

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZnO-BENTONIT  
SERTA APLIKASINYA SEBAGAI FOTOKATALIS**

**ACHMAD FAROUQ FAZMAR**

**0305037012**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK  
2009**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZnO-BENTONIT  
SERTA APLIKASINYA SEBAGAI FOTOKATALIS**

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

**Oleh:**

**ACHMAD FAROUQ FAZMAR**

**0305030712**



**DEPOK**

**2009**

**SKRIPSI : SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZnO-BENTONIT  
SERTA APLIKASINYA SEBAGAI FOTOKATALIS**

**NAMA : ACHMAD FAROUQ FAZMAR**

**NPM : 0305037012**

**SKRIPSI INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI**

**DEPOK, JULI 2009**

**Dr. Riwandi Sihombing**

**Pembimbing I**

**Dr. Yuni K. Krisnandi**

**Pembimbing II**

**Tanggal lulus Ujian Sidang Sarjana :**

**Penguji I : Dr. Jarnuzi Gunlazuardi**

**Penguji II : Drs. Ismunaryo, M. M. Phil**

**Penguji III : Dr. Yoki Yulizar**

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, puji syukur penulis panjatkan kehadirat-Nya karena atas rahmat-Nya dan kemurahan-Nya yang dilimpahkan kepada penulis selama menyusun tugas akhir ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) di Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Pada kesempatan ini penulis juga menghanturkan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini. Antara lain penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ridla Bakrie .M.Phill, selaku Kepala Departemen Kimia FMIPA UI.
2. Dra. Tresye Utari, M.Si, selaku koordinator penelitian Departemen Kimia FMIPA UI
3. Prof. Dr. Wahyudi Priyono Suwarso, selaku pembimbing akademis penulis.
4. Dr. Riwandi Sihombing, selaku pembimbing I penelitian.
5. Dr. Yuni K. Krisnandi, selaku pembimbing II penelitian.
6. Irwansyah selaku pencetus ide, atas saran dan masukan serta inspirasinya selama ini.
7. Papa dan Alm.Mama atas limpahan kasih sayang, kesabaran dan doa restu yang tidak ternilai.

8. Sri Ratu Aldila dan Muhammad Aprial Fazmar, sebagai kakak dan abang yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
9. Prof.Usman Sumo Friend Tambunan. Terima kasih atas soft-skill yang telah bapak ajarkan dan tauladan yang telah bapak berikan kepada penulis.
- 10.Mbak indri, mbak ati, mbak ema, mbak tri, mbak ina, mbak cucu, pak kiri, pak amin, pak mul, pak wito, mas edi, pak marji, dan seluruh staff Departemen Kimia atas semua bantuan dan dukungannya yang sangat membantu penulis.
- 11.Saudara ku, Yusni N, Agung K, Syarif, Danang F.W, Rhamdan, Alex L, Wahyu Ronggo W.B atas segala kesabaran, tawa, dan semangat yang selalu ada buat penulis. Kita sempurnakan mukjizat ini sebagai "Sebuah kisah klasik untuk masa Depan".
- 12.Ricke Permata Sari, Yuriska Hanum, Kartika Chandra Dewi, Asri Fauziah, Liona, Rininta.A, Dini mariani, Raden Rara Warih Mustika atas segala curahan perhatian dan cerita kebahagiaan yang telah kalian berikan.
- 13.Teman-teman kimia 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 atas persaudaraan dan kekeluargaan kita selama ini.
- 14.Keluarga besar Ikatan Mahasiswa Riau Universitas Indonesia.

15. Keluarga bapak sofyan, keluarga bapak somat, tante yuli, adit, baron, mbak anggi, mas opick, Adam, Akmal Khairi, viktor wilfred, PD2 futsal club, ori, Hendrik, Papua FC, Bang Viktor, Bang Feri, Strefaolus Alfian Adur, Budi Prabowo.

16. Keluarga bapak William Dumai, ibu Marlyana Dumai, keluarga bapak Wan Fauzi Effendi Dumai, ibu Hernita Dumai, keluarga tuaku Pekanbaru, Mandiri pekanbaru, keluarga paman Indra BSD, keluarga wak mis Pondok Indah, keluarga bapak Sugiana Cinere, dan seluruh keluarga besar bapak Denny F dan alm. Marlyna.

17. Sahabat penulis, Asrul Romanzah, Wira Apriadi, Tri Nanda Putra.

18. Semua kerabat keluarga, sahabat, yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih dan semoga semua ini menjadi amal ibadah untuk kita semua.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik maupun saran yang membangun. Sekali lagi penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga Allah membalas kebaikan kalian semua.

Depok, mei 2009

Penulis

## ABSTRAK

Bentonit dimodifikasi dengan menyisipkan material semikonduktor ZnO ke dalam lapisan interlayernya. Preparasi bentonit dilakukan dalam 3 tahapan, preparasi awal, bentonit dipurifikasi karbonat dan penjuenan dengan NaCl. Proses sintesis dilakukan dengan metoda hidrotermal di dalam autoclave pada suhu  $160^{\circ}\text{C}$  selama 12 jam kemudian padatannya dikalsinasi pada suhu  $400^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam. Karakterisasi ZnO-bentonit dilakukan dengan menggunakan instrumentasi AAS, XRF, XRD, UV-Vis Diffuse Reflectance dan FTIR. Data UV-Vis Diffuse Reflectance memperlihatkan nilai band Gap 3,5 eV; 3,45 eV; 3,5 eV untuk masing-masing ZnO-bentonit 10%, 20% dan 30%. Uji aplikasi fotodegradasi zat warna Rhodamin B dilakukan pada masing-masing fraksi ZnO-bentonit 10%, 20 % dan 30%. Fraksi ZnO-Bentonit 10% memberikan hasil yang paling efektif untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B. Berdasarkan data uji aplikasi material ZnO-Bentonit memiliki kemampuan sorpsi dan fotokatalis terhadap zat warna Rhodamin B.

Kata kunci : Bentonit, Fotokatalis, FTIR, UV-Vis Diffuse Reflectance, XRD, XRF, ZnO, ZnO-Bentonit.

xi + 64 hlm ; gbr; tab; lamp

Bibliografi 33 (1985-2009)

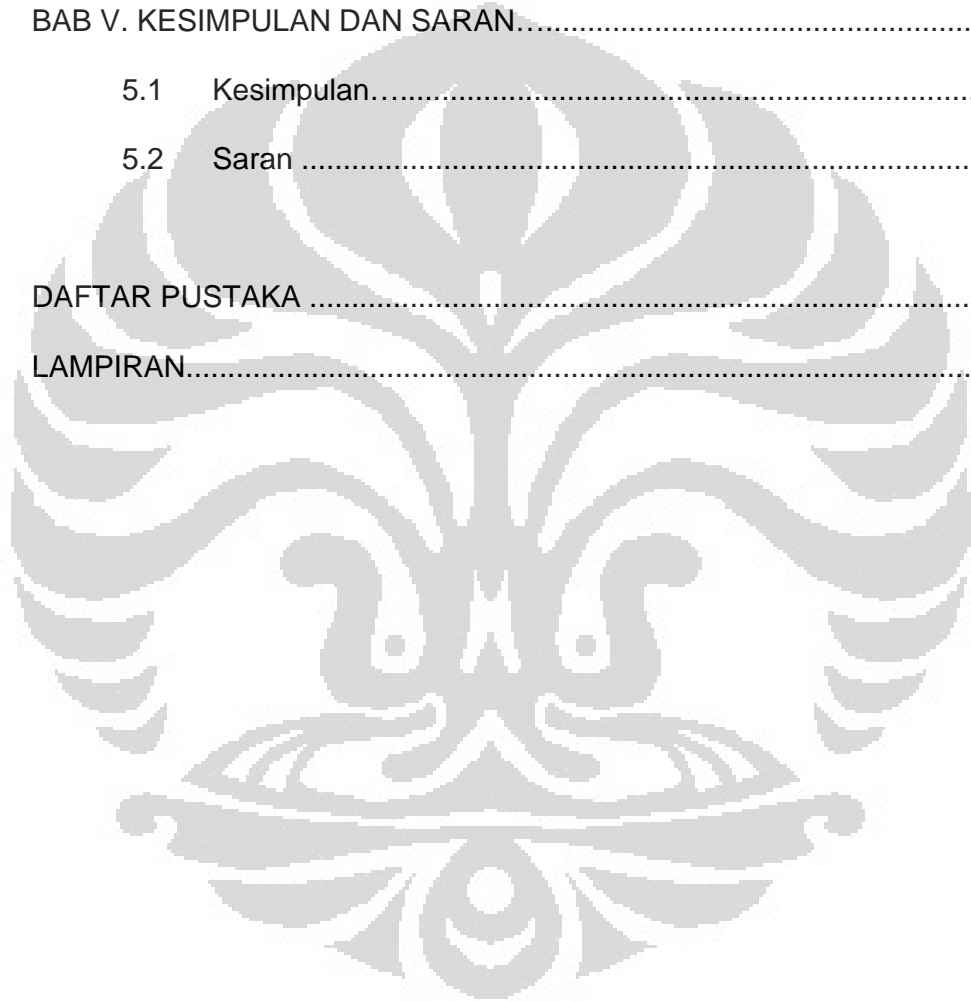
## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Lempung.....	5
2.1.1 Lempung 1:1.....	7
2.1.2 Lempung 2:1.....	8
2.2 Bentonit.....	9
2.2.1 Natrium Bentonit.....	10
2.2.2 Kalsium Bentonit.....	10
2.2.3 Montmorilonit.....	11
2.3 Fotokatalis.....	12
2.3.1 Zink Oksida (ZnO) .....	15
2.3.2 Rhodamin B.....	15
2.4 Alat Uji.....	16
2.4.1 Spektroskopi Serapan Atom.....	16



2.4.2	X-Ray Difraktometer.....	18
2.4.3	Spektrofotometri Infra Merah (FTIR).....	18
2.4.4	Fluoresensi Sinar-X (XRF).....	19
BAB III.	PERCOBAAN PENELITIAN.....	22
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
3.2	Alat dan Bahan.....	22
3.2.1	Alat.....	22
3.2.2	Alat Uji.....	22
3.2.3	Bahan.....	22
3.3	Cara Kerja.....	23
3.3.1	Preparasi Bentonit.....	23
3.3.1.1	Preparasi Bentonit Alam.....	23
3.3.1.2	Purifikasi karbonat dengan larutan buffer pH 4,7.....	23
3.3.1.3	Penjenuhan Bentonit dengan NaCl 1 M.....	23
3.3.2	Sintesis Bentonit-ZnO.....	24
3.3.3	Uji Aplikasi Fotokatalis dengan Rhodamin B.....	24
3.3.3.1	Pembuatan Larutan Stok Rhodamin B.....	24
3.3.3.2	Uji Variasi Waktu.....	25

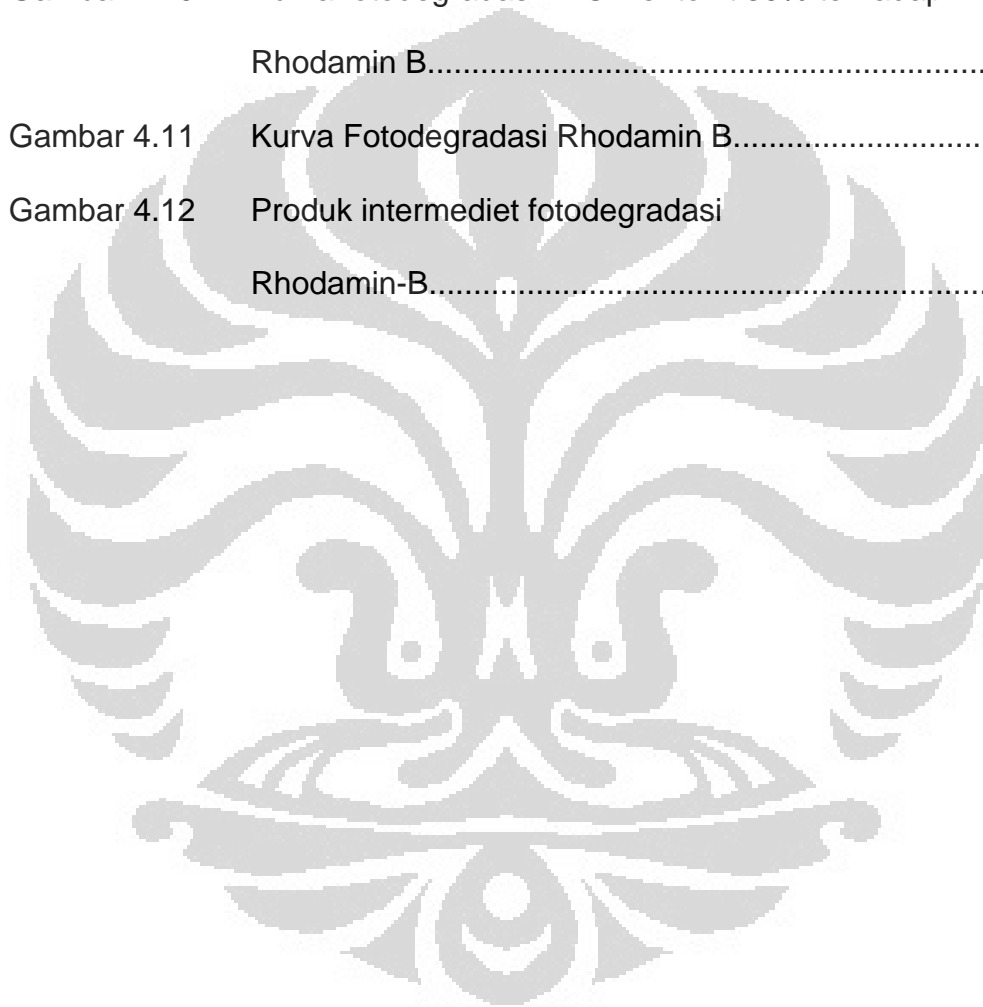
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Preparasi Bentonit.....	26
4.2 Sintesis ZnO-Bentonit.....	27
4.3 Uji Aplikasi Fotokatalisis Rhodamin B.....	34
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran .....	42
DAFTAR PUSTAKA .....	42
LAMPIRAN.....	46



## DAFTAR GAMBAR

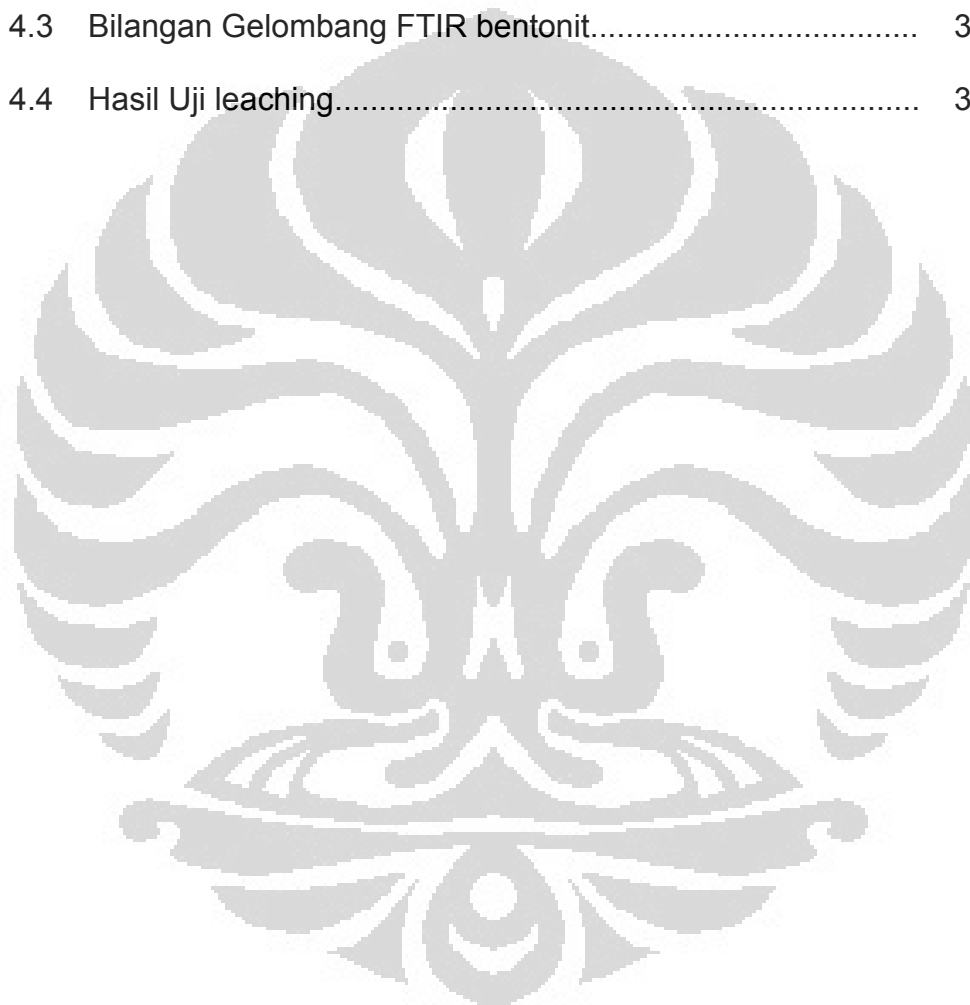
	Halaman
Gambar 2.1	Kerangka dasar pembangun lempung..... 5
Gambar 2.2	Lapisan tetrahedral dan octahedral..... 6
Gambar 2.3	Trioktahedral dan dioktahedral..... 7
Gambar 2.4	Lempung 1:1..... 8
Gambar 2.5	Lempung 2:1..... 9
Gambar 2.6	Kalsium Bentonit dan Natrium Bentonit..... 10
Gambar 2.7	Struktur Montmorilonite..... 12
Gambar 2.8	Proses Fotokatalis..... 14
Gambar 2.9	Difraksi sinar-X oleh Bidang kristal..... 18
Gambar 2.10	Komponen FTIR..... 19
Gambar 2.11	Skema XRF..... 20
Gambar 2.12	Struktur Kristal dari ZnO..... 15
Gambar 4.1	Kurva perbandingan Zn/(Si+Al)..... 28
Gambar 4.2	XRD Bentonit Alam..... 29
Gambar 4.3	XRD ZnO-Bentonit 20%.. ..... 29
Gambar 4.4	Kurva UV-Vis Diffuse Reflectance..... 32
Gambar 4.5	Kurva pita serapan maksimum Rhodamin B..... 34
Gambar 4.6	Kurva fotodegradasi ZnO-Bentonit 10% terhadap Rhodamin B..... 35

Gambar 4.7	Kurva fotodegradasi ZnO-Bentonit 20% terhadap Rhodamin B.....	36
Gambar 4.8	Struktur Rhodamin B.....	36
Gambar 4.9	Kemungkinan letak ZnO.....	33
Gambar 4.10	Kurva fotodegradasi ZnO-Bentonit 30% terhadap Rhodamin B.....	37
Gambar 4.11	Kurva Fotodegradasi Rhodamin B.....	39
Gambar 4.12	Produk intermediet fotodegradasi Rhodamin-B.....	40



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Rasio Zn dan (Si + Al + Zn) hasil XRF ZnO-Bentonit.....	27
Tabel 4.2 Sudut $2\theta$ hasil XRD Bentonit dan ZnO-Bentonit.....	30
Tabel 4.3 Bilangan Gelombang FTIR bentonit.....	30
Table 4.4 Hasil Uji leaching.....	32



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Bagan kerja preparasi dan sintesis..... 47
Lampiran 2	Bagan kerja Uji aplikasi Fotokatalis..... 48
Lampiran 3	XRF Bentonit Alam..... 52
Lampiran 4	XRF ZnO-Bentonit 10%..... 49
Lampiran 5	XRF ZnO-Bentonit 20%..... 50
Lampiran 6	XRF ZnO-Bentonit 30%..... 51
Lampiran 7	XRD Bentonit Alam..... 53
Lampiran 8	XRD ZnO-Bentonit 10%..... 54
Lampiran 9	XRD ZnO-Bentonit 20%..... 55
Lampiran 10	XRD ZnO-Bentonit 30%..... 56
Lampiran 11	FTIR Bentonit Alam..... 57
Lampiran 12	FTIR ZnO-Bentonit 10%..... 58
Lampiran 13	FTIR ZnO-Bentonit 20%..... 59
Lampiran 14	FTIR ZnO-Bentonit 30%..... 60
Lampiran 15	UV-Vis Diffuse Reflectance ZnO-Bentonit 10%..... 61
Lampiran 16	UV-Vis Diffuse Reflectance ZnO-Bentonit 20%..... 62
Lampiran 17	UV-Vis Diffuse Reflectance ZnO-Bentonit 30%..... 63
Lampiran 18	Data statistik Bentonit Di Indonesia 2003-1997..... 64

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Usaha untuk mengurangi pencemaran lingkungan selalu menjadi topik pembicaraan yang sangat menarik. Pencemaran lingkungan akan berakibat buruk bagi makhluk hidup pada umumnya dan manusia khususnya, terutama dampak buruk pada kesehatan.

Salah satu sumber pencemaran lingkungan adalah limbah cair industri tekstil. Limbah cair yang dikeluarkan oleh industri tekstil mengandung berbagai zat pewarna yang sulit terdegradasi dan memiliki efek toksik terhadap manusia. Sebagian besar dari total produksi zat pewarna di dunia hilang terbuang percuma ketika proses pewarnaan dan dikeluarkan sebagai limbah industri tekstil. Pelepasan limbah zat pewarna tersebut ke ekosistem merupakan salah satu sumber polusi perairan yang berbahaya.

Salah satu material potensial yang dapat digunakan untuk menanggulangi masalah pencemaran limbah zat pewarna adalah bentonit. Pemanfaatan bentonit (lempung) yang selama ini masih dirasakan terbatas, dan umumnya hanya digunakan sebagai absorben. Berdasarkan data dari kementerian energi dan sumber daya mineral (ESDM), Indonesia merupakan pengeksport bentonite karena sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan sumber penghasil mineral bentonit dengan jumlah yang cukup besar.

Cadangan bentonit Indonesia berjumlah sekitar 380 juta ton, tersebar di beberapa pulau, terutama Jawa dan Sumatera.<sup>1</sup> Data statistika cadangan bentonit di Indonesia (lampiran 18).

Salah satu alternatif penanggulangan limbah cair adalah melakukan modifikasi pada bentonit dengan menyisipkan material fotokatalis. Kombinasi ini diharapkan mampu menggabungkan sifat sorpsi yang dimiliki oleh bentonit dan sifat fotokatalis yang dimiliki oleh material yang disisipkan.

Perkembangan teknologi fotokatalis semakin luas digunakan dimana material fotokatalis memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa polutan organik yang terdapat di dalam air limbah pabrik ataupun limbah rumah tangga.

Salah satu alasan penggunaan fotokatalis dalam upaya mendegradasi polutan ataupun zat warna ialah untuk mengurangi emisi gas buang yang memberikan dampak merusak lingkungan. Dengan metode fotokatalis ini polutan dan senyawa-senyawa organik bisa dikurangi bahkan dihilangkan dengan memanfaatkan panjang gelombang cahaya matahari yang selalu tersedia sepanjang hari tanpa menggunakan bahan bakar dan tanpa menghasilkan gas buang yang berbahaya untuk lingkungan.

Fotokatalis heterogen yang merupakan metode penanggulangan limbah terkini telah menjadi teknologi yang penting dan memimpin dalam mineralisasi limbah sebagian besar polutan zat pewarna. Fotokatalis yang mendapat perhatian utama dan banyak dikembangkan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor oksida logam seperti  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sering digunakan sebagai katalis dalam penanganan berbagai polutan organik dan zat pewarna.

Dalam beberapa tahun belakangan ini terjadi peningkatan kepedulian masyarakat terhadap bahaya yang ditimbulkan dari zat buangan kimiawi ke zona perairan. ZnO-Bentonit akan memiliki kemampuan dalam mengabsorpsi



dan sebagai aplikasi fotokatalis. ZnO-Bentonit dapat menjadi salah satu jalan keluar dari permasalahan lingkungan khususnya di daerah perairan.

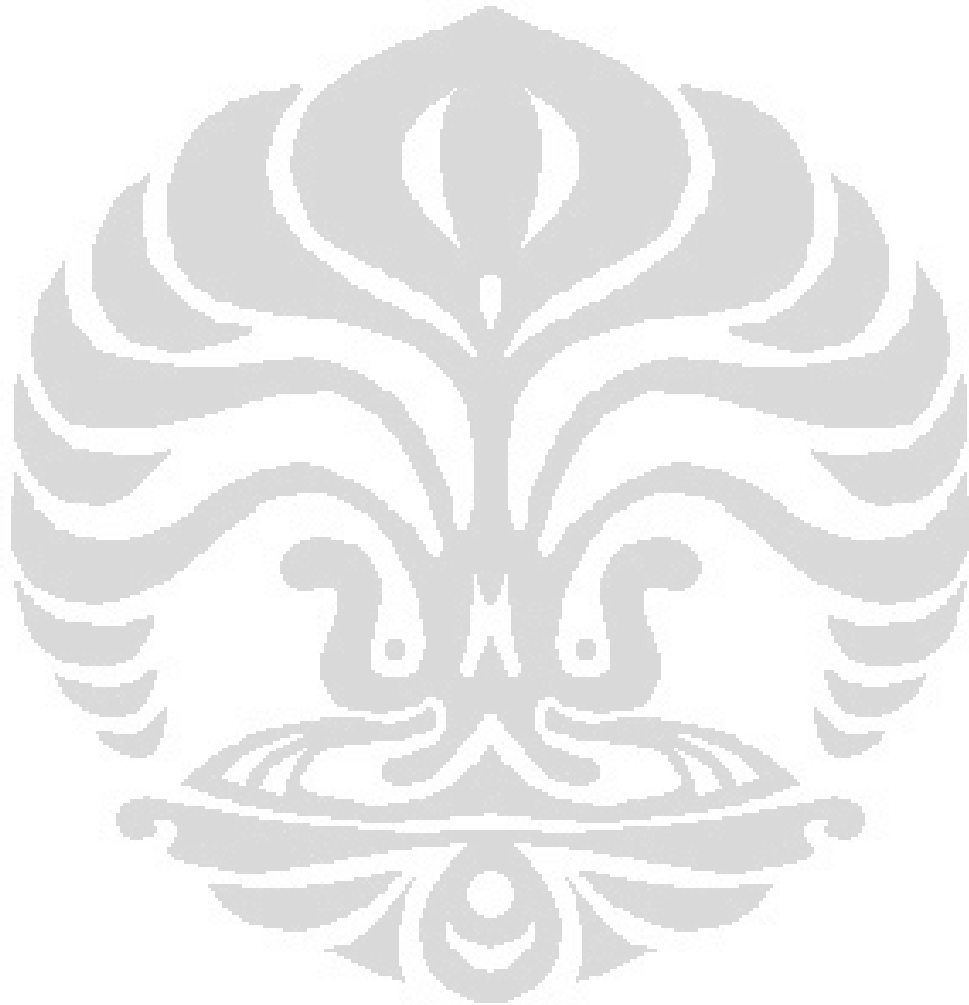
## 1.2 TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. melakukan sintesis dan karakterisasi ZnO-Bentonit
2. Melakukan uji aplikasi fotokatalis ZnO-Bentonit terhadap zat warna Rhodamin B

## 1.3 HIPOTESA

Material ZnO-bentonit dapat bertindak sebagai fotokatalis aktif untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

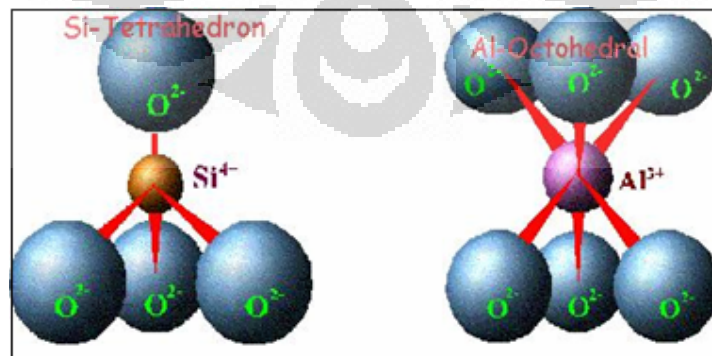
#### 2.1. Lempung<sup>3,4,5</sup>

Tanah lempung, yang merupakan hasil pelapukan batu-batuan sangat mudah ditemukan diberbagai tempat. Dalam kosa kata ilmiah, lempung dikenal sebagai *silica* atau *silicate clay* karena sebagian besar kandungannya adalah silika. *Silicate clay* yang ditemukan di tempat tertentu mempunyai komposisi tertentu, yang berbeda dengan *silicate clay* yang ditemukan di tempat yang berbeda.

Lempung merupakan bagian dari kelas mineral silikat pilosilikat. Lempung juga disebut sebagai aluminosilikat dan mempunyai struktur kristal tertentu. Lempung tersusun dari dua kerangka dasar pembangun (Gambar 2.1), yaitu :

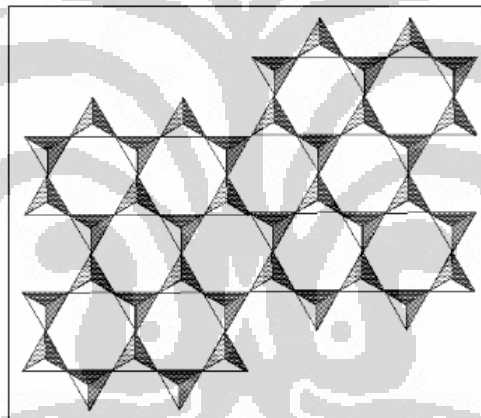
1. Tetrahedral Silikon-Oksigen ( $\text{Si}_2\text{O}_5^{2-}$ ).
2. Oktahedral Aluminium.

Kedua kerangka ini tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu lapisan tetrahedral dan oktahedral.

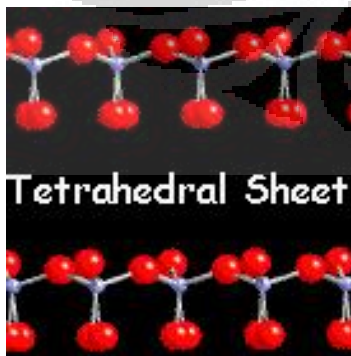


Gambar 2.1 Kerangka Dasar Pembangun Lempung

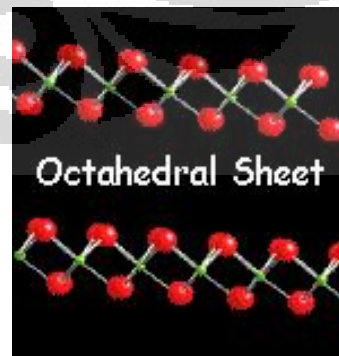
Lapisan tetrahedral disusun oleh tetrahedral yang bergabung melalui tiga dari empat atom oksigen yang sebagai jembatan, sehingga tersusun sebagai bentuk heksagonal (Gambar 2.2a). Sisa satu atom oksigen akan mengarah ke atas atau ke bawah, yang disebut apikal oksigen (Gambar 2.2b). Sedangkan pada lapisan oktahedral, tersusun oleh oktahedral yang membagi ujung-ujung oksigen dan hidroksil dengan Al, Mg, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> yang disebut sebagai kation terkoordinasi. Oktahedral ini juga tersusun heksagonal sehingga disebut lapisan Gipsite (Gipsite sheet) (gambar 2.2c). Lapisan oktahedral dapat disusun oleh (Fe,Mg)O<sub>6</sub> atau AlO<sub>6</sub>. Ada dua jenis lapisan oktahedral, yaitu dioktahedral dan trioktahedral (Gambar 2.3)



(a)

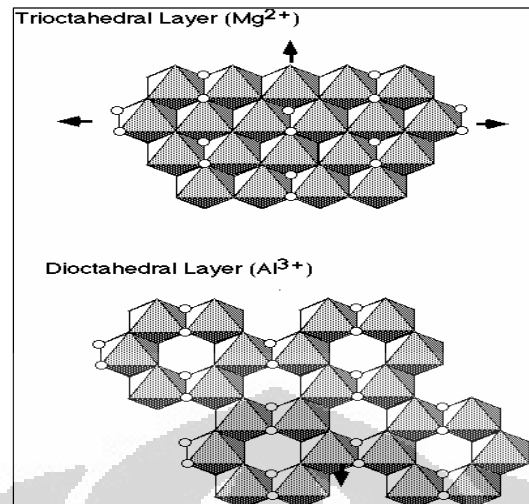


(b)



(c)

Gambar 2.2. Lapisan Tetrahedral dan Lapisan Oktahedral



Gambar 2.3. Trioktahedral dan Dioktahedral

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

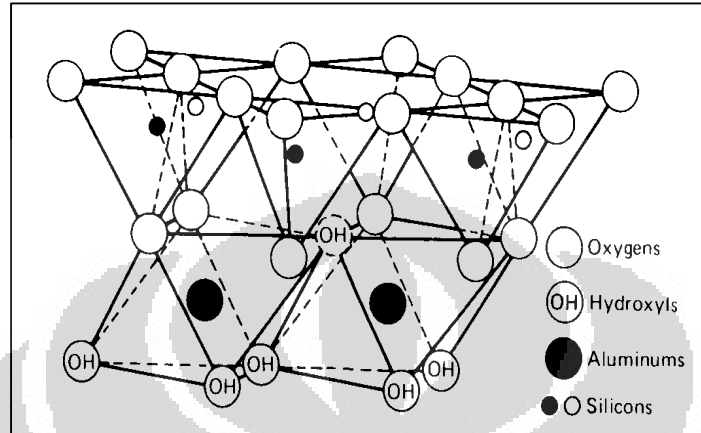
1. Lempung 1:1
2. Lempung 2:1

### 2.1.1 Lempung 1:1<sup>3,4</sup>

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, karena kaya akan feldspar merupakan sumber utama kaolin.

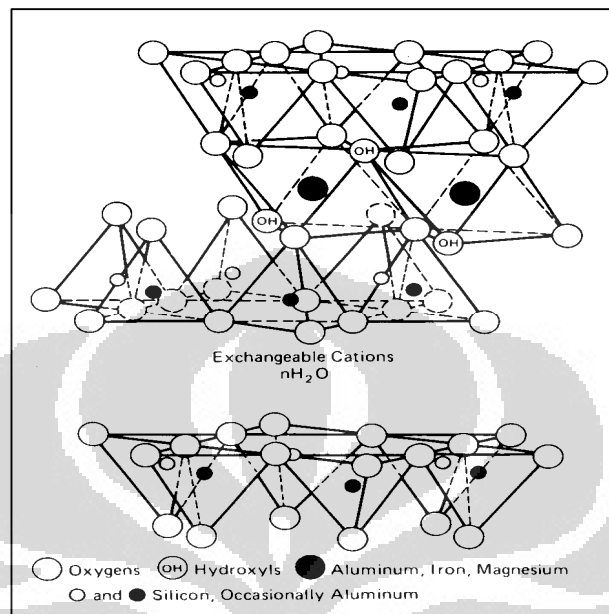


Gambar 2.4 lempung 1:1

### 2.1.2 Lempung 2:1<sup>3,4</sup>

Terusun oleh dua lapisan tetrahedral yang mengapit satu lapisan oktahedral (T-O-T), sehingga terlihat seperti “sandwich”. Termasuk kedalam 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 berasal akibat substitusi Si oleh  $Al^{3+}$ .



Gambar 2.5 Lempung 2:1

## 2.2. Bentonit<sup>6,7,8,9,10</sup>

Bentonit adalah istilah pada lempung yang mengandung montmorilonite 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.

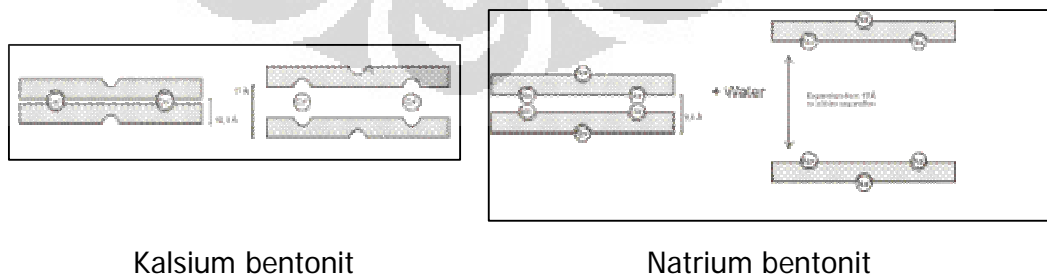
Bentonit terbentuk dari hasil pelapukan dan reaksi hidrotermal batuan vulkanik. Mineral pengotor utama yang sering terdapat dalam bentonit adalah kwarsa, illite, kristobalit, feldspar, kalsit, gypsum, kaolinite, dan plagioclas. Berdasarkan penyusunnya bentonit dibagi menjadi Na-Bentonit (natrium bentonit) 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  $\text{Na}^+$  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  $\text{Ca}^{2+}$ . Ca-Bentonit kurang mengembang dibandingkan Na-bentonit karena ion  $\text{Ca}^{2+}$  akan menarik lebih kuat kedua lapisan TOT sementara pada Na-bentonit ion  $\text{Na}^+$  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* montmorilonite yaitu sifat kation *interlayer*, rapat muatan permukaan pada sisi *interlayer* (surface charge density) dan kekuatan solvasi.



Gambar 2.6 Kalsium Bentonit dan Natrium bentonit<sup>3</sup>

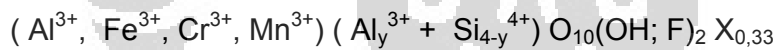


### 2.2.3 Montmorilonit<sup>11</sup>

*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, seperti : pembersih dan penjernih larutan gula, sebagai bahan pemucat pada proses penjernihan minyak makan, penyerap ion-ion logam dan penjernih air minum, dsb.

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

Menurut Rose dan Hendrick struktur kimia secara umum dari mineral *montmorillonite* dapat ditulis :



Kation	kation	anion	kation
Group A	Group B	Group C	Group D

Kation Group A adalah kation yang terdapat di dalam struktur oktahedral

Kation Group B adalah kation yang terdapat di dalam struktur tetrahedral

Kation Group C terdiri dari Oksigen dan hidroksil. Kation Group D adalah

kation yang teradsorpsi oleh bentonit pada permukaan. Kation jenis ini dapat ditukar oleh kation jenis lain.

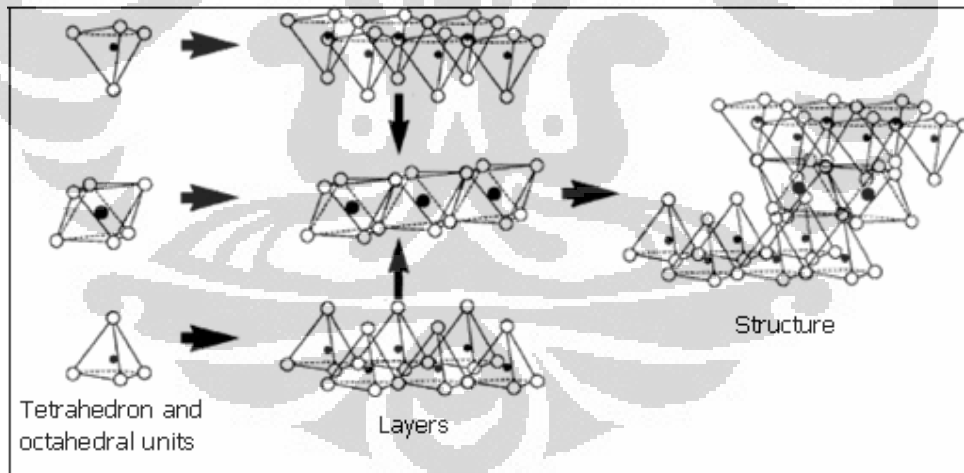
Kation group A berperan dalam proses penyerapan pada permukaan bentonit. Kation grup A dalam bentonit berupa logam-oksohidroksida,

contohnya dalam bentuk Fe-oksohidroksida. Dalam larutan bentuk oksohidroksida ini sangat bergantung pada pH larutan.

Kation-kation yang dipertukarkan dalam struktur kristal montmorilonit kebanyakan adalah  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ , namun terdapat kation lain sebagai impurities yang dapat ditukar seperti  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Rb}^+$  dan  $\text{Cs}^+$ .

Montmorilonit tergolong mineral lempung dengan tipe 2:1, karena pada struktur kristalnya tersusun atas dua lapisan tetrahedral yang merupakan silika yang mengapit satu lapisan oktahedral. (lihat gambar 2.7).

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)*.<sup>5</sup>



Gambar 2.7. Struktur *Montmorillonite*<sup>3</sup>

### 2.3 Fotokatalis<sup>12</sup>

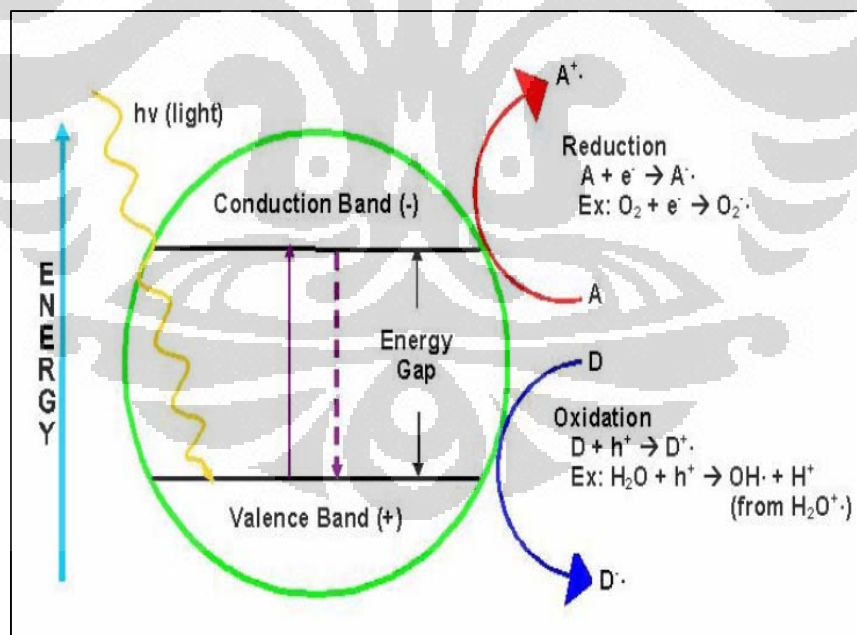
Material semikonduktor dapat dimanfaatkan dalam proses fotokatalis. Proses fotokatalis terjadi apabila energi dari sinar yang diberikan sebanding

dengan energi band gap dari material semikonduktor tersebut. Pada semikonduktor dikenal istilah pita konduksi dan pita valensi. Pita valensi merupakan pita yang terbentuk dari orbital molekul yang berikatan, sedangkan pita konduksi merupakan pita yang terbentuk dari molekul nonbonding. Pita konduksi dan pita valensi ini memegang peranan penting dalam semikonduktor. Jarak antara pita konduksi dan pita valensi ini dinamakan band Gap. Band gap merupakan besaran energi yang diperlukan suatu elektron untuk dapat tereksitasi dari orbital bonding (berikatan) menuju ke nonbonding (tidak berikatan). Semakin besar band gap dari suatu senyawa atau unsur maka semakin sulit elektron untuk dapat tereksitasi dan semakin berkurang dampak efek fotokatalis yang akan diberikan.<sup>16</sup>

Oksidasi fotokatalitik heterogen merupakan suatu proses di mana polutan dioksidasi dengan menggunakan semikonduktor fotokatalis yang mempunyai sifat tidak beracun serta memiliki fasa tidak sama dengan substrat. Partikel semikonduktor akan menjadi oksidator yang mampu mendegradasi sejumlah polutan bila dikenai cahaya dengan panjang gelombang yang sesuai dengan *band gap* semikonduktor tersebut. Degradasi total polutan organik (mineralisasi sempurna) ini akan menghasilkan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan asam mineral. Salah satu fotokatalis yang sudah dikenal adalah semikonduktor oksida logam

Suatu partikel fotokatalis oksida logam dapat disintesis di dalam suatu matriks, seperti lempung montmorillonit, sebagai *host material* yang berperan untuk membatasi pertumbuhan ukuran partikel oksida tersebut. Salah satu cara modifikasi terhadap montmorillonit untuk sintesis material nano semikonduktor fotokatalis adalah melalui pilarisasi, yaitu suatu proses

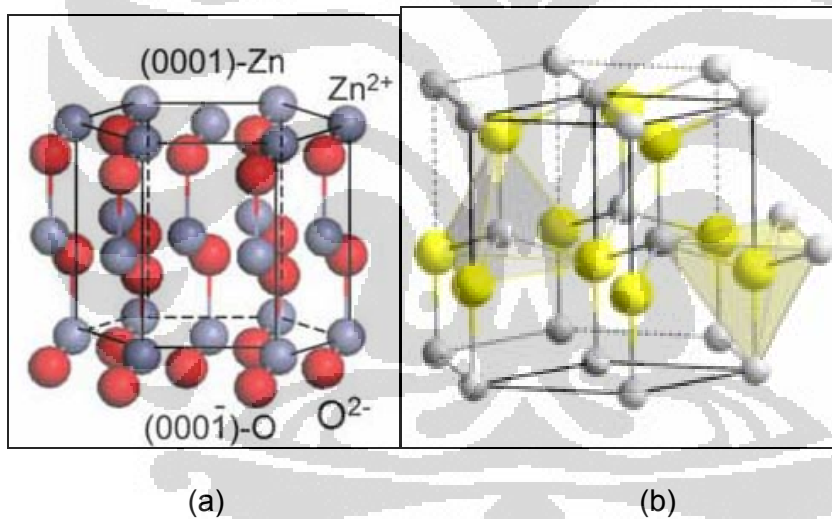
penyisipan dari *guest material* ke dalam antarlapis *host materia!* dengan struktur berlapis tanpa merusak struktur lapisan tersebut dilanjutkan konversi termal untuk membentuk oksida logam. Pilarisasi montmorillonit didasarkan pada fenomena mengembang jari montmorillonit. Selama terhidrasi jarak antarlapis montmorillonit meningkat, namun setelah dehidrasi lapisan montmorillonit rusak dan permukaan antarlapisnya tidak dapat diakses lagi untuk proses kimia. Spesies pemilar yang stabil mampu mempertahankan struktur lapisan montmorillonit dan menjaga porositas yang lebih tinggi Selama hidrasi dan dehidrasi sehingga Montmorillonit terpillar akan memiliki luas permukaan dan volume pori yang tinggi, distribusi ukuran serta pilar oksida logam yang bersifat katalitik aktif.



Gambar 2.8 Proses fotokatalis

### 2.3.1 Seng oksida ( ZnO )<sup>30,31</sup>

Oksida seng / zink oksida merupakan senyawa anorganik dengan rumus ZnO. Penampilan fisik dari ZnO ialah bubuk putih yang memiliki kelarutan kecil di dalam pelarut air. Bubuk ZnO banyak digunakan dalam industri plastik, keramik, kaca, dll. Di dalam ilmu material, ZnO disebut juga senyawa II-IV semikonduktor karena seng dan oksigen berada pada periode ke dua dan ke enam di dalam susunan tabel periodik. Kristal ZnO terdapat dalam beberapa bentuk, bentuk yang paling umum ialah hexagonal. Struktur kristal hexagonal bersifat lebih stabil pada beberapa kondisi dibandingkan dengan struktur lainnya seperti Cubic dan Cubic rocksalt.



Gambar2.12. (a) struktur Kristal ZnO dan (b) wurtzite<sup>30,31</sup>

### 2.3.2 Rhodamin B<sup>32</sup>

Menurut Isminingsih (1973) berdasarkan struktur kimianya zat warna dibagi menjadi bermacam-macam, antara lain : zat warna Nitroso, Nitro, Azo, Stilben, Difenil metana, Trifenil metana, Akridin, Kinolin, Indigoida, Aminokinon, Anin dan Indofenol. Sedangkan berdasarkan pada cara

pencelupan atau pewarnaan pada bahan yang akan diwarnai digolongkan menjadi zat warna asam, basa, dispersi, direct dan lain-lain. Namun, secara garis besar zat warna digolongkan menjadi dua golongan yaitu zat warna alami dan zat warna sintetik.

Zat warna yang digunakan dalam sampel penelitian ini adalah Rhodamin B. Rhodamin B merupakan zat celup yang dianggap sebagai turunan fluoresein dengan menggantikan gugus hidroksil dengan gugus amino tersubstitusi  $N(C_2H_5)_2$  dengan warna merah. Mempunyai rumus molekul  $C_{28}H_{31}N_2O_3$ , berat molekulnya 479,02, titik leleh  $210^{\circ}C - 211^{\circ}C$ , densitasnya  $0,79 \text{ gram/cm}^3$ , biasanya berbentuk serbuk. Rhodamin B mempunyai nama bermacam-macam, antara lain : Acid Brilliant Pink B, ADC Rhodamine B, Aizen Rhodamine BH, Akiriku Rhodamine B, dll.

## **2.4 Alat Uji**

### **2.4.1 Spektrofotometer Serapan Atom<sup>11</sup>**

Spektroskopi atom digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan secara kualitatif dan kuantitatif logam dalam larutan.

Pengukuran dalam SSA berdasarkan radiasi yang diserap oleh atom yang tidak tereksitasi dalam bentuk uap. Dalam spektroskopi emisi, pengukuran didasarkan pada energi yang diemisikan ketika atom-atom dalam keadaan tereksitasi untuk kembali ke keadaan dasar. Spektroskopi emisi nyala merupakan suatu spektroskopi emisi dari daerah khusus dimana atom dieksitasikan dengan menggunakan energi kalor.

Teknik serapan dan emisi nyala biasanya disertai pemasukan suatu larutan sampel dalam bentuk aerosol dalam nyala. Evaporasi pelarut dan

penguapan garam terlebih dahulu untuk mendisosiasikan garam dalam nyala. Evaporasi pelarut dalam atom-atom yang bebas. Pada suhu nyala udara-asetilena ( $2300^{\circ}\text{C}$ ), atom dari sebagian besar unsur berada dalam keadaan dasar. Jika seberkas energi radiasi yang terdiri dari spektrum emisi untuk unsur tertentu yang akan ditentukan dilewatkan melalui nyala ini, maka sejumlah atom dalam keadaan dasar akan menyerap energi yang lebih tinggi. Jumlah energi radiasi yang diserap sebagai suatu fungsi konsentrasi unsur dalam nyala, merupakan dasar spektroskopi serapan atom.

Sementara itu untuk beberapa unsur logam alkali seperti Na dan K, nyala udara-asetilena, tidak saja menghasilkan atom-atom dalam keadaan dasar. Tetapi juga menaikkan sejumlah atom ke keadaan tereksitasi. Energi radiasi kemudian akan dipancarkan ini sebanding dengan konsentrasi dan merupakan dasar dari spektroskopi nyala.

Emisi energi radiasi dari emisi nyala atau energi radiasi lampu eksternal yang tidak bisa hilang oleh serapan atom akan dideteksi oleh monokromata dan dideteksi oleh fotomultiplier.

Gangguan yang mungkin terjadi dalam analisa sampel dengan menggunakan SSA :

- gangguan fisika
- gangguan kimia
- gangguan spektral

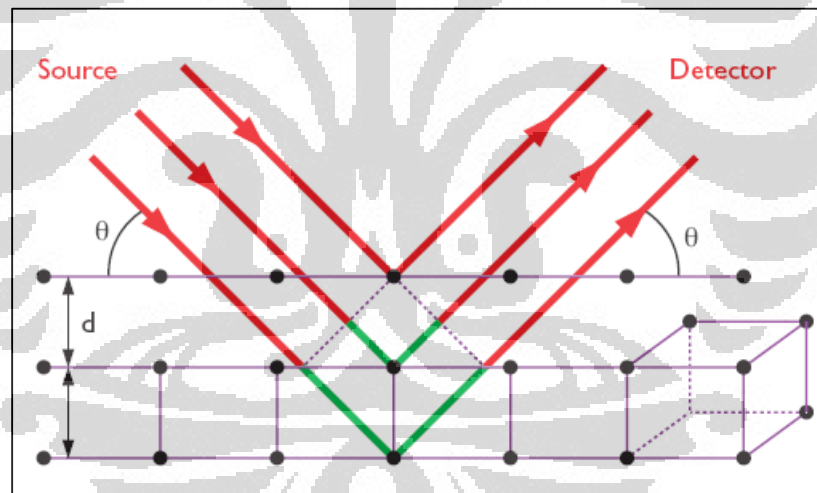
gangguan kimia dan fisika dapat dikurangi atau dihilangkan dengan perlakuan yang sesuai pada larutan, sementara gangguan spektral dihilangkan dengan memisahkan unsur-unsur yang mengganggu.

### 2.4.2 Difraksi Sinar-X (XRD)<sup>13</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 dalam atom dan sebagian dihamburkan kesegala arah. Dalam beberapa arah, gelombang berada dalam satu fasa dan saling memperkuat satu sama lain sehingga terjadi interferensi konstruktif sedangkan sebagian tidak satu fase dan saling meniadakan sehingga terjadi interferensi destruktif.

Interferensi konstruktif tergantung pada jarak antar bidang ( $d$ ), besar sudut difraksi ( $\theta$ ) dan berlangsung hanya apabila memenuhi hukum Bragg :

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



Gambar . 2.9 Difraksi sinar-X oleh bidang kristal<sup>14</sup>

### 2.4.3 Spektrofotometri Infra Merah (FTIR)<sup>15,16</sup>

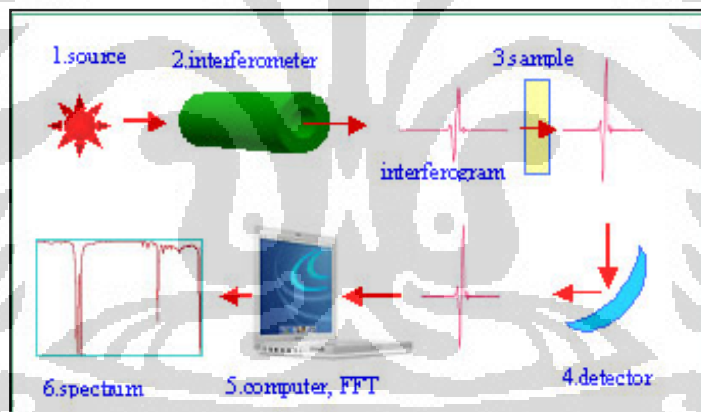
Instrument FTIR menggunakan sumber radiasi dalam kisaran inframerah (bilangan gelombang =  $4000-400 \text{ cm}^{-1}$ ). Radiasi dalam kisaran



energi ini sesuai dengan kisaran frekuensi vibrasi rentangan (*stretching*) dan vibrasi bengkokan (*bending*) ikatan kovalen dalam kebanyakan molekul.

Bila molekul menyerap radiasi inframerah, energi yang diserap menyebabkan kenaikan amplitudo vibrasi atom-atom yang saling berikatan. Panjang gelombang eksak absorpsi oleh suatu tipe tertentu ikatan, bergantung pada jenis vibrasi ikatan tersebut. Oleh karena itu tipe ikatan yang berbeda (C-H, C-C, C-O dll) menyerap radiasi inframerah pada panjang gelombang berbeda.

Instrument FTIR terdiri sumber cahaya (*Nerst glower* atau *Globar*), monokromator, detektor, dan sistem pengolah data (komputer). Spektum yang dihasilkan merekam panjang gelombang atau frekuensi versus % T.



Gambar 2.10. Komponen FTIR <sup>27</sup>

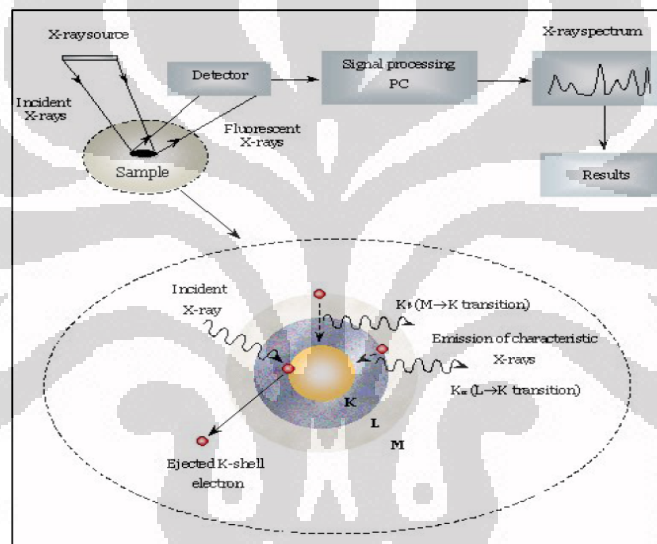
#### 2.4.4 Fluoresensi Sinar-X (XRF) <sup>18,19</sup>

XRF merupakan instrumen yang dapat menganalisa unsur-unsur dalam suatu senyawa.

Prinsip kerjanya berdasarkan radiasi sinar X yang akan mengeksitasi atom-atom ke tingkat energi yang lebih tinggi, pada saat atom-atom tersebut

kembali ke keadaan dasar akan memancarkan energi yang spesifik untuk setiap unsuranya.

Sampel bisa berupa padatan maupun cairan yang tidak memerlukan perlakuan khusus. Instrument XRF terdiri dari sumber sinar yang digunakan untuk mengeksitasi atom-atom, tempat untuk meletakkan sampel serta spektrofometer yang akan mengukur panjang gelombang atau energi dan intensitas radiasi fluoresens yang dipancarkan.



Gambar 2.13. Skema XRF <sup>18</sup>

## **BAB III**

### **PERCOBAAN PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi dan waktu penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Departemen Kimia FMIPA Universitas Indonesia pada bulan Februari sampai Mei 2009.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah peralatan gelas dalam laboratorium seperti: gelas piala 500 mL, pipet ukur, gelas piala 100 mL, labu ukur 100 mL, 250 mL dan 1000 mL, mortal, magnetic stirrer, lampu UV-a.

##### **3.2.2 Alat Uji**

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

##### **3.2.3 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Bentonit Alam Tapanuli, Natrium Hidroksida (NaOH), Asam Asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), Kalium Hidroksida (KOH), Etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), akuades, seng(II)asetat ( $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), Natrium Klorida (NaCl) dan Zat Warna Rhodamin B.

### 3.3 Cara Kerja

#### 3.3.1 Preparasi Bentonit alam tapanuli

##### 3.3.1.1 Preparasi Bentonit alam

Sebanyak 125 gram Bentonit Alam Tapanuli dipanaskan di dalam oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Bentonit digerus dan diayak sehingga diperoleh bentonit halus. Bentonit ini kemudian dikarakterisasi dengan XRF, XRD dan FTIR.

##### 3.3.1.2 Purifikasi karbonat dengan Larutan Buffer pH 4,8

Bentonit halus tadi dimasukkan ke dalam gelas piala 500 mL, lalu tambahkan 250 mL larutan Buffer Natrium-asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) pH 4,8. Dilakukan pengadukan sampai gelembung gas  $\text{CO}_2$  yang merupakan indikasi karbonat hilang. Padatan Bentonit kemudian dipisahkan dari filtratnya dengan disentrifuge dan dioven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$ .

##### 3.3.1.3 Penjenuhkan bentonit dengan NaCl 1 M

Bentonit yang telah halus dimasukkan ke dalam gelas piala 500 mL, kemudian ditambahkan Larutan Natrium Klorida ( $\text{NaCl}$ ) 1 M sebanyak 250 mL. Dilakukan pengadukan terhadap campuran selama 2 jam. Campuran didekantasikan dan endapan dicuci dengan akuades sampai filtrat terbebas dari  $\text{Cl}^-$ . Filtrat diuji dengan menggunakan larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) sampai tidak terbentuk endapan putih. Bentonit yang telah bebas ion  $\text{Cl}^-$  disentrifuge dan padatannya di oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$ . Bentonit ini kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan alat uji XRD, XRF dan FTIR.

### 3.3.2 Sintesis ZnO-Bentonit

Sebanyak masing-masing 3,5 - 4,5 gram bentonit yang telah dipurifikasi karbonat didispersikan ke dalam 20 mL akuades dan dilakukan pengadukan. Padatan Seng(II)asetat ( $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dimasukkan perlahan-lahan secara berurutan masing-masing 0,5 , 1 dan 1,5 gram ke dalam campuran. Untuk selanjutnya masing-masing campuran dinamakan loading Seng(II) Asetat-Bentonit 10%, 20% dan 30%. Sebanyak masing-masing 18,1 mL, 36,2 mL dan 54 mL larutan kalium hidroksida yang dilarutkan dalam etanol (KOH/etanol) ditambahkan ke dalam campuran dan dilakukan pengadukan selama 1 jam. Kemudian masing-masing campuran dimasukkan ke dalam autoclave dan dipanaskan pada suhu  $160^\circ\text{C}$  selama 12 jam kemudian padatannya dikalsinasi pada suhu  $400^\circ\text{C}$ . Setelah proses kalsinasi, masing-masing campuran dinamakan ZnO-Bentonit 10%,20% dan 30%. Campuran ZnO-Bentonit yang telah dioven lalu disaring dan padatannya dioven pada suhu  $110^\circ\text{C}$  untuk menghilangkan uap air. Hasil endapan ZnO-Bentonit ini dikarakterisasi dengan menggunakan alat uji XRF, XRD dan FTIR. Kemudian ZnO-bentonit masing-masing fraksi dilakukan uji leaching. Sebanyak 1 gr ZnO-Bentonit didispersikan dalam 50 mL akuades dan dilakukan pengadukan selama 180 menit. Padatan dipisahkan dari campuran dengan disentrifuge dan filtratnya dilakukan uji Zn dengan AAS.

### 3.3.3 Uji aplikasi fotokatalis dengan Rhodamin B

#### 3.3.3.1 Pembuatan Larutan stok Rhodamin B

Larutan Rhodamin B  $10^{-3}$  M dibuat dengan menimbang sebanyak 0,0479 gr padatan Rhodamin B dan dilarutkan dalam labu ukur 1 L dengan

akuades. Uji aplikasi dilakukan dengan melakukan pengenceran larutan stok menjadi  $10^{-5}$  M.

### 3.3.3.2 Uji variasi waktu

Sebanyak 200 mg ZnO-Bentonit didispersikan ke dalam 100 ml larutan zat warna  $10^{-5}$  M. Campuran dilakukan dalam proses fotokatalis dibawah penyinaran lampu UV-a dengan variasi waktu 30 menit, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam, 3 jam. Reaktor yang digunakan memiliki 5 buah lampu UV-a yang terletak pada sisi alas dan samping reaktor. Pada masing-masing interval waktu secara berurutan diambil alikuot sebanyak 10 mL kemudian disentrifuge dan absorbansi filtratnya diukur dengan alat uji UV-Vis.

Pada setiap interval waktu dilakukan kontrol fotokatalis. kontrol pertama dilakukan dengan melakukan penyinaran terhadap 100 mL larutan Rhodamin B  $10^{-5}$  M tanpa ZnO-Bentonit. Kontrol kedua dilakukan dengan mendispersikan 20 mg ZnO-Bentonit dalam 100 mL larutan Rhodamin B  $10^{-5}$  M tanpa disinari lampu UV-a.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Preparasi Bentonit

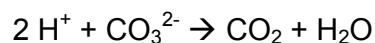
Preparasi bentonit dilakukan sebelum bentonit digunakan dalam proses sintesa ZnO-Bentonit. Preparasi bentonit yang akan dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu, preparasi Bentonit alam, Purifikasi Karbonat dan penjuhan bentonit dengan menggunakan larutan Natrium Klorida (NaCl).

Tahapan awal dari preparasi bentonit yaitu preparasi bentonit alam. Preparasi Bentonit alam diawali dengan memanaskan bentonit alam pada suhu 110<sup>0</sup> C dalam oven selama 2 jam. Pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan uap air dan pengotor-pengotor yang mudah menguap.

Setelah dipanaskan, dilakukan penyaringan untuk mendapatkan bentonit dengan ukuran yang sama.

Bentonit hasil preparasi digunakan selanjutnya dalam proses purifikasi Karbonat. Preparasi Karbonat dilakukan bertujuan untuk menghilangkan karbonat yang kemungkinan masih terdapat di dalam Bentonit. Purifikasi Karbonat dilakukan dengan mendispersikan 20 mg bentonit ke dalam larutan buffer natrium asetat (CH<sub>3</sub>COONa) pH 4,8 dan dilakukan pengadukan.

Reaksi yang terjadi adalah :



Gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan akan teramati sebagai gelembung-gelembung yang muncul pada permukaan campuran. Proses pengadukan dilakukan hingga tidak terdapat lagi gelembung-gelembung gas pada permukaan dispersi larutan tersebut. Kemudian campuran disentrifuge untuk

memisahkan padatan Bentonit dari larutan buffer natrium asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ).

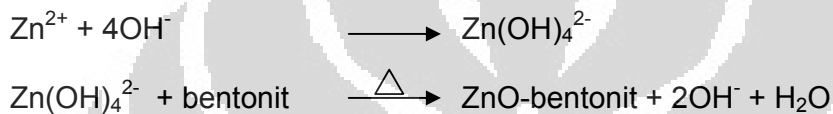
Tahapan terakhir dari preparasi bentonit ialah penjenuhan Bentonit dengan Larutan Natrium Klorida ( $\text{NaCl}$ ) 1 M. Proses penjenuhan ini bertujuan untuk mensubstitusi ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang terdapat pada ruang interlayer Bentonit alam dengan ion  $\text{Na}^+$  sehingga terjadi pertukaran dari Ca-Bentonit menjadi Na-Bentonit. Dengan substitusi ini diharapkan akan mengubah daya dari bentonit alam yang ruang interlayer awalnya kurang mengembang (Non-Swelling) menjadi lebih mengembang (Swelling). Perubahan sifat dari Non-Swelling menjadi Swelling ini diharapkan akan mempermudah proses penyisipan material ZnO pada ruang interlayer Bentonit. Na-bentonit lebih bersifat mengembang daripada Ca-bentonit karena bentonit ketika berada dalam air karakter pada permukaan lembaran bentonit akan memberikan gaya tarik terhadap absorpsi molekul air. Ion  $\text{Na}^+$  yang berada di permukaan bentonit akan berasosiasi dengan daerah yang mengalami defisiensi muatan positif pada salah satu lembaran saja, sehingga diantara lembaran akan terpisah cukup jauh dan memungkinkan interaksi dengan air lebih banyak dan meningkatkan kestabilan. Ion  $\text{Ca}^{2+}$  tidak bisa secara efektif berasosiasi dengan dua pusat negatif pada salah satu lembaran sehingga harus berasosiasi dengan dua lembaran sekaligus.<sup>5</sup>

#### **4.2 Sintesis bentonit-ZnO**

Pada penelitian ini sintesa ZnO-Bentonit dilakukan dengan metoda hidrotermal. ZnO-Bentonit disintesa dengan menggunakan padatan Seng(II) Asetat dihidrat. ( $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) yang dilarutkan dalam dispersi



bentonit dengan pelarut akuades dan dilakukan pengadukan. Kemudian ditambahkan secara perlahan-lahan Larutan kalium hidroksida (KOH) dalam Etanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH). Setelah dilakukan pengadukan selama 1 jam campuran dipanaskan pada suhu 160<sup>0</sup> C selama 12 jam di dalam autoclave dan kemudian padatan dikalsinasi pada suhu 400<sup>0</sup> C agar terbentuk oksida ZnO. Pada suhu 400<sup>0</sup>C senyawa organik akan terurai seiring dengan kenaikan suhu dan pembentukan kristal ZnO berlangsung secara sempurna.<sup>27</sup> Reaksi yang terjadi adalah :

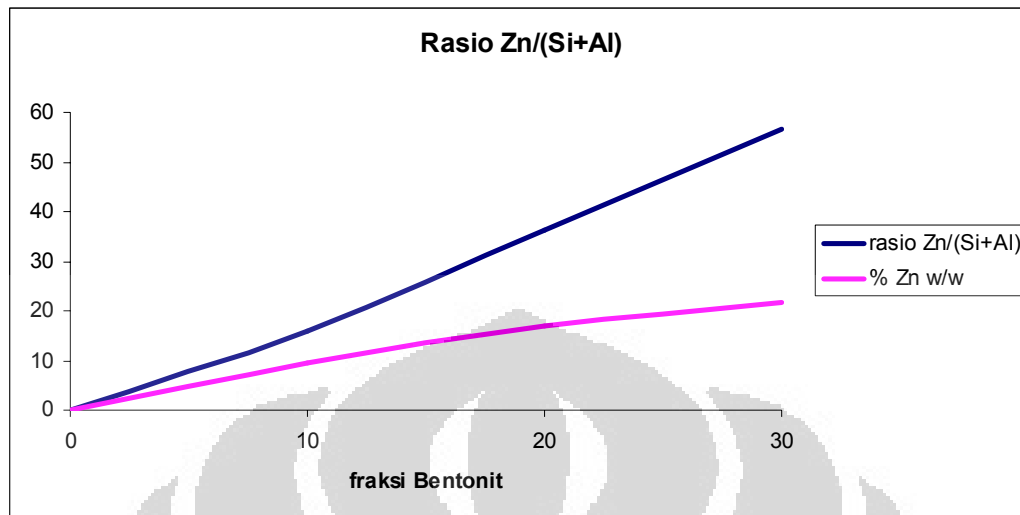


ZnO-Bentonit yang dihasilkan dikarakterisasi dengan alat uji XRF, XRD, FTIR dan UV-Vis Diffuse Reflectance.

Tabel 4.1 memperlihatkan Rasio Si/Al bentonit alam dan ZnO-bentonit. Dari tabel tersebut terlihat bahwa pada bentonit alam dan semua jenis ZnO-bentonit hasil sintesa, rasio Si/Al relatif konstan yaitu berada pada kisaran antara 3,2-3,5. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terjadi perubahan struktur utama bentonit pada semua ZnO-Bentonit. Konstannya nilai rasio Si/Al pada semua jenis ZnO-bentonit dapat diduga tidak terjadi pergantian Si dan Al pada struktur oleh Zn.

**Tabel 4.1 Rasio Zn/(Si+Al)**

<b>Bentonit</b>	<b>% Zn(w/w)</b>	<b>Rasio Si/Al</b>	<b>Rasio Zn/(Si/Al)</b>
Bentonit Alam	0	3,42	0
ZnO-Bentonit 10%	9,40	3,34	15,88 %
ZnO-Bentonit 20%	16,86	3,36	36,44 %
ZnO-Bentonit 30%	21,81	3,26	56,74 %

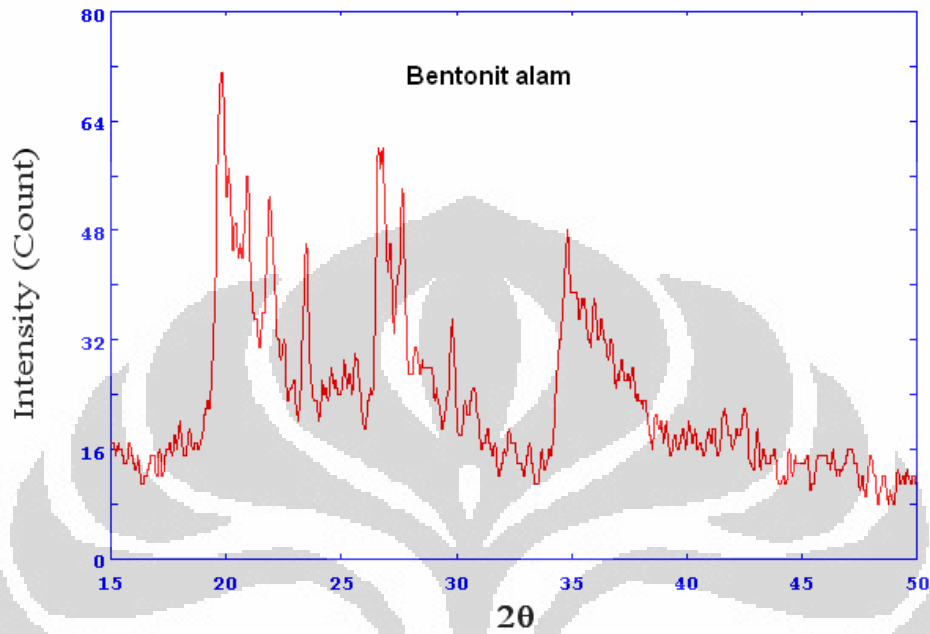


**Gambar 4.1 Kurva perbandingan Zn/(Si+Al) dan besar Zn**

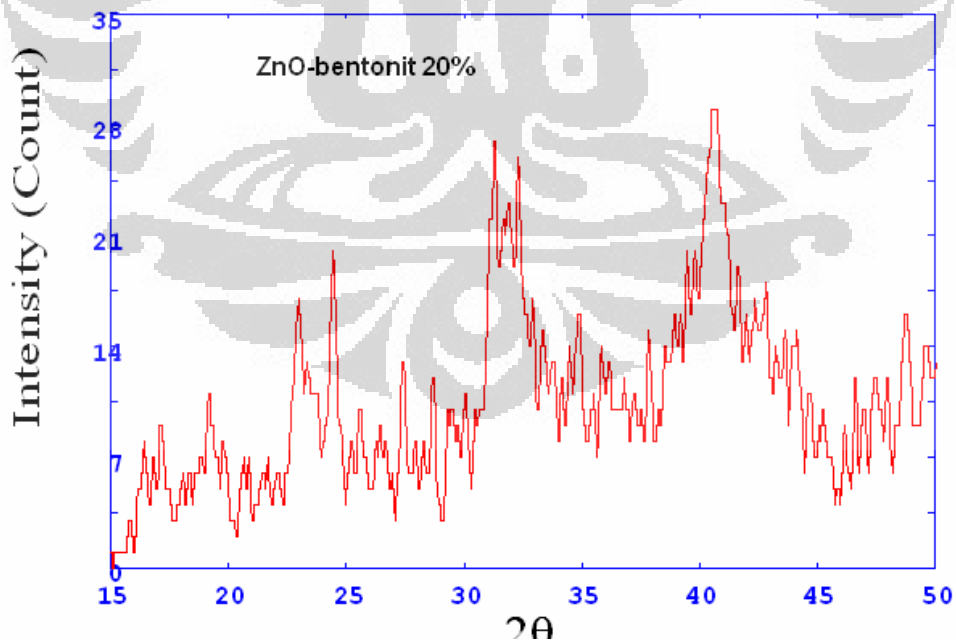
Dari gambar 4.1 terlihat bahwa semakin banyak jumlah  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang dimasukkan dalam sintesis, maka semakin banyak jumlah Zn yang ada dalam ZnO-bentonit. Perhitungan rasio Zn terhadap jumlah total Si dan Al dilakukan untuk meyakinkan bahwa jumlah Zn semakin bertambah terhadap komponen dominan dalam ZnO-bentonit.

Gambar 4.2 menggambarkan pola difraksi bentonit alam. Berdasarkan gambar tersebut muncul puncak-puncak khas bentonit yaitu pada sudut  $2\theta = 19,8$  ;  $26,6$  dan  $34,8$ . Gambar 4.3 adalah pola difraksi ZnO-Bentonit 20 %. Pola difraksi ZnO-Bentonit juga menunjukkan puncak-puncak khas bentonit, pada sudut  $2\theta = 20,48$  ;  $24,74$  dan  $34,71$ . Berdasarkan data tersebut dapat diindikasikan bahwa tidak terjadi perubahan struktur pada bentonit setelah dilakukan proses sintesis ZnO-Bentonit. Data ini diperkuat dengan data XRF yang menunjukkan bahwa rasio Si terhadap Al yang relatif konstan. Puncak khas ZnO tidak dapat teramati karena terjadi overlap difraksi dengan puncak bentonit pada  $2\theta = 32$  sampai  $2\theta = 36$ . Penelitian dilakukan oleh Seong-Ju

Hwang, *et.al* mengkonfirmasi bahwa puncak ZnO muncul pada  $2\theta = 32, 34$  dan  $2\theta = 36$  <sup>20</sup>



Gambar 4.2. XRD Bentonit Alam



Gambar 4.3. XRD ZnO-Bentonit 20%

Tabel 4.2 memperlihatkan puncak-puncak yang terdapat pada bentonit alam dan ZnO-Bentonit. Dari tabel terlihat bahwa semua jenis ZnO-Bentonit masih memiliki puncak-puncak khas bentonit. Puncak ZnO muncul pada sudut  $2\theta$  : 35,02 ; 36,7 ; 40,52. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hwang-ju *et.al.*<sup>20</sup>

**Tabel 4.2 Sudut  $2\theta$  XRD bentonit dan ZnO-bentonit**

Bentonit	Sudut $2\theta$			
	Bentonit Alam	19,8	26,21	34,82
ZnO-Bentonit 10 %	17,46	26,64	32,4	35,02
ZnO-Bentonit 20 %	19,16	24,44	32,3	40,52
ZnO-Bentonit 30 %	19,8	26,7	34,8	36,7

**Tabel 4.3. Memperlihatkan pita serapan FTIR pada bentonit alam dan ZnO-Bentonit.**

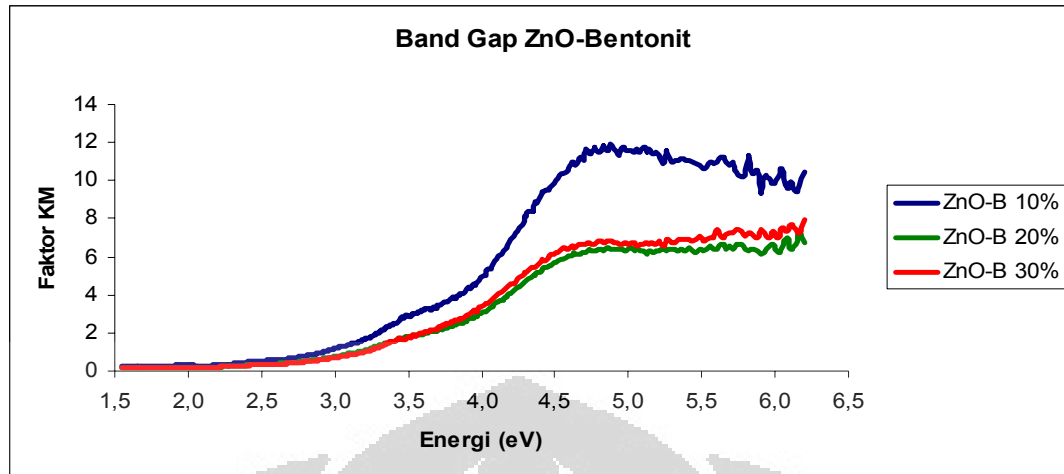
Bentonit	Bilangan Gelombang				
Bentonit Alam	3627,84	1638,28	1039,84	521,65	
	3446,67	1420,44	913,76	468,14	
			837,63	430,68	
			795,25		
ZnO-Bentonit	3601	2358,94	1660,71	995,27	667,37
		2341,58	1359,82		470,63
Gugus fungsi	Fe(II), stretching OH	H-O-H	deformasi OH	Si-O-Si, deformasi Al <sub>2</sub> OH	ZnO

Pada spektra FTIR bentonit Alam muncul pita serapan pada bilangan gelombang 3628,58  $\text{cm}^{-1}$  yang mengindikasikan adanya besi(II) akibat *stretching* OH pada trioktahedral  $[\text{Fe}^{2+}]_3\text{OH}$ <sup>22,23</sup>. Sementara pita serapan pada bilangan gelombang kisaran 3400  $\text{cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya ikatan

hidrogen (*H-O-H hydrogen Bonded Water*)<sup>24,25</sup>. Pita serapan pada daerah  $1630\text{ cm}^{-1}$  merupakan pita deformasi H-O-H<sup>25</sup>. Pada bilangan gelombang sekitar  $1030\text{-}1040\text{ cm}^{-1}$  muncul vibrasi Si-O-Si *stretching*. Pita serapan lemah pada  $913\text{ cm}^{-1}$  merupakan deformasi  $\text{Al}_2\text{OH}$ <sup>22</sup>. Pita pada  $837\text{ cm}^{-1}$  merupakan pita deformasi  $\text{AlMgOH}$ <sup>22</sup>. Pita sekitar  $795\text{ cm}^{-1}$  adalah pita deformasi  $\text{Fe}^{3+}\text{MgOH}$ .

Pita serapan zink oksida muncul pada pita serapan  $470\text{ cm}^{-1}$ . Penelitian yang dilakukan oleh Chien Ling-young, *et. al* menginformasikan bahwa pita serapan kristal ZnO akan terbentuk pada  $470\text{ cm}^{-1}$ .<sup>27</sup> Sementara penelitian yang dilakukan oleh Kwang Bo Shim memperlihatkan pita serapan ZnO berkisar di antara  $473\text{ cm}^{-1}$  dan  $532\text{ cm}^{-1}$ .<sup>20</sup>

Gambar 4.4 memperlihatkan kurva UV-Vis Reflectance ZnO-Bentonit 10%, 20% dan 30%. Dengan menggunakan perhitungan faktor Kubelka-Munk diperoleh nilai band gap untuk ZnO-Bentonit 10%, 20% dan 30% berturut-turut 3,5 eV; 3,45 eV; 3,5 eV. Penelitian yang dilakukan oleh X.W. Sun, *et. al* memperoleh nilai band gap yang bervariasi pada daerah 3,3 eV sampai 3,5 eV tergantung kepada suhu kalsinasi.

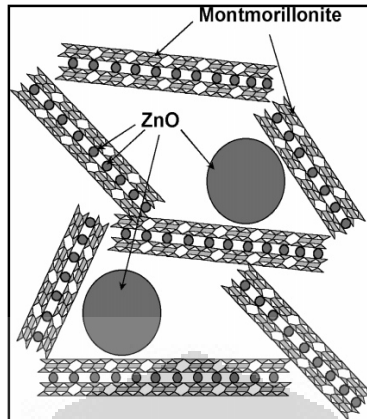


**Gambar 4.4. Kurva UV-Vis Reflectance**

**Tabel 4.4 Tabel Uji leaching ZnO-Bentonit**

Fraksi Bentonit	PPM	Absorbansi
ZnO-Bentonit 10%	0,699	0,048
ZnO-Bentonit 20%	0,118	0,002
ZnO-bentonit 30%	2,9575	0,239

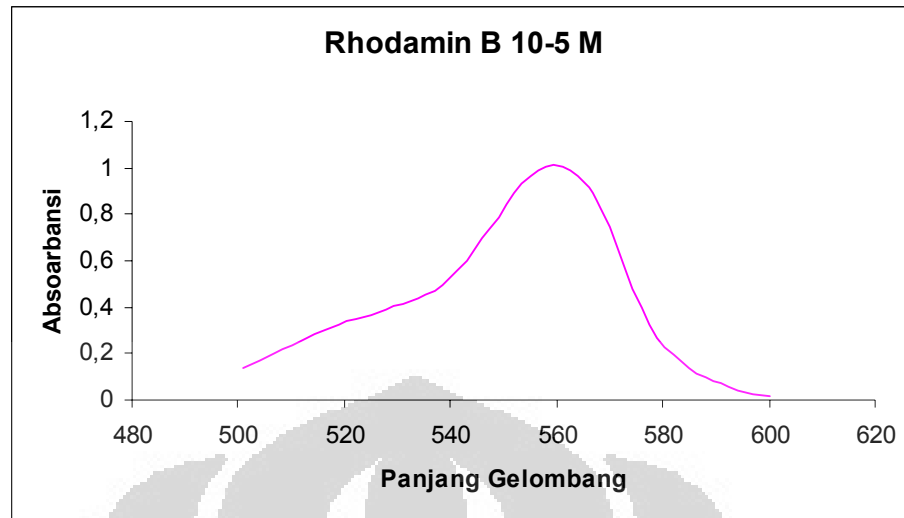
Tabel 4.4 memperlihatkan hasil dari uji leaching yang dilakukan terhadap ZnO-Bentonit. Uji leaching dilakukan dengan mendispersikan 1 gr ZnO-Bentonit di dalam 100 mL akuades. Dilakukan proses pengadukan pada campuran ZnO-Bentonit selama 180 menit. Kemudian filtrat yang dipisahkan dari campuran dengan disentrifuge dan diukur dengan menggunakan instrumen AAS. Dari tabel 4.4 dapat kita lihat bahwa ZnO-Bentonit 10%, 20% dan 30% hasil sintesis tidak mengalami proses leaching sehingga diharapkan selama proses fotokatalis material ZnO yang terbentuk tidak terlepas dari bentonit yang ada. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hwang seoung-Ju, *et. al* partikel ZnO yang terbentuk berada di lapisan interlayer dan di antara tumpukan-tumpukan lembaran bentonit (Gambar 4.9).<sup>20</sup>



**Gambar.4.9 Kemungkinan letak ZnO.<sup>20</sup>**

#### 4.3.1 Uji fotokatalisis Rhodamin B

Uji aplikasi fotokatalis dilakukan dengan menggunakan larutan Rhodamin B  $10^{-5}$  M. Percobaan dilakukan dengan metoda batch. ZnO-Bentonit yang telah didispersikan ke dalam larutan Rhodamin B, disinari dalam reaktor dengan menggunakan lampu UV. Setelah waktu tertentu, sejumlah aliquot diambil untuk ditentukan nilai absorbansinya. Gambar 4.5 memperlihatkan kurva pita serapan larutan rhodamin B  $10^{-5}$  M. Dari gambar tersebut terlihat bahwa larutan Rhodamin B  $10^{-5}$  memiliki pita serapan maksimum pada daerah panjang gelombang 558 nm.



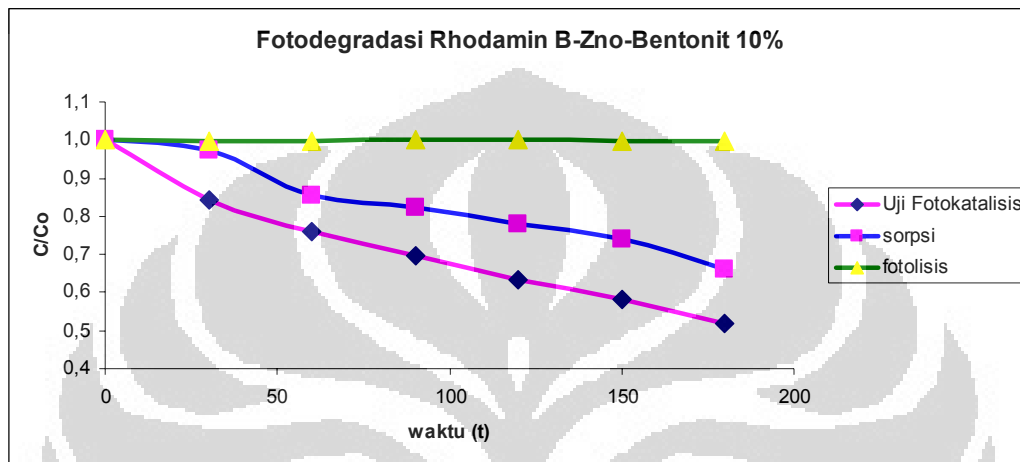
**Gambar 4.5. Kurva pita serapan maksimum Larutan Rhodamin B**

Gambar 4.6 memperlihatkan kurva fotodegradasi dari larutan Rhodamin yang menggunakan ZnO-Bentonit 10%. Dari kurva tersebut terlihat bahwa penurunan konsentrasi Rhodamin B pada ZnO-Bentonit 10% dengan disinari lampu UV lebih besar dibandingkan dengan ZnO-Bentonit 10% yang tidak disinari lampu UV. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan ZnO-Bentonit dapat bertindak sebagai Fotokatalis. Pada ZnO-Bentonit tanpa disinari UV, terjadi penurunan konsentrasi Rhodamin B. Hal ini diduga lebih disebabkan oleh adanya kemampuan sorpsi dari bentonit. Penelitian mengenai kemampuan sorpsi bentonit telah banyak dilaporkan. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Chegriuche,S mengenai penggunaan bentonit aktif untuk mengadsorp logam Ga(III).<sup>28</sup>

Kemampuan fotokatalis ZnO-Bentonit terhadap Rhodamin B juga diperkuat dengan dilakukannya kontrol terhadap larutan Rhodamin B yang disinari lampu UV tanpa menggunakan material fotokatalis. Pada masing-masing interval waktu tidak terjadi perubahan konsentrasi. Hal ini berarti



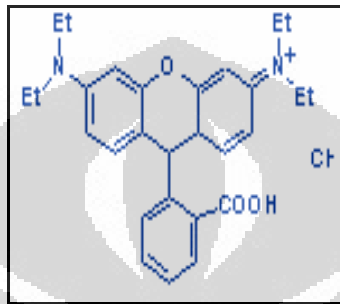
bahwa penurunan konsentrasi Rhodamin B dalam larutan yang mengandung material fotokatalis murni disebabkan oleh sorpsi dan kemampuan fotokatalis dan bukan disebabkan oleh peristiwa penguapan larutan Rhodamin B selama proses reaksi dilakukan.



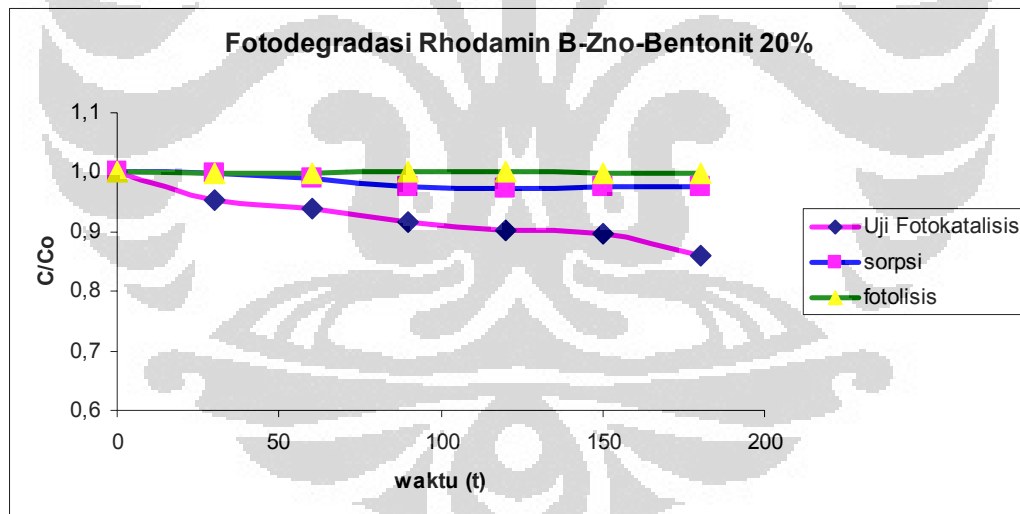
**Gambar 4.6 Kurva fotodegradasi Rhodamin B dengan ZnO-Bentonit 10%**

Gambar 4.7 memperlihatkan kurva fotodegradasi larutan Rhodamin B dengan ZnO-Bentonit 20%. Gambar ini memperlihatkan pola yang sama seperti pada (Gambar 4.5). Hal ini memperlihatkan bahwa kemampuan fotokatalis dari ZnO-Bentonit juga terdapat pada fraksi ZnO-Bentonit 20%. Berdasarkan perbandingan antara (Gambar.4.6) dan (Gambar.4.7), kemampuan fotodegradasi dari ZnO-Bentonit 10% lebih baik apabila dibandingkan dengan ZnO-Bentonit 20%. Hal ini mungkin disebabkan oleh kapasitas ruang interlayer bentonit yang terbatas dan molekul Rhodamin yang cukup besar, (Gambar.4.8) . Pada saat proses fotokatalisis Rhodamin B yang ingin didegradasi diharapkan dapat masuk ke dalam ruang interlayer bentonit yang telah tersisipkan material ZnO. Sehingga material ZnO-Bentonit dapat berinteraksi langsung dengan bentonit. Semakin banyak jumlah keberadaan

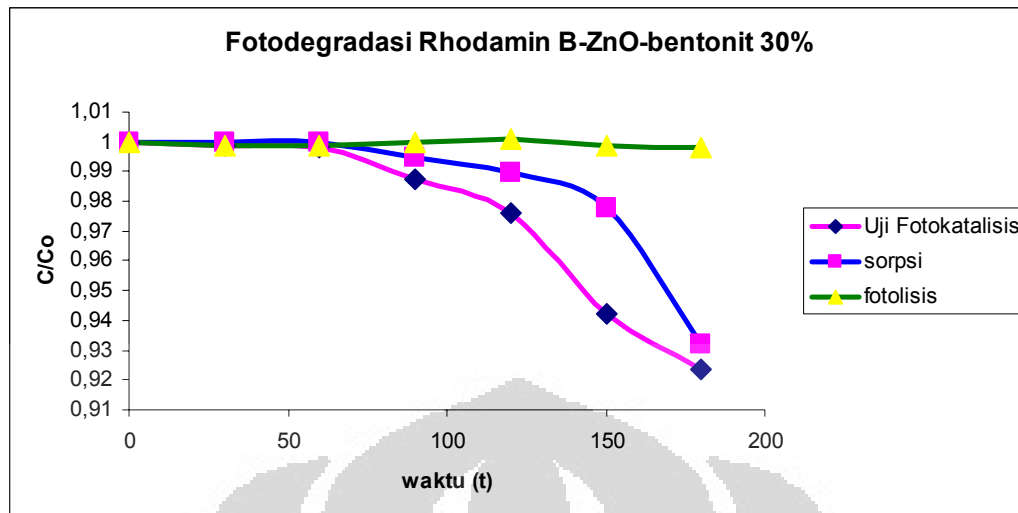
material fotokatalis dalam hal ini ZnO maka akan semakin besar degradasi Rhodamin B yang terjadi. Hal ini berkaitan dengan semakin bertambahnya jumlah sisi aktif dari ZnO yang ada. Penelitian mengenai pengaruh jumlah keberadaan katalis ZnO terhadap degradasi Rhodamin B dilakukan oleh BYRAPPA,K.<sup>28</sup>



Gambar 4.8 Struktur Rhodamin B.<sup>29</sup>



Gambar 4.7 Kurva Fotodegradasi Rhodamin B  
dengan ZnO-Bentonit 20%

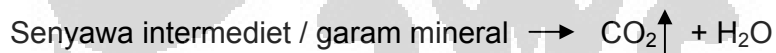
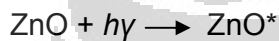


**Gambar 4.10 Kurva fotodegradasi Rhodamin B  
dengan ZnO-Bentonit 30%**

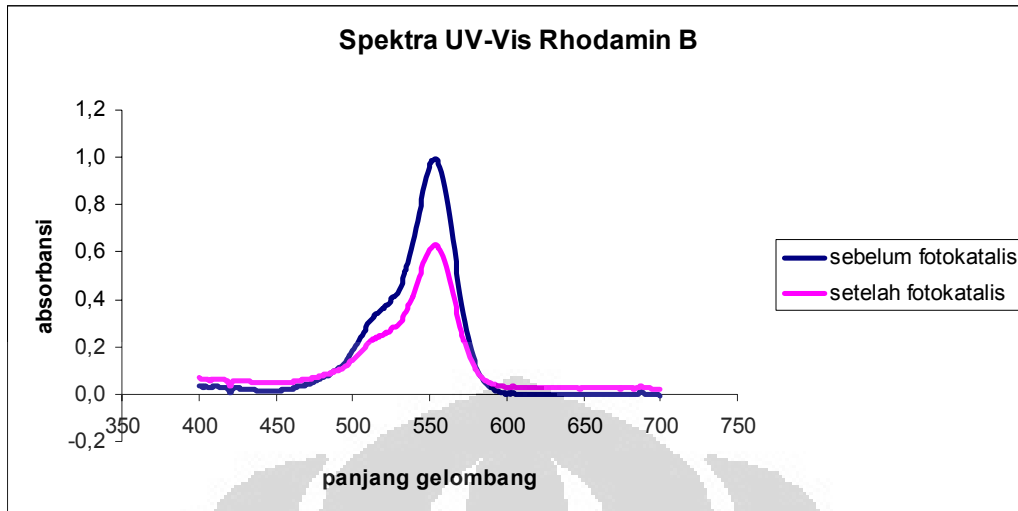
Gambar 4.10 memperlihatkan kurva fotodegradasi Rhodamin B dengan ZnO-Bentonit 30%. Berdasarkan kurva tersebut dapat diamati bahwa tidak terjadi perubahan yang berarti pada nilai absorbansi Rhodamin B. Pola penurunan kemampuan fotokatalisis ZnO-Bentonit dari ZnO-bentonit 10%, 20% dan 30% terjadi seiring dengan penurunan kemampuan sorpsi dari ZnO-bentonit tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin kecil nilai absorpsi dari ZnO-bentonit maka kemampuan fotokatalisisnya pun akan semakin berkurang. Proses fotokatalisis kemungkinan terjadi setelah proses absorpsi dilakukan oleh ZnO-Bentonit sehingga semakin banyak partikel ZnO yang diduga menempati ruang interlayer dari ZnO-bentonit, maka akan menghambat proses absorpsi dari ZnO-bentonit terhadap partikel Rhodamin B. Berdasarkan perbandingan kemampuan fotokatalisis antara ZnO-Bentonit 10%, 20% dan 30%, ZnO-Bentonit 10% memiliki kemampuan sorpsi dan fotokatalisis yang paling baik. ZnO-Bentonit 10% memiliki kemampuan yang cukup besar dalam sorpsi dan fotokatalisis terhadap Rhodamin B. Hal ini

mungkin disebabkan oleh baiknya distribusi partikel ZnO hingga dapat masuk dan menempati ruang interlayer dari Bentonit. Distribusi dari partikel ZnO berkaitan dengan letak terjadinya proses fotokatalis. Material ZnO yang terbentuk diduga berada di permukaan dan di ruang interlayer dari bentonit. Dalam proses fotokatalis interaksi antara Rhodamin B dan ZnO-Bentonit terjadi pada sisi aktif dari material fotokatalis yaitu ZnO pada ZnO-Bentonit. Sehingga dengan bertambahnya jumlah sisi aktif dari ZnO-Bentonit maka akan meningkatkan kemampuan fotokatalisis dari ZnO-Bentonit tersebut.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh BY RAPPAK, *et. al.* Reaksi yang mungkin terjadi<sup>28</sup> :

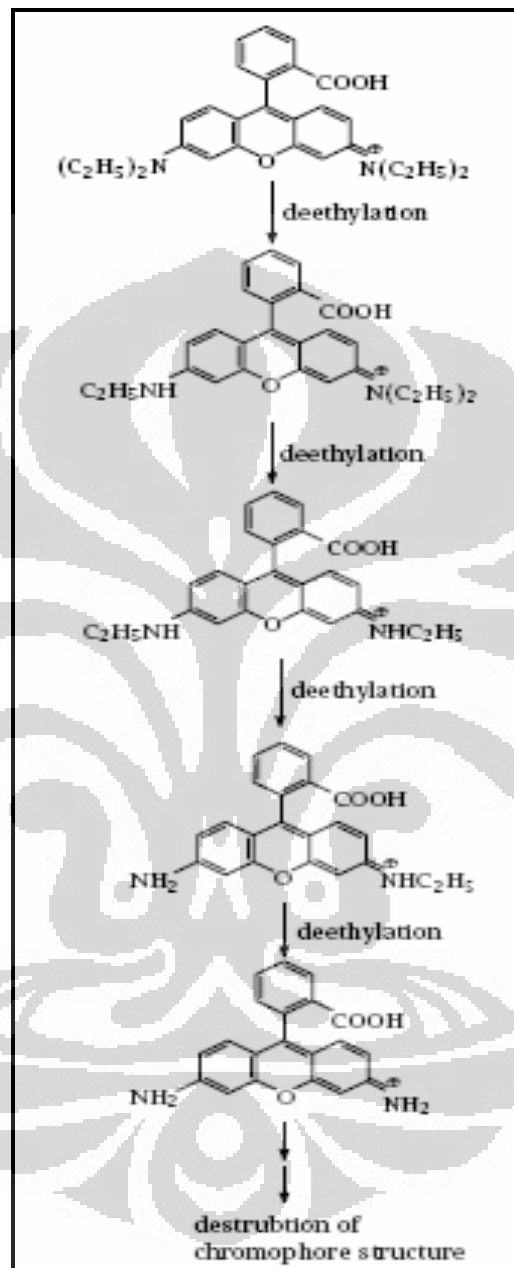


Reaksi di atas menggambarkan reaksi yang mungkin terjadi antara ZnO-Bentonit dengan Rhodamin B. Berdasarkan reaksi di atas dapat digambarkan kemungkinan interaksi yang terjadi antara partikel ZnO dengan Rhodamin B dalam proses fotokatalisis. Radikal yang dihasilkan diharapkan dapat berinteraksi dengan ion positif dari molekul Rhodamin B sehingga molekul Rhodamin B akan terdegradasi membentuk senyawa intermediet dan garam mineral yang kemudian akan terlepas ke udara menjadi gas CO<sub>2</sub> dan molekul air.<sup>28</sup>



**Gambar 4.11 Spektra UV-Visible Fotodegradasi Rhodamin B dengan ZnO-Bentonit 10%**

Gambar 4.11 memperlihatkan spektra UV-Vis Fotodegradasi Rhodamin B dengan ZnO-Bentonit 10%. Berdasarkan spektra di atas, dapat diamati bahwa penurunan absorbansi terjadi setelah dilakukan proses fotokatalis terhadap Rhodamin B. Berdasarkan pola spektra UV-Vis dari fotodegradasi Rhodamin B dapat diamat terjadinya pola yang sama antara spektra sebelum dan sesudah terjadinya proses fotokatalis. Penelitian yang dilakukan oleh Feng Chen, *et. al* menginformasikan bahwa senyawa intermediet yang dihasilkan hanya mengalami proses pengurangan gugus alkyl (Gambar 4.12) sehingga secara keseluruhan gugus kromofor nya mirip dengan Rhodamin B awal.<sup>33</sup>



Gambar. 4.12 Produk intermediet fotodegradasi Rhodamin B<sup>33</sup>

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah :

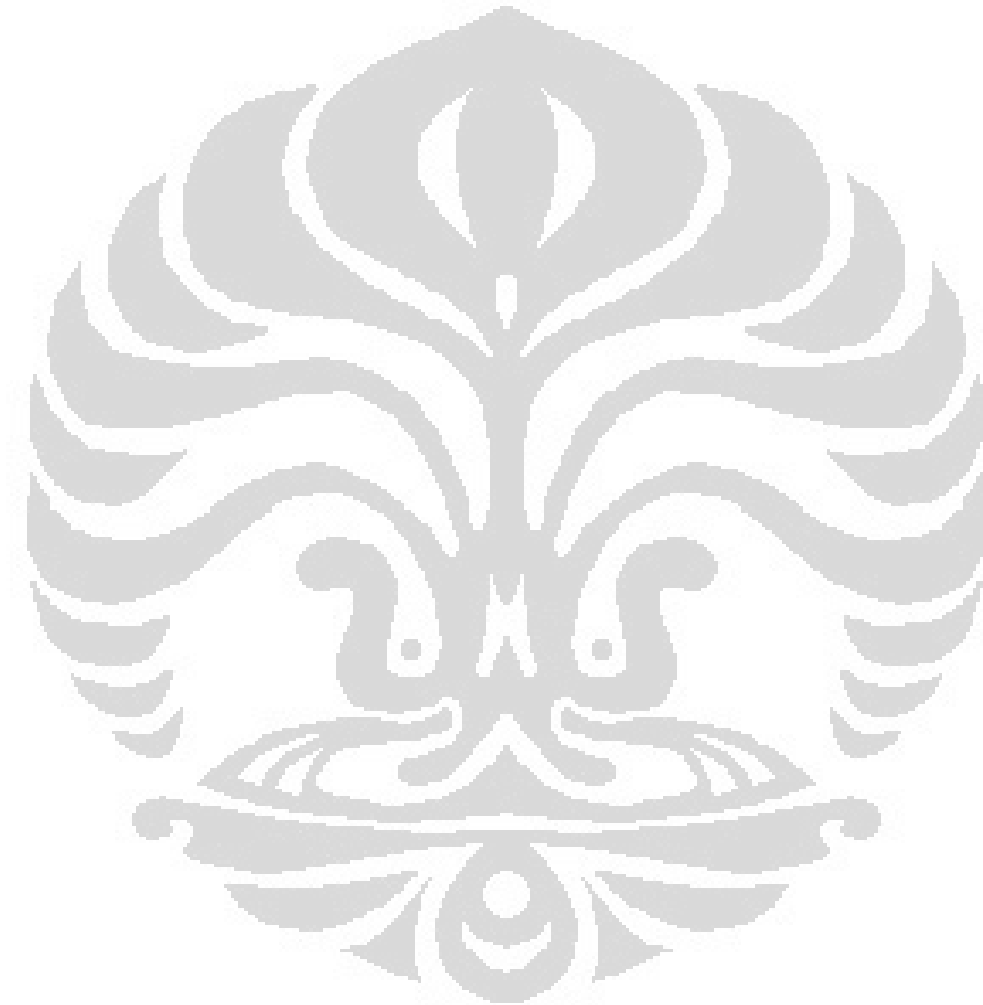
1. ZnO-Bentonit 10%, 20% dan 30% telah berhasil disintesis dengan metoda hidrotermal.
2. Sintesis ZnO-Bentonit tidak merubah struktur dari bentonit alam.
3. Nilai Band Gap ZnO-Bentonit yang didapat adalah 3,5 eV; 3,45 eV; dan 3,5 eV berturut-turut untuk ZnO-Bentonit 10 %, 20% dan 30%.
4. ZnO-Bentonit dapat bertindak sebagai material fotokatalis aktif dengan mendegradasi zat warna Rhodamin B.
5. Kemampuan sorpsi dari ZnO-bentonit sebanding dengan kemampuan fotokatalis ZnO-Bentonit untuk proses fotokatalisis Rhodamin B.
6. ZnO-Bentonit memiliki kemampuan sorpsi dan fotokatalisis optimum pada ZnO-Bentonit 10%.

#### 5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan :

1. Melakukan perhitungan perubahan luas ruang interlayer antara struktur TOT pada setiap fraksi.
2. Menggunakan kompleks ligan dengan menyisipkan larutan kationik seperti  $Zn(NH_3)_4^{2+}$ .

3. Melakukan studi kinetika terhadap fotodegradasi Rhodamin B.
4. Melakukan studi senyawa intermediet dari hasil proses fotokatalisis Rhodamin B.
5. Melakukan studi fotokatalis dengan menggunakan zat warna atau polutan organik lainnya.





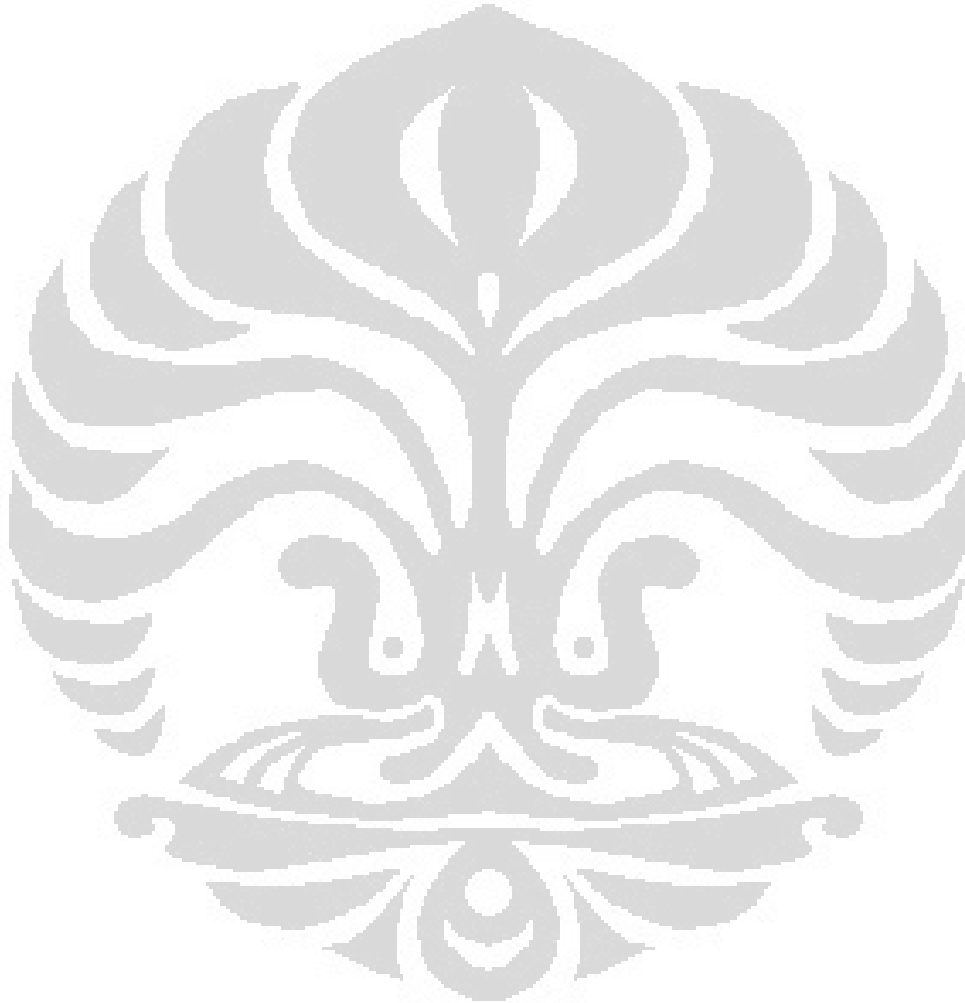
## DAFTAR PUSTAKA

1. Astuti,R.Hadi. *Purifikasi dan modifikasi bentonit menjadi organoclay*. Skripsi sarjana kimia. Universitas Indonesia. 2005.
2. [www. Tekmira.esdm.go.id](http://www.Tekmira.esdm.go.id). Data statistik komoditi bentonit.
3. [www. tulane.edu/sanelson/eens/211](http://www.tulane.edu/sanelson/eens/211).
4. [www. clay.org.au](http://www.clay.org.au).
5. Irwansyah. *Modifikasi bentonit menjadi organoclay dengan surfaktan Heksadesiltrimetil amonium bromida melalui interkalasi metoda ultrasonik*. Skripsi sarjana kimia. Universitas Indonesia.2007
6. [www.galleries.com/minerals/silicate/phyllosi.htm](http://www.galleries.com/minerals/silicate/phyllosi.htm).
7. [www.pubpages.Unh.edu\\_hartercrystal.htm](http://www.pubpages.Unh.edu_hartercrystal.htm).
8. [www.ceg.fsv.cvut.CzENceg\\_uvod03\\_bentonit.htm](http://www.ceg.fsv.cvut.cz/ENceg_uvod03_bentonit.htm)
9. [www.bentonit.ruenproductiondeposits.deposits](http://www.bentonit.ruenproductiondeposits.deposits).
10. Jonas, C. Edward dkk. *Structural Charge density as Montmorillonite Hydration*. Thirteenth National Conference On Clay and Clay Minerals.
11. Kurniawan, Indra. *studi pengaruh asam dan pemanasan terhadap Bentonit alam karang tunggal pada proses penurunan konsentrasi ion  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ , dan  $Cu^{2+}$  di dalam air*. Skripsi sarjana. Jurusan kimia FMIPA UI. 2004.

12. Kama Wijaya, Iqmal Tahir dan Haryatun. *Fotodegradasi Bahan Pewarna Alizarins Menggunakan Oksida Besi Montmorillonit Dan Sinar UV*. Laboratorium Kimia Fisika FMIPA Universitas Gadjah Mada.
13. Gunlazuardi, Jarnuzi. *Diktat Kuliah Kimia Analisa Termal*. Departemen Kimia FMIPA UI. 2005.
14. www. Omega.physics.uoi.gr.The XRF.methods.
15. Harjono S, Dr. *Spektroskopi Inframerah*. Liberti. Yogyakarta.1992.
16. Oxtoby, David W dkk. *Principles of Modern Chemistry, Fifth Edition*. Brooks/Cole. New York.2002.
17. Ewing, Galen W. *Instrumental Methods Of Chemical Analysis*. McGraw-Hill, 1985.
18. Heinz, Hendrik dkk. *Self-Assembly of Alkylammonium Chain on Montmorillonite : Effect of Chain Length, Head Group Structure, and Cation Exchange Capacity*. Chem. Mater.2006.
19. Xi, Yunfei dkk. *Structure of Organoclay : An X-ray Diffraction and Thermogravimetric Analysis Study*. Journal of Colloids and Interface Science, 2004. 277(1): p.116-120.
20. Kwang Bo Shim, *et.al*. *characterization of ZnO nano powder synthesized by the polimerized complex method via an organochemical route* . journal of chericamic processing research.vol3.no.3 pp.146-149.2002.
21. Hwang, Seong-Ju. *Heterostructured Nanohybrid of Zinc Oxide Montmorillonite*. The journal of Physical Chemistry.110 (4),pp 1599-1604.2006

22. Fialips, Claire-Isabelle dkk. *Effect of Fe Oxidation State on The IR Spectra of Garfield Nontronite*. American Mineralogist, Volume 87, 630-641, 2002.
23. Stucki, J.W. dkk. *Effect Of Iron Oxidation State On The Surface And Structural Properties Of Smectites*. Pure Appl. Chem, Vol. 74, No.11, pp.2145-2158, 2002.
24. Vlasova, M. dkk. *Structural-Phase Transformation in Bentonite After Acid Treatment*. Science of Sintering, 35 (2003) 155-166.
25. Katti, Kalpana dkk. *Effect of Clay-Water Interaction On Swelling In Montmorillonite Clay*.
26. X.W.Sun. *Blue Shift of optical Band gap in ZnO thin films grown by metal-organic chemical-vapour deposition*. Journal of applied physics.2005
27. Young-Chien Ling. *Preparation and characterization of ZnO particles coated paper and its anti bacterial activity study*. Journal of green chemistry.p.1034-1041.2006
28. BYRAPPA,K. *Photocatalytic degradation of Rhodamin B dye using hydrothermally synthesized ZnO*. Indian Academy of science. Vol 29. no 5. pp.433-438.2006.
29. <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/partial/pv2072/structure.gif>.  
khamis-11 juni 2009. 03.00 WIB.
30. [http://en.wikipedia.org/wiki/Zinc\\_oxide](http://en.wikipedia.org/wiki/Zinc_oxide) .12 juni2009.
31. [http://www.materialstoday.com/pdfs\\_7\\_6/zhang.pdf](http://www.materialstoday.com/pdfs_7_6/zhang.pdf).12 juni 2009

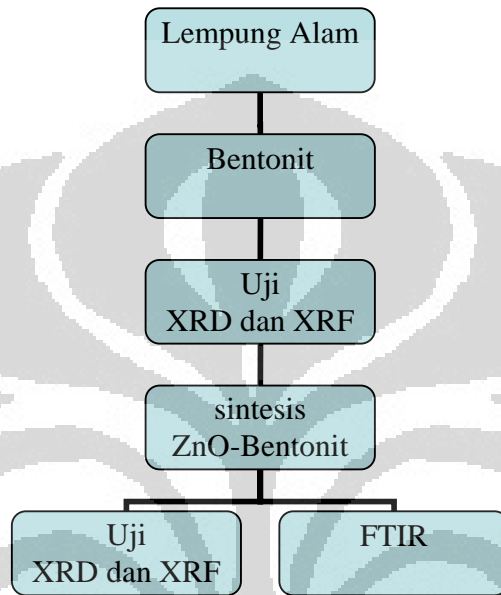
32. Mahbub Junaedi, Atik Komariah, Abdilah Rosyid. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil secara elektrokolorasi*. Program Kreativitas Mahasiswa.UNS.2008.
33. Chen, Feng,*et.al*. *Highly selective deethylation of Rhodamin B*. Internatioanl Journal of Fotoenergy.Vol 05.2003



## Lampiran 1

### Bagan Kerja

#### PREPARASI DAN SINTESIS ZnO-BENTONIT

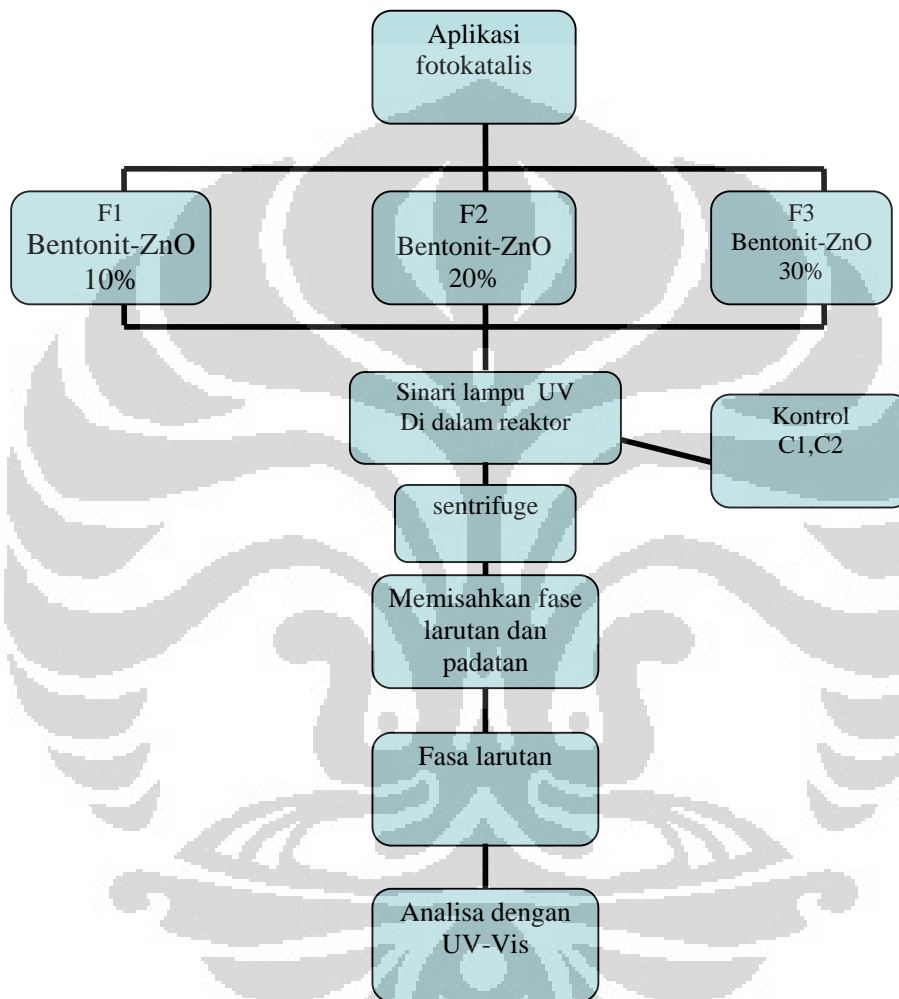


Lampiran 1. Bagan kerja Preparasi dan sintesis ZnO Bentonit [sumber : Data pribadi]

## Lampiran 2

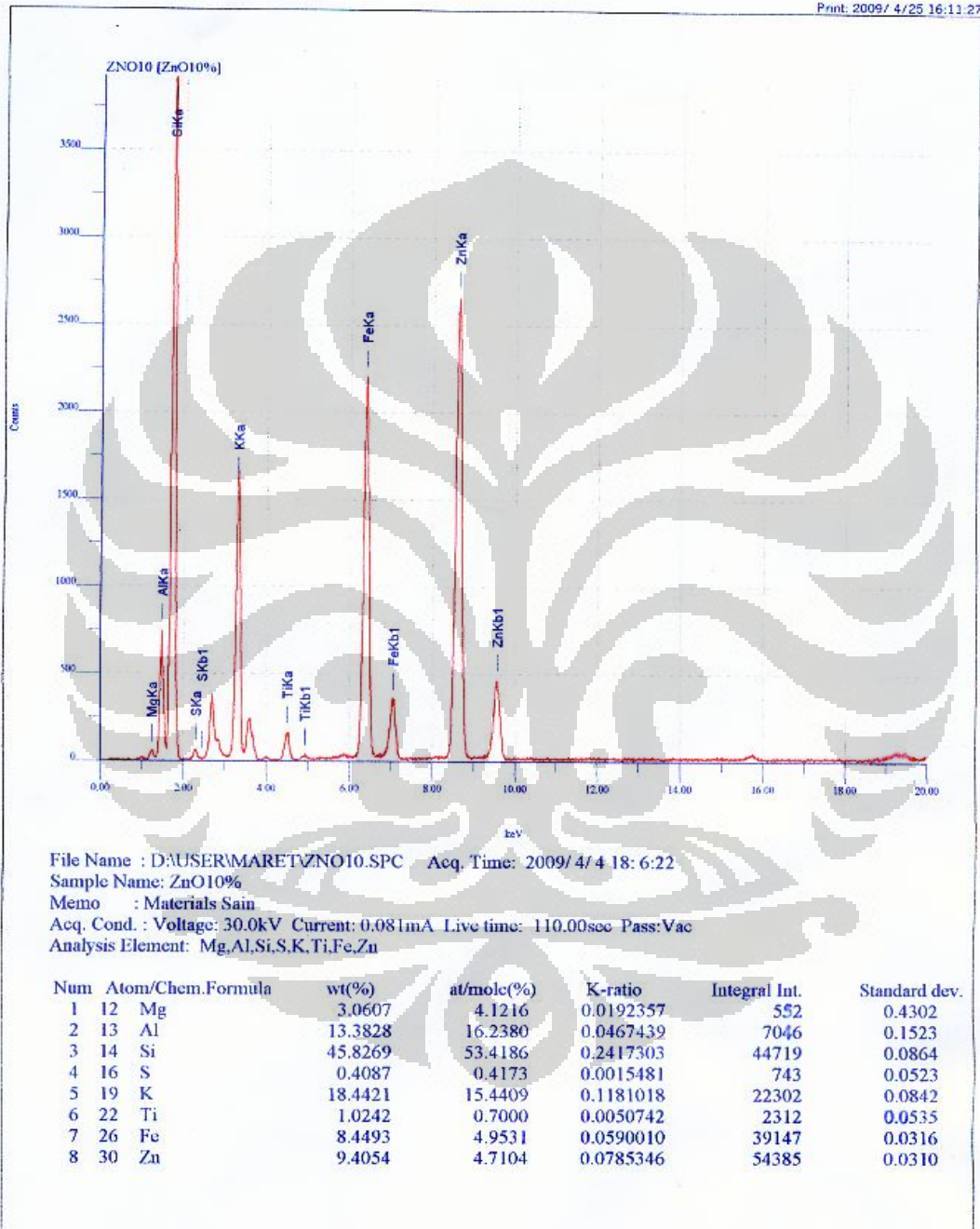
## Bagan Kerja

## APLIKASI FOTOKATALIS



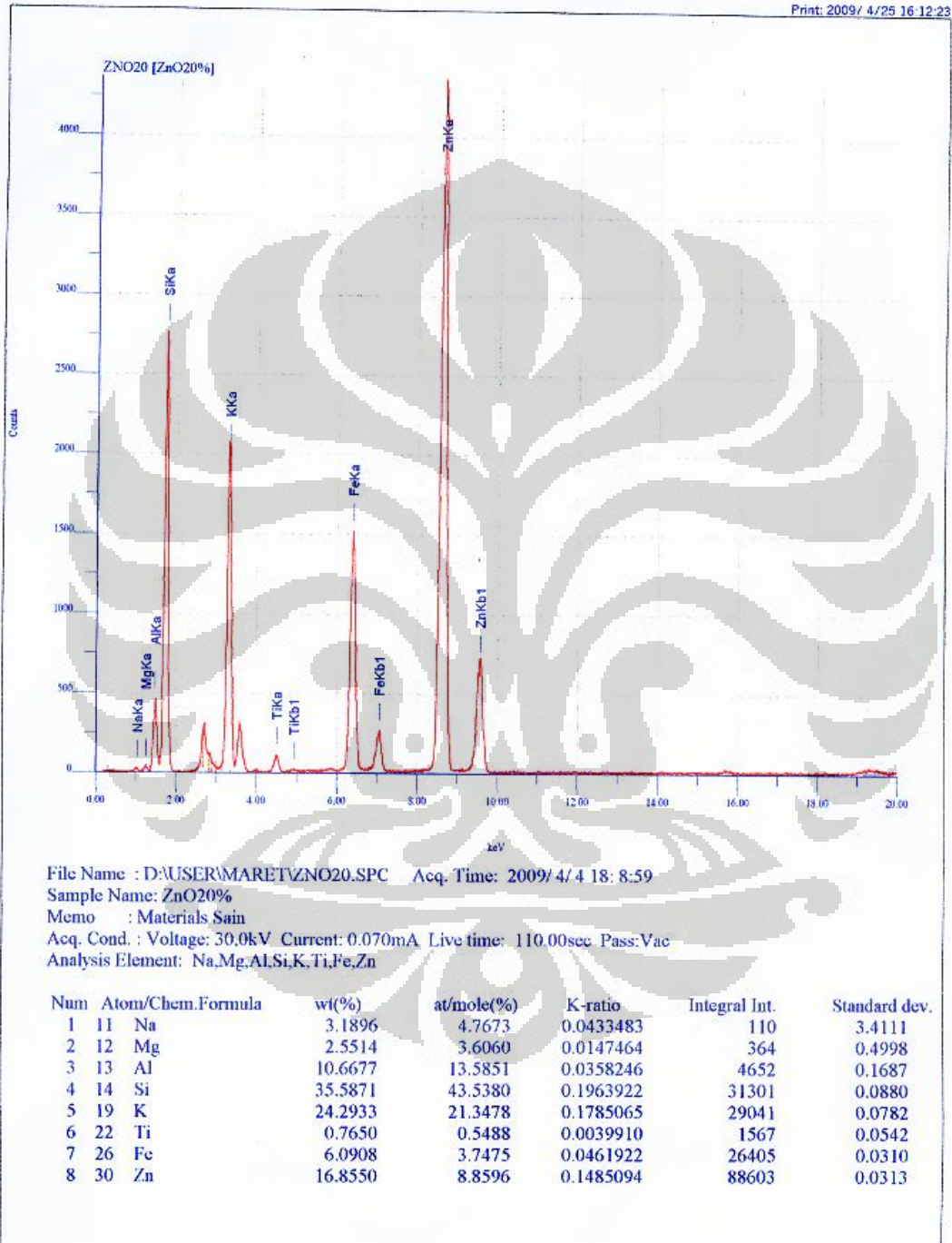
Lampiran 2. Bagan kerja Aplikasi Fotokatalis  
[sumber : Data pribadi]

**Lampiran 3**  
**XRF ZnO-Bentonit 10%**



**Lampiran 3 . XRF ZnO-Bentonit 10%**  
**[sumber : Data pribadi]**

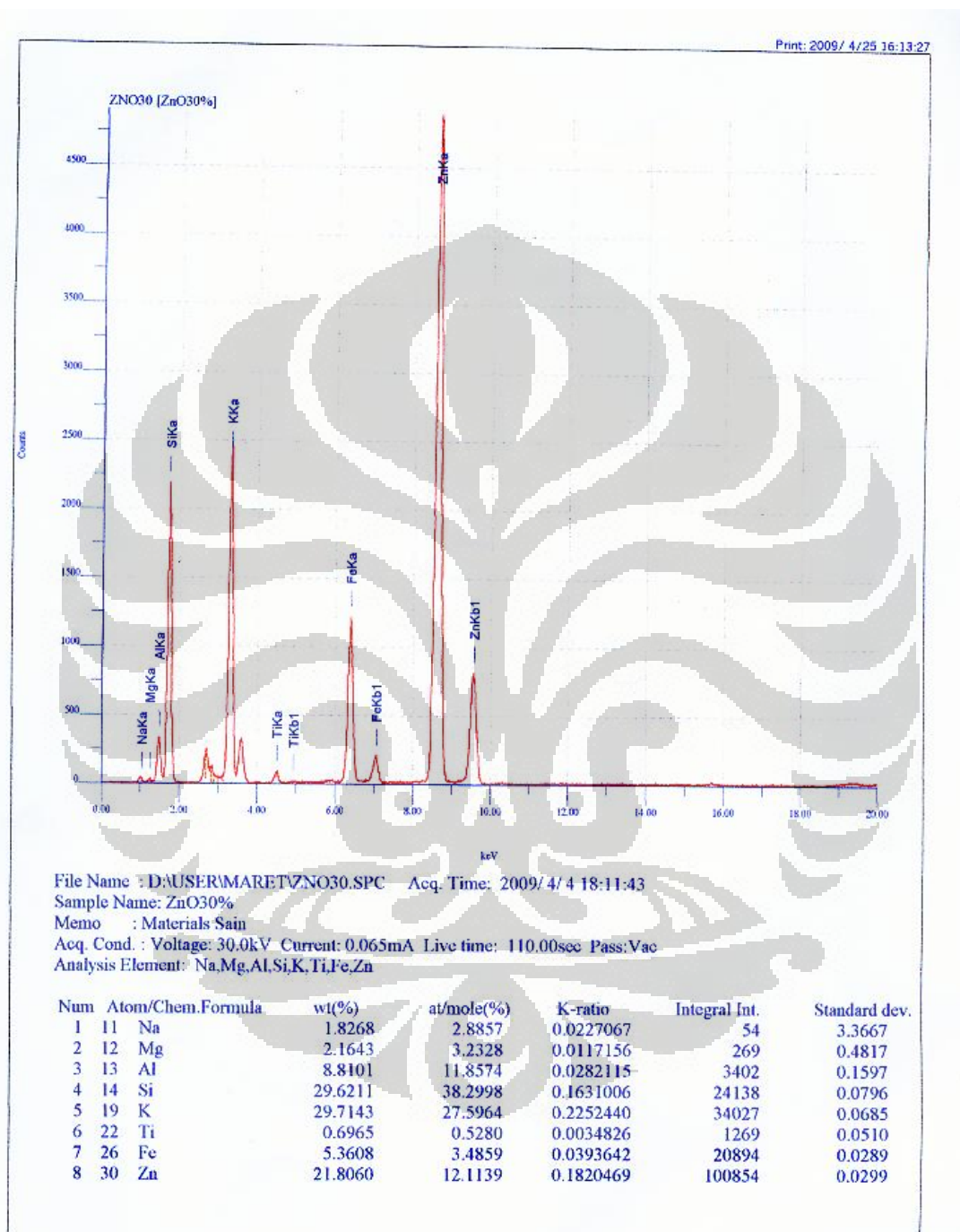
**Lampiran 4**  
**XRF ZnO-Bentonit 20%**



**Lampiran 4 . XRF ZnO-Bentonit 20%**  
**[sumber : Data pribadi]**



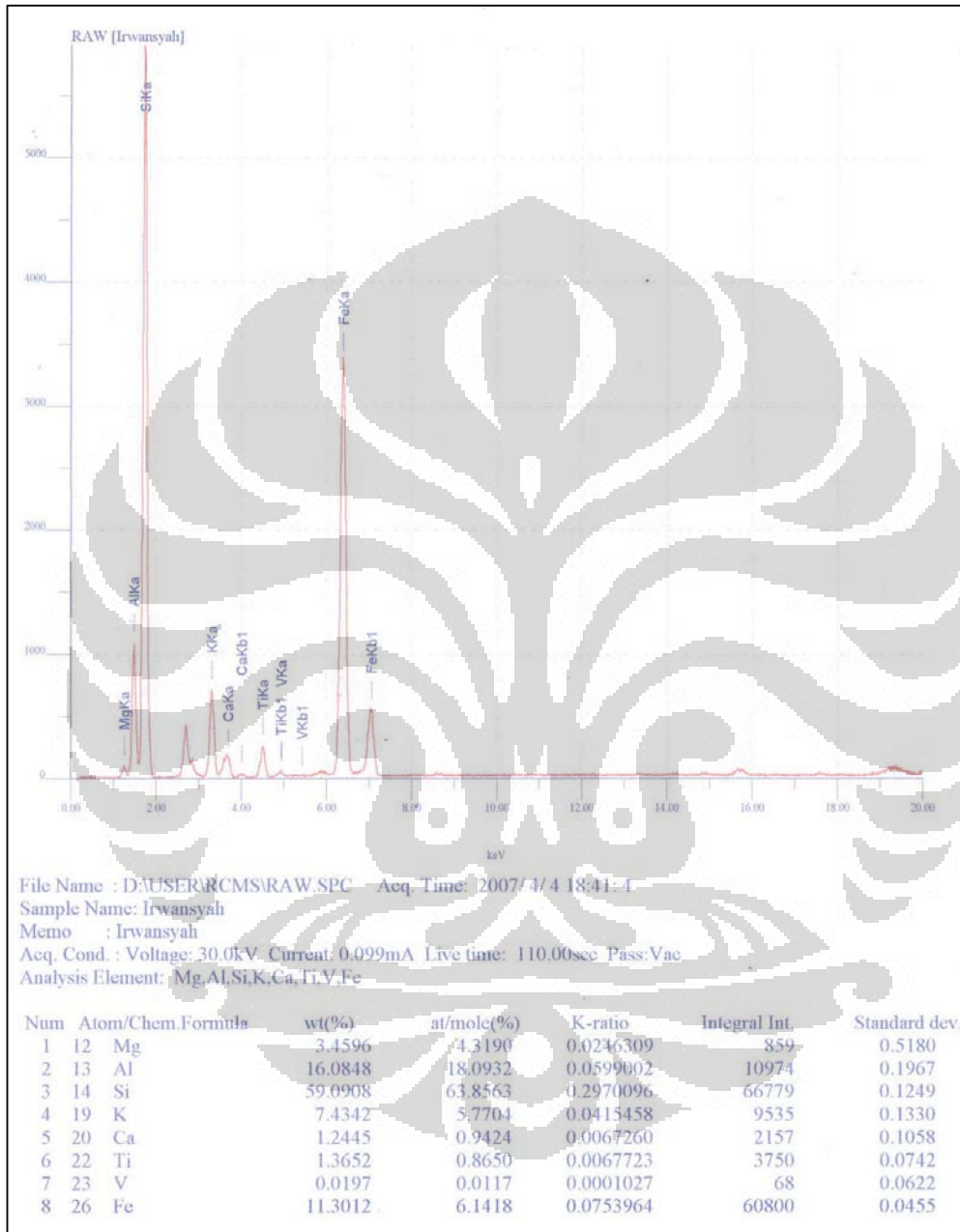
**Lampiran 5**  
**XRF ZnO-Bentonit 30%**



**Lampiran 5 . XRF ZnO-Bentonit 30%**  
**[sumber : Data pribadi]**

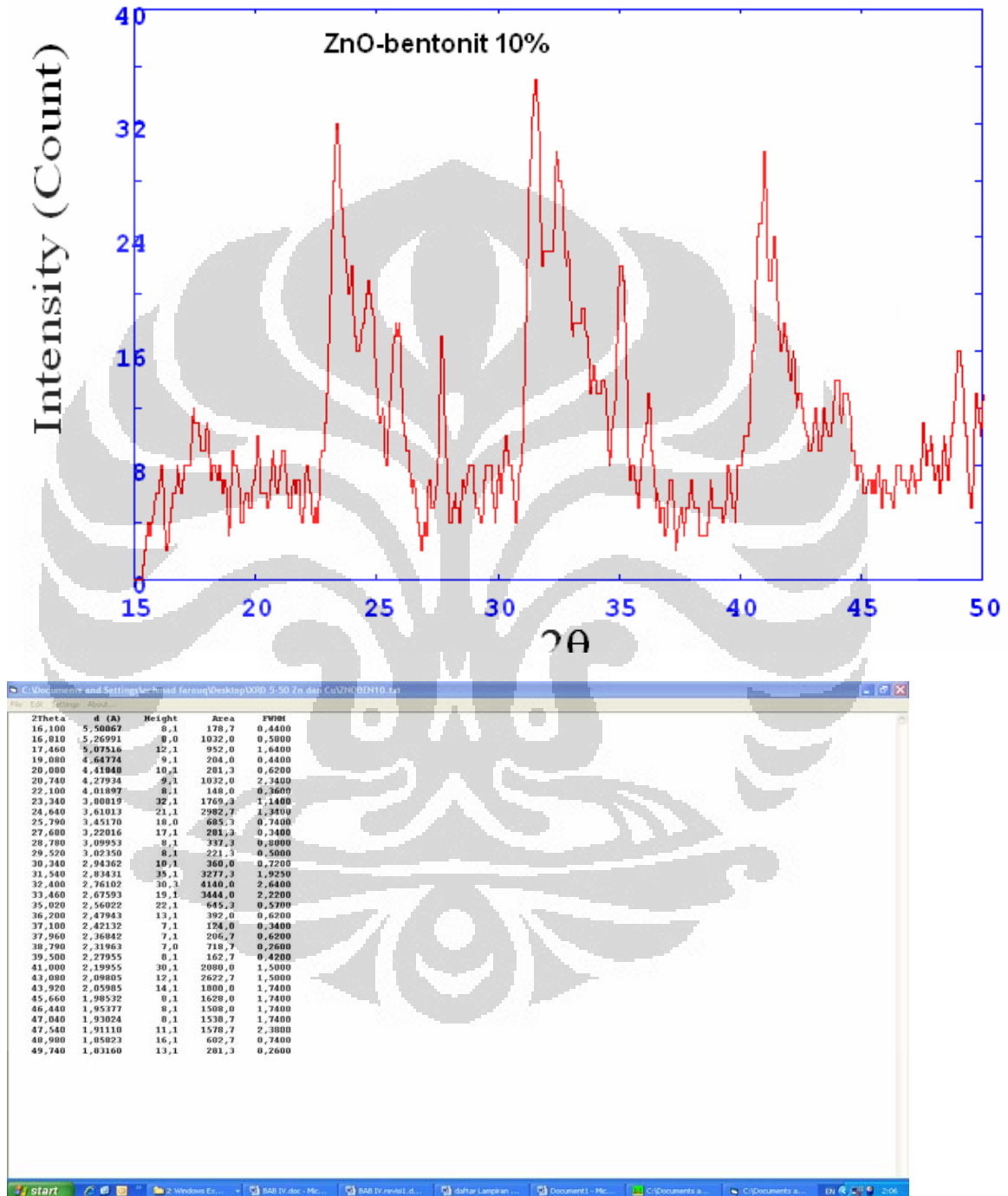
## Lampiran 6

### XRF Bentonit Alam



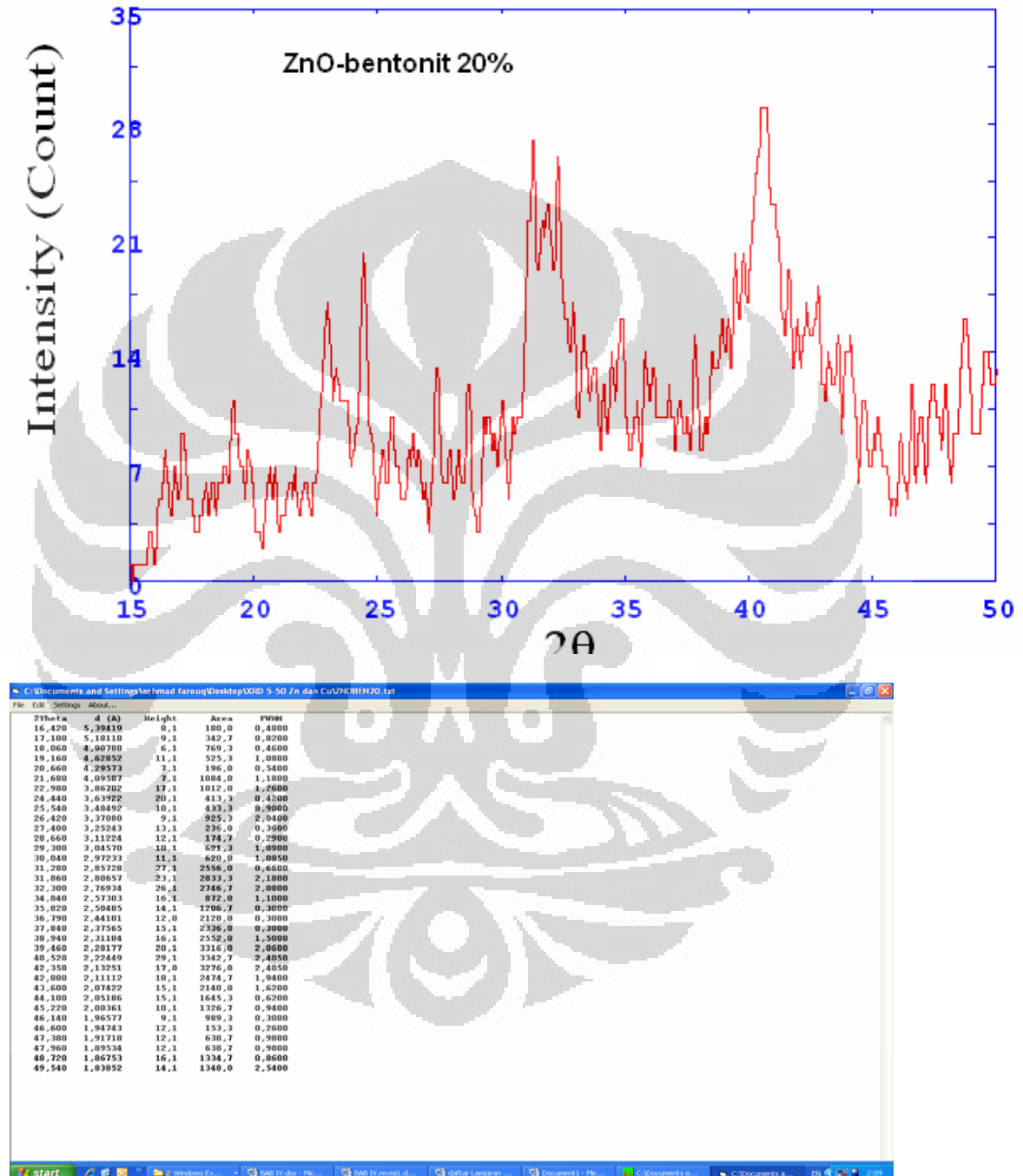
**Lampiran 6 . XRF ZnO-Bentonit 30%**  
**[sumber : Data pribadi]**

**Lampiran 8**  
**XRD ZnO-Bentonit 10%**



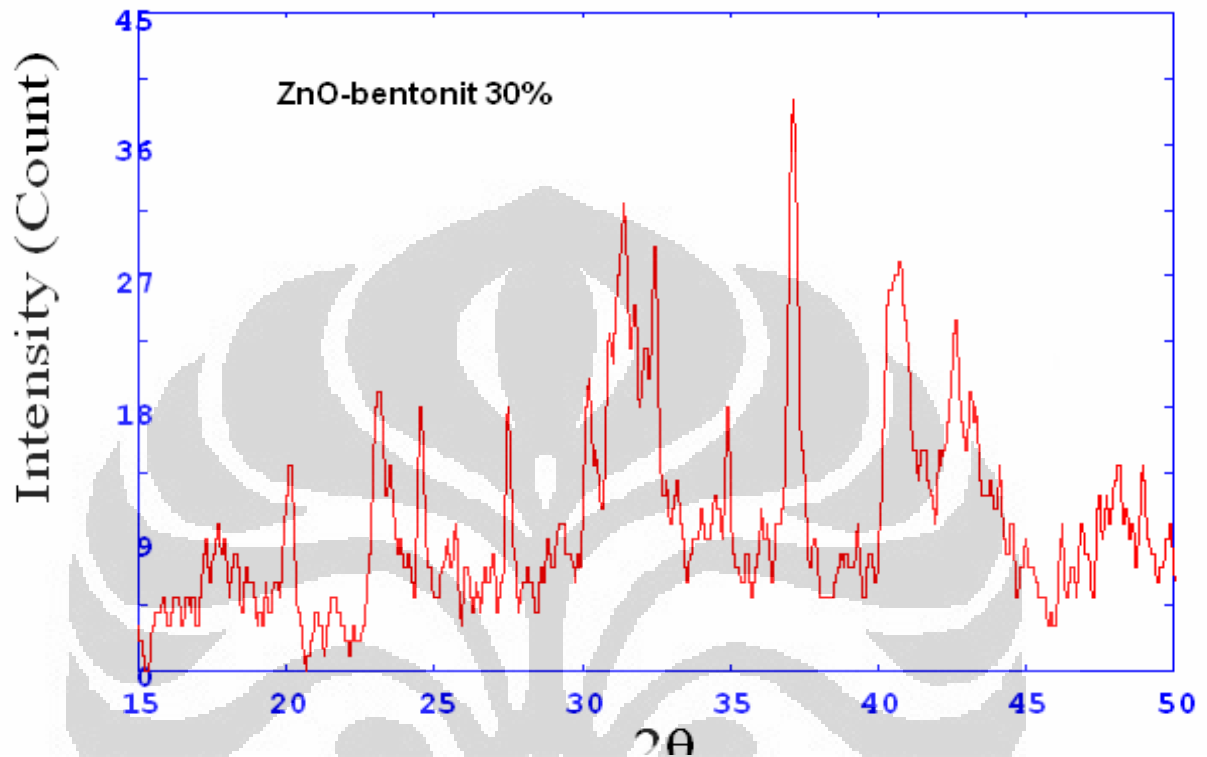
**Lampiran 8 . XRD ZnO-Bentonit 10%**  
**[sumber : Data pribadi]**

Lampiran 9  
ZnO-bentonit 20%



Lampiran 9 . XRD ZnO-Bentonit 20%  
[sumber : Data pribadi]

Lampiran 10  
ZnO-bentonit 30%

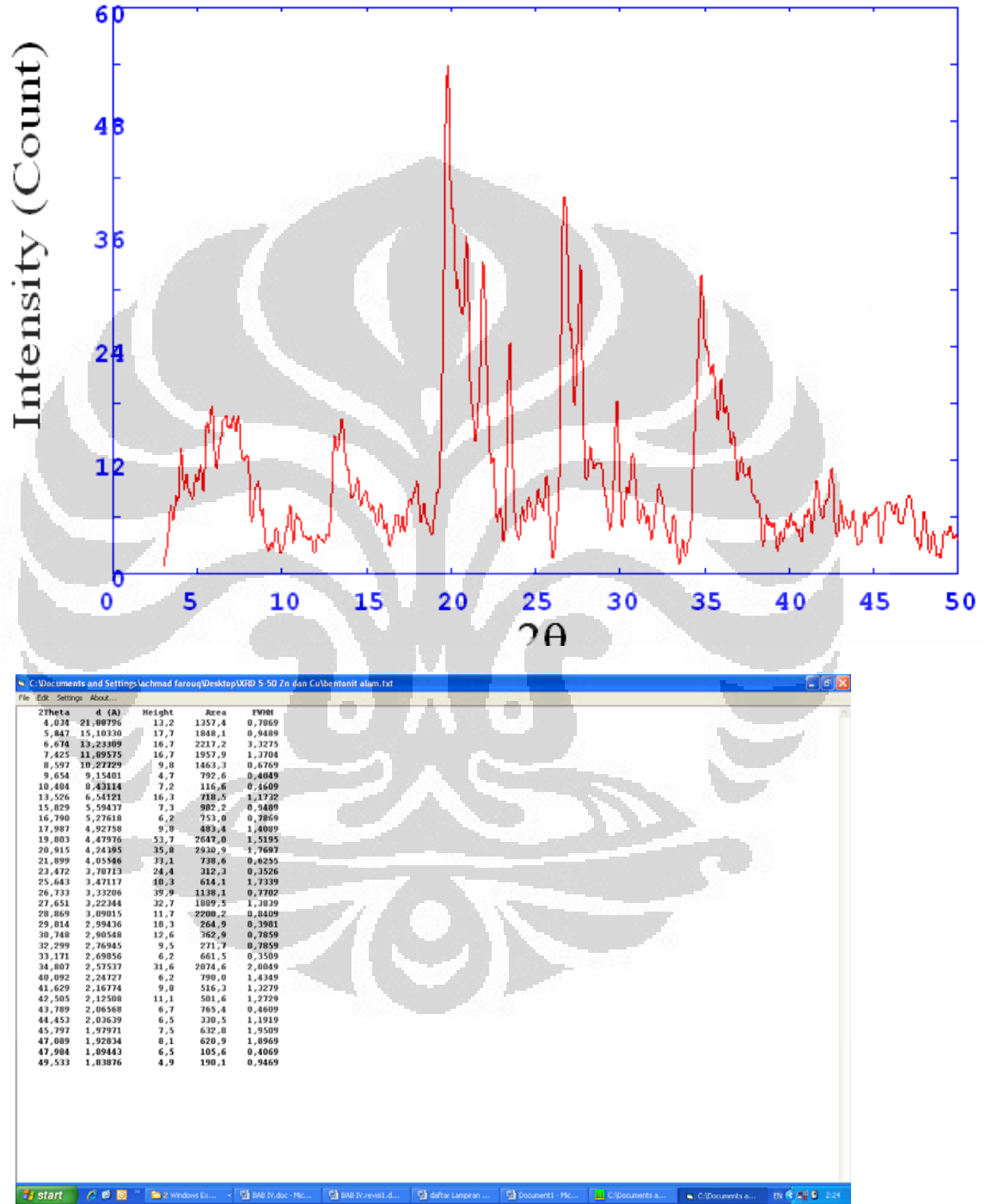


2theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
15,820	5,59739	5,1	588,0	0,7000
17,260	5,13351	9,1	680,0	1,3800
17,680	5,01250	10,1	492,0	0,9600
19,310	4,59290	6,0	605,3	1,2600
20,100	4,41413	14,1	310,7	0,4200
20,900	4,23893	4,1	61,3	0,2900
21,520	4,12596	5,1	154,7	0,6000
23,080	3,85049	19,1	776,0	0,8200
24,540	3,62462	10,1	788,3	0,3200
25,720	3,46094	10,1	330,7	0,6600
26,960	3,30450	8,1	220,0	0,5400
27,500	3,24083	18,1	229,3	0,2700
29,200	3,05590	10,1	1502,7	1,3000
30,220	2,95504	20,1	2378,7	0,3800
31,410	2,84575	32,0	2844,0	1,8200
32,420	2,75936	29,3	2821,3	0,4700
34,020	2,63315	11,1	2260,0	0,4700
34,980	2,58075	10,1	251,3	0,3800
36,060	2,48873	11,1	1850,7	0,5800
37,130	2,41943	39,0	828,0	0,4300
38,720	2,32366	8,1	2020,0	0,4300
39,380	2,29069	10,1	432,0	0,9800
40,700	2,21507	28,1	1693,3	1,1300
42,600	2,12057	24,1	1704,0	1,5000
44,110	2,05141	14,0	1944,0	1,0200
46,210	1,96296	10,0	125,3	0,2600
46,860	1,93723	10,1	253,3	0,4800
47,460	1,91413	12,1	1220,0	0,2600
48,100	1,89015	14,1	977,3	1,3600
48,940	1,85965	14,1	390,7	0,6000
49,040	1,85816	10,1	1050,7	0,6000

Lampiran 10 . XRD ZnO-Bentonit 30%  
[sumber : Data pribadi]

## Lampiran 7

### XRD Bentonit alam



Lampiran 7 . XRD Bentonit Alam  
[sumber : Data pribadi]

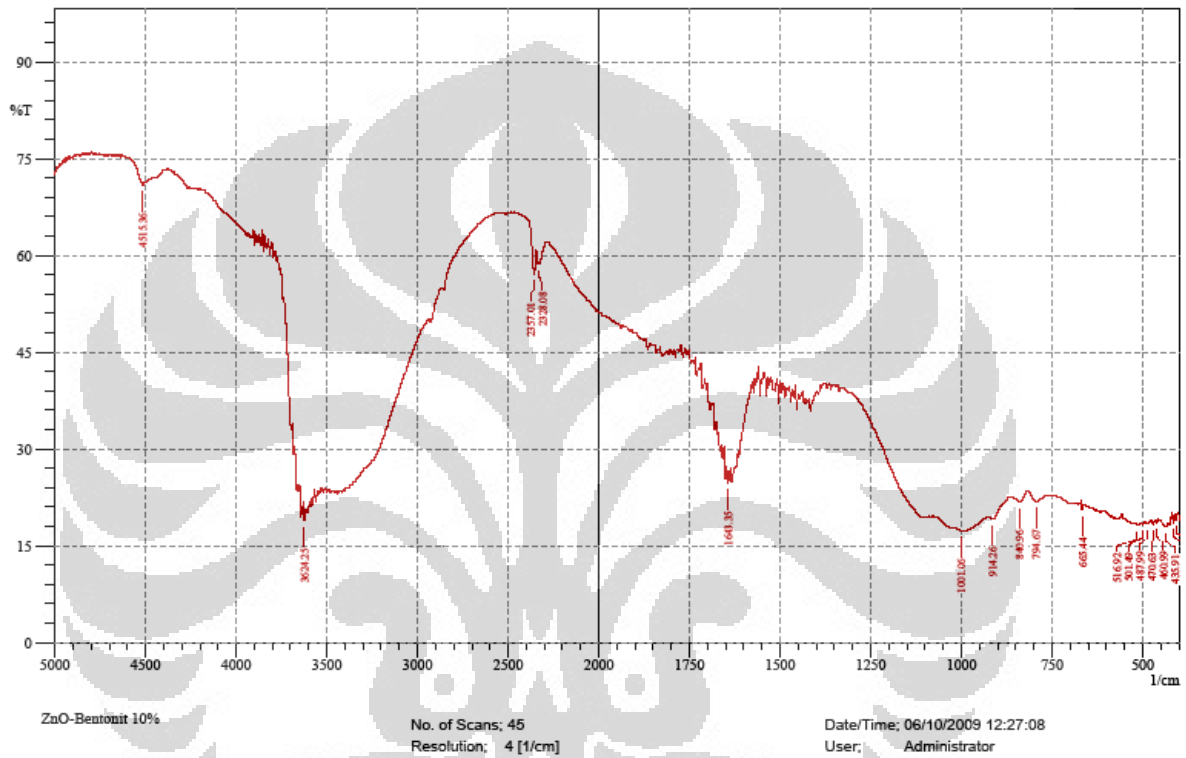
Lampiran 11  
FTIR Bentonit alam



Lampiran 11 . FTIR Bentonit Alam  
[sumber : Data pribadi]

Lampiran 12  
FTIR ZnO-Bentonit 10%

SHIMADZU

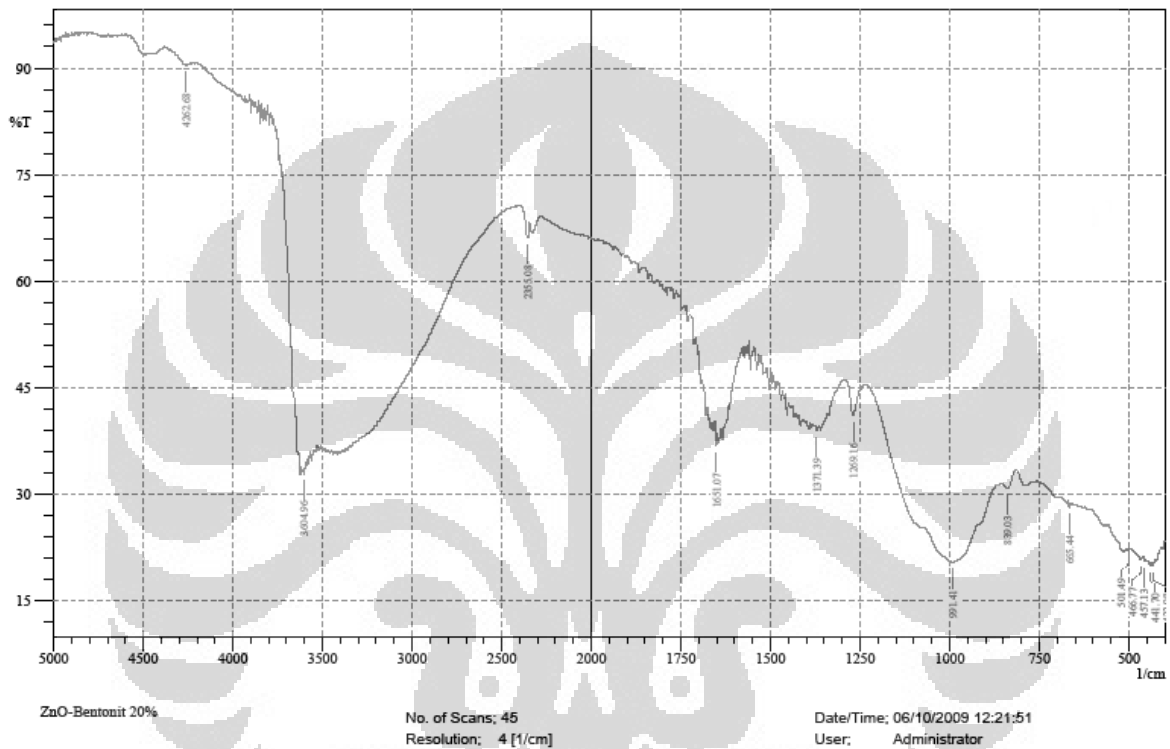


Lampiran 12 . FTIR ZnO-Bentonit 10%  
[sumber : Data pribadi]



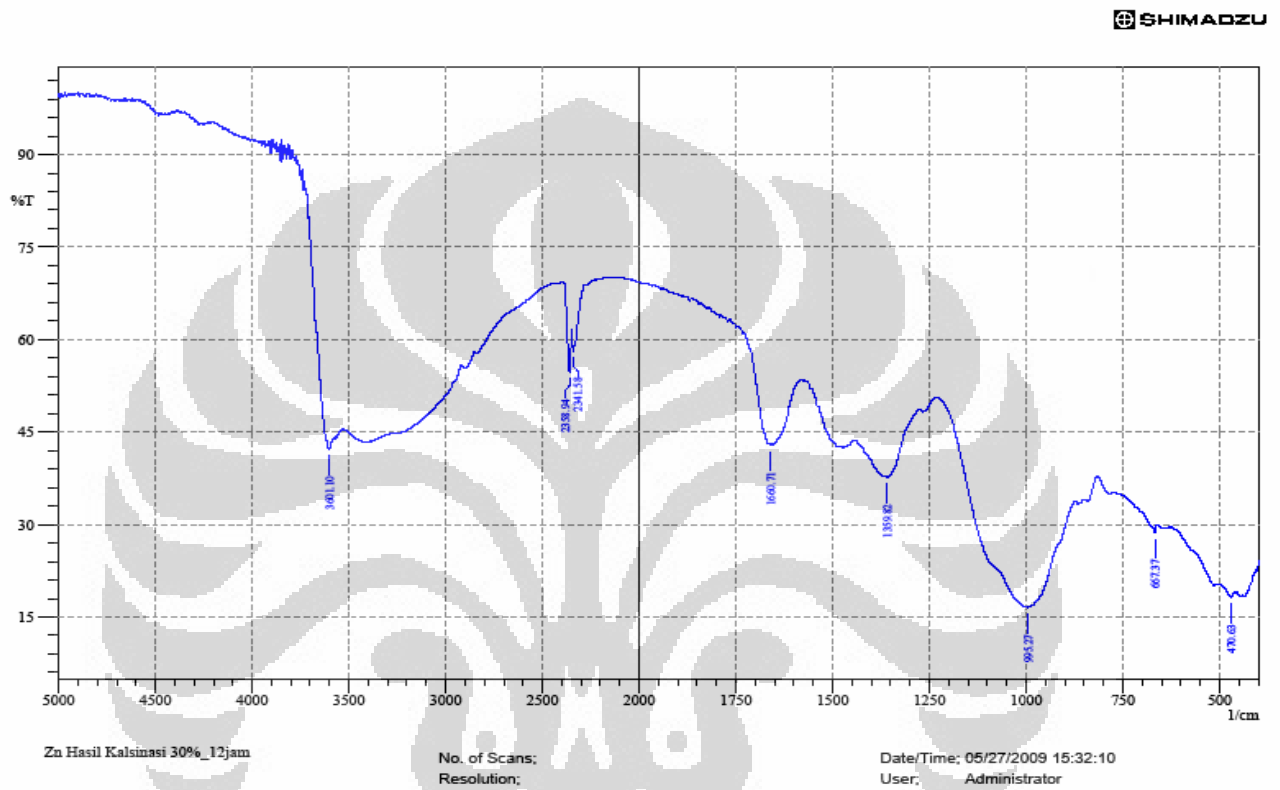
Lampiran 13  
FTIR ZnO-Bentonit 20%

SHIMADZU



Lampiran 13 . FTIR ZnO-Bentonit 20%  
[sumber : Data pribadi]

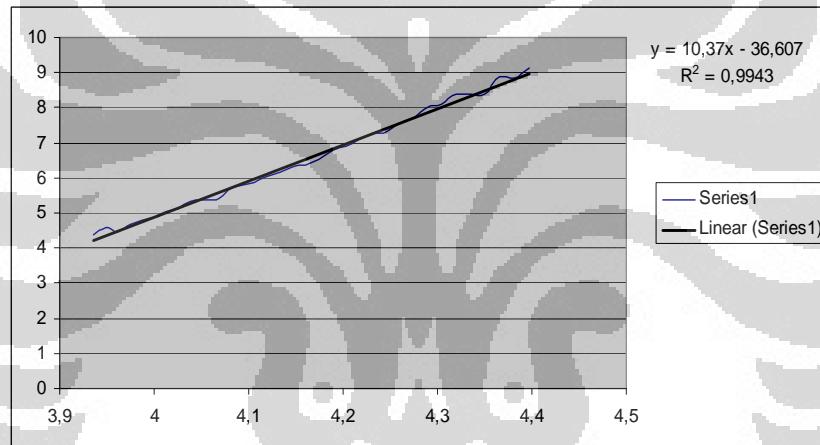
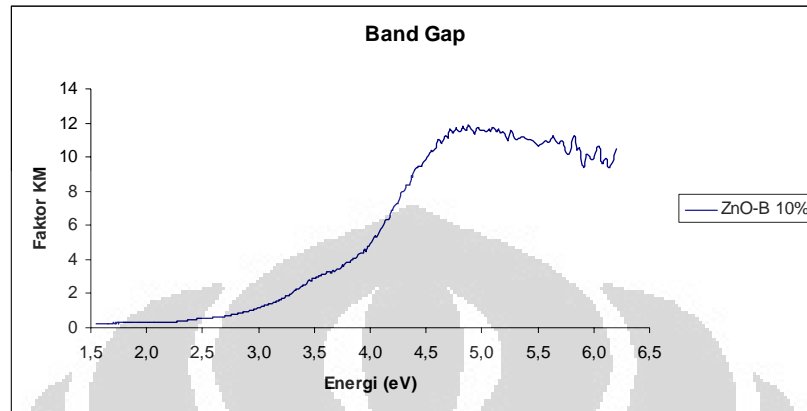
Lampiran 14  
FTIR ZnO-Bentonit 30%



Lampiran 14 . FTIR ZnO-Bentonit 30%  
[sumber : Data pribadi]

## Lampiran 15

## Kurva Band Gap ZnO-Bentonit 10%

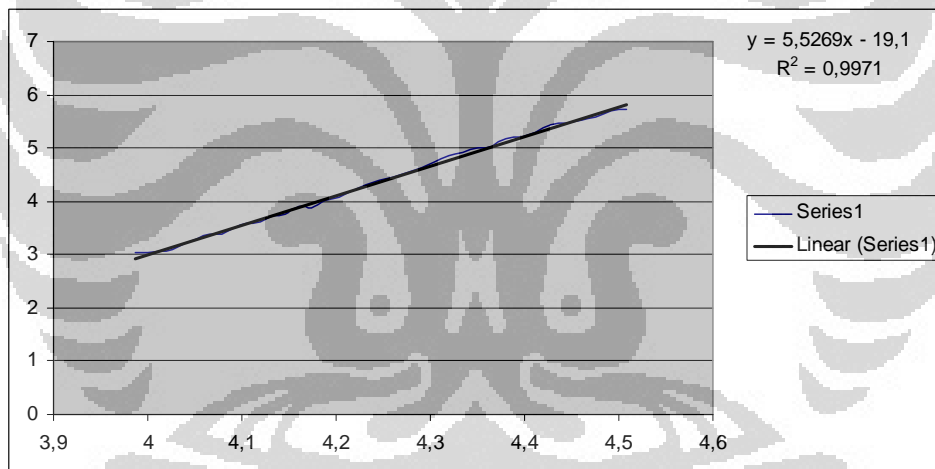
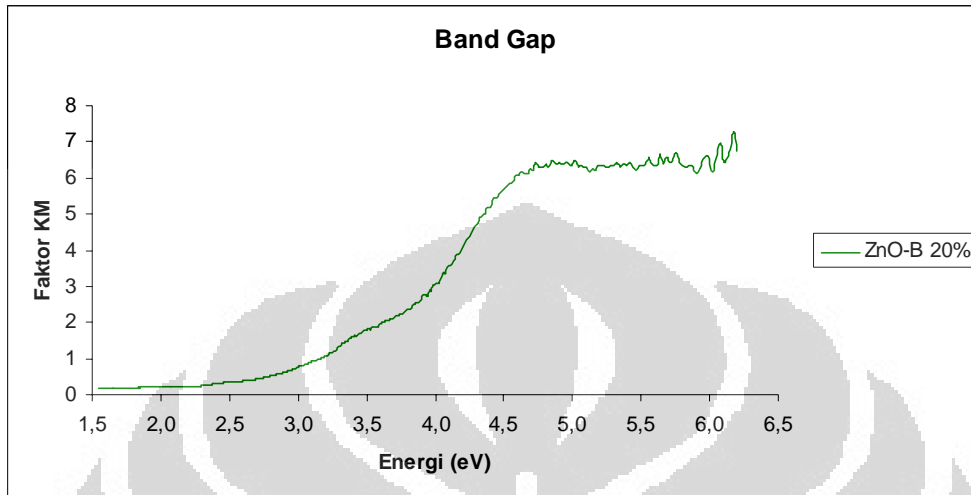


sumbu x	sumbu y	4,146615	6,319759
4,396589	9,119657	4,132793	6,152563
4,381053	8,823673	4,119063	6,032651
4,365627	8,879528	4,105424	5,883016
4,350309	8,396995	4,091875	5,775644
4,335098	8,370803	4,078415	5,657651
4,319993	8,377773	4,065043	5,353524
4,304993	8,093758	4,051758	5,363841
4,290097	7,998089	4,03856	5,335353
4,275304	7,730436	4,025448	5,13487
4,260612	7,544346	4,012421	5,029062
4,246021	7,311078	3,999478	4,891382
4,231529	7,270287	3,986617	4,79325
4,217136	7,112396	3,97384	4,685114
4,202841	6,904531	3,961144	4,463268
4,188642	6,769853	3,948529	4,579209
4,174539	6,512857	3,935994	4,394911
4,16053	6,360132		

**Lampiran 15 . Kurva Band Gap  
ZnO-Benotnit 10%  
[sumber : Data pribadi]**

## Lampiran 16

## Kurva Band Gap ZnO-Bentonit 20%

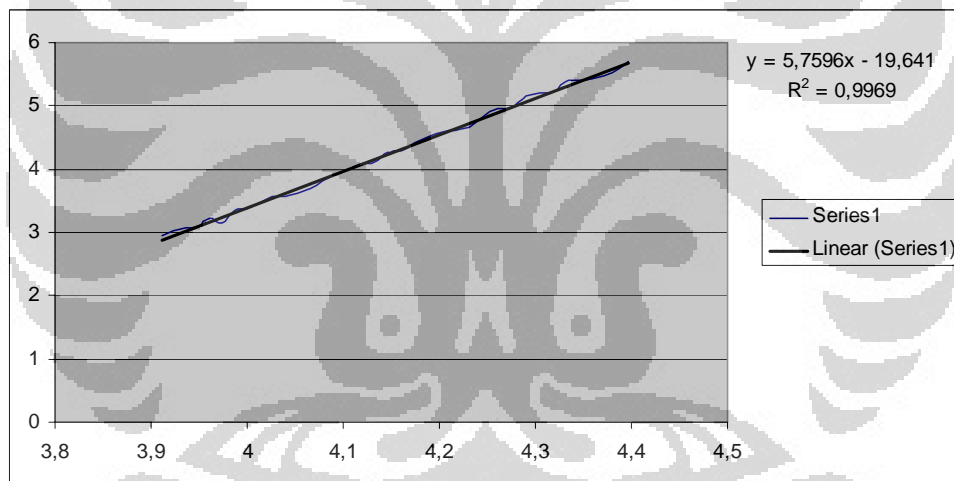
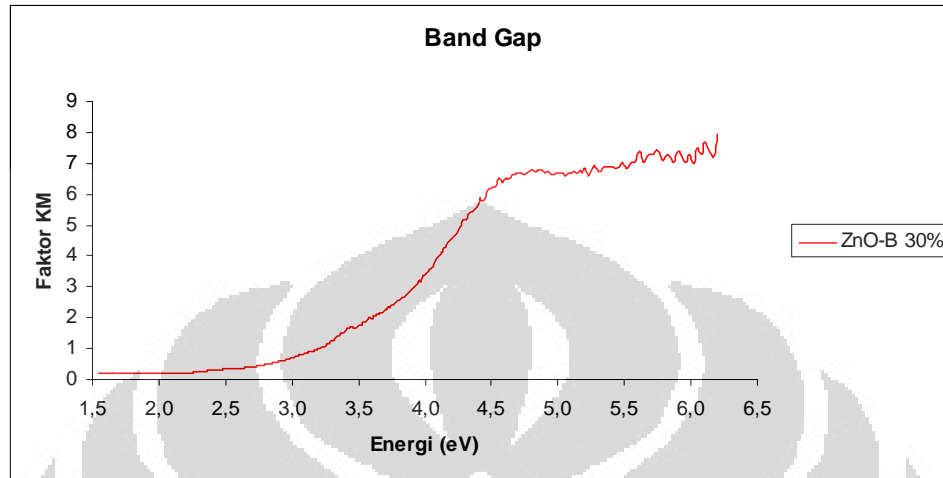


sumbu x	sumbu y				
4,508502	5,721003				
4,492167	5,690055				
4,47595	5,568258				
4,459849	5,528655				
4,443864	5,454161	4,275304	4,549002		
4,427993	5,436214	4,260612	4,449339		
4,412235	5,294661	4,246021	4,401156		
4,396589	5,196729	4,231529	4,296969	4,091875	3,508901
4,381053	5,177963	4,217136	4,194206	4,078415	3,370545
4,365627	5,041905	4,202841	4,092439	4,065043	3,394163
4,350309	5,008487	4,188642	4,033719	4,051758	3,290984
4,335098	4,911828	4,174539	3,886827	4,03856	3,198798
4,319993	4,854941	4,16053	3,896097	4,025448	3,103244
4,304993	4,751563	4,146615	3,75507	4,012421	3,072606
4,290097	4,63382	4,132793	3,719931	3,999478	3,039018

**Lampiran 16 .  
Kurva Band  
Gap ZnO-  
Benotnit 20%  
[sumber : Data  
pribadi]**

## Lampiran 17

## Kurva Band Gap ZnO-Bentonit 30%



sumbu x	sumbu y	4,174539	4,410266		
4,396589	5,692696	4,16053	4,293694		
4,381053	5,528655	4,146615	4,267647		
4,365627	5,461533	4,132793	4,120803		
4,350309	5,405453	4,119063	4,100005		
4,335098	5,403037	4,105424	3,99954		
4,319993	5,241481	4,091875	3,916618		
4,304993	5,195224	4,078415	3,809924		
4,290097	5,157826	4,065043	3,685325		
4,275304	4,983846	4,051758	3,616844		
4,260612	4,948307	4,03856	3,560806	3,961144	3,219493
4,246021	4,838893	4,025448	3,558001	3,948529	3,107107
4,231529	4,671887	4,012421	3,467407	3,935994	3,070075
4,217136	4,621453	3,999478	3,37128	3,923538	3,033425
4,202841	4,584682	3,986617	3,341754	3,911161	2,961864
642	4,511416	3,97384	3,151105		

**Lampiran 17 .  
Kurva Band  
Gap ZnO-  
Benotnit 30%  
[sumber : Data  
pribadi]**

## Lampiran 18

## DATA STATISTIK BENTONIT DI INDONESIA

	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997
Produksi, ton	99,665.65	270,000.00	225,000.00	231,000.00	155,500.00	117,500.00	108,500.00
Konsumsi, ton	224,718.00		196,928.23	193,031.14	128,607.54	108,251.16	107,404.40
Eksport, ton	72,512.83	114,502.32	62,834.76	63,083.30	41,651.01	18,614.11	20,257.36
Impor, ton	35,141.48	43,882.58	35,513.78	25,004.90	14,784.89	9,448.59	19,337.67
Impor, ton	35,141.48	43,882.58	35,513.78	25,004.90	14,784.89	9,448.59	19,337.67

Data Statistik Bentonit di Indonesia 2003 – 1997

**Lampiran 11 . Data statistik Bentonit di Indonesia**  
 [sumber : [www. Tekmira.esdm.go.id](http://www.Tekmira.esdm.go.id). Data statistik komoditi bentonit.]