

**SINTESIS SILIKA GEL DARI ABU DASAR BATUBARA
DAN UJI ADSORPSI TERHADAP *RHODAMIN B***

**Skripsi
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1
Program Studi Kimia**



**Diajukan Oleh :
ANIS NUR'AINI
07630032**

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



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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 : Anis Nur'aini

NIM : 07630032

Judul Skripsi : **Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara dan Uji Adsorpsi Terhadap Rhodamin B**

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 dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 7 Agustus 2012

Pembimbing

Khamidinal, M. Si

NIP. 19691104 200003 1 002



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 : Anis Nur'aini

NIM : 07630032

Judul Skripsi : **Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara dan Uji Adsorpsi Terhadap Rhodamin B**

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.

Wassalamu`alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 5 September 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 : Anis Nur'aini

NIM : 07630032

Judul Skripsi : **Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara dan Uji Adsorpsi Terhadap Rhodamin B**

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.

Wassalamu`alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 5 September 2012
Konsultan

Endaruji Sedyadi, S.Si

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anis Nur'aini
NIM : 07630032
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul:

SINTESIS SILIKA GEL DARI ABU DASAR BATUBARA DAN UJI ADSORPSI TERHADAP *RHODAMIN B*

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, 7 Agustus 2012



Anis Nur'aini

NIM. 07630032



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3024/2012

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Sintesis Silika Gel Dari Abu Dasar Batubara Dan Uji Adsorpsi Terhadap *Rhodamin B*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Anis Nur'aini

NIM : 07630032

Telah dimunaqasyahkan pada : 27 Agustus 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

Endaruji Sedyadi, M.Sc

Penguji II

Pedy Artsanti, M.Sc

Yogyakarta, 20 September 2012

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D

NIP. 19580919 198603 1 002

MOTTO

“...Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka
mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri...”

(Ar-Ra'd : 11)

Sukses berjalan dari satu kegagalan ke kegagalan yang lain, tanpa kita
kehilangan semangat

(Abraham Lincoln)

Kegagalan bukan berarti kalah tetapi awal untuk menyongsong kemenangan

(Anis Nur'aini)

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Puji syukur kehadirat Allah SWT
Yang Maha Pengasih dan Penyayang
Kupersembahkan karya kecilku ini untuk :
Bapak dan ibuku tercinta, untuk cita-citanya 5 tahun yang lalu,
akhirnya aku bisa mewujudkannya...
Adik-adikku tersayang
Segenap keluarga besarku*

*Almamaterku Tercinta
Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW, keluarga, para sahabat, dan seluruh umatnya.

Skripsi dengan judul “ **Sintesis Silika Gel dari Abu Dasar Batubara dan Uji Adsorpsi Terhadap *Rhodamin B*** ”, disusun sebagai syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik tentunya tidak lepas dari semua pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, saran, dan nasehat. Untuk itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech., selaku dosen pembimbing akademik dan Ketua Prodi Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang telah membimbing dan memberikan masukan disetiap kesempatan.
3. Bapak Khamidinal, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, bimbingan yang sangat bermanfaat selama penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Wijayanto, S.Si., Indra Nafiyanto, S.Si., dan Isni Gustanti, S.Si., selaku laboran Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yang selalu membantu dan mengarahkan selama melakukan penelitian.
6. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmunya kepada penyusun dengan sabar dan ikhlas.

7. Pabrik Spiritus Madukismo Yogyakarta, yang telah memberikan kontribusi berupa sampel sehingga dapat memperlancar dalam penelitian skripsi ini.
8. Orang tuaku tercinta Bapak Mardi dan Ibu Marginingsih. Terima kasih yang setulus-tulusnya atas kasih sayang, cinta, doa, bimbingan, semangat dan pengorbanan yang telah engkau berikan untuk penyusun. Adik-adikku tersayang Malik Abdul Azis dan Muhammad Nur Mahmudi, yang selalu memberikan semangat dan keceriaan. Kalian adalah penyemangat dalam hidupku.
9. Teman seperjuangan dan teman mainku, Wati, Nisfi, Muren dan Lia. Terima kasih banyak atas bantuan, motivasi, canda tawa, *sharing* dan kebersamaan kita selama 4 tahun ini.
10. Teman-teman kos Aulia 2 : Beta, mba Fatma, Luluk, Umi, Erin, Azizah, Shifa, Qiqi, bu Ari dan dik Nurul. Terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, dan segala pengertian kalian untuk menjadi tempat berkeluh kesah selama di kos.
11. Mb Brong, Umrot, Iim, mas Kholis, Rusdi, Sri, dll, yang telah memberikan motivasi dan bantuan selama penyusunan skripsi, sehingga dapat memperlancar dalam penyusunan skripsi ini.
12. Edi, Dani, Bang Ichsan, semua teman-temanku Program Studi Kimia angkatan 2007, kakak angkatan dan adik angkatan. Terima kasih atas *sharing*, kebersamaan, canda tawa dan perjuangan selama kuliah dan penelitian.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya penyusun tidak lepas dari keterbatasan ilmu dan pengetahuan, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penyusun dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 25 Mei 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan Teori	7
1. Abu Dasar Batubara.....	7
2. Silika Gel	8
3. Proses Sol-Gel	10
4. <i>Rhodamin B</i>	12
5. Adsorpsi	13
a. Isoterm Langmuir	14

b. Isoterm Freundlich	15
6. Kinetika Reaksi	16
7. Spektrofotometer Sinar Ultraviolet dan Tampak (UV-Vis)...	16
8. Spektrofotometer Inframerah	19
9. Difraksi Sinar-X	21
C. Hipotesis	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Alat dan Bahan	24
1. Alat	24
2. Bahan	25
C. Prosedur Penelitian	25
1. Pengabuan dan Pencucian Abu Dasar Batubara.....	25
2. Pembuatan Larutan Natrium Silikat ($\text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{aq})$).....	25
3. Sintesis Silika Gel.....	26
4. Karakterisasi Silika Gel Hasil Sintesis	26
a. Spektrofotometri inframerah (FT-IR)	26
b. Difraksi sinar-X (XRD).....	27
5. Kajian Adsorpsi Silika Gel Terhadap <i>Rhodamin B</i>	27
a. Pembuatan larutan induk <i>rhodamin B</i>	27
b. Penentuan panjang gelombang maksimum <i>rhodamin B</i>	27
c. Pembuatan kurva standar <i>rhodamin B</i>	27
d. Variasi pH adsorbat.....	28
e. Variasi waktu kontak adsorpsi.....	28
f. Variasi konsentrasi adsorbat.....	28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	30
A. Pengabuan dan Pencucian Abu Dasar Batubara	30
B. Sintesis Silika Gel	31
C. Karakterisasi Silika Gel Hasil Sintesis	33
1. Spektrofotometer Inframerah (FT-IR)	33

2. Difraktometer Sinar-X (XRD)	36
D. Kajian Adsorpsi Silika Gel Terhadap <i>Rhodamin B</i>	38
1. Pengaruh Variasi pH Adsorbat	38
2. Pengaruh Variasi Waktu Kontak Adsorpsi	39
a. Pseudo orde satu	40
b. Pseudo orde dua	41
3. Pengaruh Variasi Konsentrasi Adsorbat	42
a. Isoterm Langmuir	44
b. Isoterm Freundlich	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN – LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi Kimia dalam Abu Dasar Batubara	8
Tabel 2.2. Interpretasi Spektra Inframerah Silika Gel Keiselgel 60 G	21
Tabel 2.3. JCPDS untuk SiO ₂	23
Tabel 4.1. Interpretasi Spektra Inframerah Silika Gel Hasil Sintesis Sebelum dan Sesudah Adsorpsi	34
Tabel 4.2. Parameter Kinetika Reaksi pada Adsorpsi <i>Rhodamin B</i> oleh Silika Gel	41
Tabel 4.3. Isoterm Langmuir dan Freundlich pada Adsorpsi <i>Rhodamin B</i> oleh Silika Gel	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur Silika Gel.....	8
Gambar 2.2. Reaksi Polimerisasi Asam Silikat.....	9
Gambar 2.3. Struktur <i>Rhodamin B</i>	12
Gambar 2.4. Diagram Spektrofotometer UV-Vis.....	17
Gambar 2.5. Skema Spektrofotometer Inframerah.....	20
Gambar 2.6. Spektra Inframerah Silika Gel Keiselgel 60 G.....	21
Gambar 2.7. Difraksi Sinar-X	22
Gambar 4.1. (a) Spektra Inframerah untuk Silika Gel Kieselgel 60 G (b) Silika Gel Abu Dasar Batubara Sebelum Adsorpsi Terhadap <i>Rhodamin B</i> dan (c) Silika Gel Setelah Adsorpsi Terhadap <i>Rhodamin B</i>	34
Gambar 4.2. Pola Difraktogram Silika Gel dari Abu Dasar Batubara.....	36
Gambar 4.3. Grafik Variasi pH Adsorbat pada Adsorpsi <i>Rhodamin B</i>	38
Gambar 4.4. Grafik Variasi Waktu Kontak pada Adsorpsi <i>Rhodamin B</i>	39
Gambar 4.5. Grafik Pseudo Orde Satu	41
Gambar 4.6. Grafik Pseudo Orde Dua	41
Gambar 4.7. Grafik Variasi Konsentrasi pada Adsorpsi <i>Rhodamin B</i>	43
Gambar 4.8. Grafik Isoterm Langmuir pada Adsorpsi Adsorpsi <i>Rhodamin B</i>	44
Gambar 4.9. Grafik Isoterm Freundlich pada Adsorpsi <i>Rhodamin B</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum <i>Rhodamin B</i>	52
Lampiran 2. Pengukuran Kurva Standar <i>Rhodamin B</i>	53
Lampiran 3. Pengaruh Variasi pH Adsorbat	54
Lampiran 4. Pengaruh Variasi Waktu Kontak Adsorpsi	55
Lampiran 5. Pengaruh Variasi Konsentrasi Adsorbat	56
Lampiran 6. Penentuan Orde Reaksi	57
Lampiran 7. Isoterm Adsorpsi <i>Rhodamin B</i> Oleh Silika Gel	60
Lampiran 8. Spektra Inframerah Silika Gel Keisegel 60 G.....	64
Lampiran 9. Spektra Inframerah Silika Gel dari Abu Dasar Batubara.....	65
Lampiran 10. Spektra Inframerah Silika Gel Teradsorpsi <i>Rhodamin B</i>	66
Lampiran 11. Data Hasil Analisis Silika gel dengan Difraktometer Sinar-X.....	67
Lampiran 12. <i>JCPDS</i> SiO ₂	71
Lampiran 13. <i>JCPDS</i> NaCl	72
Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian	73

ABSTRAK
SINTESIS SILIKA GEL DARI ABU DASAR BATUBARA
DAN UJI ADSORPSI TERHADAP *RHODAMIN B*

Oleh:
Anis Nur'aini
07630032

Dosen Pembimbing : Khamidinal, M.Si

Telah dilakukan penelitian sintesis silika gel dari abu dasar batubara dan uji adsorpsi terhadap *rhodamin B*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter silika gel hasil sintesis dan kajian aplikasinya untuk adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B* meliputi variasi pH adsorbat, waktu kontak adsorpsi, dan konsentrasi adsorbat.

Sintesis silika gel melalui metode sol-gel meliputi dua tahap yaitu: pembentukan larutan natrium silikat dan pembentukan gel melalui penambahan asam pada larutan natrium silikat. Hasil sintesis silika gel dari abu dasar batubara dibandingkan dengan silika gel pembanding yaitu Kieselgel 60 buatan *E-Merck*. Karakterisasi gugus fungsional menggunakan Spektrofotometer FT-IR dan kristalinitas menggunakan Difraktometer Sinar-X (XRD). Kajian adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B* dilakukan pada pH adsorbat yaitu 2, 3, 4, 5, 6 dan 7, variasi waktu kontak adsorpsi yaitu 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit, dan variasi konsentrasi adsorbat yaitu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 mg/L.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis silika gel dari abu dasar batubara dengan metode sol-gel menghasilkan silika gel yang mempunyai kemiripan dengan Kieselgel 60 G buatan *E-Merck*. Hal ini dibuktikan dengan karakterisasi *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) yang menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis memiliki serapan pada bilangan $3451,28\text{ cm}^{-1}$ untuk gugus silanol (Si-OH) dan $1012,40\text{ cm}^{-1}$ untuk gugus siloksan (Si-O-Si). Hasil karakterisasi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis mempunyai struktur amorf. Kondisi optimum adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B* terjadi pada pH 2, waktu kontak adsorpsi 30 menit dan konsentrasi adsorbat 10 mg/L. Adsorpsi *rhodamin B* oleh silika gel cenderung mengikuti pola isoterm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi (n) yaitu $2,814 \times 10^{-3}$ mol/L dan konstanta Freundlich (K) yaitu $3,695 \times 10^{-7}$ mol/g. Orde reaksi pada adsorpsi *rhodamin B* oleh silika gel cenderung mengikuti pseudo orde dua dengan nilai konstanta laju reaksi (k) yaitu $-0,325$ (g/mg min) dan kapasitas adsorpsi (qe) yaitu 0,435 mg/g.

Kata kunci : Abu dasar batubara, silika gel, adsorpsi, *rhodamin B*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Perkembangan yang pesat menimbulkan masalah bagi lingkungan terutama masalah yang diakibatkan oleh limbah cair pewarnaan. Limbah cair tersebut mengandung bahan-bahan yang beracun dan berbahaya. Keberadaan limbah cair dalam perairan dapat menghalangi sinar matahari menembus lingkungan akuatik, sehingga mengganggu proses biologis yang terjadi di dalamnya (Krim dkk, 2006).

Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Sebagian besar industri tekstil menggunakan bahan pewarna yang beraneka ragam, biasanya tidak terdiri dari satu jenis zat warna (Wijaya dkk, 2006). Salah satu zat warna sintetik yang digunakan dalam perindustrian adalah *rhodamin B*. Zat warna ini dapat menyebabkan iritasi dan kanker (zat karsinogenik). *Rhodamin B* dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada hati (Cahyadi, 2006).

Saat ini penanganan limbah tekstil menjadi sangat rumit dan memerlukan beberapa langkah sampai limbah tersebut aman dibuang ke lingkungan perairan (Wijaya dkk, 2006). Berbagai metode telah banyak dilakukan untuk menangani permasalahan ini khususnya bagi limbah zat warna. Metode penanganan tersebut

antara lain adalah koagulasi, penukar ion, dan ozonasi. Metode-metode tersebut membutuhkan biaya yang relatif tinggi dalam pengoperasiannya (Widhianti, 2010).

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi bahaya dari limbah zat warna adalah dengan adsorpsi. Adsorpsi merupakan metode yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah cair (Kartika, 2009). Adsorpsi dengan adsorben merupakan metode efisien dan banyak dikembangkan. Bahan yang digunakan untuk mengolah limbah diharapkan murah dan mudah diperoleh (Munawaroh, 2012). Bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi adalah abu dasar batubara (Kartika, 2009).

Pabrik Spiritus Madukismo Yogyakarta merupakan sektor industri yang memanfaatkan batubara sebagai bahan bakar dalam pembuatan spiritus. Dalam proses pembakaran batubara pada suatu industri, dihasilkan limbah abu layang sebesar 80% dan limbah abu dasar sebesar 20% (Pratiwi, 2010). Abu dasar batubara kurang maksimal pemanfaatannya dibandingkan dengan abu layang. Abu dasar batubara hanya ditimbun di lahan yang kosong dalam jumlah yang banyak. Apabila tidak diolah lebih lanjut, hal ini dapat pula menimbulkan permasalahan bagi lingkungan (Kartika, 2009).

Abu batubara mengandung silika dan alumina sekitar 80% dengan sebagian silika berbentuk amorf. Besarnya kandungan silika dalam abu dasar batubara menyebabkan abu dasar batubara berpotensi sebagai bahan baku dalam pembuatan silika gel (Kumalasari, 2011). Oleh sebab itu, silika gel dari abu dasar batubara dapat digunakan sebagai adsorben zat warna *rhodamin B*. Dengan

metode adsorpsi ini, diharapkan zat warna dapat ditangani dengan lebih mudah dan aman bagi lingkungan.

B. Batasan Masalah

1. Abu dasar batubara yang digunakan berasal dari Pabrik Spiritus Madukismo Yogyakarta.
2. Metode yang digunakan dalam sintesis silika gel adalah metode sol-gel.
3. Jenis asam yang digunakan sebagai pembentuk gel adalah asam klorida.
4. Jenis zat warna yang digunakan adalah zat warna *rhodamin B*.
5. Karakterisasi gugus fungsional silika gel menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) dan kristalinitas silika gel menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD).
6. Kajian adsorpsi terhadap *rhodamin B* dilakukan pada pH adsorbat yaitu 2, 3, 4, 5, 6 dan 7, waktu kontak adsorpsi yaitu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit dan konsentrasi adsorbat yaitu 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 mg/L.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik silika gel hasil sintesis dari abu dasar batubara?
2. Berapa kondisi optimum adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B* yang meliputi variasi pH adsorbat, waktu kontak adsorpsi dan konsentrasi adsorbat?
3. Bagaimana pola isoterm adsorpsi dan orde reaksi pada adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B*?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik silika gel hasil sintesis dari abu dasar batubara.
2. Mengetahui kondisi optimum adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B* yang meliputi variasi pH adsorbat, waktu kontak adsorpsi dan konsentrasi adsorbat.
3. Mengetahui pola isoterm adsorpsi dan orde reaksi pada adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B*.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat di antaranya:

1. Bagi Mahasiswa
Memberikan informasi dan referensi tentang pemanfaatan abu dasar batubara sebagai bahan dasar pembuatan silika gel.
2. Bagi Akademik
Menambah referensi di bidang penelitian kimia khususnya tentang silika gel dari abu dasar batubara dan studi aplikasinya sebagai adsorben zat warna *rhodamin B*.
3. Bagi Masyarakat
Mengurangi masalah pembuangan limbah terhadap dampak lingkungan dan meningkatkan hasil sebuah produk bernilai lebih yang dapat dipublikasikan dan dikomersialkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang diperoleh dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sintesis silika gel dari abu dasar batubara dengan metode sol-gel menghasilkan silika gel yang mempunyai kemiripan dengan Kieselgel 60 G buatan *E-Merck*. Hal ini dibuktikan dengan karakterisasi *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) yang menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis memiliki serapan pada bilangan $3451,28\text{ cm}^{-1}$ untuk gugus silanol (Si-OH) dan $1012,40\text{ cm}^{-1}$ untuk gugus siloksan (Si-O-Si). Hasil karakterisasi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa silika gel hasil sintesis mempunyai struktur amorf.
2. Kondisi optimum adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B* terjadi pada pH 2, waktu kontak adsorpsi 30 menit dan konsentrasi adsorbat 10 mg/L.
3. Adsorpsi *rhodamin B* oleh silika gel cenderung mengikuti pola isotherm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi (n) yaitu $2,814 \times 10^{-3}\text{ mol/L}$ dan konstanta Freundlich (K) yaitu $3,695 \times 10^{-7}\text{ mol/g}$. Orde reaksi pada adsorpsi *rhodamin B* oleh silika gel cenderung mengikuti pseudo orde dua dengan nilai konstanta laju reaksi (k) yaitu $-0,325\text{ (g/mg min)}$ dan kapasitas adsorpsi (q_e) yaitu $0,435\text{ mg/g}$.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan asam yang berbeda dan metode yang lainnya.
2. Perlu dilakukan modifikasi lanjut tentang sintesis silika gel dari bahan dan sumber yang lain.
3. Perlu dilakukan kajian aplikasi silika gel sebagai adsorben pada zat warna yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhita, G.Y., 2008, *Studi Adsorpsi Ion Logam Ni (II) oleh Abu Dasar (Bottom Ash) Batubara*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM
- Apriana, D., 2011, *Pengaruh Merkaptobenzotiazol (MBT) Terhadap Kemampuan Adsorpsi Silika Gel Abu Baggase Pada Ion Logam Tembaga (II)*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY
- Atkins, P. W., 1999, *Kimia Fisika*, Jilid 1 Edisi ke Empat, Terjemahan Irma I Kartohadiprojo, 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.
- Budiati, A., 2009, *Sintesis Silika Gel dari Abu Sekam Padi dan Kajian Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Direct Copper Blue 2B (DCB)*, Tesis, Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM
- Cahyadi, W., 2006, *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*, Jakarta: Bumi Aksara
- Dewi, R., 2012, *Studi Adsorpsi Cr oleh Tongkol Jagung Teraktivasi Asam Sulfat*, Skripsi, Yogyakarta : Fak. Saintek UIN Sunan Kalijaga
- Fahrizal, 2008, *Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Biosorben Zat Warna Biru Metilena*, Skripsi, Bogor : Fakultas MIPA IPB
- Fessenden, R.J., dan Fessenden J.S., 1986, *Kimia Organik Jilid 1*, Edisi Ketiga, Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Jakarta : Erlangga
- Gandjar, I., dan Abdul R., 2007, *Kimia Farmasi Analisis*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Handayani, N., dan Nurul W., 2010, Adsorpsi Ammonium (NH_4^+) pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara Pt. Ipmomi Paiton dengan Metode Batch, *Prosiding Tugas Akhir Semester Ganjil 2009/2010*, Surabaya : Fak. MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Hermanus, Patrick A.Y, 2001, *Perilaku Penggunaan Bottom Ash Pada Campuran Aspal Beton*, Skripsi, Surabaya : Universitas Kristen Petra
- Indrawati, V., 2005, *Pengaruh Aktivator Asam Klorida (HCl) Terhadap Daya Adsorpsi Bentotit pada Rhodamin B*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY
- Kalapathy U, Proctor A., and Shultz J., 2000, A simple method for production of pure silica from rice hull ash, *Biores Technol*, 73:257-262
- Kartika, S., Atik Pujirahayu, dan Heri Widodo, 2009, Modifikasi Limbah Fly Ash Sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil Congo Red yang Ramah

- Lingkungan dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik, *Proposal Lolos PKMP Dikti*, Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Karuniasih, S., 2011, *Studi Adsorpsi Kitosan Hasil Optimasi Deasetilasi Pada Variasi Waktu Perendaman NaOH Terhadap Zat Warna Methylene Blue*, Skripsi, Yogyakarta : Fak. Saintek UIN Sunan Kalijaga
- Khopkar, S.M., 2003, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Jakarta : UI-Press
- Kim, S.F, 2004, Physicochemical and function properties of crawfish chitosan as affected by defferent processing protocols, *The Departemen of Food Science*, Loussana State University
- Krim, L., Sahmoune, N., and Goma, B., 2006, Kinetics of Chromium Sorption on Biomass Fungi from Aqueous Solution, *American Journal of Environmental Sciences*, 2(1): 31-36
- Kumalasari, H., 2011, *Sintesis Silika Gel dari Abu Layang Batubara dan Uji Adsorpsinya Terhadap Ion Logam Timbal (II)*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY
- Kurnia, Y., 2011, *Studi Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Abu Dasar Batubara PLTU Paiton*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM
- 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
- Maria, D., 2009, *Pemanfaatan Silika Gel dari Abu Sekam Padi untuk Adsorpsi Zat Warna Direct 12 B*, Tesis, Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM
- Mulja, M., dan Suharman, 1995, *Analisis Instrumental*, Surabaya : Airlangga University Press
- Munawaroh, I., 2012, *Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Adsorben Rhodamin B dan Metanil Yellow*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
- Nurjanto, P., 2011, *Sintesis Silika Gel dari Pelepah Pohon Salak Pondoh dengan Metode Sol-Gel Menggunakan NaOH dan HCl*, Skripsi, Yogyakarta : Fak. Saintek UIN Sunan Kalijaga
- Onggo, H., Indarti, H., dan Marto, S., 1998, *Suhu Optimal Pengarangan dan Pembakaran Sekam Padi*, Bogor : FMIPA IPB
- Oscik, 1982, *Adsorption*, England : Ellis Horwood Limited
- Pambudi, D., 2011, *Sintesis dan Karakterisasi Silika gel dari Abu Vulkanik Letusan Gunung Merapi dengan Metode Sol-gel*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY
- Pratiwi, L., Ita Ulfin, dan Nurul W., 2010, Adsorpsi Metilen Biru dengan Abu Dasar PT. Ipmomi Probolinggo Jawa Timur dengan Metode Kolom,

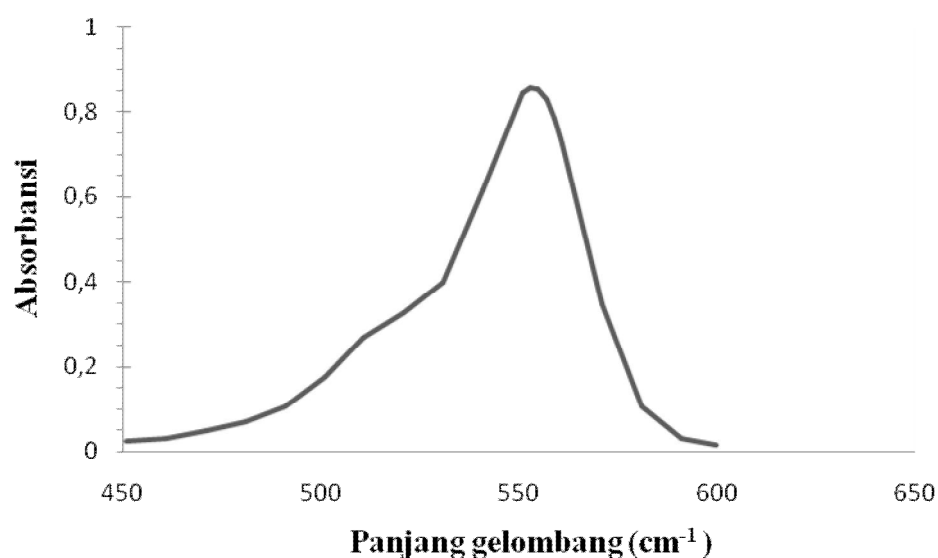
- Prosiding Skripsi Semester Genap 2009/2010*, Surabaya : Fak. MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Rusdi, M., 2012, *Preparasi Komposit Film TiO₂-Kitosan untuk Fotodegradasi Zat Warna MO (Methyl Orange)*, Skripsi, Yogyakarta : Fak. Saintek UIN Sunan Kalijaga
- Sag, Y., dan Aktay, Y., 2002, Kinetics Studies on Sorption of Cr (IV) and Cu (II) Ions by Chitin, Chitosan and Rhizopus Arrhizus, *Biochemical Engineering Journal*, 12, hal. 143-153
- Sastrohamidjojo, H., 1992, *Spektroskopi Inframerah*, Yogyakarta : Liberty
- Sastrohamidjojo, H., 2007, *Spektroskopi*, Yogyakarta : Liberty
- Scott, R. P. W., 1993, *Silika Gel and Bonded Phases*, Chicester: John Wiley and Son's Ltd
- Scubert, U., and Husing, N., 2000, *Synthesis of Inorganic Materials*, Weinheim : Wiley-VCH
- Setyoningsih, 2010, *Penggunaan Serat Daun Nanas Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Red MX 8B*, Skripsi, Surakarta : Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret
- Sukardjo, 1997, *Kimia Fisika*, Jakarta : Rineka Cipta
- Tan, K. H., 1982, *Dasar-dasar Kimia Tanah*, Terjemahan : DH Goenadi dan B. Radjaguguk, Yogyakarta : UGM Press
- Underwood, 2002, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Jakarta : Erlangga
- Widhianti, W., 2010, *Pembuatan Arang Aktif dari Biji Kapuk Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B*, Skripsi, Surabaya : Fakultas Saintek Universitas Airlangga
- Wijanarko, B., 2010, *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi dengan Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam Klorida*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY
- Wijaya, K., Eko S., Is Fatimah, Sri S., dan Diyan K., 2006, Utilisasi TiO₂ - Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red, *TEKNOIN*, Vol. 11 No.3, 199 – 209
- Wijayanti, R., 2009, *Arang Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas*, Bandung : IPB
- Widiastuti, N., dan Intan Permata Sari, 2009, *Adsorpsi Methylen Blue Dengan Abu Dasar PT. IPMOMI Probolinggo Jawa Timur Dan Zeolit Berkarbon*, Surabaya : Fak. MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Zuryati, U., 2005, *Pembuatan Silika Gel Abu Sekam Padi Menggunakan Asam Sitrat dan Asam Klorida Serta Karakterisasinya*, Skripsi, Yogyakarta : Fakultas MIPA UGM

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum *Rhodamin B*

Konsentrasi yang digunakan adalah 5 ppm, diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 450 – 600 nm. Hasil pengukuran absorbansinya yaitu :

No.	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi	No.	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
1.	451	0,024	11.	551	0,844
2.	461	0,032	12.	553	0,858
3.	471	0,048	13.	555	0,853
4.	481	0,071	14.	557	0,828
5.	491	0,105	15.	559	0,785
6.	501	0,175	16.	561	0,725
7.	511	0,269	17.	571	0,347
8.	521	0,326	18.	581	0,106
9.	531	0,399	19.	591	0,032
10.	541	0,614	20.	600	016

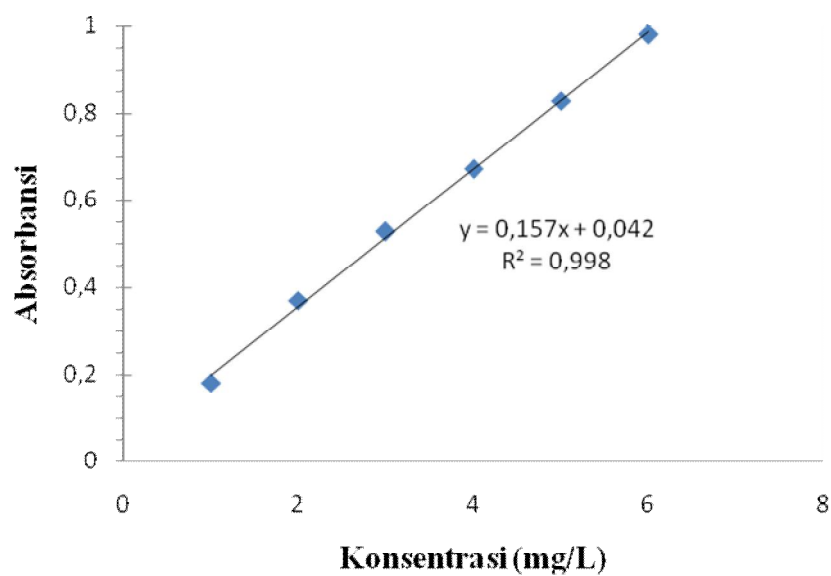


Gambar 1. Grafik Panjang Gelombang Optimum pada *Rhodamin B*

Lampiran 2. Pengukuran Kurva Standar *Rhodamin B*

Hasil pengukuran absorbansi dengan beberapa variasi konsentrasi diperoleh kurva standar *rhodamin B* sebagai berikut:

No.	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1.	1	0,182
2.	2	0,370
3.	3	0,528
4.	4	0,671
5.	5	0,829
6.	6	0,981



Gambar 2. Kurva Standar *Rhodamin B*

Lampiran 3. Pengaruh Variasi pH Adsorbat

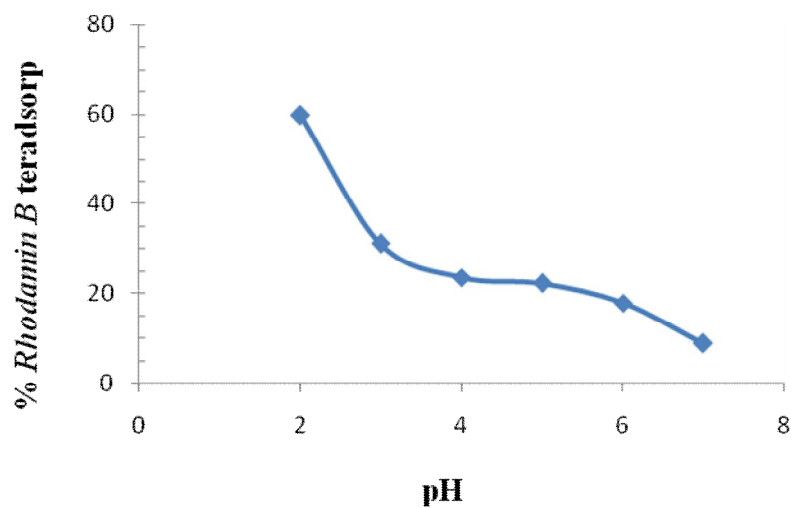
Berat Silika Gel : 50 mg

Volume *Rhodamin B* : 10 mL

Hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

pH	C awal RB (mg/L)	FP	Absorbansi	C akhir RB (mg/L)	C akhir total RB (mg/L)	C RB teradsorp (mg/L)	% RB teradsorp
2	10	10	0,105	0,401	4,013	5,987	59,87
3	10	10	0,150	0,688	6,879	3,121	31,21
4	10	10	0,162	0,764	7,643	2,357	23,57
5	10	10	0,164	0,777	7,771	2,229	22,29
6	10	10	0,171	0,822	8,217	1,783	17,83
7	10	10	0,185	0,911	9,108	0,892	8,92

FP : faktor pengenceran

Gambar 3. Grafik Variasi pH Adsorbat pada Adsorpsi *Rhodamin B*

Lampiran 4. Pengaruh Variasi Waktu Kontak Adsorpsi

Berat Silika Gel : 50 mg

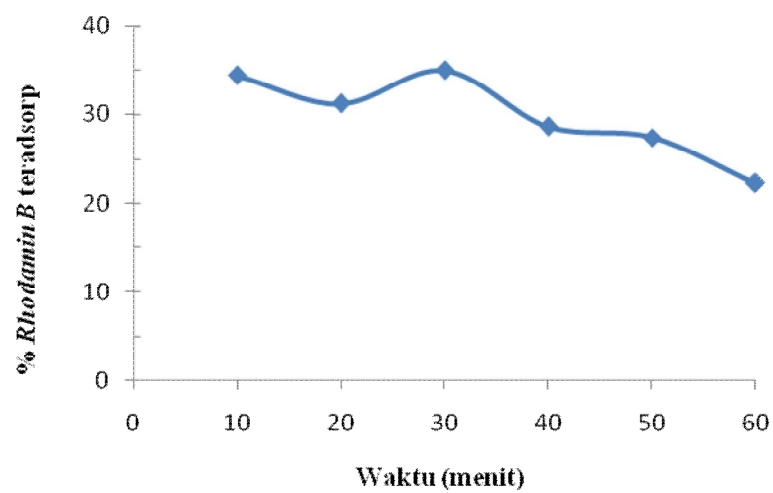
Volume *Rhodamin B* : 10 mL

pH adsorbat : 2

Hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

Waktu (menit)	C awal RB (mg/L)	Absorbansi	FP	C akhir RB (mg/L)	C akhir total RB (mg/L)	C RB teradsorp (mg/L)	% RB teradsorp
10	10	0,145	10	0,656	6,561	3,439	34,39
20	10	0,150	10	0,688	6,879	3,121	31,21
30	10	0,144	10	0,650	6,497	3,503	35,03
40	10	0,154	10	0,713	7,134	2,866	28,66
50	10	0,156	10	0,726	7,261	2,739	27,39
60	10	0,164	10	0,777	7,771	2,229	22,29

FP : faktor pengenceran



Gambar 4. Grafik Variasi Waktu Kontak pada Adsorpsi *Rhodamin B*

Lampiran 5. Pengaruh Variasi Konsentrasi Adsorbat

Berat Silika Gel : 50 mg

Volume *Rhodamin B* : 10 mL

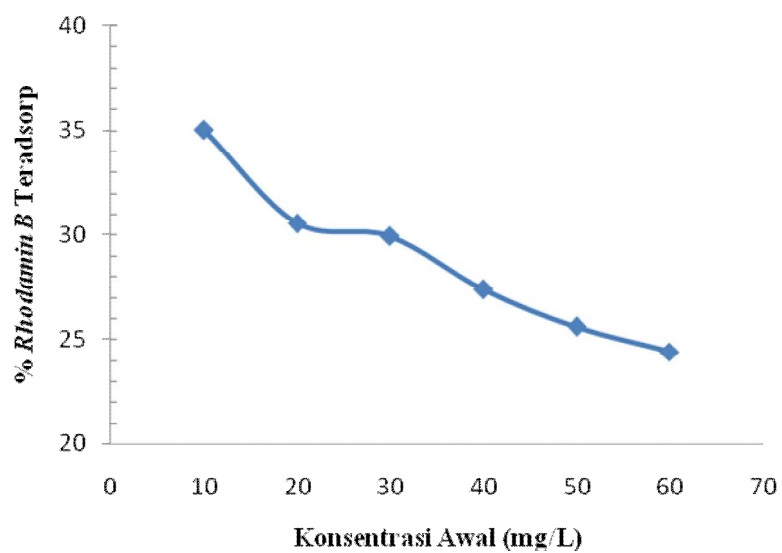
pH adsorbat : 2

Waktu kontak : 30 menit

Hasil perhitungan pada tabel berikut ini:

C awal RB (mg/L)	FP	Absorbansi	C akhir RB (mg/L)	C akhir total RB (mg/L)	C RB teradsorp (mg/L)	% RB teradsorp
10	10	0,144	0,650	6,497	3,503	35,03
20	10	0,260	1,389	13,885	6,115	30,58
30	10	0,372	2,102	21,019	8,981	29,94
40	10	0,498	2,904	29,044	10,955	27,39
50	10	0,626	3,720	37,197	12,802	25,61
60	10	0,754	4,535	45,350	14,650	24,42

FP : faktor pengenceran

Gambar 5. Grafik Variasi Konsentrasi Adsorbat pada Adsorpsi *Rhodamin B*

Lampiran 6. Penentuan Orde Reaksi

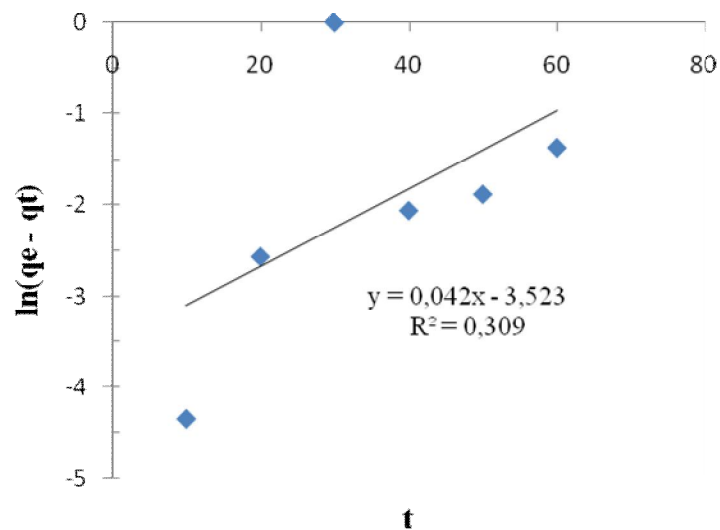
No.	Waktu (menit)	C akhir total RB (mg/L)	qe (mg/g)	qt (mg/g)	ln (qe - qt)	t/qt
1.	10	6,561	0,701	0,688	-4,343	14,535
2.	20	6,879	0,701	0,624	-2,564	32,051
3.	30	6,497	0,701	0,701	0	42,796
4.	40	7,134	0,701	0,573	-2,056	69,808
5.	50	7,261	0,701	0,548	-1,877	91,241
6.	60	7,771	0,701	0,446	-1,366	134,529

Keterangan :

$$q_e = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir kesetimbangan})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

$$q_t = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir total})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

1. Pseudo Orde Satu



Gambar 8. Grafik Reaksi Orde Satu

Persamaan Pseudo Orde Satu

$$\ln(q_e - qt) = \ln q_e - k_1 t$$

$$\ln(q_e - qt) = -k_1 t + \ln q_e$$

$$y = -0,042 x - 3,523$$

Dimana $y = \ln(q_e - qt)$

$$-0,042 = -k_1 t$$

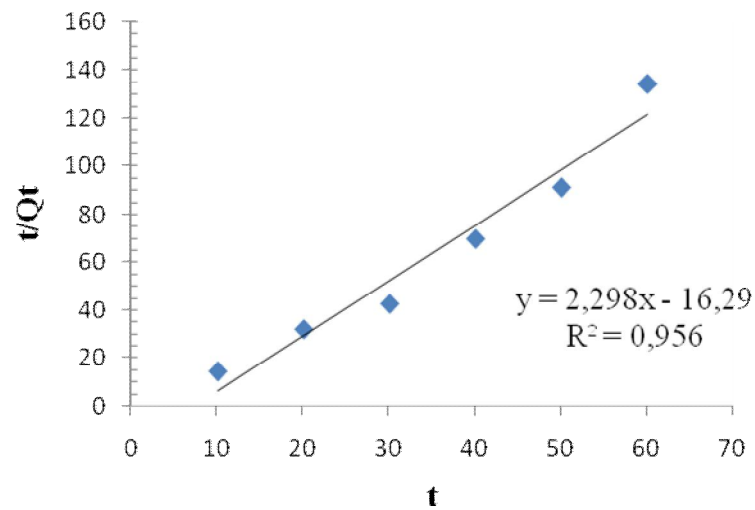
$$k_1 = 0,042 \text{ menit}^{-1}$$

$$x = t$$

$$-3,523 = \ln q_e$$

$$q_e = 0,030 \text{ mg/g}$$

2. Pseudo Orde Dua



Gambar 9. Grafik Reaksi Orde Dua

Persamaan Pseudo Orde Dua

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t$$

$$\frac{t}{qt} = \frac{1}{q_e} t + \frac{1}{k_2 q_e^2}$$

$$y = 2,298x - 16,29$$

Dimana $y = \frac{t}{qt}$

$$2,298 = \frac{1}{q_e}$$

$$q_e = 0,435 \text{ (mg/g)}$$

$$t = x$$

$$-16,29 = \frac{1}{k_2 q_e^2}$$

$$-16,29 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{q_e^2}$$

$$-16,29 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{(0,435)^2}$$

$$-16,29 = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{1}{0,189}$$

$$-16,29 = \frac{1}{0,189 k_2}$$

$$-3,079 = 1$$

$$k_2 = \frac{1}{-3,079}$$

$$k_2 = -0,325 \text{ (g/mg min)}$$

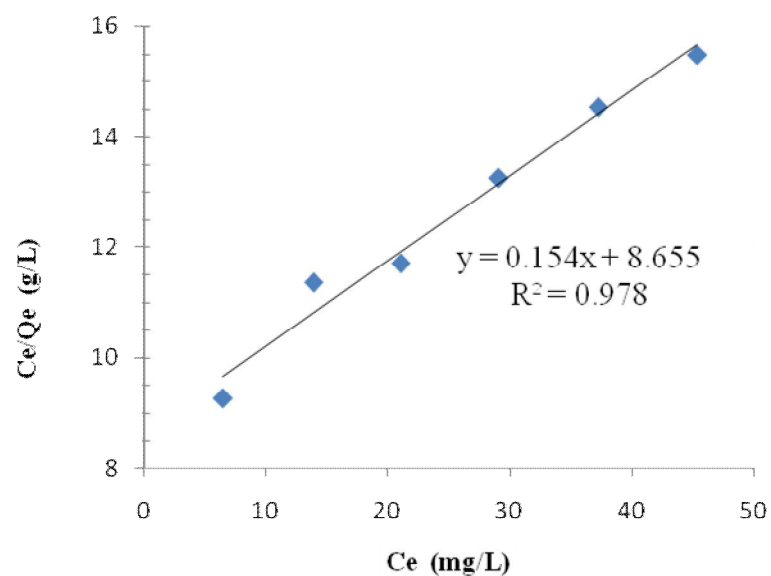
Lampiran 7. Isoterm Adsorpsi *Rhodamin B* Oleh Silika Gel

No.	C RB awal (mg/L)	C RB akhir (mg/L)	Volume (L)	Berat silika gel (g)	Jumlah adsorpsi (mg/g)	Ce/Qe (g/L)	Log Ce	Log Qe
	Co	Ce		m	Qe			
1.	10	6,497	0,01	0,05	0,701	9,268	0,813	-0,154
2.	20	13,885	0,01	0,05	1,223	11,353	1,143	0,087
3.	30	21,019	0,01	0,05	1,796	11,703	1,323	0,254
4.	40	29,045	0,01	0,05	2,191	13,257	1,463	0,341
5.	50	37,197	0,01	0,05	2,561	14,524	1,571	0,408
6.	60	45,350	0,01	0,05	2,930	15,478	1,657	0,467

Keterangan :

$$Q_e = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{Massa adsorben}} \times \text{Volume}$$

a. Grafik Isoterm Langmuir Pada Adsorpsi Silika Gel Terhadap *Rhodamin B*



Gambar 6. Grafik Isoterm Langmuir pada Adsorpsi *Rhodamin B*

Persamaan Langmuir :

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{b} C_e + \frac{1}{K}$$

$$Y = 0,154 x + 8,655$$

$$\text{Satuan slope : } \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{C_e/Q_e}{C_e} = \frac{g/L}{mg/L} = g/mg$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{b} = 0,154 \text{ g/mg}$$

$$b = 6,494 \text{ mg/g}$$

$$b = \frac{6,494 \text{ mg/g}}{479 \text{ g/mol}}$$

$$b = 1,356 \times 10^{-5} \text{ mol/g}$$

$$\text{Satuan intercept} = \text{sumbu } y = \frac{mg/L}{mg/g} = g/L$$

$$\text{Intercept} = \frac{1}{Kb} = 8,655 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{8,655 \text{ g/L}}{1/b}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{8,655 \text{ g/L}}{0,154 \text{ g/mg}}$$

$$8,655 \text{ (g/L)} \times K = 0,154 \text{ g/mg}$$

$$K = \frac{0,154 \text{ g/L}}{8,655 \text{ g/mg}}$$

$$= 0,018 \text{ mg/L}$$

$$= \frac{0,018 \text{ mg/L}}{479 \text{ g/mol}}$$

$$= 3,758 \times 10^{-5} \text{ mmol/L}$$

$$= 3,758 \times 10^{-5} \text{ mmol/L}$$

$$K = 3,758 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$\Delta E \text{ adsorpsi} = - \Delta G = RT \ln K$$

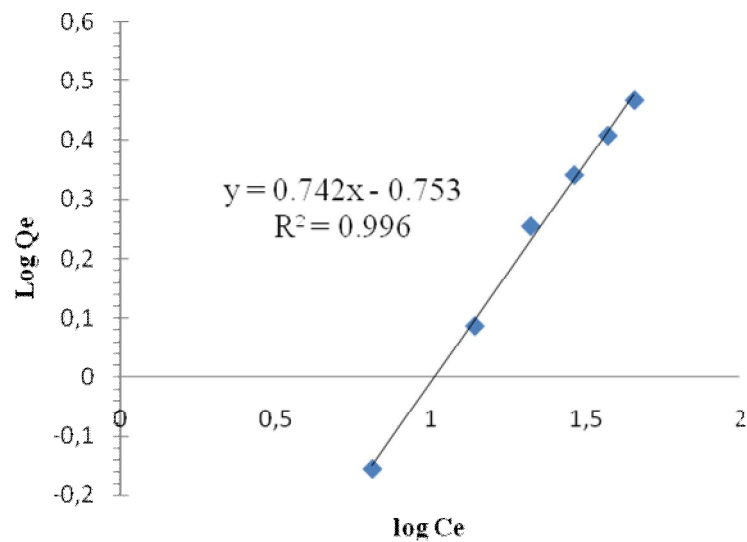
$$= 8.314 \text{ J/K.mol} \times 300 \text{ K} \times \ln 3,758 \times 10^{-8}$$

$$= 8.314 \text{ J/K.mol} \times 300 \text{ K} \times (-17,097)$$

$$= 42643 \text{ J/mol}$$

$$= 42,643 \text{ KJ/mol}$$

b. Grafik Isoterm Freundlich Pada Adsorpsi Silika Gel Terhadap *Rhodamin B*



Gambar 7. Grafik Isoterm Freundlich pada Adsorpsi *Rhodamin B*

Persamaan Freundlich :

$$Q_e = K_f C_e^{1/n}$$

$$\text{Log } Q_e = 1/n \text{ log } C_e + \text{log } K_f$$

$$Y = 0,742 x - 0,753$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 0,742$$

$$n = 1,348$$

$$n = \frac{1,348 \text{ g/L}}{479 \text{ g/mol}}$$

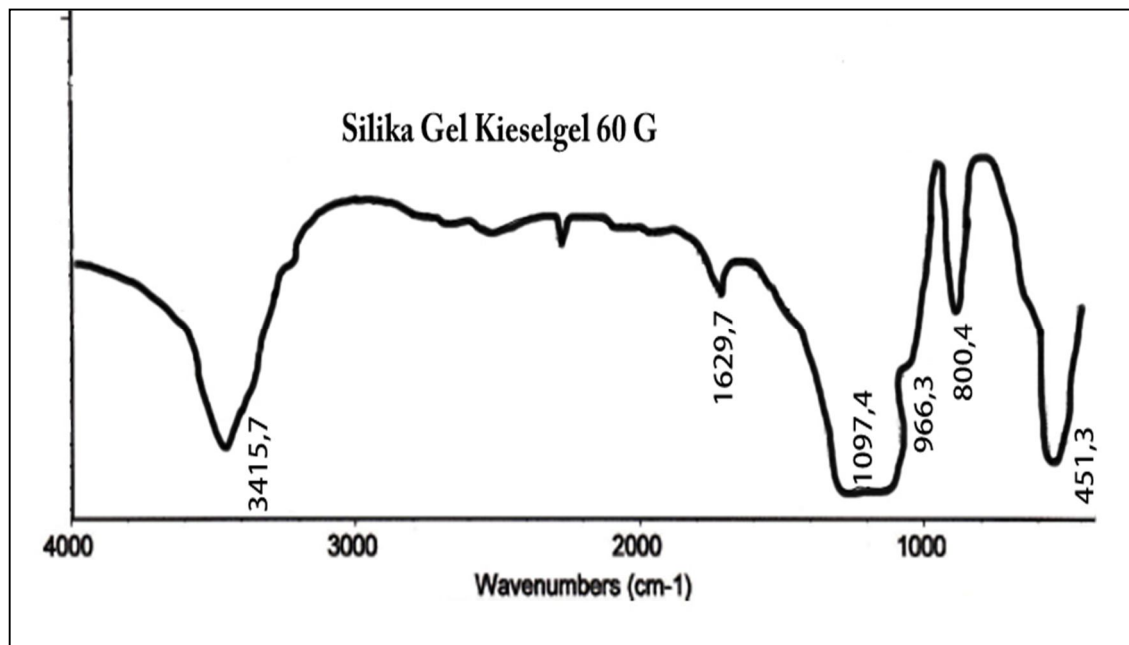
$$n = 2,814 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Satuan intersept = Sumbu y = mg/g

$$\text{log } K_f = - 0,753 \text{ mg/g}$$

$$\begin{aligned}K_f &= 10^{-0,753} \text{ mg/g} \\&= 0,177 \text{ mg/g} \\&= \frac{0,177 \text{ mg/g}}{479 \text{ g/mol}} \\&= 3,695 \times 10^{-4} \text{ mmol/g} \\&= 3,695 \times 10^{-7} \text{ mol/g}\end{aligned}$$

Lampiran 8. Spektra Inframerah Silika Gel Keiselgel 60 G



Lampiran 9. Spektra Inframerah Silika Gel dari Abu Dasar Batubara

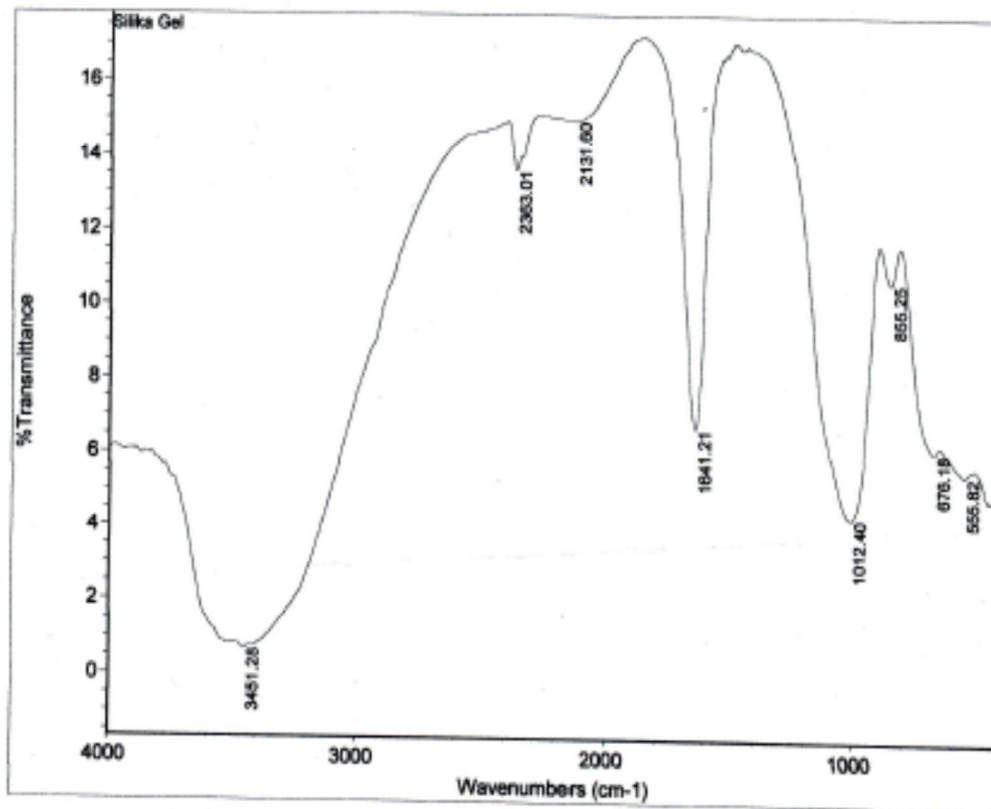


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA LABORATORIUM TERPADU

LAB. INSTRUMENTASI, FISIKA DASAR DAN KIMIA DASAR

Jl. Kaliurang Km. 14,5, Yogyakarta 55584, Telp. (0274) 895820 ext. 3045, 3016, Fax (0274) 896439 ext.3020

Website: <http://lab.uui.ac.id>, e-mail : lab.terpadu@uui.ac.id



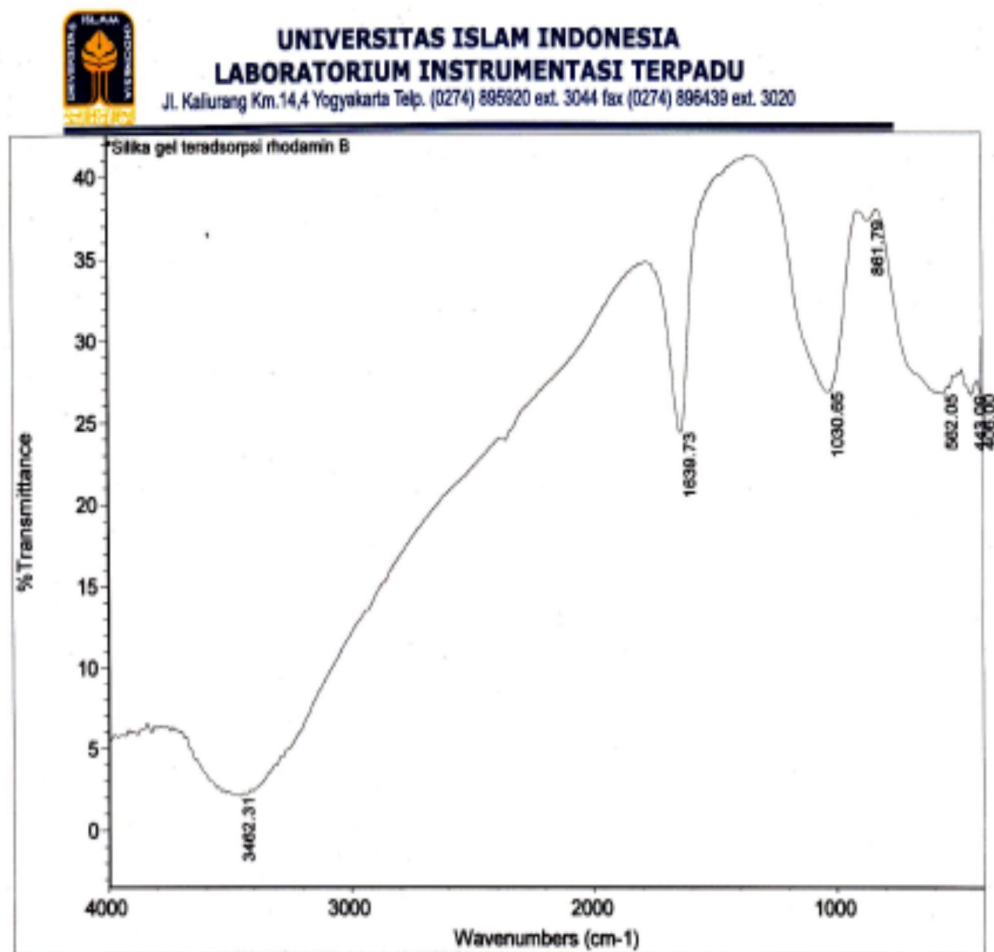
Mon May 26 00:43:09 2003 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: Silika Gel
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 15.721
 Sensitivity: 79

Peak list:

Position:	Intensity:
3451.28	0.684
1012.40	4.283
424.30	4.629
403.23	4.679
555.82	5.493
676.18	6.108
1641.21	6.695
855.25	10.618
2363.01	13.619
2131.60	14.947

Lampiran 10. Spektra Inframerah Silika Gel Teradsorpsi *Rhodamin B*

Tue Mar 13 10:01:22 2012 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *Silika gel teradsorpsi rhodamin B

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 42.273

Sensitivity: 70

Peak list:

Position:	3462.31	Intensity:	2.071
Position:	1639.73	Intensity:	24.245
Position:	443.09	Intensity:	26.470
Position:	562.05	Intensity:	26.529
Position:	406.00	Intensity:	26.540
Position:	1030.65	Intensity:	26.683
Position:	861.79	Intensity:	37.216

Lampiran 11. Data Hasil Analisis Silika gel Abu Dasar Batubara dengan Difraktometer Sinar-X

```

*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2012
Data Name  : Anis Nur'aini
File Name  : Anis Nur'aini.PKR
Sample Name : Silika gel
Comment    : Silika gel abu dasar batubara

# Strongest 3 peaks
no. peak  2Theta      d      I/I1    FWHM      Intensity  Integrated Int
      no.  (deg)      (A)      (deg)      (Counts)  (Counts)
  1     4    31.8396    2.80833  100    0.17430    1186    11826
  2     6    45.5921    1.98812   55    0.18120     655     7029
  3     3    28.6940    3.10863   25    0.15650     292     2461

# Peak Data List
peak      2Theta      d      I/I1    FWHM      Intensity  Integrated Int
no.      (deg)      (A)      (deg)      (Counts)  (Counts)
  1    27.4970    3.24118   11    0.17070     126     1342
  2    28.4800    3.13150   4     0.11500     51      494
  3    28.6940    3.10863   25    0.15650     292     2461
  4    31.8396    2.80833  100    0.17430    1186     11826
  5    40.9806    2.20055   14    0.16370     169     1744
  6    45.5921    1.98812   55    0.18120     655     7029
  7    50.7238    1.79836   4     0.17900     48      533
  8    56.6190    1.62430  16    0.16730     190     1840
  9    66.3614    1.40750   7     0.18060     84      933
 10    67.1060    1.39368   4     0.18400     50      573

```

*** Basic Data Process ***

Data Infomation

Group Name : Data 2012
Data Name : Anis Nur'aini
File Name : Anis Nur'aini.RAW
Sample Name : Silika gel
Comment : Silika gel abu dasar batubara
Date & Time : 03-19-12 15:19:32

Measurement Condition

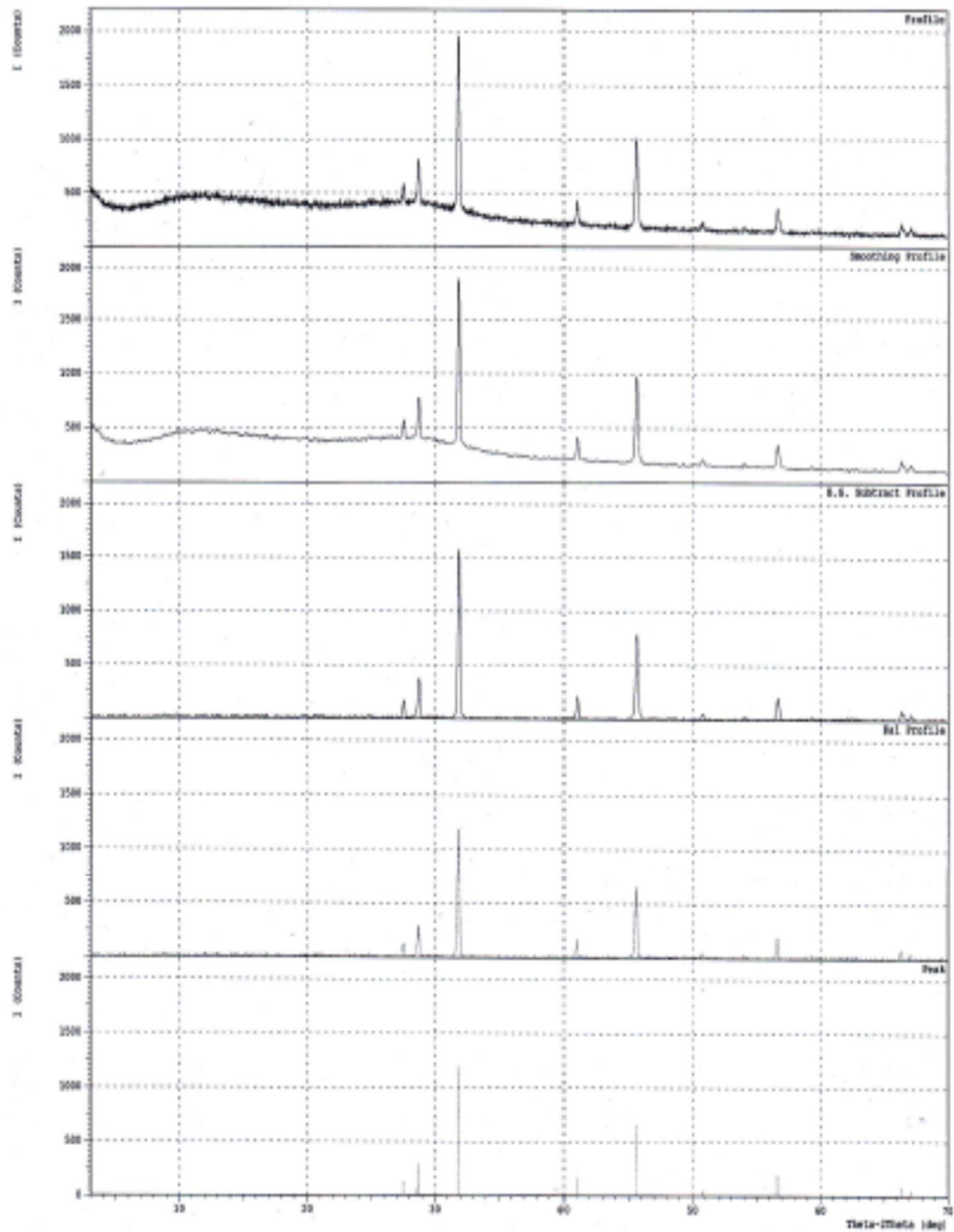
X-ray tube
target : Cu
voltage : 40.0 (kV)
current : 30.0 (mA)
Slits
divergence slit : 1.00 (deg)
scatter slit : 1.00 (deg)
receiving slit : 0.30 (mm)
Scanning
drive axis : Theta-2Theta
scan range : 3.0200 - 70.0000 (deg)
scan mode : Continuous Scan
scan speed : 5.0000 (deg/min)
sampling pitch : 0.0200 (deg)
preset time : 0.24 (sec)

Data Process Condition

Smoothing [AUTO]
smoothing points : 11
B.G.Subtraction [AUTO]
sampling points : 13
repeat times : 30
Kal-a2 Separate [MANUAL]
Kal a2 ratio : 50 (%)
Peak Search [AUTO]
differential points : 9
FWHM threshold : 0.050 (deg)
intensity threshold : 30 (par mil)
FWHM ratio (n-1)/n : 2
System error Correction [NO]
Precise peak Correction [NO]

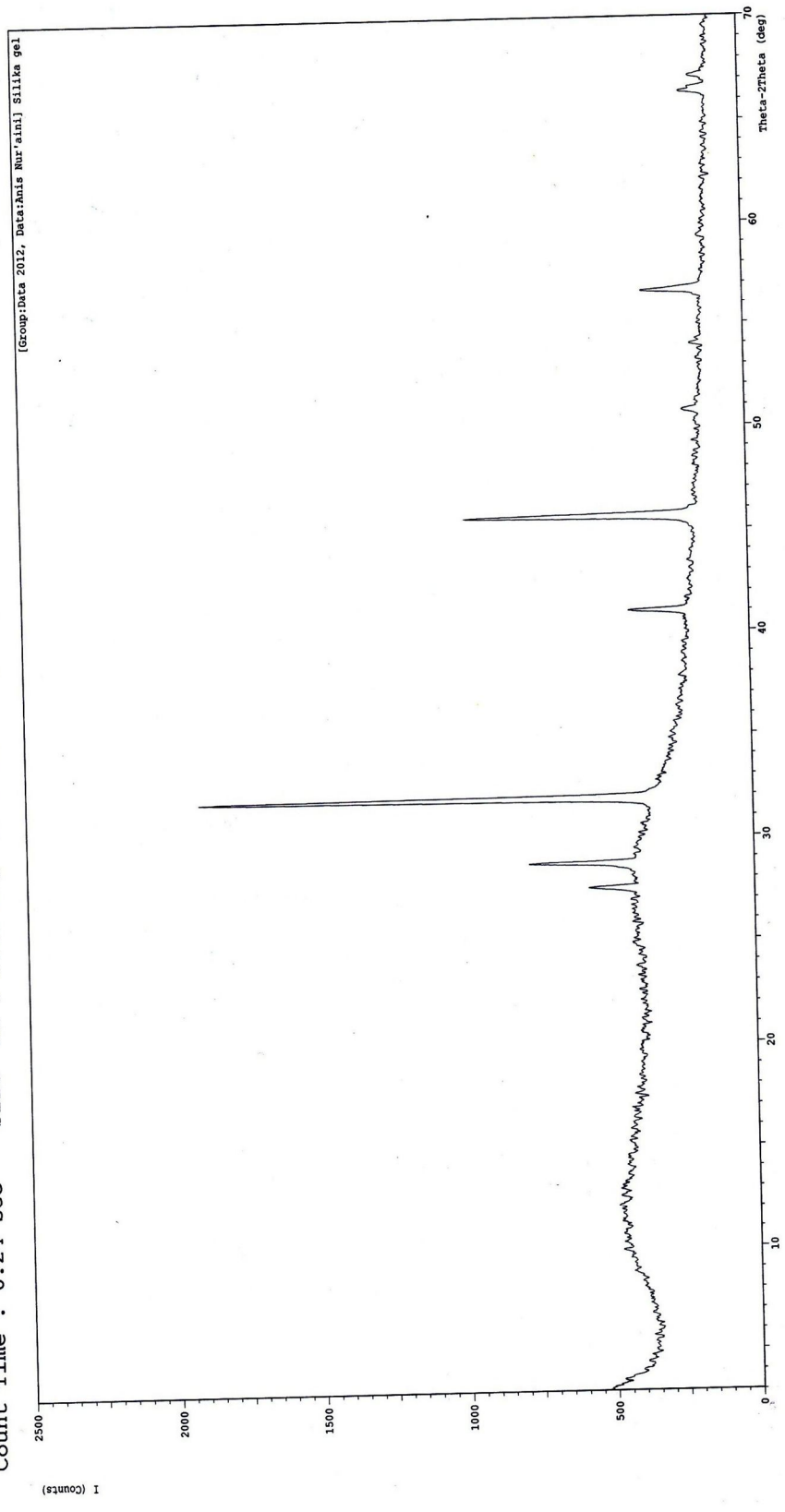
*** Basic Data Process ***

Group Name : Data 2012
Data Name : Anis Nur'aini
File Name : Anis Nur'aini.PKR
Sample Name : Silika gel
Comment : Silika gel abu dasar batubara



*** Multi Plot ***

File Name : Data 2012\Anis Nur'aini
Sample Name : Silika gel
Date & Time : 03-19-12 15:19:32
Condition :
X-ray Tube : Cu(1.54060 A) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA
Scan Range : 3.0000 <-> 70.0000 deg Step Size : 0.0200 deg
Count Time : 0.24 sec Slit DS : 1.00 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm
Comment : Silika gel abu dasar batubara



Lampiran 12. JCPDS SiO₂

85-1780		Wavelength= 1.54060								C	
SiO ₂		d(A)	Int	h	k	l	d(A)	Int	h	k	l
Silicon Oxide		4.2348	228	1	0	0	1.1485	11	3	1	1
		3.3531	999*	0	1	1	1.1177	2	3	0	3
		2.4450	65	1	1	0					
Quartz		2.3034	68	1	0	2					
		2.2335	34	1	1	1					
Rad.: CuKα1 λ: 1.54060 Filter:		d-sp: Calculated									
		2.1174	51	2	0	0					
Cut off: 17.7 Int.: Calculated		l/cor.: 2.99									
		1.9755	29	2	0	1					
Ref: Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)		1.8257 103 1 1 2									
Ref: Chelikowsky, J.R., Binggeli, N., Keskar, N.R., J. Alloys		1.6798 18 0 1 3									
Comps., 197, 137 (1993)		1.6765 41 0 2 2									
		1.6006 2 2 1 0									
Sys.: Hexagonal S.G.: P3 ₂ 21 (154)		1.5366 70 2 1 1									
a: 4.89 b: c: 5.49 A: C: 1.1227		1.4650 15 1 1 3									
α: β: γ: Z: 3 mp:		1.4116 3 3 0 0									
Ref: Ibid.		1.3845 56 2 0 3									
		1.3827 54 2 1 2									
		1.3671 34 0 3 1									
		1.3056 18 1 0 4									
Dx: 2.633 Dm: ICSD #: 073071		1.2553 19 3 0 2									
		1.2225 9 2 2 0									
		1.2048 22 1 2 3									
		1.1968 18 1 1 4									
Peak height intensity. PSC: hP9. No R value given. At least		1.1932 13 2 2 1									
one TF missing. Structural reference: Chelikowsky, J.R.,		1.1745 19 1 3 0									
Binggeli, N., Keskar, N.R., J. Alloys Comps., 197, 137		1.1517 2 2 0 4									
(1993). Mwt: 60.08. Volume[CD]: 113.69.											



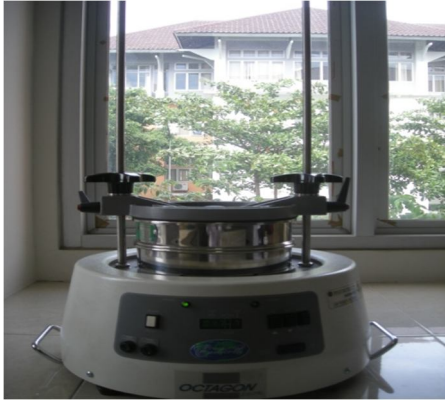
© 2001 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved
PCPDFWIN v. 2.2

Lampiran 13. JCPDS NaCl

05-0628		Wavelength= 1.5405			
NaCl		d(A)	Int	h	k l
Sodium Chloride		3.26	13	1	1 1
		2.821	100	2	0 0
		1.994	55	2	2 0
Halite, syn		1.701	2	3	1 1
		1.628	15	2	2 2
Rad.: CuK α 1 λ : 1.5405	Filter: Ni Beta	d-sp:			
		1.410	6	4	0 0
Cut off:	Int.: Diffract.	I/Inc.: 4.40			
		1.294	1	3	3 1
Ref: Swanson, Fuyat, Natl. Bur. Stand. (U.S.), Circ. 539, II, 41 (1953)		1.261	11	4	2 0
		1.151	7	4	2 2
		1.085	1	5	1 1
		.9969	2	4	4 0
Sys.: Cubic	S.G.: Fm $\bar{3}$ m (225)	.9533	1	5	3 1
a: 5.6402	b:	c:	A:	C:	
					.9401
					.8917
					.8601
					.8503
Ref: Ibid.		.8141	2	4	4 4
Dx: 2.163	Dm: 2.168	SS/FOM: F ₁₇ = 93(0.0108, 17)			
ω :	$\eta\theta\beta$: 1.542	$\epsilon\gamma$:	Sign: 2V:		
Ref: Dana's System of Mineralogy, 7th Ed., II, 4					

Color: Colorless
 Pattern taken at 26 C. CAS #: 7647-14-5. An ACS reagent grade sample recrystallized twice from hydrochloric acid. Cl Na type. Halite Group, halide Subgroup. PSC: cF8. See ICSD 18189 (PDF 72-1668). Optical data reference: Dana's System of Mineralogy, 7th Ed., II, 4. Structural reference: Dana's System of Mineralogy, 7th Ed., II, 4. Mwt: 58.44. Volume[CD]: 179.43.

Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Ayakan 100-250 mesh



Gambar 2. Abu dasar batubara setelah pencucian



Gambar 3. Larutan alkogel



Gambar 4. Larutan hidrogel



Gambar 5. Silika Gel kering (xerogel)

Gambar 6. Proses adsorpsi silika gel terhadap *rhodamin B*