



UNIVERSITAS INDONESIA

**PREPARASI ORGANOCLAY DARI BENTONIT MERANGIN - JAMBI
DAN SURFAKTAN NONIONIK SERTA APLIKASINYA SEBAGAI
ADSORBEN p-KLOROFENOL DALAM AIR**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains

**MUHAMAD SALIM
1006787022**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI ILMU KIMIA
DEPOK
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhamad Salim
NPM : 1006787022
Tanda Tangan : 
Tanggal : 2 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

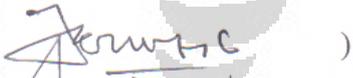
Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Muhamad Salim
NPM : 1006787022
Program Studi : Ilmu Kimia
Judul Tesis : Preparasi Organoclay dari Bentonit Merangin-
Jambi dan Surfaktan Nonionik serta Aplikasinya
Sebagai Adsorben p-Klorofenol dalam Air

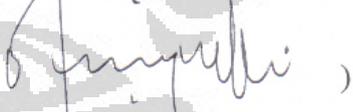
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia

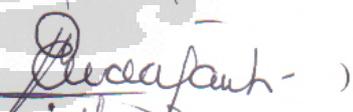
DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Yuni K. Krisnandi ()

Pembimbing : Dr. Riwandi Sihombing ()

Penguji : Dr. Jarnuzi Gun Lazuardi ()

Penguji : Dr. Yoki Yulizar ()

Penguji : Dr. Widayanti Wibowo ()

Penguji : Dr. Helmiyati ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 2 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrohmaanirrohim, puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan berbagai nikmat kepada kita semua. Semoga kita terus dapat berada dalam rahmat dan ridho-Nya. Shalawat dan salam senantiasa kita sampaikan kepada Rasulullah SAW. Tesis dengan judul “*Preparasi Organoclay dari Bentonit Merangin-Jambi serta Aplikasinya Sebagai Adsorben p-Klorofenol dalam Air* “ disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Sains pada program studi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Begitu banyak bimbingan, dukungan dan doa dari berbagai pihak sehingga penyusunan tesis ini selesai tepat pada waktunya. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Dr. Yuni Krisyuningsih Krisnandi dan Dr. Riwandi Sihombing, selaku dosen Pembimbing Penelitian yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.
- (2) Dr. Ridla Bakri, M. Phil, selaku Ketua Departemen Kimia, Dr. Endang saefudin selaku ketua Program Studi Magister Ilmu Kimia, dan Pembimbing Akademis, Dr. Asep Saefumillah, serta dosen pengajar di Departemen Kimia yang telah banyak membagi ilmu dan senantiasa membimbing mahasiswa untuk tetap terus belajar dan berkarya.
- (3) Pemerintah Propinsi Jambi melalui Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jambi yang telah memfasilitasi biaya dan kebutuhan perkuliahan selama masa pendidikan
- (4) Drs. Sunardi M.Si, dan seluruh staf di Lab. Afiliaasi deprtemen kimia FMIPA UI yang telah banyak membantu saya dalam melakukan penelitian ini.
- (5) Bagian adminstrasi, staf tata usaha, perpustakaan, laboratorium dan seluruh karyawan di lingkungan Departemen Kimia FMIPA-UI yang telah banyak membantu saya demi terselesaikannya penelitian ini.
- (6) Rekan rekan seangkatan 2010 yang telah banyak membantu dan memotivasi

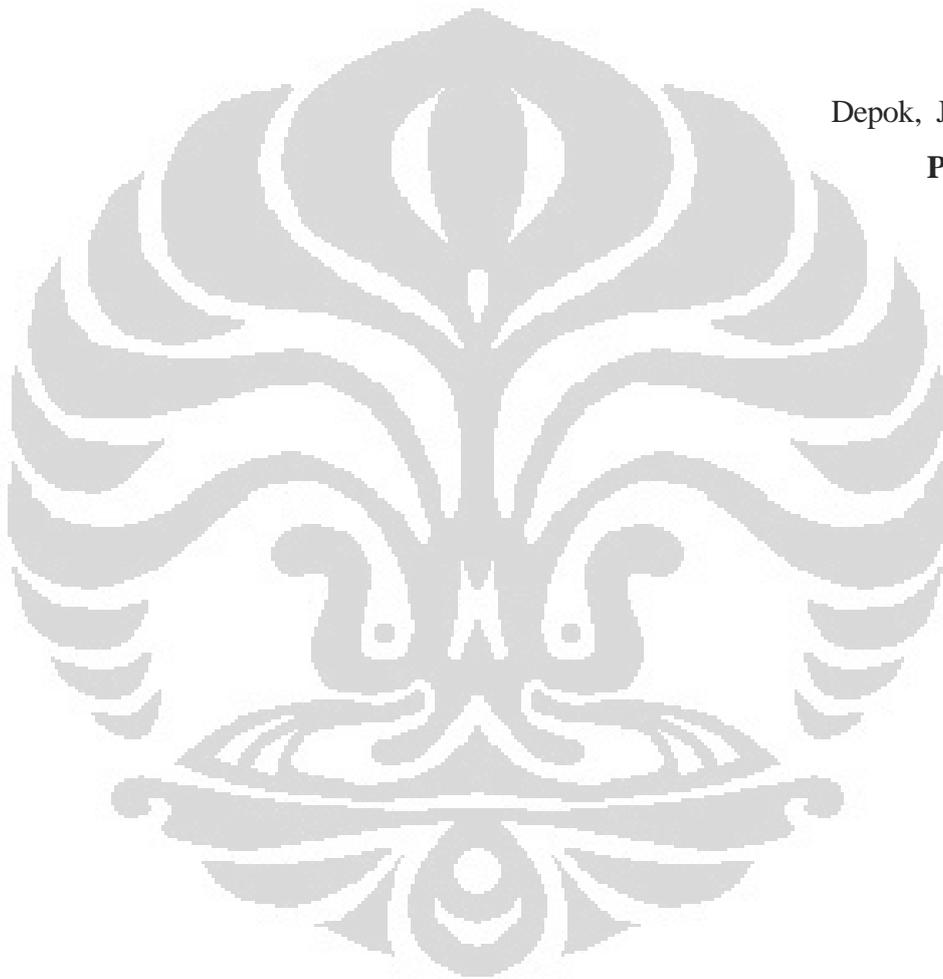
dalam penyelesaian tesis ini

(7) Segenap keluarga tercinta, Fat, Fadli, Fahmi, Salma, dan Salsa, yang senantiasa memberikan motivasi dan doa untuk keberhasilan saya.

Perjuangan panjang ini adalah nikmat tiada tara bagi saya, oleh karenanya saya berharap, kiranya Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dengan balasan yang setimpal. Amin!

Depok, Juli 2012

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Salim
NPM : 1006787022
Program Studi : S2
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

***Preparasi Organoclay dari Bentonit Merangin-Jambi dan Surfaktan Nonionik
serta Aplikasinya Sebagai Adsorben p-Klorofenol dalam Air***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 2 Juli 2012
Yang menyatakan



(Muhamad Salim)

ABSTRAK

Nama : Muhamad Salim
Program Studi : Kimia
Judul : Preparasi Organoclay dari Bentonite Merangin-Jambi dan Surfaktan Nonionik serta Aplikasinya Sebagai Adsorben p-Klorofenol dalam Air

Bentonit asal Merangin -Jambi telah dimodifikasi menjadi *organoclay* dengan menggunakan surfaktan nonionik triton X-100 sebagai agen penginterkalasi. Kemudian produk hasil modifikasi dikarakterisasi dengan XRD, FTIR, dan EDX. Sebelum modifikasi, dilakukan fraksinasi bentonit sehingga diperoleh Fraksi 1 yang kaya montmorillonite (MMT) yang kemudian diseragamkan kation bebasnya dengan Na^+ (menjadi Na-MMT). Selanjutnya dengan menggunakan metode tembaga amin, nilai KTK Na-MMT diperoleh sebesar 71 meq/100gram Na-MMT. Variasi konsentrasi triton X-100 yang digunakan untuk preparasi *organoclay* adalah 1070, 4280, 6848, 8560, dan 10272 mg/L. Pengaruh konsentrasi triton X-100 yang ditambahkan terhadap jarak basal *spacing organoclay*, diamati dengan XRD, dan hasilnya menunjukkan bahwa terjadi peningkatan basal spacing dari 15,74 Å untuk Na-MMT menjadi 20,08 Å, 19,51Å, 18,57Å dan 17,43Å untuk OC₈₅₆₀, OC₆₈₄₈, OC₄₂₈₀ dan OC₁₀₂₇₂. Kesetabilan organoclay dalam air telah diuji dan hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar kandungan surfaktan dalam organoclay semakin rendah kesetabilannya. Jarak *basal spacing organoclay* mengalami penurunan dari 20,08Å menjadi 17,62 Å untuk OC-8560, dari 19,51Å menjadi 17,28 Å untuk OC-6848, dan dari 18,57 Å menjadi 17,20 Å untuk OC-4280. Hal ini mengindikasikan bahwa surfaktan banyak mengalami pelepasan dari interlayer organoclay ketika jumlah surfaktan yang tersisipkan lebih dari 25,8 mg/g (OC-4280). Kemampuan OC-8560, dan OC-4280 sebagai adsorben p-klorofenol dibandingkan dengan Na-MMT. Data yang diperoleh pada kurva isotherm adsorpsi menunjukkan bahwa kemampuan *organoclay* dua kali lebih efektif dibanding NaMMT dalam menyerap p-klorofenol. Proses penyerapan p-klorofenol oleh Na-MMT dan OC-4280 mengikuti kurva isotherm adsorpsi Langmuir. Sedangkan OC-8560 cenderung mengikuti kurva isotherm adsorpsi Freundlich.

Kata Kunci : *clay, organoclay, basal spacing*, surfaktan nonionik, adsorben, isotherm adsorpsi.

xiv+60 halaman : 27 gambar; 13 tabel

Daftar Pustaka : 45 (1979-2011)

ABSTRACT

Name : Muhamad Salim
Program Study : Chemistry
title : Preparations of Organoclay Using Nonionic Surfactants and Bentonite from Merangin-Jambi and Its Application as p-Chlorophenol Adsorbent in water

Bentonite from Merangin Jambi has been modified into organoclay using nonionic surfactant Triton X-100 as intercalating agent. Then the products were characterized by XRD, FTIR, and EDX. Prior to modification, bentonite fractionation was performed in order to get Fraction 1 which is rich with montmorillonite (MMT) phase, and then is cation-exchanged with Na^+ (called Na-MMT). Furthermore, using a copper amine method, its cation exchange capacity (CEC) value was determined as 71 meq/100gram Na-MMT. Variation of Triton X-100 concentration used for the preparation of organoclay is 1,070; 4,280; 6,848; 8,560; and 10,272 mg/L. The effect of the addition of Triton X-100 to Na-MMT's basal spacing, observed by XRD, shows an increase in basal spacing of initially 15.74Å for Na-MMT to 20.08 Å, 19.51Å, 18.57Å and 17.43Å for OC₈₅₆₀, OC₆₈₄₈, OC₄₂₈₀ dan OC₁₀₂₇₂, respectively. The stability of organoclay in water has been investigated and the result shown that organoclay containing the largest amount of surfactant is more unstable. The basal spacing of organoclays decrease from 20.08Å to 17.62Å for OC-8560, from 19.51Å to 17.28Å for OC-6848 and from 18.57Å to 17.20 for OC-4280. This indicates that more surfactant are removed from the interlayer of organoclay when the amount of surfactant introduced is more than 25.88 mg/g (OC-4280). Organoclay adsorption capacity was observed by using it as adsorbent for p-Chlorophenol and compared with the capacity of Na-MMT. Data obtained on the adsorption isotherm curve shows that the organoclay is twice more effective in adsorbing p-chlorophenols. The adsorption process p-chlorophenol by OC-4280 and Na-MMT follows Langmuir adsorption isotherm curve. While OC-8560 tends to follow Freundlich adsorption isotherm curve.

Key Words : clay, organoclay, nonionic surfactants, basal spacing, adsorbents, isotherm adsorption.
xiv+ 60 page : 27 pictures; 13 tables
Bibliography : 45 (1979-2011)

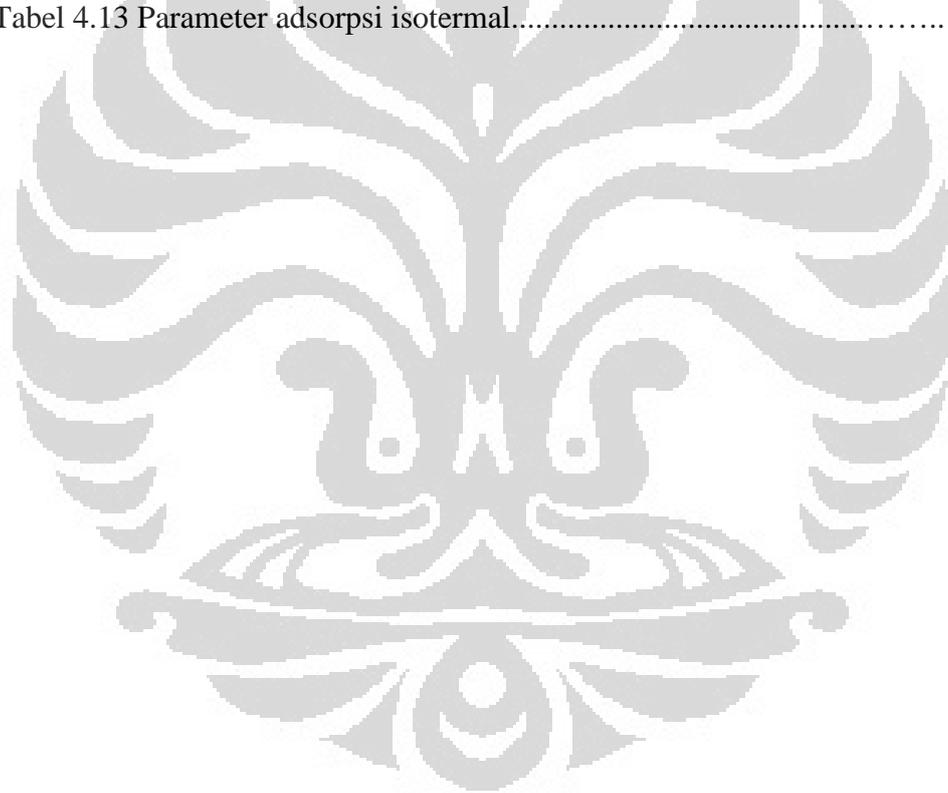
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	.1
1.1 Latar Belakang.....	.1
1.2 Perumusan Masalah.....	.3
1.3 Tujuan Penelitian.....	.3
1.4 Hipotesa Penelitian.....	.4
1.5 Manfaat Penelitian.....	.4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mineral Lempung (Clay).....	5
2.1.1 Lempung 1:1.....	7
2.1.2 Lempung 2 :1.....	8
2.2 Bentonit.....	9
2.2.1 Natrium bentonit.....	9
2.3.2 Kalsium Bentonit.....	10
2.3 Montmorillonite.....	10
2.4 Surfaktan.....	11
2.4.1 Klasifikasi surfaktan.....	12
2.4.2 Surfaktan Triton-x100.....	13
2.5 Organoclay.....	13
2.6 p-Klorofenol.....	14
2.7 Karakterisasi.....	15
2.7.1 Spektrofotometri Infra Merah (FTIR).....	15
2.7.2 Difraksi Sinar-X (XRD).....	16
2.7.3 Spektrometer UV/Visible.....	17
2.7.4 Energy Dispersive X-Ray (EDX).....	18
2.8 Isoterm Adsorpsi.....	19
3. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.2.1 Alat alat yang digunakan.....	23
3.2.2 Alat Uji.....	23
3.2.3 Bahan-bahan yang digunakan.....	23
3.3 Alur Penelitian.....	24

3.4	Prosedur Kerja.....	24
3.4.1	Preparasi Bentonit.....	24
3.4.2	Fraksinasi Sedimentasi Bentonit.....	24
3.4.3	Sintesis Na-Montmorillonite.....	25
3.4.4	Penentuan Kapasitas Tukar Kation.....	25
3.4.5	Sintesis <i>Organoclay</i>	26
3.4.6	Aplikasi sebagai Adsorben klorofenol.....	26
3.5	Bagan Kerja.....	27
3.5.1	Preparasi Bentonit.....	27
3.5.2	Sintesis Na-Montmorillonite.....	28
3.5.3	Kapasitas Tukar Kation.....	28
3.5.4	Sintesis <i>Organoclay</i>	29
3.5.5	Penentuan kapasitas bentonit, Na-MMT dan organoclay sebagai Adsorben Fenol.....	29
4.	PEMBAHASAN.....	30
4.1	Preparasi dan Fraksinasi Bentonit.....	30
4.2	Sintesis Na-MMT.....	35
4.3	Penentuan Kapasitas Tukar Kation.....	40
4.4	Sintesis <i>Organoclay</i>	40
4.5	Desorpsi Surfaktan dari <i>Organoclay</i>	47
4.6	Aplikasi <i>Organoclay</i> sebagai Adsorben p-klorofenol.....	49
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
	DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Persen massa bentonit hasil fraksinasi (F1- F4).....	31
Tabel 4.2	Intensitas puncak utama MMT.....	32
Tabel 4.3	Komposisi relatif Clay bentonit alam dan setiap fraksi.....	33
Tabel 4.4	Kadar kation penyeimbang.....	34
Tabel 4.5	Rasio Si/Al.....	35
Tabel 4.6	Intensitas puncak kuarsa.....	35
Tabel 4.7	Jarak basal spacing F1, Na-MMT, dan Na-MMT asam.....	38
Tabel 4.8	Konsentrasi larutan $[\text{Cu(en)}_2]^{2+}$ dalam penentuan KTK.....	40
Tabel 4.9	Jarak basal spacing dan Kadar atom C pada <i>organoclay</i>	43
Tabel 4.10	Bilangan gelombang dan jenis spektra IR pada <i>organoclay</i>	47
Tabel 4.11	Perubahan jarak <i>basal spacing organoclay</i>	48
Tabel 4.12	% efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi adsorben (NaMMT, OC 4280, dan OC 8560)	50
Tabel 4.13	Parameter adsorpsi isothermal.....	54



DAFTAR GAMBAR

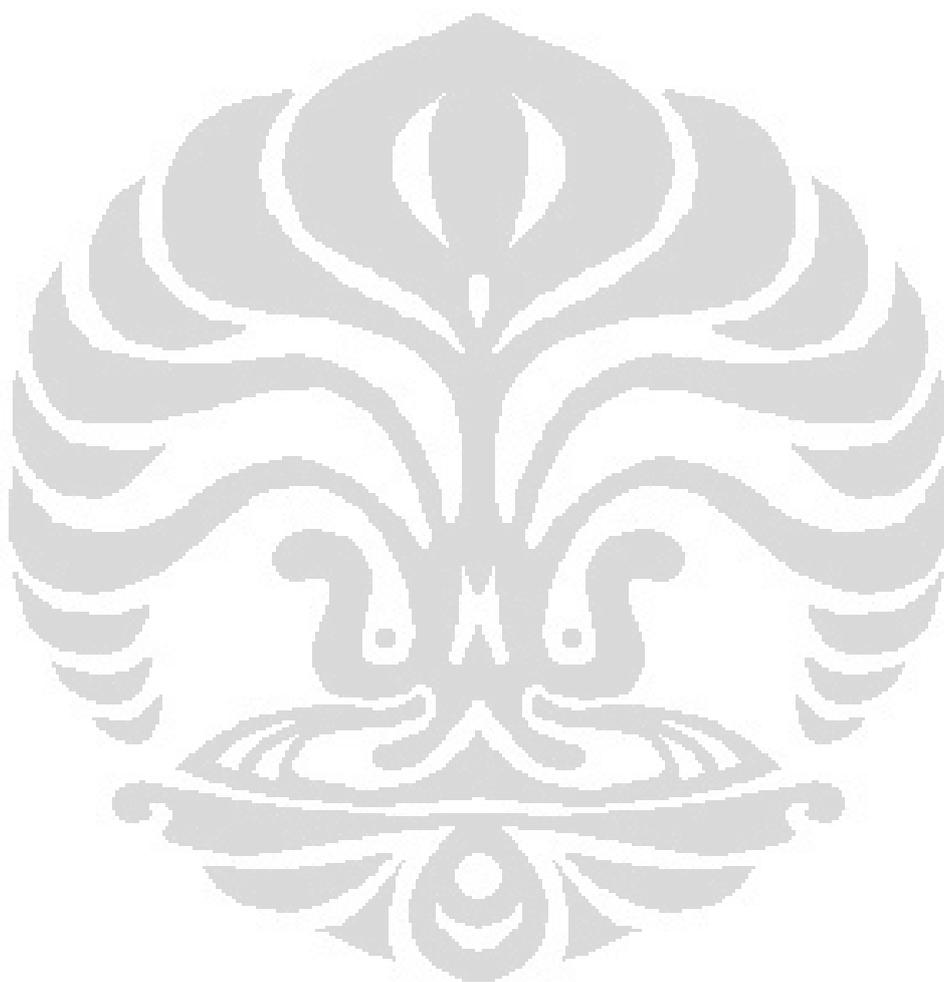
Gambar 2.1	Kerangka dasar pembangun lempung.....	5
Gambar 2.2	Lapisan tetrahedral dan lapisan oktahedral.....	6
Gambar 2.3	Trioktahedral dan dioktahedral.....	7
Gambar 2.4	Lempung 1:1.....	8
Gambar 2.5	Lempung 2:1	9
Gambar 2.6	Ca-bentonit dan Na-bentonit.....	10
Gambar 2.7	Kristal montmorillonite.....	11
Gambar 2.8	Struktur molekul Triton X -100.....	13
Gambar 2.9	Sistem Optik FTIR.....	16
Gambar 2.10	Difraksi sinar-X.....	17
Gambar 4.1	Difraktogram Bentonit alam dan hasil fraksinasi.....	32
Gambar 4.2	Na-bentonit.....	36
Gambar 4.3	Dispersi bentonit fraksi 1 dan dispersi Na-MMT.....	37
Gambar 4.4	Pola XRD F1, Na-MMT dan Na-MMT asam.....	38
Gambar 4.5	Spektra IR bentonit alam, F1 dan Na-MMT.....	39
Gambar 4.6	Mekanisme adsorpsi dan orientasi surfaktan.....	42
Gambar 4.7	Difraktogram Organoclay.....	43
Gambar 4.8	Kapasitas adsorpsi Na-MMT dan jarak basal spacing organoclay yang dengan konsentrasi surfaktan yang berbeda.....	44
Gambar 4.9	Grafik adsorpsi isotermal Langmuir dan Freundlich.....	45
Gambar 4.10	Spektra IR Na-MMT dan Organoclay yang diperoleh.....	46
Gambar 4.11	Grafik efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi adsorben.....	50
Gambar 4.12	Proses adsorpsi p-klorofenol oleh bentonit dan organoclay.....	52
Gambar 4.13	Mekanisme adsorpsi p-klorofenol pada gugus silanol.....	52
Gambar 4.14	Kurva adsorpsi isotermal Langmuir.....	53
Gambar 4.15	Kurva adsorpsi isotermal Freundlich.....	53
Gambar 4.16	Spektra IR Na-MMT setelah mengadsorpsi p-klorofenol	55
Gambar 4.17	Spektra IR Na organoclay setelah mengadsorpsi p-klorofenol.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data XRD Bentonit Alam
- Lampiran 2 Data XRD Fraksi 1
- Lampiran 3 Data XRD Fraksi 2
- Lampiran 4 Data XRD Fraksi 3
- Lampiran 5 Data XRD Fraksi 4
- Lampiran 6 Data XRD NaMMT
- Lampiran 7 Data XRD NaMMT asam
- Lampiran 8 Data XRD OC 1070
- Lampiran 9 Data XRD OC 4280
- Lampiran 10 Data XRD OC 6848
- Lampiran 11 Data XRD OC 8560
- Lampiran 12 Data XRD OC 10272
- Lampiran 13 Data XRD OC 4280 dalam air
- Lampiran 14 Data XRD OC 4280 dalam p-klorofenol
- Lampiran 15 Data XRD OC 8560 dalam p-klorofenol
- Lampiran 16 Data EDX Bentonit Alam
- Lampiran 17 Data EDX Fraksi 1
- Lampiran 18 Data EDX Fraksi 2
- Lampiran 19 Data EDX Fraksi 3
- Lampiran 20 Data EDX Fraksi 4
- Lampiran 21 Data EDX NaMMT
- Lampiran 22 Data EDX OC 1070
- Lampiran 23 Data EDX OC 4280
- Lampiran 24 Data EDX OC 6848
- Lampiran 25 Data XRD OC 8560
- Lampiran 26 Data XRD OC 10272
- Lampiran 27 Metode Biscaye
- Lampiran 28 Data perhitungan komposisi relatif organoclay
- Lampiran 29 Kurva absorbansi standar larutan $\text{Cu}(\text{en})_2^{2+}$ dan perhitungan KTK
- Lampiran 30 Perhitungan jumlah surfaktan yang teradsorpsi
- Lampiran 31 Data adsorpsi isothermal Langmuir dan Freundlich clay terhadap TX-100
- Lampiran 32 Spektrum UV/VIS dan Absorbansi standar p-klorofenol
- Lampiran 33 Spektrum UV/VIS adsorpsi p-klorofenol oleh Na-MMT
- Lampiran 34 Data adsorpsi isothermal Langmuir dan Freundlich Na-MMT terhadap p-klorofenol
- Lampiran 35 Spektrum UV/VIS adsorpsi p-klorofenol oleh OC₄₂₈₀
- Lampiran 36 Data adsorpsi isothermal Langmuir dan Freundlich OC₄₂₈₀ terhadap p-klorofenol
- Lampiran 37 Spektrum UV/VIS adsorpsi p-klorofenol oleh OC₈₅₆₀
- Lampiran 38 Data adsorpsi isothermal Langmuir dan Freundlich OC₈₅₆₀ terhadap p-klorofenol
- Lampiran 39 Spektra IR bentonit alam dan F1
- Lampiran 40 Spektra IR Na-MMT dan OC₁₀₇₀
- Lampiran 41 Spektra IR OC₄₂₈₀ dan OC₆₈₄₈
- Lampiran 42 Spektra IR OC₈₅₆₀ dan OC₁₀₂₇₂

Lampiran 43 Spektra IR F1 +p-klorofenol dan Na-MMT +p-klorofenol

Lampiran 44 Spektra IR OC₄₂₈₀ + p-klorofenol dan OC₈₅₆₀ + p-klorofenol





UNIVERSITAS INDONESIA

**PREPARASI ORGANOCLAY DARI BENTONIT MERANGIN - JAMBI DAN
SURFAKTAN NONIONIK SERTA APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN
p-KLOROFENOL DALAM AIR**

TESIS

**MUHAMAD SALIM
1006787022**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI ILMU KIMIA
DEPOK
JULI 2012**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Indonesia memiliki potensi sumber daya mineral yang sangat melimpah. Salah satu jenis mineral yang tersebar diberbagai wilayah seperti Sumatera, Jawa, Kalimantan dan pulau pulau lain di Indonesia, adalah bentonit. Mineral bentonit merupakan adsorben yang antara lain bisa dimanfaatkan dalam proses pengolahan limbah cair. Penelitian penelitian tentang bentonit di Indonesia masih terbatas pada bentonit yang berasal dari daerah tertentu seperti Jawa, padahal masih banyak bentonit dari berbagai daerah di Indonesia yang belum disintesis dan dikarakterisasi untuk mengetahui karakter fisik dan kimianya, dan untuk keperluan aplikasi lebih lanjut. Disisi lain tingkat pemanfaatan dan nilai jual bentonit di Indonesia masih rendah, oleh karenanya penelitian mengenai modifikasi bentonit harus terus dilakukan untuk meningkatkan pemanfaatan dan nilai jual bentonit.

Mineral bentonit terdiri dari berbagai macam mineral phyllosilicate yang mengandung silica, aluminium oksida dan hidroksida yang dapat mengikat air. Bentonit diklasifikasikan dalam dua kelompok, yaitu natrium bentonit dan kalsium bentonit. Natrium bentonit mengandung relatif lebih banyak ion Na^+ dibandingkan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Bentonit ini dapat mengembang hingga 8-15 kali apabila dicelupkan ke dalam air dan tetap terdispersi beberapa waktu di dalam air. Sementara kalsium bentonit mengandung lebih banyak ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Bentonit kalsium kurang menyerap air, akan tetapi secara alamiah, mempunyai sifat mengadsorpsi yang baik dan tetap terdispersi dalam air.

Kandungan utama bentonit adalah mineral monmorilonit (80%) dengan rumus kimia $\text{M}_x(\text{Al}_{4-x}\text{Mg}_x)\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4.n\text{H}_2\text{O}$. Kandungan lain dalam bentonit merupakan pengotor dari beberapa jenis mineral seperti kwarsa, ilit, kalsit, mika dan klorit. Struktur monmorilonit terdiri dari 3 layer (lapisan T-O-T) yang terdiri dari 1 lapisan alumina (AlO_6) berbentuk oktahedral pada bagian tengah diapit oleh 2 buah lapisan silika (SiO_4) berbentuk tetrahedral. Diantara lapisan T-O-T atau lapisan interlayer terdapat kation monovalent maupun bivalent, seperti Na^+ ,

Ca^{2+} dan Mg^{2+} dan memiliki jarak (d-spacing) sekitar 1,2 – 1,5 nm. Lapisan-lapisan dalam bentonit ini teraglomerasi (menggumpal) karena adanya gaya tarik menarik antar partikel. Dengan teknik tertentu seperti *surface treatment* gaya tersebut dapat dikurangi sehingga jarak antar layer dalam struktur monmorilonite (d- spacing) akan bertambah besar (> 1.5 nm). (Syuhada dkk. 2009)

Bentonit banyak dimanfaatkan sebagai penukar kation logam, namun masih kurang efektif dalam mengadsorpsi molekul organik dalam suatu larutan (Lizhong, Yimin, & Jianying, 1997). Oleh karena itu, banyak penelitian telah dilakukan untuk memodifikasi bentonit sehingga memiliki kemampuan untuk dapat mengadsorpsi molekul organik dan diaplikasikan sebagai adsorben polutan organik yang terkandung di dalam air.

Modifikasi bentonit dapat dilakukan dengan penambahan surfaktan seperti garam amonium kuartener, polietilen glikol eter dan sebagainya, dimana bentonit yang semula bersifat hidrofilik berubah menjadi organofilik. Bentonit hasil modifikasi disebut organoclay. Perubahan sifat bentonit merupakan hasil interkalasi surfaktan ke dalam antar lapisan bentonit. Interkalasi surfaktan dengan bentonit dapat terjadi karena penggantian kation anorganik pada bentonit dengan kation organik surfaktan atau karena interaksi hidrofilik antara bagian polar bentonit dengan gugus polar dari surfaktan. Dengan masuknya surfaktan ke dalam bentonit, d-spacing pada bentonitpun bertambah besar, dan sifat organofiliknya menyebabkan organoclay dapat mengadsorpsi molekul organik, sehingga *organoclay* dapat digunakan dalam aplikasi lingkungan. *Organoclay* sangat efektif dalam menghilangkan kontaminasi molekul organik yang terdapat pada air dan disarankan untuk digunakan dalam *treatment* polutan organik di dalam air (Lizhong, Yimin, & Jianying, 1997).

Dalam studi pendahuluan, pada penelitian ini akan dipelajari sifat dan karakteristik *organoclay* dengan surfaktan nonionik triton X-100 sebagai agen penginterkalasi. Pada studi awal yang telah dilakukan sebelumnya (Irwansyah, 2007) diketahui bahwa perbedaan orientasi surfaktan yang tercermin dari perbedaan jarak *basal spacing* antara bentonit alam dan bentonit komersial disebabkan oleh interaksi *clay* dengan surfaktan. Selanjutnya studi yang dilakukan

oleh Haryani (2010) diketahui bahwa ODTMA-bentonit memiliki *basal spacing* yang lebih besar dibandingkan pada Heksadesil Trimetilamonium Bromida-bentonit (HDTMA-bentonit). Pada studi tersebut, dipelajari kemampuan organoclay ODTMA-bentonit dan HDTMA-bentonit dalam mengadsorpsi fenol, katekol, dan benzaldehid. Untuk mengetahui isotherm adsorpsinya, Oktaviani (2011) melakukan penelitian dengan mempelajari kemampuan organoclay dalam menyerap fenol pada berbagai konsentrasi. Penentuan waktu optimum pengadukan dilanjutkan oleh Rahman (2011), dimana pada rentang waktu 12 – 18 jam, fenol paling banyak teradsorpsi setelah dilakukn pengadukan selama 12 jam. Namun demikian keempat penelitian yang disebutkan terakhir menggunakan bentonit lokal yang berasal dari satu daerah di Tapanuli dan surfaktan yang digunakan adalah jenis surfaktan kationik, oleh karena itu penelitian ini bertujuan mensintesis dan mempelajari sifat dan karakter dari bentonit yang berasal dari daerah Merangin-Jambi, mempelajari sifat dan karakter dari *organoclay* dari bentonit yang diinterkalasi dengan surfaktan nonionik triton x-100. Kemudian akan dipelajari model isotherm adsorpsi, dan kemampuan *organoclay* dalam menyerap p-klorofenol sebagai limbah beracun yang sering dijumpai pada industri pembuatan insektisida, antiseptik, dan desinfektan.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana karakter fisik dan kimia bentonit yang berasal dari daerah Merangin Provinsi Jambi?
2. Bagaimana karakter *organoclay* hasil sintesis dengan surfaktan Triton X-100 yang dianalisis dengan beberapa alat uji, untuk selanjutnya dapat diaplikasikan sesuai sifat dan karakter tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Memfraksinasi dan mengkarakterisasi bentonit lokal yang berasal dari daerah Merangin Provinsi Jambi, sehingga diperoleh fraksi yang kaya montmorillonit

2. Mensintesis Natrium montmorillonit dari fraksi bentonit yang mengandung montmorillonit paling tinggi
3. Membuat *organoclay* dari bentonit alam Merangin –Jambi dengan menggunakan surfaktan nonionik triton x-100, serta mempelajari karakter *organoclay* hasil sintesis dengan XRD, FTIR, dan EDX untuk selanjutnya dapat diaplikasikan sesuai sifat dan karakter tersebut.
4. Mengetahui kemampuan adsorpsi *organoclay* terhadap molekul organik p-klorofenol dengan variasi konsentrasi.

1.4 Hipotesa Penelitian

Interkalasi surfaktan nonionik pada bentonit akan meningkatkan daya adsorpsi *organoclay* terhadap p-klorofenol dalam air.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat :

1. Mengetahui karakter bentonit yang berasal dari daerah Merangin - Jambi.
2. Mengetahui seberapa besar potensi *organoclay* yang diinterkalasi dengan surfaktan nonionik triton x -100 dalam mengadsorpsi molekul p-klorofenol, sehingga pemanfaatan *organoclay* sebagai adsorben semakin diminati dan dapat meningkatkan nilai ekonomis serta meningkatkan potensi *organoclay* dalam mengurangi perusakan lingkungan.

BAB II

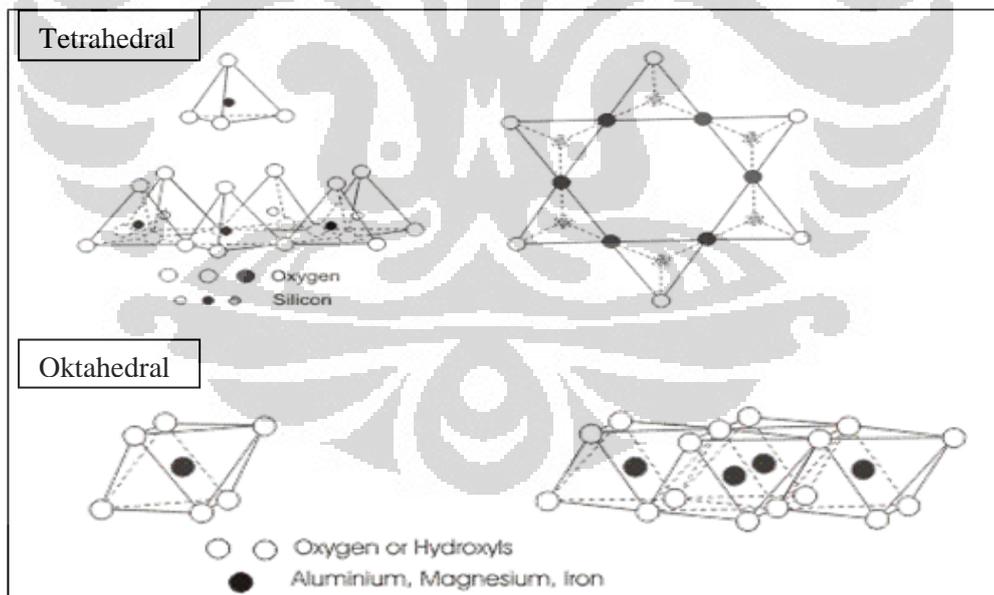
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mineral Lempung (*Clay*)

Tanah lempung merupakan hasil pelapukan batu-batuan, sangat mudah ditemukan di berbagai tempat. Dalam kosa kata ilmiah, lempung dikenal sebagai *silica* atau *silicate clay* karena sebagian besar kandungannya adalah silika. Lempung merupakan bagian dari kelas mineral silikat plosilikat. Lempung juga disebut sebagai aluminosilikat dan mempunyai struktur kristal tertentu. Lempung tersusun dari dua kerangka dasar pembangun, yaitu :

1. Tetrahedral Silika dan
- 2 Oktahedral Aluminium.

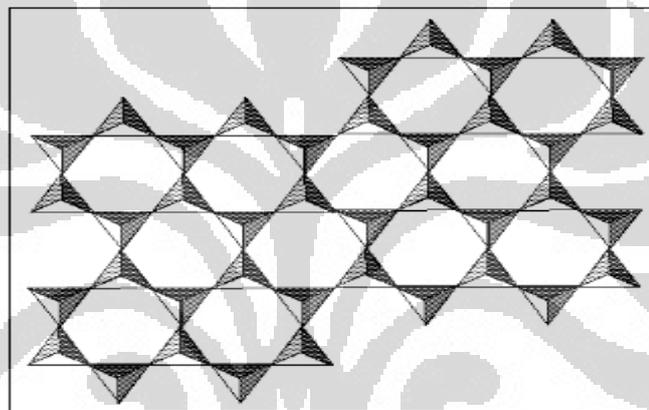
Kedua kerangka ini tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu lapisan tetrahedral dan oktahedral seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerangka Dasar Pembangun Lempung
Sumber: <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/index.html>

Lapisan tetrahedral disusun oleh tetrahedral yang bergabung melalui tiga dari empat atom oksigen sebagai jembatan, sehingga tersusun sebagai bentuk heksagonal (Gambar 2.2a). Sisa satu atom oksigen akan mengarah ke atas atau ke

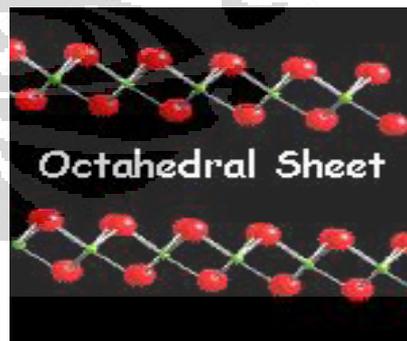
bawah, sehingga disebut apikal oksigen (Gambar 2.2b). Sedangkan pada lapisan oktahedral, tersusun oleh oktahedral yang membagi ujung-ujung oksigen dan hidroksil dengan Al^{3+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} yang disebut sebagai kation terkoordinasi. Oktahedral ini juga tersusun heksagonal sehingga disebut lapisan Gibbsite (Gibbsite sheet) (Gambar 2.2c). Lapisan oktahedral dapat disusun oleh $(\text{Fe,Mg})\text{O}_6$ atau AlO_6 . Ada dua jenis lapisan oktahedral, yaitu dioktahedral dan trioktahedral. Pada lapisan dioktahedral, ujung ujung oksigen dan hidroksil dikelilingi oleh dua kation trivalen, sedangkan pada lapisan trioktahedral ujung ujung oksigen dan hidroksil dikelilingi oleh tiga kation bivalen (Gambar 2.3).



(a)



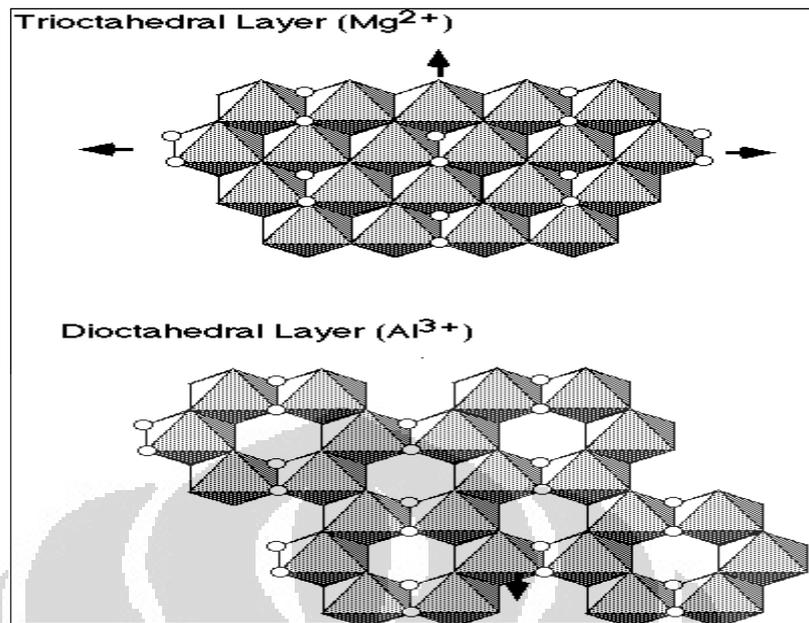
(b)



(c)

Gambar 2.2. Lapisan Tetrahedral dan Lapisan Oktahedral

Sumber : <http://www.clay.org.au>.



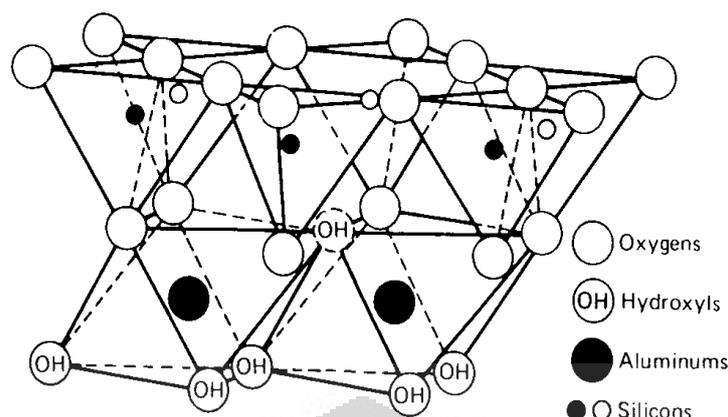
Gambar 2.3. Trioktahedral dan Dioktahedral
 Sumber : <http://www.clay.org.au>.

Berdasarkan perbandingan lapisan tetrahedral dan lapisan oktahedral penyusunnya, lempung dikelompokkan sebagai : Lempung 1:1 dan Lempung 2:1

2.1.1 Lempung 1:1

Lempung 1:1 disebut juga *kandite*. Kandite merupakan clay dengan struktur T-O (1:1) dan layer oktahedral mirip struktur *gibbsite*. Karena layer tidak bermuatan (netral) maka ikatan antar *layer* merupakan gaya Van der Waals. *Kaolinite* merupakan contoh umum kelompok kandite dengan formula $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Anggota *kandite* yang lain adalah *Anauxite*, *Dickite*, dan *Nacrite*.

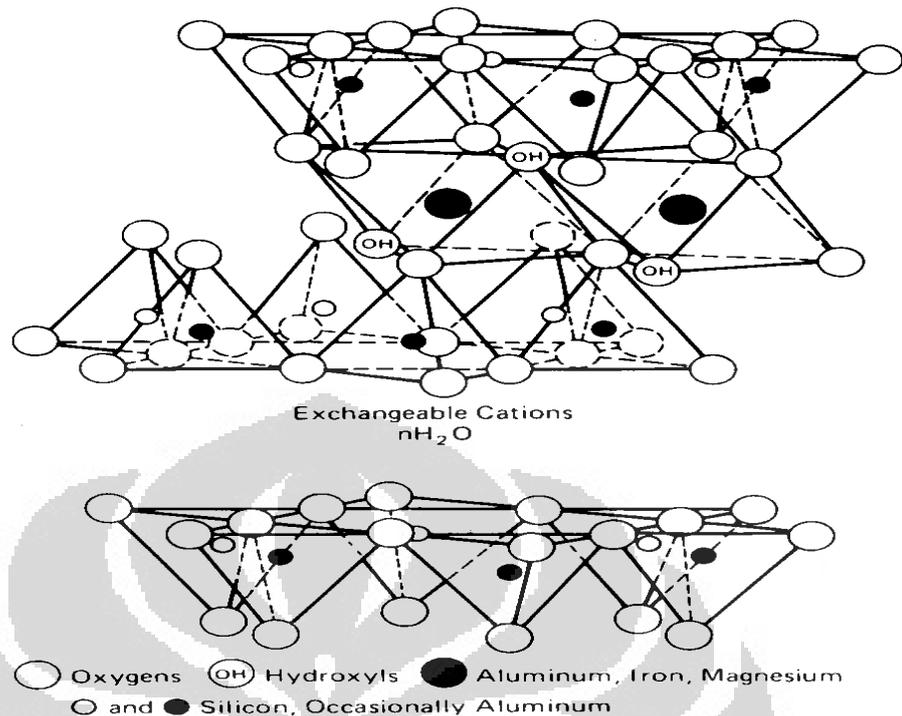
Kaolinite dibentuk melalui pelapukan atau alterasi hidrotermal mineral aluminasilikat. Oleh karena itu batuan yang kaya Feldspar umumnya mengalami pelapukan menjadi *kaolinite*. Pada proses pelapukan tersebut ion-ion Na, Ca, K, Mg dan Fe harus dilepaskan (*leaching*). Proses *leaching* lebih disukai pada kondisi asam (pH rendah). Batuan granit, banyak mengandung feldspar dan merupakan sumber utama kaolin.



Gambar 2.4 : lempung 1:1
 Sumber : <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens/211>

2.1.2 Lempung 2:1

Lempung jenis ini terdiri dari dua lembaran tetrahedral dan satu lembaran oktahedral. Kedua lembaran tetrahedral mengapit lembaran octahedral (T-O-T), sehingga terlihat seperti “sandwich”. Beberapa lempung yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah Smectite, Vermiculite dan Bentonit. Istilah “smectite” digunakan untuk menjelaskan kelompok pilsilikat 2:1 yang mampu mengembang dan mempunyai muatan *layer* permanen akibat adanya substitusi isomorfis pada lapisan oktahedral Al (terutama oleh spesi bermuatan rendah seperti Mg^{2+} , Fe^{2+} , atau Mn^{2+}) maupun pada lapisan tetrahedral Si (terutama oleh spesi Al^{3+} atau Fe^{3+}). Substitusi ini mengakibatkan total muatan negatif pada struktur lempung, sehingga membutuhkan kation penyeimbang. Lapisan *interlayer* lempung terhidrasi, akibatnya kation dapat bergerak bebas masuk atau keluar struktur. Karena *interlayer* terbuka dan terhidrasi, kation bertindak sebagai penyeimbang di *interlayer* tersebut. Adanya kation pada daerah *interlayer* merupakan bagian dari kapasitas tukar kation. Pada Vermiculite, muatan negatif umumnya diakibatkan karena substitusi Si oleh Al^{3+} .



Gambar 2.5 Lempung 2:1

Sumber : <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens/211>

2.2 Bentonit

Bentonit adalah istilah pada lempung yang mengandung montmorilonit sebagai kandungan utama dan termasuk kelompok dioktahedral. Nama bentonit pertama kali digunakan tahun 1896 oleh Knight untuk menamai suatu jenis lempung yang sangat plastis yang terdapat pada formasi benton, Rock, Creek, di negara bagian Wyoming, Amerika Serikat.

Bentonit terbentuk dari hasil pelapukan dan reaksi hidrotermal batuan vulkanik. Mineral pengotor utama yang sering terdapat dalam bentonit adalah kwarsa, illite, kristobalit, feldspar, kalsit, gypsum, kaolinite, dan plagioclas. Berdasarkan penyusunnya bentonit dibagi menjadi Na-Bentonit (natrium bentonit) dan Ca-Bentonit (kalsium bentonit).

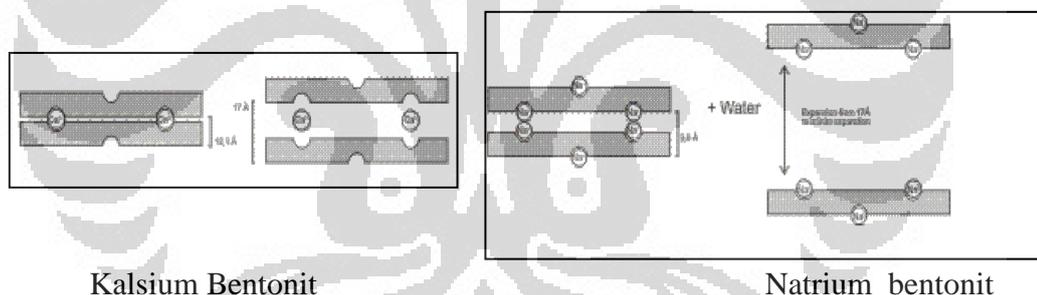
2.2.1 Natrium Bentonit (Na-Bentonit)

Natrium bentonit merupakan bentonit yang jika didispersikan dalam air akan mengembang hingga delapan kali volume awal dan akan terdispersikan

cukup lama sehingga susah untuk disedimentasikan, karena itu natrium bentonit disebut juga *swelling* bentonit. Natrium bentonit lebih banyak mengandung Na^+ pada kation *interlayer*nya.

2.2.2 Kalsium bentonit (Ca-Bentonit)

Kalsium bentonit memiliki daya mengembang yang lebih rendah dibandingkan Na-Bentonit. Posisi pertukaran kation lebih banyak ditempati Ca^{2+} . Ca-Bentonit kurang mengembang dibandingkan Na-bentonit karena ion Ca^{2+} akan menarik lebih kuat kedua lapisan TOT sementara pada Na-bentonit ion Na^+ kurang menarik kedua lapisan TOT akibat muatan yang rendah (lihat Gambar 2.6). karena sifatnya yang kurang mengembang, kalsium bentonit disebut juga *non-swelling* bentonit. Grim (1953) menyebutkan bahwa ada tiga faktor yang mengontrol ekspansi *layer* montmorillonite yaitu sifat kation *interlayer*, rapat muatan permukaan pada sisi *interlayer* (surface charge density) dan kekuatan solvasi.



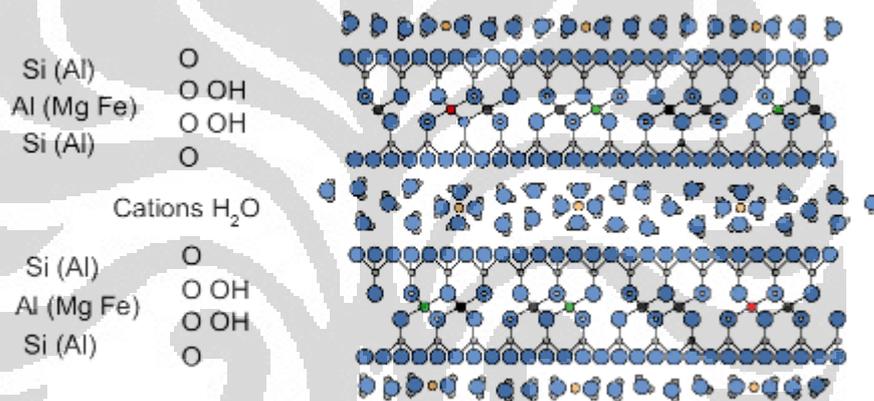
Gambar 2.6 kalsium bentonit dan natrium bentonit
[Sumber: www.ceg.fsv.cvut.cz/ENeeg_uvod03_bentonit.htm]

2.3 Montmorillonit

Montmorillonit merupakan anggota kelompok mineral lempung. Pada umumnya montmorillonit membentuk kristal mikroskopik atau setidaknya kristal *micaceous* berlapis sangat kecil. Kandungan air dalam montmorillonit sangat bervariasi dan ketika mengadsorpsi air, montmorillonit cenderung mengembang sampai beberapa kali volume awal. Sifat ini membuat montmorillonit menjadi mineral yang bermanfaat untuk berbagai tujuan, seperti : pembersih dan penjernih larutan gula, penyerap ion-ion logam dan penjernih air minum.

Sebagai spesi mineral, montmorillonit tidak mendapat banyak perhatian karena sampel montmorillonit murni bersifat *massive*, pucat dan sangat tidak menarik. Kation-kation yang dipertukarkan dalam struktur kristal montmorillonit kebanyakan adalah Na^+ dan Ca^{2+} , namun terdapat kation lain sebagai pengotor seperti K^+ , Mg^{2+} , Li^+ , Rb^+ , dan Cs^+ .

Secara alami struktur montmorillonit mengalami proses substitusi isomorfis, dimana posisi Al^{3+} digantikan oleh Mg^{2+} dan Fe^{2+} sedangkan Si^{4+} digantikan Al^{3+} dan Fe^{3+} . Sebagai konsekuensinya terdapat netto muatan negatif pada permukaan dan harus dinetralkan oleh kation-kation seperti seperti Na^+ , K^+ , Ca^+ dan lain-lain yang terserap di permukaan lembaran montmorillonit, kation ini disebut kation *interlayer* (*exchangeable cations*).



Gambar 2.7 Struktur Montmorillonit

[Sumber: <http://www.fysast.uu.se/molcond/content/bentonite-and-kaolinite>]

2.4 Surfaktan

Surfaktan adalah suatu zat apabila terlarut dalam air akan mempunyai sifat adsorpsi pada permukaan/antarmuka pada sistem dan dapat merubah nilai energi bebas permukaan/antarmuka dari sistem tersebut. Oleh karena itu, surfaktan berfungsi menurunkan energi bebas antarmuka.

Dalam satu molekul surfaktan, terdiri dari bagian kepala yang memiliki gugus hidrofilik serta gugus hidrofobik sebagai ekornya, sehingga molekul surfaktan ini dikenal sebagai struktur ampifilik. Gugus hidrofobik pada umumnya berupa hidrokarbon yang terdiri dari 8 sampai dengan 22 atom karbon, sedangkan

gugus hidrofiliknya terdiri atas gugus karboksilat, sulfonat, sulfat, garam amonium kuarterner dan polioksietilen. Surfaktan pada permukaan polar akan berorientasi dengan gugus hidrofilik menghadap adsorben. Sebaliknya pada permukaan non polar gugus hidrofobik yang menghadap adsorben. (Myers,1999)

2.4.1 Klasifikasi surfaktan

Berdasarkan gugus hidrofiliknya, surfaktan diklasifikasikan menjadi : (Myers, 1999)

1. Surfaktan anionik, yaitu surfaktan dengan bagian permukaan aktifnya membawa muatan negatif. Surfaktan yang termasuk golongan ini contohnya adalah: *Sodium Dodesyl Sulfate* (SDS) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3^-\text{Na}^+$, dan Natrium Stearat $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-\text{Na}^+$

2. Surfaktan amfoter (zwitter ion), yaitu surfaktan yang mengandung muatan positif maupun negatif pada bagian permukaannya, bergantung pada pH larutan. Pada pH di bawah titik isoelektriknya, surfaktan ini bersifat kationik, sedangkan pada pH di atas titik isoelektriknya, surfaktan ini bersifat anionik. Surfaktan yang termasuk golongan ini, contohnya adalah Dodesil Betain, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

3. Surfaktan nonionik, yaitu surfaktan dengan bagian permukaan aktifnya tidak membawa muatan (tidak terionisasi di dalam larutan). Surfaktan yang termasuk golongan ini contohnya adalah:

Tergitol, $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{C}_6\text{H}_4\text{O}(\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{O})_{40}\text{H}$,

Poliostilen laurel eter, $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_8\text{H}$

Triton X-100, $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{C}_6\text{H}_4\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{10}\text{H}$

4. Surfaktan kationik, yaitu surfaktan dengan bagian permukaan aktifnya membawa muatan positif. Surfaktan kationik biasanya memiliki gugus fungsi amina, ammonium, heterosiklik. Surfaktan yang termasuk golongan ini adalah:

Dodesilamin Hidroklorida, $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{NH}_3]^+\text{Cl}^-$

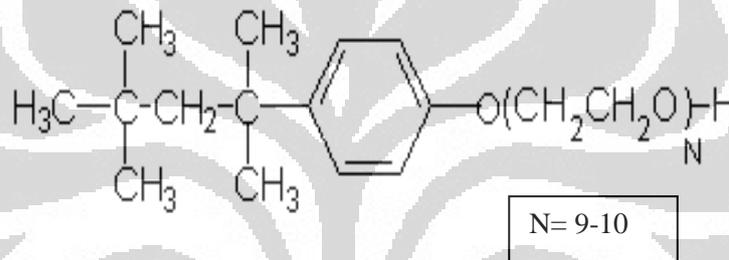
Dodesiltrimetil Amonium Bromida $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{N}(\text{CH}_3)_3]^+\text{Br}^-$

Heksadesil Trimetilamonium Bromida (HDTMA-Br) $[\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{N}(\text{CH}_3)_3]^+\text{Br}^-$

Oktadesil Trimetilamonium Bromida (ODTMA-Br) $[\text{C}_{18}\text{H}_{37}\text{N}(\text{CH}_3)_3]^+\text{Br}^-$

2.4.2 Surfaktan Triton X-100

Pada penelitian ini digunakan surfaktan nonionik Triton X-100 yang merupakan surfaktan sangat stabil yang akan digunakan sebagai agen penginterkalasi untuk bentonit. Triton X-100 merupakan surfaktan nonionik dengan nama polietilen glikol P-1,1,3,3-tetrametilbutil fenil eter. Secara fisik surfaktan ini merupakan cairan kental dan bening dengan berat molekul rata-rata :625 gram/mol, massa jenis: 1,07 g/ml, pH 5% larutan: 6 -8, *Critical micelle concentration* (CMC): 0.22 - 0.24 mM, larut dalam air dan dalam senyawa organik seperti benzena, alkohol dan sebagainya. Rumus struktur Triton X-100 adalah sebagai berikut:



Gambar 2.8. Struktur molekul Triton X-100

2.5 Organoclay

Organoclay dibuat dengan memodifikasi bentonit dengan surfaktan baik surfaktan kationik maupun nonionik. Pada interkalasi bentonit dengan surfaktan kationik seperti amina kuarterner, nitrogen pada amina kuarterner tersebut bersifat hidrofilik dengan muatan positif, sehingga kation natrium ataupun kalsium yang ada dalam bentonit tertukar dengan muatan positif surfaktan.

Pada penelitian ini digunakan surfaktan nonionik triton X-100. Gugus alkohol etoksilat (AE) pada triton X-100 yang bersifat polar diharapkan dapat masuk ke lapisan interlayer dari montmorillonit dan berinteraksi secara hidrofilik dengan gugus polar seperti silanol pada bentonit, hal ini memungkinkan terjadinya peningkatan jarak basal spacing pada organobentonit yang terbentuk.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yun-Hwei Shen (2001), kapasitas adsorpsi bentonit terhadap surfaktan nonionik lebih besar dibanding terhadap

surfaktan kationik, hal ini memungkinkan terbentuknya jarak basal spacing dan kandungan karbon organik yang lebih besar pada organobentonit yang dihasilkan. Jumlah molekul surfaktan nonionik seperti polietilenoksida yang teradsorpsi pada bentonit bergantung pada panjang rantai etilen oksidanya, semakin panjang rantai etilen oksida semakin sedikit jumlah molekul surfaktan yang teradsorpsi, hal ini disebabkan karena kuatnya ikatan hidrogen yang terbentuk antara gugus alkohol etoksilat dari surfaktan dengan gugus silanol pada bentonit tersebar secara merata hingga menutupi sisi aktif bentonit.

2.6 p-Klorofenol

p-klorofenol merupakan senyawa aromatik yang memiliki rumus molekul C_6H_5ClO , dengan massa molekul relatif rata rata 128,56 gram/mol, berbentuk kristal, mempunyai nilai $pK_a=9,38$ lebih asam dari fenol ($pK_a=10$) karena memiliki gugus penarik elektron (Cl). p-klorofenol biasanya digunakan sebagai salah satu senyawa dalam pembuatan insektisida, antiseptik, dan desinfektan, dapat masuk ke sistem perairan dalam penggunaan sebagai pestisida.

Senyawa p-klorofenol memiliki titik didih sebesar $220^{\circ}C$ dan titik leleh $43^{\circ}C$, kelarutannya dalam air 2,7 gram/100 ml pada suhu $20^{\circ}C$ dengan toksisitas sebagai berikut;

- Toksisitas akut melalui *inhalasi* tergolong kategori 4
- Toksisitas akut melalui *dermal* tergolong kategori 4
- Toksisitas akut melalui *oral* tergolong kategori 4
- Toksisitas kronis di lingkungan *aquatik* tergolong kategori 2

Sedangkan data ekologi dari p-klorofenol adalah sebagai berikut:

- Toksisitas pada ikan, 3,2 mg/L selama 96 jam dapat menyebabkan kematian.
- LC_{50} pada ikan jenis *Lepomis macrochirus* 3,1 – 4,8 mg/L selama 96 jam
- Toksisitas pada species *daphnia* dan invertebrata yang lain pada sistem *aquatik* 0,2 mg/L selama 8 hari dapat menyebabkan kematian.

2.7 Karakterisasi

2.7.1 Spektroskopi Inframerah (FT-IR)

Spektroskopi inframerah adalah suatu alat yang sangat besar andilnya dalam mengidentifikasi tipe-tipe ikatan kimia yang menyusun suatu molekul tertentu dengan memproduksi spektrum absorpsi inframerah yang biasanya hasil pengukuran alat ini disebut sebagai sidik jari molekul “finger-print”. FT-IR banyak digunakan untuk mengidentifikasi bahan kimia baik yang organik maupun anorganik. Serapan cahaya inframerah oleh molekul bergantung pada vibrasi ikatan molekular dan tipe ikatan molekul. Setiap jenis vibrasi pada molekul, mempunyai frekuensi spesifik, dan molekul molekul akan menyerap sinar inframerah pada frekuensi tertentu jika di dalam molekul ada transisi energi ($\Delta E = h\nu$). Transisi yang terjadi di dalam serapan inframerah berkaitan dengan perubahan perubahan vibrasi di dalam molekul.

Instrumen FTIR menggunakan sumber radiasi dalam kisaran inframerah (bilangan gelombang = $4000-400\text{ cm}^{-1}$). Radiasi dalam kisaran energi ini sesuai dengan kisaran frekuensi vibrasi rentangan (*stretching*) dan vibrasi bengkokan (*bending*) ikatan kovalen dalam kebanyakan molekul. Tiap molekul memiliki ikatan yang berbeda-beda sehingga energi vibrasinya juga beragam. Informasi penting dari karakterisasi menggunakan FTIR ini adalah untuk menentukan keberadaan suatu molekul, dalam penelitian ini bertujuan untuk melihat keberadaan molekul surfaktan triton X-100 pada bentonit yang sudah dimodifikasi menjadi organoclay, dan melihat keberadaan molekul p-klorofenol pada organoclay yang telah mengadsorpsi p-klorofenol.

Gambar 2.9 Komponen FTIR

[Sumber: <http://www.nuance.northwestern.edu/KeckII/Instruments/FT-IR/index.html>]

2.7.2 Difraksi Sinar-X (XRD)

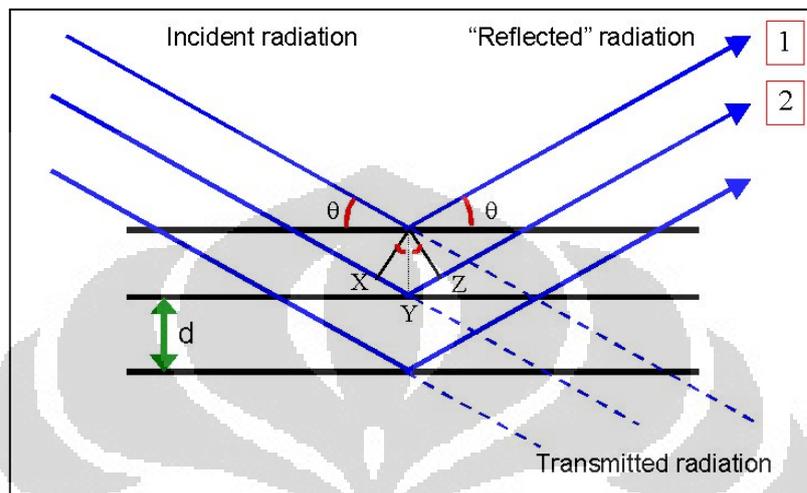
Sinar X dapat digunakan untuk menghasilkan pola difraksi tertentu yang dapat digunakan dalam analisis kualitatif dan kuantitatif material. Apabila suatu material dikenai sinar X, maka intensitas sinar yang ditransmisikan lebih rendah dari intensitas sinar datang. Hal ini disebabkan adanya penyerapan oleh material dan juga penghamburan oleh atom-atom dalam material tersebut. Berkas sinar X yang dihamburkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasanya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasanya sama. Berkas sinar X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. Hukum Bragg merupakan persamaan matematika tentang persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar X yang dihamburkan tersebut merupakan berkas difraksi.

Kegunaan pengukuran XRD yakni mengidentifikasi kristal dengan mempelajari pola difraksinya. Secara spesifik dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis struktur mineral *clay*, keramik, dll. Bahkan dapat juga mendeterminasi jumlah kuantitas beberapa fasa yang diuji dengan mengalkulasikan rasio puncak, determinasi bentuk kristal dengan mempelajari kesimetrian puncak.

Untuk menentukan jarak antar bidang pada *organoclay* pada penelitian ini juga dikarakterisasi menggunakan XRD. Pola difraktogram yang tampil merupakan sidik jari yang dapat dikenali sehingga untuk data yang diinginkan

dapat dilihat dari pola difraktometer, serta untuk mendapatkan nilai *d-spacing* dapat digunakan data sudut 2 theta (2θ) melalui hukum Bragg :

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad n = 1, 2, 3, \dots$$



Gambar 2.10 Difraksi sinar X

[Sumber: <http://www.abdn.ac.uk/~che241/cdiff/indexx.htm>]

2.7.3 Spektrofotometer UV/ Visibel

Serapan cahaya oleh molekul dalam daerah spektrum ultraviolet dan sinar tampak tergantung pada struktur elektronik dari molekul. Spektra ultraviolet dan sinar tampak dari senyawa senyawa organik berkaitan erat dengan transisi transisi diantara tingkatan tingkatan energi elektronik. Transisi elektronik yang mungkin terjadi adalah, elektron ikatan jenuh, elektron pasangan bebas, dan elektron ikatan tak jenuh ke orbital anti ikatan

Daerah spektrum UV-VIS yang digunakan di atas 200 nm diperkirakan energinya mencapai 143 kkal/mol. energi tersebut cukup untuk mengeksitasikan elektron molekul ke tingkat yang lebih tinggi. Fenomena ini sering disebut sebagai spektroskopi elektronik. Promosi elektron yang terjadi biasanya dari orbital yang penuh elektron (HOMO) ke orbital yang kurang elektron (LUMO). Ketika molekul sampel disinari cahaya yang memiliki energi yang sesuai, terjadi kemungkinan transisi elektronik antara molekul. Beberapa sinarnya akan terabsorb dan ada yang diteruskan. Sinar yang tidak diserap akan terdeteksi pada

alat dan menghasilkan spektrum dengan absorbansi spesifik pada setiap panjang gelombang tertentu. Spektrum UV-Vis mengukur intensitas cahaya setelah melewati sampel (I) dan membandingkannya dengan intensitas cahaya sebelum melewati sampel (I_0). Perbandingan I dengan I_0 (I/I_0) disebut transmittan (T) biasanya ditulis dalam persen (%T), dan logaritme dari $1/T$ disebut sebagai absorbansi (A) yang dapat dihitung dengan persamaan Lambert – Beer :

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c,$$

dimana;

A= absorbansi

ϵ = Absorpsivitas molar ($\text{liter mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$)

b= Ketebalan sel /kuvet (cm)

c= Konsentrasi larutan (mol/Liter)

2.7.4 Energy Dispersive X-Ray (EDX)

Teknik analisis EDX digunakan setelah analisis dengan SEM. SEM-EDX berguna untuk karakterisasi secara kimia suatu specimen dalam konteks mikroanalisis. Alat ini dapat menghasilkan data analisis kualitatif dan semi kuantitatif. SEM-EDX memungkinkan kita mengidentifikasi fasa dan kimiawi pada material yang tidak diketahui. Determinasi intra dan interfasa distribusi elemen dengan pemetaan sinar-X dapat mendeterminasi kristal yang cacat atau rusak, propagasi arah kerusakan kristal serta mengetahui kontaminan. (rtiintl.com 2010)

Dengan EDX (Energy Dispersive X- ray Spectroscopy) dapat mendeteksi unsur-unsur dalam material. Pada pengambilan data dengan alat SEM-EDX, sampel bubuk yang telah diletakkan di atas specimen holder dimasukkan kedalam specimen chamber dengan tingkat kevakuman yang tinggi yaitu sekitar 2×10^{-6} torr, kemudian dimasukkan dalam alat SEM-EDX. Dalam pengukuran SEM-EDX untuk setiap sampel dianalisa dengan menggunakan analisis area. Sinar elektron yang di hasilkan dari area gun dialirkan hingga mengenai sampel. Aliran sinar elektron ini selanjutnya di fokuskan menggunakan elektron optik columb sebelum sinar elektron tersebut membentuk atau mengenai sampel. Setelah sinar elektron mengenai sampel, akan terjadi beberapa interaksi pada

sampel yang disinari. Interaksi – interaksi yang terjadi tersebut selanjutnya akan dideteksi dan di ubah ke dalam sebuah gambar oleh analisis SEM dan juga dalam bentuk grafik oleh analisis EDX.

2.8 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan adsorpsi yang terjadi pada suhu konstan, adsorpsi yang terjadi harus dalam keadaan kesetimbangan dimana adsorpsi dan desorpsi berlangsung dalam laju yang relatif sama. Kesetimbangan adsorpsi biasanya digambarkan dengan persamaan isoterm dimana para meter parameternya menunjukkan sifat permukaan dan afinitas dari adsorben pada kondisi suhu dan pH yang tetap. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menyelidiki isoterm adsorpsi ion logam berat pada pH, jumlah adsorben, konsentrasi ion, waktu kontak dan suhu optimum sebagai variabel tetap serta konsentrasi adsorbat (mg/L) sebagai variabel bebas (Gupta *et al.* 2008). Terdapat beberapa jenis persamaan isoterm adsorpsi, yang sering digunakan adalah :

1. Isoterm Langmuir

Persamaan adsorpsi isoterm Langmuir didasarkan pada 2 anggapan (Sukardjo, 1997), yaitu:

- a. Lapisan molekul adsorbat pada adsorben hanya 1 molekul
- b. Pada proses adsorpsi terjadi dua peristiwa yang bersamaan yaitu proses adsorpsi/kondensasi (penyerapan adsorbat) dan proses desorpsi (pelepasan adsorbat).

$$\text{Laju kondensasi} \propto (1-\theta) C_e$$

$$= k_1 (1-\theta) C_e, \dots\dots\dots(1)$$

sedangkan

$$\text{Laju desorpsi} \propto \theta$$

$$= k_2 \theta \dots\dots\dots(2)$$

dimana

- θ = Bagian permukaan adsorben yang tertutupi molekul adsorbat
- $(1-\theta)$ = Bagian permukaan adsorben yang kosong
- C_e = Konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan

Pada keadaan setimbang laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi sehingga berlaku persamaan :

$$\begin{aligned}
 k_1 (1 - \theta) C_e &= k_2 \theta \\
 k_1(C_e - C_e \theta) &= k_2 \theta \\
 k_1 C_e - k_1 C_e \theta &= k_2 \theta \\
 \theta(k_2 + k_1 C_e) &= k_1 C_e \\
 \theta &= (k_1 C_e) / (k_2 + k_1 C_e) \text{ dimana } k_1/k_2 = b \text{ sehingga} \\
 \theta &= (b.C_e) / (1+b.C_e) \dots\dots\dots(3)
 \end{aligned}$$

Jumlah adsorbat yang terserap persatuan massa adsorben (q_e) berbanding lurus dengan bagian permukaan adsorben yang tertutup oleh molekul adsorbat. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut ;

$$\begin{aligned}
 q_e &\propto \theta \\
 q_e &= k_3 \theta \text{ karena } \theta = (b.C_e) / (1+b.C_e), \text{ maka} \\
 q_e &= k_3 (b.C_e) / (1+b.C_e) \\
 q_e + q_e.bC_e &= k_3.b.C_e \\
 q_e(1+b.C_e) &= k_3.b.C_e \\
 C_e/q_e &= (1+ b.C_e) / k_3.b \\
 C_e/q_e &= (1/k_3.b) + (1/k_3) C_e \dots\dots\dots(4)
 \end{aligned}$$

dimana k_3 merupakan konstanta yang mencerminkan nilai kapasitas adsorpsi maksimum (q_m) adsorben terhadap adsorbat, sehingga persamaan 4 dapat disubstitusi menjadi

$$C_e / q_e = 1 / (bq_m) + ((1/q_m)C_e) \dots\dots\dots(5)$$

dimana
 C_e = Konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan fasa cair (mg/L)

- q_e = Konsentrasi adsorbat pada fasa padat (mg /g adsorben)
- $1/q_m$ = Kemiringan /slope
- q_m = Kapasitas adsorpsi optimum (mg/g)
- $1/(bq_m)$ = Intercep
- b = Tetapan yang mencerminkan nilai energi adsorpsi
- $b.q_m$ = Tetapan yang mencerminkan nilai konstanta kesetimbangann adsorpsi

Gambar persamaan linear Langmuir diperoleh dengan memplot C_e/q_e vs C_e , dengan persamaan tersebut dapat dicari kapasitas adsorpsi optimum adsorben terhadap adsorbat. Persamaan Langmuir biasanya banyak digunakan untuk membahas adsorpsi monolayer. Persamaan Langmuir juga digunakan untuk memperoleh nilai R, yang menggambarkan dimensi parameter kesetimbangan atau faktor pemisahan dengan persamaan (Ho, 2003)

$$R = 1 / (1+b.C_e) \dots\dots\dots (6)$$

Berdasarkan nilai R, bentuk isotherm dapat ditafsirkan sebagai berikut :

- $R > 1$, menggambarkan adsorpsi yang kurang baik
- $R = 1$, menggambarkan adsorpsi linear
- $0 < R < 1$, menggambarkan adsorpsi yang bagus, dan
- $R = 0$, menggambarkan adsorpsi irreversible

2. Isoterm Freundlich :

$$q_e = K_f (C_e)^{1/n} \dots\dots\dots$$

(7)

dimana

- C_e = Konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan fasa cair (mg/L)
- q_e = Konsentrasi adsorbat pada fasa padat (mg /g adsorben)
- K_f = Tetapan yang mencerminkan nilai kapasitas adsorpsi pada lapisan pertama
- n = Tetapan yang mencerminkan nilai konstanta kesetimbangan adsorpsi

Untuk membuat persamaan garis lurus berdasarkan persamaan adsorpsi isoterm Freundlich, maka persamaan 7 diatas dapat diubah dalam bentuk logaritma menjadi;

$$\text{Log } q_e = \log k_f + 1/n \log C_e \dots\dots\dots(8)$$

Kurva persamaan linear dari Freundlich diperoleh dengan memplot **log q_e** vs **log C_e** dengan persamaan isoterm tersebut dapat dicari kapasitas adsorpsi optimum adsorben terhadap adsorbat. Persamaan Freundlich biasanya digunakan untuk adsorpsi yang bersifat bilayer.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia yang dimulai dari bulan September 2011 sampai dengan Mei 2012.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: labu ukur, gelas ukur, pipet volumetri, pipet tetes, gelas beker, batang pengaduk, botol semprot, bulb, tabung reaksi, mortar, neraca analitik, oven, sentrifugator, ayakan mesh, magnetic stirrer.

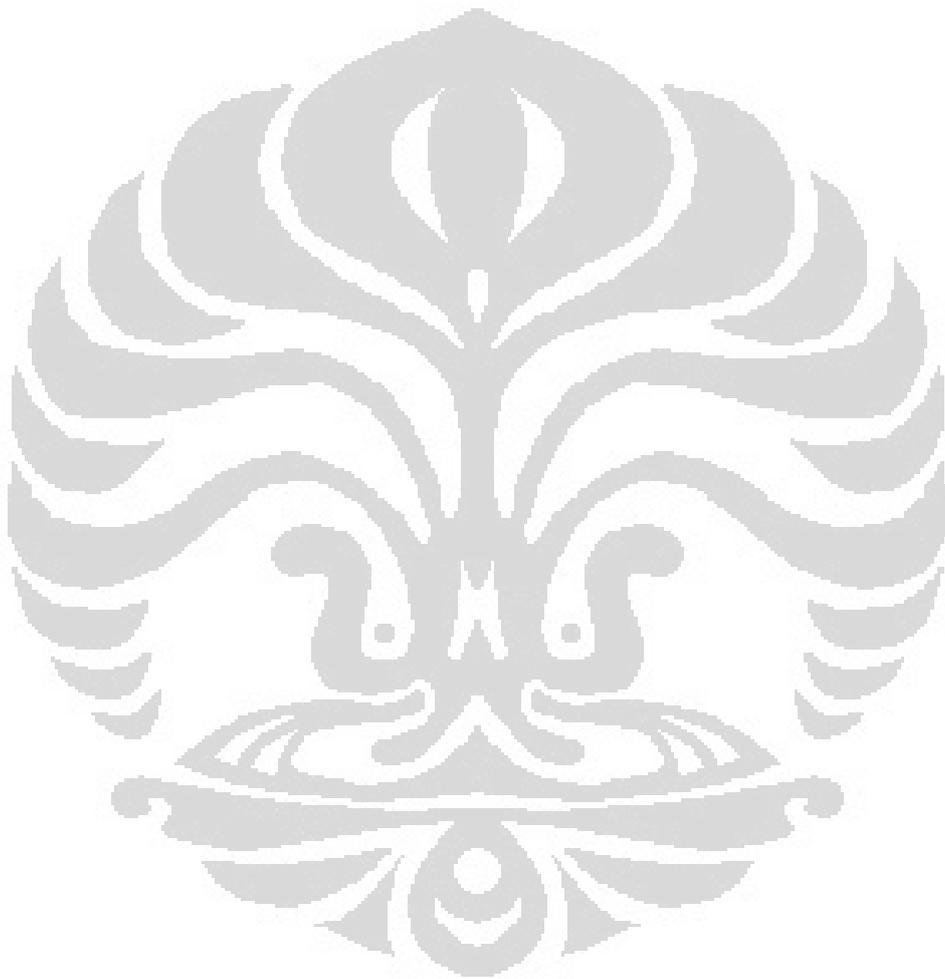
3.2.2 Alat Uji

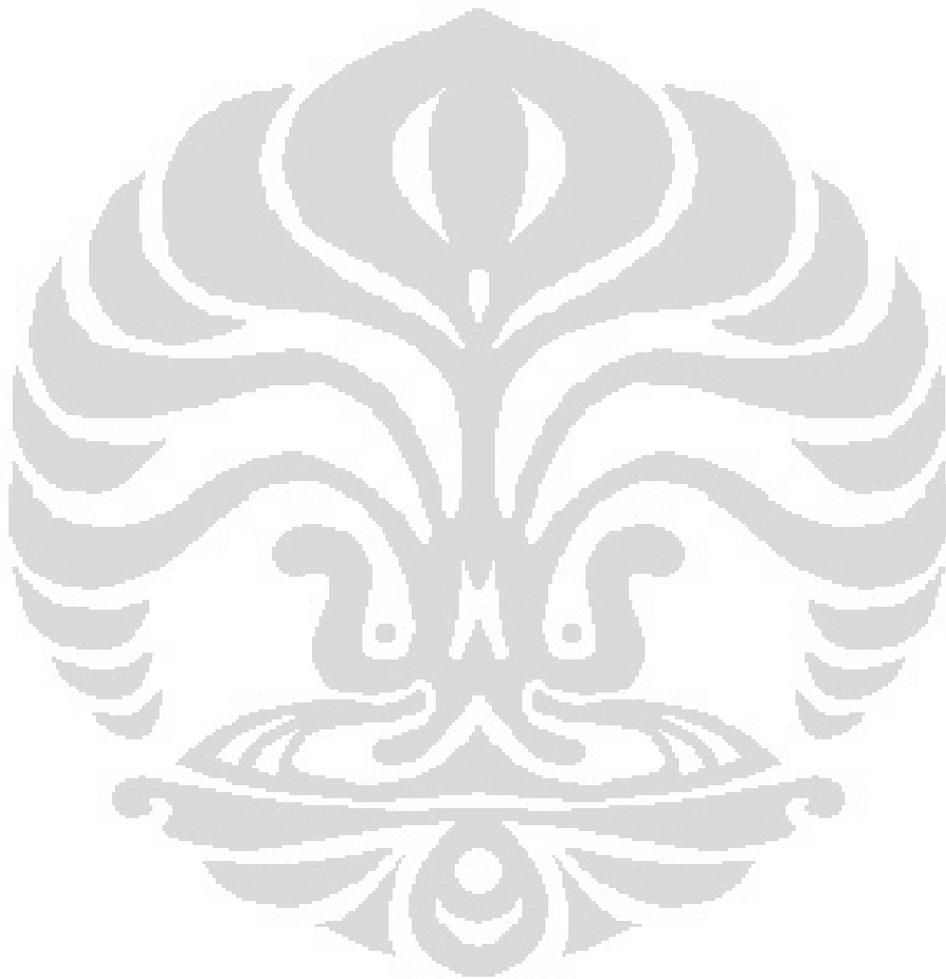
Alat uji yang digunakan untuk karakterisasi organoclay ialah spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometer FT-IR, Difraksi sinar-X (XRD), dan EDX

3.2.3 Bahan-bahan yang digunakan

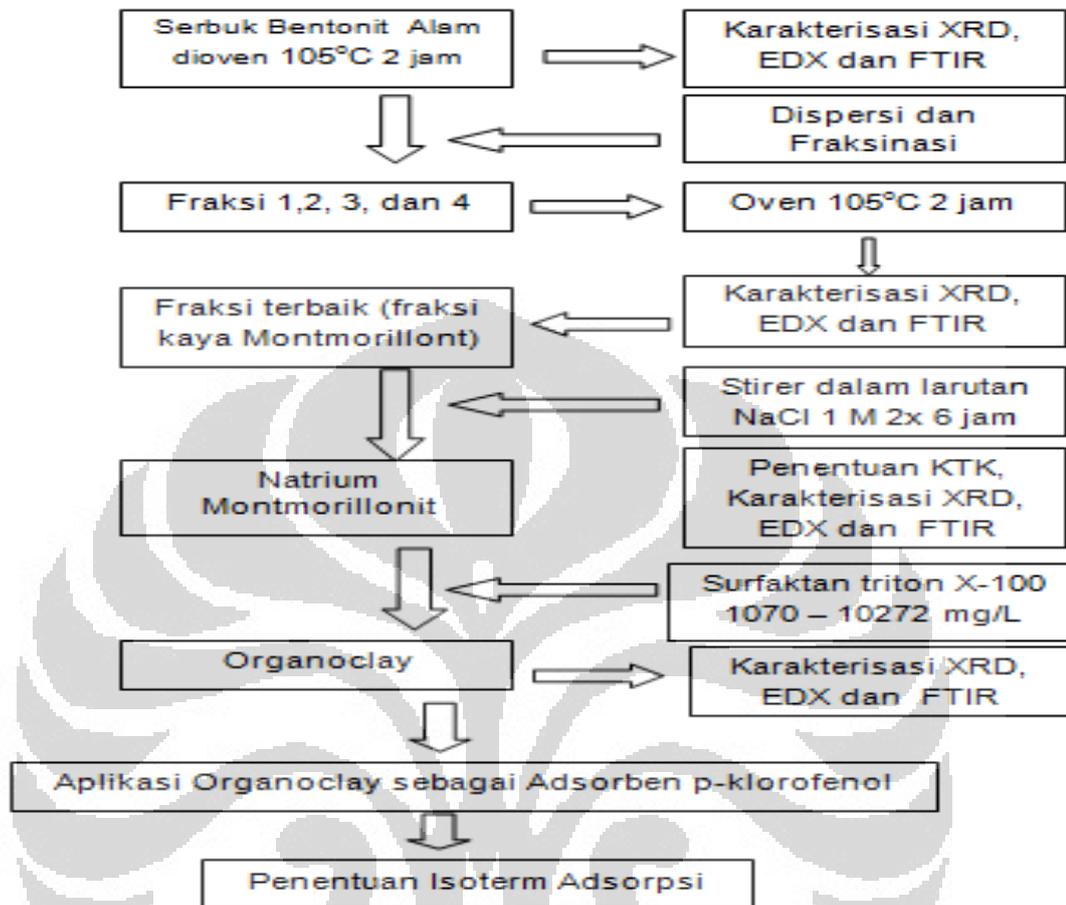
- Bentonit Alam desa biyuku Tanjung Kabupaten Mmerangin Jambi
- Akuades
- NaCl
- HCl
- AgNO₃

- Etilendiamin (EDA)
- Tembaga (II) sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- Triton x-100 ($\text{C}_8\text{H}_{17}\text{C}_6\text{H}_4(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_{10}\text{OH}$)





3.3 Alur Penelitian



3.4 Prosedur kerja

3.4.1 Preparasi Bentonit

Memanaskan serbuk bentonit pada suhu 105 °C selama 2 jam. Kemudian bentonit yang sudah dikeringkan dikarakterisasi.

3.4.2 Fraksinasi Sedimentasi Bentonit

Sebanyak 80 gram bentonit dimasukkan ke *beaker glass* kemudian ditambahkan 1600 ml aquades. Campuran yang terbentuk diaduk selama 30 menit, kemudian dидiamkan selama 5 menit. Endapan (sedimen) yang terbentuk dipisahkan dengan menuangkan cairan di atasnya ke wadah lain. Endapan disebut fraksi satu (F1). Suspensi hasil pemisahan F1 dидiamkan selama 30 menit,

endapan (F2) dipisahkan dari suspensi diatasnya. Suspensi ini kemudian didiamkan lagi selama 2 jam untuk memperoleh endapan F3. Proses dilanjutkan hingga fraksi 4/fraksi sisa (lebih dari 24 jam). Endapan tiap fraksi dikeringkan dalam oven 105⁰C sampai kering. Tiap fraksi dianalisa dengan XRD dan dihitung kelimpahan reaktif masing-masing *clay* dengan metode biscaye. Fraksi kaya *montmorillonite* dianalisa dengan EDX

3.4.3 Sintesis Natrium-Montmorilonit (Na-MMT)

Sebanyak 20 gram bentonit fraksi kaya montmorilloit (fraksi satu) disuspensikan ke dalam 600 mL larutan NaCl 1 M. Suspensi diaduk dengan stirrer selama 6 jam. Dekantasi campuran dan diambil endapannya. Endapan tersebut didispersikan kembali dengan 600 mL NaCl 1 M. dan dilakukan pengadukan kembali dengan stirrer selama 6 jam, lalu endapan didekantasi. Endapan dicuci dengan akuades beberapa kali. Filtrat diuji dengan menambahkan AgNO₃ 1 M beberapa mL sampai yakin tidak terbentuk endapan putih AgCl. Setelah dilakukan pencucian, endapan dipisahkan dari filtrat dengan sentrifugasi selama 10 menit, kemudian dibiarkan pada suhu kamar hingga terbentuk retakan, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105⁰C. Endapan digerus dan diayak hingga berukuran 200 mesh. Na-bentonit yang diperoleh di karakterisasi dengan XRD, FT-IR, dan EDX.

3.4.4 Penentuan Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Larutan 0.05 M Cu(EDA)₂²⁺ dibuat dengan mencampurkan larutan CuSO₄.5H₂O 1M dan larutan etilendiamin 1 M dengan perbandingan stoikiometri (1:2). Sebanyak 0.1 gram bentonit disuspensikan dengan 5 mL larutan kompleks Cu(EDA)₂²⁺ dan akuades 20 mL. Kemudian suspensi diaduk dengan stirrer. Absorbansi larutan Cu(EDA)₂²⁺ sebelum dan setelah dicampur diukur dengan spektrofotometer UV/Vis pada λ maks 536 nm. Dibuat larutan standar yang mendekati absorbansi filtrat larutan kompleks setelah diaduk.

3.4.5 Sintesis *Organoclay* Dengan Surfaktan tritonX-100 Sebagai Penginterkalasi

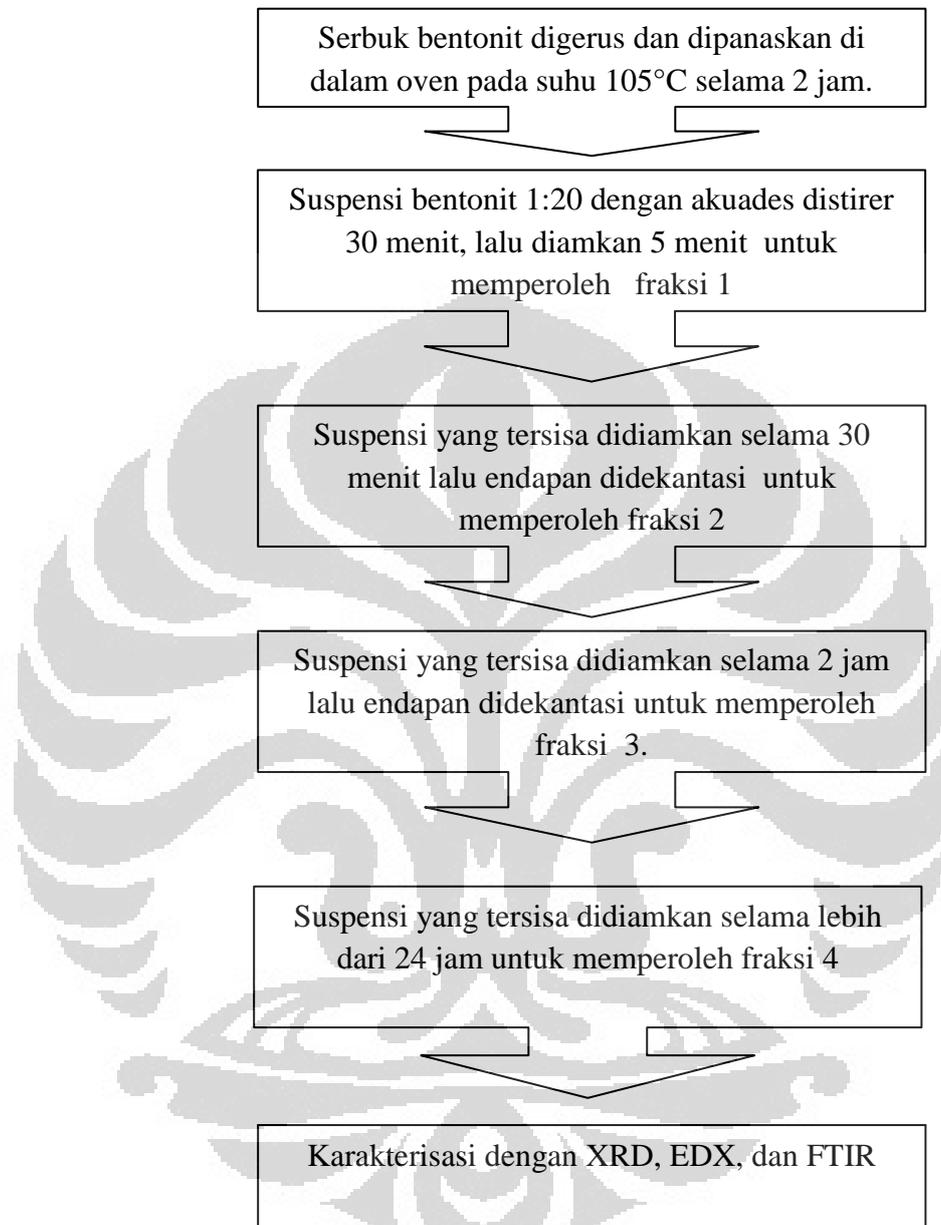
Sebanyak 0,5 gram Na-MMT didispersikan kedalam aquades lalu diaduk dengan menggunakan stirer sambil ditetesi larutan surfaktan triton x-100 dengan konsentrasi yang bervariasi sehingga diperoleh 50 ml campuran suspensi Na-MMT dan surfaktan dengan variasi konsentrasi sebesar 10272; 8560; 6848; 4280 dan 1070 mg/L. Kemudian dilakukan pengadukan dengan stirrer selama 24 jam. Campuran disentrifugasi lalu didekantasi, endapan yang diperoleh lalu oven dengan suhu 60⁰C hingga kering. *Organoclay* yang dihasilkan diuji dengan XRD, dan FT-IR. Diantara organoclay yang dihasilkan (OC₁₀₂₇₂; OC₈₅₆₀; OC₆₈₄₈ ; OC₄₂₈₀ dan OC₁₀₇₀), Organoclay dengan d-spacing terbesar akan digunakan untuk keperluan aplikasi lebih lanjut.

3.4.6 Aplikasi Bentonit, Na-MMT, dan Organoclay Sebagai Adsorben p-klorofenol

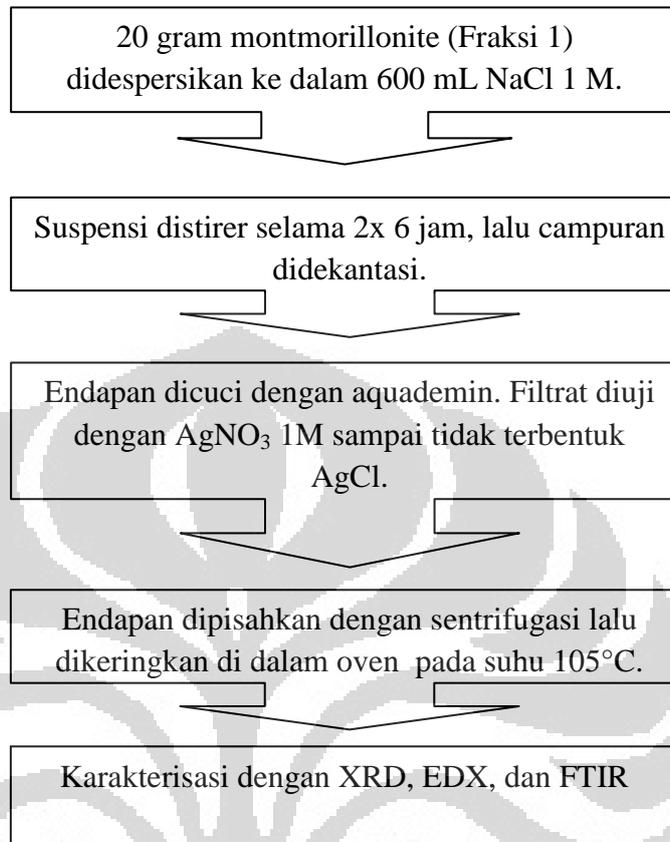
Sebanyak 0,3 gram adsorben ditambahkan dengan 30 mL larutan p-klorofenol dengan variasi konsentrasi 20, 40, 60, dan 100 ppm. Campuran diaduk selama 15 menit lalu didiamkan selama 12 jam. Untuk memisahkan endapan dari filtrat dilakukan dengan cara sentrifugasi. Supernatan dianalisis dengan spektrometri UV/Vis. Endapan dikarakterisasi dengan XRD dan FTIR. Untuk mengetahui konsentrasi larutan yang diuji, dibuatkan larutan standar fenol 100, 80, 60, 40, 20, dan 10 ppm. Dari data konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi pada adsorben dan konsentrasi yang tersisa dalam larutan dapat ditentukan efisiensi adsorpsi, kapasitas adsorpsi, dan model isoterm adsorpsi (Langmuir dan Freundlich)

3.5 Bagan Kerja

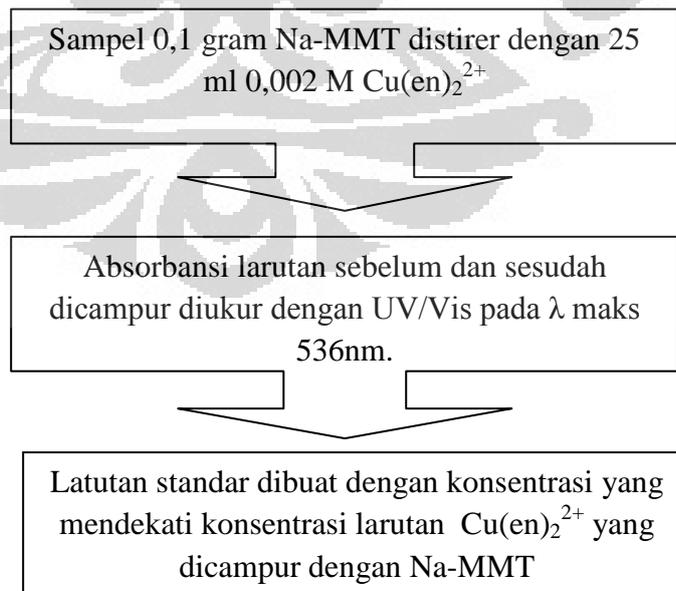
3.5.1 Preparasi Bentonit



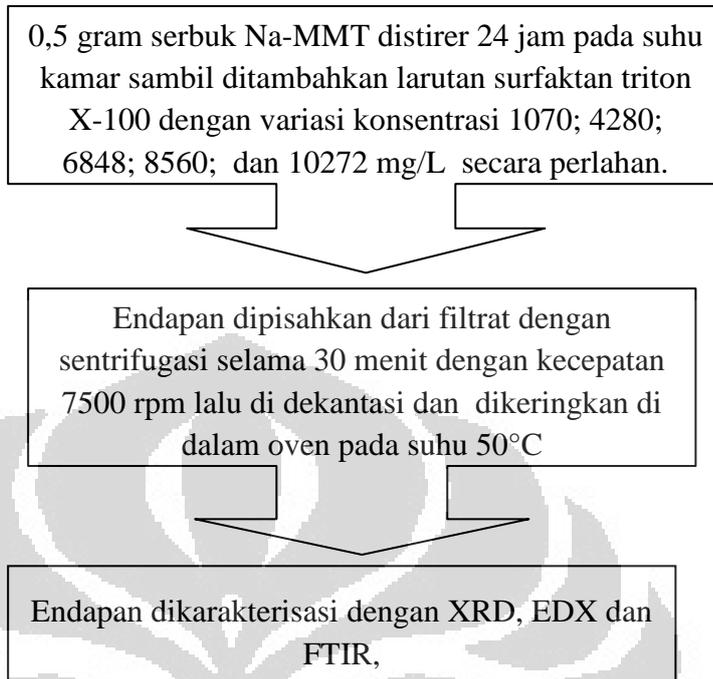
3.5.2 Sintesis Na-Montmorillonit



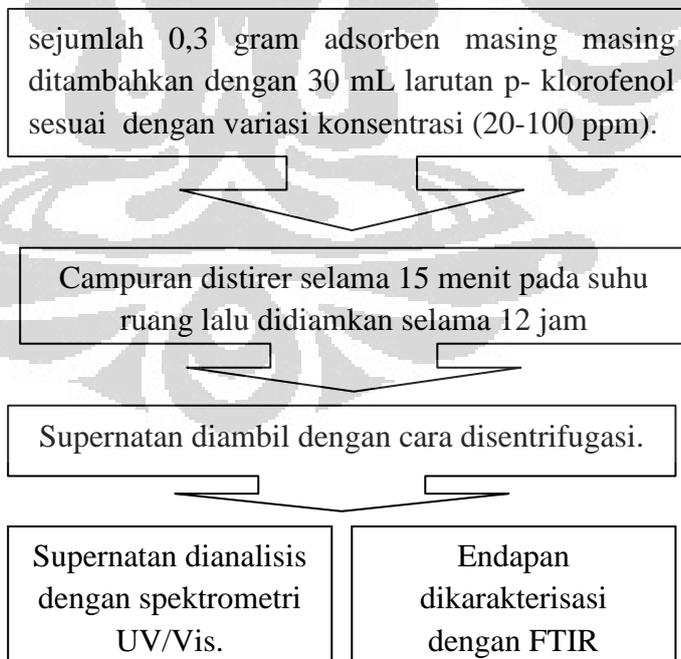
3.5.3 Penentuan kapasitas Tukar Kation



3.5.4 Sintesis Organoclay



3.5.5 Penentuan kapasitas bentonit, Na-MMT dan *Organoclay* sebagai adsorben p-klorofenol



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi dan Fraksinasi Bentonit

Tahap awal dalam sintesis dan karakterisasi bentonit adalah preparasi. Preparasi bentonit alam yang berasal dari Merangin Provinsi Jambi diawali dengan penggerusan agar ukuran partikel menjadi lebih kecil, sehingga luas permukaannya menjadi lebih besar. Serbuk bentonit yang dihasilkan kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C untuk menghilangkan kadar air yang berlebihan, lalu didispersikan ke dalam aquades, sehingga dihasilkan suspensi bentonit dalam aquades

Sebelum dilakukan sedimentasi, suspensi bentonit dalam aquades diaduk dengan menggunakan stirer selama 30 menit dengan tujuan agar dispersi partikel terdistribusi sempurna. Selanjutnya suspensi bentonit didiamkan dan difraksinasi berdasarkan endapan yang terbentuk dalam rentang waktu tertentu, yang dalam penelitian ini adalah 5 menit (fraksi 1), 30 menit (fraksi 2), 120 menit (fraksi 3) dan lebih dari 24 jam (fraksi 4). Pemilihan rentang waktu tersebut berdasarkan pada kecepatan penambahan ketebalan sedimen. Proses fraksinasi dilakukan dengan memisahkan endapan (sedimen) dengan cara dekantasi. Suspensi dari hasil pengendapan pertama kemudian diendapkan lagi (30 menit) sehingga diperoleh fraksi 2. Proses pengendapan dilanjutkan sehingga diperoleh 4 fraksi bentonit. Sedimen yang diperoleh dari setiap fraksi dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C .

Proses fraksinasi berdasarkan laju pengendapan ini, perlu dilakukan karena selain montmorillonit sebagai mineral utama, di dalam bentonit seringkali ditemukan mineral-mineral lain seperti kuarsa, pirolisit, kristobalit, dan kaolinit. Dengan proses fraksinasi berdasarkan laju pengendapan diharapkan akan diperoleh fraksi bentonit dengan kandungan montmorillonit yang lebih tinggi. Pengotor-pengotor yang memiliki massa jenis lebih besar akan mengendap lebih awal, atau sebaliknya jika terdapat pengotor-pengotor yang memiliki massa jenis

lebih kecil akan tetap stabil sebagai suspensi, sehingga pengotor tersebut terpisah dari montmorillonit.

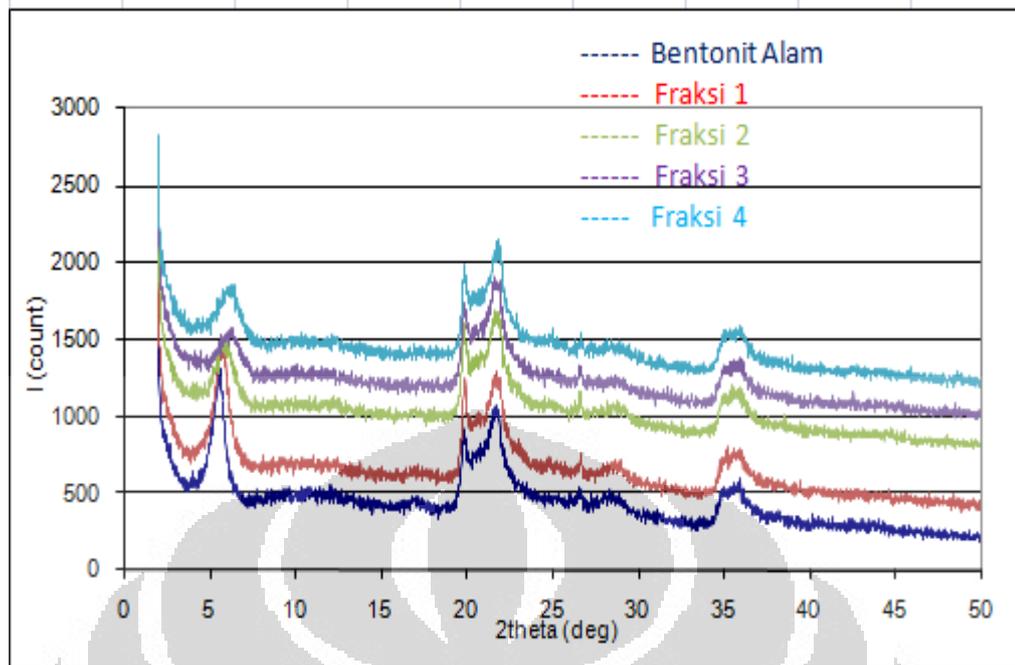
Frakasi fraksi bentonit yang dihasilkan dari proses fraksinasi sedimentasi 80 gram bentonit alam Merangin Jambi disajikan dalam Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1. Persen massa tiap fraksi

Fraksi	Massa (gram)	% Massa
Fraksi 1/F1 (5 menit)	47,65	59,81
Fraksi 2/F2 (30 menit)	19,41	24,27
Fraksi 3/F3 (120 menit)	6,22	7,77
Fraksi 4/F4 (fraksi sisa)	4,10	5,07
Total	77,38	96,92

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa jumlah total semua fraksi kurang dari 100 %, (sekitar 97%) hal ini disebabkan karena setelah didiamkan selama 3 hari, masih terdapat suspensi yang belum mengendap (koloid yang stabil) yang diduga masih mengandung bentonit (Na-Bentonit) dan pengotor yang mempunyai massa jenis lebih rendah.

Selanjutnya bentonit alam dan fraksi bentonit yang diperoleh dari proses fraksinasi sedimentasi dikarakterisasi dengan XRD untuk memastikan adanya montmorillonit dengan melihat puncak puncak khas bentonit yang muncul pada posisi 2θ . Disamping itu data intensitas spektrum XRD yang muncul pada posisi 2θ tersebut digunakan untuk menentukan komposisi relatif montmorillonit dari setiap fraksi bentonit. Karakterisasi XRD dilakukan pada kondisi pengukuran sebagai berikut: atom target Cu, panjang gelombang (λ) 1,5406 $^{\circ}$ A, voltase 40 kV, dan kuat arus 30 mA. Proses karakterisasi dilakukan pada rentang sudut 2θ sebesar 2- 50. Difraktogram bentonit alam dan hasil fraksinasi ditampilkan pada Gambar 4.1 (difraktogram dan data XRD lengkap terlampir pada Lampiran 1-5).



Gambar 4.1 Difaktogram bentonit alam dan hasil fraksinasi pada 2θ 2° - 50°

Berdasarkan spektrum XRD (Gambar 4.1 dan Lampiran 1-5), dihasilkan puncak puncak pada berbagai posisi 2θ , menunjukkan bahwa setiap fraksi bentonit yang diperoleh mengandung monmorillonit dan pengotor silika non lempung seperti kuarsa. Intensitas dari puncak puncak utama montmorillonit untuk setiap fraksi ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Intensitas puncak puncak utama montmorillonit

Jenis Bentonit	d- spacing (\AA)	Intensitas pada beberapa puncak					
		Peak 1		Peak 2		Peak 3	
		2θ	Intensitas	2θ	Intensitas	2θ	Intensitas
Alam	15,93	5,54	501	19,82	325	35,88	168
Fraksi 1	15,39	5,74	485	19,90	355	35,88	174
Fraksi 2	14,91	5,92	235	19,88	343	35,66	176
Fraksi 3	14,21	6,22	158	19,88	328	35,78	171
Fraksi 4	14,40	6,13	200	19,90	346	35,94	168

Dari Tabel 4.2 di atas terlihat adanya perbedaan intensitas relatif pada puncak puncak utama montmorillonit dari setiap fraksi. Fraksi 1 memiliki intensitas relatif yang lebih besar dibanding tiga fraksi lainnya. Hal ini

menunjukkan bahwa fraksi bentonit dengan kandungan montmorillonit paling tinggi adalah fraksi 1

Penentuan fraksi yang kaya *smectite/montmorillonite* juga dapat dilakukan dengan metode Biscaye (Irwansyah, 2007) yang digunakan pada fraksinasi bentonit alam yang berasal dari Tapanuli Sumatera Utara. Pada metode tersebut komposisi relatif *clay* berbanding lurus dengan luas area puncak (atau nilai Integrated intensity) dikalikan faktor berat biscaye. Komposisi *clay* yang dianalisa dengan metode biscaye adalah *Smectite/ montmorillonite* (S), *Illite* (I), *Chlorite* (C), *Kaolinite* (K). Hasil perhitungan lengkap dengan metode Biscaye dapat dilihat pada Lampiran 27 dan 28. Komposisi relatif masing-masing *clay* hasil fraksinasi berdasarkan metode Biscaye ditampilkan pada tabel 4.3

Tabel 4.3. Komposisi Relatif *clay* dari bentonit alam dan setiap fraksi yang diperoleh.

Bentonit	<i>Smectite</i> (%)	<i>Illite</i> (%)	<i>Chlorite(+Kaolinite)</i> (%)
Alam	76,26	14,93	8,81
Fraksi 1	80,29	10,55	9,16
Fraksi 2	76,06	6,07	17,87
Fraksi 3	60,25	22,40	17,35
Fraksi 4	67,07	17,55	15,38

Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa proses fraksinasi merubah komposisi *smectite, illite, dan chlorite*. Komposisi *smectite* bentonit alam dan bentonit hasil fraksinasi memperlihatkan komposisi *clay* yang bervariasi. Bentonit alam Merangin Jambi mengandung *smectite* sebesar 76,26%, dan yang tertinggi terdapat pada fraksi 1 yaitu sebesar 80,29% dan yang terendah terdapat pada fraksi 3 (60,25%). Kandungan *Chlorite(+Kaolinite)* tertinggi terdapat pada fraksi 2 (17,87%) dan yang terendah terdapat pada fraksi 1 (9,16 %). Komposisi relatif masing-masing *clay* dengan kandungan *smectite /montmorillonite* yang cenderung menurun dari fraksi 1 sampai fraksi 4, lebih banyak disebabkan oleh interaksi *clay* dengan molekul air, dan tipe agregat. Interaksi *clay* dengan

molekul air dipengaruhi oleh jenis kation interlayer pada *smectite/montmorillonite*. Ketika montmorillonit berada dalam air, karakter negatif pada permukaan lembaran (T-O-T) akan memberikan gaya tarik terhadap adsorpsi molekul air. Kation monovalen seperti Na^+ yang berada di permukaan bentonit akan berasosiasi dengan daerah yang mengalami defisiensi muatan positif pada salah satu lembaran saja, akibatnya diantara lembaran akan terpisah cukup jauh dan memungkinkan interaksi dengan air (hidrasi) lebih banyak dan meningkatkan kestabilan. Sedangkan kation bivalen seperti Mg^{2+} tidak bisa secara efektif berasosiasi dengan dua pusat negatif pada salah satu lembaran sehingga harus berasosiasi dengan dua lembaran sekaligus. Akibatnya interaksi dengan molekul air lebih sedikit dan cenderung mudah mengendap.(Irwansyah 2007).

Berdasarkan uraian di atas dapat difahami mengapa fraksi yang kaya montmorillonit adalah fraksi 1 (fraksi yang lebih dahulu tersedimentasi), karena bentonit alam yang berasal dari Merangin Jambi lebih banyak mengandung kation kation bivalen seperti Mg^{2+} dibanding kation monovalen seperti Na^+ pada lapisan interlayernya. Kesimpulan ini didukung oleh data EDX dari Bentonit alam dan bentonit hasil fraksinasi yang terlampir pada Lampiran 16-20 dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Kadar kation logam penyeimbang

Unsur	Kadar unsur pada									
	Bentonit alam		Fraksi 1		Fraksi 2		Fraksi 3		Fraksi 4	
	% berat	% mol	% berat	% mol	% berat	% mol	% berat	% mol	% berat	% mol
Magnesium	0,53	0,43	0,37	0,31	0,27	0,22	0,18	0,14	0,23	0,19
Kalsium	0,20	0,10	0,12	0,06	0,11	0,05	0,07	0,04	0,11	0,05
Kalium	0,19	0,10	0,06	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03
Natrium	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Rasio Si/Al pada bentonit alam Jambi dan hasil fraksinasinya yang relatif sama dengan nilai rasio sekitar 2, menunjukkan bahwa setiap fraksi tersebut mengandung montmorillonit sesuai dengan strukturnya yang terdiri dari satu

lapisan oktahedral dari aluminium oksida dan dua lapisan terahedral dari silikon oksida, seperti terlihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5. Rasio Si/Al

Bentonit	Si (% berat)	Al (% berat)	Rasio Si/Al
Raw Bentonit alam	26,34	9,62	2,74
Fraksi 1	26,18	9,47	2,76
Fraksi 2	27,60	9,44	2,92
Fraksi 3	24,22	9,07	2,67
Fraksi 4	24,39	9,99	2,44

Puncak puncak utama kuarsa atau pengotor lain pada bentonit alam Merangin Jambi dan hasil fraksinasinya terdeteksi pada posisi 2 theta di sekitar 21 dan 26 yang terlihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Intensitas puncak kuarsa

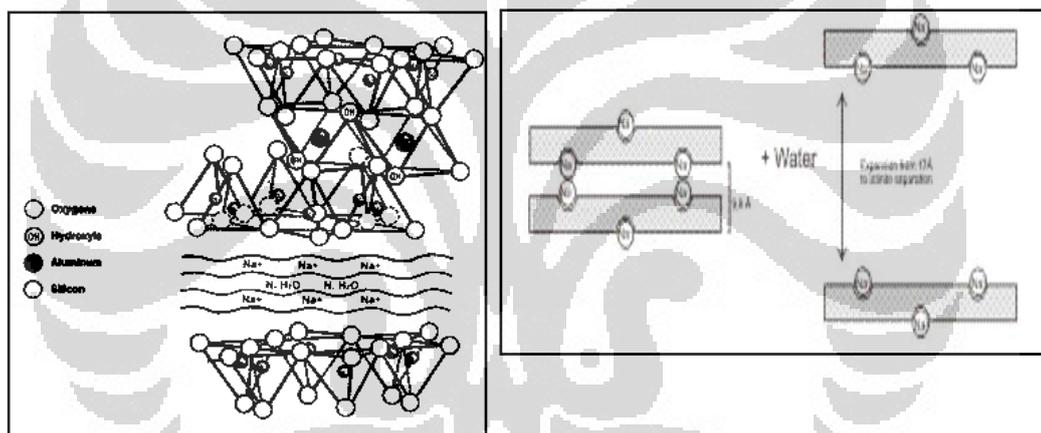
Jenis bentonit	Intensitas pada 2 peak			
	Peak 1		Peak 2	
	2θ	Intensitas	2θ	Intensitas
Alam	21,80	404	26,59	67
Fraksi 1	21,78	426	26,64	77
Fraksi 2	21,76	426	26,63	73
Fraksi 3	21,33	437	26,63	76
Fraksi 4	21,88	450	26,65	63

4.2 Sintesis Na- MMT

Sebelum dimodifikasi menjadi *organoclay*, Fraksi bentonit yang kaya montmorillonit (fraksi 1) dilakukan penyeragaman kation interlayer dengan ion Na⁺. Substitusi ini bertujuan untuk menyeragamkan kation yang ada di antara interlayer, sehingga penentuan nilai KTK dapat lebih akurat karena berdasarkan

mayoritas jumlah kation Na^+ . Hasil dari penyeragaman kation pada fraksi satu ini disebut Na-MMT (Natrium- Montmorillonit)

Keberadaan kation Na^+ di interlayer akan memperbesar daya *swelling* (kemampuan mengembang) bentonit tersebut, sehingga akan mempermudah surfaktan masuk ke dalam lapisan di antara interlayer dalam proses interkalasi seperti diilustrasikan oleh Gambar 4.2. Na-bentonit bersifat lebih mengembang dibandingkan bila dalam interlayer terdapat ion divalen seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} , karena ion Na^+ didalam interlayer akan berasosiasi dengan daerah yang mengalami defisiensi muatan positif pada salah satu lembar saja, sehingga di antara lembaran akan terpisah cukup jauh dan memungkinkan interaksi dengan air lebih banyak dan meningkatkan kestabilan (Oktaviani, 2011).



Gambar 4.2 Gambar Na-bentonit

[Sumber: www.tulane.edu/~sanelson/eens/211 19 Januari 2012]

Proses sintesis Na-MMT sangat dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antara lapisan T-O-T dengan jenis kation interlayer. Kuatnya ikatan antara lapisan T-O-T dengan kation interlayer yang didominasi oleh kation bivalen seperti tercermin pada tabel 4.4 di atas menyebabkan proses penyeragaman kation interlayer dengan ion Na^+ menjadi kurang sempurna, hal ini ditunjukkan dengan sedikitnya peningkatan kadar Natrium dari 0,00 % (tidak terdeteksi) pada bentonit fraksi 1 menjadi 0,44% berat atau 0,38 % jumlah atom pada Na-MMT (Lampiran 17 dan 21). Namun demikian secara fisik, kesetabilan dan kemampuan mengembang dispersi Na-MMT dalam air terlihat lebih baik dibanding bentonit

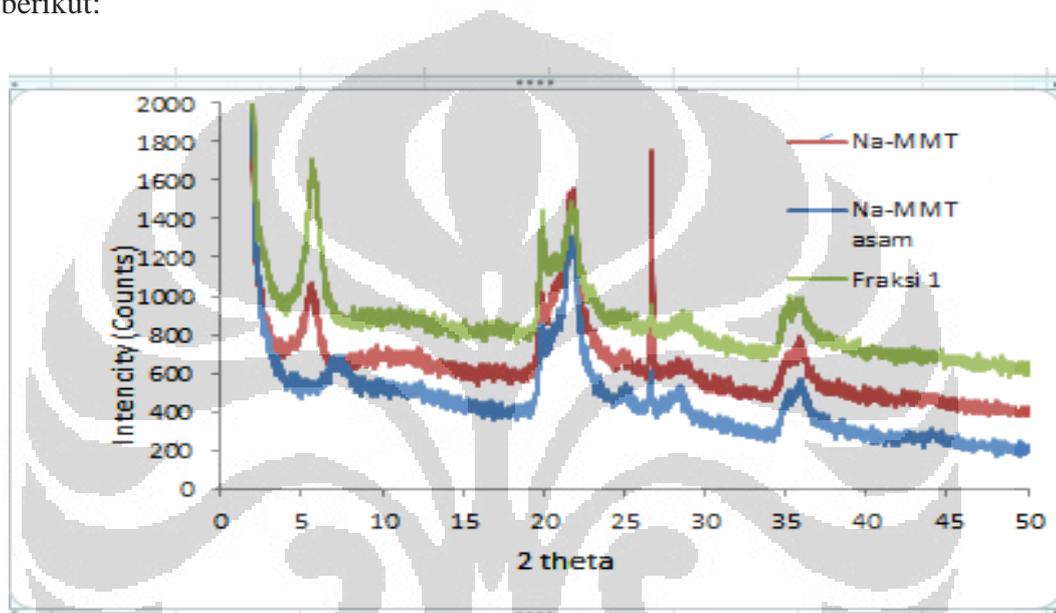
fraksi 1 seperti terlihat pada Gambar 4.3, dimana pada dispersi bentonit fraksi satu terbentuk endapan setelah dibiarkan beberapa menit, sedangkan dispersi Na-MMT tetap setabil sebagai suspensi yang berarti Na-MMT yang dihasilkan mengalami *sweling* dan berinteraksi dengan air lebih banyak.



Gambar 4.3. Dispersi Bentonit fraksi satu dan dispersi Na-MMT

Penyeragaman kation interlayer pada bentonit dilanjutkan dengan metode pengasaman. Dimana sebelum distirer dengan larutan NaCl, bentonit fraksi satu didispersikan kedalam larutan HCl 0,1 M lalu distirer selama 3 jam. Hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa ion H^+ akan lebih mudah memutus ikatan antara kation interlayer dengan lapisan T-O-T dan menggantikan kation kation interlayer, kemudian ion Na^+ dari NaCl akan menggantikan ion H^+ pada interlayer. Tetapi hasil yang diperoleh justru sebaliknya. Dari data XRD yang terdapat pada Lampiran 7 menunjukkan bahwa jarak *basal spacing* dan intensitas montmorillonit pada Na-MMT yang disintesis dengan pengasaman mengalami penurunan. Hal ini memperkuat laporan Irwansyah (2007) yang menyatakan bahwa purifikasi secara kimia pada bentonit akan menurunkan intensitas *smectite* karena perlakuan kimia akan merubah struktur montmorillonit, walaupun pada penelitian sebelumnya, Hayashi (1964) dalam laporan Mikutta (2005)

menemukan bahwa tidak ada indikasi kerusakan struktur pada *clay* setelah bereaksi dengan H₂O₂ 30% pada temperatur 80-90⁰C selama beberapa hari. Fakta ini memperkuat kesimpulan yang dibuat oleh Gordon (1980) yang menyatakan bahwa perlakuan kimia pada *clay* dipengaruhi sifat asli (*nature*) *clay* itu sendiri. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa bentonit alam Merangin Jambi tidak tahan terhadap perlakuan kimia (asam). Pola XRD dari fraksi 1, Na-MMT dan Na-MMT dengan perlakuan asam ditampilkan pada Gambar 4.4 berikut:



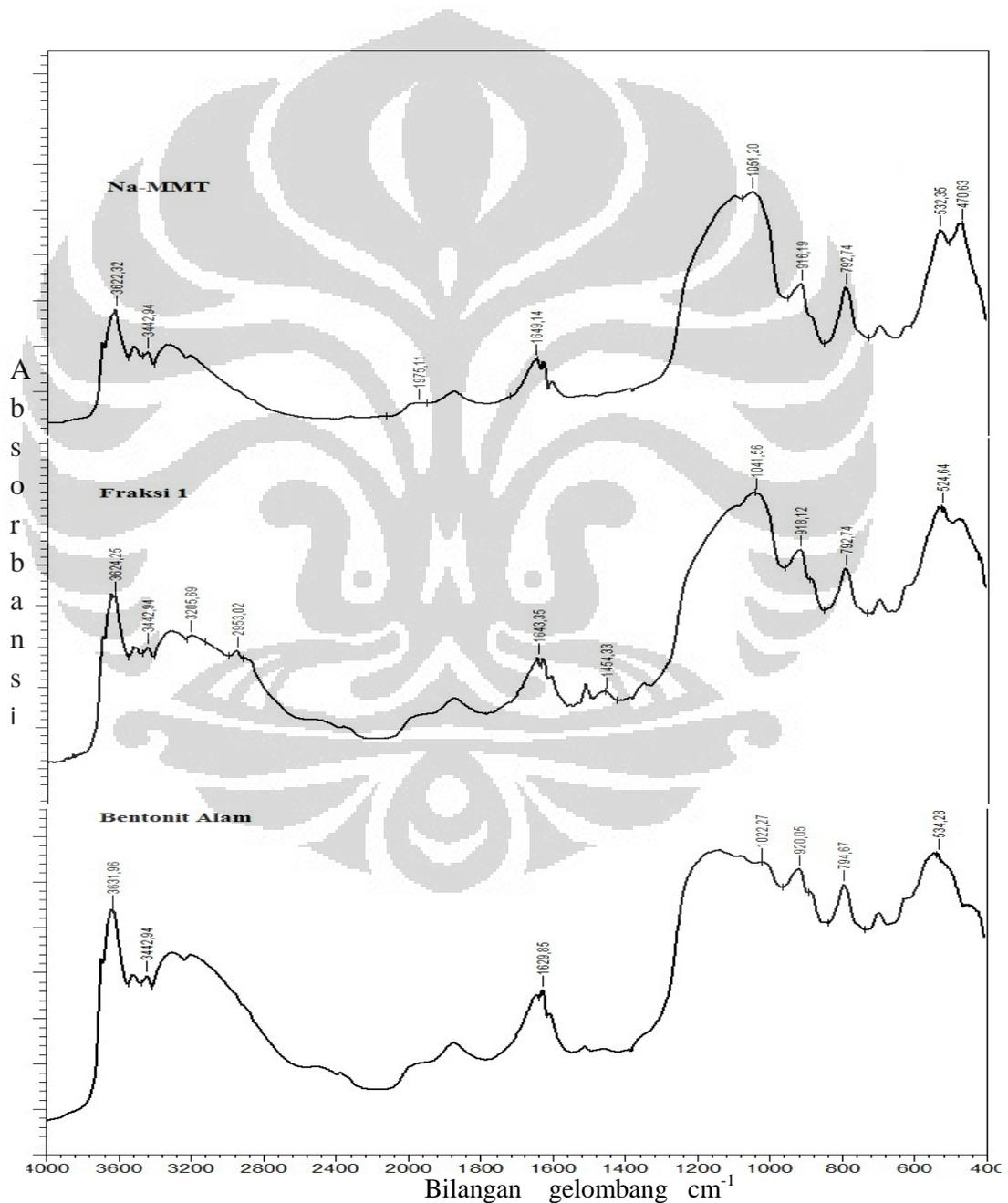
Gambar 4.4 Pola XRD F1, Na-MMT, dan Na-MMT asam

Gambar 4.4 memperlihatkan penurunan intensitas yang tajam dari montmorillonit pada Na-MMT yang disintesis dengan perlakuan asam. Berdasarkan data XRD pada Lampiran 2, Lampiran 6, dan Lampiran 7 dapat ditampilkan jarak basal spacing dan intensitas montmorillonit pada bentonit fraksi 1, Na-MMT, dan Na-MMT asam, seperti tampak pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7. Jarak basal spacing dan intensitas puncak montmorillonit pada F1, Na-MMT, dan Na-MMT asam

Clay	2 theta (deg)	d-spacing(^o A)	Intensitas (Counts)
Fraksi 1	5,7392	15,39	485
Na-MMT	5,6105	15,74	231
Na-MMT asam	7,3326	12,05	101

Hasil karakterisasi F1 dan Na-MMT dengan FTIR menunjukkan adanya pita serapan pada bilangan gelombang 1631cm^{-1} pada F1 dan pada Na-MMT yang merupakan pita tekuk H-O-H yang terdeformasi. Pada bilangan gelombang sekitar $500\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$ muncul vibrasi Si-O dan Al-O. Sedangkan puncak OH struktural pada kerangka silikat bentonit muncul pada bilangan gelombang 3624 cm^{-1} pada F1 dan 3622 cm^{-1} pada Na-MMT. Spektra IR dari bentonit alam, F1 dan Na-MMT ditampilkan pada Gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Spektra IR bentonit alam, F1, dan Na-MMT

4.3 Penentuan Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation Na-MMT fraksi 1 ditentukan dengan menggunakan metode kompleks $\text{Cu}(\text{en})_2^{2+}$. Menurut Bergaya (1997), pertukaran kation dengan logam berat bersifat irreversible dan tidak bergantung pH. Kelebihan metode ini dalam menentukan kapasitas tukar kation adalah terjadinya reaksi tunggal yang lebih cepat dan komplit dalam pertukaran kationnya. Selain itu, logam berat pun ikut tergantikan dan kapasitas tukar kation yang dihasilkan lebih reproduibel dengan akurasi sekitar 10% untuk $\text{CEC} < 20 \text{ meq}/100 \text{ gram clay}$.

Pada penelitian ini, kompleks $\text{Cu}(\text{en})_2^{2+}$ dilakukan pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer visible pada $\lambda = 536 \text{ nm}$. Dengan menghitung kompleks tembaga amin yang tersisa, maka jumlah kompleks tembaga amin yang terserap dapat diketahui. Perhitungan dilakukan dengan membuat kurva antara konsentrasi dan absorbansi (Lampiran 29). Berdasarkan kurva dan data absorbansi larutan tembaga amin yang tersisa dapat dihitung dan diperoleh nilai KTK Na-MMT sebesar 71 mek/100 gram seperti terlihat pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Tabel konsentrasi larutan $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$ dalam penentuan KTK

Konsentrasi awal (mmol/ml)	Konsentrasi akhir (mmol/ml)	Konsentrasi yang diserap (mmol/ml)	Nilai KTK (mek/100 gram clay)
0,00235	0,00093	0,00144	71

$\lambda = 536 \text{ nm}$; volume = 25 ml ; massa Na-MMT = 0,1 gram

4.4 Sintesis Organoclay

Pada penelitian ini, modifikasi dilakukan dengan menggunakan Na-MMT fraksi 1 yang diinterkalasi dengan surfaktan nonionik triton X-100. Sebanyak 0,5 gram Na-MMT fraksi 1 didispersikan ke dalam sejumlah tertentu aquades, sambil distirer, suspensi bentonit ditetesi dengan larutan surfaktan hingga volume suspensi menjadi 50 ml. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan surfaktan terhadap jumlah surfaktan yang teradsorpsi dan terhadap peningkatan jarak basal spasing, maka konsentrasi larutan surfaktan yang digunakan dibuat bervariasi yaitu sebesar 1070; 4280; 6848; 8560; dan 10272 mg/L, sehingga

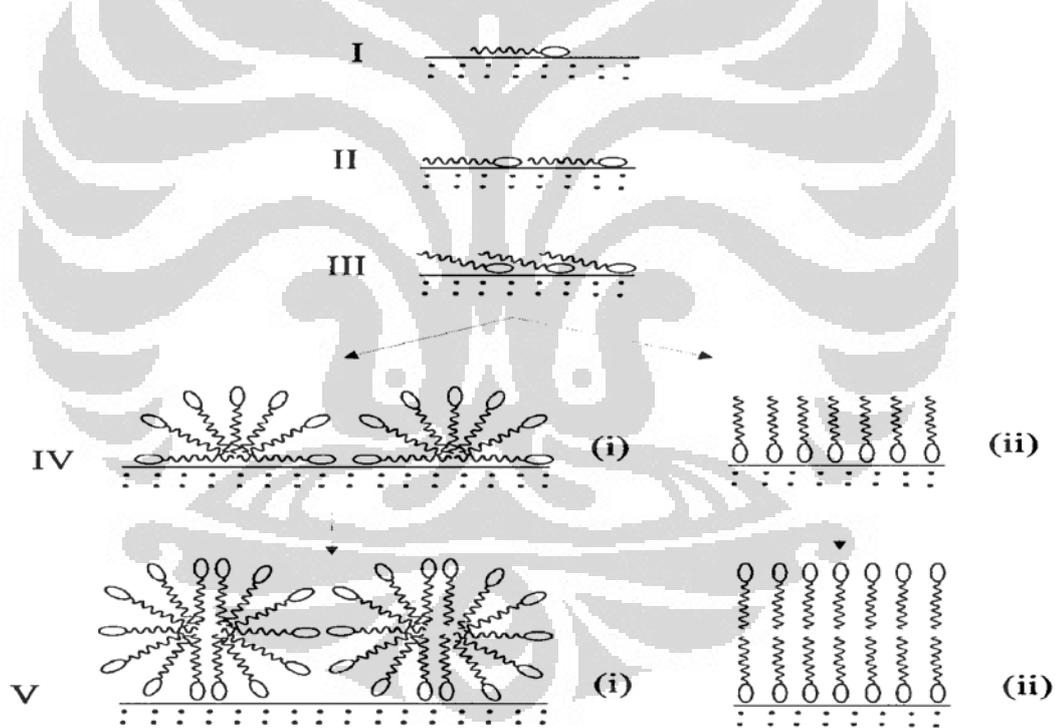
diperoleh organoclay dengan label OC₁₀₇₀, OC₄₂₈₀, OC₆₈₄₈, OC₈₅₆₀, dan OC₁₀₂₇₂. Gugus alkohol etoksilat (AE) pada triton X-100 yang bersifat polar diharapkan dapat masuk ke lapisan interlayer dari montmorillonit dan berinteraksi secara hidrofilik dengan gugus polar seperti silanol pada bentonit, hal ini memungkinkan terjadinya peningkatan jarak basal spacing pada organobentonit yang terbentuk.

Yunfei Xi (2005) dan Hongping He (2005), melaporkan bahwa, terdapat tiga kemungkinan cara molekular surfaktan masuk ke dalam bentonit, yaitu :

1. Kation surfaktan yang menginterkalasi *clay* melalui pertukaran kation dan terikat pada permukaan *clay* akibat interaksi elektrostatik.
2. Molekul surfaktan yang teradsorpsi di dalam *interlayer clay* dengan interaksi hidrofilik antar gugus polar pada surfaktan dengan clay.
3. Surfaktan (kation atau molekul) yang teradsorpsi secara fisika pada permukaan eksternal *clay (external surface)*.

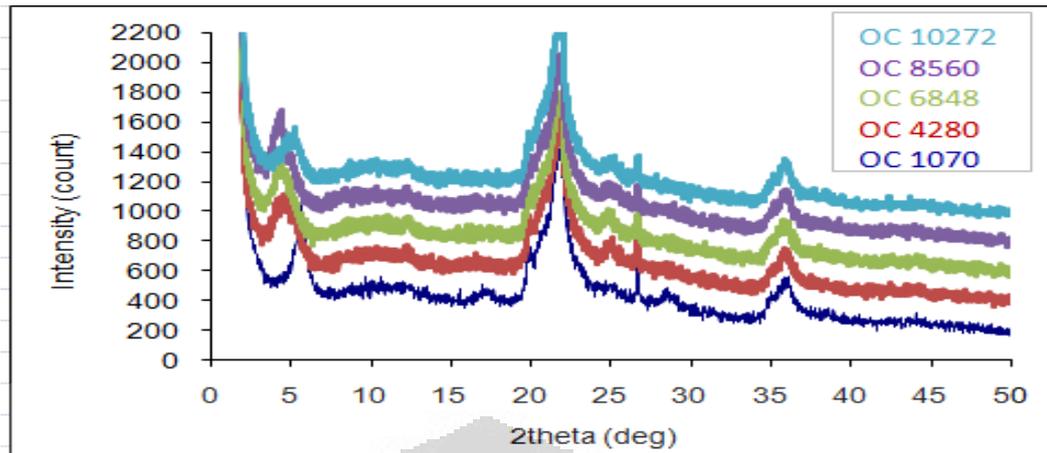
Menurut Somasundaran *et al*, (1991), dan Xu *et al.*,(1991), semakin panjang cabang etilen oksida pada surfaktan semakin rendah jumlah surfaktan yang teradsorpsi, karena etilen oksida dari surfaktan akan teradsorpsi dan terikat langsung dengan ikatan hidrogen pada permukaan silika dengan konfigurasi yang merata. Menurut Yun Hwei Shen (2001), formasi surfaktan polietilen oksida yang terinterkalasi pada bentonit terbentuk secara bilayer, dimana cabang etilen oksida berinteraksi dengan permukaan/lapisan silanol melalui ikatan hidrogen dan antar cabang hidrokarbon (alkil) dari molekul surfaktan berinteraksi secara hidrofobik. Pada penelitian yang sama juga dilaporkan bahwa kapasitas adsorpsi bentonit terhadap surfaktan nonionik lebih besar dibanding terhadap surfaktan kationik, hal ini memungkinkan terbentuknya jarak basal spacing dan kandungan karbon organik yang lebih besar pada organobentonit yang dihasilkan. Jumlah molekul surfaktan nonionik seperti polietilen oksida yang teradsorpsi pada bentonit bergantung pada panjang rantai etilen oksidanya, semakin panjang rantai etilen oksida semakin sedikit jumlah molekul surfaktan yang teradsorpsi.

Menurut Paul F. Luckham dan Sylvia Rossi (2001), adsorpsi nonionik surfaktan seperti poli etilen oksida oleh montmorillonit mengikuti mekanisme dan arah orientasi seperti Gambar 4.6. Tahap awal adsorpsi diilustrasikan pada Gambar 4.6.(I), kemudian pembentukan monolayer dengan orientasi horizontal seperti pada Gambar 4.6.(II), sedangkan Gambar 4.6.(III) menunjukkan antar gugus hidrofobik dari molekul surfaktan mulai saling berinteraksi. Tahapan selanjutnya molekul surfaktan akan membentuk formasi setengah misell seperti terlihat pada Gambar 4.6.(IV. i) atau membentuk monolayer dengan orientasi vertikal seperti pada Gambar 4.6.(IV.ii). Ketika molekul surfaktan yang masuk ke dalam interlayer sudah cukup banyak, maka molekul surfaktan akan membentuk formasi misell seperti pada Gambar 4.6 (V. i) atau membentuk lapisan bilayer dengan orientasi vertikal seperti terlihat pada Gambar 4.6.(V.ii)



Gambar 4.6. Mekanisme adsorpsi dan orientasi surfaktan

Data XRD pada Lampiran 8 - 12 memperlihatkan peningkatan *jarak basal spacing* dari berbagai organoclay yang disintesis dari Na-MMT yang terinterkalasi triton X-100 dengan konsentrasi yang bervariasi. Difraktogram kelima organoclay ditampilkan pada Gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.7 Difraktogram organoclay

Kandungan karbon dan jumlah surfaktan yang teradsorpsi pada setiap gram organoclay diperoleh dari hasil uji EDX yang terlampir pada Lampiran 22 – 26. Kemudian dianalisa dan dilakukan perhitungan seperti terlampir pada Lampiran 30. Kandungan atom karbon pada setiap organoclay yang dihasilkan pada uji EDX menyatakan karbon yang berasal dari surfaktan, karena atom karbon pada Na-MMT tidak ada (tidak terdeteksi) keberadaannya. Jarak *basal spacing*, kandungan karbon, dan jumlah surfaktan yang teradsorpsi pada setiap organoclay yang disintesis tercermin pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9. Jarak *basal spacing*, kadar atom C, dan jumlah surfaktan dalam setiap gram organoclay

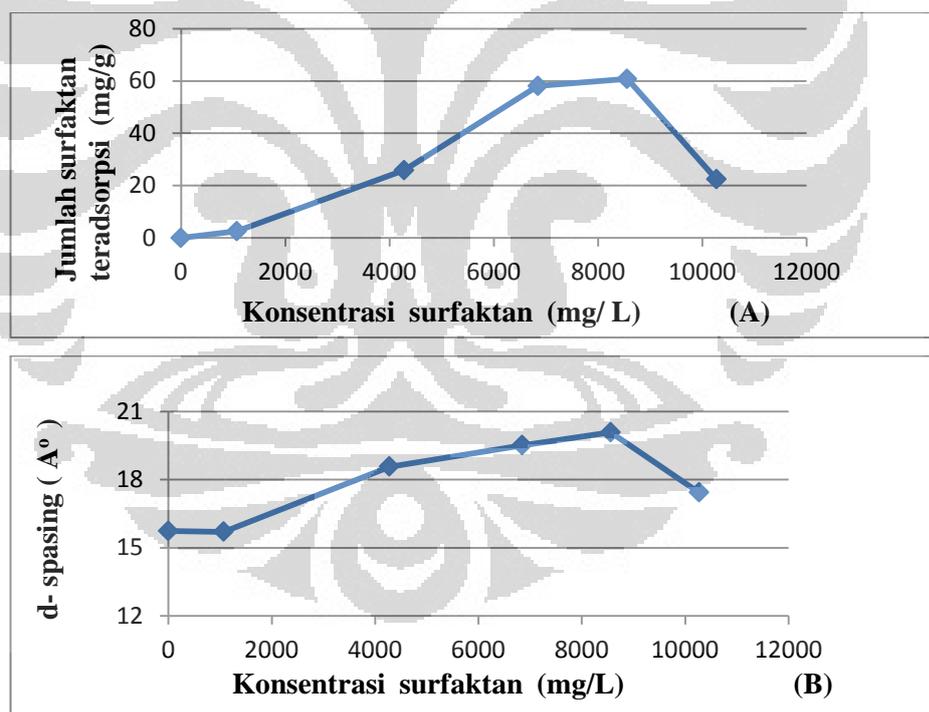
Clay/Organoclay	Kadar C (% berat)	Jumlah surfaktan (mg/gram OC)	d-spacing (Å ^o)
Na-MMT	Tidak terdeteksi	-	15,74
OC ₁₀₇₀	0,16	2,53	15,70
OC ₄₂₈₀	1,64	25,88	18,57
OC ₆₈₄₈	3,68	58,08	19,51
OC ₈₅₆₀	3,85	60,76	20,08
OC ₁₀₂₇₂	1,42	22,41	17,43

Dari Tabel 4.9 di atas dapat disimpulkan bahwa dari 0 - 8560 mg/L, semakin besar konsentrasi surfaktan yang digunakan semakin besar jumlah surfaktan yang teradsorpsi, dengan kata lain adsorpsi maksimum terjadi pada

konsentrasi surfaktan sebesar 8560 mg/L dengan kapasitas adsorpsi sebesar 60,76 mg/ gram. Jumlah tersebut masih jauh dari kapasitas adsorpsi yang diperoleh oleh Yaxin Zhang (2011), yang melaporkan kapasitas adsorpsi bentonit dari provinsi Shandong China terhadap triton x-100 mencapai 115 mg/g.

Sejalan dengan kecenderungan kenaikan jumlah surfaktan yang teradsorpsi akibat kenaikan konsentrasi yang digunakan, pola difraksi dari organoclay juga menunjukkan pola yang sama, dimana pada rentang konsentrasi surfaktan 0-8560 mg/L, jarak *basal spacing* dari organoclay mengalami peningkatan sesuai dengan kenaikan konsentrasi surfaktan yang digunakan.

Secara grafik, pengaruh konsentrasi surfaktan yang digunakan terhadap jumlah surfaktan yang teradsorpsi, dan jarak *basal spacing* organoclay yang dihasilkan dapat gambarkan dengan kurva seperti pada Gambar 4.8 sebagai berikut:

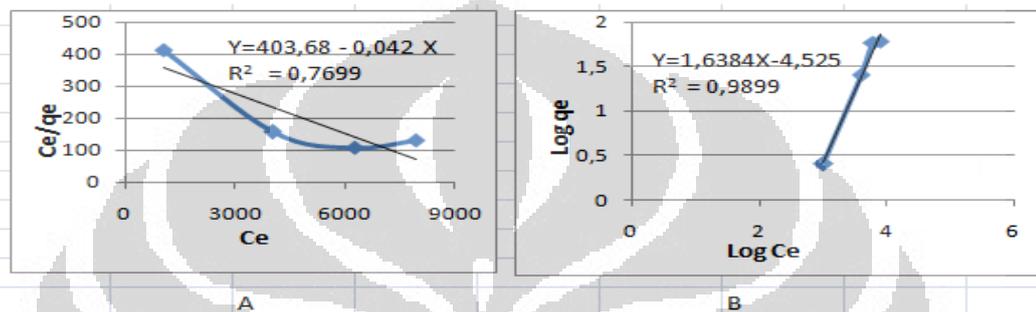


Gambar 4.8. Kapasits adsorpsi Na-MMT terhadap triton X-100 (A) dan jarak *basal spacing* organoclay dengan konsentrasi surfaktan berbeda (B)

Pada konsentrasi yang lebih tinggi (10272 mg/L), dari Tabel 4.9 terlihat terjadi penurunan baik jarak *basal spacing* maupun jumlah surfaktan yang teradsorpsi, hal ini mungkin disebabkan karena pada konsentrasi yang lebih dari

8560 mg/L, surfaktan akan membentuk agregat yang lebih besar sehingga lebih sukar masuk ke dalam interlayer Na-MMT.

Data percobaan adsorpsi isothermal surfaktan triton X-100 oleh Na-MMT dapat dianalisa dengan menggunakan 2 model persamaan isothermal, yaitu model Langmuir dan model Freundlich. Grafik adsorpsi isothermal berdasarkan perhitungan pada Lampiran 31, ditampilkan pada gambar 4.9

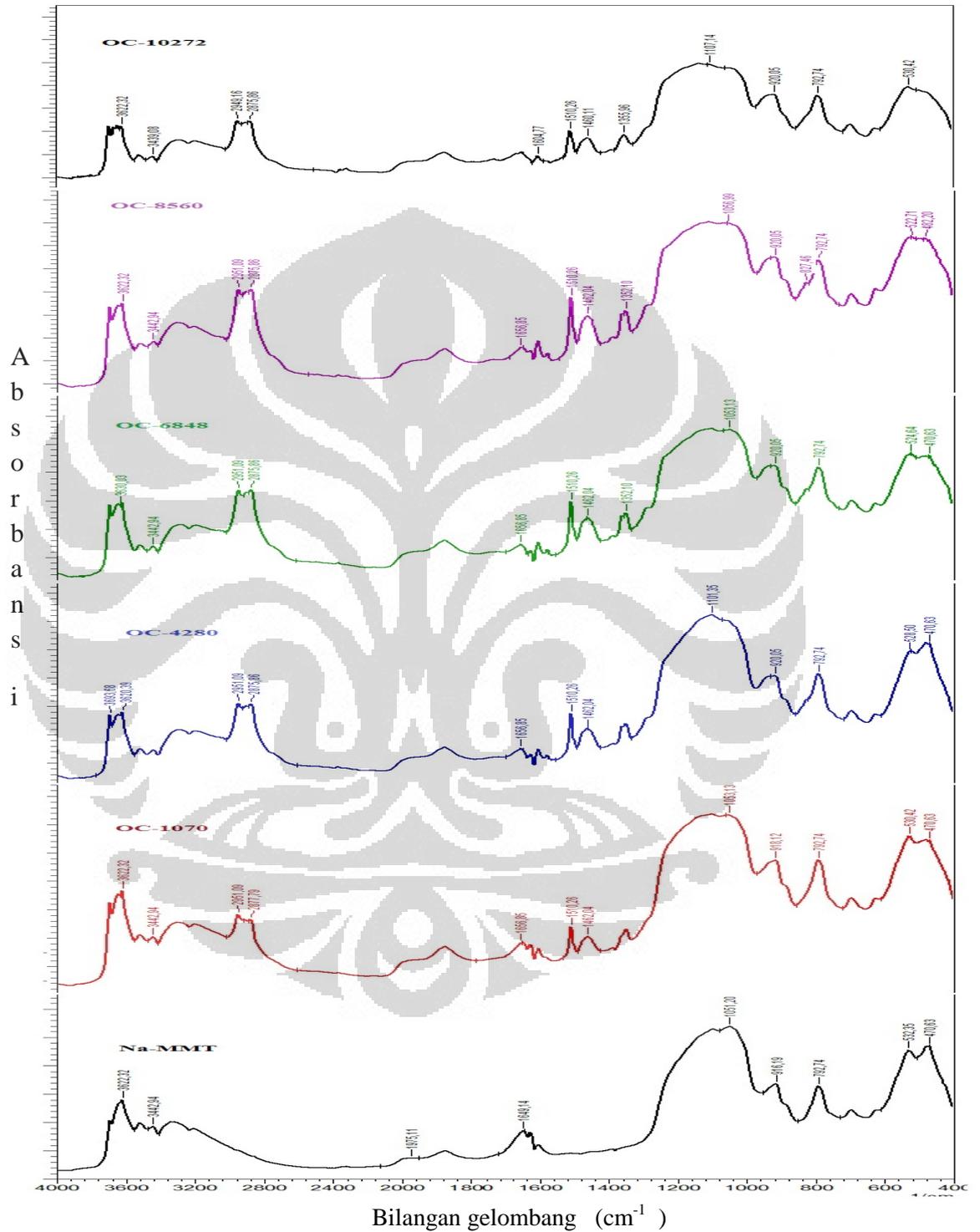


Gambar 4.9 Grafik adsorpsi isothermal Langmuir (A) dan Freundlich (B)

Berdasarkan grafik pada gambar 4.9 dan perhitungan pada Lampiran 31 dapat dikatakan bahwa adsorpsi isothermal surfaktan triton X-100 oleh Na-MMT cenderung mengikuti persamaan Freundlich karena nilai koefisien determinasi (R^2) pada persamaan Freundlich (0,9899) lebih besar dibanding pada persamaan Langmuir (0,7699). Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi surfaktan triton X-100 oleh Na-MMT bersifat bilayer dan heterogen, artinya interaksi antara surfaktan dengan *clay* tidak hanya terjadi antara sisi aktif *clay* dengan surfaktan pada interlayer *clay*, tetapi terjadi juga pada permukaan *clay* dan bisa terjadi antara molekul surfaktan dalam lapisan *clay*.

Untuk memperkuat bahwa surfaktan telah masuk ke dalam *interlayer* bentonit, Gambar 4.10 memperlihatkan pola spektra FTIR Organoclay yang disintesis. Adanya pita-pita serapan khas surfaktan pada bilangan gelombang sekitar 2900 cm^{-1} dan 2800 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi uluran antisimetri dan simetri CH_2 . Pada bilangan gelombang sekitar 1460 terdapat pita serapan dari vibrasi gunting CH_2 dan pita serapan pada bilangan gelombang sekitar 1355 menunjukkan adanya gugus metil. Pada bilangan gelombang sekitar 1500 terdapat pita serapan yang menunjukkan adanya gugus aromatik. Pita-pita serapan

pada bilangan gelombang tersebut tidak dijumpai pada spektra bentonit alam maupun Na-MMT.



Gambar 4.10 Spektra IR Na-MMT dan Organoclay

Secara kuantitatif, data Spektre FTIR memperkuat data hasil pengukuran EDX dan XRD masing masing organoclay, dimana intensitas serapan pada bilangan gelombang tersebut cenderung mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan jumlah surfaktan yang teradsorpsi dan kenaikan jarak basal spasing organoclay. Tabel 4.10 dibawah ini memperlihatkan bilangan gelombang dan jenis spektra yang ada pada setiap organoclay.

Tabel 4.10 Bilangan gelombang dan jenis spektra pada organoclay

Jenis spektra	Bilangan gelombang pada organoclay (cm^{-1})				
	OC ₁₀₇₀	OC ₄₂₈₀	OC ₆₈₄₈	OC ₈₅₆₀	OC ₁₀₂₇₂
[Fe ²⁺] ₃ -O-H uluran	3622	3620	3630	3622	3643
H-O-H <i>hydrogen bonded water</i>	3442	3442	3442	3442	3442
H-O-H deformasi	1656	1656	1656	1656	1651
Si-O uluran	1051	1053	1053	1057	1057
Al-Al-O-H deformasi	918	920	920	920	920
Fe ³⁺ -Mg-O-H deformasi	792	792	792	792	792
Si-O bending	530	528	524	522	530
Vibrasi anti simetrik dari C-H pada metilen (-CH ₂)	2951	2951	2951	2951	2949
Vibrasi simetrik dari C-H pada metilen (-CH ₂)	2877	2875	2875	2875	2875
Vibrasi bending C-H dari -CH ₂	1462	1462	1462	1462	1460
Vibrasi bending C-H dari CH ₃	1352	1352	1352	1352	1352

4.5 Desorpsi Surfaktan dari Organoclay

Pada uraian terdahulu dijelaskan bahwa interaksi antara clay dengan surfaktan nonionik dapat terjadi dengan dua kemungkinan interaksi yaitu

1) Interaksi hidrofilik di dalam *interlayer clay* antar gugus polar pada surfaktan dengan gugus polar clay, dan 2) molekul surfaktan teradsorpsi secara fisika dengan gaya dispersi atau gaya london pada permukaan eksternal *clay (external surface)*.

Kedua jenis interaksi tersebut lebih lemah dibanding interaksi elektrostatik yang terjadi pada surfaktan kationik, sehingga surfaktan nonionik seperti triton X-100 mudah terlepas (mengalami desorpsi) dari clay. Terlepasnya surfaktan dari clay ditandai dengan berkurangnya jarak *basal spacing* dari *organoclay* setelah didispersikan ke dalam air dan dilakukan pengadukan selama 15 menit. Pola difraksi dari masing-masing *organoclay* dapat dilihat pada Lampiran 13-15. Kemungkinan lain, penurunan jarak *basal spacing* *organoclay* juga disebabkan oleh perubahan formasi surfaktan dari posisi vertikal menjadi horizontal atau miring, serta berubah dari bilayer menjadi monolayer. Besarnya penurunan jarak *basal spacing* dari masing-masing *organoclay* dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Perubahan jarak basal spacing organoclay

Organoclay	<i>d-spacing</i> awal(A°)	<i>d-spacing</i> ahir (A°)	Δ(<i>d-spacing</i>) (A°)
OC ₄₂₈₀	18,57	17,20	- 1,37
OC ₆₈₄₈	19,51	17,28	- 2,23
OC ₈₅₆₀	20,08	17,62	- 2,46

Dari Tabel 4.11 terlihat semakin tinggi kandungan surfaktan, semakin besar penurunan jarak *basal spacing* *organoclay*, ini berarti kesetabilan *organoclay* dipengaruhi oleh jumlah surfaktan yang dikandungnya, semakin tinggi kandungan surfaktan, kesetabilan *organoclay* semakin rendah. Perbedaan besarnya penurunan jarak *basal spacing* dari masing-masing *organoclay* dan stabil pada nilai *d-spacing* sekitar 17 A°, mungkin disebabkan karena pada jarak basal spacing tersebut, kapasitas adsorpsi clay terhadap surfaktan triton X-100 untuk membentuk *organoclay* yang stabil, sudah mencapai keadaan optimum, sehingga penggunaan surfaktan triton X-100 dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari 4280 mg/L menyebabkan berkurangnya kesetabilan *organoclay* yang terbentuk. Faktor

lain yang mungkin mempengaruhi kesetabilan organoclay adalah kepolaran medium, pH dan sebagainya.

4.6 Aplikasi Organoclay sebagai adsorben p-klorofenol.

Pada tahun 2007 Qin Zhou dkk. melakukan penelitian penyerapan *p*-nitrofenol dengan organoclay HDTMAB. Berdasarkan penelitian tersebut, terdapat tiga proses mekanisme penyerapan *p*-nitrofenol, yaitu

1. *p*-Nitrofenol terserap melalui ikatan hidrogen dengan molekul air yang terhidrasi oleh kation
2. *p*-Nitrofenol mengganti air yang masih ada pada organoclay
3. *p*-Nitrofenol berinteraksi dengan mengganti beberapa molekul surfaktan yang terinterkalasi

Menurut Guangyao Sheng pada tahun 1996, penyerapan molekul aromatik pada organoclay dengan cara berinteraksi hidrofobik antara rantai alkil yang panjang dengan cincin benzena.

Pada penelitian ini digunakan Na-MMT dari bentonit alam Jambi dan organoclay (OC₈₅₆₀ dan OC₄₂₈₀) sebagai adsorben, dan *p*-klorofenol sebagai molekul model dari senyawa organik yang biasa dijumpai pada limbah industri pembuatan insektisida dan desinfektan. OC₈₅₆₀ dipilih sebagai adsorben pada penelitian ini didasarkan pada asumsi awal bahwa organoclay dengan jarak *basal spacing* yang lebih besar memiliki daya adsorpsi yang lebih besar, dan sebagai pembanding digunakan OC₄₂₈₀. Pada penelitian lanjutan disarankan menggunakan organoclay yang bervariasi, untuk memperoleh organoclay yang paling efektif mengadsorpsi limbah organik.

Untuk mengetahui daya adsorpsi dari Na-MMT dan organoclay terhadap molekul limbah organik, dilakukan uji aplikasi. Sebanyak 0,3 gram masing masing adsorben didispersikan kedalam 30 ml larutan *p*-klorofenol dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 20, 40, 60, dan 100 ppm. Kemudian diaduk selama 15 menit dan dibiarkan selama 12 jam. Untuk memisahkan endapan dan filtrat dilakukan sentrifugasi selama 10 menit. Konsentrasi *p*-klorofenol yang

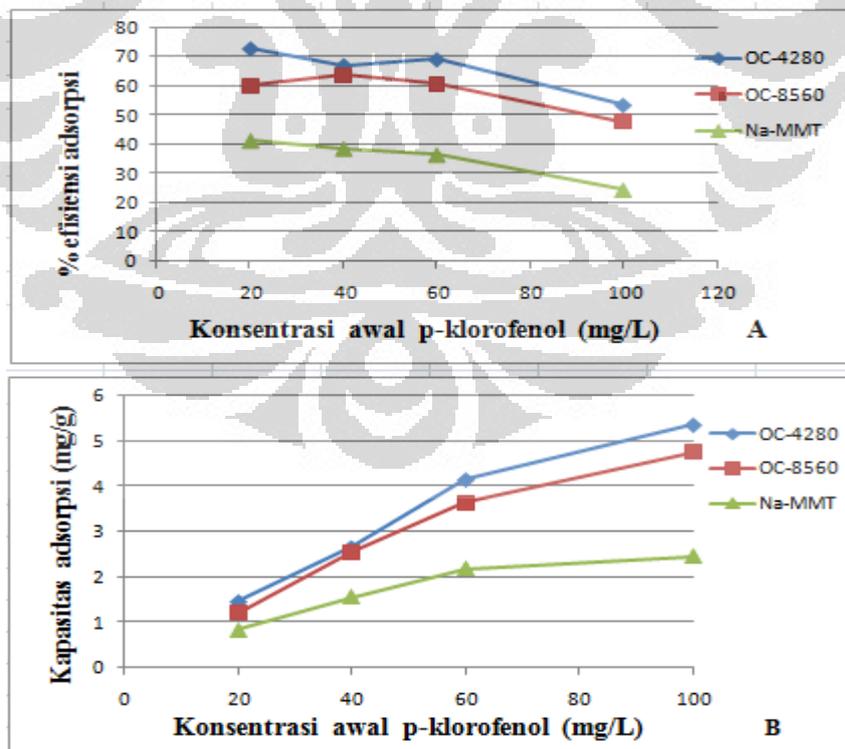
tersisa dalam filtrat diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 270 - 290 nm. Penentuan Jumlah adsorbat terserap, persen efisiensi adsorpsi, dan kapasitas adsorpsi dapat dilihat pada Lampiran 32-38. Dari data tersebut diperoleh persen efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi masing masing adsorben seperti terlihat pada Tabel 4.12 berikut:

Tabel 4.12 Persen efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi adsorben

Co (ppm)	Efisiensi dan Kapasitas Adsorpsi Adsorben					
	NaMMT		OC- 8560		OC-4280	
	EA (%)	KA (mg/g)	EA (%)	KA (mg/g)	EA (%)	KA (mg/g)
20	41,36	0,83	60,00	1,20	72,73	1,46
40	38,64	1,55	63,86	2,55	67,05	2,68
60	36,52	2,19	60,76	3,65	69,09	4,15
100	24,64	2,46	47,76	4,76	53,64	5,36

Ket: EA= Efisiensi adsorpsi (%); KA=Kapasitas Adsorpsi (mg/g)

Secara grafik, efisiensi adsorpsi dan kapasitas adsorpsi dari masing masing adsorben terhadap p-klorofenol ditampilkan pada Gambar 4.11



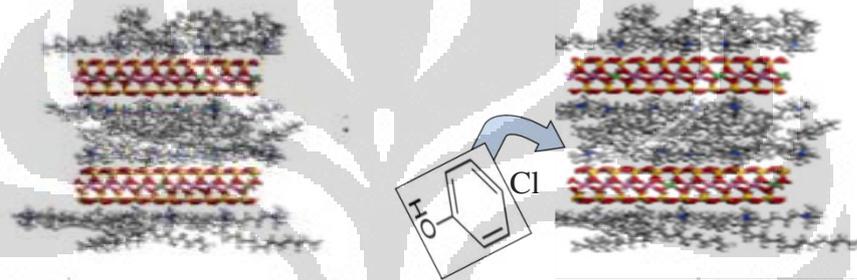
Gambar 4.11 Grafik % Efisiensi adsorpsi (A) dan kapasitas adsorpsi (B) tiga adsorben terhadap konsentrasi awal p-klorofenol

Dari Gambar 4.11 (A) terlihat bahwa, semakin besar konsentrasi awal adsorbat, maka efisiensi adsorpsi semakin kecil, karena jumlah (massa) adsorben tetap, sedangkan konsentrasi adsorbat terus bertambah, akibatnya ketersediaan sisi aktif adsorben tidak sesuai dengan pertambahan konsentrasi adsorbat. Tetapi pada Gambar 4.11 (B), kapasitas adsorpsi ketiga adsorben cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi adsorbat. Fenomena berbanding terbaliknya kurva persen efisiensi dengan kurva kapasitas adsorpsi disebabkan karena perbedaan penggunaan pembanding, persen efisiensi adsorpsi menggunakan konsentrasi awal yang selalu bertambah, sedangkan kapasitas adsorpsi menggunakan bobot adsorben yang relatif tetap sebagai pembandingnya.

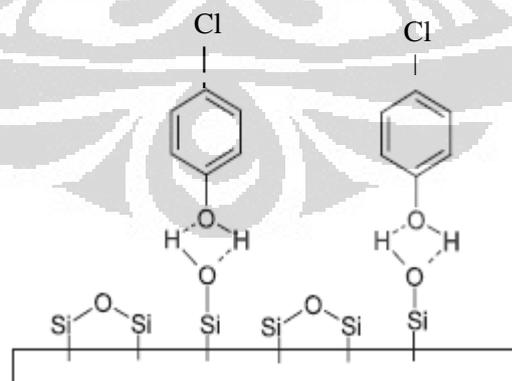
Tabel 4.12 dan Gambar 4.11 memperlihatkan bahwa pada *range* konsentrasi awal adsorbat 20 – 100 mg/L, efisiensi adsorpsi yang diperoleh berkisar 41% - 24 % untuk Na-MMT, 72% – 53% untuk OC₄₂₈₀ dan 60% -47% untuk OC₈₅₆₀. Sedangkan kapasitas adsorpsi masing masing adsorben adalah berkisar 0,83 – 2,45 mg/g untuk Na-MMT, 1,46 – 5,36 mg/g untuk OC₄₂₈₀ dan 1,2 – 4,76 mg/g untuk OC₈₅₆₀. Pada *range* konsentrasi tersebut, organoclay (OC₄₂₈₀ dan OC₈₅₆₀) sebagai adsorben menunjukkan daya adsorpsi yang lebih besar dibanding Na-MMT, sesuai dengan hipotesa pada penelitian ini. Pada konsentrasi awal 100 ppm jumlah p-klorofenol yang teradsorpsi sebesar 5,36 mg/g untuk OC₄₂₈₀ dan 4,76 mg/g untuk OC₈₅₆₀. Sedangkan kapasitas adsorpsi Na-MMT pada konsentrasi awal 100 ppm hanya mencapai 2,45 mg/g.

Perbedaan daya adsorpsi antara OC₄₂₈₀ dengan OC₈₅₆₀ mungkin disebabkan oleh kesetabilan OC₄₂₈₀ yang lebih besar dibanding OC₈₅₆₀ yang lebih banyak mengalami desorpsi surfaktan ketika dilakukan pengadukan dalam medium air, sehingga OC₄₂₈₀ mempunyai daya adsorpsi yang lebih besar. Sedangkan perbedaan daya adsorpsi organoclay dengan Na-MMT terhadap p-klorofenol disebabkan karena jenis interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat. Interaksi yang mungkin terjadi antara organoclay dengan molekul organik adalah; 1) *Hidrofobik* antara gugus nonpolar molekul organik dengan rantai alkil surfaktan. 2) *Hidrofobik* antara gugus nonpolar molekul organik (cincin benzen) dengan gugus nonpolar pada permukaan organoclay

(gugus siloksan Si-O-Si). 3) *Hidrofilik* atau ikatan hidrogen antara gugus polar molekul organik dengan permukaan organoclay (gugus silanol bebas Si-OH) dan 4) *Hidrofilik* atau ikatan hidrogen antara gugus polar molekul organik dengan gugus polar pada surfaktan. Sedangkan interaksi yang mungkin terjadi antara bentonit (Na-MMT) dengan p-klorofenol adalah; 1) *Hidrofobik* antara gugus nonpolar molekul organik dengan gugus nonpolar pada permukaan bentonit (gugus siloksan Si-O-Si) dan 2) *Hidrofilik* atau ikatan hidrogen antara gugus polar molekul organik dengan permukaan bentonit (gugus silanol bebas Si-OH) seperti diilustrasikan pada Gambar 4.12 dan 4.13 berikut

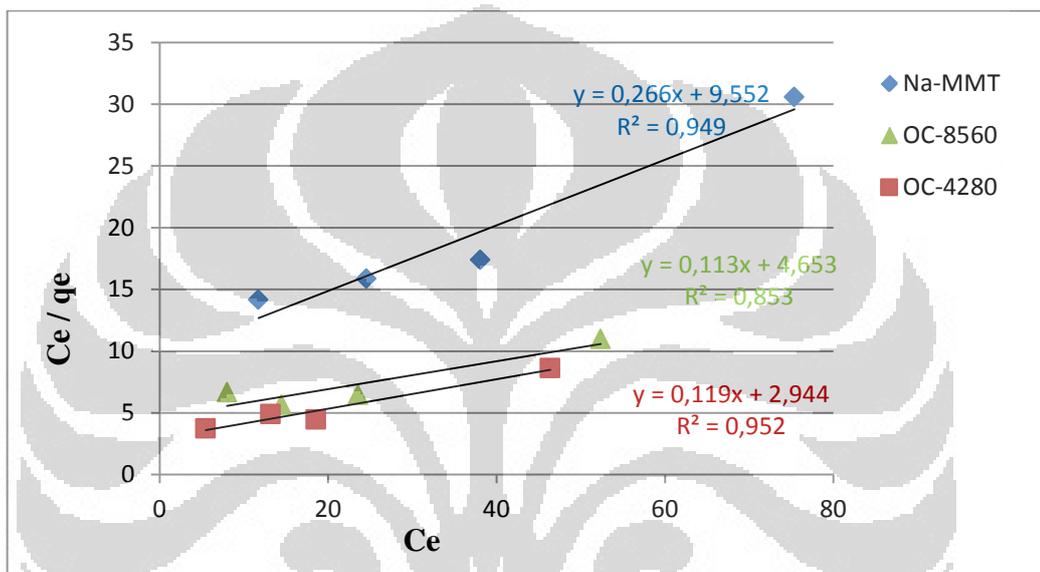


a. **Gambar 4.12** Proses adsorpsi senyawa organik pada interlayer bentonit
 (a) Orientasi surfaktan pada interlayer bentonit, (b) gugus non polar p-klorofenol teradsorpsi ke sekitar rantai alkil surfaktan yang hidrofobik
 [Sumber: Heinz H, dalam laporan oktavian 2011 dan telah diolah kembali]

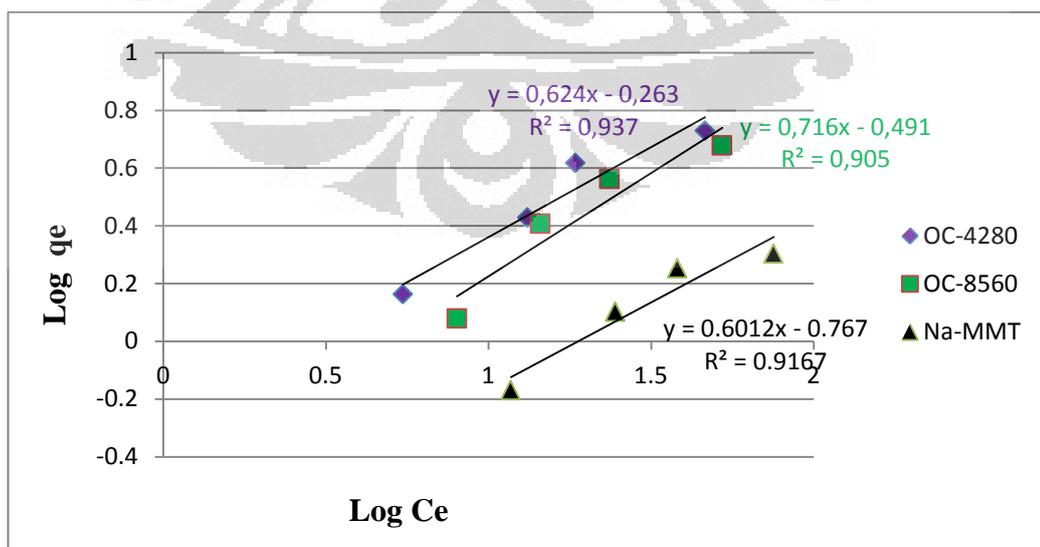


Gambar 4.13 Mekanisme adsorpsi p-klorofenol pada permukaan bentonit dengan gugus OH dari p-klorofenol berinteraksi dengan gugus silanol dari bentonit.
 [Sumber: Arellano *et al*, 2005 dan telah diolah kembali]

Lampiran 32-38 memperlihatkan data percobaan adsorpsi isotermal p-klorofenol oleh Na-MMT, OC₄₂₈₀ dan OC₈₅₆₀ yang dianalisis dengan menggunakan 2 model persamaan pendekatan yaitu persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich. Persamaan ini digunakan untuk mencari kapasitas adsorpsi optimum dari ketiga adsorben. Kurva adsorpsi isotermal Langmuir dan Freundlich dari ketiga adsorben ditampilkan pada Gambar 4.14 dan 4.15 berikut :



Gambar 4.14 Kurva adsorpsi isotermal Langmuir Na-MMT, OC 4280 dan OC₈₅₆₀



Gambar 4.15 Kurva adsorpsi isotermal Freundlich Na-MMT, OC₄₂₈₀ dan OC₈₅₆₀

Berdasarkan kurva adsorpsi pada Gambar 4.12 dan 4.13 serta analisis data percobaan pada Lampiran 32-38 diperoleh beberapa parameter adsorpsi isotermal Langmuir dan Freundlich, meliputi; q_m yang menyatakan kapasitas adsorpsi maksimum p-klorofenol pada clay/organoclay (mg/g); b menyatakan energi adsorpsi (L/mg); dan bq_m menyatakan konstanta kesetimbangan adsorpsi isoterm Langmuir. K_f menyatakan kapasitas adsorpsi pada lapisan monolayer (L/g); dan n menyatakan konstanta kesetimbangan adsorpsi isoterm Freundlich. Nilai dari masing masing parameter tersebut ditampilkan pada Tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13 Parameter adsorpsi isotermal

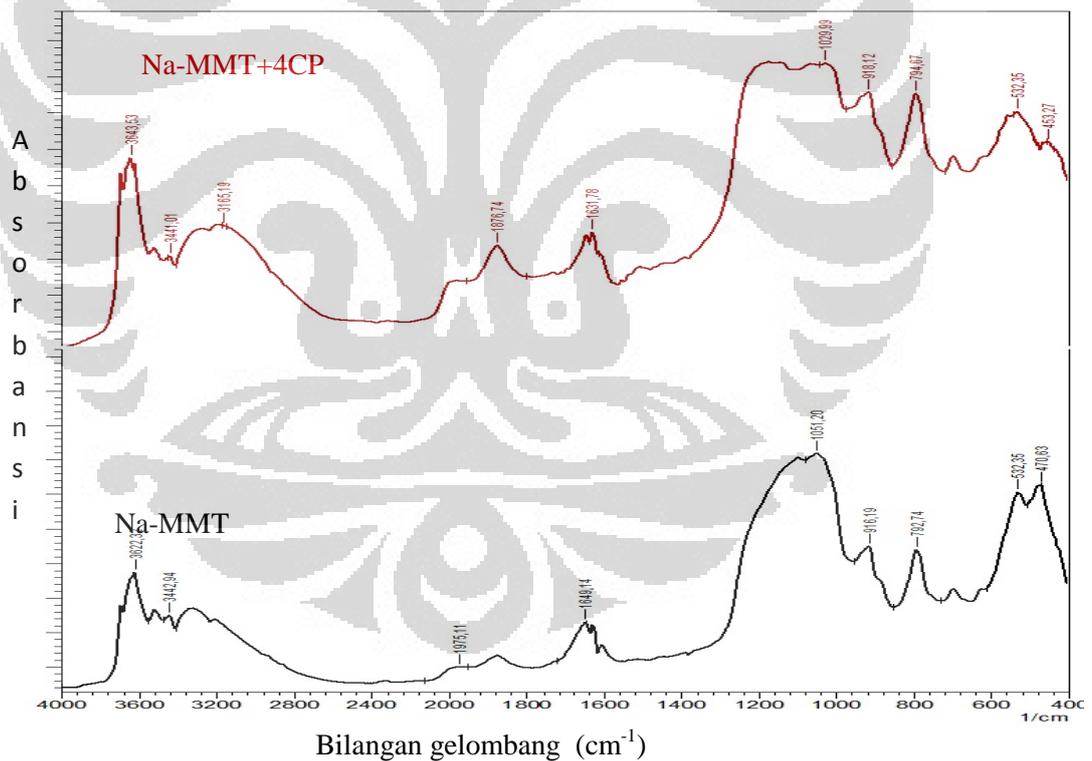
Clay/ Organoclay	Model Langmuir				Model Freundlich		
	b (L/mg)	q_m (mg/g)	K_{ad}	R^2	K_f (L/g)	n	R^2
Na-MMT	0,028	3,759	0,105	0,949	0,171	1,664	0,916
OC ₄₂₈₀	0,077	8,403	0,648	0,952	0,545	1,663	0,938
OC ₈₅₆₀	0,029	7,519	0,218	0,854	0,323	1,397	0,905

Dari Tabel 4.13 terlihat bahwa adsorpsi Na-MMT dan OC₄₂₈₀ terhadap p-klorofenol cenderung mengikuti persamaan Langmuir dengan nilai koefisien determinasi (R^2) masing masing sebesar 0,949 dan 0,952. Nilai ini lebih besar dibanding Nilai R^2 pada persamaan Freundlich untuk Na-MMT dan OC₄₂₈₀ yaitu masing masing sebesar 0,916 dan 0,938. Sedangkan OC₈₅₆₀ cenderung mengikuti persamaan Freundlich, karena nilai R^2 pada persamaan Freundlich (0,905) lebih besar dari R^2 pada persamaan Langmuir (0,854). Hal ini berarti adsorpsi Na-MMT dan OC₄₂₈₀ terhadap p-klorofenol bersifat monolayer dan homogen, sedangkan adsorpsi OC₈₅₆₀ terhadap p-klorofenol bersifat bilayer dan tidak teratur (heterogen).

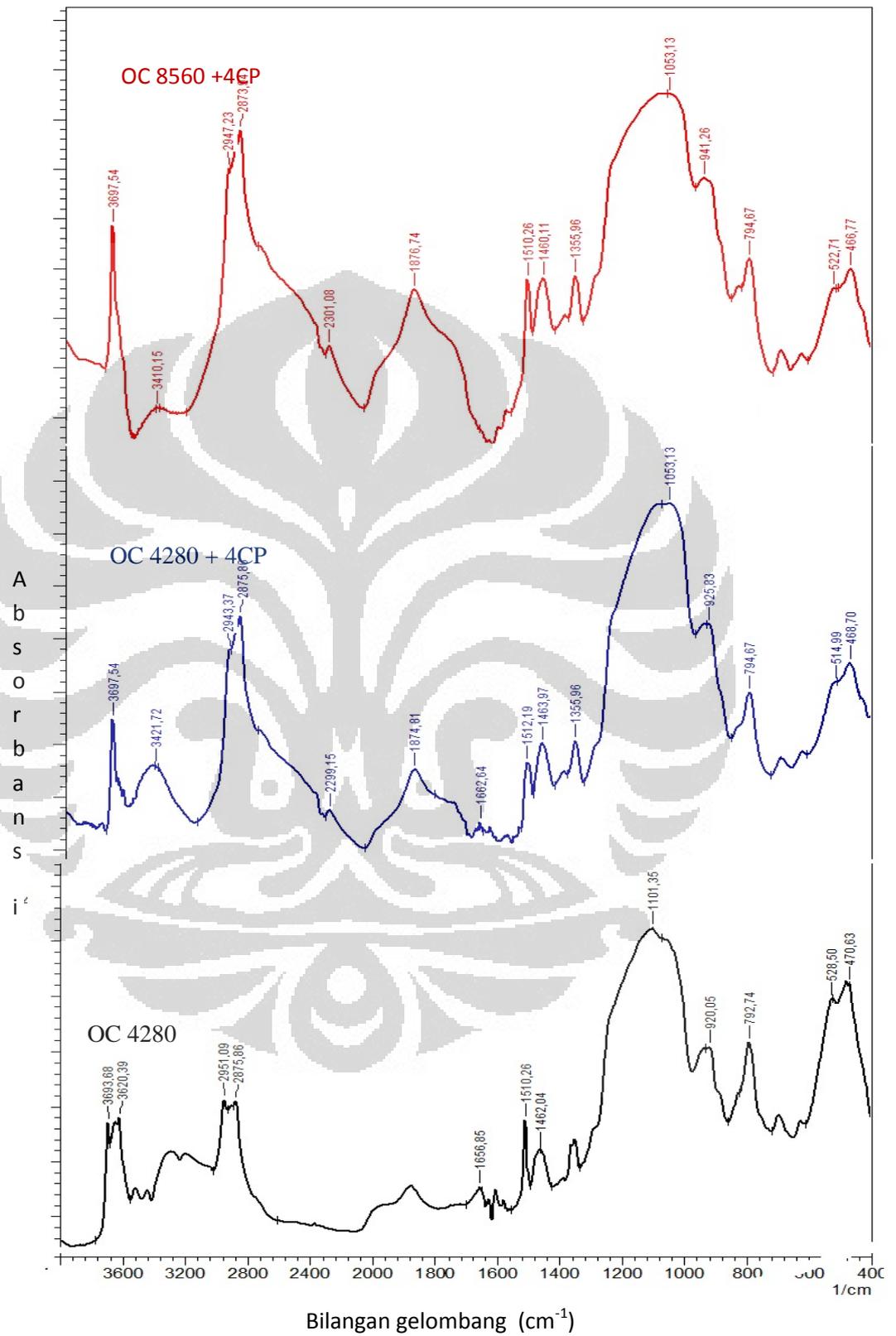
Proses adsorpsi pada dasarnya merupakan proses kesetimbangan, tetapi data yang diperoleh pada penelitian ini belum mencapai keadaan setimbang, oleh karena itu nilai konstanta kesetimbangan adsorpsi (K_{ad} dan n) pada Tabel 4.12 belum mencerminkan nilai tetapan kesetimbangan adsorpsi yang sebenarnya. Kesimpulan sementara yang bisa diperoleh berdasarkan nilai K_{ad} dan n pada penelitian ini adalah bahwa organoclay mempunyai daya adsorpsi terhadap p-klorofenol yang lebih besar dibanding Na-MMT, karena organoclay

mempunyai nilai tetapan kesetimbangan adsorpsi yang lebih besar. Ditinjau dari faktor pemisahan (R_L), pada Lampiran 32- 38, OC_{4280} mempunyai nilai R_L yang lebih kecil (0,219) dibanding nilai R_L dari OC_{8560} (0,226) dan Na-MMT (0,322). Hal ini menunjukkan bahwa sifat adsorpsi OC_{4280} terhadap p-klorofenol lebih bersifat irreversibel, p-klorofenol lebih kuat teradsorpsi dan lebih sulit terdesorpsi dari sisi aktif OC_{4280}

Untuk memperkuat data bahwa p-klorofenol telah teradsorpsi oleh adsorben, spektra IR pada Gambar 4.16 dan 4.17 menunjukkan kenaikan intensitas serapan pada bilangan gelombang 1475 - 1600 cm^{-1} yang khas bagi gugus aromatik (C=C stretching) pada p-klorofenol, pada bilangan gelombang 2800 - 2950 cm^{-1} yang khas bagi gugus C—H stretching dari alkil, dan pada bilangan gelombang sekitar 3600 cm^{-1} yang khas bagi stretching O-H.



Gambar 4.16 Spektra IR Na-MMT dan Na-MMT+4-CP



Gambar 4.17 Spektra IR OC₄₂₈₀, OC_{420+4CP}, dan OC_{8560+4CP}

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah :

1. Komposisi relatif *smectite* pada bentonit alam Merangin – Jambi lebih besar dibandingkan komposisi mineral *clay* lain (*Illite, Kaolinite dan Chlorite*).
2. Fraksinasi berdasarkan laju pengendapan bentonit alam Merangin Jambi, diperoleh fraksi yang mengandung montmorillonite paling tinggi, yaitu fraksi 1 (5 menit pengendapan)
3. Perlakuan asam terhadap bentonit fraksi 1 mengakibatkan penurunan kadar *smectite/montmorillonite*.
4. Bentonit alam Merangin Jambi dapat dimodifikasi menjadi Organoclay dengan menggunakan surfaktan nonionik triton x-100 sebagai zat interkalan.
5. Pada rentang 0 – 8560 mg/L, semakin tinggi konsentrasi awal surfaktan yang digunakan, semakin banyak surfaktan yang teradsorpsi dan semakin besar jarak *basal spacing* organoclay yang diperoleh.
6. Interkalasi/adsorpsi surfaktan triton X- 100 oleh Na-MMT mengikuti kurva isotherm adsorpsi Freundlich.
7. Semakin tinggi kandungan surfaktan dalam organoclay , semakin mudah surfaktan tersebut mengalami desorpsi (kestabilan organoclay semakin rendah)
8. Na-MMMT, dan Organoclay dapat menurunkan konsentrasi *p*-klorofenol dalam air, semakin tinggi konsentrasi awal *p*-klorofenol, semakin banyak senyawa polutan organik tersebut yang terserap.
9. Semakin tinggi kestabilan organoclay, semakin besar daya adsorpsinya terhadap senyawa polutan organik.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan :

1. Mempelajari isoterm adsorpsi bentonit alam Merangin Jambi terhadap surfaktan nonionik triton X-100 dengan range konsentrasi (titik titik konsentrasi) yang lebih banyak
2. Mempelajari kesetabilan organoclay dari bentonit alam Merangin Jambi dan triton X-100 dalam berbagai kondisi (pH, jenis pelarut, konsentrasi surfaktan)
3. Menentukan konsentrasi optimum senyawa organik dan waktu kontak optimum untuk memperoleh parameter kinetika.
4. Melakukan aplikasi terhadap senyawa turunan fenol yang lain, terutama senyawa turunan fenol pengarah orto, meta, para dan senyawa-senyawa turunan organofosfat.
5. Melakukan uji aplikasi organoclay dengan variasi surfaktan terhadap penyerapan senyawa organik.
6. Melakukan uji regenerasi organoclay untuk mengetahui kesetabilannya sebagai adsorben

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad MB. dkk. (2009). *Modification of montmorillonite by new surfactants*. Journal of Engineering and Applied Sciences. 4: 184-188
- Bergaya, F. Vayer M.s (1997). *CEC of clays: Measurement by adsorption of a copper ethylenediamine complex*. Applied Clay Science 12 (1997) 275-280. Perancis.
- Brewster, Gordon Ross. (1980). *Effect of Chemical Pretreatment On X-ray Powder Diffraction Characteristics of Clays Minerals Derived From Volcanic Ash*. Clay and Clay Mineral, Vol. 28, No. 4, 303-310,
- Cameron D.A.(2003). *Introduction to Soil Mechanics*. Division of Information Technology, Engineering and The Environment.
- Chen D. dkk . (2011). *Characterization of anion – cation surfactants modified montmorillonite and its application for the removal of methyl orange*. Chemical Engineering Journal. 171:1150-1158
- Frost, Ray and Xi, Yunfei and He, Hongping. (2007) . *Modification of the surfaces of Wyoming montmorillonite by the cationic surfactants alkyl trimethyl, dialkyl dimethyl and trialkyl methyl ammonium bromides*. Journal of Colloid and Interface Science 305(1): pp: 150-158.
- Gupta SS, Bhattacharaya GK. (2008). *Immobilization of Pb(II), Cd(II), Ni(II) ions on kaolinite and montmorillonite surfaces from aqueous medium*. Journal of Environmental Management 87: 46-58
- Handoyo, Kristian S. (2001). *Dasar dasar kimia anorganik nonlogam* Universitas Negeri Yogyakarta. hal;8.18-8.19.
- Haryani, Diana Nur. (2010). *Sintesis dan Karakterisasi Organoclay Terinterkelas Surfaktan Kationik HDTMABr dan ODTMABr Serta Aplikasinya Sebagai Adsorben Molekul Organik*. Skripsi Departemen Kimia. FMIPA Universitas Indonesia.

Heinz, H. Vaia, R. A. Krishnamoorti, R. and Farmer, B. L. (2006). *Self-Assembly of Alkylammonium Chains on Montmorillonite: Effect of Chain Length, Head Group Structure, and Cation Exchange Capacity*. J. Phys. Chem. B 2005, 109, 13301-13306 Ohio. Wright State University, Ohio and University of Houston, Texas.

Heath, G. Ross dkk.(1979). *A Method for The Quantitative Estimation of Clay Minerals In North Pasific Deep-Sea Sediments*. Clays and Clays Minerals, Vol.27, No. 3, pp. 175-184.

He, Hongping. dkk.(2010). *Organoclay Prepared from Montmorillonites with Different Cation Exchange Capacity and Surfactant Configuration*. J. Applied Clay Science 48. 67-72.

Ho Y.S, (2003). *Removal of Copper ion from aqueous solution by tree fren*. Water Research 34, 2323-2330

<http://www.fysast.uu.se/molcond/content/bentonite-and-kaolinite> 29 November 2011].

<http://www.nuance.northwestern.edu/KeckII/Instruments/FT-IR/index.html>

<http://www.abdn.ac.uk/~che241/cdiff/indexx.html>

<http://www.tulane.edu/~sanelson/eens/211> 19 Januari 2012

<http://rtiintl.com/sem-edx.html>. Jumat, 18 Mei 2012.

<http://www.inchem.org/documents/icsc/eics1850.htm>

<http://www.sigmaaldrich.com>

<http://www.clay.org.au>.

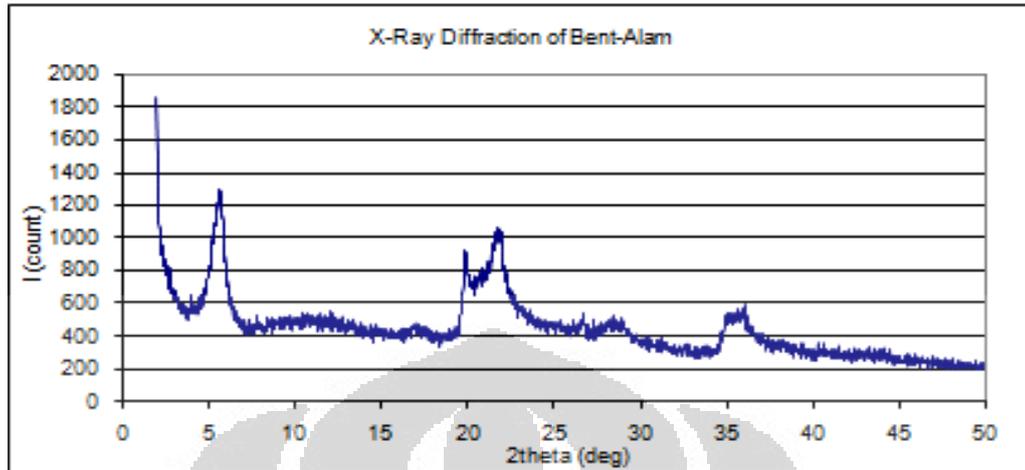
Irwansyah. (2007). *Modifikasi Bentonit Menjadi Organoclay Dengan Surfaktan Heksadesiltrimetilamonium Bromida Melalui Interkalasi Metode Ultrasonik*. Skripsi Departemen kimia. FMIPA Universitas Indonesia.

- Jaffe, R., Gardinali, P.R., Cai, Y., Sudbury, A., Fernandez, A., and Hay, B.J.(2003). *Organic compounds and trace metals of anthropogenic origin in sediments from Montego Bay, Jamaica:assessment of sources and distribution pathways. Environ. Pollut.* **123**, 291-299
- Jaycock, M. J and G. D. Parfitt. (1981). *Chemistry of Interfaces*. Ellis Horwood Limited
- Kurniawan, Danar. (2008). *Modifikasi Bentonit Menjadi Organoclay dengan Metode Ultrasonik sebagai Adsorben p-Klorofenol dan Hidroquinon*. Skripsi Departemen kimia. FMIPA Universitas Indonesia.
- Lizhong Zu, Yimin Li, & Jianying Zhang. (1997). *Jurnal Sorption Of Organobentonites To Some Organic Pollutants In Water*. Depatement of Environment Science, Hangzhou University Hangzhou, Zheijang, China
- Martini KS, Ashadi, Saputro S. (2009). *Pengembangan Metode Regenerasi dan Kestabilan Sistem Adsorben Surfaktan Kationik Berpenyangga Montmorilonit Lokal untuk Menanggulangi Polutan Organik dan Logam Berat*. Artikel Ilmiah . Hasil Penelitian Fundamental. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Marz, Rahman Arif. (2012). *Studi Daya Adsorpsi Organoclay Terhadap Fenol dalam Air dan Air Limbah Demulsifikasi Minyak Bumi*. Skripsi Departemen Kimia. FMIPA Universitas Indonesia.
- Mikutta, R. dkk. (2005). *Review : Organic Matter Removal from Soils Using Hydrogen Peroxide, Sodium Hypochlorite, and Disodium Peroxodisulfate*. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 69.
- Meys, Drew. (1999). *Surfaces, interfaces and colloids: Principles and applications, Second edition*. John Willey & Sons, Inc, New York.
- N. Jovic-Jovicic,. et.al.(2010). *Synthesis, Characterization and Adsorptive Properties of Organobentonites*. Acta Physica Polonica.**117**, 5

- Paul F. Luckham., Sylvia Rossi. (1999). *The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions*. Advances in Colloid and Interface Science 82. 43-92.
- Rossi, Sylvia., P.F. Luckham, Th.F. Tadros. (2002). *Influence of non-ionic polymers on the rheological behaviour of Na⁺-montmorillonite clay suspensions—I Nonylphenol–polypropylene oxide–polyethylene oxide copolymers*. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 201. 85–100.
- Shin, Mari. (2004). *Surfactant/Ligand Systems for the Simultaneous Remediation of Soils Contaminated with Heavy Metals and Polychlorinated Biphenyls*. Dissertation. Department of Bioresource Engineering, Macdonald Campus of McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec, Canada
- Sheng, Guangyao dkk. (1996). *Mechanism(s) Controlling Sorption of Neutral Organic Contaminants by Surfactant-Derived and Natural Organic Matter*. Environ. Sci. Technol. Vol 30, p. 1553-1557,
- Shen, Y.H. (2001). *Preparation of organobentonite using nonionic surfactants*. Chemosphere 44. 989-995.
- Shen, Y.H. (2004). *Phenol sorption by organoclays having different charge characteristics*. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 232:143-149
- Somasundaran, P., Snell, ED., Xu, Q., (1991). *Adsorption behavior of alkylarylethoxylated alcohols on silica*. J. Colloid Interface Sci. 144, 165-173
- Sukardjo. (1997). *Kimia Fisika*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Syuhada, Wijaya R, Jayatin, dan Rohman S. (2009). *Modifikasi bentonit (clay) menjadi organoclay dengan penambahan surfactan*. Jurnal nanosains dan nanoteknologi. Vol. 2 Sentra teknologi polimer. BPPT.

- Tuin, B. J. W., and Tels, M. (1990). *Removing heavy metals from contaminated clay soils by extraction with hydrochloric acid, EDTA or hypochlorite solutions*. Environ. Technol. **11**, 1039-1052.
- Underwood, M.B. dkk. (2003). *Data Report : Normalization Factors for Semiquantitative X-ray Diffraction Analysis, with Application to DSPS Site 297, Shikoku Basin*. Proceeding of The Ocean Drilling Program, Scientific Result Volume 190/196.
- Underwood, M.B. dkk. (2004). *Data Report : Composition of Clay Minerals From Hemipelagic Sediments at Hydrate Ridge, Cascadia Subduction Zone*. Proceeding of The Ocean Drilling Program, Scientific Results .
- Zhang, Y. dkk. (2011). *Adsorption of Mixed Cationic-nonionic Surfactant and its effect on bentonite structure*. School of environment, beijing normal university.
- Zhau, Qin dkk. (2007). *Adsorbed Paranitrophenol on HDTMAB Organoclay – A TEM and Infared spectroscopic study*. Journal of colloid and Interface Science, Vol 307 pp. 357-363.

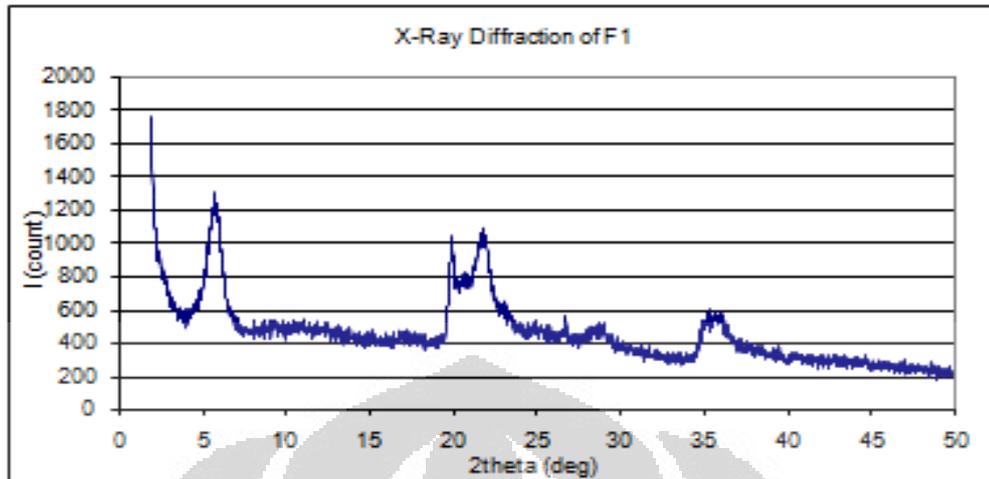
Lampiran 1



*** Basic Data Process ***

# Strongest 3 peaks						
Peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
2	5.5445	15.92647	100	0.78560	501	22146
14	21.8000	4.07360	81	0.82400	404	23935
12	19.8200	4.47586	65	0.35000	325	12735
# Peak Data List						
Peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	4.0565	21.76465	3	0.18300	16	199
2	5.5445	15.92647	100	0.78560	501	22146
3	6.5600	13.46313	6	0.30660	28	1059
4	8.6000	10.27358	3	0.08000	15	181
5	9.4875	9.31445	6	0.49500	31	1084
6	10.8200	8.17016	7	0.88000	37	1589
7	11.5600	7.64877	6	0.56000	30	734
8	12.2200	7.23710	8	0.62000	38	1279
9	13.2550	6.67424	5	0.27000	24	435
10	16.9750	5.21906	8	0.49000	40	1347
11	17.7200	5.00128	4	0.28000	22	474
12	19.8200	4.47586	65	0.35000	325	12735
13	20.6400	4.29985	44	0.00000	222	0
14	21.8000	4.07360	81	0.82400	404	23935
15	23.0400	3.85709	18	1.26400	92	7436
16	24.1600	3.68076	5	0.00000	27	0
17	24.8000	3.58721	7	0.49340	33	998
18	25.2200	3.52841	5	0.56800	27	796
19	26.0600	3.41655	6	0.26000	29	518
20	26.5925	3.34933	13	0.25500	67	1059
21	27.5200	3.23852	7	0.48000	34	818
22	28.4600	3.13366	14	1.25340	71	2400
23	28.8400	3.09323	12	0.93340	62	2209
24	31.3766	2.84870	4	0.09330	19	198
25	32.5365	2.74975	3	0.18300	16	226
26	34.9600	2.56448	28	0.54860	138	4395
27	35.8800	2.50080	34	0.82000	168	7688
28	36.9600	2.43017	10	0.50000	50	1716
29	37.6400	2.38782	6	0.52000	31	924
30	38.2675	2.35009	8	0.37500	38	811
31	39.3221	2.28946	4	0.17570	20	244
32	40.5000	2.22555	3	0.12000	16	271
33	43.0906	2.09756	3	0.20530	15	255
34	43.7210	2.06876	4	0.29800	21	463

Lampiran 2]



*** Basic Data Process ***

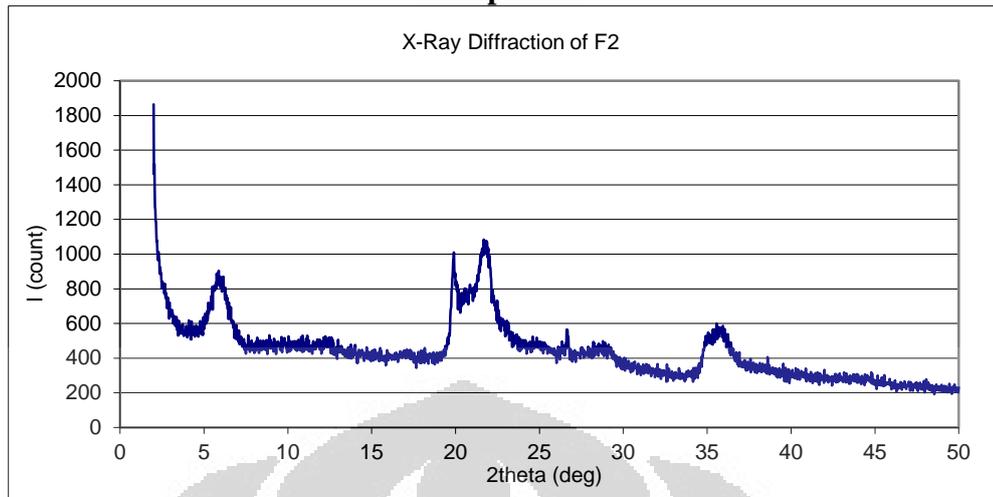
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
2	5.7392	15.38660	100	0.90000	485	24454
12	21.7800	4.07730	88	1.05600	426	27987
10	19.9000	4.45805	73	0.43380	355	14336

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	4.5200	19.53380	9	0.32000	43	1445
2	5.7392	15.38660	100	0.90000	485	24454
3	9.3033	9.49845	5	0.47330	26	803
4	10.2600	8.61481	5	0.66000	26	769
5	10.9600	8.06611	7	1.11000	33	1219
6	12.1400	7.28461	7	0.96000	32	1395
7	12.9900	6.80979	4	0.34000	17	403
8	16.9740	5.21936	6	0.61200	27	960
9	17.5400	5.05220	4	0.48000	19	527
10	19.9000	4.45805	73	0.43380	355	14336
11	20.6800	4.29163	51	0.00000	248	0
12	21.7800	4.07730	88	1.05600	426	27987
13	23.2200	3.82760	22	1.12000	106	7808
14	23.9800	3.70798	13	0.00000	62	0
15	24.7400	3.59577	13	2.56000	63	5566
16	26.6400	3.34347	16	0.44000	77	1552
17	27.3600	3.25710	8	0.70000	38	1976
18	28.0200	3.18186	12	0.00000	56	0
19	28.5000	3.12935	17	1.84000	82	4796
20	29.8800	2.98789	6	0.68000	30	1080
21	30.6000	2.91921	4	0.35000	17	333
22	31.3516	2.85092	4	0.63670	17	757
23	35.1000	2.55457	33	0.80800	161	10042
24	35.8800	2.50080	36	0.00000	174	0
25	36.5200	2.45843	19	0.00000	90	0
26	37.0400	2.42511	12	0.00000	60	0
27	37.5800	2.39149	11	0.00000	53	0
28	38.4800	2.33760	8	0.61340	38	2512
29	39.4600	2.28177	5	0.42280	23	612
30	40.4475	2.22832	5	0.78500	22	1141
31	42.6950	2.11607	4	0.43000	18	781
32	44.5850	2.03066	4	0.21000	17	343

Lampiran 3



*** Basic Data Process ***

Data : F2

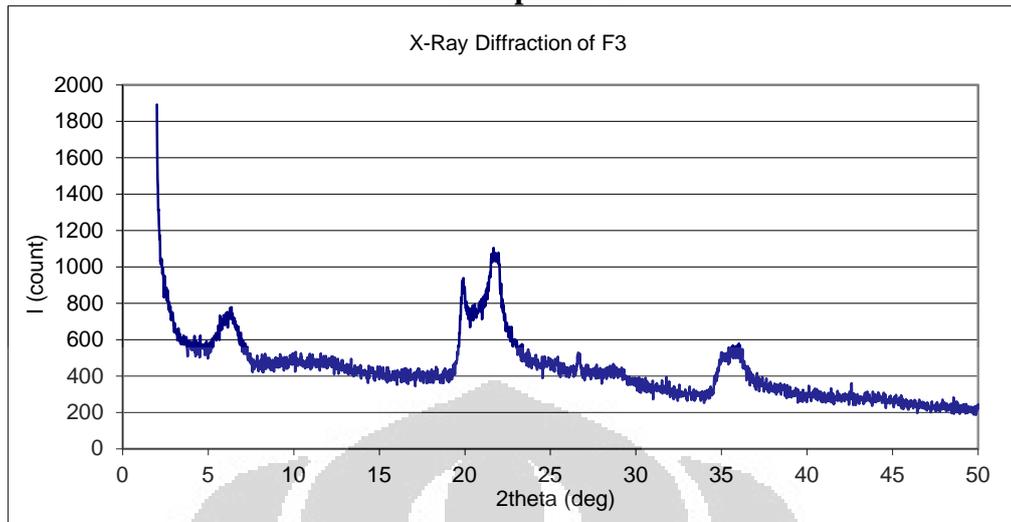
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
10	21.7600	4.08100	100	0.96000	426	24608
8	19.8800	4.46249	81	0.38280	343	14160
9	20.7000	4.28753	55	0.00000	235	0

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	5.9209	14.91482	55	1.09530	235	13794
2	9.7430	9.07075	4	0.14600	17	275
3	12.2430	7.22356	8	0.50600	36	1620
4	13.0833	6.76144	3	0.27330	14	239
5	13.9233	6.35535	3	0.11330	13	85
6	17.0750	5.18872	5	0.69000	22	845
7	18.0700	4.90519	4	0.14000	15	220
8	19.8800	4.46249	81	0.38280	343	14160
9	20.7000	4.28753	55	0.00000	235	0
10	21.7600	4.08100	100	0.96000	426	24608
11	22.9800	3.86703	24	1.40000	101	10082
12	24.8600	3.57868	12	0.00000	52	0
13	25.4800	3.49299	6	0.80800	26	1995
14	26.6292	3.34480	17	0.27350	73	1138
15	27.5400	3.23622	8	0.50000	35	1049
16	28.7473	3.10299	14	1.35870	58	3800
17	30.0600	2.97041	3	0.14000	14	150
18	31.4515	2.84209	4	0.08700	15	133
19	35.2400	2.54474	34	1.10000	146	5566
20	35.6600	2.51573	41	1.57000	176	10440
21	37.5400	2.39395	9	0.00000	37	0
22	38.5000	2.33643	8	0.61720	33	2260
23	39.4246	2.28374	5	0.17730	23	388
24	40.6175	2.21938	4	0.34500	18	706
25	43.6200	2.07332	4	0.12000	17	148
26	43.7200	2.06881	4	0.54660	19	537
27	44.7600	2.02312	6	0.28000	24	462
28	45.3166	1.99956	3	0.44670	14	457

Lampiran 4



*** Basic Data Process ***

Data : F3

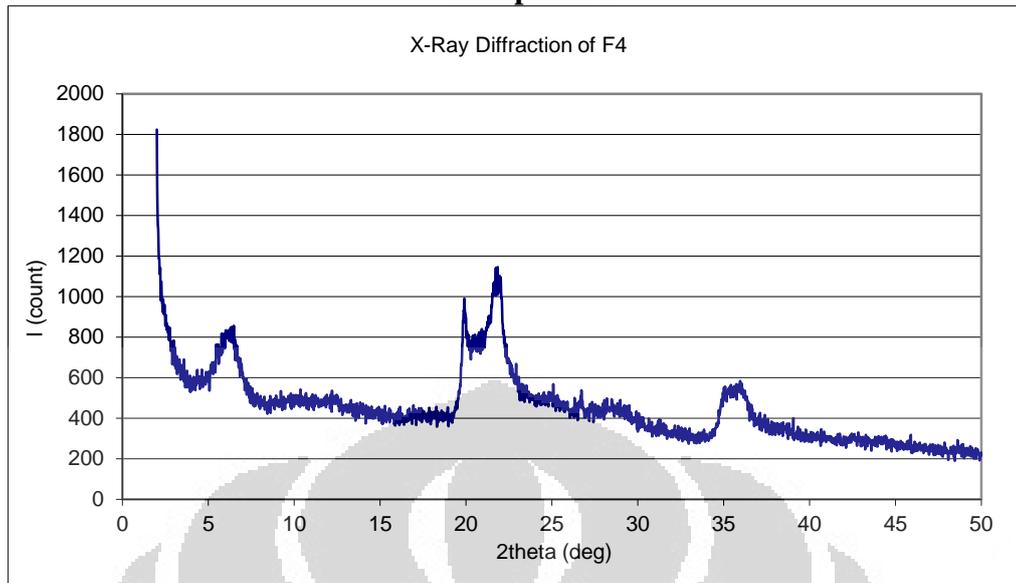
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
11	21.3293	4.16243	100	1.88140	437	31255
10	19.8800	4.46249	75	0.39580	328	7041
21	35.7800	2.50756	39	1.48800	171	9161

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	6.2155	14.20854	36	1.19900	158	10081
2	8.4283	10.48248	3	0.17000	14	134
3	9.1400	9.66778	4	0.64000	17	568
4	9.9633	8.87067	7	0.51330	32	937
5	11.1600	7.92200	6	0.82000	27	1451
6	12.1600	7.27268	8	0.56000	34	956
7	12.7900	6.91583	5	0.38000	20	667
8	14.9380	5.92585	4	0.16400	16	328
9	17.2900	5.12468	3	0.19600	14	151
10	19.8800	4.46249	75	0.39580	328	7041
11	21.3293	4.16243	100	1.88140	437	31255
12	22.8200	3.89378	27	1.36000	118	9440
13	23.9000	3.72021	11	0.00000	47	0
14	25.0225	3.55581	12	1.11500	51	4371
15	26.6300	3.34470	17	0.30000	76	1972
16	27.3800	3.25476	4	0.00000	19	0
17	28.7020	3.10778	11	1.31600	48	3346
18	29.6800	3.00757	4	0.56000	19	619
19	31.6550	2.82428	3	0.11660	14	233
20	35.0400	2.55881	34	0.72000	149	4599
21	35.7800	2.50756	39	1.48800	171	9161
22	37.3000	2.40880	12	1.33600	54	3398
23	38.3725	2.34390	8	0.62500	37	1309
24	39.2720	2.29226	4	0.17600	19	306
25	40.4090	2.23035	4	0.20200	19	380
26	42.5550	2.12271	5	0.21000	22	307
27	43.4550	2.08081	4	0.21000	18	273
28	44.1633	2.04907	4	0.23330	19	459
29	45.2150	2.00382	3	0.29000	14	46
30	47.9350	1.89627	3	0.13000	13	116

Lampiran 5



*** Basic Data Process ***

Data : F4

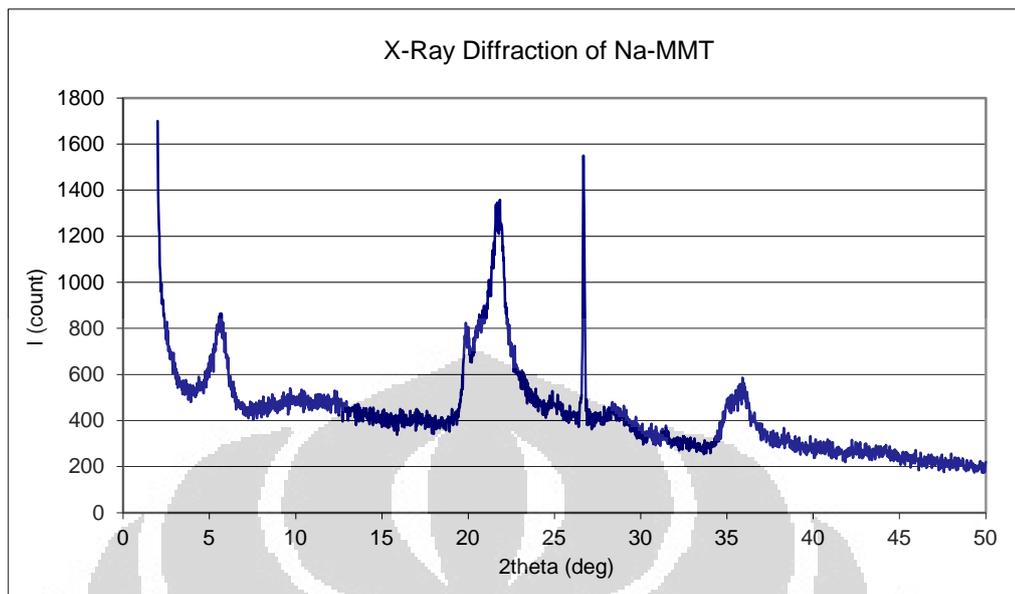
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated (Counts)
10	21.8800	4.05889	100	0.74000	450	26951
9	19.9000	4.45805	77	0.38780	346	12072
2	6.1340	4.39714	44	1.38800	200	14417

Peak Data List

Peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated (Counts)
1	4.4600	19.79645	6	0.42000	25	646
2	6.1340	14.39714	44	1.38800	200	14417
3	9.6200	9.18645	5	0.34660	22	943
4	10.2200	8.64844	5	0.00000	22	0
5	11.2000	7.89380	6	0.59420	28	1371
6	12.1625	7.27119	9	0.94500	40	1653
7	13.2675	6.66798	4	0.27500	19	278
8	13.9150	6.35912	4	0.19000	17	229
9	19.9000	4.45805	77	0.38780	346	12072
10	21.8800	4.05889	100	0.74000	450	26951
11	22.7800	3.90052	29	1.50860	130	9112
12	23.6000	3.76682	16	0.00000	70	0
13	25.0000	3.55896	15	0.96000	69	4949
14	25.6600	3.46890	10	0.67000	43	1421
15	26.6500	3.34224	14	0.36660	63	1950
16	27.4000	3.25243	8	0.00000	36	0
17	28.4600	3.13366	12	1.44000	55	3947
18	29.3000	3.04570	8	0.00000	38	0
19	31.2550	2.85951	4	0.31000	17	491
20	35.3600	2.53638	35	1.28000	156	7362
21	35.9400	2.49677	37	1.29000	168	5850
22	37.1200	2.42006	13	1.51000	58	3832
23	38.4033	2.34209	9	0.54670	41	1675
24	40.4216	2.22968	4	0.25670	17	583
25	42.4750	2.12652	5	0.31000	21	610
26	44.3366	2.04146	4	0.20670	19	610
27	45.7725	1.98070	4	0.17500	18	259
28	48.6341	1.87063	4	0.24170	20	451

Lampiran 6



*** Basic Data Process ***

Group : 12-12

Data : Na-MMT

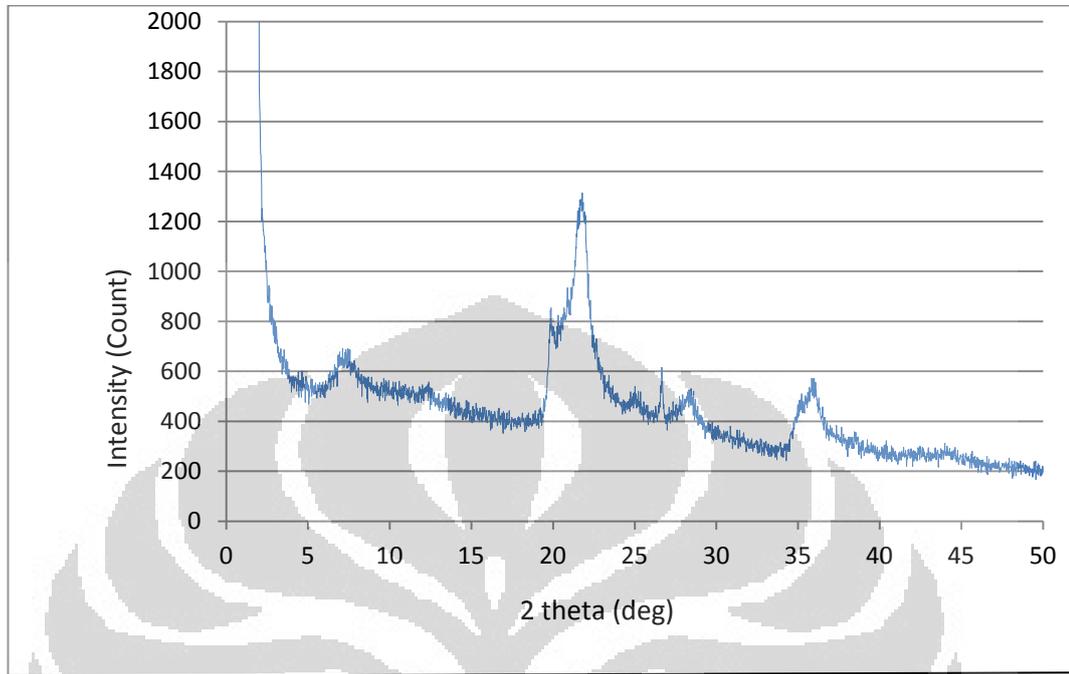
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
11	21.5205	4.12588	100	1.38110	593	36434
16	26.6728	3.33943	71	0.27930	423	6051
10	20.6400	4.29985	46	0.00000	275	0

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	5.6105	15.73927	39	0.83240	231	11324
2	8.6750	10.18493	4	0.31000	24	567
3	9.2800	9.52225	5	0.41600	31	1178
4	9.8800	8.94528	6	0.00000	33	0
5	10.4400	8.46668	5	0.00000	29	0
6	11.2600	7.85187	5	0.00000	32	0
7	12.3020	7.18905	8	0.56400	47	2413
8	13.2833	6.66008	3	0.23330	20	372
9	19.8800	4.46249	43	0.45560	257	12351
10	20.6400	4.29985	46	0.00000	275	0
11	21.5205	4.12588	100	1.38110	593	36434
12	23.2200	3.82760	18	1.14660	108	7555
13	23.9600	3.71103	8	0.80000	49	1801
14	24.9600	3.56457	9	0.92000	52	2571
15	25.9600	3.42949	3	0.00000	19	0
16	26.6728	3.33943	71	0.27930	423	6051
17	27.4816	3.24296	5	0.42330	31	776
18	28.5866	3.12007	10	1.33330	58	3260
19	29.5400	3.02150	3	0.34660	19	464
20	31.4041	2.84627	3	0.29830	18	326
21	35.0400	2.55881	22	0.67200	128	4254
22	35.8400	2.50350	29	1.05000	174	6979
23	36.6200	2.45195	13	0.74000	76	3240
24	37.4600	2.39887	5	0.00000	27	0
25	38.3666	2.34425	6	0.57330	33	1525
26	38.9550	2.31018	3	0.33000	19	505
27	40.7733	2.21126	3	0.25330	19	531
28	44.1650	2.04899	4	0.35000	23	991

Lampiran 7 X-Ray Diffraction of NaMMT asam



*** Basic Data Process ***

Group : 29

Data : Na-MMT-Asam

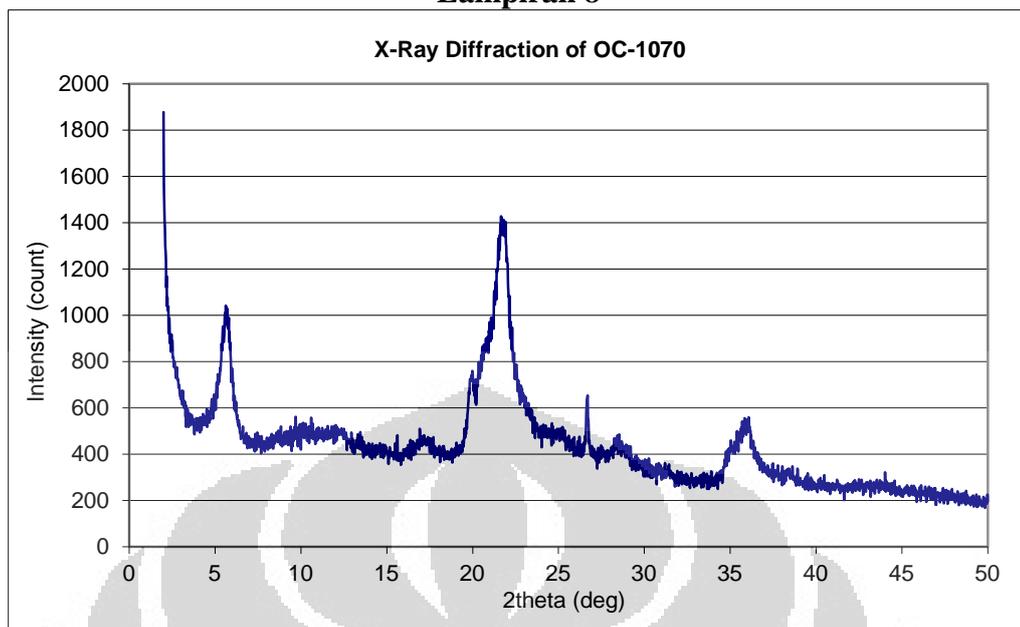
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
9	21.5222	4.12555	100	1.40440	582	33321
8	20.6400	4.29985	48	0.00000	277	0
7	19.8800	4.46249	46	0.41760	268	12642

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	7.3326	12.04622	17	1.27870	101	6910
2	8.9000	9.92794	5	0.82000	27	1925
3	9.8000	9.01812	4	0.00000	26	0
4	10.6800	8.27695	5	1.73340	30	2389
5	12.2825	7.20042	8	0.55500	47	1473
6	13.4300	6.58766	4	0.50000	21	966
7	19.8800	4.46249	46	0.41760	268	12642
8	20.6400	4.29985	48	0.00000	277	0
9	21.5222	4.12555	100	1.40440	582	33321
10	22.6800	3.91750	30	0.83200	172	7221
11	23.6600	3.75740	11	0.91340	62	3286
12	24.9400	3.56739	10	0.88000	59	3087
13	26.6361	3.34395	18	0.24770	105	1523
14	27.4600	3.24546	7	0.70660	43	1320
15	28.2344	3.15818	15	1.06890	86	4361
16	35.1200	2.55316	21	0.80000	125	4483
17	35.8600	2.50215	30	1.12000	172	8931
18	37.1400	2.41881	7	0.00000	43	0
19	37.5000	2.39641	5	0.00000	29	0
20	38.4855	2.33728	7	0.26450	41	127

Lampiran 8



*** Basic Data Process ***

Group : 25

Data : OC-1070

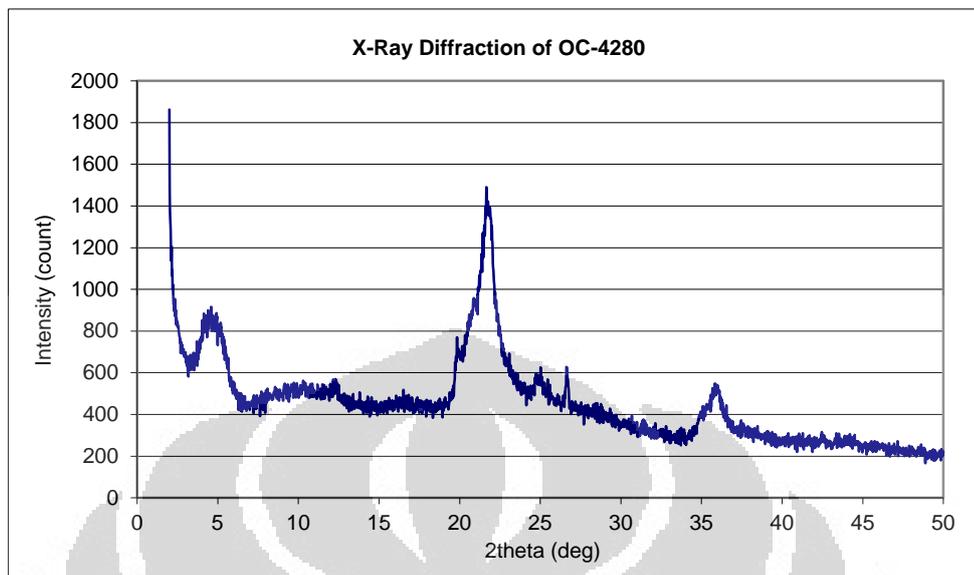
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
12	21.5901	4.11273	100	1.29360	663	38223
1	5.6243	15.70068	52	0.73790	342	15015
11	20.7800	4.27120	47	0.00000	311	0

Peak Data List

Peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	5.6243	15.70068	52	0.73790	342	15015
2	8.6400	10.22611	3	0.42660	22	1136
3	9.5000	9.30222	3	0.00000	23	0
4	9.6200	9.18645	5	0.00000	32	0
5	10.2200	8.64844	6	0.00000	40	0
6	11.4600	7.71529	6	0.00000	39	0
7	12.3200	7.17858	8	0.72000	50	2704
8	13.4425	6.58156	4	0.32500	24	568
9	17.1260	5.17338	7	0.85200	47	2532
10	19.9400	4.44919	33	0.52880	216	13091
11	20.7800	4.27120	47	0.00000	311	0
12	21.5901	4.11273	100	1.29360	663	38223
13	23.1800	3.83411	18	1.08000	122	9068
14	24.8400	3.58152	9	1.36000	61	4991
15	26.6509	3.34213	17	0.30730	114	1827
16	27.5200	3.23852	4	0.32000	24	506
17	28.5500	3.12398	10	0.86000	63	3262
18	35.6480	2.51655	25	1.49600	165	12413
19	37.6400	2.38782	4	0.56000	29	1144
20	38.4175	2.34126	5	0.47500	34	1087

Lampiran 9



***** Basic Data Process *****

Group : 25

Data : OC-4280

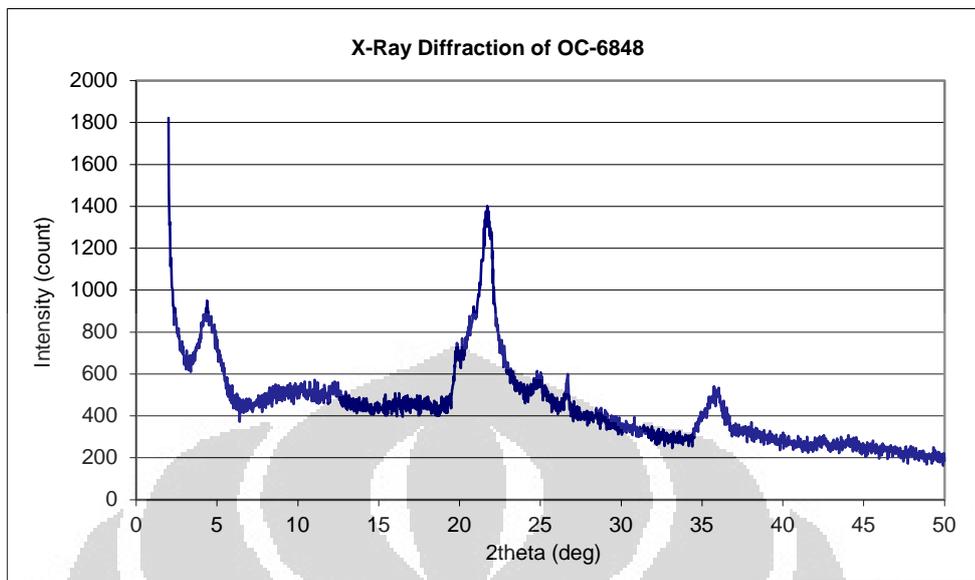
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
11	21.6269	4.10582	100	1.13380	631	37935
10	20.6600	4.29574	42	0.00000	263	0
1	4.7554	18.56736	31	1.62510	198	15677

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	4.7554	18.56736	31	1.62510	198	15677
2	8.5200	10.36987	5	1.14400	34	1485
3	8.8600	9.97267	5	0.00000	33	0
4	9.6200	9.18645	8	1.32000	50	2068
5	10.3400	8.54833	9	1.36000	55	2727
6	11.4200	7.74222	6	0.00000	35	0
7	12.2450	7.22238	10	0.57000	63	3063
8	16.6583	5.31756	4	0.62330	26	1582
9	19.8400	4.47139	28	0.32860	174	9530
10	20.6600	4.29574	42	0.00000	263	0
11	21.6269	4.10582	100	1.13380	631	37935
12	23.1600	3.83738	15	0.88000	97	7239
13	24.9088	3.57178	14	0.68890	86	4308
14	26.6298	3.34473	17	0.24860	108	1637
15	28.4180	3.13819	4	0.28400	27	1042
16	31.3185	2.85385	4	0.20290	23	393
17	35.2200	2.54614	14	0.90860	89	4090
18	35.9400	2.49677	26	0.71340	165	6777
19	37.6000	2.39026	5	0.24000	33	883
20	38.3433	2.34562	4	0.43330	28	1090
21	42.4626	2.12711	3	0.21870	20	279
22	44.0766	2.05289	3	0.27330	21	704

Lampiran 10



*** Basic Data Process ***

Group : 25

Data : OC-6848

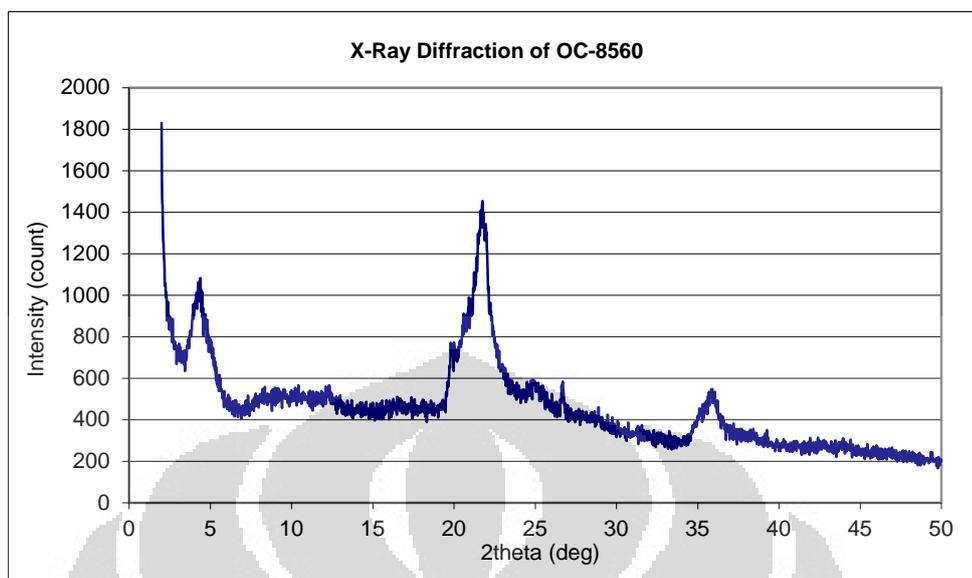
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
11	21.5946	4.11188	100	1.22930	610	33307
10	20.6400	4.29985	43	0.00000	260	0
1	4.5263	19.50662	33	1.18070	203	12694

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	4.5263	19.50662	33	1.18070	203	12694
2	8.6800	10.17907	8	0.99200	51	3342
3	9.4600	9.34146	9	0.00000	52	0
4	10.2400	8.63159	10	0.00000	59	0
5	10.7800	8.20039	8	0.00000	50	0
6	11.9550	7.39692	10	1.31000	63	4139
7	13.0600	6.77345	4	0.74660	24	1486
8	16.0900	5.50408	3	0.42000	18	1062
9	19.8600	4.46693	29	0.48400	179	10165
10	20.6400	4.29985	43	0.00000	260	0
11	21.5946	4.11188	100	1.22930	610	33307
12	22.9800	3.86703	21	1.71200	130	13018
13	24.9200	3.57020	17	1.08800	103	6395
14	26.6326	3.34438	16	0.38970	97	2601
15	28.4666	3.13295	4	0.49330	25	1569
16	35.7150	2.51198	24	1.49000	149	11696
17	37.5200	2.39518	6	0.00000	36	0
18	38.3600	2.34464	4	1.16000	27	2487
19	42.4811	2.12623	3	0.42630	19	730
20	43.9975	2.05640	4	0.35500	23	894

Lampiran 11



*** Basic Data Process ***

Group : 25

Data : OC-8560

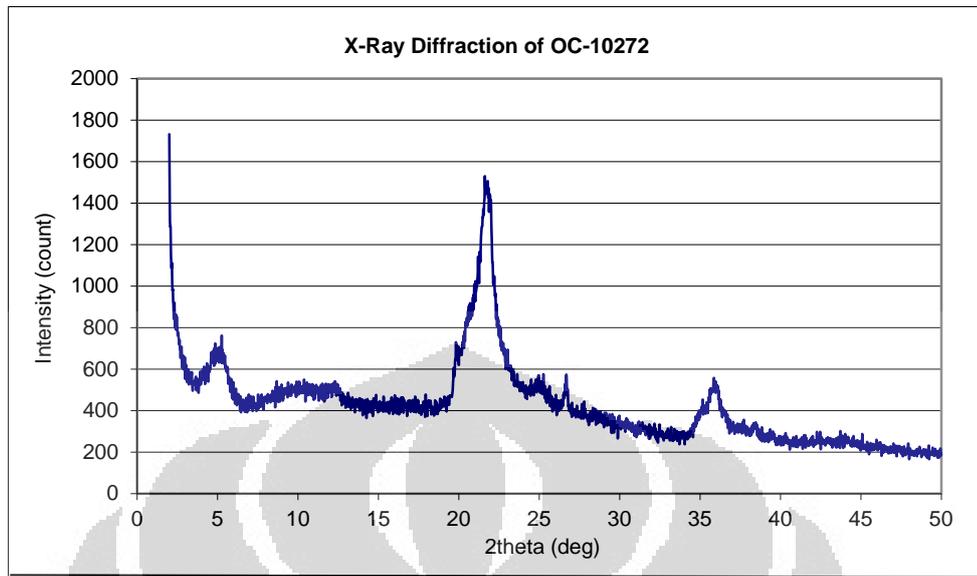
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
11	21.5973	4.11138	100	1.21870	634	43039
1	4.3975	20.07767	43	1.07500	272	15419
10	20.6400	4.29985	42	0.00000	268	0

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	4.3975	20.07767	43	1.07500	272	15419
2	8.2400	10.72160	7	0.80000	43	2569
3	9.1400	9.66778	7	0.00000	42	0
4	10.0600	8.78562	7	0.00000	43	0
5	10.7000	8.26152	6	0.00000	40	0
6	11.9966	7.37137	9	1.19330	56	3718
7	12.9000	6.85710	4	0.46000	25	670
8	16.5250	5.36016	3	0.39000	22	760
9	19.9200	4.45362	31	0.54000	197	10452
10	20.6400	4.29985	42	0.00000	268	0
11	21.5973	4.11138	100	1.21870	634	43039
12	24.8200	3.58436	15	1.49000	98	11063
13	26.6644	3.34047	13	0.33390	85	1600
14	27.8200	3.20428	4	0.72000	23	1096
15	28.6275	3.11570	5	0.81500	31	1273
16	35.6583	2.51584	25	1.29670	159	11473
17	37.2400	2.41254	4	0.00000	26	0
18	38.4400	2.33994	5	0.36000	31	1771
19	43.9491	2.05855	4	0.41170	24	825

Lampiran 12



*** Basic Data Process ***

Group : 25

Data : OC-10272

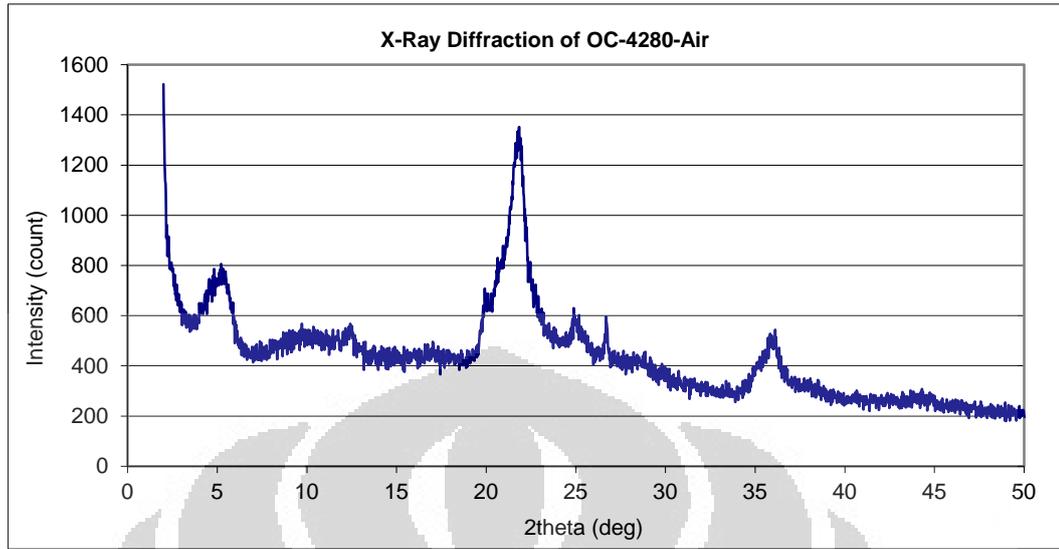
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
8	21.5936	4.11207	100	1.24730	705	41005
7	20.5800	4.31225	42	0.00000	293	0
13	35.8200	2.50486	24	0.92000	172	7726

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	5.0650	17.43310	20	1.15000	139	8650
2	8.8200	10.01781	5	0.76000	37	3821
3	9.9400	8.89142	8	0.00000	54	0
4	10.6400	8.30797	7	0.00000	49	0
5	12.3200	7.17858	8	0.69340	58	4871
6	19.8400	4.47139	24	0.38540	169	9999
7	20.5800	4.31225	42	0.00000	293	0
8	21.5936	4.11207	100	1.24730	705	41005
9	23.0400	3.85709	19	1.44000	132	12570
10	24.9000	3.57303	12	1.20000	83	5515
11	26.6373	3.34380	13	0.31960	92	1759
12	35.1600	2.55035	13	0.91000	89	3725
13	35.8200	2.50486	24	0.92000	172	7726
14	37.6600	2.38659	5	0.51000	34	1466
15	38.3600	2.34464	6	0.40000	44	1076
16	39.3683	2.28688	3	0.36330	21	520
17	44.0424	2.05441	3	0.37290	24	889

Lampiran 13



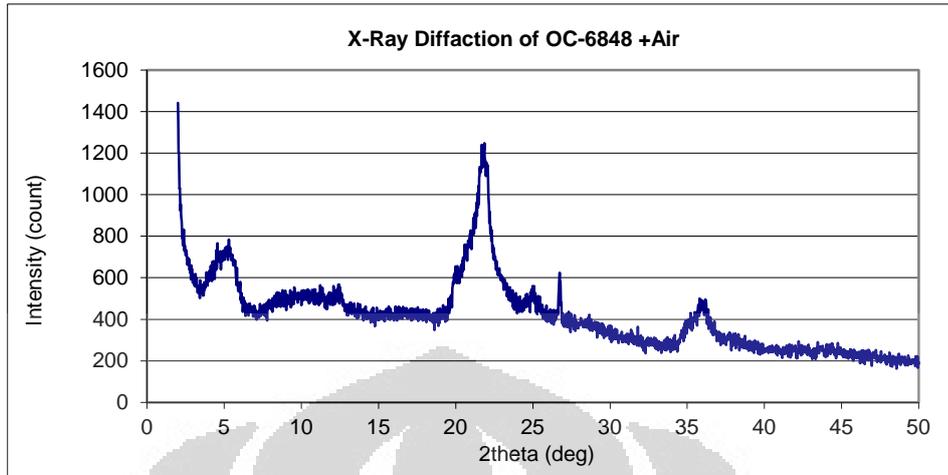
```

*** Basic Data Process ***
Group      : 0521
Data       : OC-4280-Air

# Strongest 3 peaks
no. peak   2Theta      d           I/I1      FWHM      Intensity   Integrated Int
no.        (deg)          (Å)
1  11       21.6742      4.09696    100       1.16440    599        29814
2  10       20.8400      4.25904    44        0.00000    261         0
3  1        5.1350      17.19560    28        1.39000    170        11624

# Peak Data List
peak       2Theta      d           I/I1      FWHM      Intensity   Integrated Int
no.        (deg)          (Å)
1          5.1350      17.19560    28        1.39000    170        11624
2          8.1200      10.87978    4         0.36000    22         459
3          9.8000      9.01812    9         1.98000    54        2964
4         10.4200      8.48288    8         0.00000    50         0
5         10.7600      8.21559    7         0.00000    42         0
6         11.5400      7.66198    7         0.00000    41         0
7         12.3157      7.18108    12        0.68860    69        3276
8         17.0033      5.21044    4         0.35330    25         918
9         19.9800      4.44038    27        0.57600    161       10871
10        20.8400      4.25904    44        0.00000    261         0
11        21.6742      4.09696    100       1.16440    599       29814
12        22.8800      3.88370    22        1.40000    134       12343
13        25.0841      3.54722    20        0.94170    118       6756
14        26.6669      3.34016    17        0.29820    99        1911
15        28.3283      3.14793    6         1.24330    38        3106
16        29.7743      2.99826    3         0.25140    18         386
17        34.4800      2.59907    5         0.24000    27         475
18        35.1600      2.55035    14        0.76000    83        3150
19        36.0000      2.49274    25        0.88000    147       6729
20        37.7800      2.37929    5         0.68000    32        1602
21        38.4566      2.33897    4         0.31330    23         477
22        44.0000      2.05629    3         0.14660    18         360
23        44.7560      2.02330    4         0.35200    24         789
    
```

Lampiran 14



*** Basic Data Process ***

Group : Uji

Data : OC-6848 +Air

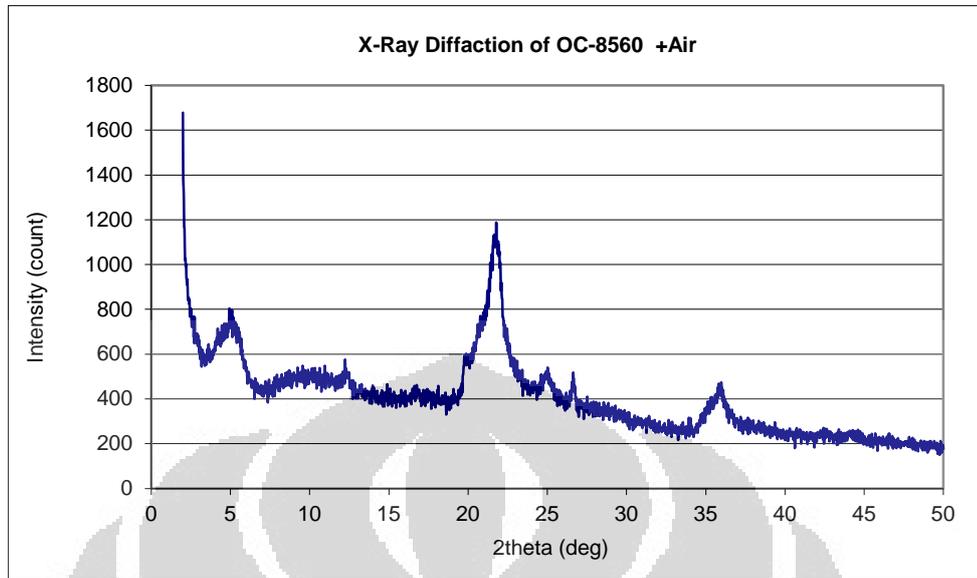
Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
8	21.6354	4.10422	100	1.29580	533	30404
7	20.7200	4.28343	42	0.00000	224	0
1	5.1100	17.27968	28	1.42000	149	10599

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	5.1100	17.27968	28	1.42000	149	10599
2	8.6000	10.27358	9	1.16000	50	5465
3	10.2200	8.64844	12	0.00000	62	0
4	11.3800	7.76934	11	0.00000	56	0
5	12.1675	7.26821	13	1.05500	71	4240
6	19.9800	4.44038	27	0.51200	143	8401
7	20.7200	4.28343	42	0.00000	224	0
8	21.6354	4.10422	100	1.29580	533	30404
9	23.1800	3.83411	21	1.54000	110	10488
10	24.9400	3.56739	17	1.20000	93	5909
11	26.7010	3.33597	20	0.36600	108	2137
12	27.3873	3.25391	5	0.67870	28	886
13	28.5800	3.12077	6	1.36000	32	1359
14	29.1600	3.06001	4	0.60000	20	441
15	29.8000	2.99573	3	0.52000	16	475
16	35.2200	2.54614	14	1.06660	74	3969
17	36.0400	2.49007	26	0.79000	137	3808
18	36.6400	2.45066	10	0.80000	54	1819
19	37.5800	2.39149	6	1.30000	32	2078
20	43.6150	2.07355	3	0.19000	17	207
21	44.2475	2.04536	4	0.34500	20	546

Lampiran 15



*** Basic Data Process ***

Group : Uji

Data : OC-8560+Air

Strongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
12	21.6079	4.10938	100	1.20920	494	32889
11	20.8200	4.26308	46	0.00000	227	0
1	5.0116	17.61873	28	1.46330	140	9738

Peak Data List

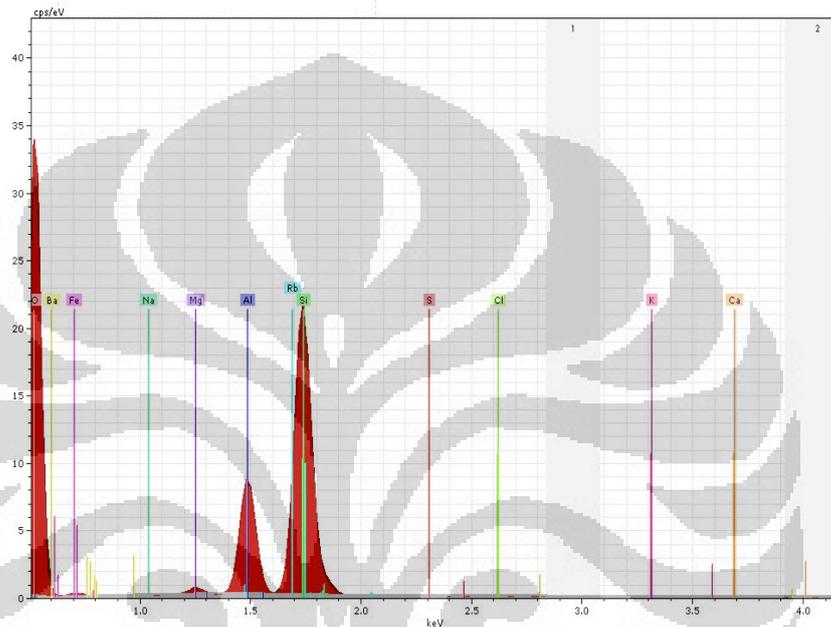
peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	5.0116	17.61873	28	1.46330	140	9738
2	7.9000	11.18226	4	0.29340	20	305
3	8.6400	10.22611	7	0.84000	34	2132
4	9.5200	9.28272	9	0.00000	45	0
5	10.1800	8.68233	9	0.00000	46	0
6	11.0000	8.03687	8	0.00000	41	0
7	12.2400	7.22532	12	0.52000	57	3101
8	16.7175	5.29886	4	0.39500	21	447
9	17.4075	5.09035	3	0.34500	15	427
10	19.8400	4.47139	26	0.41140	129	9451
11	20.8200	4.26308	46	0.00000	227	0
12	21.6079	4.10938	100	1.20920	494	32889
13	23.3000	3.81464	15	0.00000	76	0
14	24.9450	3.56668	19	0.97000	94	7527
15	26.6102	3.34715	16	0.35050	79	2044
16	27.3800	3.25476	3	0.00000	16	0
17	27.8000	3.20654	4	0.70000	20	720
18	28.6925	3.10879	5	0.68500	25	1481
19	34.9800	2.56306	12	0.73600	60	2098
20	35.7033	2.51278	26	1.27330	129	6899
21	37.7200	2.38293	5	0.71200	27	1379
22	38.4800	2.33760	4	0.48000	22	831
23	42.5316	2.12382	3	0.68330	18	912

Lampiran 16

Application Note



Bentonit alam

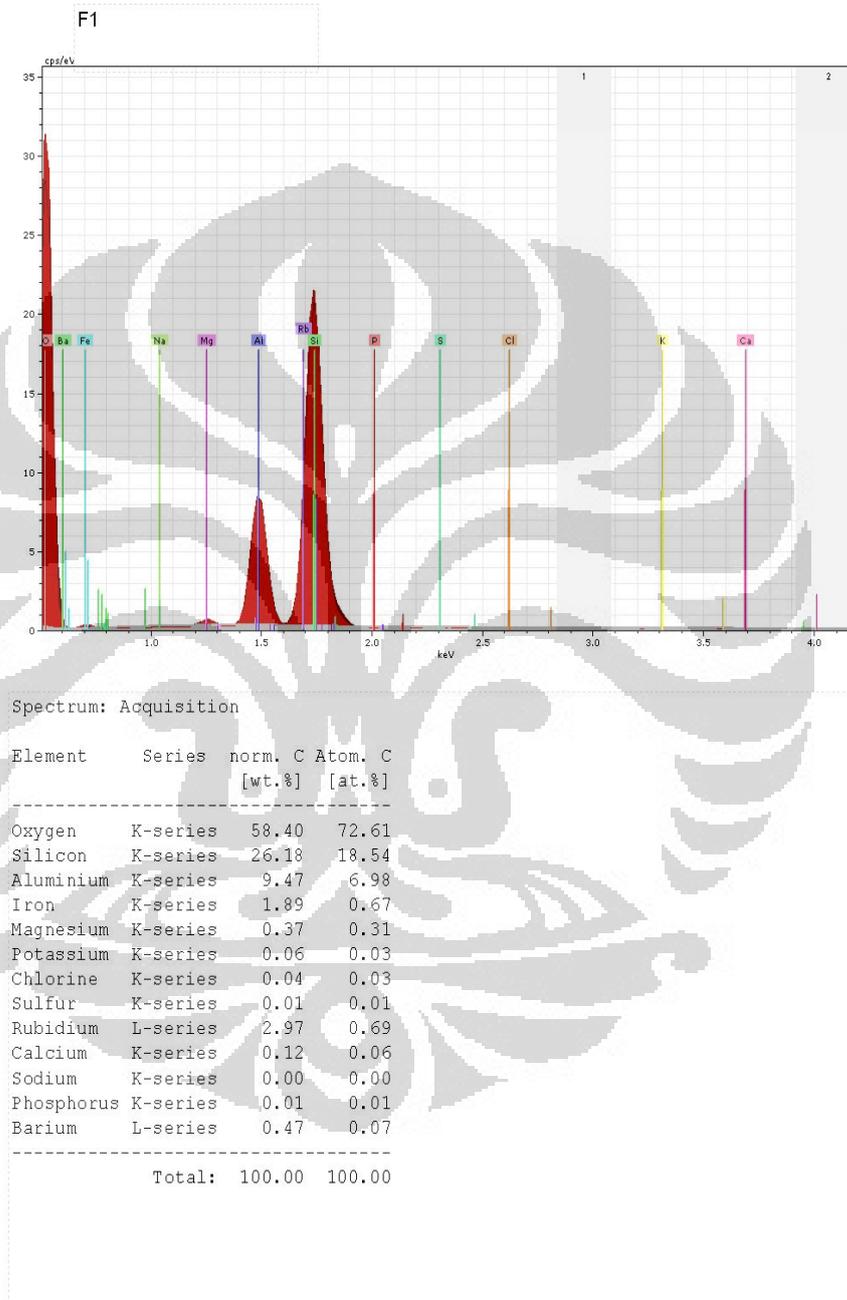


Spectrum: Acquisition

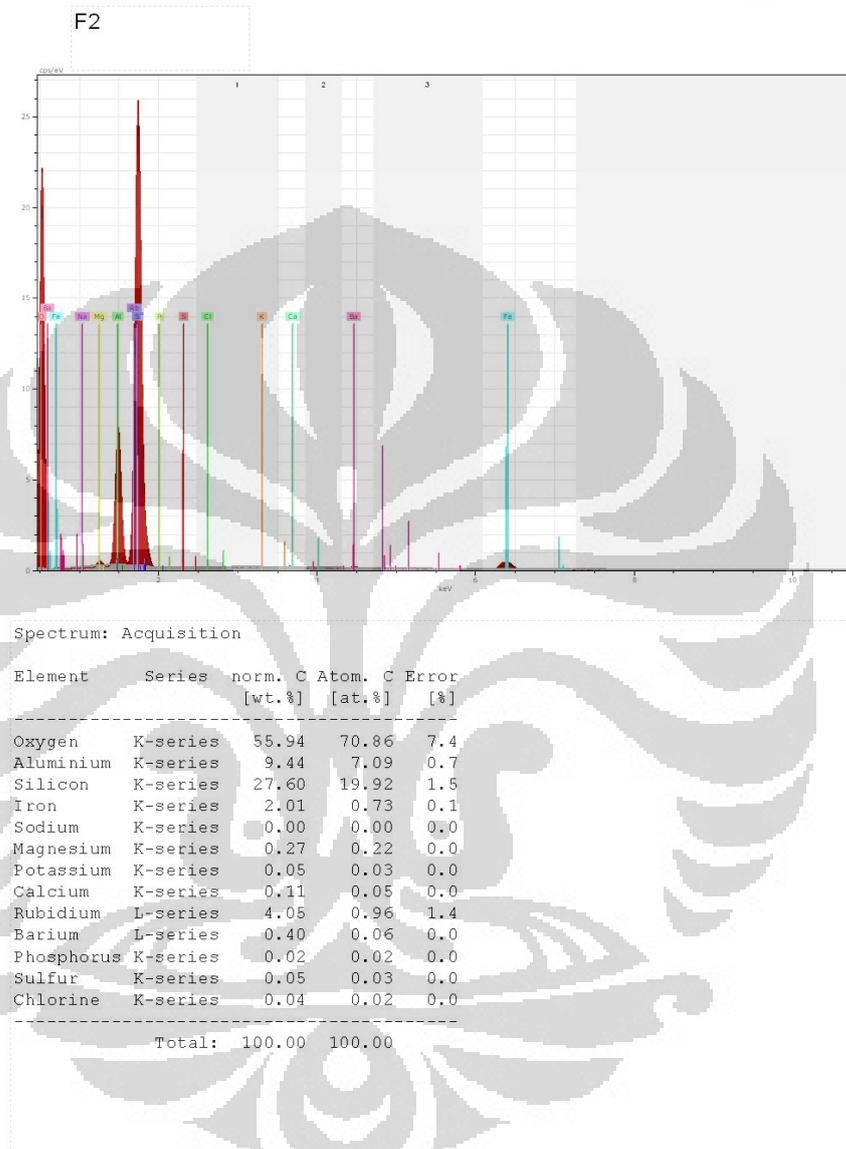
Element	Series	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Oxygen	K-series	57.72	72.00
Silicon	K-series	26.34	18.71
Aluminium	K-series	9.62	7.11
Rubidium	L-series	2.46	0.57
Iron	K-series	2.30	0.82
Barium	L-series	0.54	0.08
Calcium	K-series	0.20	0.10
Sodium	K-series	0.01	0.01
Magnesium	K-series	0.53	0.43
Potassium	K-series	0.19	0.10
Chlorine	K-series	0.06	0.03
Sulfur	K-series	0.03	0.02
Total:		100.00	100.00

Lampiran 17

Application Note



Lampiran 18

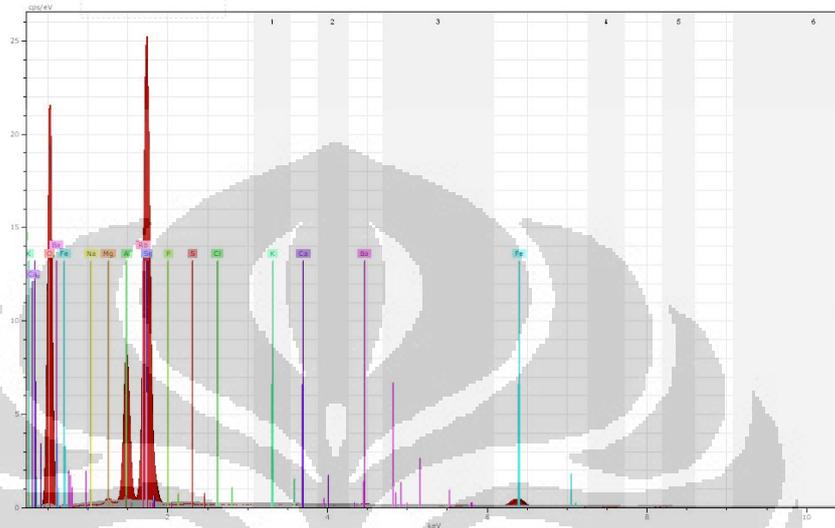


Lampiran 19

Application Note



F3_1



Spectrum: Acquisition

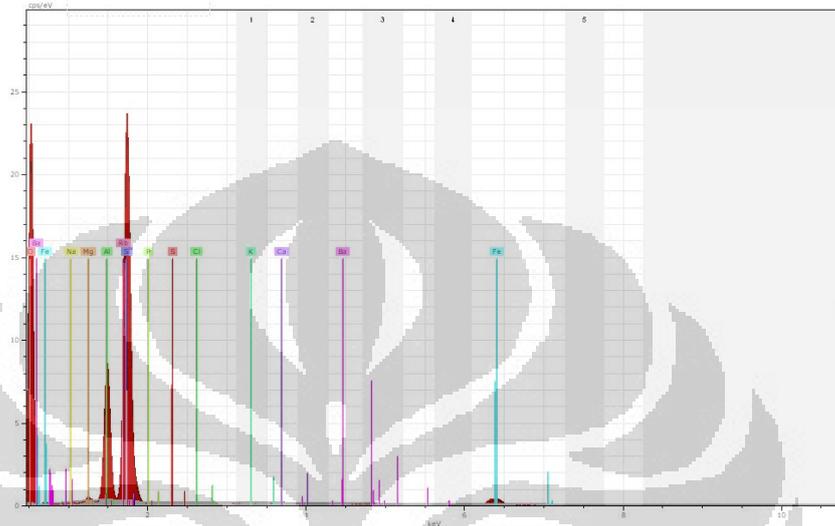
Element	Series	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	59.13	73.89	7.0
Aluminium	K-series	9.07	6.72	0.6
Silicon	K-series	24.22	17.25	1.2
Iron	K-series	2.17	0.78	0.1
Barium	L-series	0.54	0.08	0.1
Sodium	K-series	0.00	0.00	0.0
Magnesium	K-series	0.18	0.14	0.0
Potassium	K-series	0.05	0.03	0.0
Calcium	K-series	0.07	0.04	0.0
Rubidium	L-series	4.56	1.07	1.4
Phosphorus	K-series	0.00	0.00	0.0
Sulfur	K-series	0.00	0.00	0.0
Chlorine	K-series	0.01	0.01	0.0
Total:		100.00	100.00	

Lampiran 20

Application Note



F4



Spectrum: Acquisition

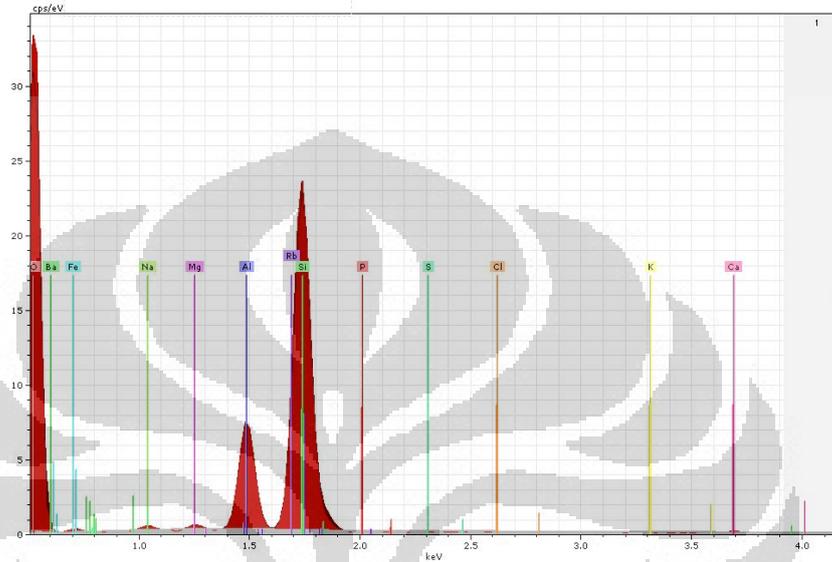
Element	Series	norm. [wt.%]	Atom. [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	59.10	73.46	7.3
Aluminium	K-series	9.99	7.36	0.6
Silicon	K-series	24.39	17.27	1.3
Iron	K-series	1.99	0.71	0.1
Barium	L-series	0.47	0.07	0.1
Sodium	K-series	0.00	0.00	0.0
Magnesium	K-series	0.23	0.19	0.0
Potassium	K-series	0.05	0.03	0.0
Calcium	K-series	0.11	0.05	0.0
Rubidium	L-series	3.65	0.85	1.2
Phosphorus	K-series	0.00	0.00	0.0
Sulfur	K-series	0.00	0.00	0.0
Chlorine	K-series	0.02	0.01	0.0
Total:		100.00	100.00	

Lampiran 21

Application Note



Natrium bentonit



Spectrum: Acquisition

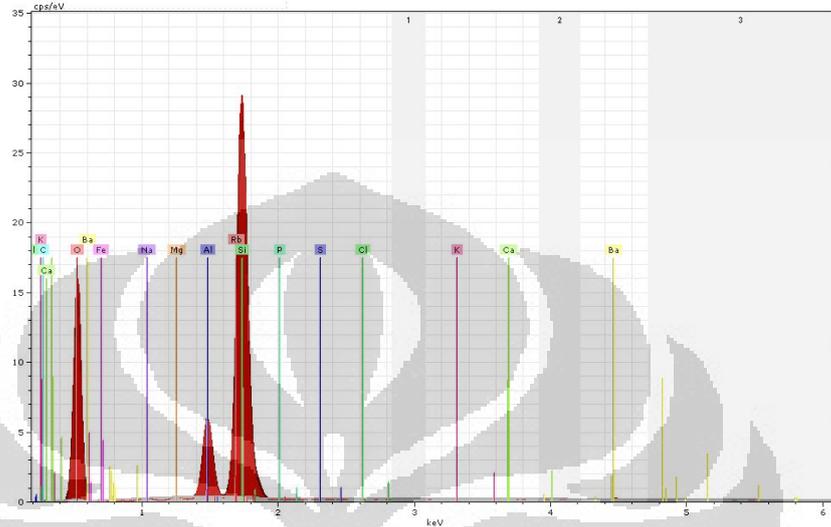
Element	Series	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Oxygen	K-series	59.13	72.97
Silicon	K-series	27.46	19.31
Aluminium	K-series	7.84	5.73
Iron	K-series	1.51	0.54
Magnesium	K-series	0.30	0.25
Potassium	K-series	0.04	0.02
Chlorine	K-series	0.04	0.02
Sulfur	K-series	0.03	0.02
Rubidium	L-series	2.45	0.57
Calcium	K-series	0.23	0.12
Sodium	K-series	0.44	0.38
Phosphorus	K-series	0.02	0.01
Barium	L-series	0.50	0.07
Total:		100.00	100.00

Lampiran 22

Application Note



Organoclay 1070



Spectrum: Acquisition

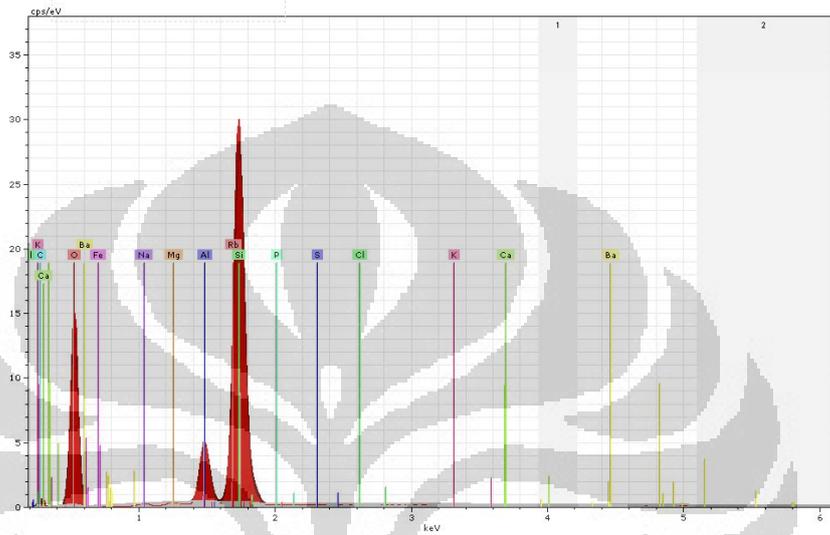
Element	Series	norm. [wt.%]	Atom. C [at.%]
Oxygen	K-series	56.19	71.69
Silicon	K-series	28.49	20.71
Aluminium	K-series	6.67	5.05
Carbon	K-series	0.16	0.27
Iron	K-series	1.42	0.52
Barium	L-series	0.50	0.07
Magnesium	K-series	0.02	0.02
Phosphorus	K-series	0.00	0.00
Sodium	K-series	0.06	0.05
Potassium	K-series	0.14	0.07
Calcium	K-series	0.06	0.03
Rubidium	L-series	6.24	1.49
Chlorine	K-series	0.04	0.02
Sulfur	K-series	0.00	0.00
Total:		100.00	100.00

Lampiran 23

Application Note



Organoclay 4280



Spectrum: Acquisition

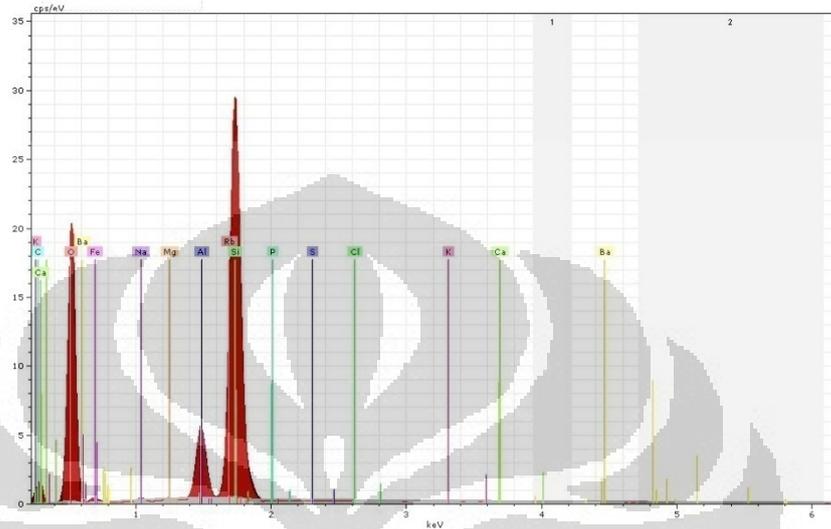
Element	Series	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Oxygen	K-series	58.44	72.71
Silicon	K-series	26.36	18.68
Aluminium	K-series	4.95	3.65
Carbon	K-series	1.64	2.72
Iron	K-series	1.45	0.52
Barium	L-series	0.49	0.07
Magnesium	K-series	0.00	0.00
Phosphorus	K-series	0.00	0.00
Sodium	K-series	0.01	0.01
Potassium	K-series	0.16	0.08
Calcium	K-series	0.15	0.07
Rubidium	L-series	6.32	1.47
Chlorine	K-series	0.01	0.01
Sulfur	K-series	0.00	0.00
Total:		100.00	100.00

Lampiran 24

Application Note



Organoclay 6848



Spectrum: Acquisition

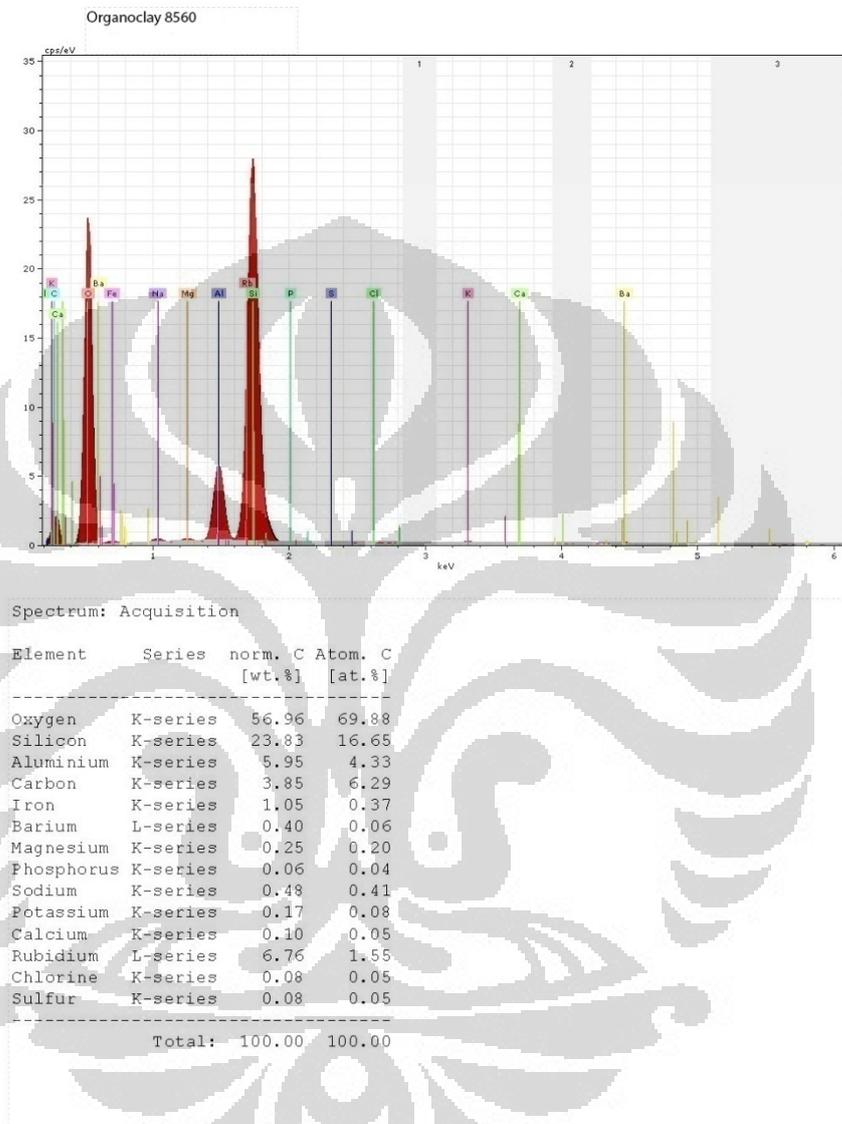
Element	Series	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]
Oxygen	K-series	60.32	72.22
Silicon	K-series	24.17	16.49
Aluminium	K-series	5.13	3.64
Carbon	K-series	3.68	5.87
Iron	K-series	1.23	0.42
Barium	L-series	0.64	0.09
Magnesium	K-series	0.06	0.04
Phosphorus	K-series	0.00	0.00
Sodium	K-series	0.18	0.15
Potassium	K-series	0.05	0.02
Calcium	K-series	0.09	0.04
Rubidium	L-series	4.45	1.00
Chlorine	K-series	0.01	0.01
Sulfur	K-series	0.00	0.00
Total:		100.00	100.00

4/17/2012

Page 1 / 1

Lampiran 25

Application Note



4/17/2012

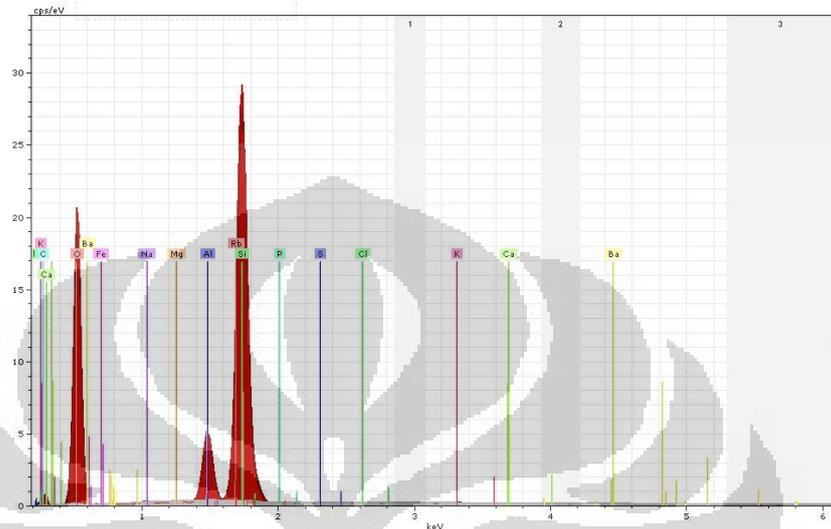
Page 1 / 1

Lampiran 26

Application Note



Organoclay 10272



Spectrum: Acquisition

Element	Series	norm. [wt.%]	Atom. C [at.%]
Oxygen	K-series	58.15	72.94
Silicon	K-series	25.41	18.16
Aluminium	K-series	5.23	3.89
Carbon	K-series	1.42	2.38
Iron	K-series	1.05	0.38
Barium	L-series	0.58	0.08
Magnesium	K-series	0.07	0.06
Phosphorus	K-series	0.00	0.00
Sodium	K-series	0.18	0.16
Potassium	K-series	0.16	0.08
Calcium	K-series	0.15	0.07
Rubidium	L-series	7.54	1.77
Chlorine	K-series	0.03	0.02
Sulfur	K-series	0.01	0.01
Total:		100.00	100.00

4/17/2012

Page 1 / 1

Lampiran 27

Metode Biscaye

Metode Biscaye mengestimasi komposisi relatif mineral dengan mengalikan peak area dengan faktor berat, yaitu : 1x peak area *smectite* (001), 4x peak area *illite* (001), 2x peak area *chlorite* (002) dan 2x peak area *Kaolinite* (001).

Untuk setiap sampel clay, persentase clay mineral dinyatakan dengan rumus :

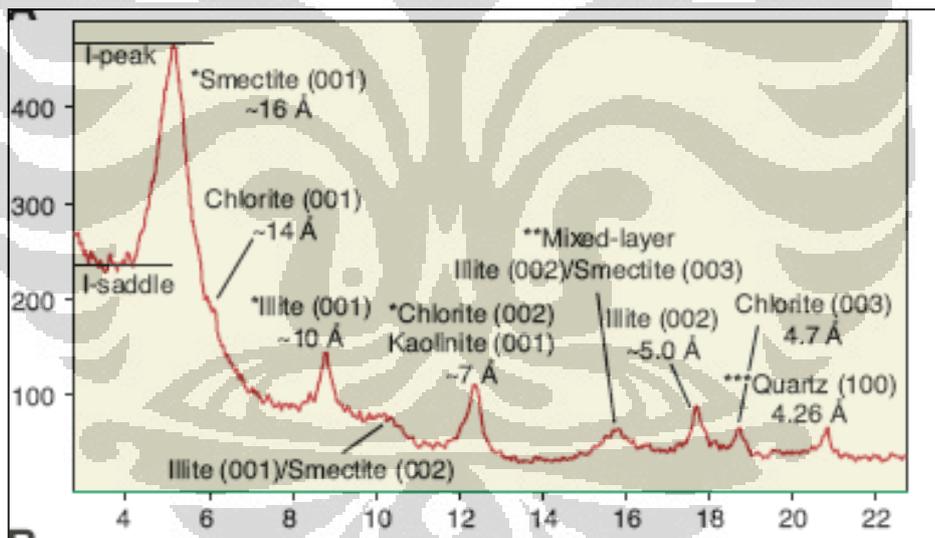
$$I_{illite} \text{ (contoh) } = \frac{4I \times 100}{S + 4I + 2K + 2C}$$

Dengan I=Illite, S= smectite, K= Kaolinite, C= Chlorite.

Karena adanya interferensi antara kaolinite (bidang refleksi 001) dengan chlorite (bidang refleksi 002) maka sering dilaporkan dalam bentuk kelimpahan chlorite (+ kaolinite). Rumusnya dinyatakan :

$$I_{illite} \text{ (contoh) } = \frac{4I \times 100}{S + 4I + 2C(K)}$$

Berikut ini contoh pola difraksi yang representatif



Lampiran 28

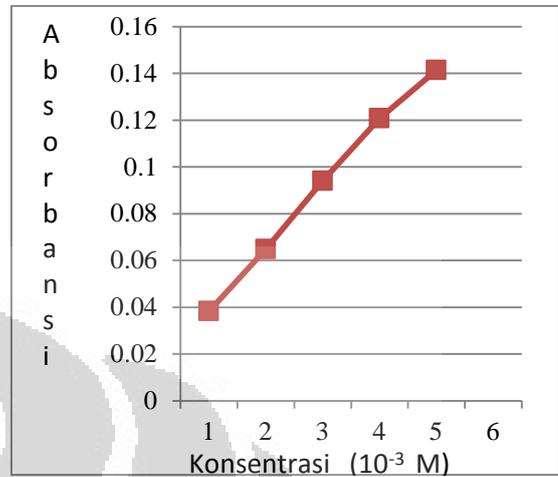
Data Perhitungan Komposisi Clay

Bentonit Alam				
	2 theta	d (Å)	Integrated Int	Komposisi Relatif (%)
Smectite	5,5445	15,92647	22146	76,26
Illite	9,4875	9,31445	1084	14,93
Kaolinite (Chlorite)	12,2200	7,23710	1279	8,81
Fraksi 1				
	2 theta	d (Å)	Integrated Int	Komposisi Relatif (%)
Smectite	5,7392	15,38660	24454	80,29
Illite	9,3033	9,49845	803	10,55
Kaolinite (Chlorite)	12,1400	7,28461	1395	9,16
Fraksi 2				
	2 theta	d (Å)	Integrated Int	Komposisi Relatif (%)
Smectite	5,9209	14,91482	13794	76,06
Illite	9,7430	9,07075	275	6,07
Kaolinite (Chlorite)	12,2430	7,22356	1620	17,87
Fraksi 3				
	2 theta	d (Å)	Integrated Int	Komposisi Relatif (%)
Smectite	6,2155	14,20854	10081	60,25
Illite	9,9633	8,87067	937	22,40
Kaolinite (Chlorite)	11,1600	7,92200	1451	17,35
Fraksi 4				
	2 theta	d (Å)	Integrated Int	Komposisi Relatif (%)
Smectite	6,1340	14,39714	14417	67,07
Illite	9,6200	9,18645	943	17,55
Kaolinite (Chlorite)	12,1625	7,27119	1653	15,38

Lampiran 29

Kurva absorbansi larutan $\text{Cu}(\text{en})_2^{2+}$ standar dan perhitungan KTK

Konsentrasi (M)	Absorbansi
0,001	0,03839
0,002	0,06483
0,003	0,09407
0,004	0,12078
0,005	0,14140



Kurva diatas mempunyai persamaan garis $y = 26,197X + 0,0133$ dengan nilai $R^2 = 0,996763$

Absorbansi larutan sampel

Larutan $\text{Cu}(\text{en})_2^{2+}$	Absorbansi	Konsentrasi
Awal	0,07478	0,00235
Ahir	0,03763	0,00093
Terserap		0,00142

$$\begin{aligned}
 \text{KTK} &= \frac{[\text{Cu}(\text{en})_2^{2+}] \text{ terserap} \times \text{vol. Larutan} \times \text{muatan}}{\text{Massa clay}} \\
 &= \frac{(0,00142 \text{ mmol/ml}) \times (25 \text{ ml}) \times (2 \text{ meq/mmol})}{0,1 \text{ gram}} \\
 &= 0,71 \text{ meq/ gram} \\
 &= 71 \text{ meq / 100 gram}
 \end{aligned}$$

Lampiran 30

Perhitungan jumlah surfaktan yang teradsorpsi

Dari data EDX dapat dihitung massa TX-100 dalam 1 gram organoclay sebagai berikut;

1. Pada OC₁₀₇₀
 - Rumus molekul TX-100 = $C_8H_{17}C_6H_5(CH_2CH_2O)_{9,5}OH$
 - Jumlah atom C pada 1 molekul TX-100 = 33
 - Berat molekul TX-100 = 625
 - Kadar C dalam Organoclay = 0,16 %
 - Massa C dalam 1 gram organoclay = $(0,16 / 100) \times 1000 \text{ mg}$
= 1,6 mg
 - Massa TX-100 dalam 1 gram organoclay = $(625 \times 1,6) / (33 \times 12)$
= 2,52525 mg
2. Pada OC₄₂₈₀
 - Kadar C dalam Organoclay = 1,64 %
 - Massa C dalam 1 gram organoclay = $(1,64 / 100) \times 1000 \text{ mg}$
= 16,4 mg
 - Massa TX-100 dalam 1 gram organoclay = $(625 \times 16,4) / (33 \times 12)$
= 25,88384 mg
3. Pada OC₆₈₄₈
 - Kadar C dalam Organoclay = 3,68 %
 - Massa C dalam 1 gram organoclay = $(3,68 / 100) \times 1000 \text{ mg}$
= 36,8 mg
 - Massa TX-100 dalam 1 gram organoclay = $(625 \times 36,8) / (33 \times 12)$
= 58,08081 mg
4. Pada OC₈₅₆₀
 - Kadar C dalam Organoclay = 3,85 %
 - Massa C dalam 1 gram organoclay = $(3,85 / 100) \times 1000 \text{ mg}$
= 38,5 mg
 - Massa TX-100 dalam 1 gram organoclay = $(625 \times 38,5) / (33 \times 12)$
= 60,76389 mg
5. Pada OC₁₀₂₇₂
 - Kadar C dalam Organoclay = 1,42 %
 - Massa C dalam 1 gram organoclay = $(1,42 / 100) \times 1000 \text{ mg}$
= 14,2 mg
 - Massa TX-100 dalam 1 gram organoclay = $(625 \times 14,2) / (33 \times 12)$
= 22,41162 mg

Lampiran 31

Data adsorpsi isotermal Langmuir dan Freundlich Clay terhadap triton X-100

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Ce/qe	log Ce	Log qe
1070	1044,8	2,52525	413,7412	3,01903	0,40230
4280	4021,2	25,88384	155,3556	3,60436	1,41303
6848	6267,2	58,08081	107,9048	3,79707	1,76403
8560	7952,4	60,76389	130,8738	3,9005	1,78365

Keterangan:

Co = Konsentrasi awal surfaktan (mg/L)

qe = Kapasitas adsorpsi surfaktan (mg/g)

Ce = Konsentrasi sisa (setimbang) surfaktan (mg/L)

= (Co - (qe x massa clay) / volume larutan)

Massa clay = 0,5 gram

Volume larutan surfaktan = 50 ml

Persamaan regresi linear isotermal Langmuir

$Ce/qe = 1/(bqm) + (1/qm) Ce$ dan $Y = 403,68 - 0,042 X$

$qm = 1 / (-0,042) = 23,81 \text{ mg/g}$

$b = 1/(403,68 \times 23,81) = 0,000104 \text{ L/mg}$

Konstanta Kesetimbangan = $bqm = 0,00477 \text{ L/g}$

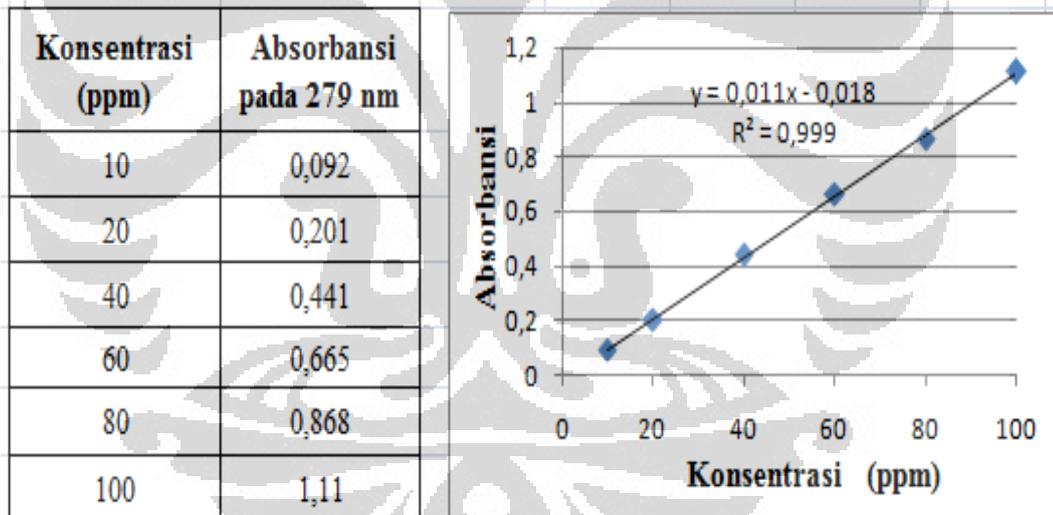
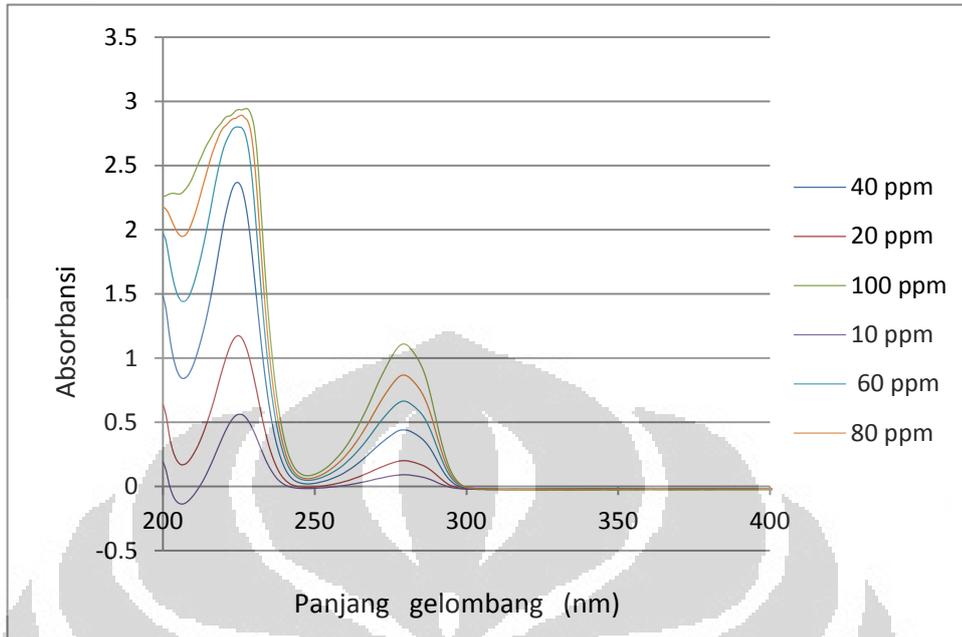
Faktor separasi (RL) = $1/(1+bCe) = 1 / (1+(0,000104 \times 7952,4)) = 0,547$

Persamaan regresi linear isotermal Freundlich

$\text{Log } qe = 1/n \text{ Log } Ce + \text{Log } kf$ dan $Y = 1,6384X - 4,525$ berarti $n = 0,61$

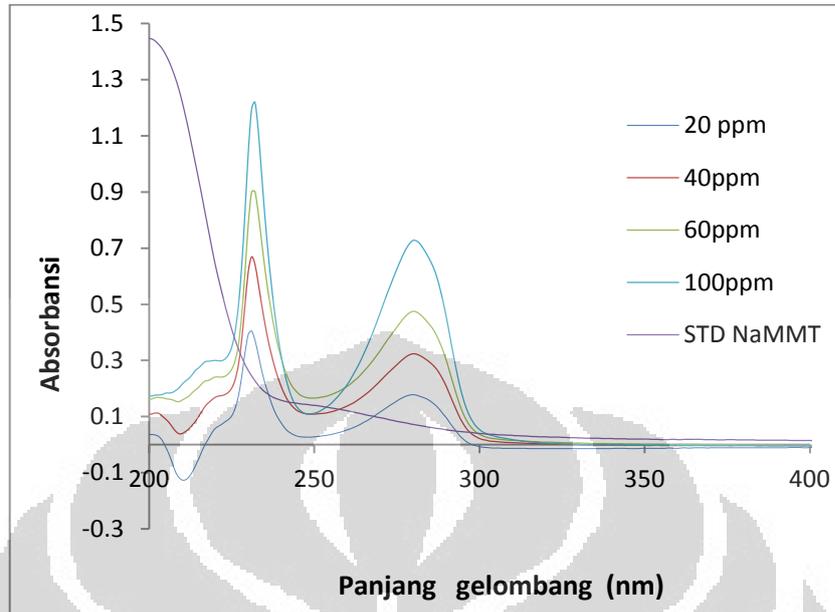
$\text{Log } kf = -4,525$ maka $Kf^{\text{ant}} \text{Log } -4,525 = 2,99 \times 10^{-5} \text{ mg/g}$

Lampiran 32
Spektrum UV-VIS dan kurva absorbansi standar p-klorofenol



Lampiran 33

Spektrum UV-VIS adsorpsi p-klorofenol oleh Na-MMT



C_0	λ	Abs NS	fk Abs NS	Abs NS sk	Abs NaMMT	fk Abs NaMMT	Abs Nhk	Abs. AS
20	280	0,178	-0,010	0,188	0,096	0,019	0,077	0,111
40	280	0,324	-0,005	0,329	0,096	0,019	0,077	0,252
60	280	0,475	-0,003	0,478	0,096	0,019	0,077	0,401
100	277	0,884	-0,004	0,888	0,096	0,019	0,077	0,811

Keterangan :

C_0 = Konsentrasi awal sampel (p-klorofenol)

λ = Panjang gelombang

Abs. NS = Absorbansi sampel setelah dicampur dan distirer dengan NaMMT

fk.AbsNS = faktor koreksi absorbansi Campuran Sampel +NaMMT

Abs NS sk = Absorbansi campuran sampel +NaMMT setelah koreksi

Abs NaMMT = absorbansi filtrat NaMMT

fk Abs NaMMT = Faktor koreksi Absorbansi NaMMT

Abs Nhk = Absorbansi NaMMT hasil koreksi

Abs AS = Absorbansi ahir sampel (p-klorofenol)

Lampiran 34

Data adsorpsi isothermal langmuir dan Freundlich untuk adsorben NaMMT

C ₀	C _e	C _t	EA	q _e	C _e /q _e	log C _e	log q _e
20	11,727	8,273	41,364	0,827	14,176	1,069	-0,170
40	24,545	15,455	38,636	1,545	15,882	1,390	0,102
60	38,091	21,909	36,515	2,191	17,386	1,581	0,253
100	75,364	24,636	24,636	2,464	30,590	1,877	0,304

Keterangan :

C₀= Konsentrasi awal adsorbat (mg/L)

C_e = Konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (mg/L)

C_t = Konsentrasi adsorbat yang terserap oleh adsorben (mg/L)

q_e = Konsentrasi adsorbat dalam adsorben pada kondisi kesetimbangan (mg/g)

EA= Persen Efisiensi Adsorpsi

Persamaan regresi linear isothermal Langmuir :

$$C_e/q_e = (1/q_m)C_e + 1/(bq_m) \quad \text{dan} \quad Y = 0,266X + 9,551$$

$$1/q_m = 0,266, \quad \text{maka} \quad q_m = 1/0,266 = 3,759 \text{ mg/g}$$

$$b = 1/(9,551 \times q_m) = 1/(9,551 \times 3,759) = 0,028 \text{ L/mg}$$

$$\text{Konstanta Kesetimbangan} = b \cdot q_m = 0,028 \times 3,759 = 0,105 \text{ L/g}$$

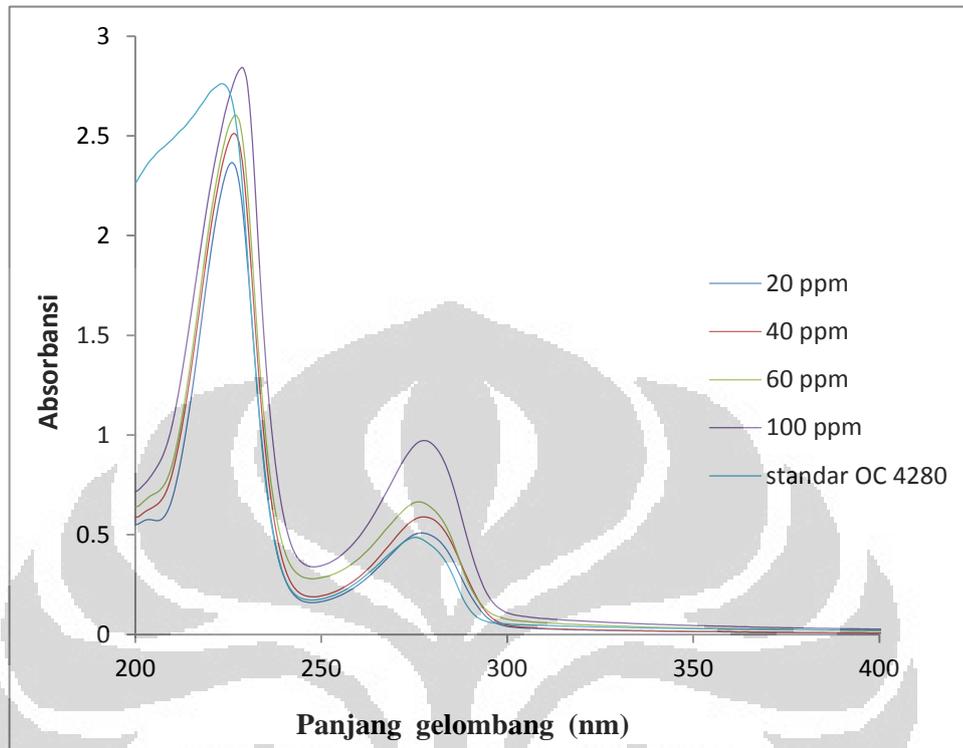
$$\text{Faktor Separasi (RL)} = 1/(1+bC_e) = 1/(1+(0,028 \times 75,364)) = 0,322$$

Persamaan regresi linear isothermal Freundlich :

$$\text{Log } q_e = 1/n \text{ log } C_e + \text{Log } K_f \quad \text{dan} \quad Y = 0,601X - 0,766; \quad \text{sehingga } n = 1,664$$

$$\text{Log } K_f = -0,766, \quad \text{maka} \quad K_f = \text{ant}^{\text{Log}} -0,766 = 0,171 \text{ L/g}$$

Lampiran 35
Spektrum UV-VIS adsorpsi p-klorofenol oleh OC 4280



C_0	λ	Abs OS	fk Abs OS	Abs OS sk	Abs OC	fk Abs OC	Abs OChk	Abs. AS
20	276	0,509	0,014	0,495	0,485	0,032	0,453	0,042
40	277	0,589	0,016	0,573	0,478	0,032	0,446	0,127
60	277	0,665	0,033	0,632	0,478	0,032	0,446	0,186
100	278	0,972	0,045	0,927	0,467	0,032	0,435	0,492

Keterangan :

C_0 = Konsentrasi awal sampel (p-klorofenol) dalam mg/L

λ = Panjang gelombang (nm)

Abs. OS = Absorbansi sampel setelah dicampur dan distirer dengan organoclay (OC₄₂₈₀)

fk.AbsOS = faktor koreksi absorbansi Campuran Sampel +Organoclay 4280

Abs OS sk = Absorbansi campuran sampel +Organoclay setelah koreksi

Abs OC = absorbansi filtrat/suspensi organoclay 4280

fk Abs OC = Faktor koreksi Absorbansi organoclay 4280

Abs OChk = Absorbansi OC₄₂₈₀ hasil koreksi

Abs AS = Absorbansi ahir sampel (p-klorofenol)

Lampiran 36

Data adsorpsi isothermal langmuir dan Freundlich untuk adsorben OC ⁴²⁸⁰

C ₀	C _e	C _t	EA	q _e	C _e /q _e	log C _e	log q _e
20	5,455	14,545	72,727	1,455	3,750	0,737	0,163
40	13,182	26,818	67,045	2,682	4,915	1,120	0,428
60	18,545	41,455	69,091	4,145	4,474	1,268	0,618
100	46,364	53,636	53,636	5,364	8,644	1,666	0,729

Keterangan :

C₀= Konsentrasi awal adsorbat (mg/L)

C_e = Konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (mg/L)

C_t = Konsentrasi adsorbat yang terserap oleh adsorben (mg/L)

q_e = Konsenttrasi adsorbat dalam adsorben pada kondisi

kesetimbangan atau kapasitas adsorpsi adsorben (mg/g)

EA= Persen Efisiensi Adsorpsi

Persamaan regresi linear isothermal Langmuir :

$C_e/q_e = (1/q_m)C_e + 1/(bq_m)$ dan $Y = 0,119X + 2,944$

$1/q_m = 0,119$, maka $q_m = 1/0,119 = 8,403$ mg/g

$b = 1/(2,944 \times q_m) = 1/(2,944 \times 8,403) = 0,077$ L/mg

Konstanta Kesetimbangan = $b \cdot q_m = 0,077 \times 8,403 = 0,648$ L/g

Faktor Separasi (RL) = $1/(1+bC_e) = 1/(1+(0,029 \times 46,364)) = 0,219$

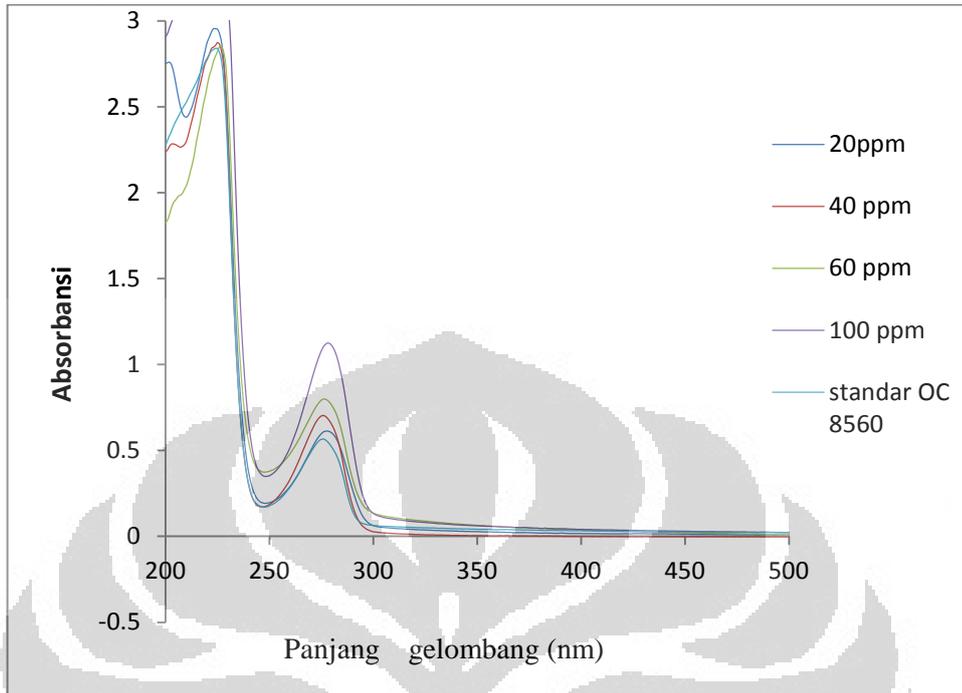
Persamaan regresi linear isothermal Freundlich :

$\log q_e = 1/n \log C_e + \log K_f$ dan $Y = 0,624X - 0,264$; sehingga $n = 1,603$

$\log K_f = -0,264$, maka $K_f = 10^{-0,264} = 0,545$ L/g

Lampiran 37

Spektrum UV-VIS adsorpsi p-klorofenol oleh organoclay 8560



C_0	λ	Abs OS	fk Abs OS	Abs OS sk	Abs OC	fk Abs OC	Abs OChk	Abs. AS
20	278	0,613	0,015	0,598	0,55	0,022	0,528	0,07
40	276	0,703	0,018	0,685	0,566	0,022	0,544	0,141
60	276	0,799	0,014	0,785	0,566	0,022	0,544	0,241
100	277	1,125	0,028	1,097	0,561	0,022	0,539	0,558

Keterangan :

C_0 = Konsentrasi awal sampel (p-klorofenol) dalam mg/L

λ = Panjang gelombang (nm)

Abs. OS = Absorbansi sampel setelah dicampur dan distirer dengan organoclay (OC₈₅₆₀)

fk.AbsOS = faktor korekasi absorbansi Campuran Sampel +Organoclay₈₅₆₀

Abs OS sk = Absorbansi campuran sampel +Organoclay setelah koreksi

Abs OC = absorbansi filtrat/suspensi organoclay₈₅₆₀

fk Abs OC = Faktor koreksi Absorbansi organoclay₈₅₆₀

Abs OChk = Absorbansi organoclay₈₅₆₀ hasil koreksi

Abs AS = Absorbansi ahir sampel (p-klorofenol)

Lampiran 38

Data adsorpsi isotermal langmuir dan Freundlich untuk adsorben OC 8560

C ₀	C _e	C _t	EA	q _e	C _e /q _e	log C _e	log q _e
20	8,000	12,000	60,000	1,200	6,667	0,903	0,079
40	14,455	25,545	63,864	2,555	5,658	1,160	0,407
60	23,545	36,455	60,758	3,645	6,459	1,372	0,562
100	52,364	47,636	47,636	4,764	10,992	1,719	0,678

Keterangan :

C₀= Konsentrasi awal adsorbat (mg/L)

C_e = Konsentrasi adsorbat pada kesetimbangan (mg/L)

C_t = Konsentrasi adsorbat yang terserap oleh adsorben (mg/L)

q_e = Konsentrasi adsorbat dalam adsorben pada kondisi kesetimbangan atau kapasitas adsorpsi adsorben (mg/g)

EA= Persen Efisiensi Adsorpsi

Persamaan regresi linear isotermal Langmuir :

$$C_e/q_e = (1/q_m)C_e + 1/(bq_m) \quad \text{dan} \quad Y = 0,133X + 4,653$$

$$1/q_m = 0,133, \quad \text{maka} \quad q_m = 1/0,133 = 7,519 \text{ mg/g}$$

$$b = 1/(4,653 \times q_m) = 1/(4,653 \times 7,519) = 0,029 \text{ L/mg}$$

$$\text{Konstanta Kesetimbangan} = b \cdot q_m = 0,029 \times 7,519 = 0,218 \text{ L/g}$$

$$\text{Faktor Separasi (RL)} = 1/(1+bC_e) = 1/(1+(0,029 \times 52,364)) = 0,397$$

Persamaan regresi linear isotermal Freundlich :

$$\text{Log } q_e = 1/n \text{ log } C_e + \text{Log } K_f \quad \text{dan} \quad Y = 0,716X - 0,491; \quad \text{sehingga } n = 1,397$$

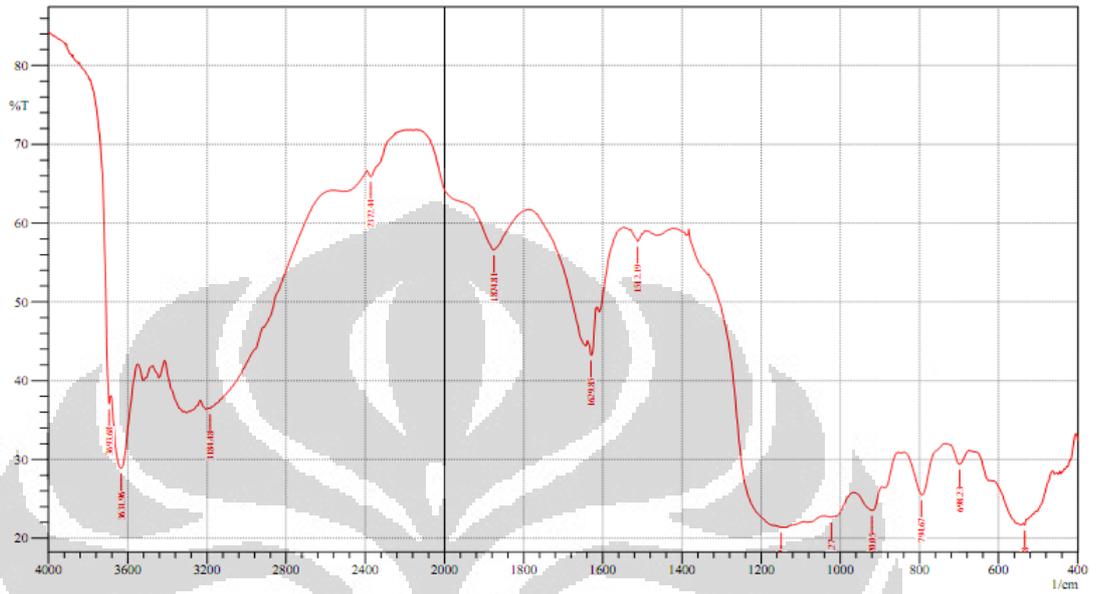
$$\text{Log } K_f = -0,491, \quad \text{maka} \quad K_f = \text{antilog } -0,491 = 0,323 \text{ L/g}$$

Lampiran 39

Spektra IR Bentonit Alam dan F 1

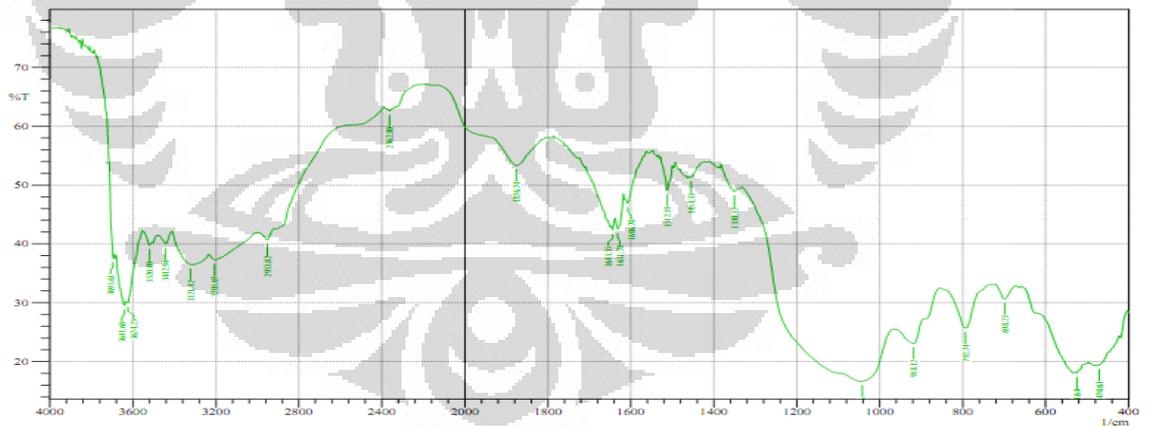
1. Bentonit Alam

SHIMADZU



2. Fraksi 1

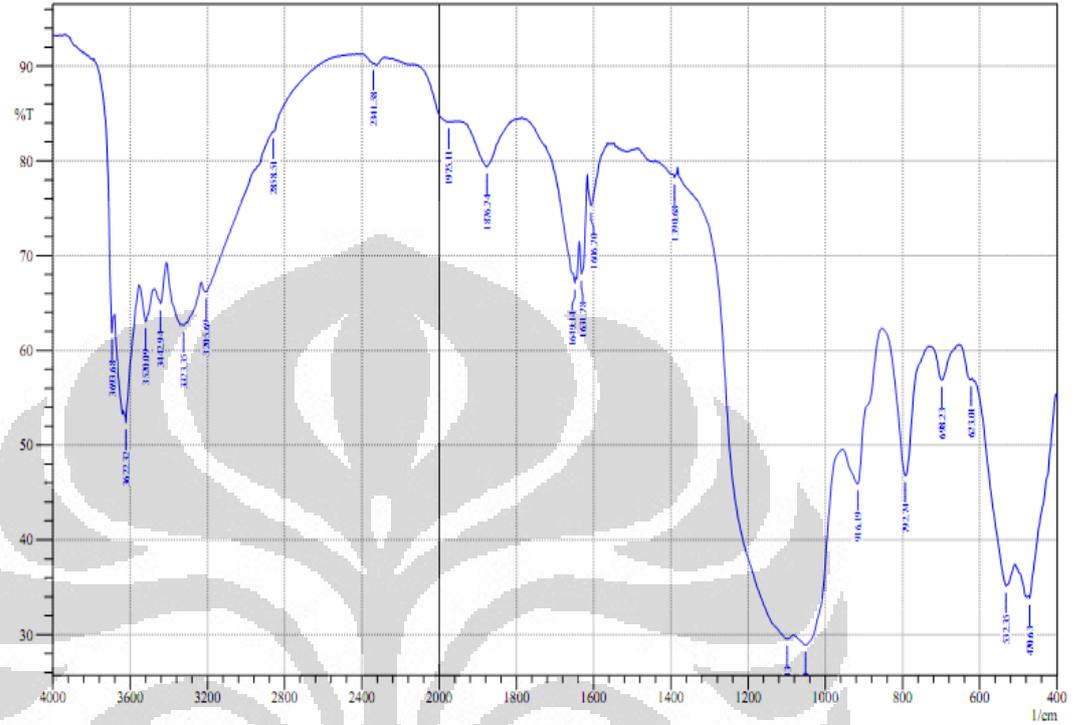
SHIMADZU



Lampiran 40 Spektra IR Na-MMT dan OC 1070

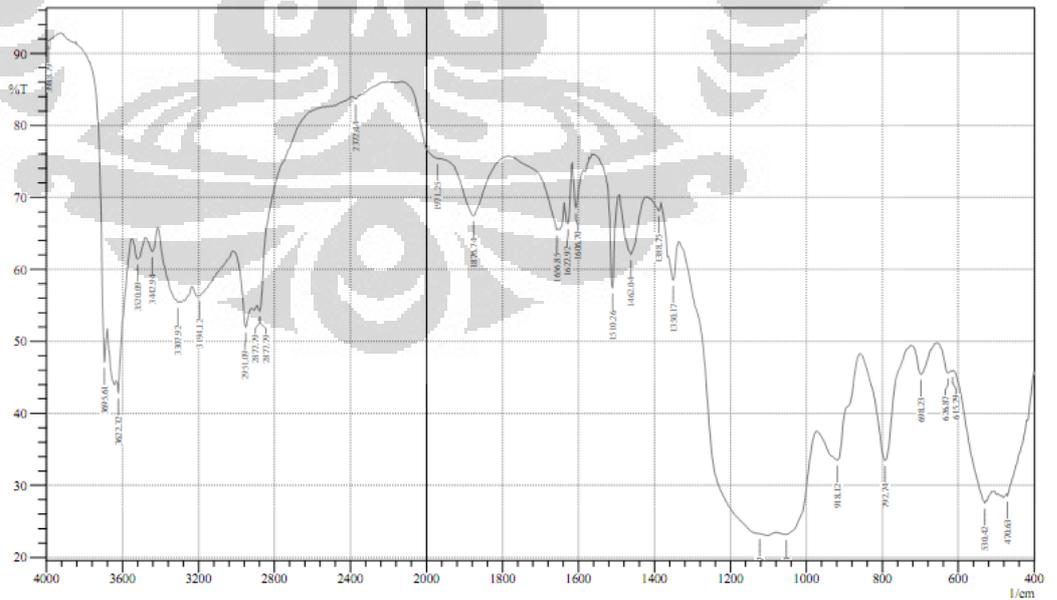
1. Na-MMT

SHIMADZU



2. OC 1070

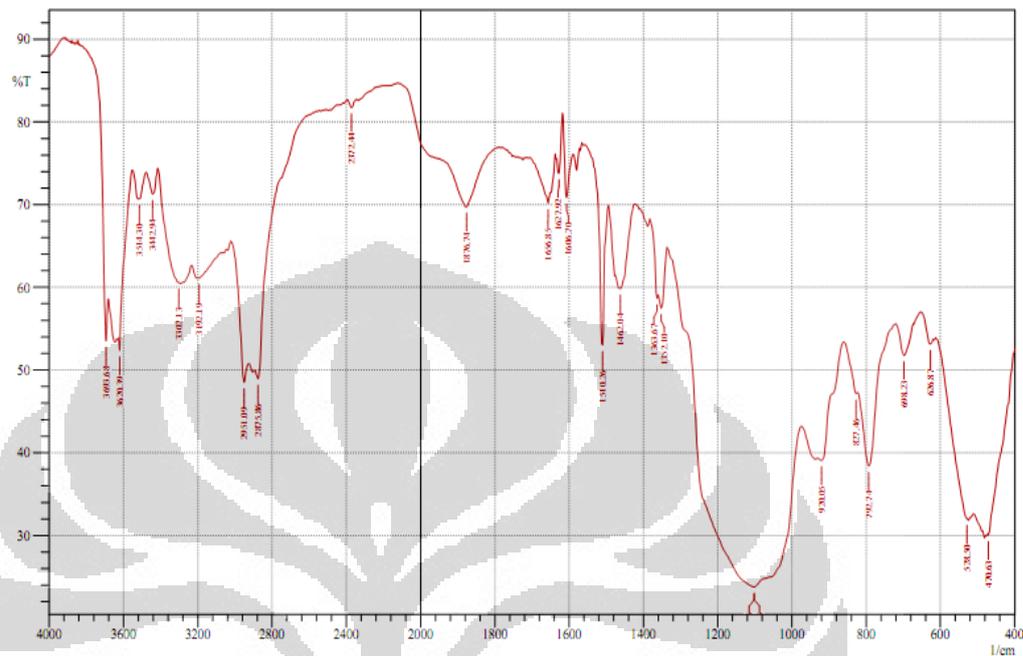
SHIMADZU



Lampiran 41 Spektra IR OC 4280 dan OC 6848

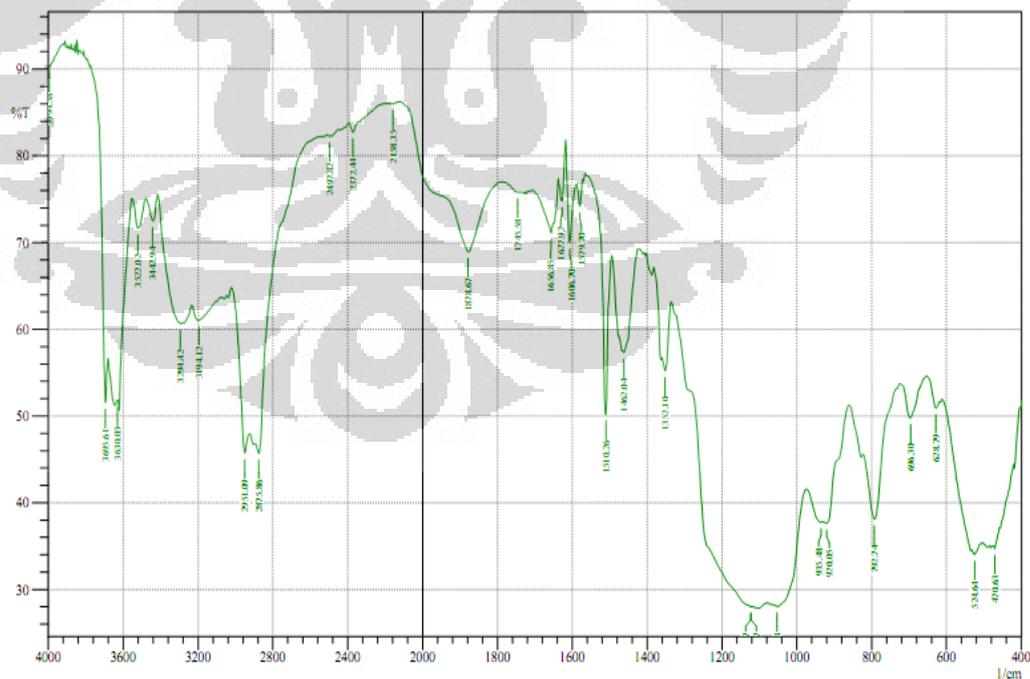
1. OC 4280

SHIMADZU



3. OC 6848

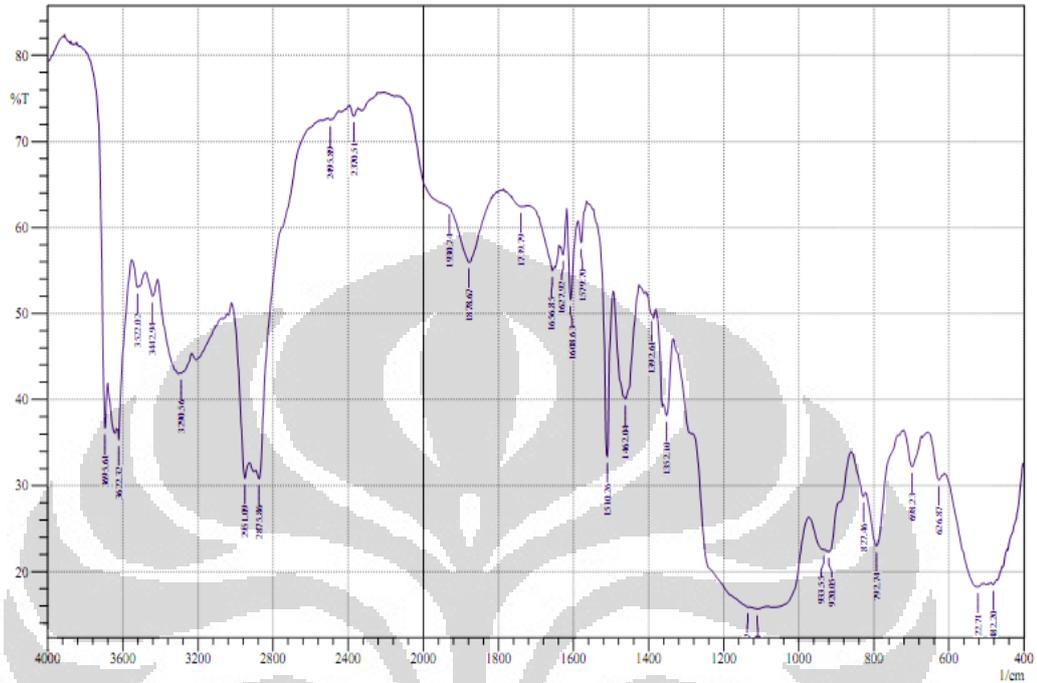
SHIMADZU



Lampiran 42
Spektra IR OC 8560 dan OC 10272

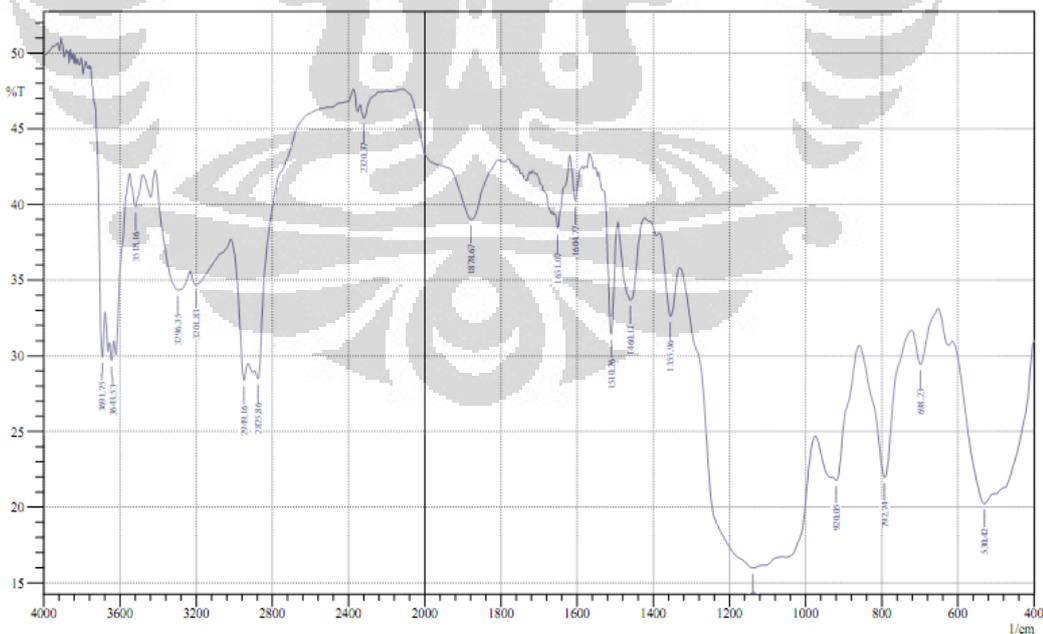
1. OC 8560

SHIMADZU



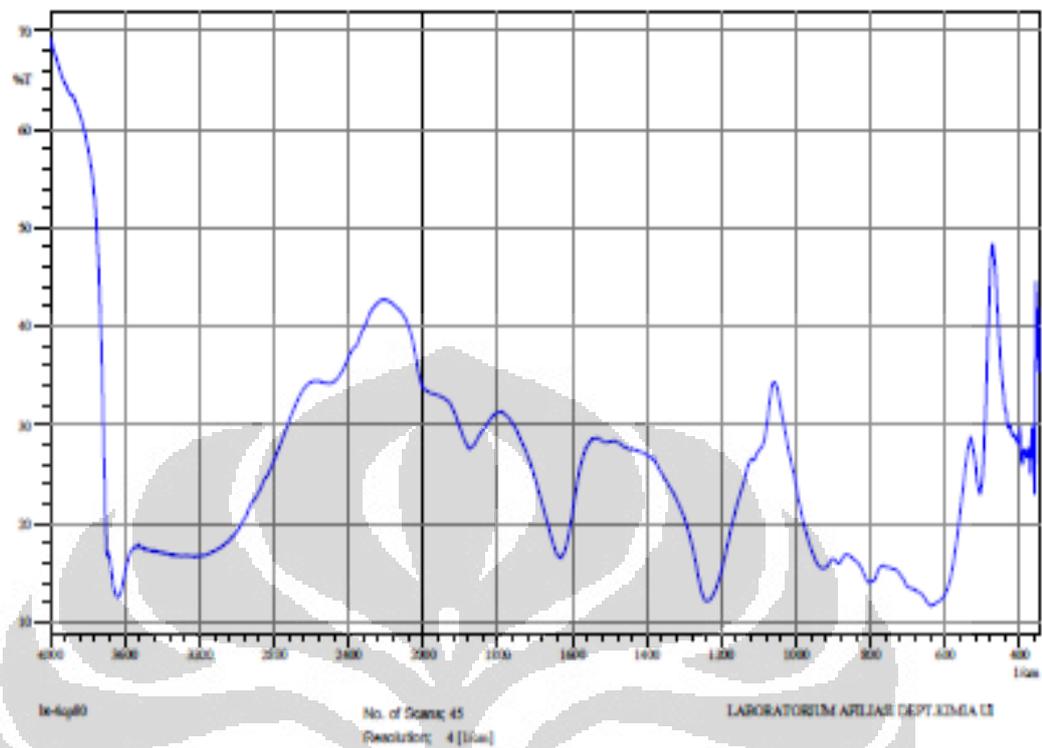
2. OC 10272

SHIMADZU

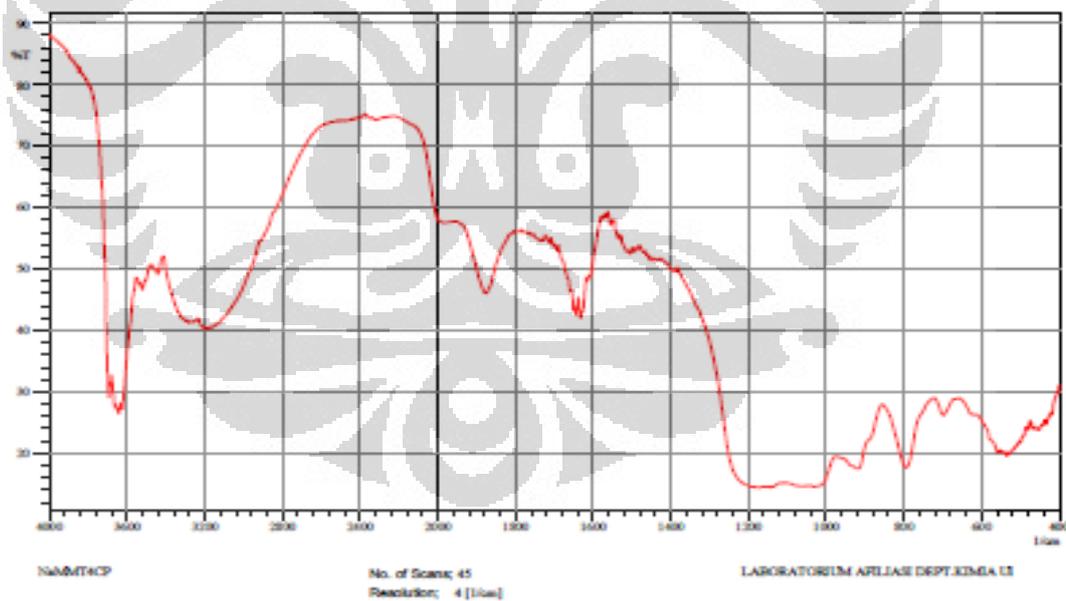


Lampiran 43
Spektra IR F1+ 4CP dan NaMMT+4CP

1. F1+4CP

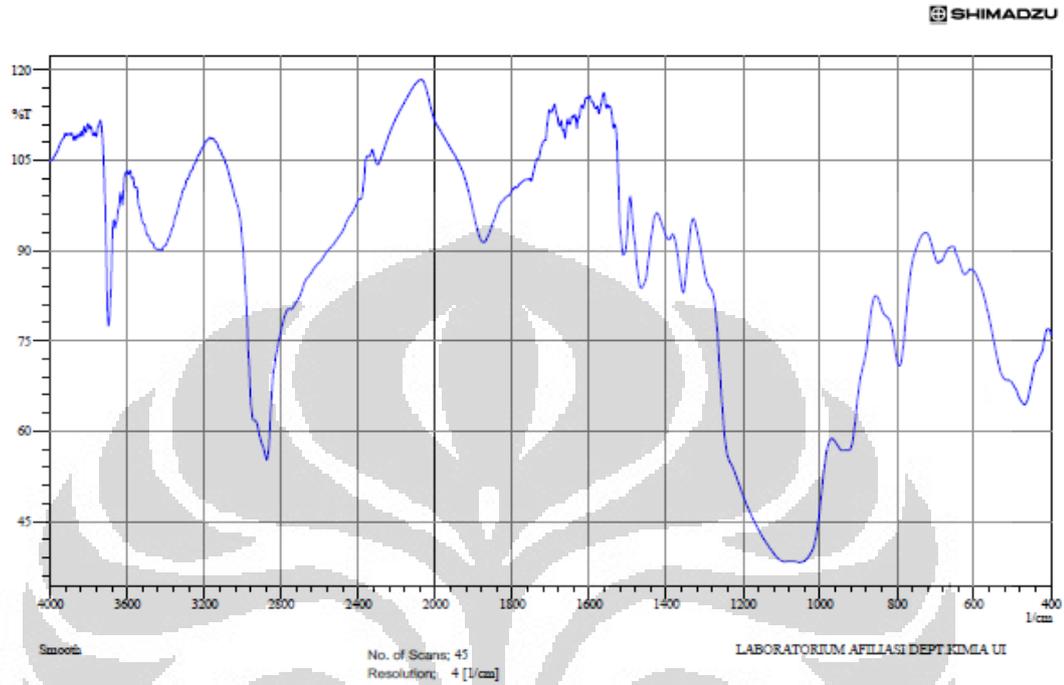


2. Na-MMT+4CP



Lampiran 44
Spektra IR OC 4280+4-CP dan OC 8560+4-CP

1. OC 4280 + 4CP



2. OC 8560 + 4- CP

