikro



Gambar 6. Spektrofotometer Uv-Vis