

**MODIFIKASI BENTONIT MENJADI ORGANOCLAY DENGAN METODE  
ULTRASONIK SEBAGAI ABSORBEN *p*-KLOOROFENOL DAN  
HIDROQUINON**

**DANAR KURNIAWAN  
0304030146**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN KIMIA  
DEPOK  
2008**

**MODIFIKASI BENTONIT MENJADI ORGANOCLAY DENGAN METODE  
ULTRASONIK SEBAGAI ABSORBEN *p*-KLOOROFENOL DAN  
HIDROQUINON**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains**

**Oleh:**

**DANAR KURNIAWAN**

**0304030146**



**DEPOK**

**2008**

**SKRIPSI : MODIFIKASI BENTONIT MENJADI ORGANOCLAY  
DENGAN METODE ULTRASONIK SEBAGAI ABSORBEN  
*p*-KLOOROFENOL DAN HIDROQUINON**

**NAMA : DANAR KURNIAWAN**

**NPM : 0304030146**

**SKRIPSI INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI**

**DEPOK, JUNI 2008**

**Dr. RIWANDI SIHOMBING**

**PEMBIMBING I**

**Dr. YUNI K. KRISNANDI**

**PEMBIMBING II**

**Tanggal lulus Ujian Sidang Sarjana :**

**Penguji I :**

**Penguji II :**

**Penguji III :**



*Ia mendapat pahala (dari amal) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari dosa) yang dikerjakannya. "Ya Rabb kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau tersalah. Ya Rabb kami, janganlah Engkau bebankan kepada kami beban berat sebagaimana Engkau bebankan kepada orang-orang sebelum kami. Ya Rabb kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tak sanggup kami memikulnya. Beri maaflah kami, ampunilah kami, dan rahmatilah kami. Engkau penolong kami, maka tolonglah kami terhadap kaum yang kafir.*

*(Q.S Al-Baqarah 286)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang mengatur jalannya siang dan malam, terbit dan tenggelamnya matahari yang di gantikan oleh rembulan, yang mengatur segala pertemuan hambaNya dan waktu yang Allah bersumpah dengannya serta atas izinNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini tepat pada waktunya. Salawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang merupakan panutan bagi setiap umat muslim di dunia.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Riwandi Sihombing selaku pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, waktu dan bantuan pemikiran yang tak ternilai selama penelitian ini, juga kepada Bu Yuni. K. Krisnandi selaku pembimbing penelitian kedua.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ridla Bakri selaku ketua Departemen Kimia FMIPA UI, Dra. Tresye Utari, M.Si. selaku koordinator penelitian yang telah memberikan kesempatan dan bantuan dalam penelitian, Bu Widajanti Wibowo selaku pembimbing akademik yang telah memberikan perhatian dan kesabarannya dalam membimbing saya dan teman-teman satu bimbingan, kepada Bu Ariadne yang telah membantu penulis untuk mengukur sampel menggunakan XRD serta kepada seluruh dosen Departemen Kimia FMIPA UI yang tidak hanya memberikan begitu banyak ilmu yang bermanfaat, tetapi juga telah

menjadi sumber inspirasi yang berarti bagi penulis. Pak Hedi S., Mbak Ema, Mbak Tri, Mbak Atiek, Mbak Indri, Pak Amin, dan Pak Kiri, serta seluruh staf departemen Kimia yang telah banyak membantu terlaksananya penelitian.

Rasa terimakasih yang begitu dalam juga penulis sampaikan kepada orang-orang tercinta yang sangat berarti bagi penulis:

1. Kepada kedua orang tua yang telah berkorban begitu besar dalam segala hal, yang telah mengajarkan kesabaran, kerja keras, dan semangat hidup yang sangat berarti bagi penulis. Kepada adik-adikku yang telah memberikan motivasi dalam penulisan skripsi ini.
2. Kepada Wakhid Fajar Purnomo , rekan seperjuangan anorganik dan memberikan banyak pelajaran tentang arti cinta. Irwansyah dan Andika yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
3. Kepada Isal, Wahyu, Ridlo, Irwan yang tergabung dalam “D’ Gembels & D’ Gombals” selalu berbagi suka dan duka dalam mengarungi kehidupan ini.
4. Kepada Ana, Eka, Indah, Niezha dan Yunita, terima kasih karena selama 4 tahun kalian merupakan sahabat yang terbaik dan mudah-mudahan persahabatan ini terus terjalin.
5. Kepada rekan-rekan di excellent center, Edwin, Imba, Ivan yang telah memberikan wawasan yang beda tentang hidup. Dito yang selalu bersedia membantu apabila komputer penulis rusak. Ulina D Amanda, perhatianmu sangat berarti bagi penulis. Artiarini Puspita yang telah memberikan dorongan dan semangat ketika penulis sedang jatuh. Pipit, Tyan dan Ijma yang telah bersama-sama berjuang membangun

excellent serta rekan-rekan yang lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu

6. Kepada rekan-rekan seperjuangan di lantai 4 (Tina, Kiki, Ima, Tya, Fitri, Lindi, Vero, Uthe, Citra, Janti, Ari, Kurnia, Ami, Atri, Kak Vera, Kak Dewi, Kak Laeli, dan Kak Wawan), rekan-rekan seperjuangan di lantai 3 (Nur, Farida, Bernat, Atul, Opik, Hamim, Ratna, Nath, Lani, Basit, Kak Santi, Kak Ela, Kak Dina, dan Kak Vena), serta teman-teman 2004 yang lainnya, terima kasih atas dukungan dan bantuan selama penelitian (terima kasih juga untuk pinjaman alat-alatnya ya).
7. Kepada teman-teman angkatan 2002, 2003, serta adik-adik angkatan 2005, 2006, dan 2007, atas dukungannya selama ini.
8. Kepada Salemba Group yang telah memberikan "cuti" agar penulis dapat menyelesaikan skripsinya.

Dengan sepenuhnya penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka dengan segala rendah hati penulis membuka diri bila ada saran dan pendapat untuk perbaikan.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Penulis

2008

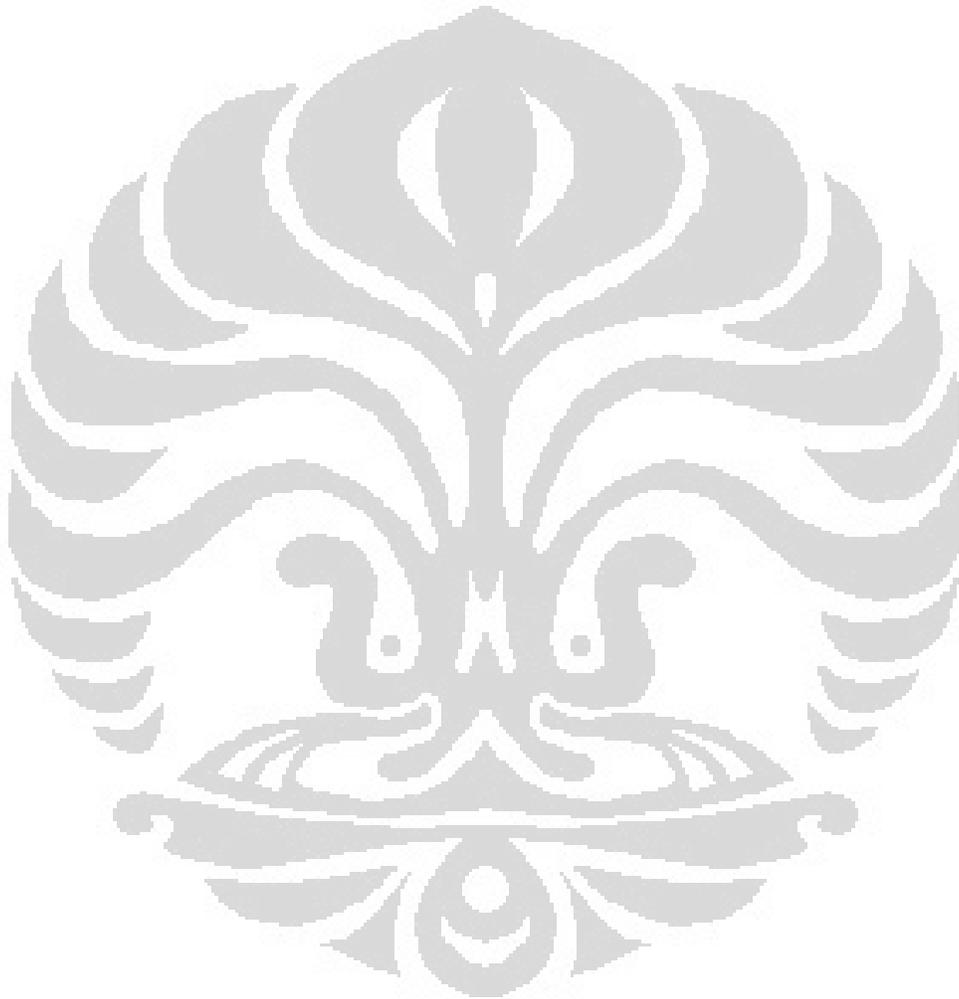
## ABSTRAK

Penentuan kapasitas tukar kation ( KTK) bentonit alam, bentonit komersil, bentonit alam purifikasi karbonat , dan bentonit komersil purifikasi karbonat menggunakan ion kompleks  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  yang akan dipertukarkan dengan kation-kation yang berada dalam *interlayer* bentonit. Hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bentonit yang dipurifikasi memiliki nilai KTK yang lebih kecil dibandingkan bentonit yang belum dipurifikasi. Sintesis *organoclay* melalui metode ultrasonik menggunakan surfaktan heksadesiltrimetilamoniumbromida dilakukan dengan variasi konsentrasi 1 KTK dan 2 KTK . Hasil XRD menunjukkan baik *organoclay* 1 KTK maupun 2 KTK memiliki orientasi *bilayer*. Hasil FTIR menunjukkan adanya pita serapan vibrasi uluran antisimetri dan simetri di bilangan gelombang 2850-2920  $\text{cm}^{-1}$  dan pita serapan vibrasi gunting  $\text{CH}_2$  pada 1463-1473  $\text{cm}^{-1}$  mengindikasikan telah terjadi interkalasi surfaktan pada bentonit. Aplikasi *organoclay* dilakukan pada p-klorofenol dan hidroquinon. Hasil spektrofotometer UV-vis menunjukkan adanya penurunan konsentrasi pada kedua senyawa tersebut. Penyerapan pada p-klorofenol lebih efektif dibandingkan hidroquinon. Data FTIR menunjukkan bahwa kedua senyawa tersebut telah terabsorp oleh *organoclay* pada bilangan gelombang 3400  $\text{cm}^{-1}$ .

Kata kunci : bentonit, *bilayer*, FTIR, HDTMABr, hidroquinon, ion kompleks  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$ , *interlayer*, KTK, *organoclay*, p-klorofenol, purifikasi karbonat, XRD.

xii + 74 hlm; grb; tab; lamp

Bibliografi 44 (1978-2007)



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2.1. Tanah liat (lempung).....	3
2.1.1. Morfologi lempung.....	3
2.1.2. Klasifikasi lempung.....	5
2.1.3. Smektit.....	6
2.2. Bentonit.....	7
2.3. Montmorillonite.....	9
2.4. Kapasitas Tukar Kation (KTK) lempung.....	10
2.5. Organoclay.....	12

2.6. Surfaktan.....	13
2.7. <i>p</i> -Klorofenol.....	15
2.8. Hidroquinon.....	16
2.9. Spektroskopi inframerah (FTIR).....	17
2.10. Difraksi sinar-X (XRD).....	19
2.11. Spektroskopi UV-Vis.....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1. <b>Alat dan Bahan.....</b>	<b>24</b>
3.1.1. Alat.....	24
3.1.2. Bahan Kimia.....	24
3.1.3. Alat Uji.....	24
3.2. <b>Metode Kerja.....</b>	<b>25</b>
3.2.1. Preparasi Bentonit.....	25
3.2.2. Eliminasi karbonat.....	25
3.2.3. Penentuan Kapasitas Tukar Kation (KTK) lempung.....	25
3.2.4. Sintesis organoclay dengan metode ultrasonik.....	26
3.2.5. Uji Aplikasi Organoclay Sebagai Absorben.....	27
3.2.5.1. Pembuatan Larutan Hidroquinon .....	27
3.2.5.2. Pembuatan Larutan <i>p</i> -Klorofenol .....	28

3.2.5.3. Uji Aplikasi..... 28

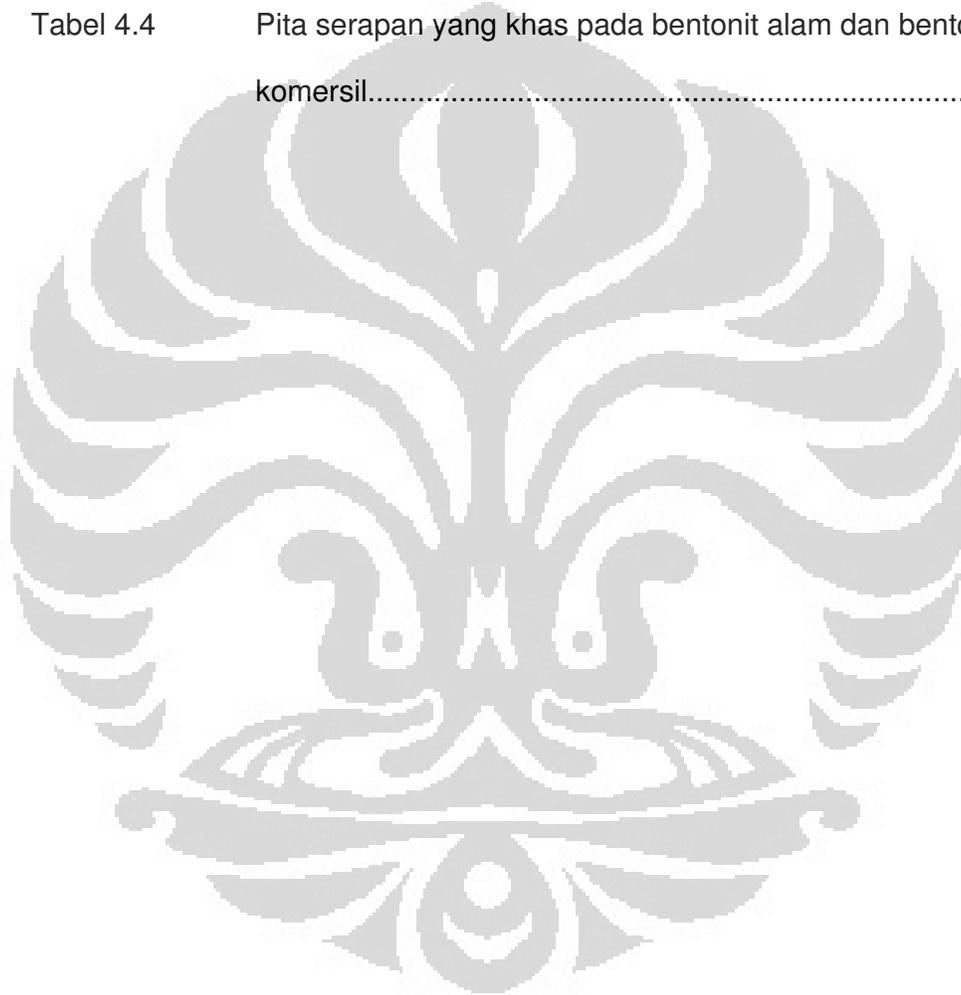
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1. Purifikasi Karbonat.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2. Penentuan Kapasitas Tukar Kation (KTK) lempung.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3. Sintesis <i>Organoclay</i>.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4. Aplikasi <i>Organoclay</i> Sebagai Absorben.....</b>	<b>39</b>
4.4.1. Aplikasi <i>Organoclay</i> Sebagai Absorben <i>p</i> -Klorofenol..	40
4.4.2. Aplikasi <i>Organoclay</i> Sebagai Absorben Hidroquinon..	42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1. Kesimpulan .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2. Saran .....</b>	<b>47</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Lembaran tetrahedral dan oktahedral.....	4
2.2	Struktur lempung 1:1 dan lempung 2:1.....	5
2.3	Struktur smektit.....	6
2.4	Bentonit terdispersi air.....	8
2.5	Struktur montmorilonit.....	10
2.6	Model HDTMA konformasi zigzag.....	15
2.7	Struktur <i>p</i> -klorofenol.....	16
2.8	Struktur hidroquinon.....	17
2.9	Skema spektrofotometer inframerah.....	19
2.10	Skema difraktometer serbuk sinar-X.....	20
2.11	Difraksi sinar-X dari dua bidang atom pada suatu padatan.....	21
2.12	Spektrofotometer UV-Vis.....	22
3.1	Diagram pembuatan organoclay.....	27
4.1	Jenis orientasi surfaktan dalam bentonit.....	35
4.2	Grafik penyerapan <i>p</i> -klorofenol dalam satu gram organoclay.....	41
4.3	Grafik penyerapan hidroquinon dalam satu gram organoclay.....	43
4.4	Grafik penyerapan <i>p</i> -klorofenol dan hidroquinon dalam satu gram organoclay .....	44
4.5	Grafik penyerapan fenol dan katekol dalam satu gram organoclay...	45

## DAFTAR TABEL

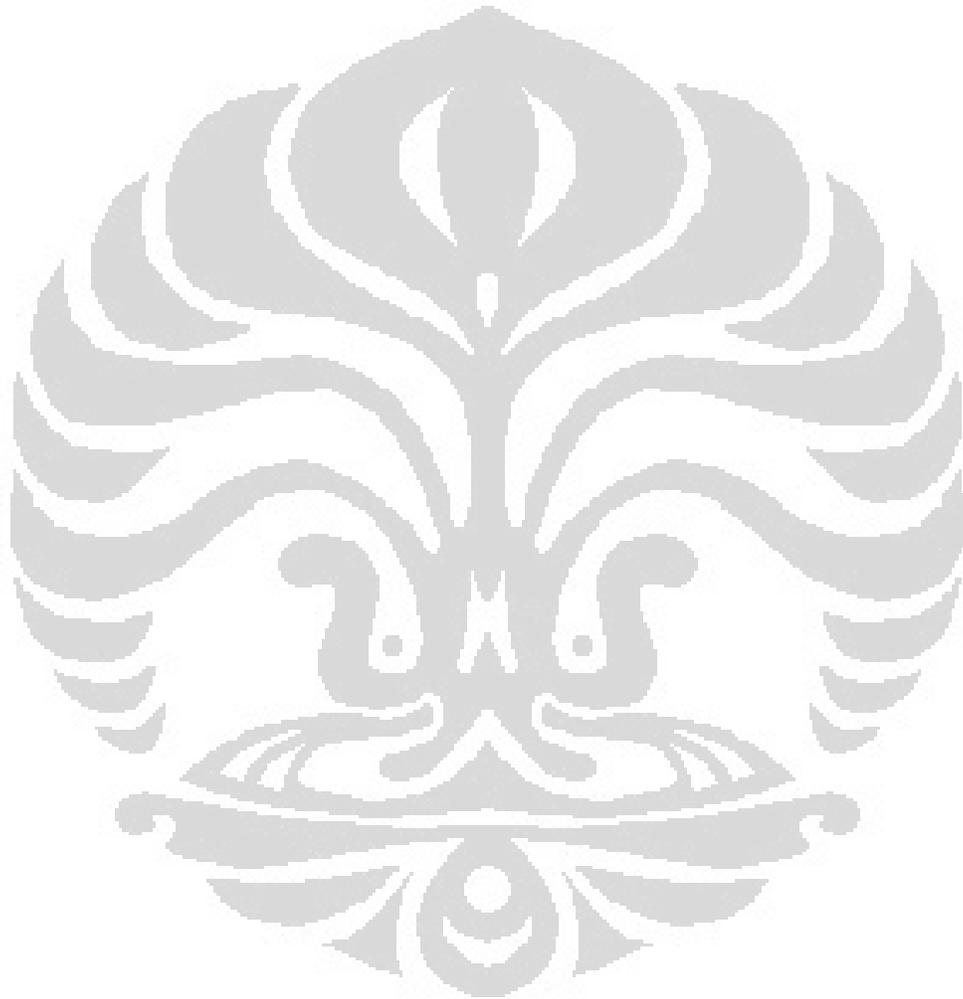
Tabel 4.1	Nilai KTK pada masing-masing bentonit.....	32
Tabel 4.2	Pita serapan khas pada surfaktan HDTMA-Br.....	33
Tabel 4.3	Jarak <i>Basal Spasing Organoclay</i> .....	34
Tabel 4.4	Pita serapan yang khas pada bentonit alam dan bentonit komersil.....	38



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan KTK.....	54
Lampiran 2	FTIR HDTMA-Br.....	55
Lampiran 3	Perhitungan orientasi surfaktan.....	56
Lampiran 4	XRD bentonit alam.....	57
Lampiran 5	XRD bentonit komersil.....	58
Lampiran 6	XRD Organoclay alam 1 KTK.....	59
Lampiran 7	XRD Organoclay alam 2 KTK.....	60
Lampiran 8	XRD Organoclay komersil 1 KTK.....	61
Lampiran 9	XRD Organoclay komersil 2 KTK.....	62
Lampiran 10	FTIR bentonit alam.....	63
Lampiran 11	FTIR bentonit komersil.....	64
Lampiran 12	FTIR Organoclay alam 1 KTK.....	65
Lampiran 13	FTIR Organoclay alam 2 KTK.....	66
Lampiran 14	FTIR Organoclay komersil 1 KTK.....	67
Lampiran 15	FTIR Organoclay komersil 2 KTK.....	68
Lampiran 16	Perhitungan <i>p</i> -klorofenol yang terserap.....	69
Lampiran 17	Grafik penyerapan <i>p</i> -klorofenol dalam satu gram Organoclay.....	70
Lampiran 18	FTIR Organoclay alam-1KTK <i>p</i> -klorofenol.....	71
Lampiran 19	Perhitungan hidroquinon yang terserap.....	72
Lampiran 20	Grafik penyerapan hidroquinon dalam satu gram	

	organoclay.....	73
Lampiran 21	FTIR Organoclay komersil-1KTK hidroquinon.....	74



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pesatnya pertumbuhan industri akhir-akhir ini dan makin meningkatnya kesadaran masyarakat dan industri terhadap bahaya limbah ke lingkungan menjadi suatu poin penting untuk memperbaiki lingkungan. Masuknya limbah pada perairan dapat merusak ekosistem perairan tersebut, salah satunya merupakan limbah-limbah organik yang memiliki kelarutan dalam air cukup besar. Adanya limbah-limbah tersebut seperti, hidroquinon pada industri kosmetik dan p-klorofenol pada insektisida tidak terlepas dari aktivitas kegiatan manusia.

Berbagai cara dilakukan untuk menanggulangi masalah pencemaran lingkungan di perairan dan penggunaan bentonit yang dimodifikasi adalah salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut. Bentonit merupakan istilah untuk lempung yang mengandung *montmorillonite* sebagai kandungan utama dan termasuk kelompok dioktahedral. Bentonit yang belum dimodifikasi merupakan Bentonit hidrofilik sehingga tidak efektif untuk menyerap molekul organik yang hidrofobik. Bentonit dapat berinteraksi dengan molekul organik jika bentonit tersebut telah dimodifikasi menjadi organobentonit, misalnya dengan memasukkan molekul organik seperti amina kuartener (umumnya surfaktan kationik) yang mengandung ion nitrogen.<sup>1,2</sup> Adsorpsi dan interkalasi surfaktan kationik diharapkan dapat meningkatkan *interlayer*

*space* pada *montmorillonite*. Selain itu, dengan interkalasi tersebut sifat permukaan *montmorillonite* berubah menjadi organofilik akibat pertukaran kation anorganik oleh surfaktan kationik. Dengan demikian, *montmorillonite* menjadi lebih mudah berinteraksi dengan polimer maupun molekul organik lainnya<sup>2</sup>.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tujuan :

1. Melakukan sintesis dan karakterisasi *organoclay* dari bentonit alam dan komersil dengan surfaktan heksadesiltrimetilamonium bromida (HDTMA-Br) melalui metode ultrasonik
2. Melakukan uji aplikasi absorpsi terhadap p-klorofenol dan hidroquinon dengan variasi waktu
3. Mengetahui pengaruh gugus antara p-klorofenol dengan hidroquinon pada penyerapan *organoclay*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tanah liat (lempung)<sup>3,4,5,6,7</sup>

##### 2.1.1. Morfologi lempung<sup>3,4,5</sup>

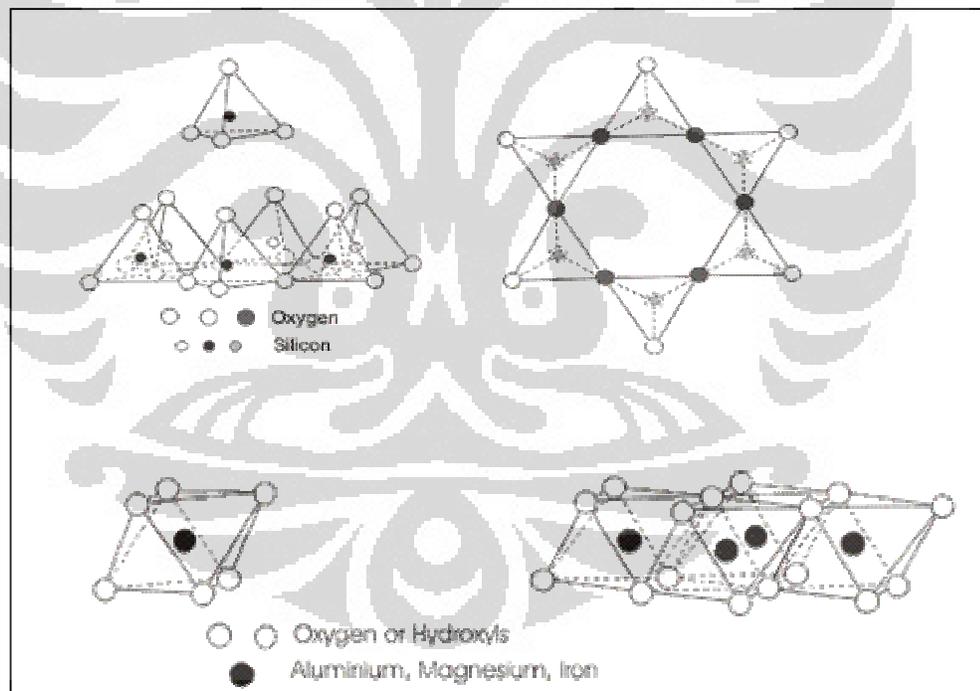
Tanah lempung (clay) merupakan salah satu material anorganik yang melimpah di kerak bumi yang merupakan hasil pelapukan batuan. Secara ilmiah, tanah lempung merupakan *silicate clay* atau *silica*, karena sebagian besar kandungan tanah lempung merupakan silika. Komposisi dan kandungan silika pada tanah lempung bervariasi, bergantung pada keadaan geologi lokasi pembentukannya.

Tanah lempung umumnya memiliki kandungan kuarsa yang melimpah, sedangkan *feldspar* dan *mica* dalam jumlah yang relatif sedikit. Tanah lempung mempunyai ukuran partikel  $< 2 \mu\text{m}$ , memiliki muatan elektrik pada permukaan, bersifat plastis saat basah, cenderung terflokulasi, serta mampu membentuk suspensi koloid saat didispersikan dalam air.

Tanah lempung merupakan mineral liat yang tergolong dalam aluminosilikat subkelompok *phyllosilicate*. Tanah lempung merupakan campuran beberapa jenis mineral liat, seperti kaolinit, smektit, *illite*, dan *chlorite*, yang disertai sejumlah pengotor, seperti *allophane*, kuarsa, *feldspar*, zeolit, *mica*, hidroksida besi, karbonat, oksida barium, kalsium, natrium, kalium, besi, serta materi organik (humat dan derivatnya).

Tanah lempung disusun oleh dua kerangka dasar pembangun, yaitu tetrahedral Si-O (T) dan oktahedral Al-O (O)<sup>20</sup>. Tetrahedral satu dengan tetrahedral lainnya berhubungan melalui penggunaan bersama tiga atom oksigen. Lembaran oktahedral dibentuk oleh atom oksigen yang tidak digunakan bersama. Lembaran oktahedral terbentuk melalui atom Al atau atom Mg yang berkoordinasi dengan enam atom oksigen. Atom oksigen pada lembaran oktahedral berikatan dengan atom hidrogen membentuk gugus hidroksida. Kedua kerangka ini tersusun sedemikian rupa, sehingga membentuk lembaran tetrahedral (T) dan oktahedral (O).

Gambar 2.1



**Gambar 2.1.** Lembaran tetrahedral dan octahedral

Lembaran tetrahedral dan oktahedral bersama-sama membentuk lapisan. Masing-masing lapisan berikatan melalui gaya Van der Waals,

gaya elektrostatis, serta ikatan hidrogen. Antara lapisan satu dengan lapisan lainnya memiliki ruang (*interlayer*) yang dapat dihuni oleh sejumlah kation, molekul air, maupun molekul lainnya.

### 2.1.2. Klasifikasi lempung<sup>3,5,6,7</sup>

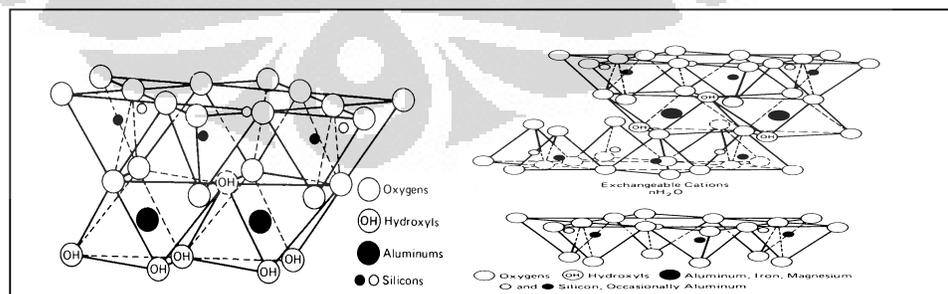
Berdasarkan susunan lembaran tetrahedral (T) dan oktahedral (O) yang membentuknya, lempung dikelompokkan menjadi:

#### 1. Lempung 1:1

Lempung jenis ini terdiri dari satu lembaran tetrahedral dan satu lembaran oktahedral. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah kaolinit.

#### 2. Lempung 2:1

Lempung jenis ini terdiri dari dua lembaran tetrahedral dan satu lembaran oktahedral. Kedua lembaran tetrahedral mengapit lembaran oktahedral. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah smektit. Gambar 2.2

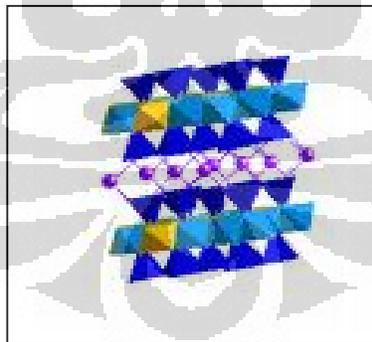


**Gambar 2.2.** Struktur lempung 1:1 dan lempung 2:1

### 2.1.3. Smektit<sup>2,7,8</sup>

Smektit (*smectite*) adalah mineral lempung yang mempunyai daya pengembang (*swelling*) yang tinggi. Smektit mempunyai struktur berlapis yang terdiri dari lembaran oktahedral (O) yang diapit oleh dua lembaran tetrahedral (T). Antara lapisan TOT satu dengan lapisan TOT lainnya memiliki ikatan yang lemah. Molekul air maupun molekul lainnya dapat mengisi ruang tersebut, sehingga smektit mengalami ekspansi.

Mineral smektit dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu dioktahedral dan trioktahedral. Smektit dioktahedral terdiri dari *montmorillonite*, *beidellite*, dan *nontronite*, sedangkan smektit trioktahedral terdiri dari *hectorite* (kaya atom Li), *saponite* (kaya atom Mg), dan *sauconite* (kaya atom Zn). Struktur smektit secara umum dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



**Gambar 2.3.** Struktur smektit<sup>6</sup>

Smektit memiliki muatan *layer* permanen yang disebabkan oleh substitusi isomorfik pada *layer*, dimana ion  $Al^{3+}$  digantikan oleh ion  $Mg^{2+}$ ,

serta ion  $\text{Fe}^{2+}$  atau ion  $\text{Mg}^{2+}$  digantikan oleh ion  $\text{Li}^+$ , pada oktahedral. Sementara ion  $\text{Si}^{4+}$  digantikan oleh ion  $\text{Al}^{3+}$  pada tetrahedral. Substitusi isomorfik menyebabkan *layer* bermuatan negatif. Muatan negatif pada *layer* diimbangi oleh kation seperti ion  $\text{Na}^+$  atau ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang mengisi *interlayer*. Kation mengalami hidrasi, sehingga smektit bersifat hidrofilik.

Rumus umum smektit yang diajukan oleh Ross dan Hendricks (1945) adalah  $\text{X}_{0,33}\text{Y}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , dengan X adalah kation *interlayer* (Ca atau Na) dan Y adalah kation Al,  $\text{Fe}^{3+}$ , Cr, Mg, Ni, Zn, atau Li. Dalam industri, smektit digunakan sebagai *filler*, *carrier*, adsorben, dan komponen lumpur bor (*drilling muds*)<sup>25</sup>.

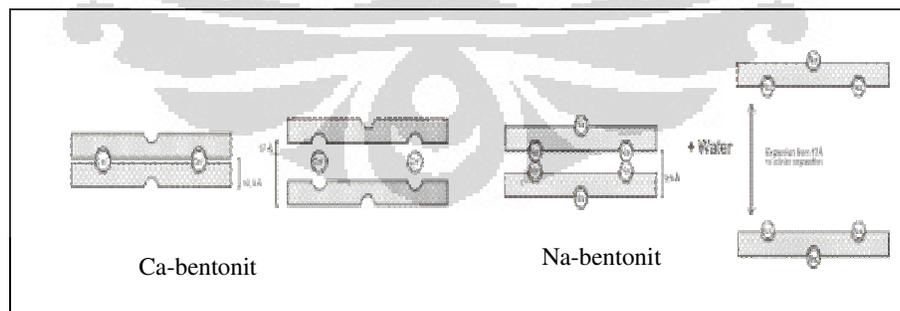
## 2.2. Bentonit<sup>5,9,10,11,12</sup>

Nama bentonit pertama kali digunakan oleh geolog Amerika Serikat setelah penemuannya pada tahun 1890 di daerah timur anak sungai Wyoming's Rock. Lempung bentonit pertama kali ditemukan secara tidak sengaja pada tahun 1830 oleh Emile Pascal di Big Horn Mountain, Wyoming, Amerika Serikat.

Bentonit merupakan sejenis mineral lempung aluminosilikat hidrat yang terbentuk dari hasil pelapukan dan reaksi hidrotermal batuan lava (vulkanik). Bentonit umumnya mempunyai rumus kimia  $(\text{Mg},\text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , dengan  $n=8$ . Bentonit sebagian besar terdiri dari mineral smektit (terutama *montmorillonite*) sebanyak 60 sampai 85%. Selain *montmorillonite*, bentonit juga mengandung mineral lainnya, seperti kuarsa, *illite*, kristobalit, *feldspar*, kalsit, gipsum, kaolinit, dan plagioklas.

Ada dua kelompok bentonit, yaitu *swelling bentonite (high swelling)* atau Na-bentonit dan *non-swelling bentonite (low swelling)* atau Ca-bentonit. Na-bentonit adalah bentonit yang mengembang saat basah, dimana menyerap air hingga lima kali dari berat keringnya dan jenuh saat mencapai 15 kali berat keringnya. Bentonit kembali menjadi bobot semulanya saat pengeringan. Bentonit ini memiliki kandungan ion  $\text{Na}^+$  yang tinggi dan kandungan ion  $\text{Mg}^{2+}$  serta ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang rendah. Na-bentonit digunakan sebagai lumpur pada industri pengeboran minyak. Na-bentonit banyak terdapat di Wyoming, Montana, dan Dakota Selatan.

Ca-bentonit (*fuller earth* atau lempung pembersih) adalah bentonit yang tidak mengembang saat dicelupkan dalam air. Bentonit ini memiliki kandungan ion  $\text{Na}^+$  yang rendah dan kandungan ion  $\text{Mg}^{2+}$  serta ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang tinggi. Ca-bentonit digunakan sebagai bahan pemucat warna, penjernih minyak goreng, serta bahan perekat pasir cetak. Ca-bentonit banyak ditemukan di daerah Texas dan Mississippi, Amerika Utara. Nama lain dari Ca-bentonit adalah *pascalite*. Gambar 2.4



**Gambar 2.4.** Bentonit terdispersi air

Kemurnian bentonit didefinisikan sebagai jumlah *montmorillonite* yang terkandung dalam bentonit bila dibandingkan dengan mineral lainnya. Wyoming bentonit memiliki kandungan *montmorillonite* sebesar 90%, sedangkan bentonit lainnya memiliki kandungan *montmorillonite* sebesar 70 sampai 80%.

Bentonit digunakan sebagai katalis, *filler*, adsorben, serta sebagai *drilling muds*. Bentonit juga digunakan dalam pembuatan semen, keramik, kosmetik, cat, zat warna, detergen, penjernihan minyak goreng, pengolahan air limbah industri, serta pertanian.

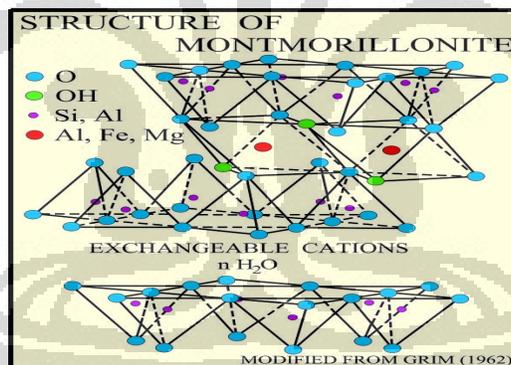
Endapan bentonit di Indonesia tersebar di Pulau Jawa, Pulau Sumatera, serta sebagian Pulau Kalimantan dan Pulau Sulawesi. Cadangan bentonit di Indonesia diperkirakan lebih dari 380 juta ton. Umumnya bentonit di Indonesia merupakan Ca-bentonit. Beberapa lokasi yang sedang dieksploitasi, antara lain Tasikmalaya, Leuwiliang, serta Nanggung. Indikasi endapan Na-bentonit terdapat di Pangkalan Brandan, Sorolangun-Bangko, dan Boyolali.

### 2.3. *Montmorillonite*<sup>13,14,15,16</sup>

*Montmorillonite* merupakan anggota kelompok mineral *clay*. Umumnya *montmorillonite* membentuk kristal mikroskopik atau setidaknya kristal *micaceous* berlapis sangat kecil. Kandungan air sangat bervariasi dan apabila air diabsorpsi, *montmorillonite* cenderung mengembang sampai beberapa kali volume awal. Sifat ini membuat *montmorillonite* menjadi mineral yang bermanfaat untuk berbagai tujuan.

*Montmorillonite* juga merupakan konstituen utama abu vulkanik yang disebut bentonit. Sebagai spesi mineral, montmorillonite tidak mendapat banyak perhatian. Sampel montmorillonite murni bersifat massive, pucat dan sangat tidak menarik.

Struktur *montmorillonite* seperti halnya pilsilikat 2:1 yang lain tersusun dari lapisan tetrahedral yang mengapit lapisan oktahedral (lihat Gambar 2.5). Secara alami struktur *montmorillonite* mengalami proses substitusi isomorfis, dimana posisi  $\text{Al}^{3+}$  digantikan oleh  $\text{Mg}^{2+}/\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  dan  $\text{Si}^{4+}$  digantikan  $\text{Al}^{3+}$ . Sebagai konsekuensinya terdapat netto muatan negatif pada permukaan dan harus dinetralkan oleh kation lain, kation ini disebut kation *interlayer* (*exchangeable cations*).



Gambar 2.5. Struktur monmorilonit

#### 2.4. Kapasitas Tukar Kation (KTK) lempung<sup>17,18</sup>

Kapasitas tukar kation merupakan jumlah total kation yang dapat dipertukarkan (*cation exchangeable*) pada suatu bahan misalnya tanah,

mineral dan resin. Dalam mineralogi, kapasitas tukar kation (KTK) atau *Cation Exchange Capacity* (CEC) didefinisikan sebagai kapasitas suatu mineral misalnya bentonit yang mengalami pertukaran kation dengan kation lain. Nilai KTK dinyatakan dalam jumlah miliekuivalen ion (mek) per 100 gram mineral. .

Penentuan kapasitas pertukaran kation misalnya bentonit dapat dilakukan dengan berbagai metode. Salah satu metode yang sering digunakan adalah menjenuhkan mineral liat dengan ion  $\text{NH}_4^+$ . Jumlah ion amonium yang teradsorpsi dapat ditentukan dengan metode Kjeldahl. Metode ini dikembangkan oleh Hofmann dan Giese pada tahun 1939.

Metode lainnya dilakukan dengan menjenuhkan mineral liat pada salah satu jenis kation. Pencucian dengan air destilasi dilakukan untuk menghilangkan kelebihan garamnya. Kation tersebut kembali digantikan melalui penjenuhan dengan kation lainnya. Larutan dikumpulkan dan ditentukan kandungan kation yang tergantikan. Metode tersebut dikembangkan oleh Mehlich pada tahun 1948.

Penentuan KTK dengan surfaktan kationik merupakan metode baru yang dikembangkan oleh Kloppenburg (1997) serta Janek dan Lagaly (2003). Prinsipnya sama seperti pertukaran oleh kation pada umumnya. Metode ini mempunyai kelemahan, yaitu surfaktan berlebih dapat menempel pada permukaan mineral liat melalui mekanisme sorpsi, sehingga hasil yang diperoleh kurang akurat.

## 2.5. *Organoclay*<sup>2,10,19</sup>

*Organoclay* adalah tanah lempung yang telah dimodifikasi dengan menambahkan molekul organik. *Organoclay* dapat disintesis melalui modifikasi bentonit oleh amina kuartener. Amina kuartener yang digunakan umumnya surfaktan yang mengandung ion nitrogen. Ion nitrogen pada amina kuartener bermuatan positif, sehingga mampu menggantikan ion natrium maupun ion kalsium pada *interlayer* tanah lempung. Amina yang digunakan memiliki rantai karbon yang panjang (umumnya 12 sampai 18 atom karbon). Setelah *interlayer* tanah lempung diinterkalasi oleh surfaktan amina, terjadi perubahan sifat hidrofilik menjadi organofilik. Interkalasi surfaktan kationik dapat meningkatkan *basal spacing* tanah lempung.

*Organoclay* sejak dulu telah dikenal sebagai adsorben yang efektif dalam pengolahan air maupun pengolahan limbah organik. *Organoclay* mulai diteliti sejak tahun 1949 oleh Jordon yang mempelajari *swelling* bentonit oleh cairan organik untuk menghasilkan organobentonit. Pada tahun 1985, Wolfe mempelajari interaksi amina alifatik dengan *montmorillonite* yang dapat meningkatkan adsorpsi polutan organik. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Jaynes and Boyd (1990), Lee (1990), Zhang (1993), Kukkadapu (1993), Dentel (1996), hingga Zhu (1997).

Telah dilaporkan bahwa *organoclay* berfungsi sebagai adsorben dalam penjernihan air bawah tanah, penjernihan minyak goreng dan minyak kelapa sawit, penghilangan senyawa fosfat, penghilangan limbah

organik, pemurnian senyawa aromatik dari senyawa olefin, serta sebagai bahan dasar *nanofiller* dalam pembuatan nanokomposit.

## 2.6. Surfaktan<sup>20,21</sup>

Surfaktan (*zat aktif permukaan*) adalah molekul organik yang bersifat amfifilik. Surfaktan terdiri dari gugus hidrofobik (ekor) dan gugus hidrofilik (kepala). Surfaktan dapat larut dalam pelarut organik maupun air.

Surfaktan dengan konsentrasi rendah bertindak sebagai adsorben pada permukaan (*surface*) maupun batas antarmuka (*interface*) dalam sistem. Surfaktan merupakan agen pembasah (*wetting agent*) yang dapat menurunkan tegangan antarmuka cairan, mempermudah proses penyebaran cairan pada permukaan, serta menurunkan tegangan antarmuka dua cairan.

Surfaktan dapat dikelompokkan berdasarkan muatan pada gugus hidrofiliknya, antara lain:

### 1. Surfaktan anionik

Surfaktan anionik merupakan surfaktan dengan gugus hidrofilik bermuatan negatif. Surfaktan anionik mengandung gugus sulfat, sulfonat, atau karboksilat. Yang termasuk surfaktan anionik, antara lain natrium dodesil sulfat (SDS)  $C_{12}H_{25}OSO_3^- Na^+$ , natrium dodesil benzena sulfonat (SDBS)  $C_{12}H_{25}(C_6H_4)SO_3^- Na^+$ , dan natrium stearat  $CH_3(CH_2)_{16}COO^- Na^+$ .

### 2. Surfaktan kationik

Surfaktan kationik merupakan surfaktan dengan gugus hidrofilik bermuatan positif. Umumnya surfaktan kationik merupakan senyawa amonium kuartener ( $\text{NR}_4^+$ ). Contoh surfaktan kationik adalah heksadesiltrimetil amonium bromida ( $\text{HDTMA}^+\text{Br}^-$ )  $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Br}^-$  dan oktadesiltrimetil amonium bromida (OTMABr)  $\text{C}_{18}\text{H}_{37}\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Br}^-$ . Surfaktan kationik tidak dipengaruhi oleh perubahan pH, sehingga tetap bermuatan positif, baik dalam medium asam, netral, maupun basa. Kelemahan surfaktan kationik adalah sifat detergensi yang lebih lemah dibandingkan dengan surfaktan lainnya.

### 3. Surfaktan nonionik

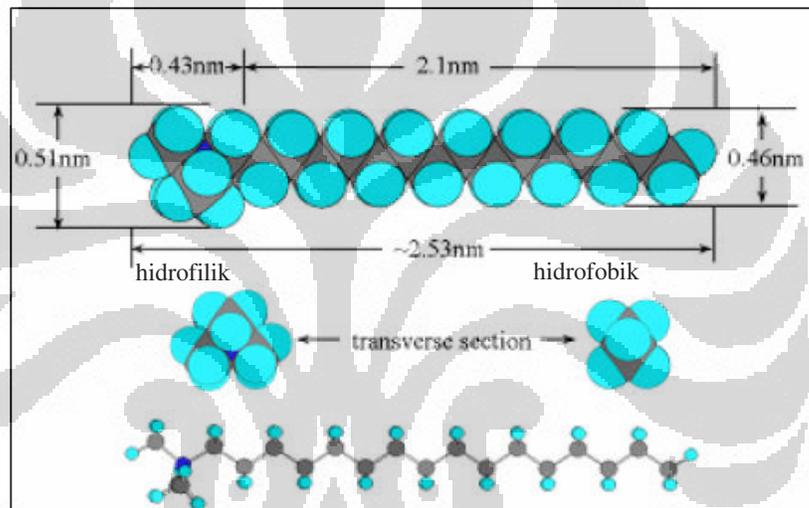
Surfaktan nonionik merupakan surfaktan dengan gugus hidrofilik tidak bermuatan dan tidak terdisosiasi di dalam larutan. Umumnya surfaktan nonionik merupakan senyawa alkohol. Salah satu contoh surfaktan nonionik adalah polioksietilen lauril eter ( $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_8\text{H}$ ).

### 4. Surfaktan *zwitter ion* (amfoter)

Surfaktan *zwitter ion* merupakan surfaktan dengan gugus hidrofilik dapat bermuatan positif maupun negatif, yang dipengaruhi pH larutan. Umumnya surfaktan *zwitter ion* merupakan senyawa betain dan asam amino. Salah satu contoh surfaktan *zwitter ion* adalah dodesil betain ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ).

Panjang ekor (jumlah atom C) dan konformasi surfaktan akan mempengaruhi besar perubahan *basal spacing* pada *organoclay* yang akan disintesis.

Gambar 2.6 memperlihatkan model surfaktan kationik heksadesiltrimetilamonium bromida (HDTMABr) konformasi zigzag.

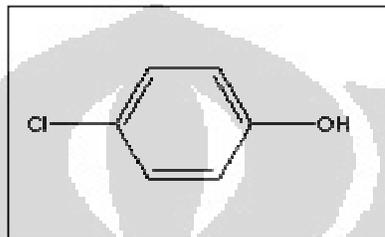


**Gambar 2.6.** Model HDTMA konformasi zigzag<sup>22</sup>

## 2.7. *p*-Klorofenol<sup>23</sup>

*p*-Klorofenol merupakan senyawa aromatik yang memiliki rumus molekul  $C_6H_5ClO$ , berbentuk kristal, biasanya digunakan sebagai salah satu senyawa dalam pembuatan insektisida, herbisida, antiseptik dan desinfektan, *p*-klorofenol masuk ke perairan biasanya digunakan sebagai pestisida

Senyawa *p*-klorofenol memiliki titik didih sebesar 220 °C dan titik leleh sebesar 43 °C. Kelarutan dalam air sebesar 2,7 gram / 100 mL air pada suhu 20 °C. *p*-Klorofenol lebih asam yang memiliki pKa 9,38 dibandingkan fenol (pKa 10) karena memiliki gugus penarik elektron sehingga mudah melepaskan H<sup>+</sup>.



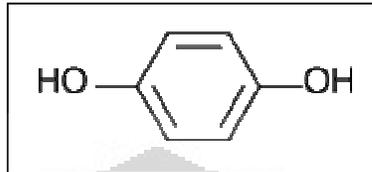
**Gambar 2.7.** Struktur *p*-klorofenol

## 2.8. Hidroquinon<sup>24</sup>

Hidroquinon atau 1,4 Benzendiol memiliki rumus molekul C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>. Senyawanya berbentuk padatan putih. Hidroquinon digunakan sebagai agen pereduksi dan pemutih kulit.

Hidroquinon memiliki titik leleh 172°C dan titik didih 287 °C . Kelarutan dalam air sebesar 7 gram / 100 ml air. Hidroquinon memiliki LD<sub>50</sub> 320 mg/kg pada tikus. Karena penggunaannya sebagai pemutih kulit hidroquinon mudah masuk kedalam tubuh melalui kulit. Kestabilan hidroquinon dipengaruhi oleh adanya udara dan cahaya. Hidroquinon dapat teroksidasi menjadi benzoquinon. Untuk menjadi basa konjugasinya hidroquinon dapat melepas salah satu H<sup>+</sup> pada gugus-gugus OH nya atau kedua-duanya. Hidroquinon (pKa) kurang asam dibanding fenol (pKa 10)

karena memiliki gugus pendorong elektron pada posisi para, sehingga ion  $H^+$  pada salah satu gugus OH menjadi sulit dilepas.



**Gambar 2.8.** Struktur hidroquinon

### 2.9. Spektroskopi inframerah (FTIR)<sup>25,26</sup>

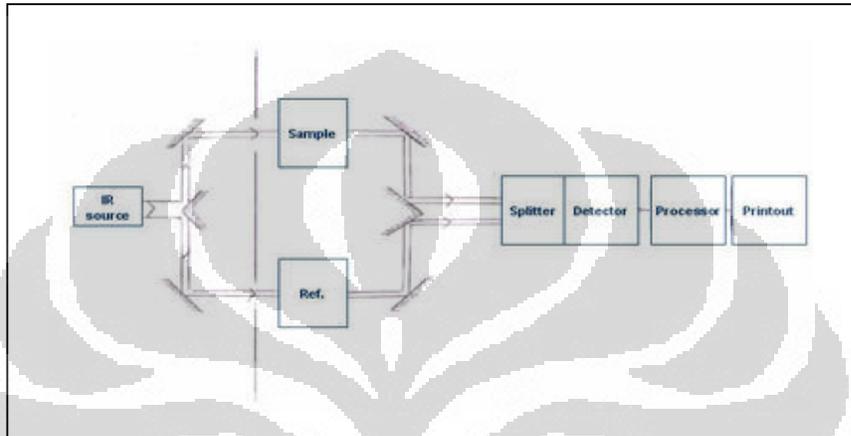
Spektroskopi merupakan cabang ilmu yang mempelajari interaksi antara materi dengan gelombang elektromagnetik. Struktur materi dapat dijelaskan dengan cara mengenali sifat radiasi elektromagnetik serta mempelajari interaksi yang terjadi. Materi memiliki tiga jenis energi dalam, antara lain energi rotasi, energi vibrasi, serta energi elektronik.

Spektroskopi inframerah digunakan untuk menentukan gugus fungsi suatu senyawa. Penyerapan radiasi inframerah terbatas pada daerah transisi dengan perbedaan tingkat energi yang kecil, yaitu pada tingkat vibrasi dan tingkat rotasi.

Berdasarkan letak relatif terhadap spektrum tampak, spektrum inframerah dapat dibedakan menjadi tiga daerah, yaitu:

1. *Far IR*, terletak pada 400 hingga  $10\text{ cm}^{-1}$ , digunakan dalam spektroskopi *microwave*.

2. *Mid IR*, terletak pada 4.000 hingga 400  $\text{cm}^{-1}$ , digunakan dalam studi vibrasi dan rotasi fundamental molekul.
3. *Near IR*, terletak pada 14.000 hingga 4.000  $\text{cm}^{-1}$ , digunakan dalam studi vibrasi harmonis dan *overtone*.



**Gambar 2.9.** Skema spektrofotometer inframerah<sup>26</sup>

Suatu molekul yang menyerap radiasi inframerah akan mengalami perubahan tingkat energi vibrasi atau rotasi. Spektrum yang dihasilkan umumnya rumit serta mempunyai pita-pita serapan yang sangat sempit dan khas untuk setiap senyawa. Spektrum inframerah merupakan kurva aluran %T sebagai ordinat terhadap bilangan gelombang sebagai absis.

Spektrofotometer inframerah (lihat **Gambar 2.9**) terdiri dari lima komponen pokok, yaitu sumber sinar (*Nernst Glower*, *glowbar* dari silikon karbida atau kawat nikrom), tempat sampel, monokromator (menggunakan kisi pendispersi atau prisma yang dibuat dari NaCl, KBr, CsBr, dan LiF), detektor, dan rekorder.

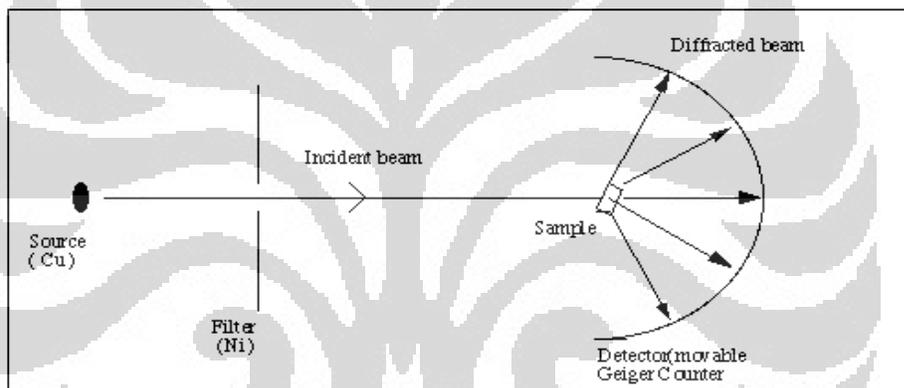
## 2.10. Difraksi sinar-X (XRD)<sup>27,28,29</sup>

Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang  $1 \text{ \AA}$  ( $10^{-10} \text{ m}$ ) yang dapat didifraksikan. Panjang gelombang sinar-X sama dengan ukuran sebuah atom. Spektrum sinar-X terletak antara sinar- $\gamma$  dengan sinar ultraviolet. Sinar-X ditemukan pada tahun 1895 dan digunakan untuk mempelajari struktur kristal hingga tingkat atomik.

Setiap padatan kristal mempunyai pola serbuk sinar-X yang khas. Pola ini merupakan *fingerprint* dalam mengidentifikasi kristal. Setelah diidentifikasi, struktur kristal dapat ditentukan dengan kristalografi sinar-X. Kristalografi sinar-X digunakan untuk mempelajari susunan atom dalam struktur kristal, menentukan jarak antaratom, serta sudut yang dibentuk antaratom.

Metode serbuk difraksi sinar-X (XRD) merupakan salah satu teknik primer yang digunakan ahli mineral dan ahli kimia zat padat untuk mempelajari sifat fisika dan kimia material yang belum dikenal. Teknik ini dilakukan dengan menempatkan cuplikan materi yang ingin dipelajari pada wadah sampel. Radiasi sinar-X pada panjang gelombang tertentu ditembakkan pada sampel. Intensitas radiasi hasil difraksi dicatat oleh goniometer. Data yang diperoleh adalah intensitas ( $I$ ) terhadap sudut difraksi (dua *tetha*). Analisis difraktogram dilakukan untuk menentukan *interatom spacing* ( $d$ ) melalui pencocokan dengan *database*. Perubahan pada lebar puncak atau posisi puncak menentukan ukuran, kemurnian, serta tekstur kristal.

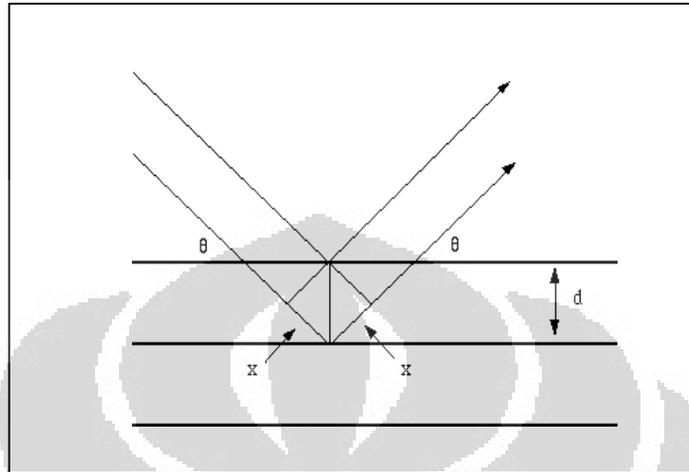
Instrumen XRD (lihat **Gambar 2.10**) terdiri dari sumber sinar-X, sampel yang ingin diteliti, serta detektor untuk menangkap sinar-X yang didifraksikan. Sumber radiasi sinar-X yang digunakan berasal dari hasil emisi logam Cu yang khas pada panjang gelombang 1,5418 Å. Saat sinar datang menembak bubuk sampel, difraksi akan muncul ke segala arah (dua *tetha*). Hasil difraksi tersebut dideteksi oleh detektor. Umumnya dua *tetha* diatur pada 5 sampai 70 derajat dengan kecepatan *scan* dua derajat per menit.



**Gambar 2.10.** Skema difraktometer serbuk sinar-X<sup>27</sup>

Max von Laude menyatakan bahwa kristal dapat digunakan sebagai kisi tiga dimensi untuk difraksi radiasi elektromagnetik. Ketika radiasi elektromagnetik melewati suatu materi, terjadi interaksi dengan elektron pada atom dan dihamburkan ke segala arah (lihat **Gambar 2.11**). Untuk beberapa arah, gelombang berada dalam satu fasa dan saling memperkuat satu sama lain, sehingga terjadi interferensi konstruktif.

Sementara itu, sebagian gelombang tidak dalam satu fase dan saling meniadakan, sehingga terjadi interferensi destruktif.



**Gambar 2.11.** Difraksi sinar-X dari dua bidang atom pada suatu padatan<sup>27</sup>

Interferensi konstruktif bergantung pada jarak antar bidang ( $d$ ) dan besar sudut difraksi ( $\theta$ ). Interferensi konstruktif memenuhi hukum Bragg yang dinyatakan dalam persamaan berikut.

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

### 2.11. Spektroskopi UV-Vis<sup>30,31</sup>

Molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-Vis karena mengandung elektron yang dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Spektrofotometer UV-Vis dapat membaca transisi pada panjang gelombang antara 190-1000 nm. Berdasarkan hukum Lambert-Beer, absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi, sesuai persamaan:

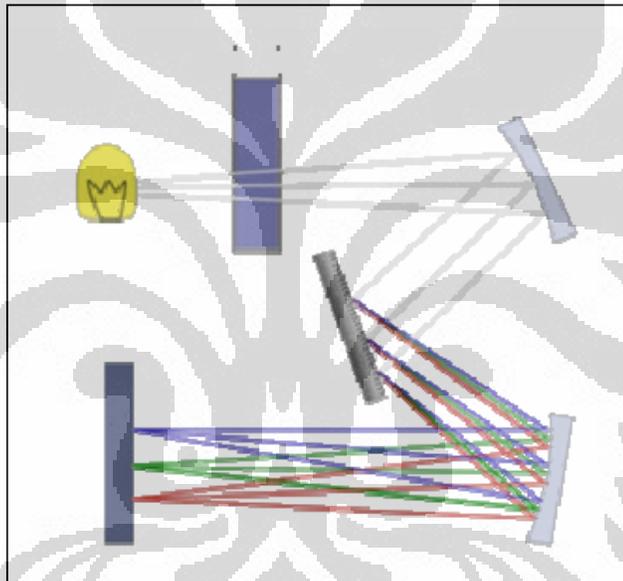
$$A = \mathcal{E} \cdot b \cdot C$$

$$A = a \cdot b \cdot C$$

A = absorbansi;  $\mathcal{E}$  = absorptivitas molar; a = absorptivitas;

C = konsentrasi; b = tebal kuvet

Radiasi yang ditembakkan pada suatu sampel ada yang diserap dan ada yang diteruskan. Logaritma daya radiasi yang diserap per daya radiasi yang diteruskan merupakan nilai absorbansi.

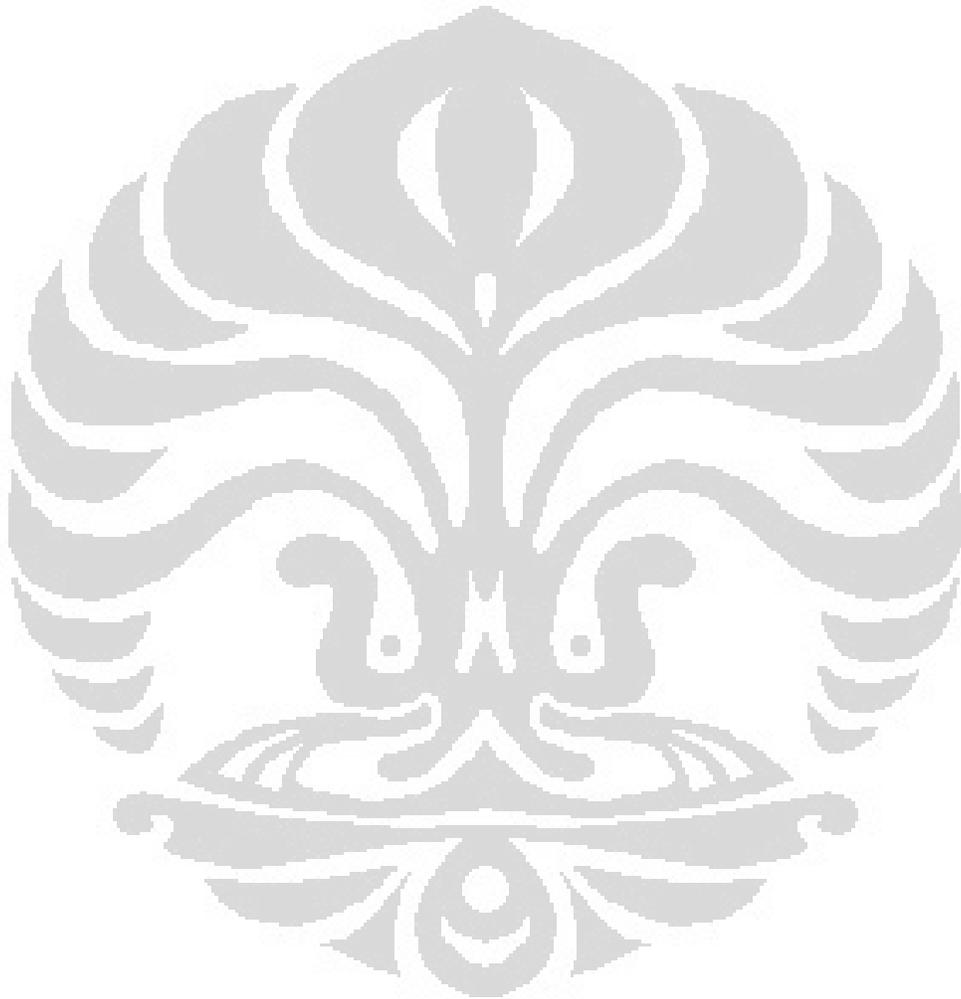


**Gambar 2.12.** Spektrofotometer UV-Vis

Bila molekul menyerap dalam daerah tampak dan UV, elektron valensi atau ikatan akan naik ke tingkat energi yang lebih tinggi, disertai dengan eksitasi vibrasi dan rotasi.

Penggunaan utama spektrofotometer UV-Vis, yang bergantung pada transisi antara level energi elektronik, yaitu mengidentifikasi sistem elektron  $\pi$  terkonjugasi. Energi yang dibutuhkan untuk memindahkan

elektron dari suatu keadaan standar kekeadaan lain berada pada spektrum elektromagnetik antara visible dan ultraviolet.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Alat dan Bahan

##### 3.1.1. Alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain alat-alat gelas yang biasanya digunakan di laboratorium, mortar, pH meter, sonikator, *magnetic stirrer*, neraca analitik, *sentrifuge*, dan oven.

##### 3.1.2. Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bentonit alam dari daerah Tapanuli, bentonit sintesis (*Bentonil<sup>®</sup> API Grade* produksi PT Süd-Chemie Bogor, Indonesia), natrium asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), asam klorida ( $\text{HCl}$ ), *aquadest*, tembaga sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ), etilendiamina, surfaktan heksadesiltrimetilamonium bromida (HDTMABr), hidroquinon dan p-klorofenol.

##### 3.1.3. Alat Uji

Alat uji yang digunakan untuk analisa dan karakterisasi adalah XRD, FTIR, dan UV-Vis .

## **3.2. Metode Kerja**

### **3.2.1. Preparasi Bentonit**

Bentonit alam tapanuli (Ca-bentonit) dan bentonit komersial (Na-Bentonit) dihaluskan dengan cara digerus dengan menggunakan lumpang dan mortar. Bentonit kemudian dipanaskan di dalam oven suhu 105 °C selama 2 jam.

### **3.2.2. Eliminasi Karbonat**

Sebanyak 20,00 gram bentonit alam maupun bentonit komersil didispersikan ke dalam 40 mL *buffer* asetat pH = 4,80. Campuran tersebut diaduk sampai gelembung gas CO<sub>2</sub> yang merupakan indikasi karbonat tidak lagi tampak. Endapan dipisahkan dari suspensi dengan sentrifugasi. Filtrat dibuang dan endapan ditampung untuk tahap berikutnya.

### **3.2.3. Penentuan Kapasitas Tukar Kation (KTK)**

Sebanyak 1,5025 gram etilendiamina dilarutkan dengan aquades dalam 25 mL labu ukur dan 3,99 gram CuSO<sub>4</sub> dilarutkan dengan aquades didalam 25 mL labu ukur. Pembentukan kompleks [Cu[(en)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> dilakukan dengan cara menambahkan 10 mL CuSO<sub>4</sub> kedalam 20,5 mL

etilendiamina. Campuran tersebut lalu diencerkan dalam labu ukur 1 liter sehingga membentuk 0,01 M  $\text{Cu}[(\text{en})_2]^{2+}$ .

Tahapan penentuan KTK adalah sbb :

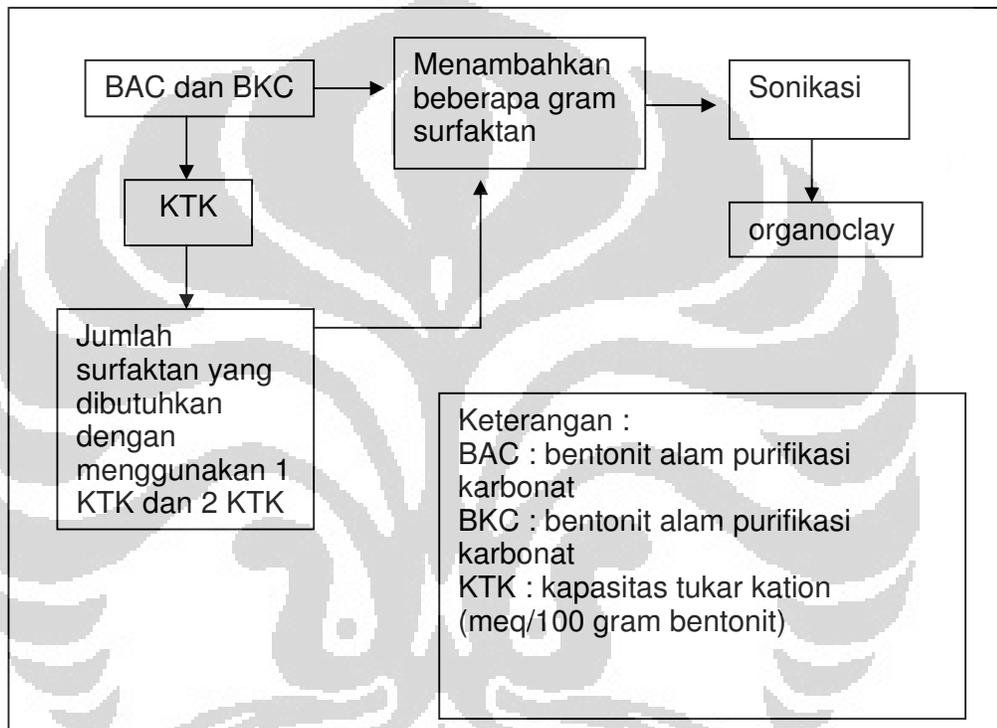
1. Mencampurkan 0,1 gram bentonit dengan 8 mL larutan kompleks 0,01 M  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$ .
2. Mengencerkan campuran tersebut dengan menambahkan 17 mL air.
3. Campuran tersebut distirer selama 30 menit dan disentrifugasi selama 10 menit.
4. Sebanyak 3 mL dari supernatannya dipindahkan ke kuvet dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang  $\lambda = 546 \text{ nm}$  dengan spektrofotometer UV-Vis.

#### **3.2.4. Sintesis *Organoclay***

Sebanyak 5 gram bentonit yang sudah dipurifikasi didispersikan dalam 400 mL aquades dan distirer selama 30 menit. Jumlah surfaktan HDTMABr yang dibutuhkan untuk bentonit alam adalah 1,055 gram (menggunakan 1 KTK = 57,90 meq/100 gram bentonit berdasarkan percobaan subbab 3.2.3 ) sedangkan untuk bentonit komersil surfaktan HDTMABr yang dibutuhkan sebesar 1,338 gram (menggunakan 1 KTK = 73,45 meq/100 gram bentonit berdasarkan percobaan subbab 3.2.3 ) masing-masing dilarutkan dalam 100 mL aquades dan ditambahkan secara perlahan kedalam suspensi bentonit. Campuran diultrasonik pada

suhu 60°C selama 30 menit. *Organoclay* dipisahkan dengan cara disentrifugasi dan dioven pada suhu 60°C selama 8 jam.

Sintesis organoclay ini dilakukan juga untuk surfaktan HDTMABr dengan menggunakan jumlah surfaktan 2 kali dari semula baik bentonit alam maupun komersil. *Organoclay* diuji dengan XRD dan FTIR.



**Gambar 3.1.** Diagram pembuatan organoclay

### 3.2.5. Uji Aplikasi *Organoclay* Sebagai Absorben

#### 3.2.5.1. Pembuatan Larutan Hidroquinon

Membuat larutan standar hidroquinon dengan konsentrasi 1 ppm, 6 ppm, 11 ppm, 16 ppm dan 21 ppm dari larutan induk 100 ppm. Lima

larutan standar ini diukur absorbansinya untuk mengetahui deret standar dan persamaannya. Larutan hidroquinon dengan konsentrasi 17,55 ppm (0,159 mmol/L) disiapkan untuk aplikasi *organoclay* sebagai adsorben.

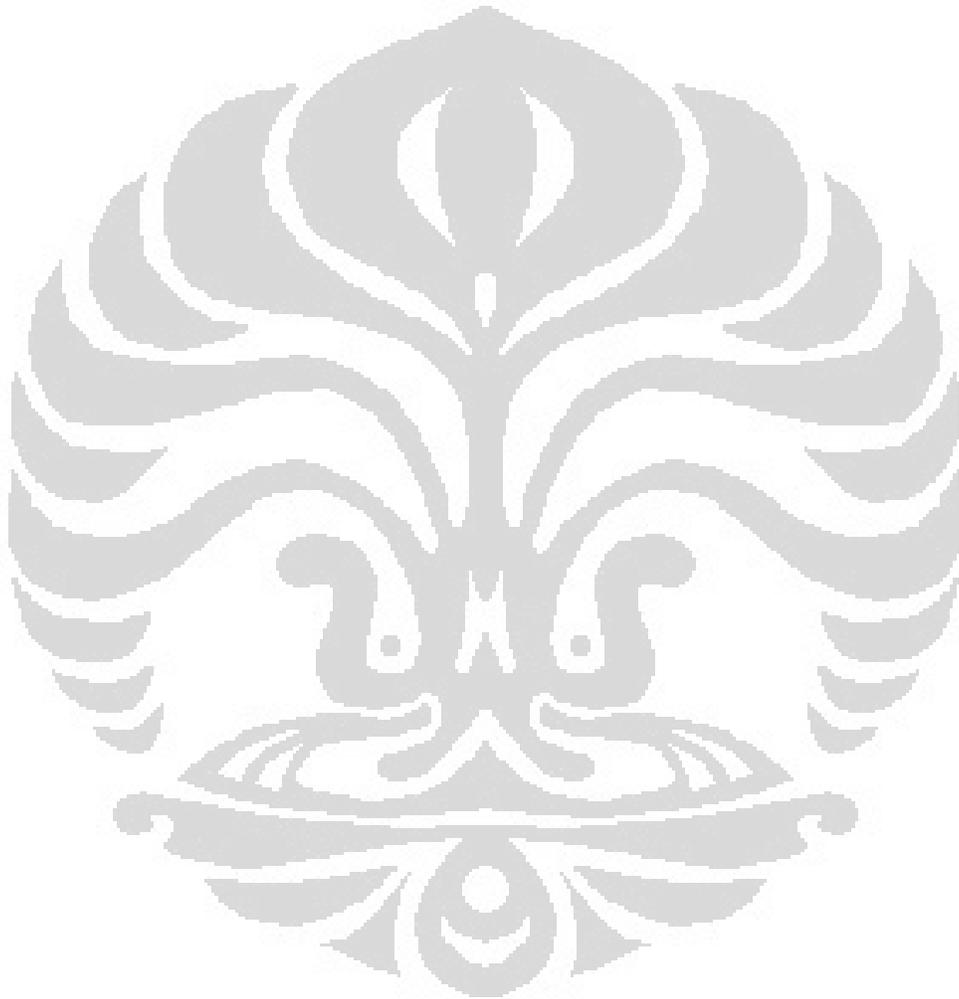
### 3.2.5.2. Pembuatan Larutan *p*-Klorofenol

Membuat larutan standar *p*-klorofenol dengan konsentrasi 1 ppm, 7 ppm, 13 ppm, 19 ppm dan 35 ppm dari larutan induk 100 ppm. Lima larutan standar ini diukur absorbansinya untuk mengetahui deret standar dan persamaannya. Larutan *p*-klorofenol dengan konsentrasi 20,44 ppm (0,159 mmol/L) disiapkan untuk aplikasi *organoclay* sebagai adsorben.

### 3.2.5.3. Uji Aplikasi

Sebanyak 0,5 gram *organoclay* alam (OA-1KTK) dan *organoclay* komersil (OK-1KTK) didispersikan dalam 25 mL larutan hidroquinon dan *p*-klorofenol masing-masing 17,55 ppm dan 20,44 ppm. Setiap campuran kemudian diuji dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Untuk setiap waktu uji campuran distirrer selama setengah dari waktu uji, sedangkan pada sisa waktu yang tersedia campuran dibiarkan tanpa distirrer. Jadi, untuk waktu uji 30 menit, campuran distirrer selama 15 menit dan didiamkan selama 15 menit, untuk waktu uji 1 jam, campuran distirrer selama 30 menit dan didiamkan selama 30 menit, begitu pula untuk waktu uji yang lain.

Campuran kemudian disaring, dan setiap filtrat diuji kadar hidroquinon dan *p*-klorofenol yang masih terdapat dalam larutan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, sedangkan *organoclay* yang telah digunakan untuk aplikasi dikarakterisasi dengan FT-IR.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Purifikasi Karbonat

Purifikasi Bentonit dengan metode Tributh Lagaly meliputi purifikasi karbonat, purifikasi oksida besi dan purifikasi material organik<sup>32</sup>. Tujuan dari purifikasi ini adalah untuk menghilangkan pengotor. Pada penelitian ini hanya dilakukan purifikasi karbonat karena pada penelitian sebelumnya purifikasi oksida besi dan purifikasi material organik dapat menurunkan kestabilan kerangka mineral smektit. Purifikasi karbonat sedikit menurunkan kadar smektit dibanding purifikasi oksida besi dan material organik<sup>33</sup>.

Purifikasi karbonat bertujuan untuk menghilangkan senyawa karbonat yang dapat mengganggu dalam penentuan kapasitas pertukaran kation. Purifikasi karbonat dilakukan dengan menambahkan buffer asetat pH = 4,8 kedalam 20 gram bentonit. Fungsi penambahan buffer asetat adalah sebagai pemberi suasana asam tanpa merusak struktur bentonit. Pada saat pengadukan campuran, timbul gelembung gas CO<sub>2</sub>. Pengadukan ini bertujuan agar terbentuk gas CO<sub>2</sub> sesuai dengan persamaan reaksi :



Pengadukan campuran dilakukan sampai tidak terbentuk gas CO<sub>2</sub> dalam campuran. Campuran kemudian dicuci dengan aquades untuk menghilangkan sisa asam yang masih terdapat dalam bentonit.

## 4.2. Penentuan Kapasitas Tukar Kation (KTK) lempung

Penentuan KTK bertujuan untuk mengetahui jumlah surfaktan kationik yang dapat mengisi *interlayer* lempung. Penentuan Kapasitas Pertukaran kation (KTK) bentonit alam (BA), bentonit komersil (BK), bentonit alam purifikasi karbonat (BAC), dan bentonit komersil purifikasi karbonat (BKC) ditentukan dengan metode yang dilakukan Bergaya dan Vayer pada tahun 1997<sup>19</sup>. Metode ini menggunakan ion kompleks  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  yang akan dipertukarkan dengan kation-kation yang berada dalam *interlayer* bentonit. Penentuan KTK dengan menggunakan ion kompleks  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  tidak dapat digunakan apabila pH bentonit yang terdispersi terlalu rendah.

Pada penambahan larutan ion kompleks  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  kedalam bentonit, campuran tersebut distirer selama 30 menit. Tujuannya agar ion kompleks  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  dapat masuk menggantikan ion  $\text{Ca}^{2+}$  pada Ca-bentonit atau  $\text{Na}^+$  pada Na-bentonit didalam ruang *interlayer* bentonit. Kemudian campuran tersebut disentrifugasi selama 10 menit agar endapan dan filtratnya dapat dipisahkan. Sebanyak 3 ml filtrat  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  diukur dengan spektrofotometer UV-Vis untuk ditentukan absorbansinya. Absorbansi yang didapat merupakan absorbansi ion kompleks  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  yang tidak dipertukarkan oleh ion-ion tersebut dalam *interlayer*.

Perhitungan KTK bentonit dapat dilihat pada Lampiran 1 Data nilai KTK pada masing-masing bentonit dapat dilihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4.1.** Nilai KTK pada masing-masing bentonit

Bentonit	pH	Nilai KTK (mek/100gram bentonit)
BA	7,79	60,2367
BK	7,93	78,2891
BAC	7,62	57,9045
BKC	7,99	73,4521

Dari Tabel 4.1 Dapat dilihat bahwa bentonit yang telah dipurifikasi mengalami penurunan kapasitas tukar kation. Hal ini terjadi akibat kation-kation yang terikat dengan karbonat ikut larut pada saat purifikasi karbonat sehingga kation-kation tersebut tidak dapat dipertukarkan oleh ion  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$ . Pada penelitian sebelumnya, penentuan kapasitas tukar kation pada bentonit alam dan komersil menggunakan metode TEA-BaCl<sub>2</sub>. Hasil yang diperoleh pada masing-masing bentonit alam dan komersil adalah 40,06 meq/100 gram bentonit dan 32,65 meq/100 gram bentonit. Perbedaan hasil kapasitas tukar kation dengan menggunakan ion  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  sekitar 1,5 kali (bentonit alam) dan 2,5 kali (bentonit komersil) dari hasil yang didapat melalui metode TEA-BaCl<sub>2</sub>. Hal ini disebabkan penggunaan metode dan perlakuan yang berbeda pada bentonit.

#### **4.3. Sintesis *Organoclay***

Proses pembuatan *organoclay* pada penelitian ini melalui metode

ultrasonik seperti yang telah dikembangkan oleh Yun Fei pada tahun 2005<sup>2</sup>. Bentonit yang akan dimodifikasi adalah bentonit yang telah dipurifikasi karbonat karena kadar smektit masih tinggi dibanding purifikasi besi dan material organik.

Pembentuk *organoclay* menggunakan surfaktan kationik jenis ammonium kwartener yang memiliki hidrokarbon rantai panjang. Surfaktan yang digunakan adalah heksadesiltrimetilamonium bromida (HDTMA-Br). Pada amina kwartener,  $R-N(CH_3)_3^+$  tidak memiliki ikatan hidrogen dengan air. Akibatnya, pergerakan amina kwartener menjadi lebih tinggi dibanding pada amina primer, amina sekunder maupun amina tersier. Amina kwartener merupakan gugus hidrofilik yang akan bertindak sebagai kation yang akan mengganti kation  $Ca^{2+}$  atau  $Na^+$  pada *interlayer*, sedangkan pada rantai alkil yang panjang merupakan bagian hidrofobik yang akan mengubah sifat bentonit menjadi organofilik.

Bentonit yang akan dimodifikasi terlebih dahulu ditambahkan dengan aquades dan distirer untuk membuka ruang pada *basal spacing* sehingga surfaktan yang ditambahkan secara perlahan-lahan akan mudah masuk menggantikan kation  $Ca^{2+}$  atau  $Na^+$  pada *interlayer*. Selanjutnya campuran tersebut disonikasi selama 30 menit pada suhu  $60^{\circ}C$  agar mempercepat pembentukan *organoclay* dengan cara memecahkan agregat (gumpalan) interlayer-interlayer yang mengumpul. Campuran kemudian disaring untuk mendapatkan endapan *organoclay*.

Pita serapan khas surfaktan HDTMA-Br hasil analisis FTIR (Lampiran 2) dapat dilihat pada Tabel 4.2

**Tabel 4.2.** Pita serapan khas pada surfaktan HDTMA-Br<sup>34</sup>

Gugus fungsi dan vibrasi yang terjadi	Bilangan gelombang surfaktan (cm <sup>-1</sup> )	Bilangan gelombang literatur (cm <sup>-1</sup> )
CH <sub>2</sub> uluran antisimetri	2919,02	2920
CH <sub>2</sub> uluran simetri	2850,56	2850
CH <sub>2</sub> guntingan	1473,62	1473-1463
	1463,53	
CH <sub>2</sub> <i>rocking</i>	730,53	730-720
	719,65	

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pita serapan yang muncul pada surfaktan merupakan serapan khas rantai karbon, seperti uluran simetri, uluran antisimetri, guntingan, serta *rocking* yang dimiliki molekul surfaktan dapat digunakan dalam mempelajari pembentukan *organoclay*.

Untuk mengetahui pengaruh jumlah surfaktan terhadap perubahan *basal spacing* pada setiap *organoclay* dilakukan variasi konsentrasi surfaktan, yaitu 1,0 kali KTK (massa surfaktan sebesar 1,055 gram untuk bentonit alam dan 1,338 gram untuk bentonit komersil) dan 2,0 kali KTK (massa surfaktan sebesar 2,110 gram untuk bentonit alam dan 2,676 gram untuk bentonit komersil). Bentonit yang akan dimodifikasi terlebih dahulu diberi label OA-1 KTK (*organoclay* alam menggunakan 1 KTK), OA-2 KTK (*organoclay* alam menggunakan 2 KTK), OK-1 KTK (*organoclay* komersil menggunakan 1 KTK), dan OK-2 KTK (*organoclay* komersil menggunakan 2 KTK).

Tabel 4.3 merangkum perubahan *basal spacing* (d) pada setiap *organoclay*

**Tabel 4.3.** Jarak *Basal spacing Organoclay*

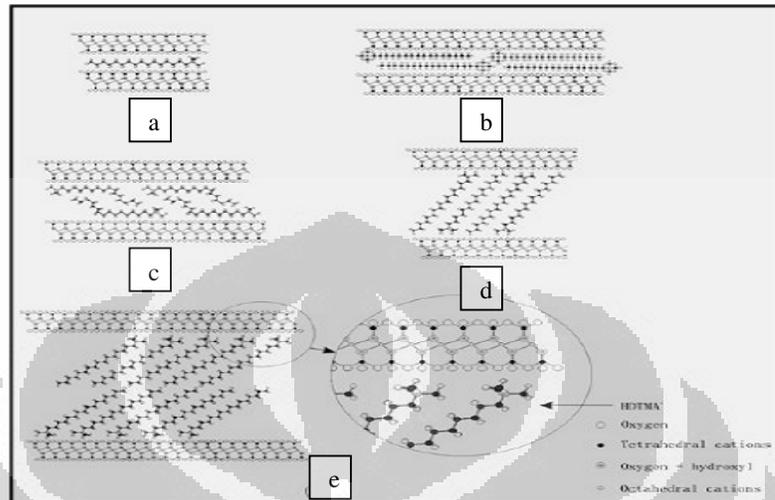
<b>Organoclay</b>	<b>2<math>\theta</math></b>	<b>d (Å)</b>	<b>Orientasi Surfaktan</b>
BAC	5,544	15,92900	<i>Tanpa surfaktan</i>
OA-1,0KTK	4.686	18,84254	<i>Bilayer</i>
OA-2,0KTK	4,533	19,47850	<i>Bilayer</i>
BKC	5,529	15.96997	<i>Tanpa surfaktan</i>
OK-1,0KTK	4,725	18,68816	<i>Bilayer</i>
OK-2,0KTK	4,556	19,37995	<i>Bilayer</i>

Dari Tabel 4.3 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi surfaktan yang digunakan maka jarak *basal spacing* akan semakin besar.

Berdasarkan literatur<sup>2,35,36</sup>, peningkatan *basal spacing* kemungkinan disebabkan oleh peningkatan jumlah surfaktan yang mengisi *interlayer* lempung. Hal ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya<sup>33</sup>.

Penentuan orientasi surfaktan pada *interlayer* dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh Hongping He pada tahun 2006<sup>37</sup>. Dalam data tersebut diperoleh informasi bahwa ketebalan lapisan tunggal TOT *montmorillonite* adalah 9,70 Å dan lebar gugus kepala HDTMA<sup>+</sup> adalah 6,1 Å. Dari data XRD diperoleh jarak *basal spacing* OA-1KTK, OA-2KTK, OK-1KTK dan OK-2KTK masing-masing sebesar 18,84254 Å, 19,47850 Å, 18,68816 Å dan 19,37995 Å Berdasarkan literatur<sup>2,35,36</sup> molekul surfaktan telah mengisi ruang *interlayer* membentuk lapisan *bilayer*. (Lampiran 3)

Gambar 4.1 memperlihatkan jenis orientasi surfaktan dalam *interlayer organoclay*.<sup>37</sup>



**Gambar 4.1.** Jenis orientasi surfaktan dalam bentonit

Gambar 4.1.a merupakan orientasi surfaktan monolayer. Gambar 4.1.b adalah bentuk bilayer. Gambar 4.1.c menampilkan bentuk pseudotrilayer. Gambar 4.1.d adalah bentuk dari parafin monolayer sedangkan Gambar 4.1.e merupakan bentuk dari parafin bilayer.

Masuknya surfaktan kationik kedalam interlayer bentonit mengakibatkan terjadinya interaksi antara bagian kepala surfaktan dengan bagian permukaan silikat. Interaksi ini merupakan interaksi elektrostatik antara muatan negatif permukaan clay dengan muatan positif gugus kepala surfaktan. Namun, rantai alkil pada surfaktan yang bersifat hidrofobik akan mengalami gaya tolakan dengan permukaan clay yang hidrofilik, sehingga memungkinkan terjadinya perubahan orientasi surfaktan<sup>34</sup>.

Berdasarkan laporan Yunfei Xi (2005)<sup>2</sup> dan Hongping He (2005)<sup>38</sup>, terdapat tiga cara molekular surfaktan kationik masuk kedalam bentonit, yaitu :

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

Dari data XRD dapat dilihat pola puncak khas *montmorillonite*.

Puncak khas *montmorillonite* bentonit alam terjadi pada  $2\theta = 5,544$ ;  $2\theta = 19,797$ ;  $2\theta = 34,769$  dengan jarak *basal spacing* sebesar  $15,92900 \text{ \AA}^{34}$  (Lampiran 4) sedangkan pada bentonit komersial puncak khas *montmorillonite* terjadi pada  $2\theta = 5,529$ ;  $2\theta = 19,824$ ;  $2\theta = 35,077$  dengan jarak *basal spacing* sebesar  $15,96997 \text{ \AA}^{34}$  (Lampiran 5). Untuk OA-1KTK, puncak khas *montmorillonite* terjadi pada  $2\theta = 4,686$ ; dengan jarak *basal spacing*  $18,84254 \text{ \AA}$  (Lampiran 6). Pada OA-2KTK, puncak khas *montmorillonite* terdapat pada  $2\theta = 4,533$  sementara jarak *basal spacing*  $19,47850 \text{ \AA}$  (Lampiran 7). Puncak khas *montmorillonite* pada OK-1KTK adalah  $2\theta = 4,725$  dengan jarak *basal spacing*  $18,68816 \text{ \AA}$  (Lampiran 8) sedangkan pada OK-2KTK puncak khas *montmorillonite* pada  $2\theta = 4,556$  sementara jarak *basal spacing*  $19,37995 \text{ \AA}$  (Lampiran 9). Jika dibandingkan bentonit alam, OA-1KTK dan OA-2KTK memiliki perubahan *basal spacing* yang lebih besar dan terjadi pergeseran puncak khas *montmorillonite*, sama halnya pada bentonit komersil dengan OK-

1KTK dan OK-2KTK. Perubahan *basal spacing* dan pergeseran puncak khas *montmorillonite* membuktikan bahwa telah terjadinya interkalasi surfaktan pada bentonit

Pada Lampiran 10 memperlihatkan pola spektra FTIR bentonit alam dan Lampiran 11 memperlihatkan pola spektra FTIR bentonit komersil. Kedua bentonit ini memiliki kesamaan pola spektra FTIR dan pita serapan.

**Tabel 4.4.** pita serapan yang khas pada bentonit alam dan bentonit komersil.<sup>34</sup>

Gugus fungsi dan vibrasi yang terjadi	Bilangan gelombang <i>organoclay</i> (cm <sup>-1</sup> )	
	bentonit alam	bentonit komersil
[Fe <sup>2+</sup> ] <sub>3</sub> -O-H uluran	3628,58	3628,37
H-O-H <i>hydrogen bonded water</i>	3428,90	3434,92
Materi organic	2919,53	2360,69
	2850,94	2342,80
	2392,48	
	2349,79	
H-O-H deformasi	1639,32	1635,91
Si-O uluran	1040,28	1035,88
Al-Al-O-H deformasi	913,00	913,41
Fe <sup>3+</sup> -Mg-O-H deformasi	795,95	795,49
Al-Fe <sup>3+</sup> -O-H deformasi	837,34	837,36
Si-O tekukan	532,12	520,44

Untuk memperkuat bahwa surfaktan telah masuk kedalam *interlayer* bentonit, pada Lampiran 12 dan Lampiran 13 memperlihatkan pola spektra OA-1KTK dan OA-2KTK. Adanya pita-pita serapan khas surfaktan pada bilangan gelombang  $2923,05\text{ cm}^{-1}$  dan  $2851,34\text{ cm}^{-1}$  untuk OA-1KTK serta bilangan gelombang  $2919,20\text{ cm}^{-1}$  dan  $2850,59\text{ cm}^{-1}$  pada OA-2KTK merupakan pita serapan vibrasi uluran antisimetri dan simetri  $\text{CH}_2$ . Pada bilangan gelombang  $1472,47$  untuk OA-1KTK dan  $1473,68$  pada OA-2KTK merupakan pita serapan vibrasi gunting  $\text{CH}_2$ .

Lampiran 14 dan Lampiran 15 memperlihatkan pola spektra OK-1KTK dan OK-2KTK. Pola spektra *organoclay* alam terjadi juga pada *organoclay* komersil. Vibrasi ulur simetri dan asimetri  $\text{CH}_2$  muncul pada  $2923,29$  dan  $2851,20\text{ cm}^{-1}$  untuk OK-1KTK serta  $2919,34$  dan  $2850,70\text{ cm}^{-1}$  untuk OK-2KTK dan vibrasi gunting  $\text{CH}_2$  muncul pada  $1473,78\text{ cm}^{-1}$  dan  $1487,93\text{ cm}^{-1}$  masing-masing pada OK-1KTK dan OK-2KTK. Pada daerah sekitar  $1600\text{ cm}^{-1}$  untuk masing-masing *organoclay* alam dan *organoclay* komersil mengalami penurunan intensitas yang mengindikasikan telah terjadi penurunan jumlah molekul air akibat pertukaran kation dengan  $\text{HDTMA}^+$ .

#### 4.4. Aplikasi *Organoclay* Sebagai Absorben

Pada penelitian sebelumnya *organoclay* telah berhasil menyerap fenol dan katekol<sup>39</sup>. *Organoclay* yang digunakan sebagai absorben *p*-klorofenol dan hidroquinon adalah *organoclay* alam 1 KTK dan *organoclay*

komersil 1KTK. Pemilihan ini berdasarkan data XRD bahwa perbedaan basal spasi antara OA dan OK 1KTK dengan OA dan OK 2KTK tidak terlalu besar.

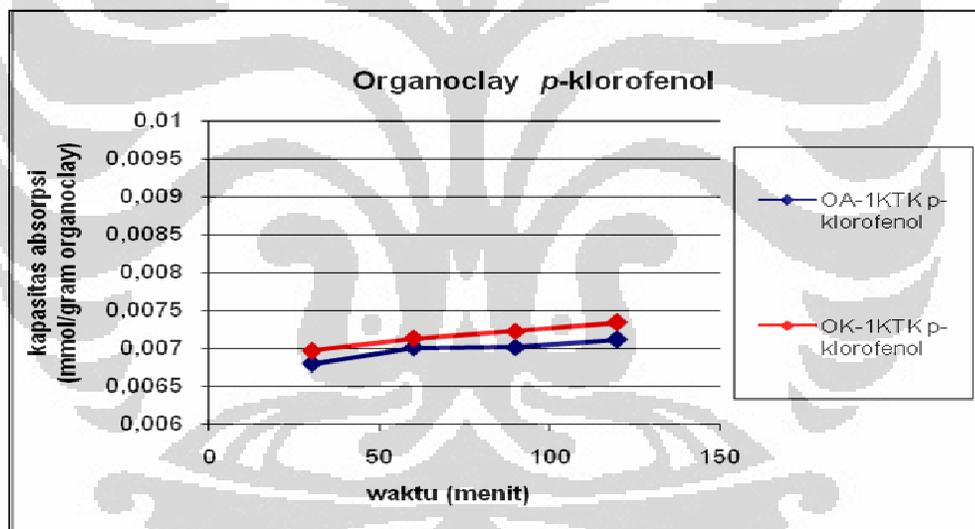
#### 4.4.1. Aplikasi *Organoclay* Sebagai Absorben *p*-Klorofenol

Konsentrasi *p*-klorofenol yang akan diuji sebesar 20,44 ppm. Konsentrasi *p*-klorofenol yang diperbolehkan dalam air sebesar 14 ppm, dalam air laut sebesar 0,4-0,7 ppm<sup>40</sup>. Dengan dasar ini dilakukan aplikasi *organoclay* terhadap *p*-klorofenol sebesar 20,44 ppm.

Sebanyak 0,5 gram *organoclay* alam dan *organoclay* komersil masing-masing ditambahkan 20,44 ppm larutan *p*-klorofenol dengan variasi waktu 30, 60, 90 dan 120 menit<sup>41</sup>. Campuran tersebut distirer agar *p*-klorofenol dapat terserap oleh *organoclay*. Setelah didiamkan, campuran tersebut dipisahkan dan diambil cairannya lalu diukur konsentrasi yang tersisa dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dari data pengukuran terlihat bahwa semakin lama waktu uji, semakin banyak *p*-klorofenol yang terserap.

Lampiran 16 dan Lampiran 17 memperlihatkan hubungan antara konsentrasi akhir *p*-klorofenol yang telah terabsorpsi oleh *organoclay* untuk masing-masing waktu uji. Untuk OA-1KTK yang telah didispersikan pada *p*-klorofenol selama 30 menit mampu menyerap *p*-klorofenol sebesar 0,00679 mmol/gram *organoclay*. Pada waktu uji 60 menit kapasitas absorpsi *p*-klorofenol sebesar 0,00700 mmol/gram *organoclay* dan

kapasitas absorpsi *p*-klorofenol semakin bertambah menjadi 0,00701 dan 0,00711 mmol/gram organoclay pada masing-masing waktu uji 90 dan 120 menit. Pola yang terbentuk secara keseluruhan adalah semakin lama waktu uji, maka semakin banyak *p*-klorofenol yang terserap dalam larutan. Begitu pula pada OK-1KTK yang telah terdispersi *p*-klorofenol untuk waktu uji 30, 60, 90 dan 120 menit, kapasitas absorpsi *p*-klorofenol masing-masing sebesar 0,00696; 0,00712; 0,00723 dan 0,00734 mmol/gram organoclay. Gambar 4.2 memperlihatkan grafik penyerapan *p*-klorofenol dalam satu gram organoclay



**Gambar 4.2.** Grafik penyerapan *p*-klorofenol dalam satu gram organoclay

Penyerapan *p*-klorofenol dapat dilihat pada data spektra FTIR. Lampiran 18 menunjukkan data spektra IR OA-2KTK yang telah didispersikan dalam *p*-klorofenol 20,44 ppm (0,159 mmol/L). Jika dibandingkan dengan spektra IR *organoclay* alam (OA-1KTK, lihat

Lampiran 12) terdapat perbedaan pada puncak serapan  $3400\text{ cm}^{-1}$ . Sebelum didispersikan kedalam *p*-klorofenol, puncak serapan O-H *stretching* dari  $\text{H}_2\text{O}$  pada  $3427,76\text{ cm}^{-1}$  lebih tajam dibandingkan puncak O-H struktural bentonit pada  $3633,50\text{ cm}^{-1}$ . Namun, setelah didispersikan dalam *p*-klorofenol  $20,44\text{ ppm}$  ( $0,159\text{ mmol/L}$ ), terjadi pola spektra yang berbeda. Puncak serapan O-H pada  $3422,71\text{ cm}^{-1}$  mengalami penurunan intensitas dibandingkan organoclay yang belum diujikan. Perbedaan ini terjadi akibat berkurangnya jumlah  $\text{H}_2\text{O}$  yang terdapat dalam *organoclay* yang tersubstitusi oleh molekul *p*-klorofenol sehingga puncak O-H pada  $3422,71\text{ cm}^{-1}$  akan turun.<sup>42</sup>

#### 4.4.2. Aplikasi *Organoclay* Sebagai Absorben Hidroquinon

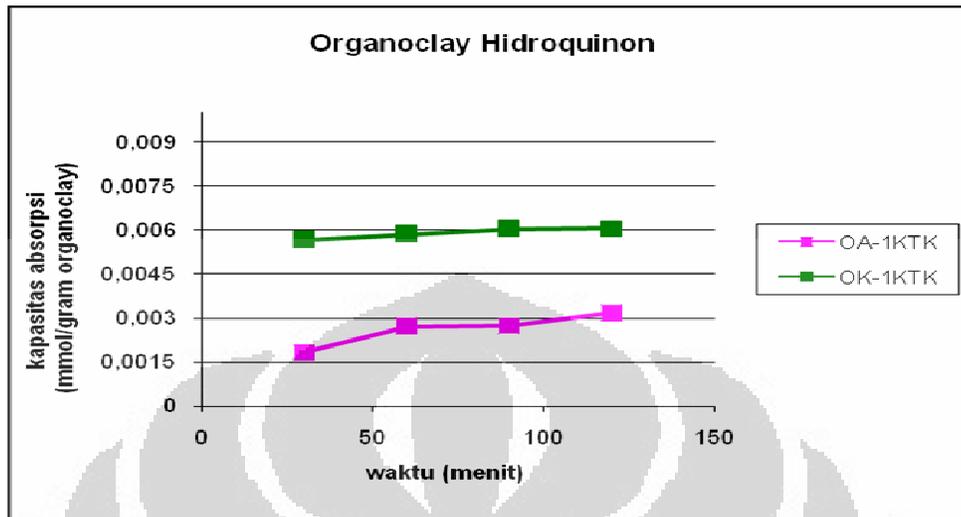
Konsentrasi hidroquinon yang digunakan adalah  $17,55\text{ ppm}$ . Kadar ini setara dengan  $20,44\text{ ppm}$  *p*-klorofenol ( $0,159\text{ mmol/L}$ ). Penyetaraan ini bertujuan untuk melihat pengaruh gugus fungsi yang lain antara *p*-klorofenol dan hidroquinon terhadap penyerapan *organoclay*. Waktu variasi yang digunakan sama seperti pada *p*-klorofenol yaitu  $30,60,90$  dan  $120$  menit. Pada pengukuran dengan spektrofotometer UV-vis terlihat pola yang sama pada waktu uji yang sama.

Lampiran 19 dan Lampiran 20 memperlihatkan hubungan antara konsentrasi akhir hidroquinon yang telah terabsorpsi oleh organoclay untuk masing-masing waktu uji. Untuk OA-1KTK terjadi penyerapan hidroquinon pada waktu uji  $30$  menit sebesar  $0,00183\text{ mmol/gram}$

organoclay dan terus bertambah pada waktu uji 60, 90 dan 120 menit. Pola yang sama diperlihatkan oleh OK-1KTK . Pada waktu uji 30 menit kapasitas absorpsi hidroquinon sebesar 0,00567 mmol/gram organoclay dan pada waktu uji lainnya 60,90 dan 120 menit, kapasitas absorpsi hidroquinon terus bertambah. Dari kedua pola tersebut menunjukkan semakin lama waktu uji semakin bertambah kapasitas absorpsi hidroquinon. Pada waktu uji 90 menit untuk OK-1KTK keadaan grafik semakin landai, hal ini disebabkan penyerapan hidroquinon oleh *organoclay* sudah mencapai kejenuhan. Gambar 4.3

Untuk memperkuat adanya penyerapan hidroquinon oleh *organoclay* pada Lampiran 21 memperlihatkan spektra FTIR *organoclay* yang telah dicampurkan dengan hidroquinon. Pada spektra FTIR OK-1KTK (Lampiran 14) terdapat pita serapan pada bilangan gelombang  $3434,92\text{ cm}^{-1}$  yang masing-masing merupakan O-H struktural dan O-H *stretching*. Perubahan bentuk spektra FTIR terjadi setelah OK-1KTK dicampurkan dengan larutan hidroquinon 17,55 ppm. Penurunan bilangan gelombang pada  $3422,16\text{ cm}^{-1}$  karena adanya pergantian molekul air oleh hidroquinon . Spektra FTIR pada *p*-klorofenol memiliki kemiripan dengan hidroquinon.

Penyerapan pada organoclay komersil lebih baik dibandingkan organoclay alam. Kapasitas tukar kation bentonit komersil lebih besar dibanding bentonit alam, sehingga surfaktan yang masuk menggantikan kation pada interlayer menjadi lebih banyak. Akibatnya organoclay komersil lebih organofilik dibandingkan organoclay alam..



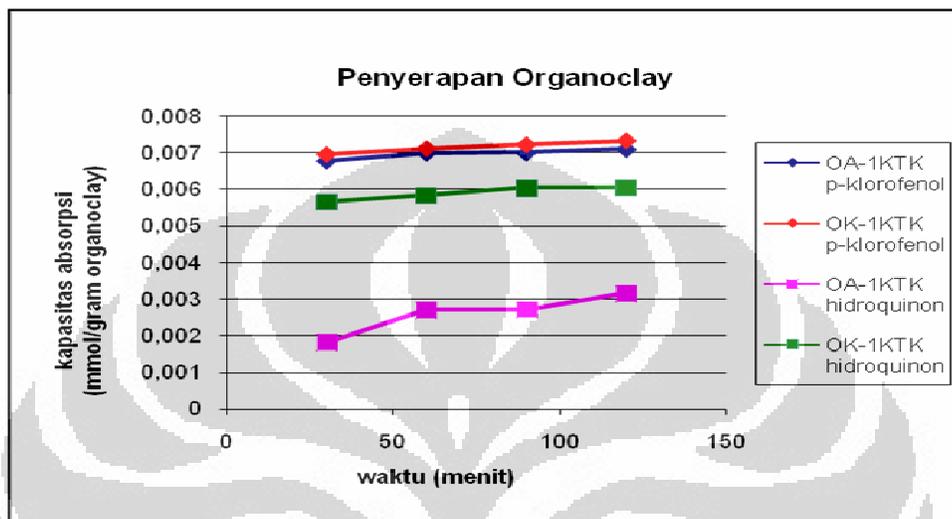
**Gambar 4.3.** Grafik penyerapan hidroquinon dalam satu gram organoclay

Pada Lampiran 19 pengaruh penyerapan *organoclay* terhadap *p*-klorofenol dengan hidroquinon untuk waktu uji yang sama, yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit. Pada menit ke-120 kapasitas absorpsi *p*-klorofenol 2,2 kali lebih banyak dibandingkan hidroquinon pada organoclay alam, sedangkan pada organoclay komersil penyerapan *p*-klorofenol 1,2 kali lebih banyak dibandingkan hidroquinon.

Perbedaan penyerapan ini didasarkan pada perbedaan gugus yang ada pada cincin benzena. *p*-Klorofenol memiliki gugus OH dan Cl pada posisi para, sedangkan hidroquinon memiliki dua gugus OH pada posisi para. Adanya dua gugus OH pada hidroquinon, menyebabkan hidroquinon lebih tertahan dalam air dibandingkan dengan *p*-klorofenol. Hal ini karena kemampuan hidroquinon untuk berikatan hidrogen dengan air menjadi lebih banyak. Pengaruh ikatan hidrogen inilah menyebabkan

hidroquinon lebih sulit terabsorpsi dibandingkan *p*-klorofenol. Dua gugus O-H pada hidroquinon menyebabkan kepolaran hidroquinon meningkat.

Gambar 4.4



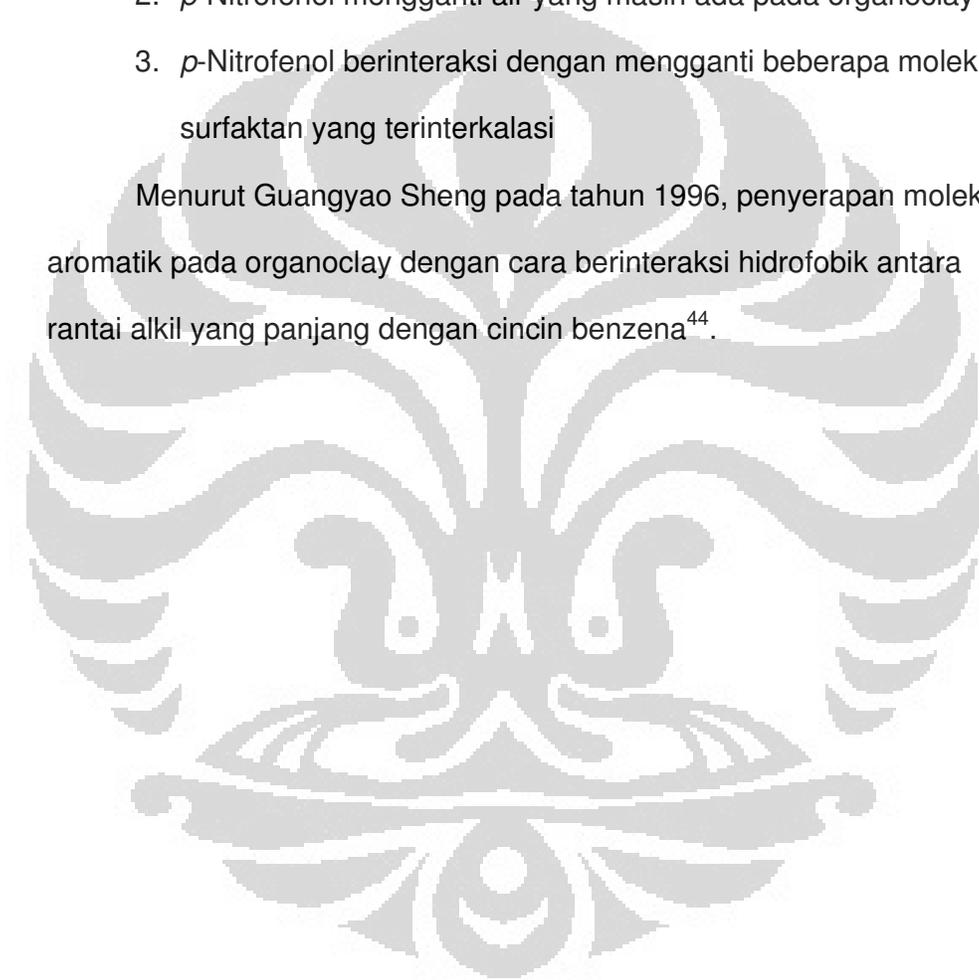
**Gambar 4.4.** Grafik penyerapan *p*-klorofenol dan hidroquinon dalam satu gram organoclay

Pada penelitian sebelumnya, pada organoclay alam dengan menggunakan massa HDTMA-Br 1,460 gram (2 KTK) dan organoclay komersil menggunakan massa HDTMA-Br sebesar 1,189 gram (2 KTK) telah berhasil menyerap fenol (0,159 mmol/L dan katekol (0,159 mmol/L)<sup>39</sup>. Pada menit ke-120 kapasitas absorpsi fenol 1,7 kali lebih banyak dibandingkan katekol pada organoclay alam, sedangkan pada organoclay komersil kapasitas absorpsi fenol 1,6 kali lebih banyak dibandingkan katekol. Pola ini memperlihatkan bahwa semakin banyak gugus OH, semakin sulit terserap oleh organoclay.

Pada tahun 2007 QinZhou dkk melakukan penelitian penyerapan *p*-nitrofenol dengan organoclay HDTMAB<sup>43</sup>. 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<sup>44</sup>.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah :

1. *Organoclay* alam yang disintesis dengan surfaktan 1,055 gram HDTMA-Br (1 KTK) dan 2,110 gram HDTMA-Br (2 KTK) berorientasi *lateral bilayer*, sedangkan pada *organoclay* komersil dengan surfaktan 1,338 gram HDTMA-Br (1 KTK) dan 2,676 gram HDTMA-Br (2 KTK) berorientasi *bilayer*.
2. Adanya pita-pita serapan khas surfaktan pada bentonit menunjukkan telah terjadinya interkalasi surfaktan dalam *interlayer* bentonit.
3. *Organoclay* alam maupun komersil dapat menurunkan konsentrasi *p*-klorofenol dan hidroquinon.
4. Semakin lama waktu kontak antara *organoclay* dengan senyawa organik, semakin banyak senyawa organik tersebut terserap.
5. Penyerapan pada *p*-klorofenol lebih banyak dibandingkan hidroquinon karena ada pengaruh dari ikatan hidrogen.

#### 5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan :

1. Melakukan uji yang sama pada bentonit yang belum dimodifikasi.
2. Melakukan variasi penentuan KTK pada bentonit alam dan komersil

3. Melakukan aplikasi terhadap senyawa turunan fenol yang lain, terutama senyawa turunan fenol pengarah orto, meta, para dan senyawa-senyawa turunan organofosfat.
4. Melakukan uji aplikasi organoclay variasi surfaktan terhadap penyerapan senyawa organik.
5. Melakukan variasi pH agar didapat kondisi optimum penyerapan *organoclay*.



## DAFTAR PUSTAKA

1. [http://www.aquatechnologies.com/info\\_organoclay.html](http://www.aquatechnologies.com/info_organoclay.html). 08 Februari 2007. Pukul 09.11.
2. Yunfei, Xi, Ray L. Frost, He Hongping, Theo Kloprogge, dan Thor Bostrom. 2005. Modification of Wyoming montmorillonite surfaces using a cationic surfactant. *Langmuir*. **21**: 8675-8680.
3. <http://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/index.html>. 22 Februari 2007. Pukul 11.00.
4. <http://www.geoclassroom.com/mineralogy/phyllsilicates.html>. 05 Maret 2007. Pukul 10.40.
5. <http://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-04/html/docs/clays/smc.html>. 22 Februari 2007. Pukul 10.30.
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/bentonite>. 08 Februari 2007. Pukul 09.20.
7. [http://www.ima-na.org/about\\_industrial\\_minerals/bentonite.asp](http://www.ima-na.org/about_industrial_minerals/bentonite.asp). 08 Februari 2007. Pukul 09.30.
8. <http://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-04/html/docs/clays/smc.html>. 22 Februari 2007. Pukul 10.30.
9. <http://en.wikipedia.org/wiki/bentonite>. 08 Februari 2007. Pukul 09.20.
10. [http://www.ima-na.org/about\\_industrial\\_minerals/bentonite.asp](http://www.ima-na.org/about_industrial_minerals/bentonite.asp). 08 Februari 2007. Pukul 09.30.

11. [http://www.waterandwastewater.com/www\\_services/ask\\_tom\\_archive/wyoming\\_bentonite\\_pond\\_liners\\_and\\_sealants.html](http://www.waterandwastewater.com/www_services/ask_tom_archive/wyoming_bentonite_pond_liners_and_sealants.html).  
08 Februari 2007. Pukul 11.00.
12. <http://www.tekmira.esdm.go.id>. 14 Maret 2007. Pukul 11.00.
13. [www.galleries.com/minerals/silicate/phyllosi.htm](http://www.galleries.com/minerals/silicate/phyllosi.htm). Kamis 14  
Desember 2006 pukul 13.50
14. <http://webmineral.com>. Jumat 15 Desember 2006 pukul 15.00
15. Cameron, D.A. *Introduction to Soil Mechanics*. Division of Information  
Technology, Engineering and The Environment. 2003
16. Liem, T dan Xie, X. 2003. "Nanoscience and Nanotechnology"  
innovation vol.3. **3**: 8-13
17. [http://en.wikipedia.org/wiki/cation\\_exchange\\_capacity](http://en.wikipedia.org/wiki/cation_exchange_capacity).  
08 Februari 2007. Pukul 12.00.
18. Ammann, Lars. 2003. *Cation exchange and adsorption on clays and  
clay minerals*. Disertasi FMIPA Christian-Albrechts-Universität  
Kiel.
19. [http://www.aquatechnologies.com/info\\_organoclay.html](http://www.aquatechnologies.com/info_organoclay.html).  
08 Februari 2007. Pukul 09.11.
20. <http://en.wikipedia.org/wiki/surfactant>. 08 Februari 2007. Pukul  
09.50.
21. Rosen, Milton J. 1978. *Surfactants and interfacial phenomena*.  
Canada: John Wiley&Sons, Inc.
22. He, Hongping dkk. *Changes In Morphology Of Organoclay With  
HDTMA<sup>+</sup> Surfactant Loading*. Applied Clay Science 31(3-4) :  
pp.262-271 2006.

23. <http://chemicalland21.com/industrialchem/organic/p-CHLOROPHENOL.htm>. 11 Juni 2008. Pukul 20.00.
24. <http://en.wikipedia.org/wiki/hydroquinone>. 11 Juni 2008. Pukul 20.00
25. Underwood, A.L. dan R. A. Day, Jr. 1986. *Analisis kimia kuantitatif edisi kelima* penerjemah Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, PhD. Jakarta: Erlangga.
26. [http://en.wikipedia.org/wiki/infra\\_red\\_spectroscopy](http://en.wikipedia.org/wiki/infra_red_spectroscopy). 07 Maret 2007. Pukul 10.00.
27. *X-ray analysis of a solid*. Experiment Developed with National Science Foundation Funding. 13 Maret 2007. Pukul 16.00.
28. <http://www.gly.uga.edu/schroeder/geol6550/CM04.html>. 05 Maret 2007. Pukul 10.20.
29. Callister, William D. Jr. 1994. *Materials science and engineering an introduction third edition*. Canada: John Wiley and Sons Inc.
30. <http://sentrabd.com/main/info/Insight/Spectrophotometer.htm>. Rabu 14 November 2007 pukul 15:10.
31. [http://www.en.wikipedia.org/wiki/ultraviolet\\_visible\\_spectroscopy](http://www.en.wikipedia.org/wiki/ultraviolet_visible_spectroscopy). Selasa 13 November 2007 pukul 16:50.
32. Ahnstrom, Z.S. dkk. *Development and Assessment of A Sequential Extraction Procedure for Fractionation of Soil Cadmium*. Soil Sci.Soc. Am. J. Vol.63, November-December 1999.

33. Irwansyah. *Modifikasi Bentonit Menjadi Organoclay Dengan Surfaktan Heksadesiltrimetilamonium Bromida Melalui Interkalasi Metode Ultrasonik*. Skripsi Sarjana Kimia FMIPA UI. 2007.
34. Andy. *Sintesis Dan Karakterisasi Organoclay Dari Lempung Alam Dan Sintesis Yang Dimodifikasi Surfaktan HDTMABr Melalui Metode Hidrotermal*. Skripsi Sarjana Kimia FMIPA UI. 2007.
35. Frost, Ray L., Xi Yunfei, dan He Hongping. 2007. Modification of the surface of Wyoming montmorillonite by the cationic surfactants alkyl trimethyl, dialkyl dimethyl, and trialkyl methyl ammonium bromides. *Journal of Colloid and Interface Science*. **305**: 150-158.
36. Frost, Ray L., He Hongping, Theo Kloprogge, Thor Bostrom, Loc Duong, Peng Yuan, Xi Yunfei, dan Dan Yang. 2006. Changes in the morphology of organoclays with HDTMA+ surfactant loading. *Applied Clay Science*. **31**: 262-271.
37. He, Hongping dkk. A X-ray Photoelectron Spectroscopy Study of HDTMAB Distribution Within Organoclays. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Vol 66, pp. 1180-1188, 2007.
38. Zhu, Jianxi dkk. *Characterization of Organic Phases In The Interlayer Of Montmorillonite Using FTIR And 13C NMR*. *Journal of Colloid and Interface Science* 286(1): pp. 239-244, 2005
39. Andika. *Studi Awal Aplikasi Organoclay Sebagai Absorben Fenol Dan Katekol*. Skripsi Sarjana Kimia FMIPA UI. 2007.

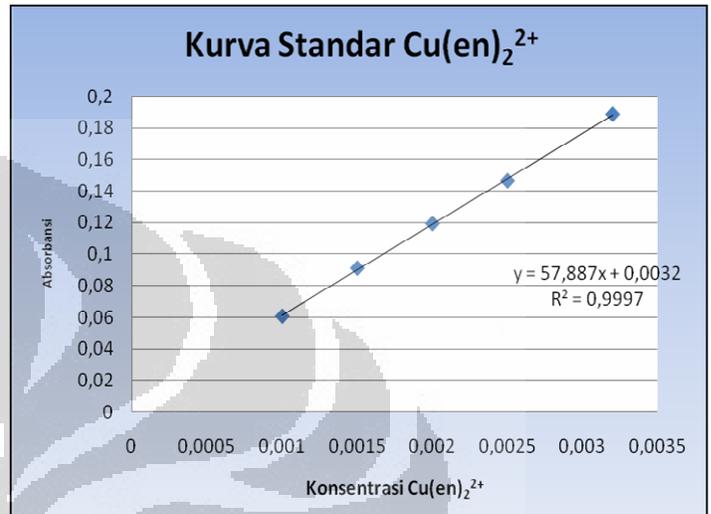
40. [www.google.co.id/search\\_p-chlorophenol\\_CPN.htm](http://www.google.co.id/search_p-chlorophenol_CPN.htm). 11 Juni 2008.  
Pukul 20.00.
41. Yang, Liuyan dkk. *Chemical and Biological Regeneration of HDTMA-Modified Montmorillonite After Sorption With Fenol*. Environ. Sci. Technol. Vol 37, p. 5057-5061, 2003.
42. Carey, Francis A. *Organic Chemistry Fifth Edition*. Mcgrow Hill, NewYork. 2003.
43. Zhau, Qin dkk. *Adsorbed Paranitrophenol on HDTMAB Organoclay – A TEM and Infared spectroscopic study*. Journal of colloid and Interface Science, Vol 307 pp. 357-363, 2007.
44. Sheng, Guangyao dkk. *Mechanism(s) Controlling Sorption of Neutral Organic Contaminants by Surfactant-Derived and Natural Organic Matter*. Environ. Sci. Technol. Vol 30, p. 1553-1557, 1996.

## Lampiran 1

### Perhitungan KTK

**Tabel Deret Standar**

Standar Cu(en) <sub>2</sub>	Absorbansi
1. 10 <sup>-3</sup> M	0,0605
1,5. 10 <sup>-3</sup> M	0,0910
2. 10 <sup>-3</sup> M	0,1194
2,5. 10 <sup>-3</sup> M	0,1466
3,2. 10 <sup>-3</sup> M	0,1889



**Tabel Data KTK**

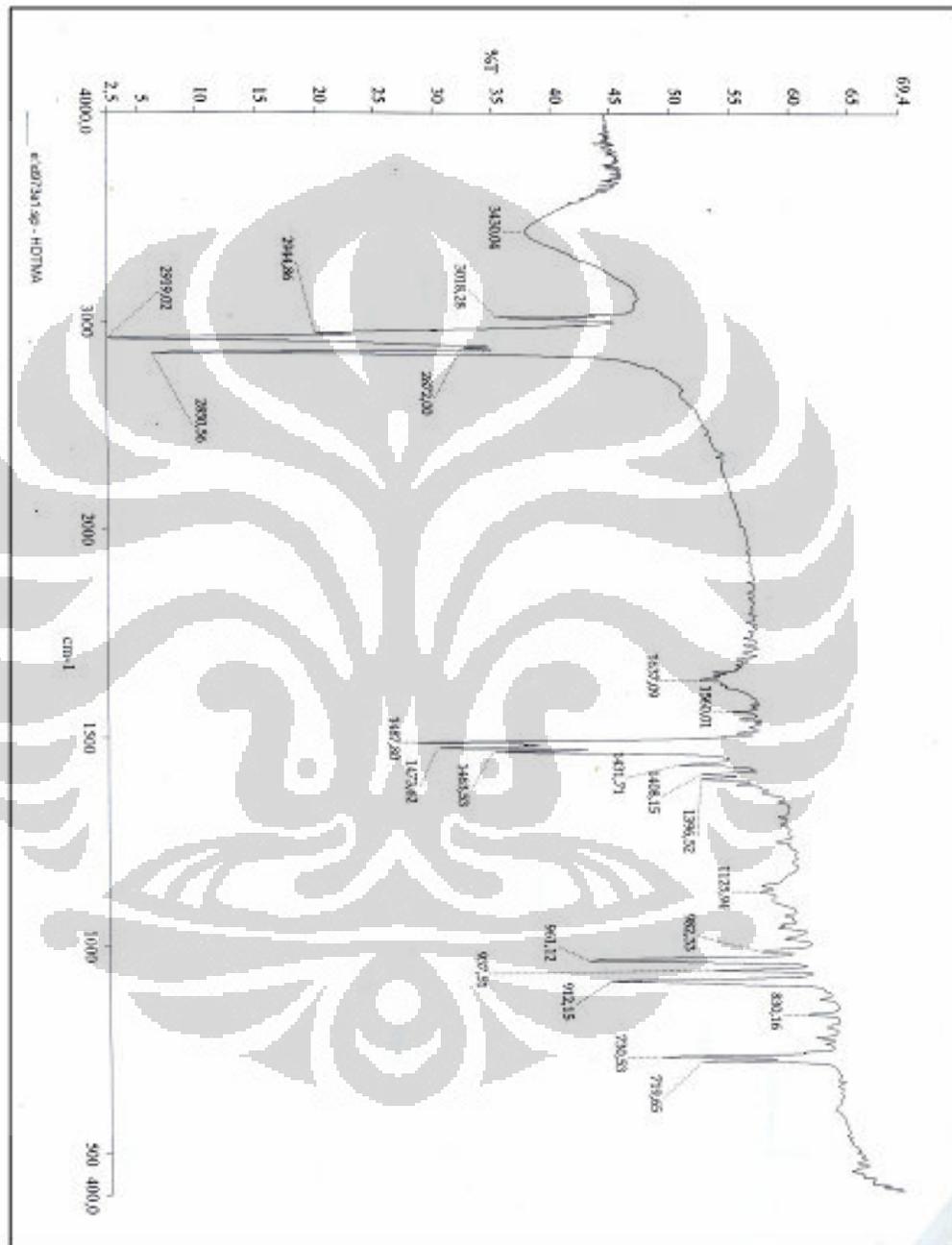
Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (M)	Kompleks Cu(en) <sub>2</sub> <sup>2+</sup> tak terserap (mmol muatan/gram)	Total Kompleks Cu(en) <sub>2</sub> <sup>2+</sup> (mmol muatan/gram)	KTK (mmol muatan/gram)
BAC	0,1214	2,0419.10 <sup>-3</sup>	1,0210	1,600	0,5790
BA	0,1187	1,9952.10 <sup>-3</sup>	0,9976	1,600	0,6024
BKC	0,1057	1,7310.10 <sup>-3</sup>	0,8655	1,600	0,7345
BK	0,0978	1,6342.10 <sup>-3</sup>	0,8171	1,600	0,7829

KTK = Cu(en)<sub>2</sub><sup>2+</sup> total (mmol muatan/gram) - Cu(en)<sub>2</sub><sup>2+</sup> tak terserap (mmol muatan/gram)

$$\text{Cu(en)}_2^{2+} \text{ (mmol muatan/gram)} = \frac{M \text{ Cu(en)}_2^{2+} \times V_{\text{total}} \times \text{muatan kompleks}}{0,1 \text{ gr}}$$

## Lampiran 2

### FTIR HDTMA-Br



### Lampiran 3

#### Perhitungan Orientasi Surfaktan

Berdasarkan laporan Hongping He ketebalan lapisan tunggal TOT *montmorillonite* adalah 9,70 Å dan lebar gugus kepala HDTMA<sup>+</sup> adalah 6,1 Å

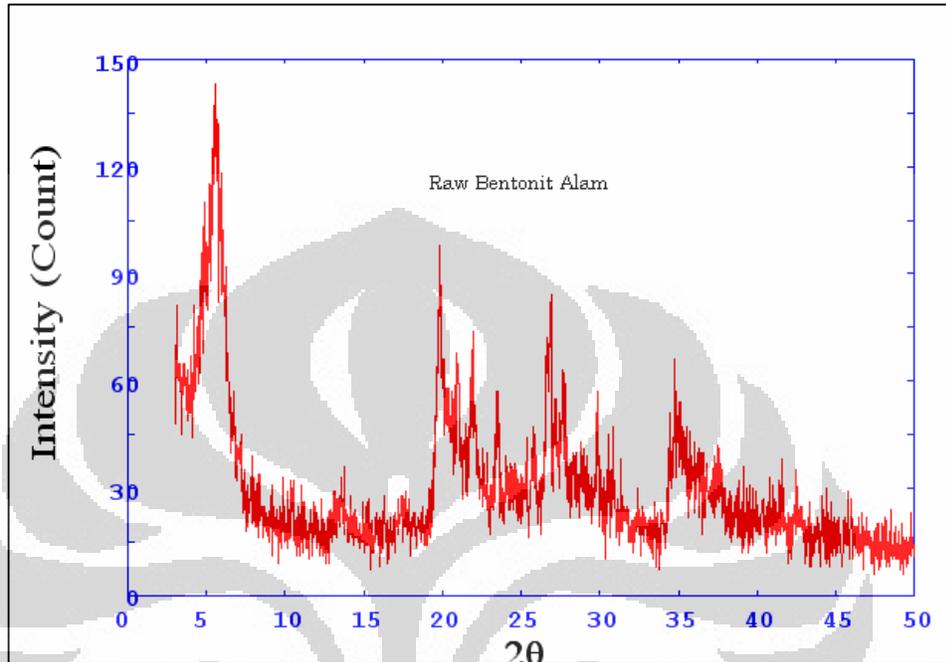
Pendekatan orientasi surfaktan dihitung dengan rumus :

$$\text{Orientasi Layer Lateral} = \frac{d(\text{Å}) - 9,7}{6,1}$$

Organoclay	2θ	d (Å)	Orientasi Layer Lateral	Orientasi Surfaktan
BAC	5,544	15,92900		<i>Tanpa surfaktan</i>
OA-1,0KTK	4,686	18,84254	1,499	<i>Bilayer</i>
OA-2,0KTK	4,533	19,47850	1,603	<i>Bilayer</i>
BKC	5,529	15,96997		<i>Tanpa surfaktan</i>
OK-1,0KTK	4,725	18,68816	1,473	<i>Bilayer</i>
OK-2,0KTK	4,556	19,37995	1,587	<i>Bilayer</i>

## Lampiran 4

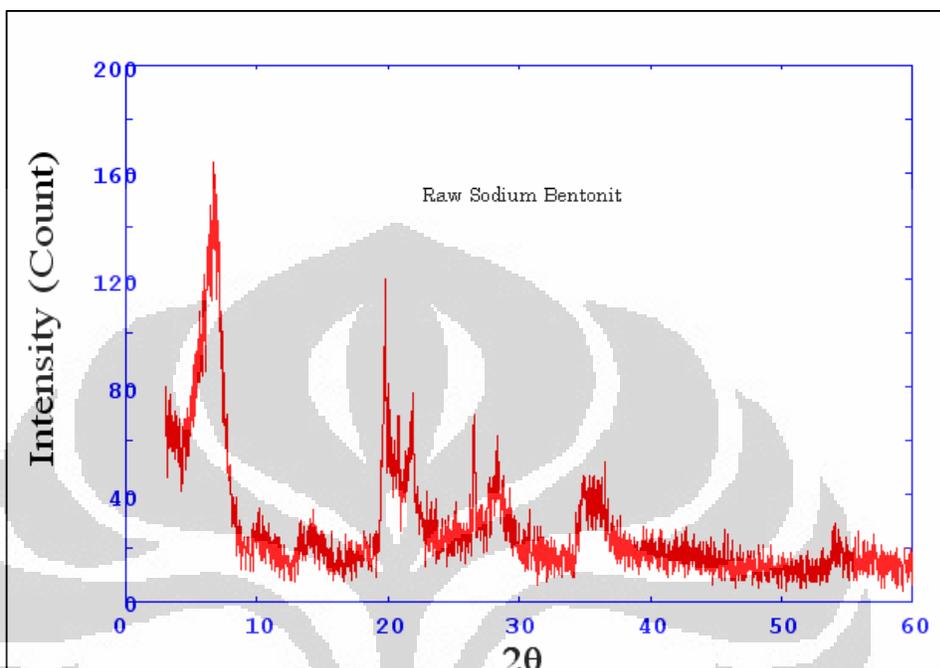
### XRD Raw Bentonit Alam



2theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
4.186	21.09169	81.9	9436.0	0.0000
5.544	15.92900	143.3	7314.7	1.4686
7.191	12.28331	45.9	4624.0	0.6349
7.961	11.09738	39.1	660.0	0.4913
9.143	9.66492	31.9	229.3	0.1805
9.901	8.92643	33.7	257.3	0.1592
10.348	8.54147	32.4	209.3	0.1630
10.998	8.03820	31.6	152.0	0.1056
11.824	7.47827	26.3	337.3	0.2979
12.347	7.16318	27.0	126.7	0.0887
13.130	6.73145	29.1	1720.0	1.5712
13.783	6.41966	36.0	313.3	0.2529
14.189	6.23692	28.0	1677.3	0.3240
15.294	5.78878	27.2	405.3	0.3997
15.787	5.60902	23.0	485.3	0.5265
16.276	5.44165	28.0	350.7	0.3397
17.655	5.01946	29.0	1073.3	0.9823
18.765	4.72514	25.1	3560.0	1.5106
19.797	4.48107	98.0	1649.3	0.5086
20.850	4.25700	68.3	1310.7	0.5564
21.942	4.04759	74.3	1168.0	0.4730
22.592	3.93263	81.3	3352.0	0.7464
23.429	3.79414	57.1	710.7	0.3368
24.020	3.70186	39.0	3650.7	1.9871
25.367	3.50827	45.5	592.0	0.3925
25.731	3.45949	47.1	830.7	0.4956
26.888	3.31316	85.0	1366.7	0.4311
27.633	3.22555	63.8	1138.7	0.4937
28.274	3.15387	40.0	4620.0	2.1300
28.815	3.09590	43.1	3469.3	1.2370
29.848	2.99104	57.0	605.3	0.3164
30.824	2.89854	47.1	492.0	0.2938
31.344	2.85163	38.8	141.3	0.0931
32.389	2.76192	30.1	352.0	0.3205
33.498	2.67299	26.3	229.3	0.1961
33.890	2.64293	24.5	2468.0	0.1281
34.769	2.57814	67.9	397.3	0.1890
36.053	2.48923	43.1	3474.7	0.8956
37.430	2.40071	42.0	2065.3	1.4230
39.144	2.29944	36.6	124.0	0.0721
39.492	2.28001	31.0	77.3	0.0466
40.349	2.23353	27.3	1185.3	1.1347
40.768	2.21153	33.1	594.7	0.5211
41.605	2.16895	38.0	198.7	0.1326
42.502	2.12523	35.1	556.0	0.4479
43.305	2.08166	26.6	196.0	0.1724
44.075	2.05298	28.4	242.7	0.2089
44.450	2.03651	30.0	109.3	0.0720

## Lampiran 5

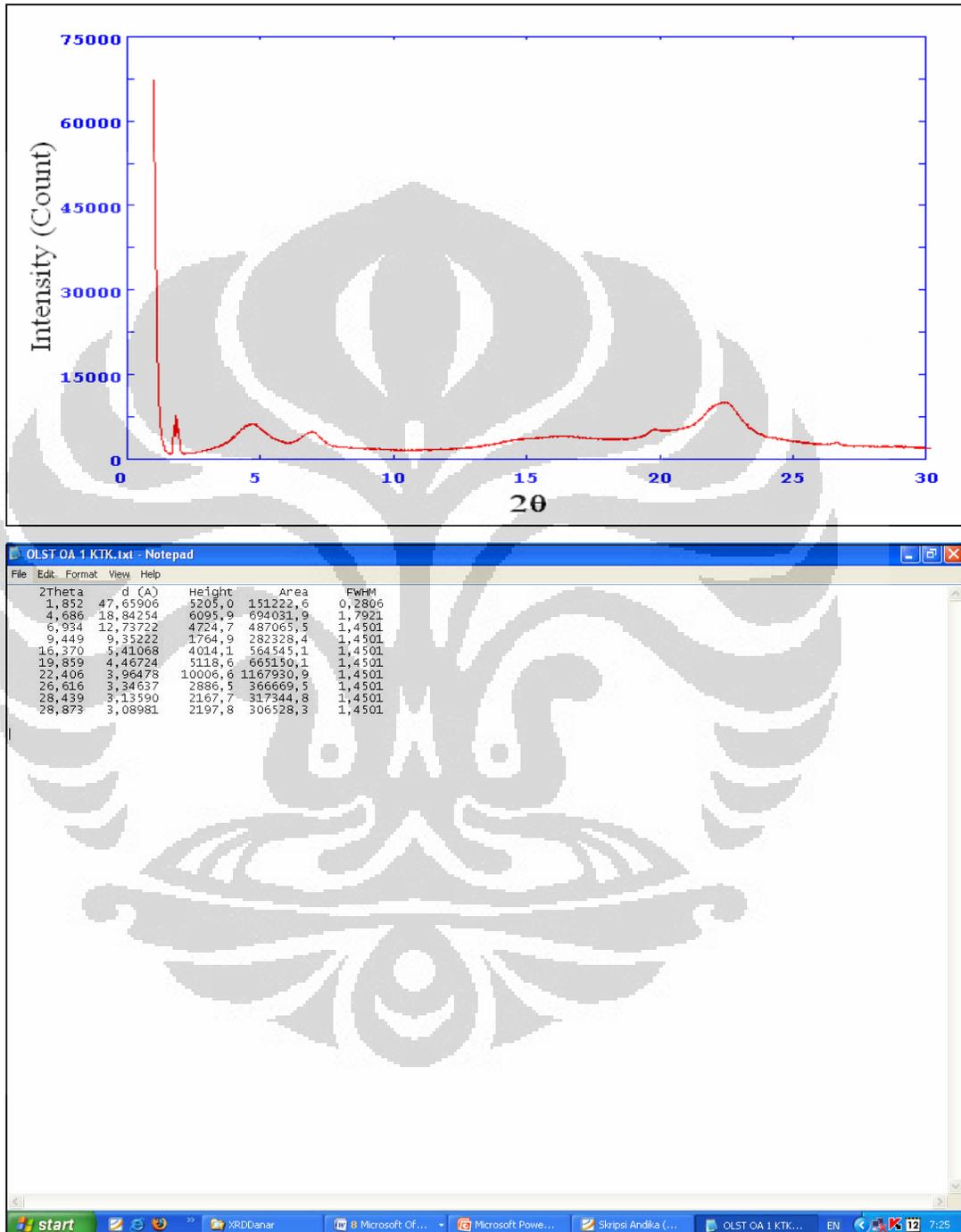
### XRD Bentonit Komersial



2Theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
3.404	25.93177	67.1	1368.0	0.3243
4.062	21.73582	61.4	5841.3	0.3243
5.114	17.26613	74.0	4869.3	0.9200
5.529	15.96997	76.6	4368.0	1.6185
6.329	13.95393	57.2	4536.0	0.7564
7.442	11.86872	37.1	486.7	0.3837
8.120	10.87929	28.0	252.0	0.2237
8.984	9.83548	28.3	92.0	0.0685
9.829	8.99165	22.0	325.3	0.3382
10.613	8.32981	26.0	190.7	0.1664
11.945	7.40284	19.1	85.3	0.0715
12.671	6.98046	20.0	105.3	0.0990
13.192	6.70612	24.1	233.3	0.2440
13.969	6.33443	25.3	165.3	0.1589
15.106	5.86032	21.4	169.3	0.1821
15.733	5.62813	27.1	305.3	0.2789
16.922	5.23541	22.2	125.3	0.1282
17.678	5.01293	21.3	144.0	0.1423
18.257	4.85538	20.0	160.0	0.2025
19.009	4.66483	24.2	165.3	0.1652
19.824	4.47505	44.1	478.7	0.3876
20.397	4.35046	33.0	178.7	0.1777
21.696	4.09281	33.0	782.7	0.6637
22.947	3.87249	26.3	109.3	0.0986
23.753	3.74295	27.1	146.7	0.1496
24.574	3.61974	20.4	89.3	0.0909
25.126	3.54841	19.9	332.0	0.4232
25.898	3.43756	26.0	106.7	0.0926
26.629	3.34478	35.0	344.0	0.2628
27.337	3.25984	36.3	216.0	0.1407
27.771	3.20979	26.5	346.7	0.3158
28.117	3.17110	26.0	133.3	0.1316
29.033	3.07311	33.6	345.3	0.2912
29.394	3.03618	29.2	89.3	0.0699
30.554	2.92352	19.0	336.0	0.4237
31.664	2.82350	152.1	1336.0	0.2373
33.668	2.65987	23.2	180.0	0.1814
35.077	2.55620	30.3	198.7	0.1980
35.678	2.51450	29.0	670.7	0.6502
36.025	2.49106	30.4	308.0	0.2710
36.601	2.45318	22.0	1385.3	1.4630
37.252	2.41178	23.1	149.3	0.1761
38.012	2.36532	20.2	89.3	0.0866
38.576	2.33200	28.0	80.0	0.0656
39.436	2.28311	18.2	317.3	0.4159
40.015	2.25141	22.0	94.7	0.0832
40.471	2.22709	18.1	108.0	0.1231
41.015	2.19878	18.0	106.7	0.1104

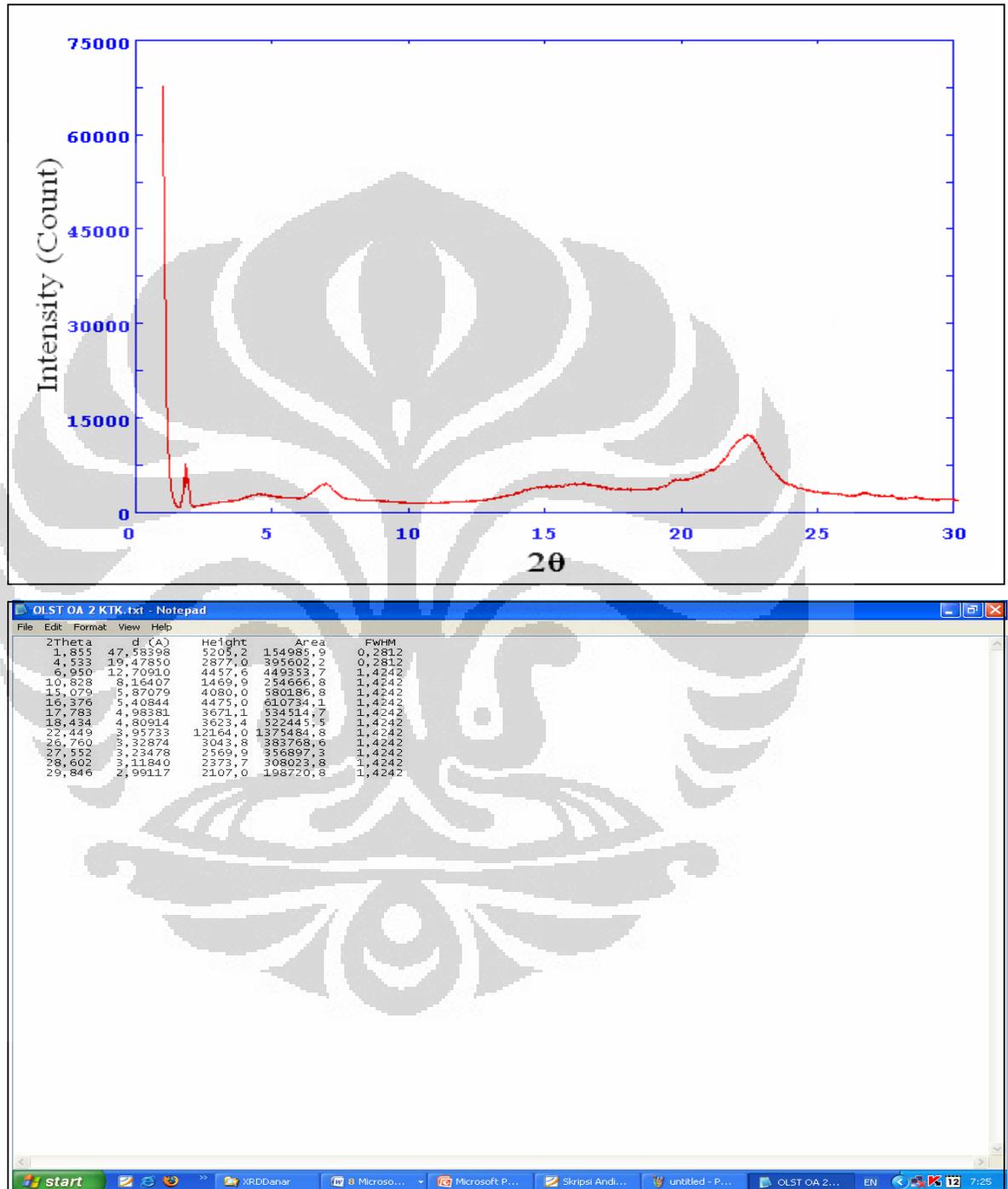
## Lampiran 6

### XRD Organoclay Alam dengan HDTMA-Br 1 KTK



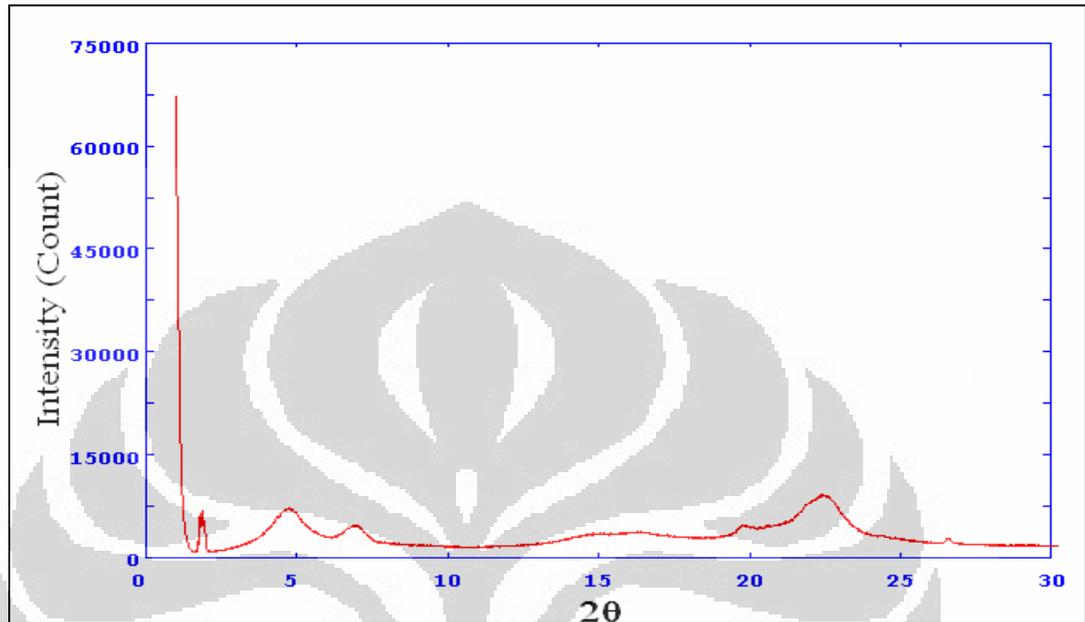
## Lampiran 7

### XRD Organoclay Alam dengan HDTMA-Br 2 KTK



## Lampiran 8

### XRD Organoclay Komersil dengan HDTMA-Br 1 KTK



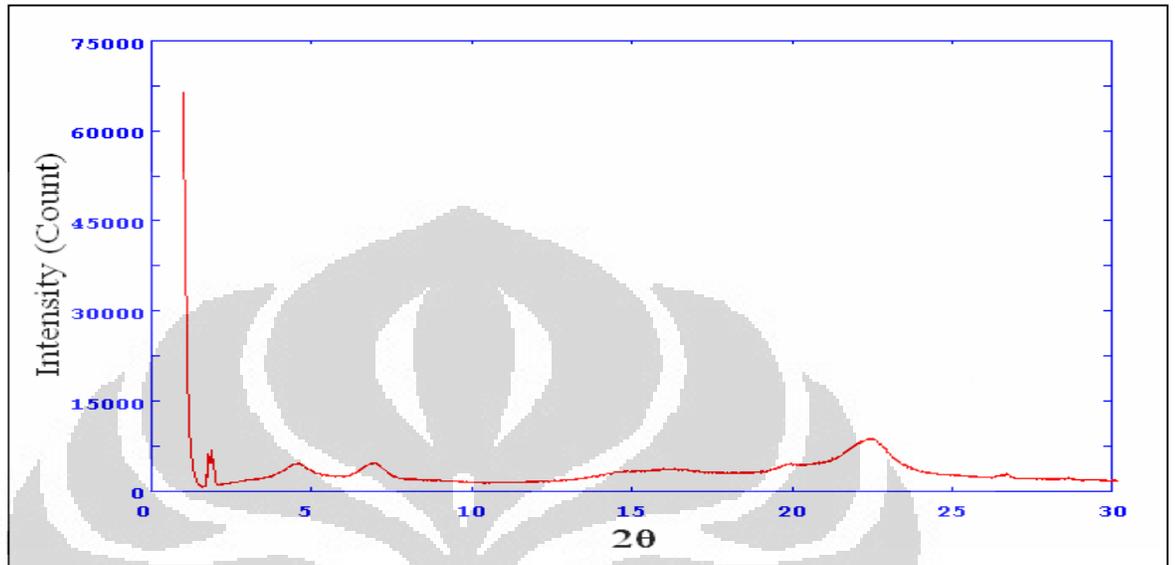
OLST OK 1 KTK.txt - Notepad

2Theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
1.857	47.54649	5081,1	148583,1	0,2751
4.725	18.68816	7016,7	738303,6	1,6280
6.955	12.69977	4563,0	473005,6	1,3981
15.108	5.89963	3419,6	499470,8	1,3981
16.323	5.42614	3620,1	509026,4	1,3981
19.834	4.47283	4595,8	569816,4	1,3981
22.455	3.95616	8957,6	1027066,6	1,3981
26.588	3.34993	2593,3	312339,5	1,3981
27.714	3.21632	1852,0	272304,1	1,3981
28.981	3.07851	1756,5	253931,8	1,3981
29.370	3.03859	1752,9	235469,5	1,3981

start | XRDdanar | Microsoft P... | Microsoft P... | Skripsi Andi... | untitled - P... | OLST OK 1 ... | EN | 12 | 7:26

## Lampiran 9

### XRD Organoclay Komersil dengan HDTMA-Br 2 KTK



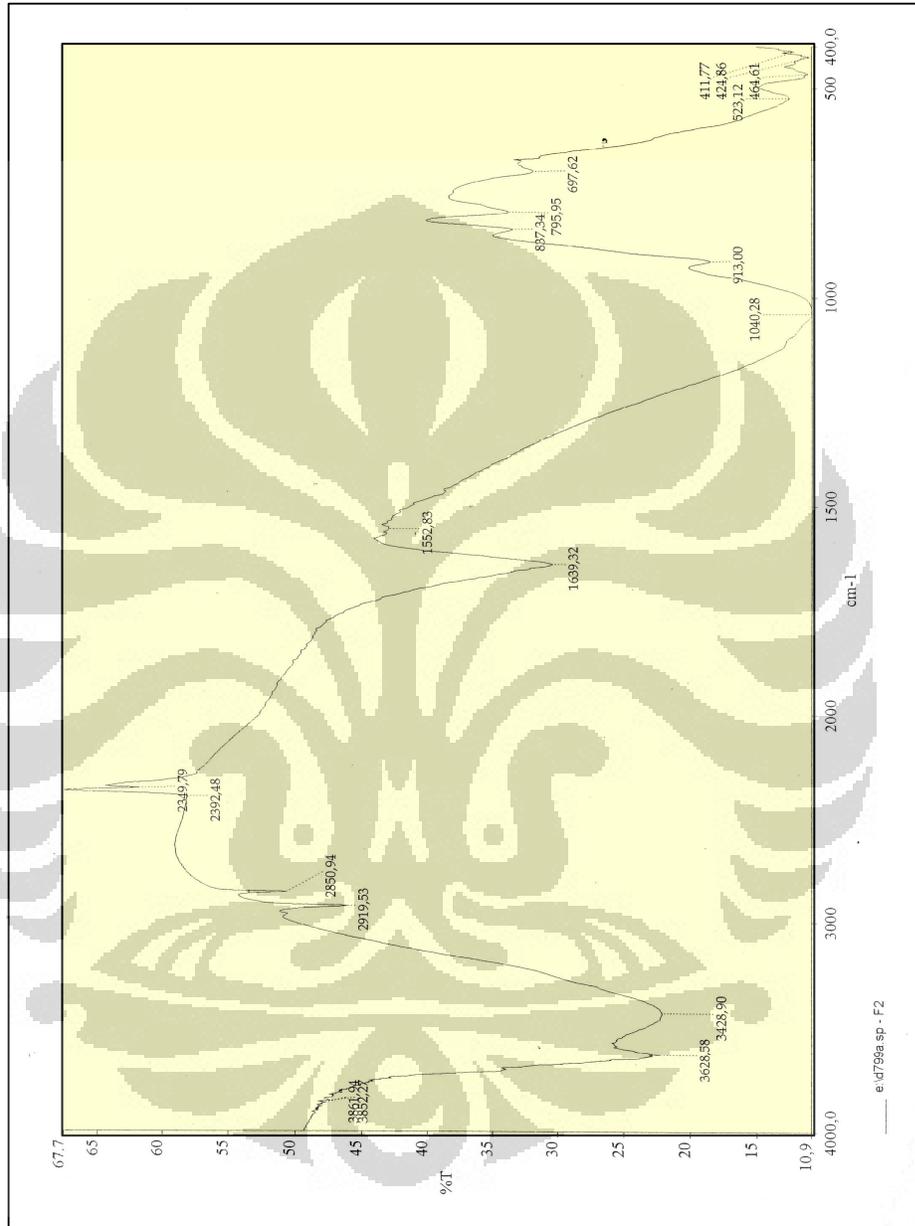
OLST OK 2 KTK.txt - Notepad

2Theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
1.857	47.54233	5045.3	151719.5	0.2882
4.556	19.37995	4480.5	518437.8	0.2882
6.936	12.73332	4562.3	462666.7	1.4267
8.882	9.94834	1779.5	287317.3	1.4267
16.328	5.42425	3636.9	510004.7	1.4267
18.458	4.80036	3088.9	457974.8	1.4267
19.926	4.45231	4426.7	580636.1	1.4267
22.442	3.95853	8614.5	988438.1	1.4267
26.693	3.33694	2737.3	331252.5	1.4267
27.304	3.26361	2098.4	314078.7	1.4267
28.618	3.11675	2080.7	277392.6	1.4267
29.505	3.02498	1863.5	228555.1	1.4267
30.037	2.97260	1742.1	151474.0	1.4267

start | XRDdinar | Microsoft P... | Microsoft P... | Skripsi Andl... | untitled - P... | OLST OK 2 ... | EN | 7:27

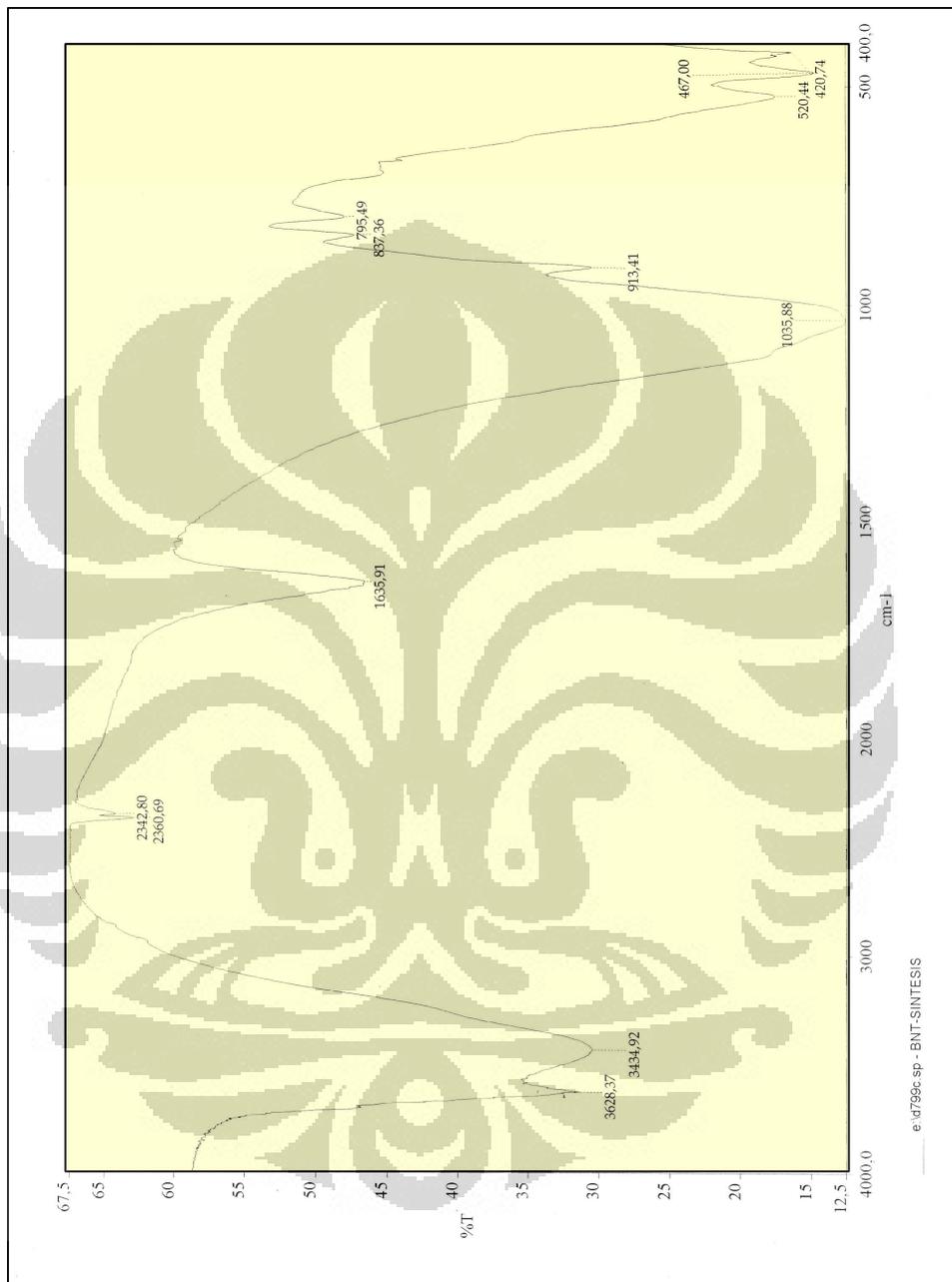
# Lampiran 10

## FTIR Bentonit Alam



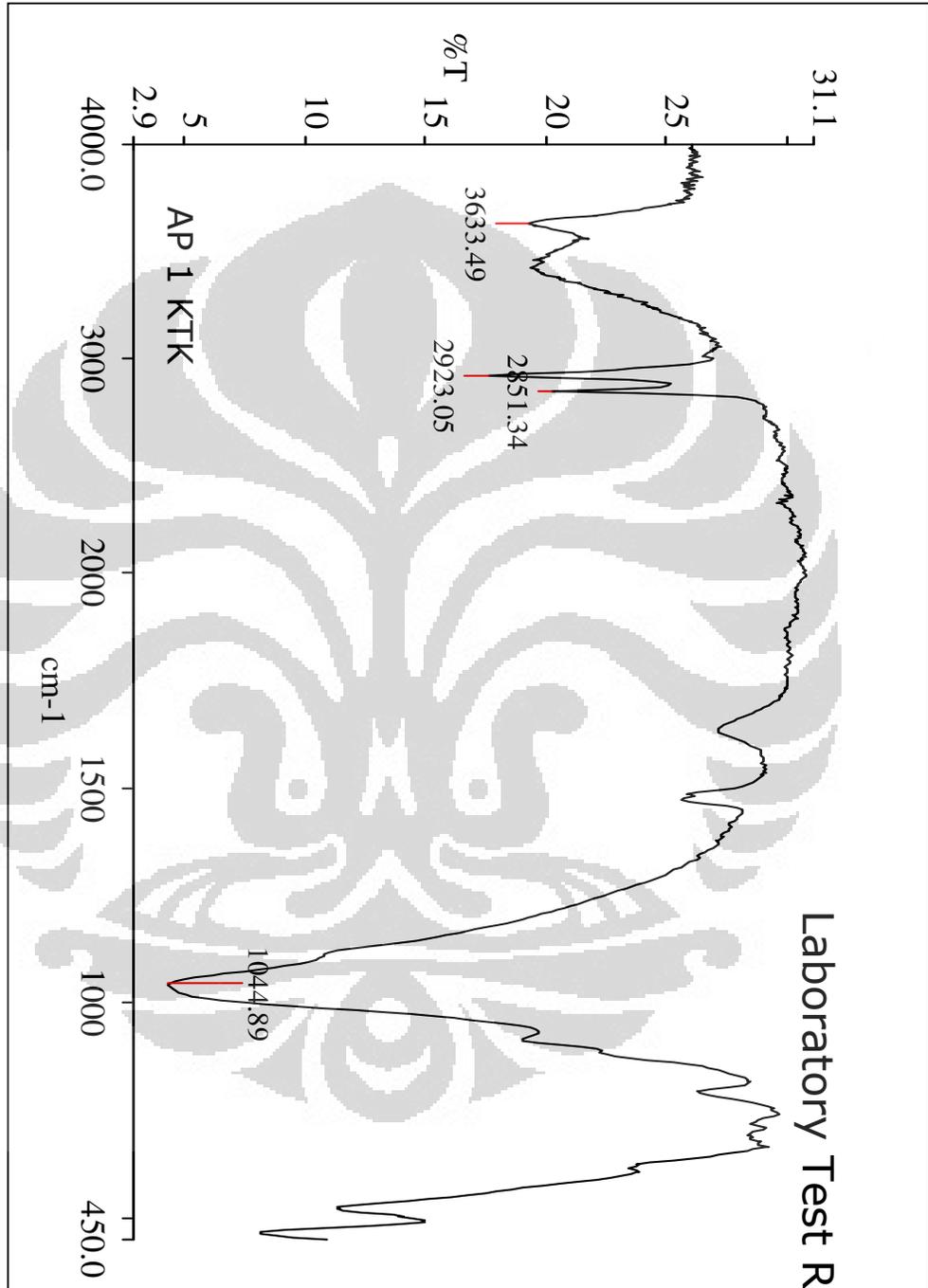
# Lampiran 11

## FTIR Bentonit Komersial



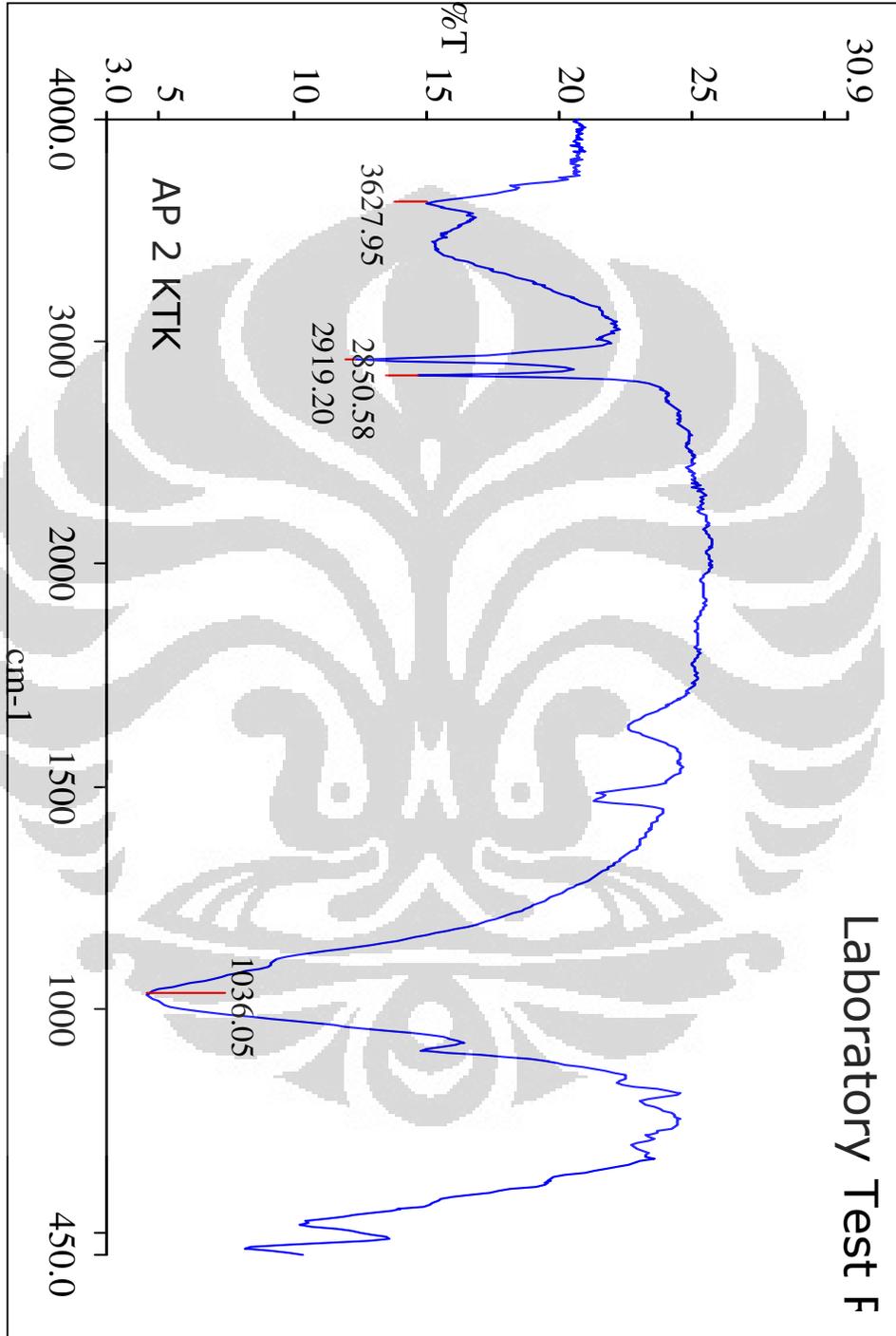
## Lampiran 12

### FTIR Organoclay Alam dengan HDTMA-Br 1 KTK



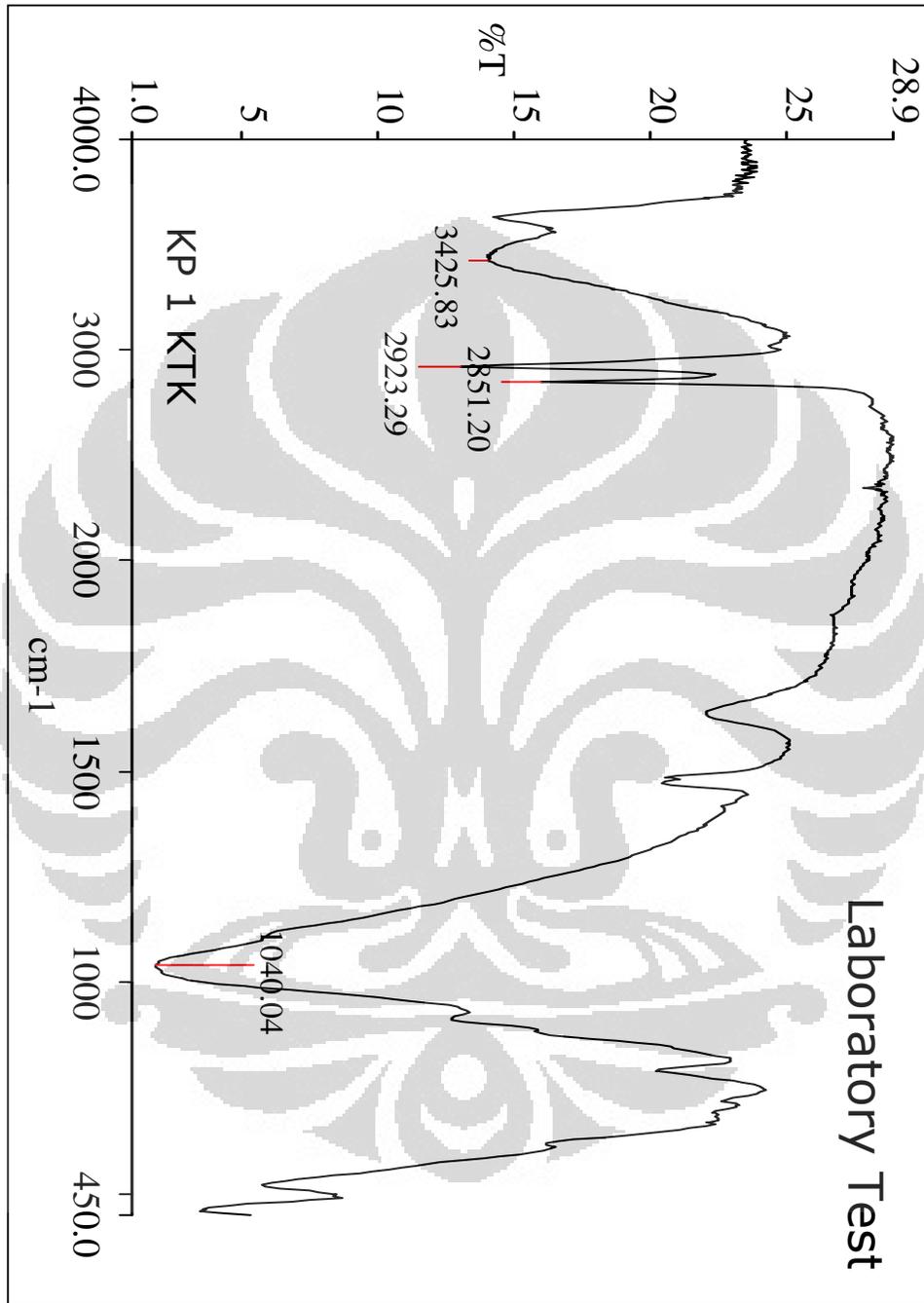
### Lampiran 13

### FTIR Organoclay Alam dengan HDTMA-Br 2 KTK



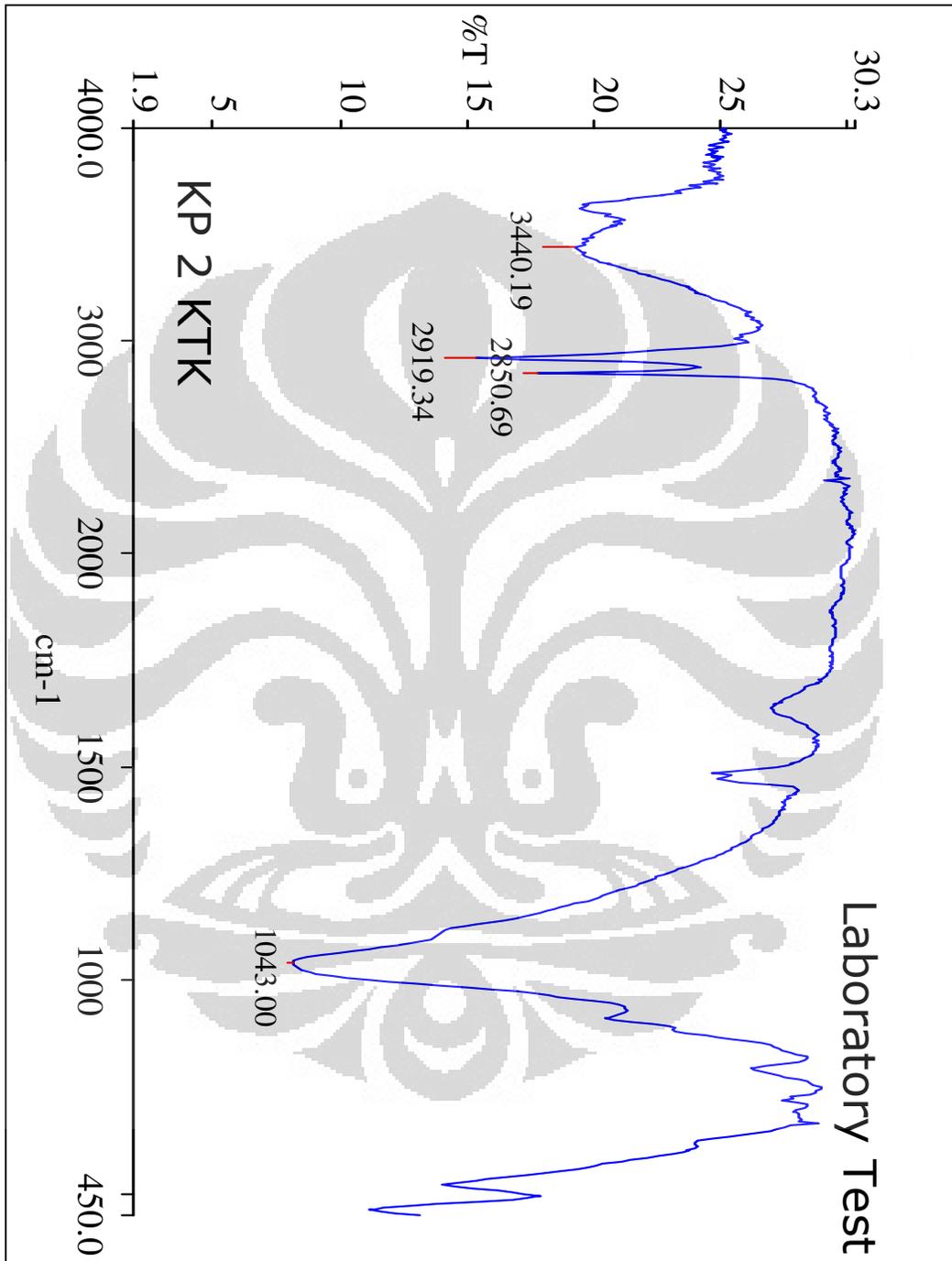
Lampiran 14

FTIR Organoclay Komersil dengan HDTMA-Br 1 KTK



## Lampiran 15

### FTIR Organoclay Komersil dengan HDTMA-Br 2 KTK

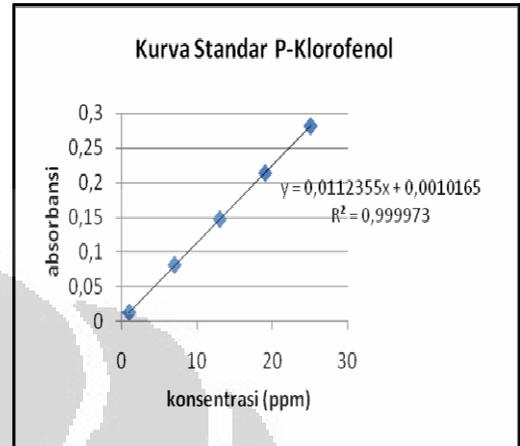


## Lampiran 16

### Perhitungan *p*-klorofenol yang terserap

Tabel standar *p*-klorofenol

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,01175
7	0,08052
13	0,14703
19	0,21403
25	0,28206



Tabel data absorbansi organoclay

Waktu	Alam	Komersil
30	0,02641	0,01306
60	0,03038	0,01503
90	0,03596	0,01465
120	0,05405	0,01563

Tabel konsentrasi *p*-klorofenol yang tersisa

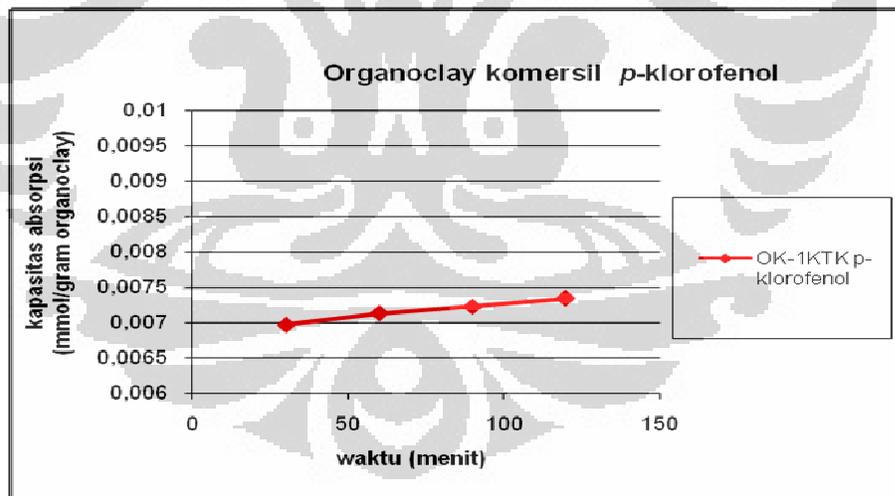
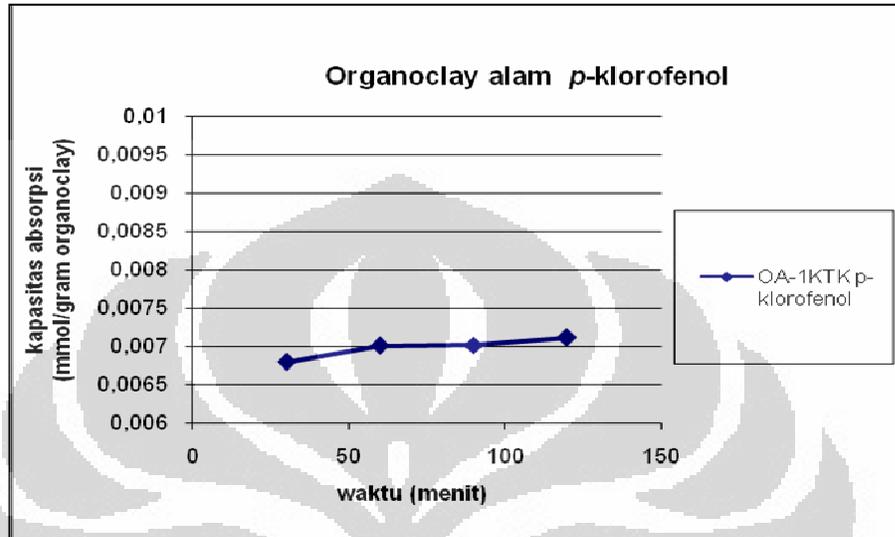
Organoclay	Konsentrasi (ppm)	Waktu (menit)	Absorbansi	Absorbansi Akhir	Konsentrasi Akhir
Alam	20,44	30	0,06070	0,03429	2,961461
		60	0,05853	0,02815	2,414979
		90	0,06400	0,02804	2,405189
		120	0,07928	0,02523	2,155089
Komersil	20,44	30	0,04247	0,02941	2,527124
		60	0,03979	0,02476	2,113257
		90	0,03642	0,02177	1,847136
		120	0,03429	0,01866	1,570335

Tabel *p*-kloro fenol yang terserap

Organoclay	Konsentrasi (ppm)	Waktu (menit)	Konsentrasi (ppm)	Kadar (mg) per 0,5 gram organoclay	Kadar (mg) per 1 gram organoclay	Kapasitas absorpsi <i>p</i> -kloro fenol (mmol/gram organoclay)
Alam	20,44	30	17,478539	0,436963475	0,87392695	0,0067
		60	18,025021	0,450625525	0,90125105	0,0070
		90	18,034811	0,450870275	0,90174055	0,0070
		120	18,284911	0,457122775	0,91424555	0,0071
Komersil	20,44	30	17,912876	0,4478219	0,8956438	0,0069
		60	18,326743	0,458168575	0,91633715	0,0071
		90	18,592864	0,4648216	0,9296432	0,0072
		120	18,869665	0,471741625	0,94348325	0,0073

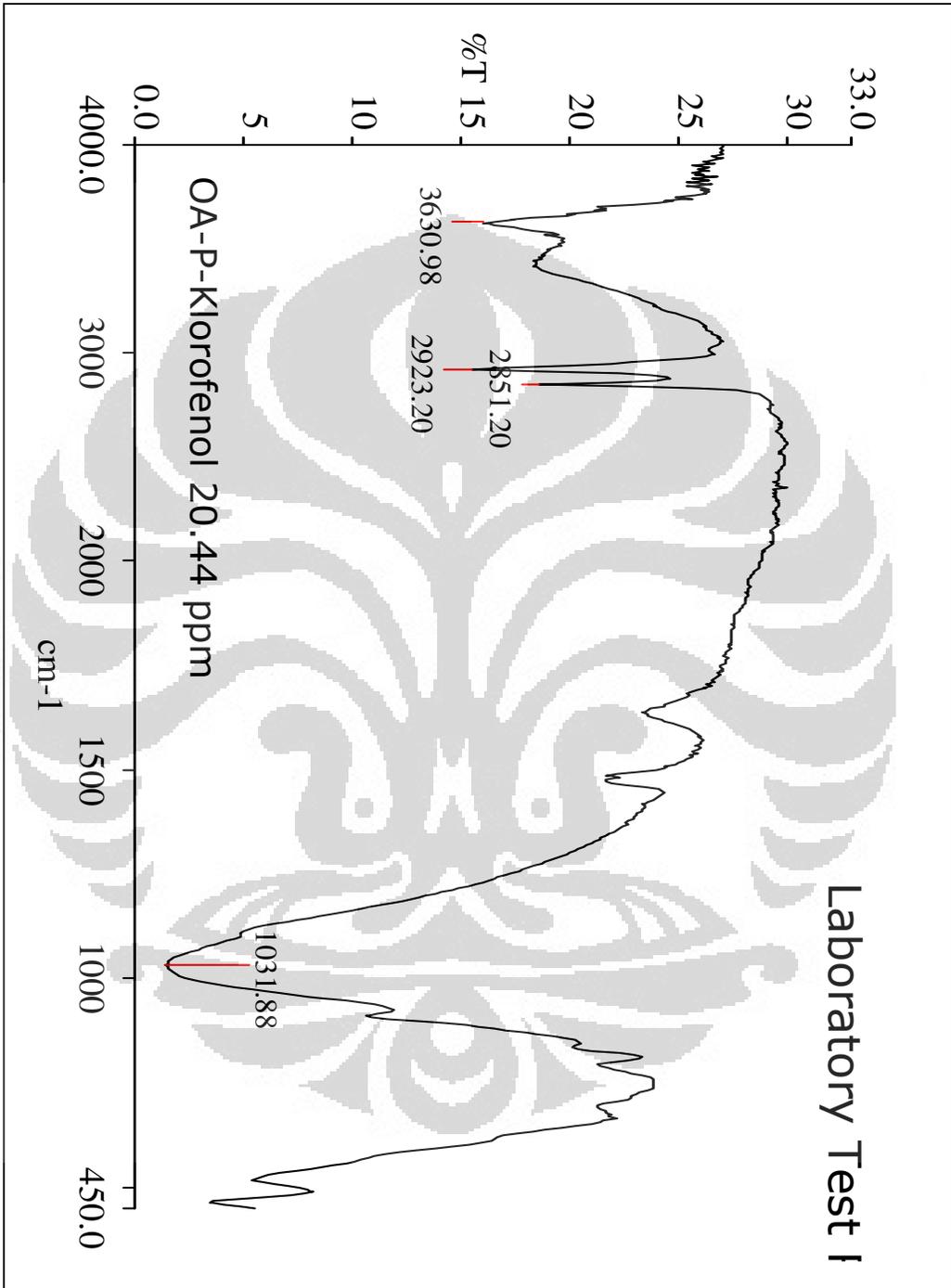
## Lampiran 17

### Grafik penyerapan p-klorofenol dalam satu gram organoclay



Lampiran 18

FTIR OA p-klorofenol 20,44 ppm

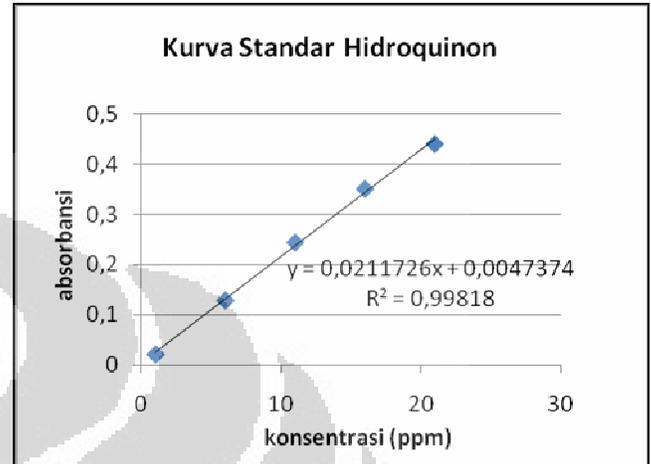


## Lampiran 19

### Perhitungan hidroquinon yang terserap

Tabel standar hidroquinon

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,02205
6	0,1297
11	0,2446
16	0,35123
21	0,4406



Tabel data absorbansi organoclay

waktu	alam	komersil
30	0,01083	0,01302
60	0,03358	0,01178
90	0,03743	0,00983
120	0,03773	0,00929

Tabel konsentrasi hidroquinon yang tersisa

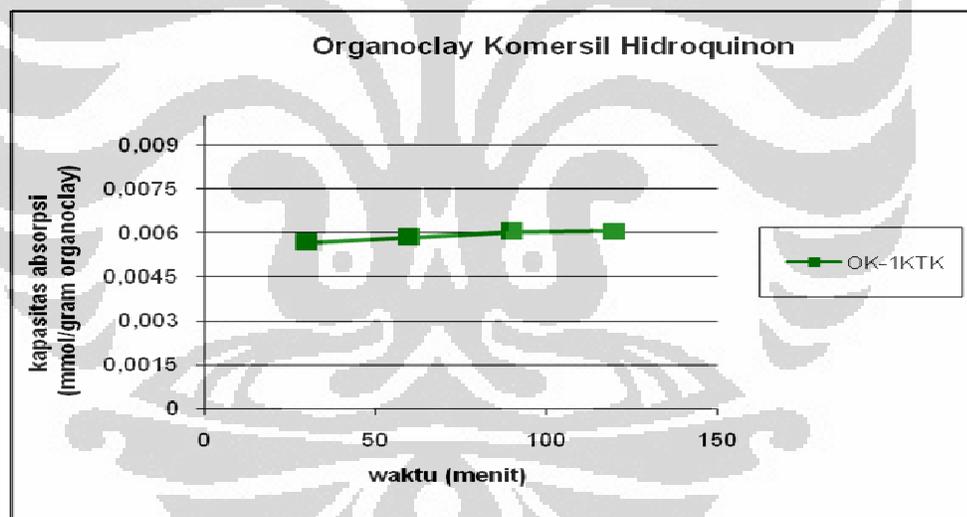
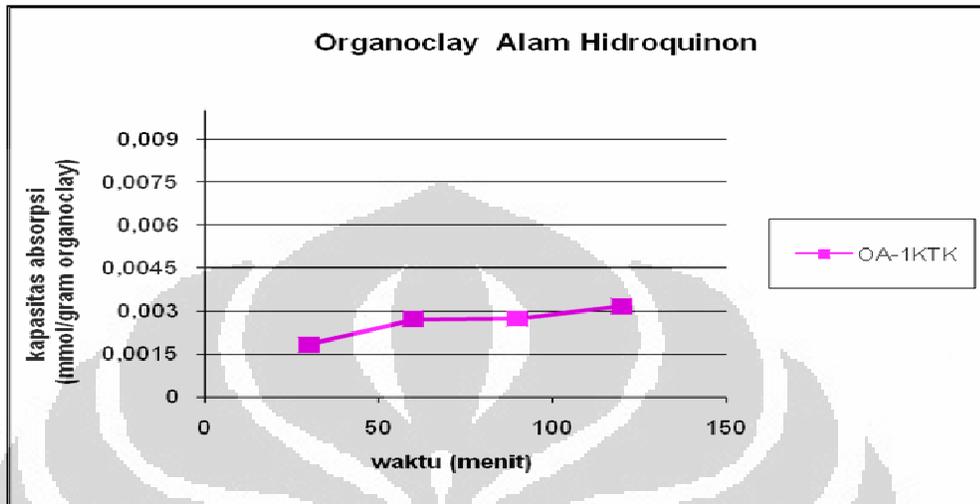
organoclay	konsentrasi	waktu	Absorbansi	Absorbansi akhir	konsentrasi akhir
Alam	17,55 ppm	30	0,30196	0,29113	13,526567
		60	0,28346	0,24988	11,578295
		90	0,28651	0,24908	11,54051
		120	0,26637	0,22864	10,575111
Komersil	17,55 ppm	30	0,12492	0,1119	5,0613812
		60	0,11528	0,1035	4,664642
		90	0,10429	0,09446	4,2376751
		120	0,10333	0,09404	4,2178381

Tabel hidroquinon yang terserap

organoclay	konsentrasi	waktu	konsentrasi	kadar (mg) per 0,5 gram organoclay	kadar (mg) per 1 gram organoclay	Kapasitas absorpsi hidroquinon (mmol/gram organoclay)
Alam	17,55 ppm	30	4,0234326	0,10058582	0,2011716	0,001827
		60	5,9717054	0,14929264	0,2985853	0,002712
		90	6,0094901	0,15023725	0,3004745	0,002729
		120	6,9748888	0,17437222	0,3487444	0,003168
Komersil	17,55 ppm	30	12,488619	0,31221547	0,6244309	0,005671
		60	12,885358	0,32213395	0,6442679	0,005852
		90	13,312325	0,33280812	0,6656162	0,006046
		120	13,332162	0,33330405	0,6666081	0,006055

## Lampiran 20

### Grafik penyerapan hidroquinon dalam satu gram organoclay



Lampiran 21

FTIR OK Hidroquinon 17,55 ppm

