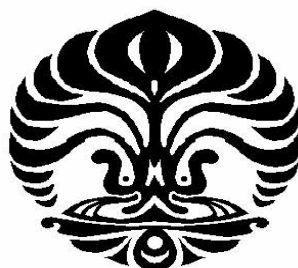


**SINTESIS DAN KARAKTERISASI CuO-BENTONIT
SERTA APLIKASINYA SEBAGAI FOTOKATALIS**

YUSNI NURDANI

030503067Y



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

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

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

Oleh :

YUSNI NURDANI

030503067Y



DEPOK

2009

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

NAMA : YUSNI NURDANI

NPM : 030503067Y

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. Ridla Bakri M.Phil.....

Penguji II : Dra. Tresye Utari M.Si.....

Penguji III : Drs. Erzi Rizal Azwar.....

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis persembahkan kepada Allah SWT atas rahmat, kasih sayang dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini sesuai waktu yang ditargetkan. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW dan keluarganya yang benar-benar merupakan suri tauladan bagi semesta alam.

Rasa terima kasih yang begitu dalam penulis ucapkan kepada orang-orang tercinta yang sangat berarti bagi penulis :

1. kepada mama (Nina Zen Al Attas) yang telah berkorban begitu besar serta selalu memberikan semangat dan doa pada penulis.
2. Buat Almarhum Papa (Achmad Danil Nusjirwan), InsyaAllah ananda bisa lebih kuat dari Papa.
3. Kepada keluarga besar Zen Al Attas. Terima kasih atas dukungan kalian kepada ananda yang lemah ini. Tanpa kalian ananda bukan apa-apa.
4. Kepada Bpk. Dr. Riwandi Sihombing dan Dr. Yuni K. Krisnandi selaku pembimbing yang telah begitu banyak memberikan bantuan, bimbingan dan dorongan semangat yang sangat berarti bagi penulis.
5. Kepada Bpk. Dr. Ridla Bakri selaku ketua Departemen Kimia FMIPA UI dan Ibu Dra. Tresye Utari, M.Si. selaku koordinator penelitian yang telah memberikan kesempatan dan bantuan dalam penelitian.

6. Kepada Prof. Usman Friend Tambunan yang telah memberikan ilmu *soft skill* dan makna hidup dalam kehidupan kuliah kepada penulis.
7. Kepada Dr. Jarnuzi Gunlazuardi selaku penasehat akademis yang telah mengarahkan penulis dalam kegiatan akademis kuliah.
8. Kepada kak Irwansyah yang telah banyak membantu berdiskusi, analisa pada penelitian ini. Semoga berhasil di Singapura.
9. Kepada seluruh dosen Departemen Kimia FMIPA UI yang memberikan begitu banyak ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
10. kepada pihak-pihak yang telah membantu proses analisa penelitian : Staff laboratorium afiliasi Departemen Kimia FMIPA UI (bang Izul, Kak Arya), operator XRD dan XRF Salemba UI Pak Bambang, petugas lantai 4 pak Bunyamin, petugas perpustakaan pak Trisno.
11. Kepada pak Dasuki dan seluruh satpam FMIPA UI. Terima kasih atas pembicaraan dan obrolannya.
12. Kepada saudaraku Agung Kurniawan, Achmad Farouq Fazmar, dan Syarif. Saya tidak akan pernah belajar untuk berhenti menyayangi kalian saudaraku. Terima kasih atas semua tawa dan tangis yang kita rasakan, semua tidak pernah ada yang percuma. Kita yang terhebat.
13. Kepada teman yang tidak bisa tergantikan Husnul dan Pungki. Kalian yang membangkitkan diriku dalam semangat dan tawa.
14. Kepada Samira, Lucy, Gayatri, Melina, Lumita, Rilian, terima kasih atas perjalanan yang menyenangkan dan sulit terlupakan.

15. Kepada seluruh teman di Pondok Duta 2 yang luar biasa. Pertemanan kalian tidak bisa terlupakan dan luar biasa.
16. Kepada seluruh teman angkatan 2005 Sepit, danang, Ramdhan, Emil, Angel, Lulu, Alex, Hany dan yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Kita akan selalu jadi yang terbaik, dan terima kasih telah memberikan dan mengajarkan banyak hal kepada penulis.
17. Kepada Tantry, Vania, Rindu, Anis, Yudha dan seluruh angkatan 2006. Terima kasih atas kerjasamanya selama ini.
18. Kepada Rafi dan seluruh angkatan 2007 kalian pasti bisa.
19. Kepada Ahmad Baihaqi, Irnawati, Jessica Elfrida, Prasmita, Adi, Sania Nurlulu, Edo, Lutfhi dan seluruh angkatan 2008. Nikmati waktu kebersamaan kalian di semester I-IV.
20. Kepada keluarga besar Karang Taruna Pondok Duta 2. Terima kasih atas kerjasama dan kebersamaan selama ini.
Akhirnya, dengan keterbatasan dan kelemahan dari penulis, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, amin.

Penulis

2009

ABSTRAK

CuO-bentonit telah disintesis dengan menggunakan prekursor tembaga (II) sulfat dan KOH dalam etanol melalui metode hidrotermal pada $T=160^{\circ}\text{C}$ selama 5 jam dan dilanjutkan dengan kalsinasi pada suhu 400°C selama 5 jam. Hasil karakterisasi XRD, XRF dan FTIR mengkonfirmasi keberadaan CuO dalam bentonit. Pengukuran dengan menggunakan UV-Vis Diffuse Reflectance menunjukkan bahwa CuO-Bentonit mempunyai energi pita pada daerah 1,4 eV. Uji aplikasi fotokatalis terhadap Rhodamin B menunjukkan bahwa CuO-bentonit memiliki aktivitas sebagai fotokatalis. Daya sorpsi CuO-bentonit ikut berperan dalam proses pengurangan konsentrasi Rhodamin B.

Kata kunci : bentonit, CuO-bentonit, energi pita, FTIR , Rhodamin B, UV-Vis Reflectance, XRD, XRF.

Xi + 66 hlm ; grb ; tab ; lamp

Bibliografi 31 (1985-2009)

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Hipotesa.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Lempung.....	5
2.2 Jenis-jenis Lempung.....	7
2.2 Bentonit.....	9
2.2.1 Manfaat Bentonit.....	10
2.2.2 Bentonit Sebagai Adsorben.....	11
2.2.3 Montmorillonite.....	11
2.3 CuO.....	13

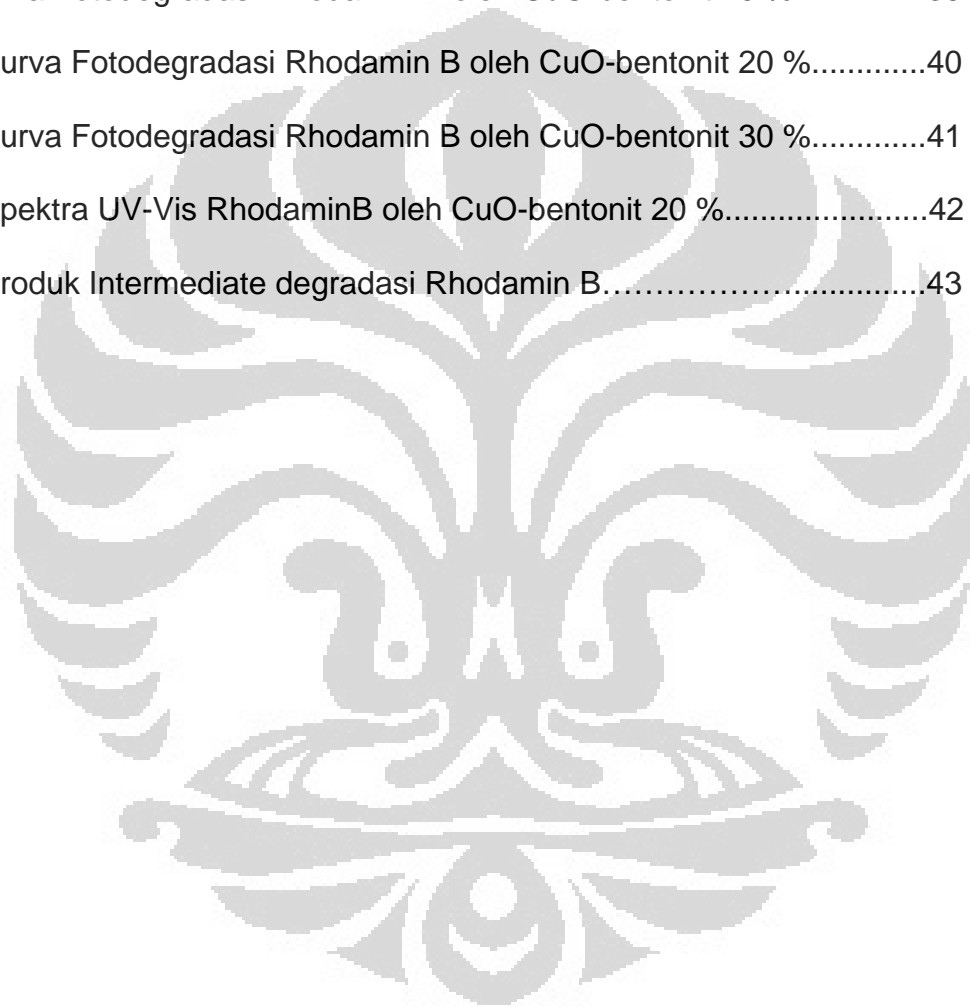
2.4 Fotokatalis.....	14
2.5 Rhodamin B.....	16
2.6 Alat Uji.....	17
2.6.1 Spektrofotometri Serapan Atom (AAS).....	17
2.6.2 Spektrofotometri Infra Merah (FTIR).....	18
2.6.3 Fluoresensi Sinar-X (XRF).....	19
2.6.4 Difraksi Sinar-X (XRD).....	20
2.6.5 Spektrofotometer UV-Vis	21
BAB III. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat.....	23
3.2.1 Alat	23
3.2.2 Alat Uji.....	23
3.3 Bahan.....	23
3.4 Cara Kerja.....	24
3.4.1 Preparasi Bentonit.....	24
3.4.2 Penghilangan Karbonat dalam Bentonit.....	24
3.4.3 Penjenuhan Bentonit Dengan NaCl.....	24
3.4.4 Sintesis CuO-bentonit.....	25
3.4.5 Uji Aplikasi Fotokatalis CuO-bentonit Terhadap Degradasi Zat Warna Rhodamin B.....	26
3.4.5.1 Pembuatan larutan stok Rhodamin B.....	26
3.4.5.2 Uji Aplikasi Variasi Waktu.....	26

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Preparasi Bentonit	27
4.2 Sintesis CuO-bentonit.....	29
4.3 Uji Aplikasi Fotokatalis CuO-bentonit Terhadap Degradasi Zat Warna Rhodamin B.....	37
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.1 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

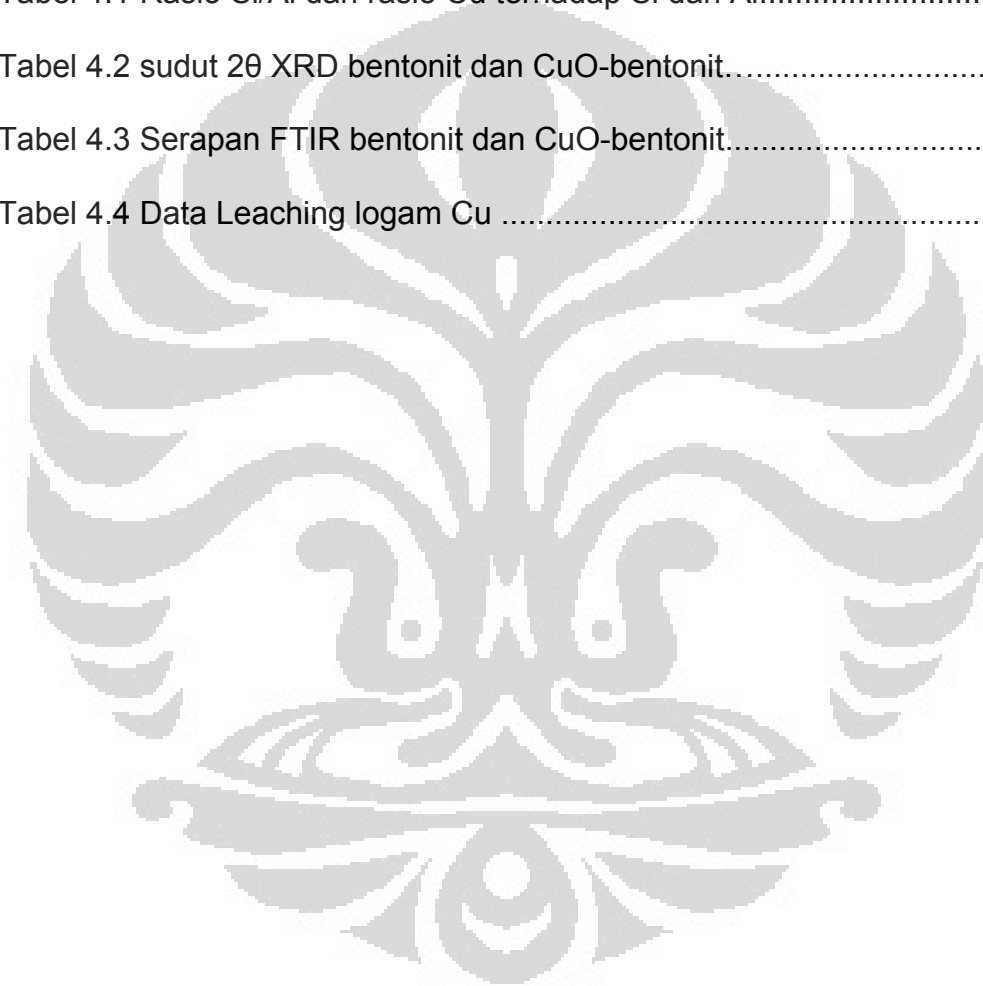
	Halaman
2.1 Kerangka Dasar Pembangun Lempung.....	5
2.2 Lapisan Tetrahedral dan Lapisan Oktahedral.....	6
2.2.a Oktahedral heksagonal.....	6
2.2.b Apikal oksigen.....	6
2.2.c Lapisan Gbsite	6
2.3 Trioktahedral dan Dioktahedral.....	7
2.4 Kaolinite.....	8
2.5 Struktur Montmorillonite.....	12
2.6 Struktur kristal CuO.....	13
2.7 Proses Fotokatalisis.....	16
2.8 Struktur Rhodamin B.....	17
2.9 Komponen FTIR.....	19
2.10 Skema XRF.....	20
2.11 Difraksi Sinar X.....	21
2.12 UV-Vis Spektrofotometer.....	22
4.1 Non-swelling dan swelling bentonit.....	28
4.2 Kurva Cu dari XRF dan Rasio Cu terhadap jumlah Si dan Al.....	30
4.3 XRD bentonit alam.....	32
4.4 XRD CuO-bentonit 10 %.....	32

4.5 XRD CuO-bentonit 20 %.....	33
4.6 XRD CuO-bentonit 30 %.....	33
4.7 Kurva Bandgap CuO-bentonit.....	36
4.8 Kurva pita serapan larutan Rhodamin B 10^{-5} M.....	38
4.9 Kurva Fotodegradasi Rhodamin B oleh CuO-bentonit 10 %.....	39
4.10 Kurva Fotodegradasi Rhodamin B oleh CuO-bentonit 20 %.....	40
4.11 Kurva Fotodegradasi Rhodamin B oleh CuO-bentonit 30 %.....	41
4.12 Spektra UV-Vis RhodaminB oleh CuO-bentonit 20 %.....	42
4.13 Produk Intermediate degradasi Rhodamin B.....	43



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Data Statistik Bentonit di Indonesia 1997 – 2003.....	2
Tabel 4.1 Rasio Si/Al dan rasio Cu terhadap Si dan Al.....	30
Tabel 4.2 sudut 2 θ XRD bentonit dan CuO-bentonit.....	34
Tabel 4.3 Serapan FTIR bentonit dan CuO-bentonit.....	35
Tabel 4.4 Data Leaching logam Cu	37



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 FTIR Bentonit Alam.....	51
Lampiran 2 FTIR CuO-bentonit 10 %.....	52
Lampiran 3 FTIR CuO-bentonit 20 %.....	53
Lampiran 4 FTIR CuO-bentonit 30 %.....	54
Lampiran 5 XRF Bentonit Alam.....	55
Lampiran 6 XRF CuO-bentonit 10 %.....	56
Lampiran 7 XRF CuO-bentonit 20 %.....	57
Lampiran 8 XRF CuO-bentonit 30 %.....	58
Lampiran 9 XRD 2 θ Bentonit Alam.....	59
Lampiran 10 XRD 2 θ CuO-bentonit 10 %.....	60
Lampiran 11 XRD 2 θ CuO-bentonit 20 %.....	61
Lampiran 12 XRD 2 θ CuO-bentonit 30 %.....	62
Lampiran 13 Data AAS logam Cu dan kurva standar.....	63
Lampiran 14 Data UV-Vis Reflectance CuO-bentonit 10 %.....	64
Lampiran 15 Data UV-Vis Reflectance CuO-bentonit 20 %.....	65
Lampiran 16 Data UV-Vis Reflectance CuO-bentonit 30 %.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembuangan limbah dari industri-industri yang mengandung berbagai macam polutan yang berbahaya bagi lingkungan. Pada perkembangan industri yang begitu besar menyebabkan semakin besarnya pembuangan limbah ke lingkungan yang menyebabkan rusaknya ekosistem dan membahayakan populasi-populasi dalam ekosistem itu sendiri. 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. 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. Bentonit adalah istilah yang digunakan dalam dunia perdagangan untuk sejenis tanah liat yang mengandung mineral montmorillonit (MMT) lebih dari 85 %. Fragmen sisanya sebagai mineral pengotor umumnya terdiri dari campuran mineral berupa kwarsa, felspar, kalsit, gypsum, kaolinit, plagioklas, ilit dan sebagainya. Pemanfaatan bentonit yang selama ini masih dirasakan terbatas, dan umumnya hanya digunakan sebagai adsorben. Berdasarkan data dari kementerian energi dan sumber daya mineral (ESDM) Indonesia

adalah salah satu negara pengekspor bahan alam lempung (bentonit) yang cukup diperhitungkan di dunia. Cadangan bentonit Indonesia berjumlah sekitar 380 juta ton, tersebar di beberapa pulau, terutama Jawa dan Sumatera². Data statistika bentonit di Indonesia ditunjukkan pada tabel 1³.

Tabel 1.1 Data Statistik Bentonit di Indonesia 1997 - 2003

	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

Salah satu alternatif solusi mengatasi limbah cair adalah melakukan modifikasi pada bentonit. Modifikasi ini dilakukan dengan menyisipkan material fotokatalis ke dalam bentonit. Modifikasi ini diharapkan mampu menggabungkan sifat sorpsi yang dimiliki oleh bentonit dan sifat fotokatalis yang dimiliki oleh material fotokatalis yang disisipkan.

Perkembangan konsep teknologi fotokatalis semakin luas digunakan dalam penanggulangan masalah limbah cair. Material fotokatalis memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa organik dan polutan yang terdapat di dalam air buangan pabrik ataupun limbah rumah tangga. Salah satu alasan yang mendukung digunakannya metode fotokatalis dalam proses degradasi polutan zat warna adalah untuk mengurangi emisi gas buang yang dapat merusak lingkungan. Dengan metode fotokatalis ini polutan dan

senyawa-senyawa organik bisa didegradasi dengan memanfaatkan panjang gelombang cahaya matahari tanpa menggunakan bahan bakar yang dapat menghasilkan gas buang yang berbahaya untuk lingkungan.

Fotokatalis heterogen yang merupakan metode penanggulangan limbah terkini telah menjadi teknologi yang penting dalam mineralisasi limbah sebagian besar polutan. Fotokatalis yang mendapat perhatian utama dan banyak dikembangkan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor oksida logam seperti TiO_2 , CuO , Fe_2O_3 sering digunakan sebagai fotokatalis dalam penanganan berbagai polutan organik dan zat pewarna.

Material CuO -Bentonit diharapkan mempunyai kemampuan adsorben dan aplikasinya sebagai fotokatalis yang berguna untuk menyerap polutan dan mendegradasinya. Material ini diharapkan menjadi solusi dari permasalahan lingkungan di daerah perairan.

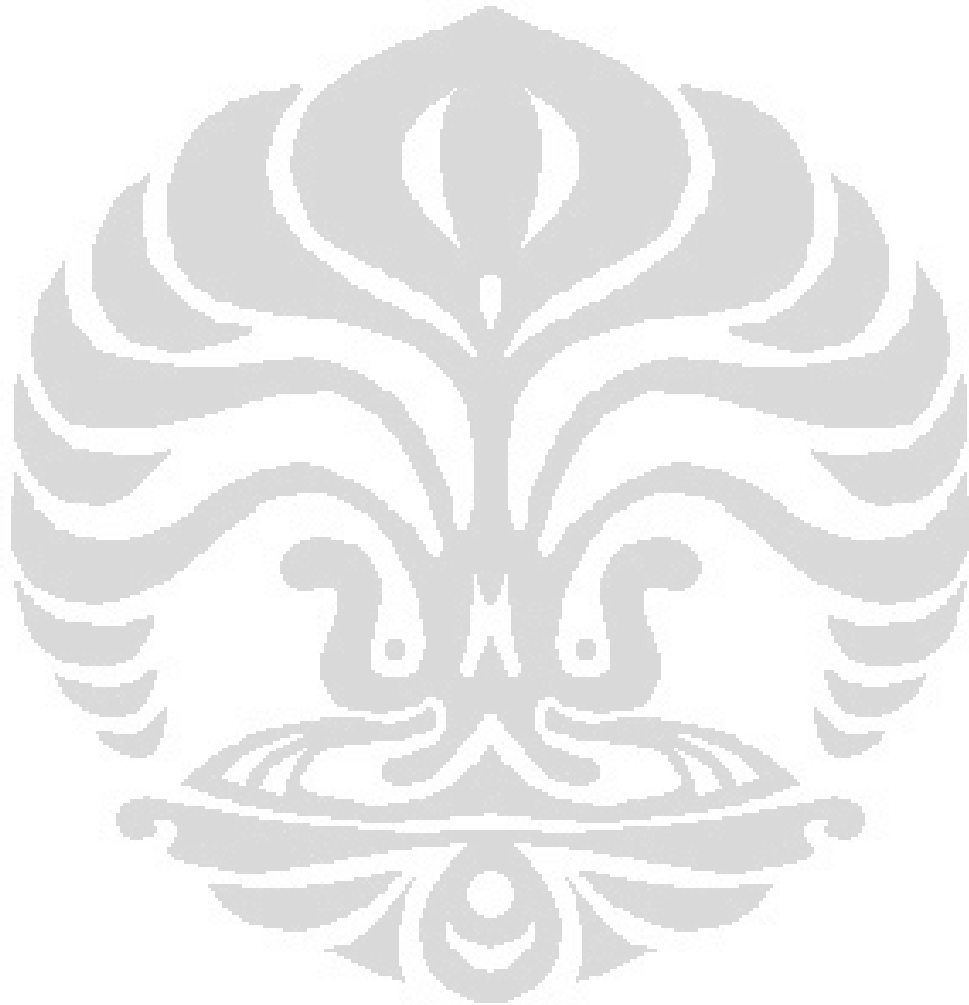
1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tujuan :

1. Melakukan sintesis dan karakterisasi CuO -Bentonit.
2. Menguji aplikasi fotokatalis CuO -Bentonit terhadap zat warna Rhodamin B.

1.3. Hipotesa Penelitian

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



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

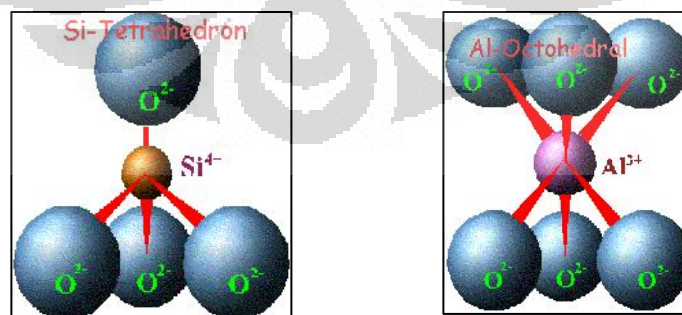
2.1. Lempung^{4,5}

Tanah lempung merupakan hasil pelapukan batu-batuan, sangat mudah ditemukan di berbagai tempat. Dalam kosa kata ilmiah, lempung dikenal sebagai *silica* atau *silicate clay* karena sebagian besar kandungannya adalah silika.

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

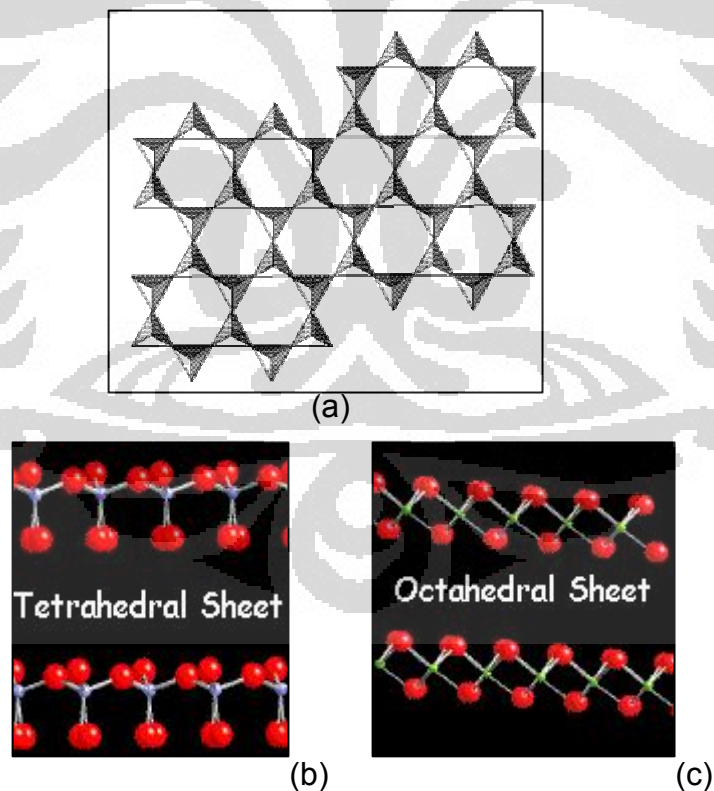
1. Tetrahedral Silikon.
2. Oktahedral Aluminium.

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

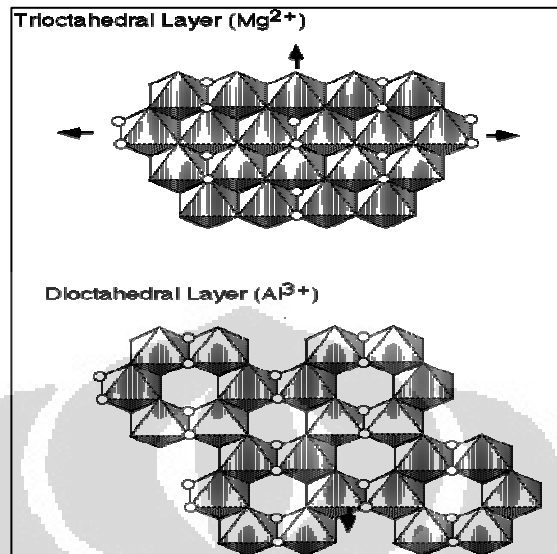


Gambar 2.1 Kerangka Dasar Pembangun Lempung

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



Gambar 2.2. Lapisan Tetrahedral dan Lapisan Oktahedral



Gambar 2.3. Trioktahedral dan Dioktahedral

2.1. Jenis-jenis Lempung

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

a. Lempung 1:1

Tersusun oleh satu lapisan tetrahedral dan satu lapisan oktahedral (T-O). Termasuk ke dalam kelompok ini adalah kaolinit. Struktur kaolinit terjadi karena Si tetrahedral bergabung dengan lapisan gibsite melalui ion apikal oksigen yang juga bagian oktahedral. Akibatnya muatan pada ion oksigen ini diseimbangkan melalui ikatan dengan satu ion Si dan dua ion Al (Gambar 2.4)



Gambar 2.4. Kaolinit

b. Lempung 2:1

Terusun oleh dua lapisan tetrahedral yang mengapit satu lapisan oktahedral (T-O-T). Termasuk ke dalam kelompok ini adalah Smectite, Vermiculite dan Bentonit. Istilah “smectite” digunakan untuk menjelaskan kelompok pilosilikat 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+}) 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 penyeimbang berada di *interlayer* tersebut. Adanya kation pada daerah *interlayer* merupakan bagian dari kapasitas tukar kation. Pada Vermiculite, muatan negatif umumnya berasal akibat substitusi Si^{4+} oleh Al^{3+} .

2.2. Bentonit ⁶

Bentonit adalah istilah pada lempung yang mengandung montmorillonit. 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 plagioklas. Secara umum bentonit dibagi menjadi 2, yaitu *swelling* bentonit dan *non-swelling* bentonit, yaitu :

a. Na-bentonit (*Swelling bentonite*)

Bentonit jenis ini relatif banyak mengandung ion Na, dibandingkan ion Ca dan Mg, serta mempunyai sifat mengembang apabila kena air. Na-bentonit memiliki daya mengembang hingga delapan kali apabila dicelupkan ke dalam air, dan tetap terdispersi beberapa waktu di dalam air. Dalam keadaan kering berwarna putih atau *cream*, pada keadaan basah dan terkena sinar matahari akan terlihat mengkilap. Pada suspensi koloidal Na-bentonit yang mempunyai pH : 8,5-9,8, posisi pertukaran diduduki oleh ion-ion natrium (Na⁺).

b. Ca-bentonit (*non-swelling* bentonite)

Tipe bentonit ini kurang mengembang apabila dicelupkan ke dalam air, dan tetap terdispersi di dalam air, tetapi secara alami atau setelah diaktifkan mempunyai sifat menghisap yang baik. Perbandingan kandungan Na pada bentonit ini rendah dan suspensi koloidal memiliki pH: 4-7. Posisi pertukaran ion lebih banyak diduduki oleh ion-ion kalsium dan magnesium. Dalam keadaan kering berwarna abu-abu, biru, kuning, merah dan coklat. Penggunaan bentonit dalam proses pemurnian minyak goreng perlu aktivasi terlebih dahulu.

Banyak endapan bentonit ditemukan di Indonesia, terutama di Pulau Jawa dan umumnya dari jenis kalsium bentonit. Di beberapa daerah diperkirakan berkualitas natrium bentonit yaitu di Sarolangun-Bangko (Jambi), Pangkalan Brandan dan Boyolali.

2.2.1. Manfaat Bentonit^{4,6,7,8}

Bentonit banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri. Pada industri pertambangan bentonit digunakan sebagai Lumpur bor, pada industri logam bentonit digunakan sebagai material pengikat untuk persiapan lelehan besi dan baja.

Na-bentonit dimanfaatkan sebagai bahan perekat, pengisi (filler), lumpur bor, sesuai sifatnya mampu membentuk suspensi kental setelah bercampur dengan air. Sedangkan Ca-bentonit banyak dipakai sebagai

bahan penyerap. Untuk lumpur pemboran, bentonit bersaing dengan jenis lempung lain, yaitu atapulgit, sepiolit dan lempung lain yang telah diaktifkan.

Dengan penambahan zat kimia pada kondisi tertentu, Ca-bentonit dapat dimanfaatkan sebagai bahan lumpur bor setelah melalui pertukaran ion, sehingga terjadi perubahan menjadi Na-bentonit dan diharapkan terjadi peningkatan sifat dari suspensi mineral tersebut agar mencapai persyaratan sebagai bahan lumpur sesuai dengan spesifikasi standar. Hal itu dapat dilakukan melalui aktivasi bentonit untuk bahan lumpur bor.

2.2.2. Bentonit Sebagai Adsorben

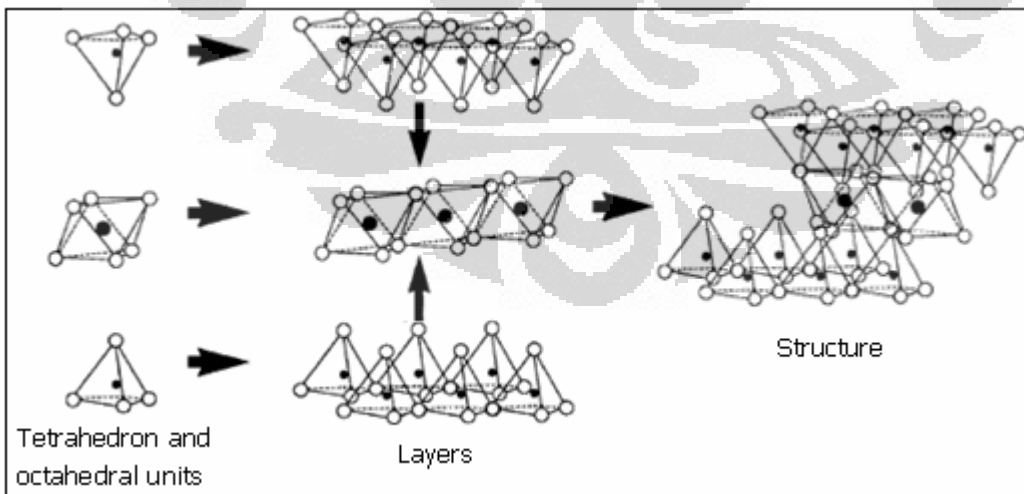
Penyerapan dari adsorben sangat dipengaruhi oleh luas permukaan sehingga adsorben harus mempunyai pori yang maksimum. Hal ini disebabkan karena pori adsorben akan mempengaruhi kontak antara reaktan dengan adsorben dengan kata lain pori adsorben akan mempengaruhi kecepatan difusi reaktan ke dalam pori adsorben. Penggunaan bentonit sebagai bahan adsorben adalah dimungkinkan karena memiliki luas permukaan yang besar.

2.2.3. Montmorillonit (MMT)^{7,9,10}

Montmorillonit merupakan kandungan utama pada bentonit. Kandungan air pada montmorillonit sangat bervariasi dan apabila air diadsorpsi, montmorillonit cenderung mengembang sampai beberapa kali volum awal.

Mineral montmorilonit disebut juga mineral liat jenis TOT (2:1) artinya struktur lembarannya disusun oleh dua lapisan tetrahedral (T) dan satu lapisan oktahedral (O) yang berada antara dua lapisan tetrahedral. Di dalam satu unit sel montmorilonit terdapat ruangan yang diisi dengan molekul-molekul air dan kation-kation lain. Ruang-ruang di antara lembaran ini dapat mengembang bila dilarutkan di dalam air (lihat Gambar 2.5).

Struktur montmorillonit seperti halnya pilsilikat 2:1 yang lain tersusun dari lapisan tetrahedral yang mengapit lapisan oktahedral. Secara alami struktur montmorillonit mengalami proses substitusi isomorfis, dimana posisi Al^{3+} digantikan oleh Mg^{2+} , Fe^{2+} dan Si^{4+} digantikan Al^{3+} , Fe^{3+} . Sebagai konsekuensinya terdapat netto muatan negatif pada permukaan dan harus dinetralkan oleh kation-kation seperti seperti Na^+ , K^+ , Ca^+ dan lain-lain yang terserap di permukaan lembaran montmorillonit, kation ini disebut kation *interlayer (exchangeable cations)*.

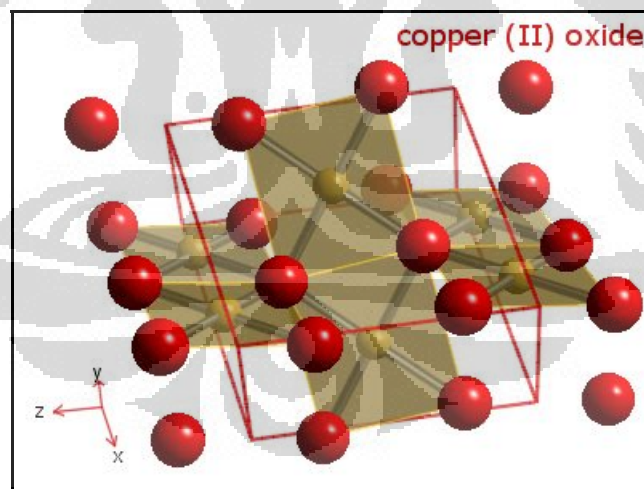


Gambar 2.5 Struktur Montmorillonit

Pada interlayer montmorillonit inilah material fotokatalis dapat disisipkan untuk modifikasi bentonit.

2.3. CuO²⁴

Oksida logam CuO merupakan padatan hitam ionik dengan titik leleh 1200°C. CuO merupakan oksida basa sehingga mudah larut dalam asam mineral seperti asam klorida dan asam sulfat membentuk garam-garam tembaga (II). CuO mempunyai sistem kristal monoklinik (Gambar 2.6). Kegunaan dari oksida logam CuO antara lain sebagai pewarna dari keramik. Salah satu aplikasi oksida logam CuO adalah sebagai semikonduktor, karena CuO memiliki bandgap sekitar 1,2-1,9 eV.



Gambar 2.6 Struktur kristal CuO

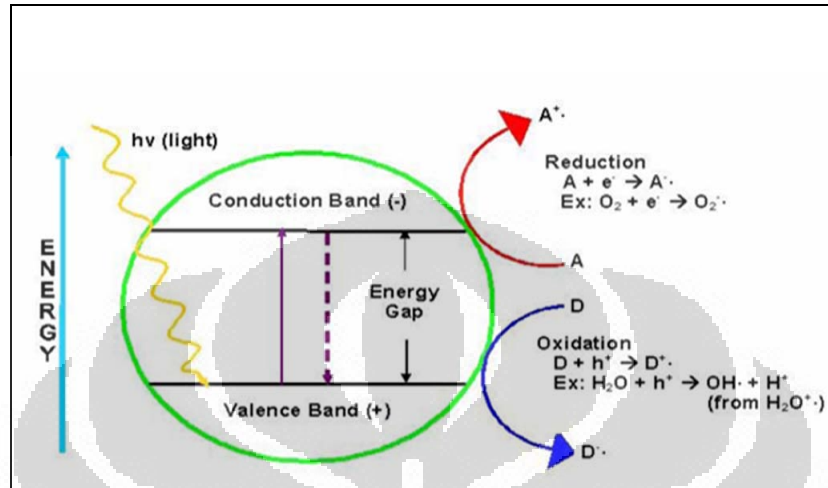
2.4. Fotokatalis ^{11,12}

Fotokatalis adalah katalis yang bekerja dengan bantuan sinar (foto). Fotokatalis CuO ini tergolong sebagai fotokatalis heterogen karena fasa dari katalis berbeda fasa dengan substratnya.

Pada semikonduktor dikenal istilah pita konduksi dan pita valensi. Pita konduksi dan pita valensi ini memegang peranan penting dalam semikonduktor. Jarak antara pita konduksi dan pita valensi ini di namakan celah pita (bandgap). Bandgap merupakan besaran energi yang diperlukan suatu elektron untuk dapat tereksitasi dari pita valensi menuju ke pita konduksi. Semakin besar bandgap dari suatu senyawa atau unsur maka semakin sulit elektron untuk dapat tereksitasi karena semakin besar energi yang dibutuhkan untuk eksitasi elektron. Jika suatu semikonduktor yang menyerap energi yang sesuai atau lebih besar dari energi bandgap, maka elektron-elektron pada pita valensi akan tereksitasi menuju ke pita konduksi. Hole positif akan terbentuk pada pita valensi yang ditinggalkan elektron. Hole positif ini yang apabila berinteraksi dengan molekul yang nukleofilik maka akan terjadi reaksi oksidasi pada molekul tersebut dan membentuk radikal. Sedangkan elektron pada pita konduksi apabila berinteraksi dengan molekul yang elektrofilik maka molekul tersebut akan mengalami reaksi reduksi sehingga menghasilkan radikal. Apabila proses ini berlangsung terus menerus maka disebut proses fotokatalisis. Proses fotokatalisis akan terhenti apabila terjadi reaksi rekombinasi yaitu bertemunya hole positif dari pita valensi dan elektron dari pita konduksi (lihat Gambar 2.7).

Partikel semikonduktor akan menjadi oksidator yang mampu mendegradasi sejumlah polutan bila dikenai cahaya dengan panjang gelombang yang sesuai dengan bandgap semikonduktor tersebut. Degradasi total polutan organik ini akan menghasilkan CO_2 , H_2O , dan asam mineral. Salah satu fotokatalis yang sudah dikenal adalah semikonduktor oksida logam. Proses fotokatalisis suatu semikonduktor oksida logam dapat mengalami peningkatan apabila memiliki ukuran kuantum partikel dalam kisaran nanometer (1-10 nm) karena akan terjadi kenaikan energi bandgap yang akan meningkatkan waktu terpisahnya elektron dan hole positif. Suatu partikel nano dari semikonduktor fotokatalis oksida logam dapat disintesis di dalam suatu matriks, seperti lempung montmorillonit, material yang berperan sebagai *host*. 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* material 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 antar lapis montmorillonit meningkat, namun setelah dehidrasi permukaan antar lapisnya 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

volum pori yang tinggi, distribusi ukuran serta pilar oksida logam yang bersifat katalitis aktif.

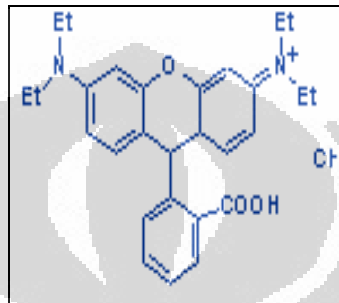


Gambar 2.7 Proses Fotokatalisis

2.5. Rhodamin B ^{25,26}

Zat warna tekstil merupakan gabungan dari senyawa organik tidak jenuh, kromofor dan ausokrom sebagai pengaktif kerja kromofor dan pengikat antara warna dengan serat. Rhodamin B adalah pewarna sintesis yang digunakan pada industri tekstil dan kertas. Rhodamin B termasuk golongan zat warna basa yang dapat disebut zat warna kation, karena gugus pembawa warna terdapat pada kationnya. Rhodamin B berbentuk serbuk kristal merah keunguan dan dalam larutan akan berwarna merah terang berpendar, mempunyai rumus molekul $C_{28}H_{31}N_2O_3$ (Gambar 2.8), berat molekulnya 479,02 gram/mol, titik lelehnya $210^{\circ}C-211^{\circ}C$, densitasnya $0,79 \text{ gram/cm}^3$. Zat warna ini larut dalam air, biasanya digunakan untuk mencelup serat-serat

binatang, poliamida dan poliakrilat. Senyawa Rhodamin B ini akan digunakan sebagai model zat warna yang digunakan untuk degradasi secara fotokatalisis.



Gambar 2.8 Struktur Rhodamin B

2.6. Alat Uji

2.6.1. Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)¹³

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

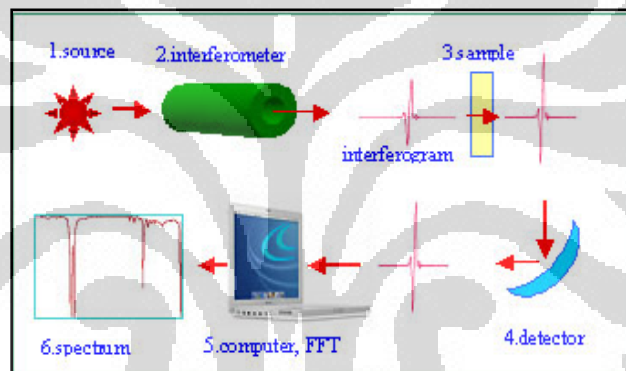
Pengukuran dalam AAS berdasarkan radiasi yang diserap oleh atom yang tidak tereksitasi dalam bentuk uap. Dalam spektroskopi emisi, pengukuran didasarkan pada energi yang diemisikan ketika atom-atom dalam keadaan tereksitasi untuk kembali ke keadaan dasar. Atom-atom yang tidak tereksitasi dikenai energi berupa cahaya dari lampu yang sesuai dengan logam yang diukur, sehingga elektronnya akan mengalami transisi elektronik

dan menghasilkan spektrum serapan. Rangkaian alat spektroskopi serapan atom terdiri dari sumber cahaya, pengatomisasi, dan sistem pendeteksi cahaya (monokromator, detektor dan pencatat). Sumber cahaya yang digunakan untuk spektroskopi serapan atom umumnya adalah lampu *hollow cathode* berisi unsur yang sama dengan unsur yang akan digunakan untuk pembentukan atom dalam wujud gas. Monokromator digunakan untuk memilih panjang gelombang emisi cahaya yang diinginkan. Detektor yang digunakan adalah suatu fotomultiplier karena sangat sensitif dan responnya terhadap cahaya seragam pada daerah panjang gelombang ultraviolet dan sinar tampak²⁰.

2.6.2. Spektrofotometri Infra Merah (FTIR)^{13,14,15}

Instrumen FTIR menggunakan sumber radiasi dalam kisaran inframerah (bilangan gelombang = $4000-400\text{ cm}^{-1}$). Radiasi dalam kisaran energi ini sesuai dengan kisaran frekuensi vibrasi rentangan (*stretching*) dan vibrasi bengkokan (*bending*) ikatan kovalen dalam kebanyakan molekul. Bila molekul menyerap radiasi inframerah, energi yang diserap menyebabkan kenaikan amplitudo vibrasi atom-atom yang saling berikatan. Panjang gelombang 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. Pada FTIR (Gambar 2.9) sampel diletakkan dalam instrumen dengan sumber

radiasi inframerah. Spektrometer secara otomatis membaca sejumlah radiasi yang menembus sampel dengan kisaran frekuensi tertentu dan merekam pada kertas berapa persen radiasi yang ditransmisikan. Karena setiap tipe ikatan yang berbeda mempunyai sifat frekuensi vibrasi yang berbeda, maka tidak ada dua molekul yang berbeda strukturnya akan mempunyai bentuk serapan yang tepat sama. Instrumen FTIR terdiri sumber cahaya, monokromator, detektor, dan sistem pengolah data (komputer). Spektum yang dihasilkan merekam panjang gelombang atau frekuensi versus % T.

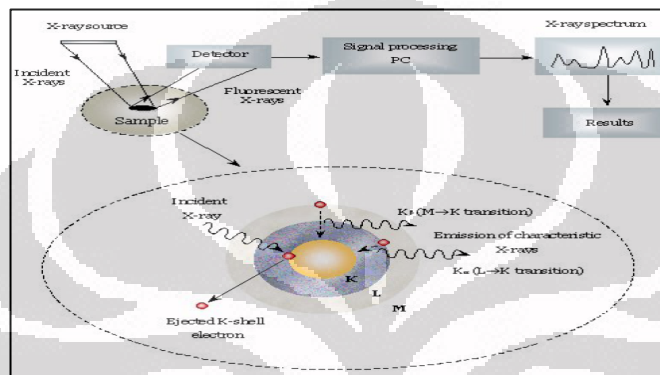


Gambar 2.9 Komponen FTIR¹⁹

2.6.3. Fluoresensi Sinar-X (XRF)¹⁶

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 unsurnya (Gambar 2.10).

Sampel bisa berupa padatan maupun cairan yang tidak memerlukan perlakuan khusus. Instrumen 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 fluoresensi yang dipancarkan.



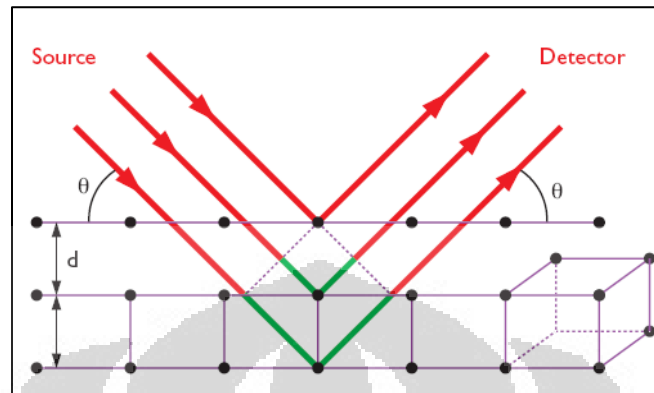
Gambar 2.10 Skema XRF

2.6.4. Difraksi Sinar-X (XRD)^{15,17}

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 ke segala arah. Dalam beberapa arah, gelombang berada dalam satu fasa dan saling memperkuat satu sama lain sehingga terjadi interferensi konstruktif sedangkan sebagian tidak satu fasa dan saling meniadakan sehingga terjadi interferensi destruktif.

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

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



Gambar 2.11 Difraksi sinar X

Penurunan konvensional Hukum Bragg dengan menganggap setiap bidang kisi memantulkan radiasi. Dalam difraktometer sampel disebarkan pada bidang datar, dan pola difraksinya dimonitor secara elektronik (Gambar 2.11). Pada umumnya digunakan untuk analisa kuantitatif dan kualitatif, karena pola difraksi itu merupakan sejenis sidik jari yang dapat dikenali.

2.6.5. Spektrofotometer UV-Vis²³

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 :

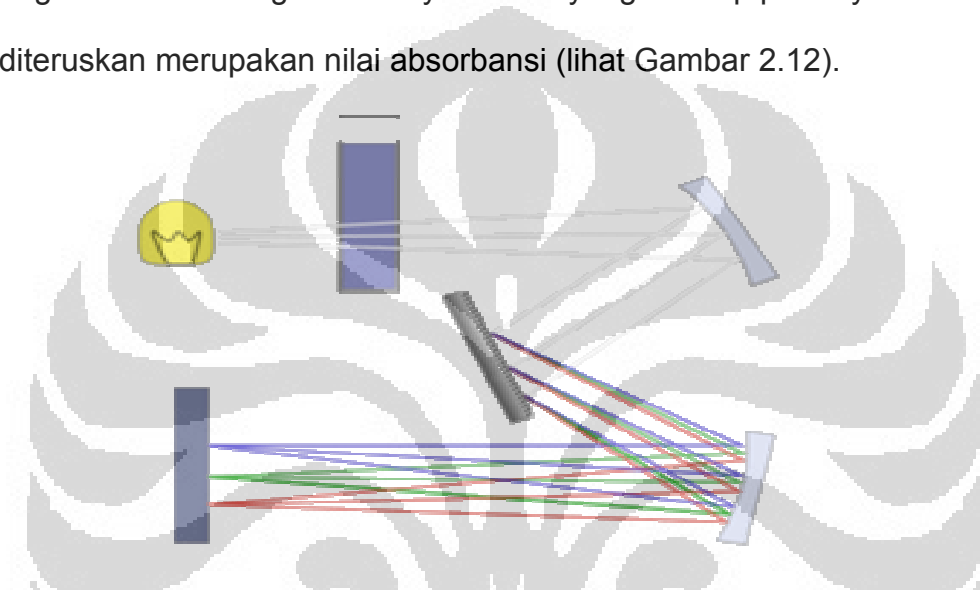
$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

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

A = absorbansi ϵ = 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 (lihat Gambar 2.12).



Gambar 2.12 UV-Vis Spektrofotometer

Penggunaan utama spektrofotometer UV-Vis, yang bergantung pada transisi antara level energi elektronik, yaitu mengidentifikasi sistem elektron π terkonjugasi. Energi yang dibutuhkan untuk memindahkan elektron dari suatu keadaan standar ke keadaan lain berada pada spektrum elektromagnetik antara visible dan ultraviolet.

BAB III

BAHAN DAN CARA KERJA

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

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

3.2. Alat

3.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas yang digunakan dalam laboratorium gelas piala 500 mL, gelas piala 250 mL dan gelas piala 100 mL, termometer, labu ukur 1 L, labu ukur 500 mL, labu ukur 250 mL dan labu ukur 100 mL, pipet ukur, mortar, magnetik stirer, neraca analitik, oven, autoclave, sentrifuge dan lampu UV-a.

3.2.2. Alat Uji

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

3.3. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bentonit alam dari daerah Tapanuli, natrium klorida (NaCl), asam asetat (CH_3COOH),

kalium hidroksida (KOH), etanol (C₂H₅OH), perak nitrat (AgNO₃), tembaga (II) sulfat pentahidrat (CuSO₄.5H₂O), akuades, zat warna rhodamin B.

3.4. Cara Kerja

3.4.1. Preparasi Bentonit

Bentonit alam sebanyak 125 gram dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam, kemudian dihaluskan dan digerus dengan mortar, lalu diayak sampai didapatkan bentonit halus.

3.4.2. Penghilangan Karbonat dalam Bentonit

20 gram bentonit hasil preparasi didispersikan kedalam 50 mL buffer natrium asetat pH= 4,8. Dilakukan pengadukan pada campuran sampai tidak terbentuk gelembung CO₂. Campuran kemudian dipisahkan dengan cara disentrifugasi.

3.4.3. Penjenuhan Bentonit dengan NaCl

Bentonit yang sudah dihilangkan karbonat dimasukkan dalam beaker gelas 500 mL, lalu didispersikan ke dalam larutan natrium klorida (NaCl) 1 M sebanyak 250 mL. Dilakukan pengadukan pada campuran selama 30 menit. Kemudian endapan dicuci dengan akuades sampai filtrat tidak mengandung Cl⁻, dengan menguji filtrat dengan perak nitrat (AgNO₃) sampai filtrat tidak membentuk endapan putih AgCl. Endapan yang sudah tidak mengandung

Cl⁻ dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam. Endapan yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR, XRD dan XRF.

3.4.4. Sintesis CuO-Bentonit

Sebanyak masing-masing 4,5 ; 4 ; dan 3,5 gram bentonit yang sudah dipreparasi dan dipurifikasi didispersikan dalam 20 mL aquades dan dilakukan pengadukan. Kemudian dimasukkan perlahan-lahan CuSO₄.5H₂O masing-masing 0,5 ; 1 ; dan 1,5 gram dalam campuran (memberikan persen berat loading 10%, 20%, 30%). Kemudian secara perlahan-lahan dimasukkan larutan KOH dalam etanol dan dilakukan pengadukan selama 1 jam. Masing-masing campuran dimasukkan dalam autoclave dan dipanaskan sampai suhu 160°C selama 5 jam. Dilakukan penyaringan pada endapan dan dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C untuk menghilangkan uap air. Kemudian dilakukan kalsinasi secara bertahap sampai suhu 400°C untuk mendapatkan material CuO-Bentonit. Untuk selanjutnya hasil sintesis ini berturut-turut disebut CuO-Bentonit 10%,20, dan 30%. Hasil sintesis ini kemudian dikarakterisasi dengan XRD, XRF, FTIR, UV Vis Diffuse Reflectance dan AAS. Dilakukan uji leaching pada material hasil sintesis dimana 1 gram masing-masing hasil sintesis didispersikan dalam 50 mL aquades dan dilakukan pengadukan selama 3 jam. Endapan dipisahkan cara sentrifugasi, kemudian filtrat akan digunakan untuk uji leaching dengan menggunakan instrumen AAS.

3.4.5. Uji Aplikasi Fotokatalis CuO-Bentonit Terhadap Degradasi Zat

Warna Rhodamin B

3.4.5.1. Pembuatan Larutan stok Rhodamin B

Larutan stok Rhodamin B 10^{-3} M dibuat dengan menimbang sebanyak 0,0479 gram padatan Rhodamin B dan dilarutkan dalam labu ukur 1 L dengan akuades. Uji aplikasi dilakukan dengan melakukan pengenceran larutan stok menjadi 10^{-5} M.

3.4.5.2. Uji Aplikasi Variasi Waktu

Sebanyak 200 mg material CuO-Bentonit didispersikan ke dalam 100 ml larutan zat warna Rhodamin B 10^{-5} M. Campuran dilakukan dalam proses fotokatalisis dibawah penyinaran lampu UV dengan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit dan 180 menit. Reaktor batch yang digunakan memiliki 5 buah lampu UV a dengan panjang gelombang 315-400 nm yang terletak pada sisi alas dan samping reaktor. Pada masing-masing interval waktu secara berurutan diambil alikuot sebanyak 10 mL kemudian disentrifugasi 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 material CuO-Bentonit. Kontrol kedua dilakukan dengan mendispersikan 200 mg CuO-Bentonit dalam 100 mL larutan Rhodamin B 10^{-5} M tanpa disinari lampu UV.

BAB IV

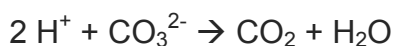
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Preparasi Bentonit

Sebelum bentonit digunakan untuk mensintesis CuO-bentonit maka bentonit alam dilakukan purifikasi terlebih dahulu. Purifikasi yang akan dilakukan meliputi tiga tahap yaitu preparasi bentonit alam, penghilangan karbonat terhadap bentonit dan penjuhan bentonit dengan NaCl.

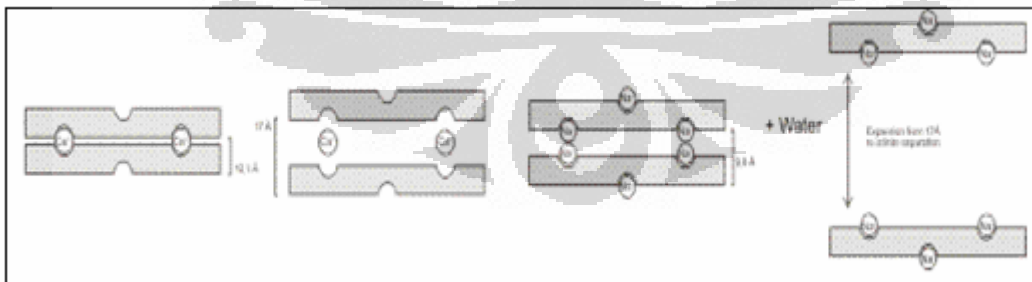
Preparasi bentonit alam dimulai dengan memanaskan bentonit dalam oven pada suhu 110 °C selama 2 jam. Pemanasan ini dilakukan untuk menghilangkan uap air dan pengotor yang mudah menguap. Bentonit yang telah dipanaskan dalam oven lalu dilakukan penyaringan untuk mendapatkan ukuran partikel bentonit yang lebih seragam.

Bentonit hasil preparasi dipurifikasi untuk menghilangkan karbonat yang kemungkinan masih ada pada bentonit. Penghilangan karbonat dilakukan dengan mendispersikan 20 gram bentonit ke dalam 50 mL larutan buffer asetat pH= 4,8 sambil dilakukan pengadukan. Reaksi yang terjadi adalah :



CO₂ yang dihasilkan teramati sebagai gelembung-gelembung yang muncul pada permukaan campuran, reaksi pengadukan dihentikan saat gelembung tidak lagi teramati pada dispersi tersebut. Dispersi bentonit dalam larutan buffer asetat dipisahkan dengan cara sentrifugasi.

Tahap terakhir pada preparasi bentonit adalah penjenuhan dengan larutan NaCl 1 M. Proses penjenuhan ini dimaksudkan untuk mensubstitusi ion Ca^{2+} yang terdapat pada ruang interlayer bentonit alam dengan ion Na^+ sehingga terjadi perubahan dari Ca-bentonit menjadi Na-bentonit. Substitusi ini diharapkan akan mengubah daya bentonit alam yang awalnya kurang mengembang (*non-swelling*) menjadi lebih mengembang (*swelling*). Perubahan sifat dari *non-swelling* menjadi *swelling* diperlukan agar penyisipan CuO pada bentonit menjadi lebih mudah. Na-bentonit lebih bersifat mengembang daripada Ca-bentonit karena ion 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 Ca^{2+} tidak bisa secara efektif berasosiasi dengan dua pusat negatif pada salah satu lembaran sehingga harus berasosiasi dengan dua lembaran sekaligus¹⁹ (lihat Gambar 4.1).

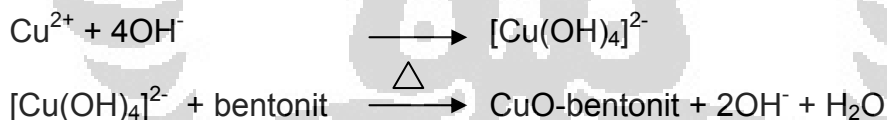


Gambar 4.1 Non-swelling dan swelling bentonit¹⁸

4.2. Sintesis CuO-Bentonit

Pada penelitian ini sintesis CuO-bentonit dilakukan dengan metode hidrotermal. CuO-bentonit disintesis dengan menggunakan padatan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang dilarutkan dalam dispersi bentonit dalam akuades, lalu ditambahkan larutan KOH dalam etanol. Setelah diaduk selama 1 jam campuran dimasukkan dalam autoclave yang dilapisi teflon lalu dimasukkan dalam oven pada suhu 160°C selama 5 jam. Kemudian dilakukan penyaringan dan endapan dikeringkan dengan oven. Endapan ini dikalsinasi secara bertahap sampai suhu 400°C selama 5 jam. Tujuan kalsinasi ini adalah untuk membentuk oksida CuO dan senyawa organik akan terurai seiring kenaikan suhu. Penelitian Shrivastav *et.al* mengkonfirmasi bahwa sintesis CuO paling optimum berada pada suhu $400\text{-}650^\circ\text{C}$ ²⁰.

Reaksi yang terjadi adalah :



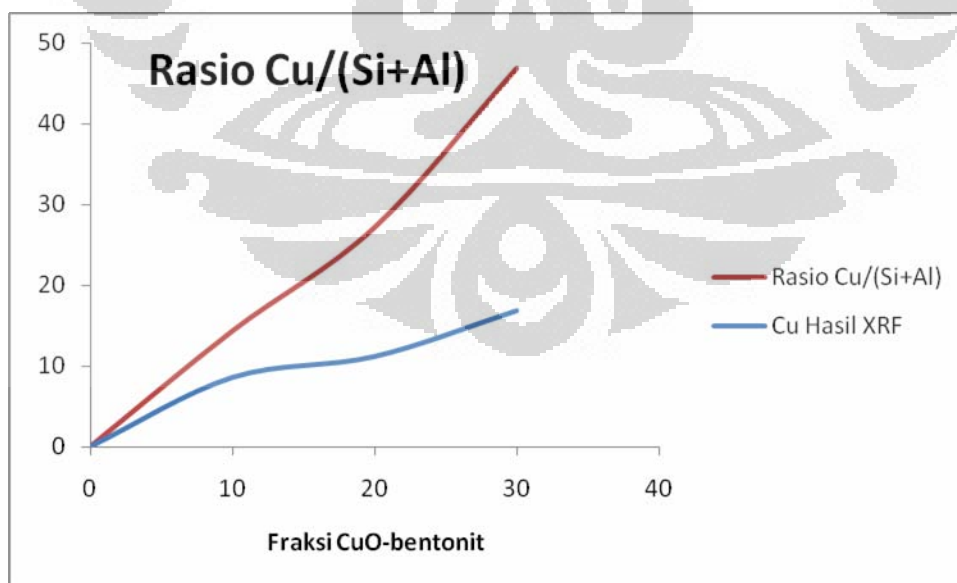
CuO-bentonit yang dihasilkan dikarakterisasi dengan AAS, XRF, XRD, FTIR dan UV-Vis Diffuse Reflectance. Tabel 4.1 memperlihatkan rasio Si/Al bentonit alam dan CuO-bentonit. Dari tabel tersebut terlihat bahwa pada bentonit alam dan semua jenis CuO-bentonit hasil sintesis, rasio Si/Al relatif konstan yaitu berada pada kisaran antara 3,2-3,5. Hal ini mengindikasikan bahwa pada sintesis CuO-bentonit tidak terjadi perubahan struktur utama bentonit. Konstannya rasio Si/Al pada CuO-bentonit dapat diduga tidak

terjadi kerusakan pada kerangka bentonit setelah dimodifikasi menjadi CuO-bentonit.

Tabel 4.1 Rasio Si/Al dan rasio Cu terhadap Si dan Al

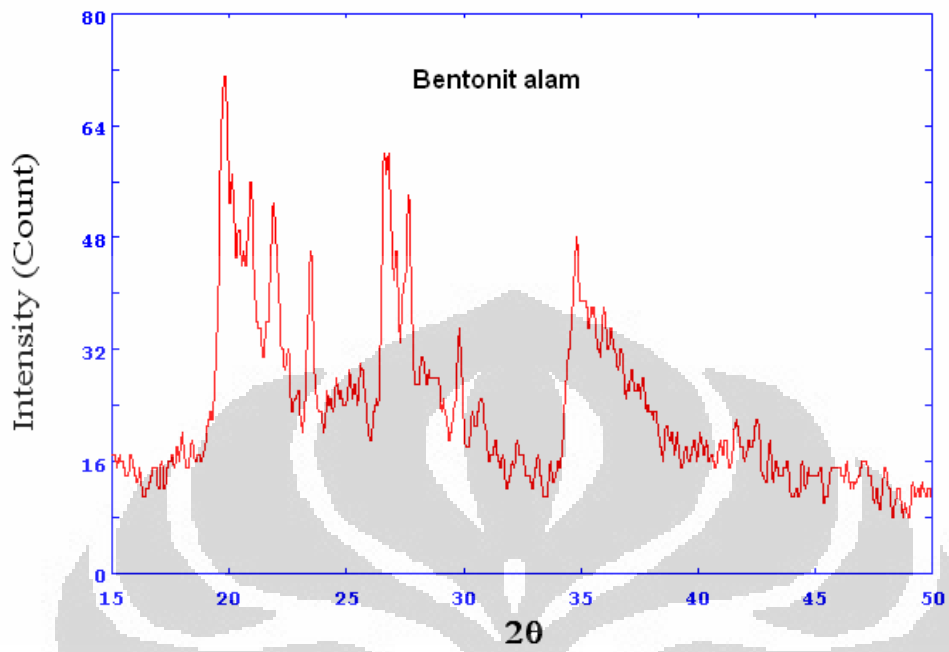
Bentonit	Cu (% berat)	Rasio Si/Al	rasio Cu/(Si+Al)
Bentonit Alam	0	3.6	0
CuO-bentonit 10%	8.6	3.5	14.3
CuO-bentonit 20%	11.2	3.2	27.1
CuO-bentonit 30%	16.9	3.3	46.8

Gambar 4.2 juga memperlihatkan rasio Cu terhadap total Si, Al dan Cu . Dari tabel terlihat bahwa semakin banyak jumlah Cu yang dimasukkan dalam proses sintesis CuO-bentonit, maka semakin banyak jumlah Cu yang ada dalam CuO-bentonit. Perhitungan rasio Cu terhadap jumlah total Si dan Al dilakukan untuk meyakinkan bahwa jumlah Cu semakin bertambah terhadap komponen dominan dalam CuO-bentonit.

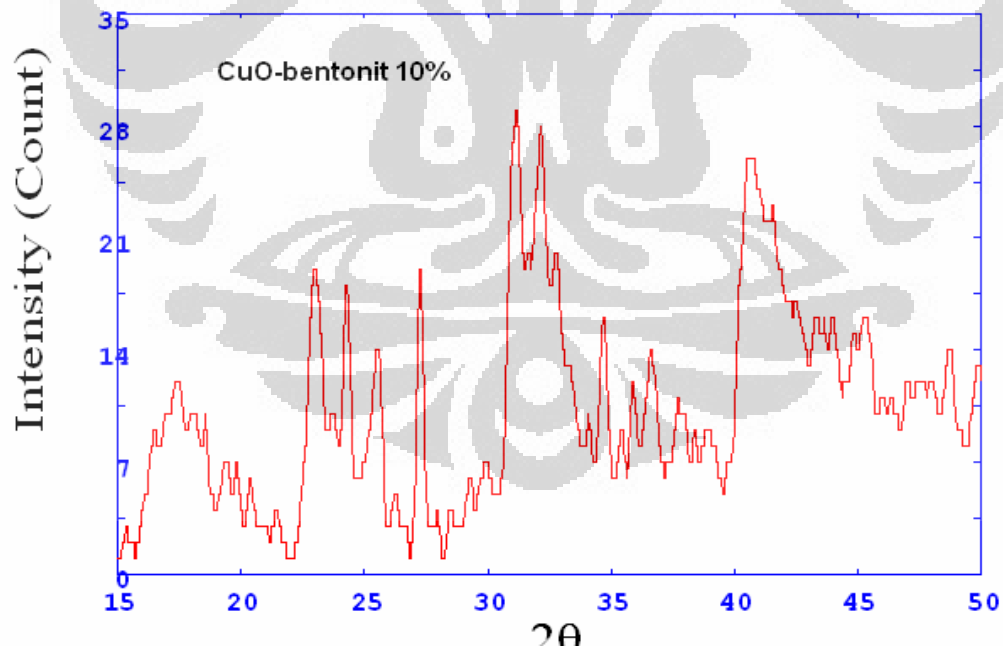


Gambar 4.2 Kurva Cu dari XRF dan Rasio Cu terhadap jumlah Si dan Al

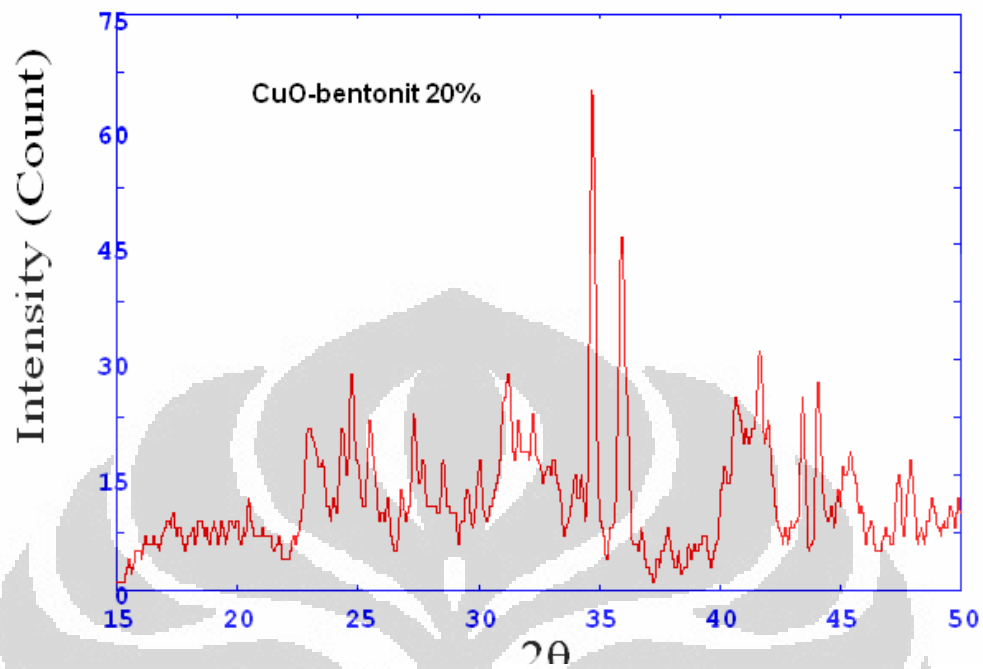
Gambar 4.3 memperlihatkan pola difraksi bentonit alam. Berdasarkan gambar tersebut muncul puncak-puncak khas bentonit yaitu pada sudut $2\theta = 19,80 ; 26,61$ dan $34,82$. Gambar 4.4 adalah pola difraksi CuO-bentonit 10 %. Pola difraksi CuO-bentonit 10 % juga menunjukkan puncak-puncak khas bentonit, pada sudut $2\theta = 19,48 ; 27,26$ dan $34,66$. Pada CuO-bentonit 20 % pola difraksi sudut $2\theta = 20,48 ; 27,32$ dan $34,71$ (lihat Gambar 4.5) dan CuO-bentonit 30 % sudut $2\theta = 20,26 ; 27,42$ dan $34,50$ (lihat Gambar 4.6) menunjukkan pola difraksi yang khas dari puncak-puncak khas bentonit. Berdasarkan data tersebut dapat diindikasikan bahwa tidak terjadi perubahan struktur pada bentonit setelah dilakukan proses sintesis CuO-bentonit. Data ini memperkuat data XRF yang menunjukkan bahwa rasio Si terhadap Al yang relatif konstan. Puncak khas CuO teramati dengan puncak pada sudut $2\theta = 40,5 ; 41,62$ dan $41,44$ yang teramati pada CuO-bentonit 10 %, 20 %, dan 30%. Penelitian dilakukan oleh Rohit Shrivastav *et.al* mengkonfirmasi bahwa puncak CuO muncul pada $2\theta = 36$ dan $2\theta = 38^{20}$. Yuan Hui *et.al* juga mengkonfirmasi nilai $2\theta = 38$ dan $2\theta = 42$ adalah puncak CuO¹.



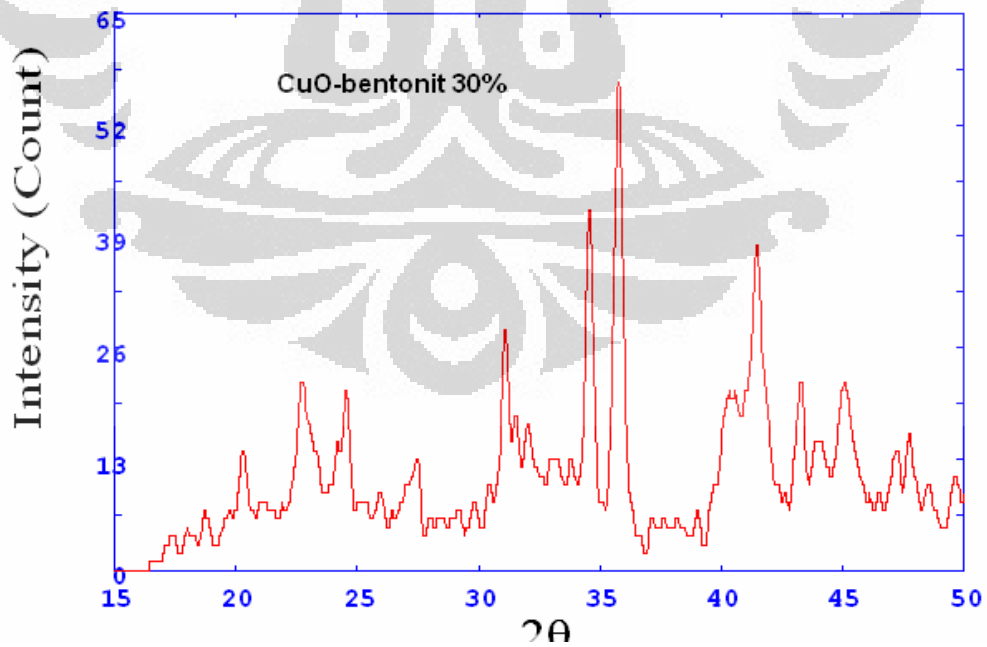
Gambar 4.3 XRD bentonit alam



Gambar 4.4 XRD CuO-bentonit 10 %



Gambar 4.5 XRD CuO-bentonit 20 %



Gambar 4.6 XRD CuO-bentonit 30 %

Tabel 4.2 merangkumkan puncak-puncak yang terdapat pada bentonit alam dan CuO-bentonit. Dari tabel memperlihatkan bahwa pada CuO-bentonit masih memiliki puncak-puncak khas bentonit.

Tabel 4.2 Sudut 2θ XRD bentonit dan CuO-bentonit

Bentonit	2θ
Bentonit Alam	19,48 ; 27,26 ; 34,66
CuO-Bentonit 10 %	19,48 ; 27,26 ; 34,66; 40,5
CuO-Bentonit 20 %	20,48 ; 27,32 ; 34,71; 41,62
CuO-Bentonit 30 %	20,26 ; 27,42 ; 34,50; 41,44

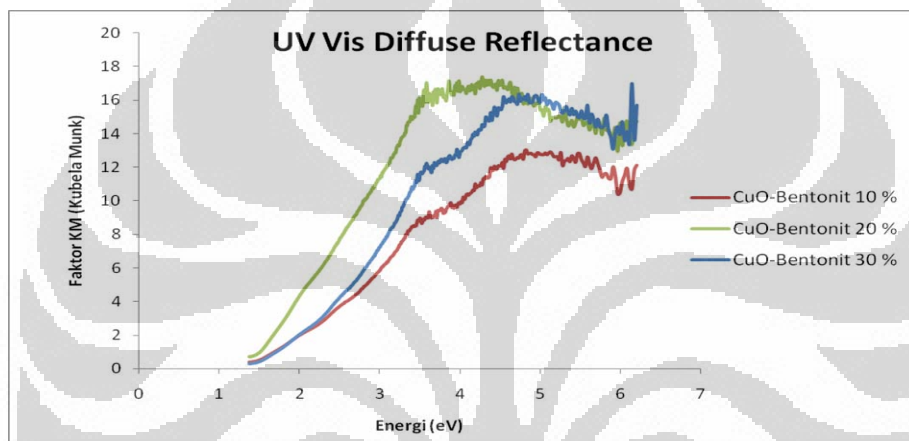
Tabel 4.3 memperlihatkan pita-pita serapan FTIR pada bentonit alam dan CuO-bentonit. Pada bentonit alam (lihat Lampiran 1) muncul pita serapan pada bilangan gelombang 3628 cm^{-1} yang mengindikasikan bahwa ada besi (II) akibat vibrasi *stretching* OH pada trioktahedral $[\text{Fe}^{2+}]_3\text{OH}$ ^{28,29}. Pada CuO-bentonit 10 %, 20 %, dan 30 % (lihat Lampiran 2,3 dan 4) ditemukan vibrasi serupa pada kisaran bilangan gelombang $3612\text{-}3615\text{ cm}^{-1}$. Pada bentonit alam terdapat pita serapan pada kisaran 3400 cm^{-1} akibat adanya ikatan hidrogen (*H-O-H hydrogen bonded water*)^{30,31}. Pada bentonit alam dan CuO-bentonit 10 %, 20 % dan 30 % terdapat pita serapan pada kisaran 1630 cm^{-1} yang merupakan pita deformasi H-O-H³¹. Vibrasi Si-O-Si *stretching* muncul pada bilangan gelombang sekitar $1030\text{-}1040\text{ cm}^{-1}$. Pita serapan pada 913 cm^{-1} merupakan deformasi Al_2OH ²⁸. Pita serapan pada 837 cm^{-1} merupakan pita deformasi AlMgOH ²⁸. Pada CuO-bentonit 10 %, 20 % dan 30 %

ditemukan pita serapan pada kisaran 912-914 cm^{-1} . Pita sekitar 795 cm^{-1} adalah pita deformasi $\text{Fe}^{3+}\text{MgOH}$. Pada CuO-bentonit 10 % terdapat pita serapan pada bilangan gelombang 511 cm^{-1} dan 432 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya CuO, Sedangkan pada CuO-bentonit 20 % pada bilangan gelombang 516 cm^{-1} dan 439 cm^{-1} dan CuO-bentonit 30 % terdapat pita serapan pada bilangan gelombang 619 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya CuO. Penelitian yang dilakukan oleh Guifu Zou *et.al* mengkonfirmasi bahwa pada kisaran nilai gelombang 609 cm^{-1} , 511 cm^{-1} dan 425 cm^{-1} vibrasi Cu-O *stretching*²³. Penelitian yang dilakukan oleh Yuan Hui Zheng *et.al* juga mengkonfirmasi bahwa pada kisaran nilai gelombang 610 cm^{-1} , 504 cm^{-1} , 436 cm^{-1} adalah vibrasi Cu-O *stretching*¹.

Tabel 4.3 Serapan FTIR bentonit dan CuO-bentonit

Bentonit	Bilangan gelombang cm^{-1}			
Bentonit alam	3268	1683	1040	522
	3447	1421	914	468
			838	431
			795	
CuO-bentonit 10 %	3615	1631	995	511
			914	432
			835	
			795	
CuO-bentonit 20 %	3615	1643	912	517
			837	440
			795	
CuO-bentonit 30 %	3613	1635	837	619
		1296	667	463

Gambar 4.7 memperlihatkan kurva UV-Vis Diffuse Reflectance CuO-bentonit 10 %, 20%, dan 30%. Dengan menggunakan perhitungan faktor Kubelka Munk didapatkan nilai bandgap CuO-bentonit 10 %, 20 %, dan 30 % berturut-turut adalah 1,405 eV ; 1.407 eV ; dan 1.42 eV. Penelitian yang dilakukan oleh Toyoda mengkonfirmasi bahwa bandgap CuO adalah 1 eV sampai 1,45 eV²¹.



Gambar 4.7 Kurva Bandgap CuO-bentonit

CuO-bentonit pada penelitian ini juga diuji besarnya CuO yang leaching dengan menggunakan instrumen AAS. Tabel 4.4 memperlihatkan data AAS pada uji leaching logam Cu pada CuO-bentonit 10 %, 20 %, 30 %. Dari tabel terlihat bahwa leaching Cu yang sangat relatif kecil pada CuO-bentonit 10 %, 20 % dan 30 %. Hal ini mengindikasikan leaching Cu yang relatif kecil tidak berpengaruh signifikan untuk uji aplikasi fotokatalis CuO-bentonit 10 %, 20 % dan 30 % terhadap degradasi zat warna Rhodamin B.

Tabel 4.4 Data Leaching logam Cu

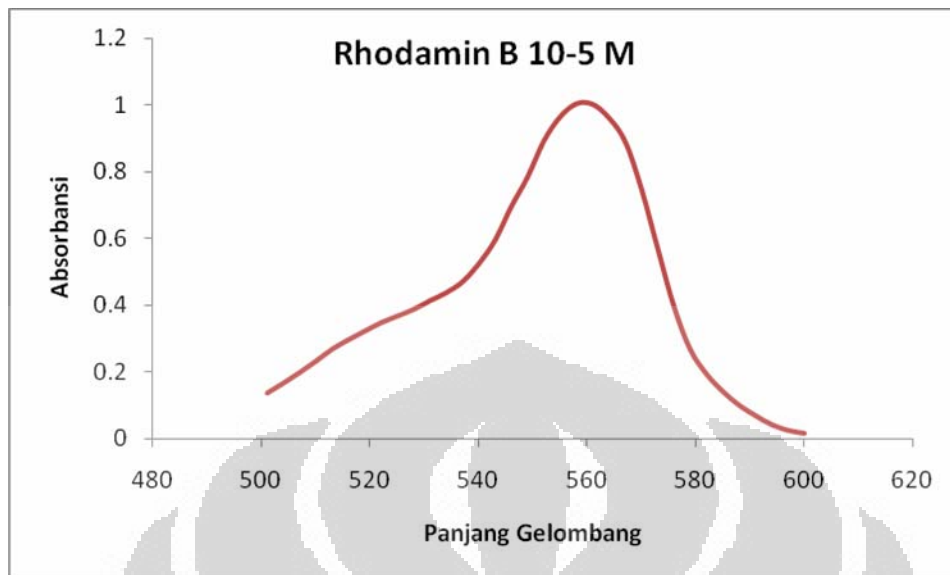
CuO-Bentonit	Absorbansi	ppm
CuO-Bentonit 10%	0.019	1.572
CuO-Bentonit 20%	0.018	1.518
CuO-Bentonit 30%	0.01	1.091

4.3. Uji Aplikasi Fotokatalis CuO-Bentonit Terhadap Degradasi Zat

Warna Rhodamin B

Uji aplikasi fotokatalis dilakukan dengan menggunakan larutan Rhodamin B 10^{-5} M sebagai model zat warna percobaan dilakukan dengan metode batch dimana CuO-Bentonit yang didispersikan ke dalam larutan Rhodamin B yang disinari dalam reaktor dengan menggunakan lampu UV. Setelah waktu tertentu jumlah aliquot disampling untuk ditentukan nilai absorbansinya.

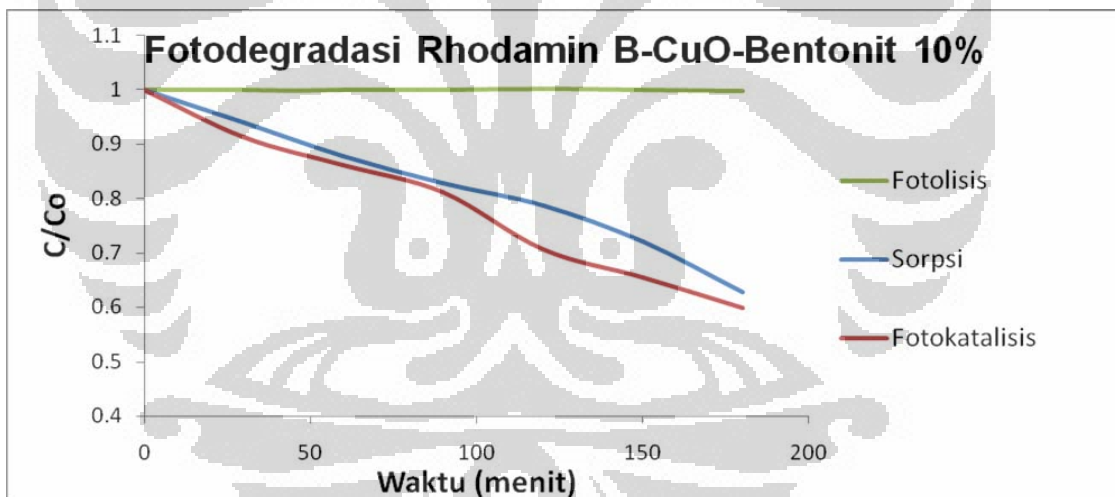
Gambar 4.8 memperlihatkan kurva pita serapan larutan Rhodamin B 10^{-5} M. Dari gambar tersebut terlihat bahwa Rhodamin B memiliki serapan pita panjang gelombang maksimum pada panjang gelombang 558 nm.



Gambar 4.8 Kurva pita serapan larutan Rhodamin B 10^{-5} M

Gambar 4.9 memperlihatkan kurva fotodegradasi dari larutan Rhodamin B yang menggunakan CuO-Bentonit 10%. Dari kurva tersebut menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi dari larutan rhodamin B yang menggunakan CuO-Bentonit 10 % yang disinari oleh lampu UV lebih besar dibandingkan dengan CuO-bentonit 10 % yang tidak disinari oleh lampu UV. Hal ini mengindikasikan bahwa CuO-Bentonit 10 % dapat berperan sebagai fotokatalis. Pada CuO-Bentonit 10 % yang tidak disinari lampu UV terjadi penurunan konsentrasi pada larutan Rhodamin B. Hal ini diduga lebih disebabkan karena adanya kemampuan sorpsi bentonit. Kemampuan fotokatalisis CuO-Bentonit juga diperkuat dengan dilakukannya kontrol terhadap larutan Rhodamin B yang disinari dengan lampu UV tanpa menggunakan katalis. Pada masing-masing interval waktu tidak terjadi

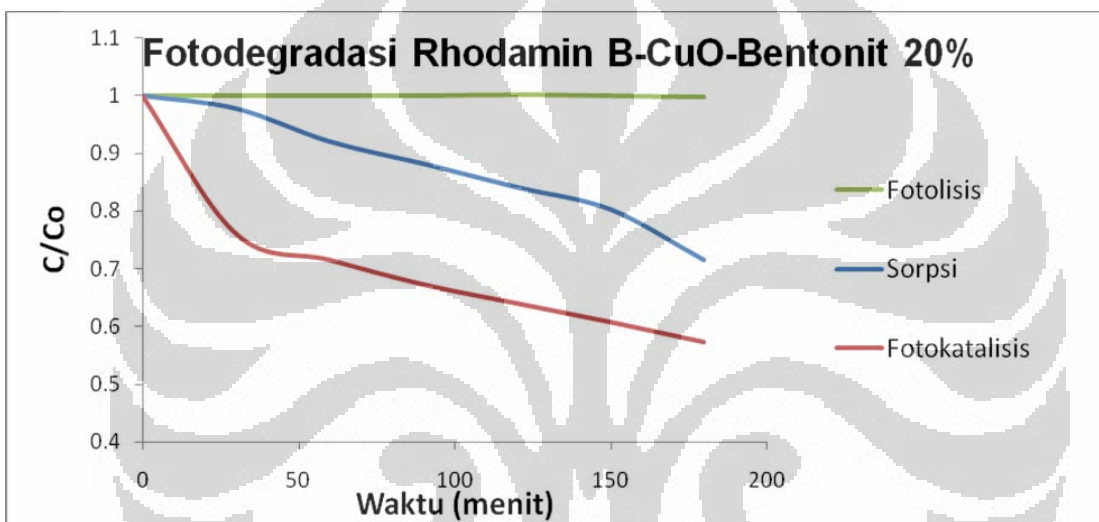
perubahan konsentrasi Rhodamin B. Hal ini berarti penurunan konsentrasi larutan Rhodamin B diindikasikan disebabkan oleh daya sorpsi dan fotokatalis dari CuO-Bentonit 10 %. Perbedaan yang kecil antara penurunan konsentrasi Rhodamin B yang menggunakan fotokatalis CuO-Bentonit 10 % yang disinari lampu UV dan yang tidak disinari lampu UV mungkin disebabkan karena masih terdapat banyak sisi sorpsi yang masih belum ditempati oleh CuO sementara jumlah CuO yang ada dalam bentonit relatif sedikit sehingga secara keseluruhan penurunan konsentrasi larutan Rhodamin B lebih didominasi oleh daya sorpsi.



Gambar 4.9 Kurva Fotodegradasi Rhodamin B oleh CuO-Bentonit 10 %

Gambar 4.10 memperlihatkan kurva fotodegradasi dari larutan Rhodamin B yang menggunakan CuO-Bentonit 20 %. Dari kurva menunjukkan bahwa ada kemiripan dengan Gambar 4.9, tetapi selisih antara

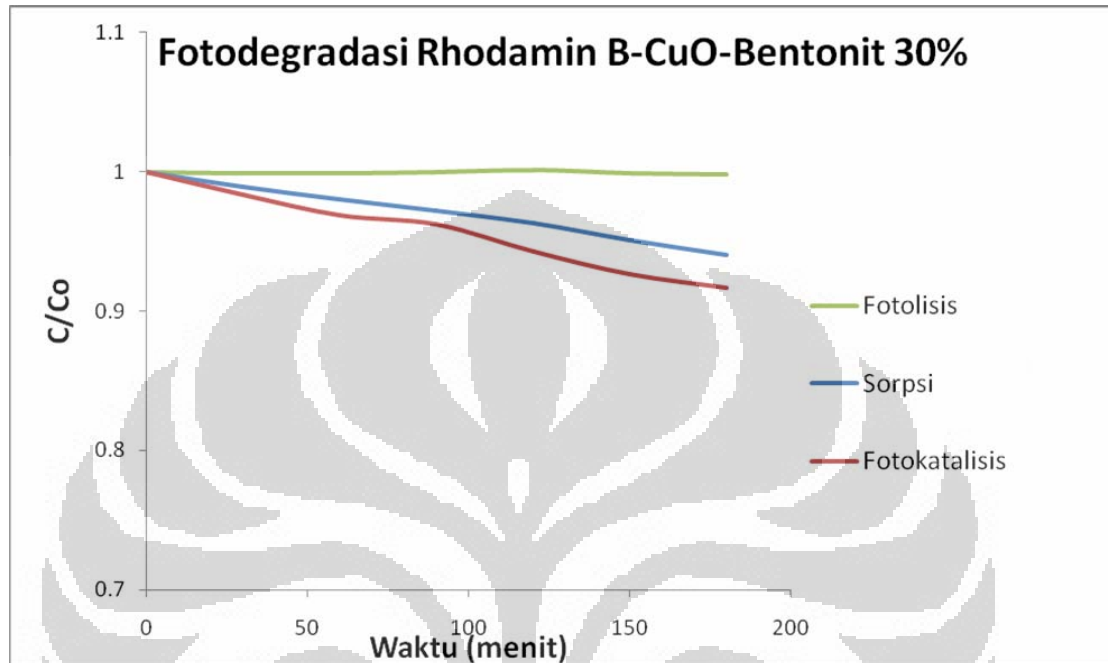
pengurangan konsentrasi Rhodamin B yang disebabkan oleh CuO-Bentonit 20 % yang disinari lampu dengan yang tidak disinari lampu lebih besar. Hal ini dimungkinkan karena sisi sorpsi bentonit ditempati oleh CuO yang relatif banyak dengan distribusi yang merata, sehingga penurunan konsentrasi Rhodamin B didominasi oleh proses fotokatalisis.



Gambar 4.10 Kurva Fotodegradasi Rhodamin B oleh CuO-Bentonit 20 %

Gambar 4.11 memperlihatkan kurva fotodegradasi Rhodamin B oleh CuO-bentonit 30 %. Dari kurva terlihat perbedaan penurunan konsentrasi Rhodamin B oleh CuO-bentonit 30 % yang disinari lampu UV dan tidak disinari lampu UV. Dari kurva juga menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi Rhodamin B oleh CuO-bentonit 30 % yang relatif kecil. Hal ini dimungkinkan karena karena sisi sorpsi dari bentonit yang semakin berkurang karena ditempati oleh CuO yang kemungkinan membentuk agregat, sehingga kemampuan fotokatalisis dari CuO-bentonit berkurang.

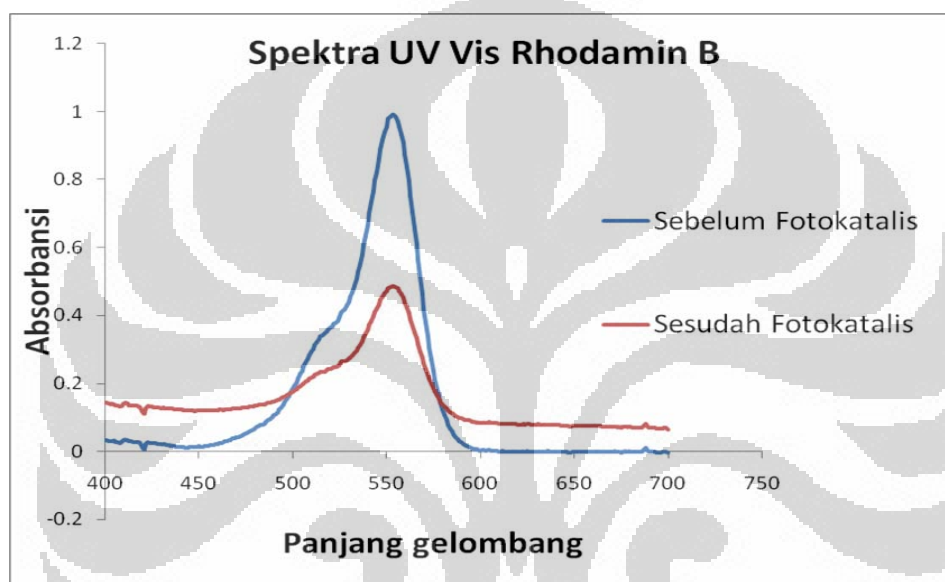
Sehingga semakin kecil daya sorpsinya mengakibatkan proses fotokatalisis menjadi lebih berkurang.



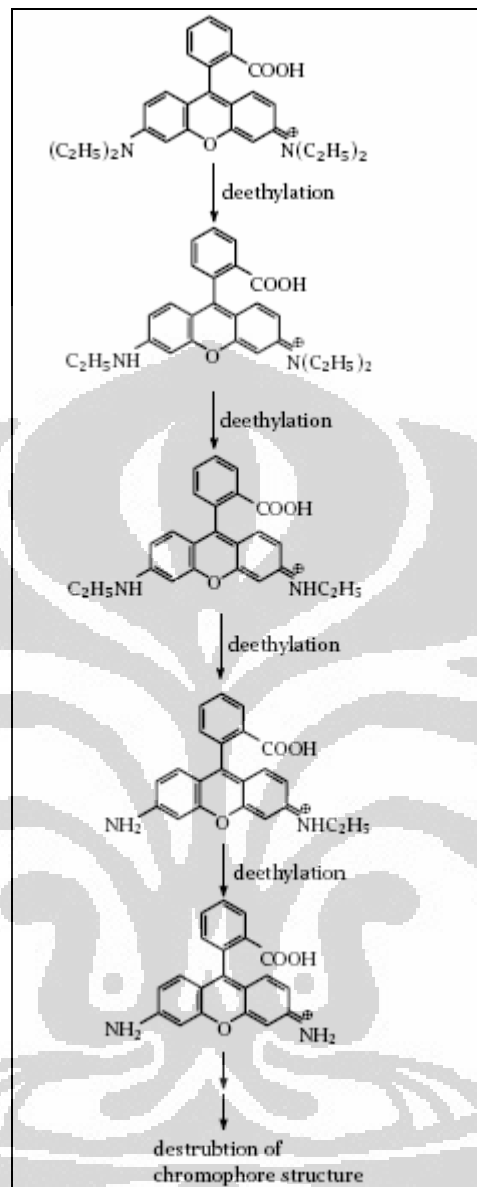
Gambar 4.11 Kurva fotodegradasi Rhodamin B oleh CuO-Bentonit 30 %

Gambar 4.12 memperlihatkan Spektra UV-Vis Rhodamin B tanpa menggunakan CuO-Bentonit dan menggunakan CuO-Bentonit 20 % dengan disinari lampu UV. Dari kurva terlihat bahwa adanya pengurangan konsentrasi Rhodamin B dengan menggunakan CuO-Bentonit 20 %, ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari daya sorpsi dan fotokatalisis dari CuO-Bentonit. Dari gambar ini juga memperlihatkan bahwa tidak teramati puncak-puncak baru pada Rhodamin B setelah dilakukan proses aplikasi fotokatalisis oleh CuO-Bentonit 20 %. Hal ini mungkin disebabkan terbentuknya intermediate yang masih memiliki gugus kromofor yang masih

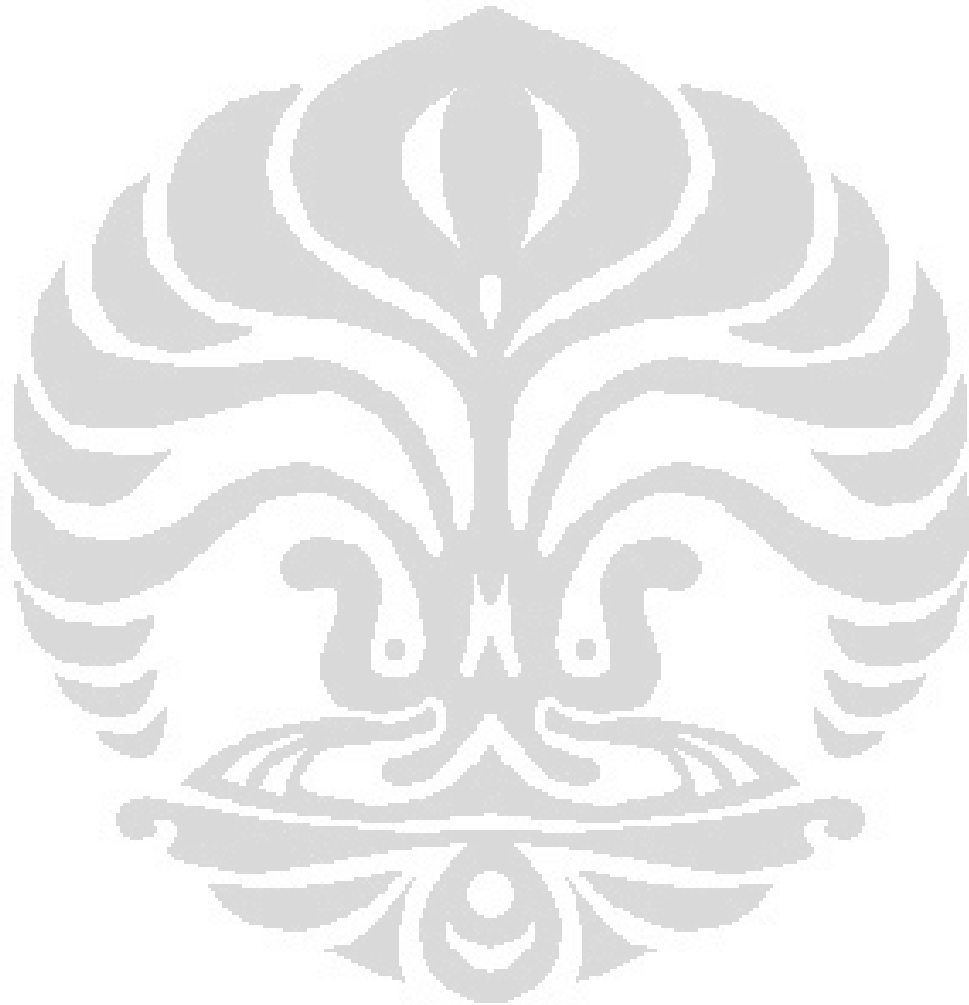
sama dengan Rhodamin B, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Feng Chen *et.al* yang mengkonfirmasi bahwa Rhodamin B yang didegradasi memiliki senyawa intermediate hanya mengalami pengurangan gugus alkil (gambar 4.13) tetapi masih memiliki gugus kromofor yang sama dengan Rhodamin B ²⁷.



Gambar 4.12 Spektra UV-Vis RhodaminB oleh CuO-Bentonit 20 %



Gambar 4.13 Produk Intermediate degradasi Rhodamin B ²⁷



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah :

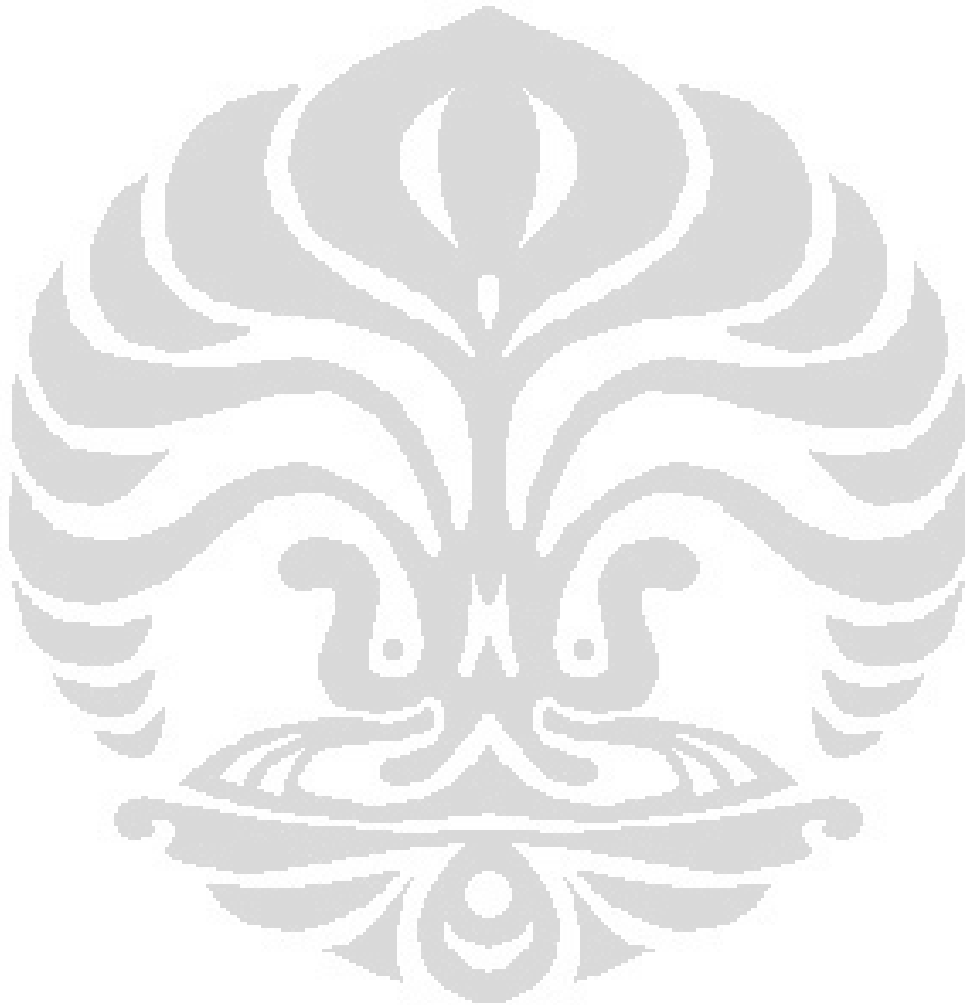
1. CuO-bentonit 10 %, 20 % dan 30 % berhasil disintesis dengan metode hidrotermal.
2. Bandgap yang didapat pada penelitian CuO-bentonit 10 %, 20 %, 30 % berturut-turut adalah 1,4 eV ; 1,4 eV ; dan 1,42 eV.
3. CuO-bentonit dapat bertindak fotokatalis aktif untuk degradasi zat warna Rhodamin B.
4. CuO-bentonit 20 % merupakan fotokatalis yang paling optimum untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan :

1. Melakukan sintesis CuO-bentonit dengan menggunakan metode yang berbeda agar terbentuk hasil CuO-Bentonit yang optimum.
2. Melakukan karakterisasi yang lebih mendalam seperti luas permukaan, konsentrasi dan kristalinitas CuO yang terbentuk agar dipastikan CuO-Bentonit yang terbentuk bersifat fotokatalis aktif.
3. Melakukan studi senyawa intermediate yang terbentuk selama proses fotokatalisis.

4. Melakukan studi kinetika fotokatalis CuO-bentonit terhadap Rhodamin B.
5. Melakukan studi fotokatalis CuO-bentonit dengan zat warna lain.



DAFTAR PUSTAKA

1. Chen, Chongqi Yuanhui Zheng, Yingying Zhan, Xingyi Lin, Qi Zheng, and Kemei Wei. *Reduction of Nanostructured CuO Bundles: Correlation between Microstructure and Reduction Properties*. ACS 2008, 8 (10), 3549-3554.
2. Astuti, R. Hadi. *Purifikasi dan Modifikasi Bentonit Menjadi Organoclay*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Indonesia. 2005.
3. www.tekmira.esdm.go.id. *Data Statistik Komoditi Bentonit*. Kamis 19 Februari 2009 pukul 20:41
4. <http://pubpages.unh.edu/~hartercrystal.htm>. Kamis 19 Februari pukul 14.15
5. http://ceg.fsv.cvut.cz/ENceg-uvod03_bentonit.htm. Jumat 20 Februari pukul 14.20
6. www.bentonit.ru/en/productiondeposits.htm. Deposits. Senin 24 Februari 2009 pukul 14.25
7. www.galleries.com/minerals/silicate/phyllosi.htm. Selasa 25 Februari 2009 pukul 14.20
8. http://ceg.fsv.cvut.cz/ENceg-uvod03_bentonit.htm. Selasa 25 Februari 2009 pukul 14.40
9. <http://webmineral.com>. Senin 2 Maret 2009 pukul 10.00

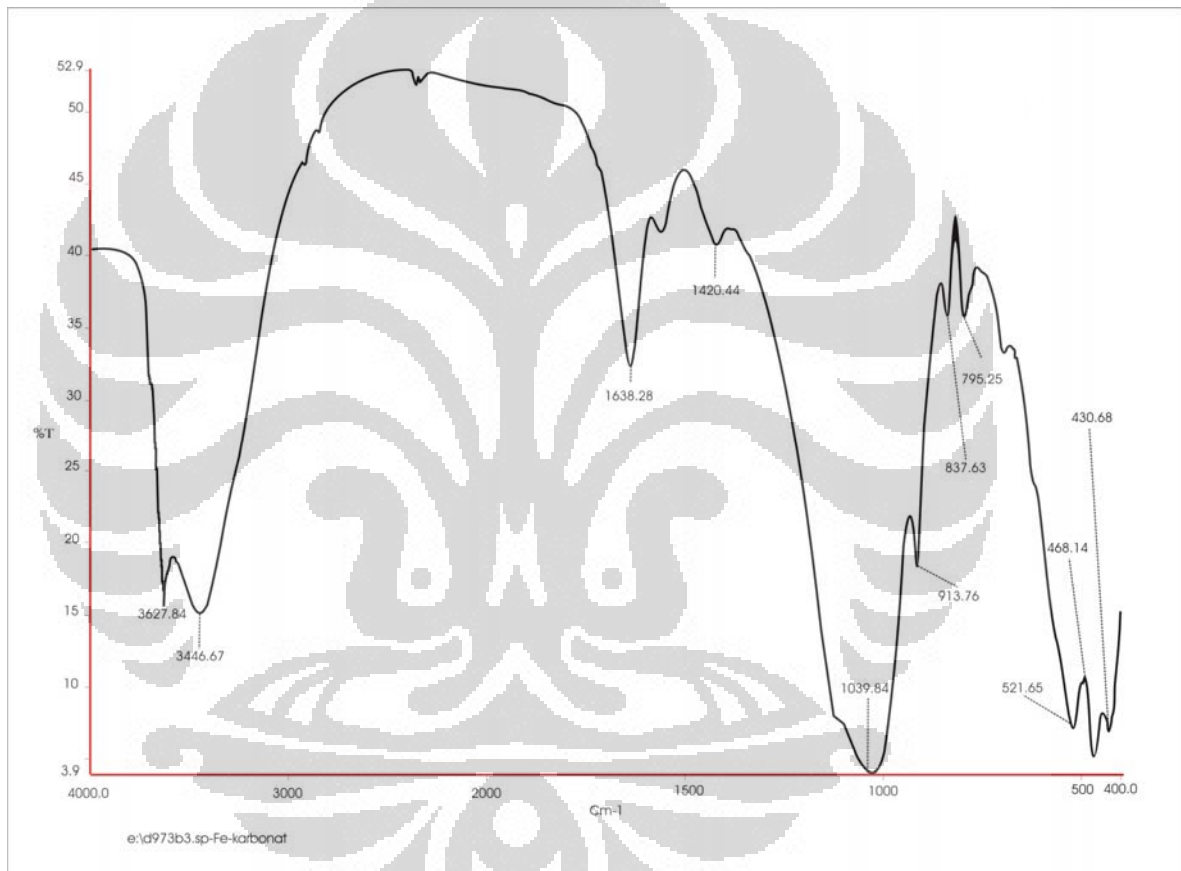
10. Cameron, D.A. *Introduction to Soil Mechanics*. Division of Information Technology, Engineering and The Environment. 2003. Selasa 2 Maret 14.15
11. Kama Wijaya, Iqmal Tahir dan Haryatun. *Fotodegradasi Bahan Pewarna Alizarins Menggunakan Oksida Besi Montmorillonit Dan Sinar UV*. Laboratorium Kimia Fisika FMIPA Universitas Gadjah Mada.
12. Febrian, M. Basit. Pengembangan sensor chemical Oxygen Demand (COD) berbasis fotoelektrokatalisis : Evaluasi respon terhadap beberapa surfaktan. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Indonesia. 2008.
13. Ewing, G.W. 1985. *Instrumental methods of chemical analysis*. 5th edition. McGraw-Hill book company, Singapore : Xii + 533 hlm.
14. Oxtoby, David W dkk. *Principles of Modern Chemistry, Fifth Edition*. Brooks/Cole. New York. 2002.
15. Sastrohamidjojo, Hardjono. 1992. *Spektroskopi Inframerah*. Liberty, Yogyakarta.
16. www.geo.au.dk. *X-Ray Fluorescence Laboratory*. Jumat 20 Maret 2009 pukul 15:35.
17. Gunlazuardi, Jarnuzi. *Diktat Kuliah Kimia Analisa Termal*. Departemen Kimia FMIPA UI. 2005.
18. www.tulane.edu/~sanelson/eens/211. Kamis 27 Maret 2009 pukul 10.15.

19. Irwansyah. Modifikasi Bentonit menjadi Organoclay Dengan Surfaktan Heksadesiltrimetilamonium Bromida melalui Interkalasi Metode Ultrasonik. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Indonesia. 2007.
20. Diwakar Chauhan, V R Satsangi, Sahab Dass and Rohit Shrivastav. *Preparation and characterization of nano structured CuO thin films for photoelectrochemical splitting of water.* Indian Academy of Sciences 2006, 709-716. Hibarigaoka 1-1, Tempaku, Toyohashi, Aichi JAPAN.
21. Kazuyuki Toyoda, Junji Sasano, Toshihide Takenaka, Izaki Masanobu, Mitsuteru Inoue. *Preparation of 1.45-eV-Bandgap CuO Thin-films by Solution Electrochemical Reaction.*
22. Guifu Zou, Hui Li, Dawei Zhang, Kan Xiong, Chao Dong, and Yitai Qian. Well-Aligned Arrays of CuO Nanoplatelets. *J. Phys. Chem. B* 2006, 110, 1632-1637.
23. <http://sentrabd.com/main/info/insight/spectrophotometer.htm>. Jumat 22 Mei 2009 pukul 19.30.
24. [http://www.chemistrydaily.com/chemistry/copper\(II\)_oxide](http://www.chemistrydaily.com/chemistry/copper(II)_oxide). Jumat 12 Juni 2009 pukul 08.00.
25. <http://omlc.ogi.edu/spectra/PhotochemCAD/html/rhodamineB.html>. Jumat 12 Juni 2009 pukul 09.30
26. Mahbub Junaedi, Atik Komariyah, Abdillah Rosyid. Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil Secara Elektrokolorasi. Universitas Negeri Semarang. 2008.

27. Feng Chen, Jincai Zhao, and Hisao Hidaka. Highly selective deethylation of rhodamine B: Adsorption and photooxidation pathways of the dye on the TiO₂/SiO₂ composite photocatalyst. Vol 05, International Journal of Photoenergy, 2003.
28. Mikutta, R. dkk. *Review : Organic Matter Removal from Soils Using Hydrogen Peroxide, Sodium Hypochlorite, and Disodium Peroxodisulfate*. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 69, January-February 2005.
29. Fialips, Claire-Isabelle dkk. *Effect of Fe Oxidation State on The IR Spectra of Garfield Nontronite*. American Mineralogist, Volume 87, 630-641, 2002.
30. 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.
31. Vlasova, M. dkk. *Structural-Phase Transformation in Bentonite After Acid Treatment*. Science of Sintering, 35 (2003) 155-166.

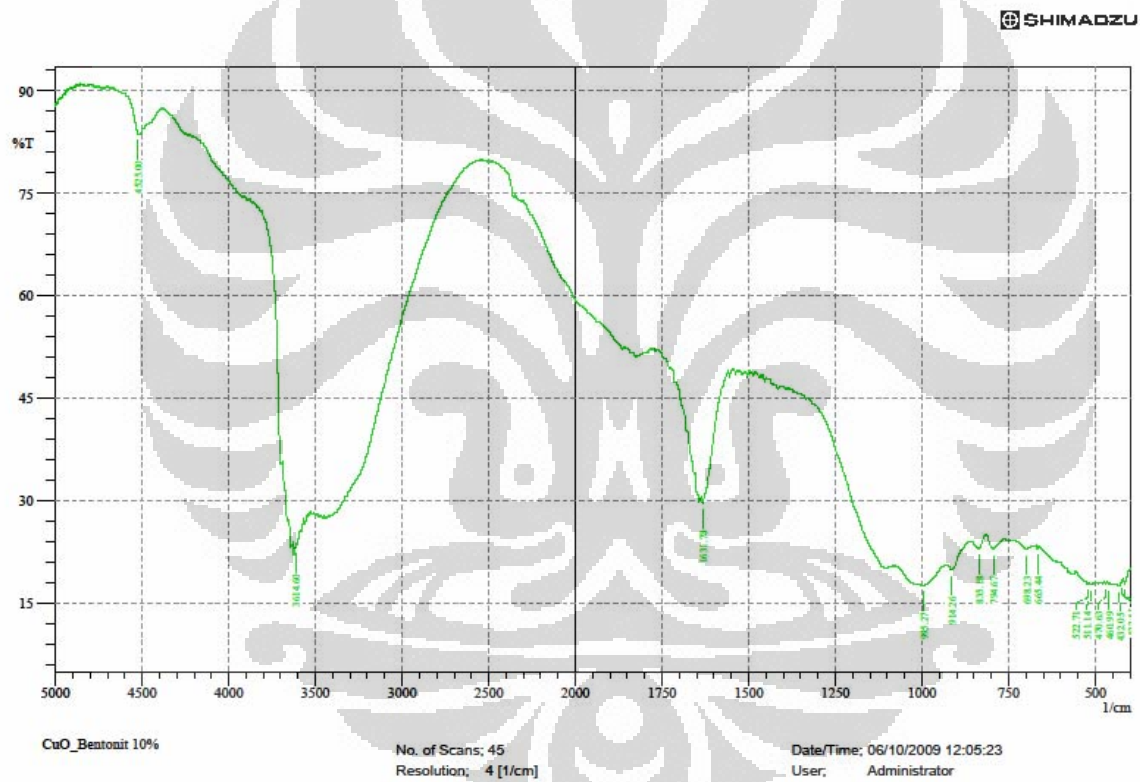
LAMPIRAN 1

FTIR Bentonit Alam

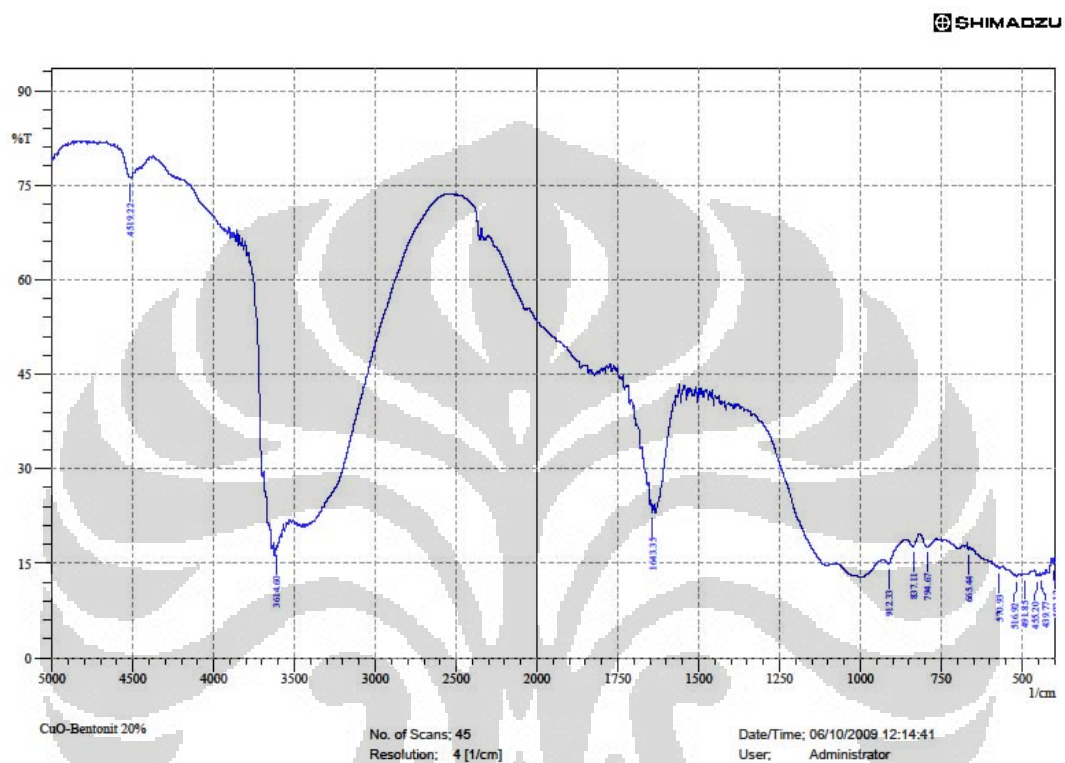


LAMPIRAN 2

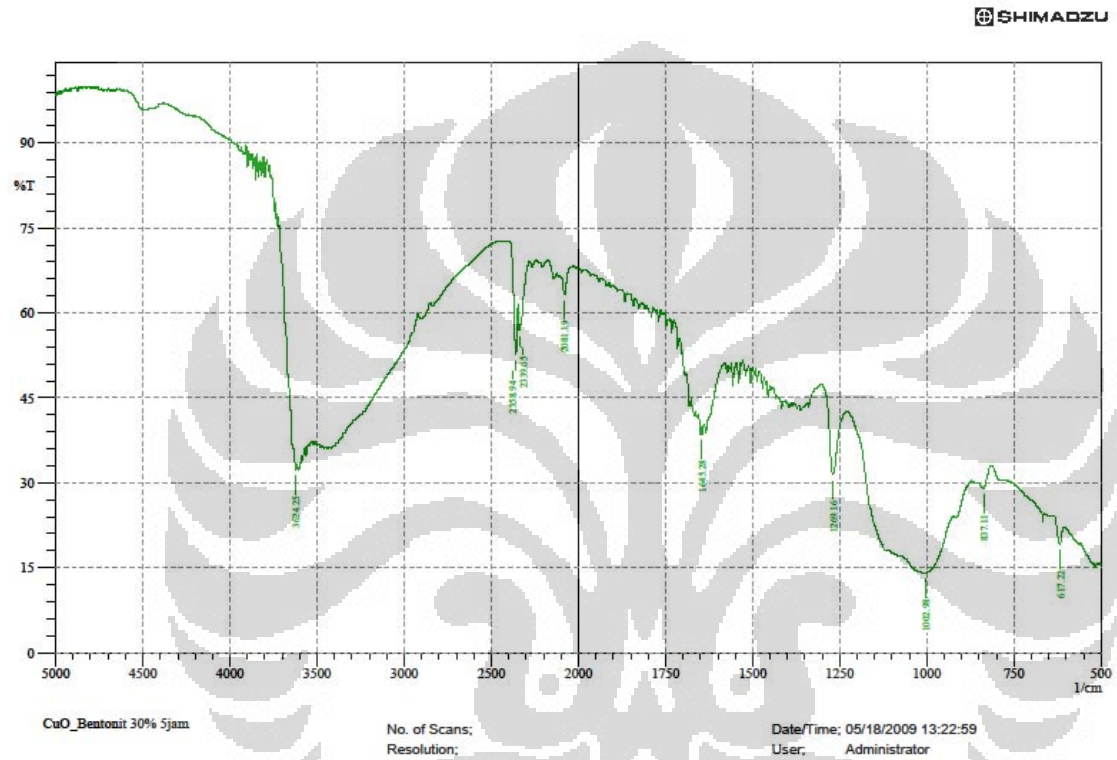
FTIR CuO-bentonit 10 %



LAMPIRAN 3
FTIR CuO-bentonit 20 %

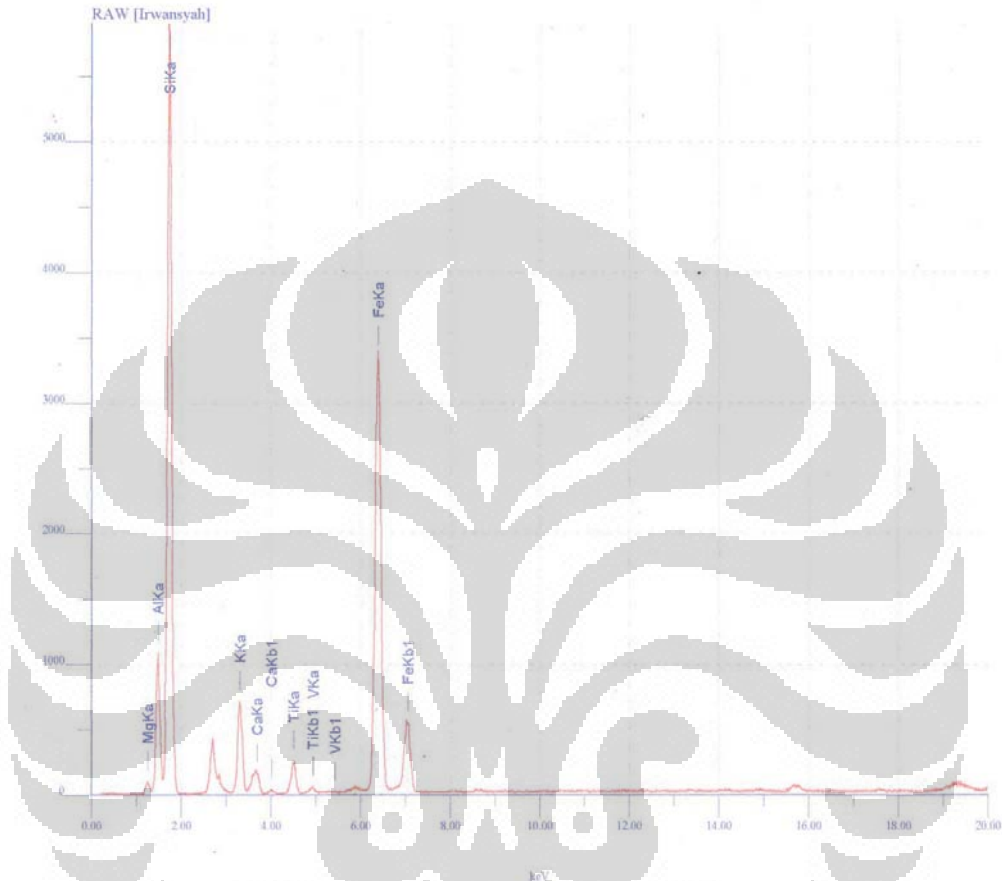


LAMPIRAN 4
FTIR CuO-bentonit 30 %



LAMPIRAN 5

XRF Bentonit Alam

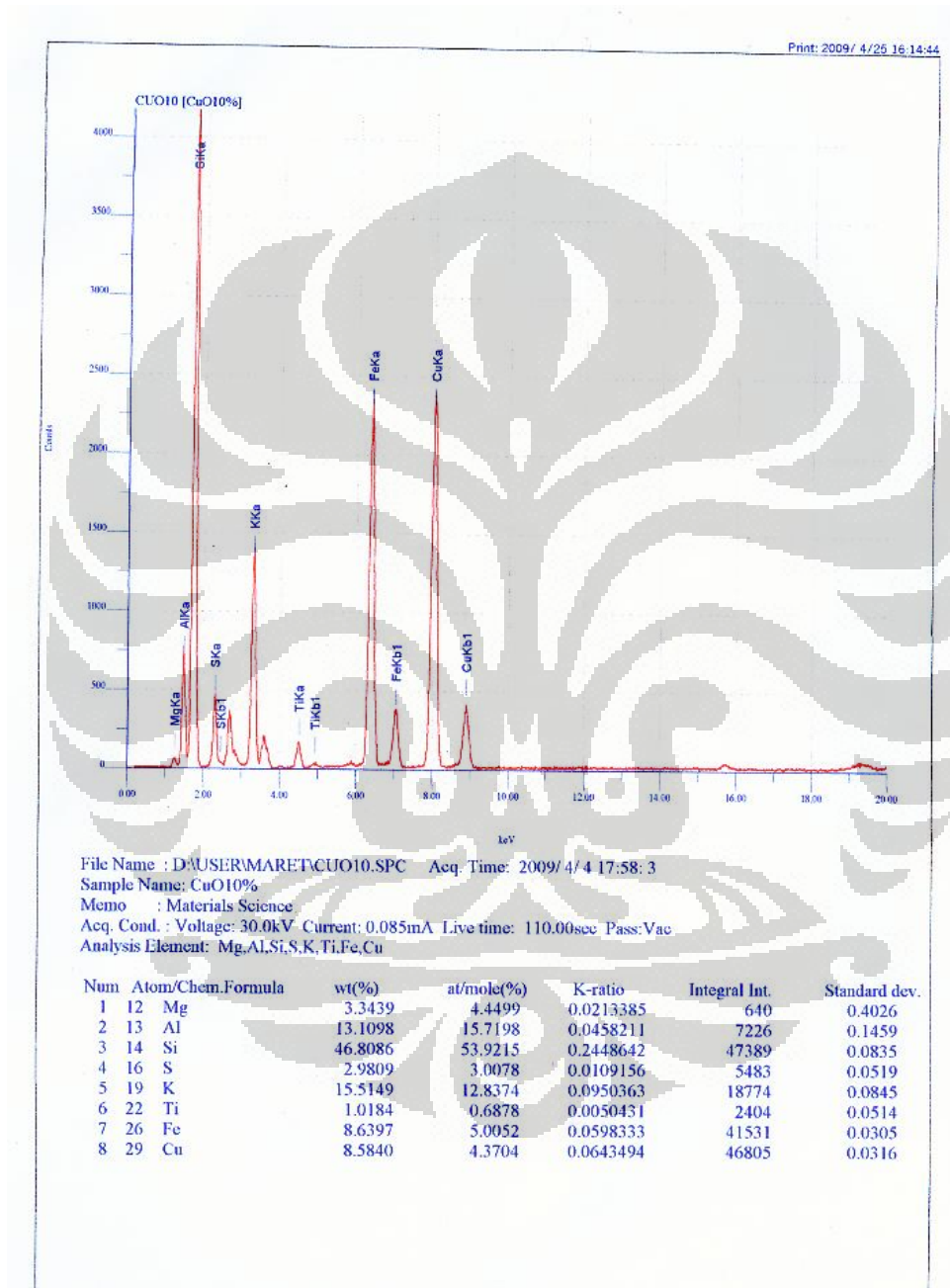


File Name : D:\USER\RCMS\RAW.SPC Acq. Time: 2007/4/4 18:41:4
 Sample Name: Irwansyah
 Memo : Irwansyah
 Acq. Cond. : Voltage: 30.0kV Current: 0.099mA Live time: 110.00sec Pass:Vac
 Quantitative Analysis Condition
 Quantitative Analysis Method: Reference SUSI.SAN Stainless

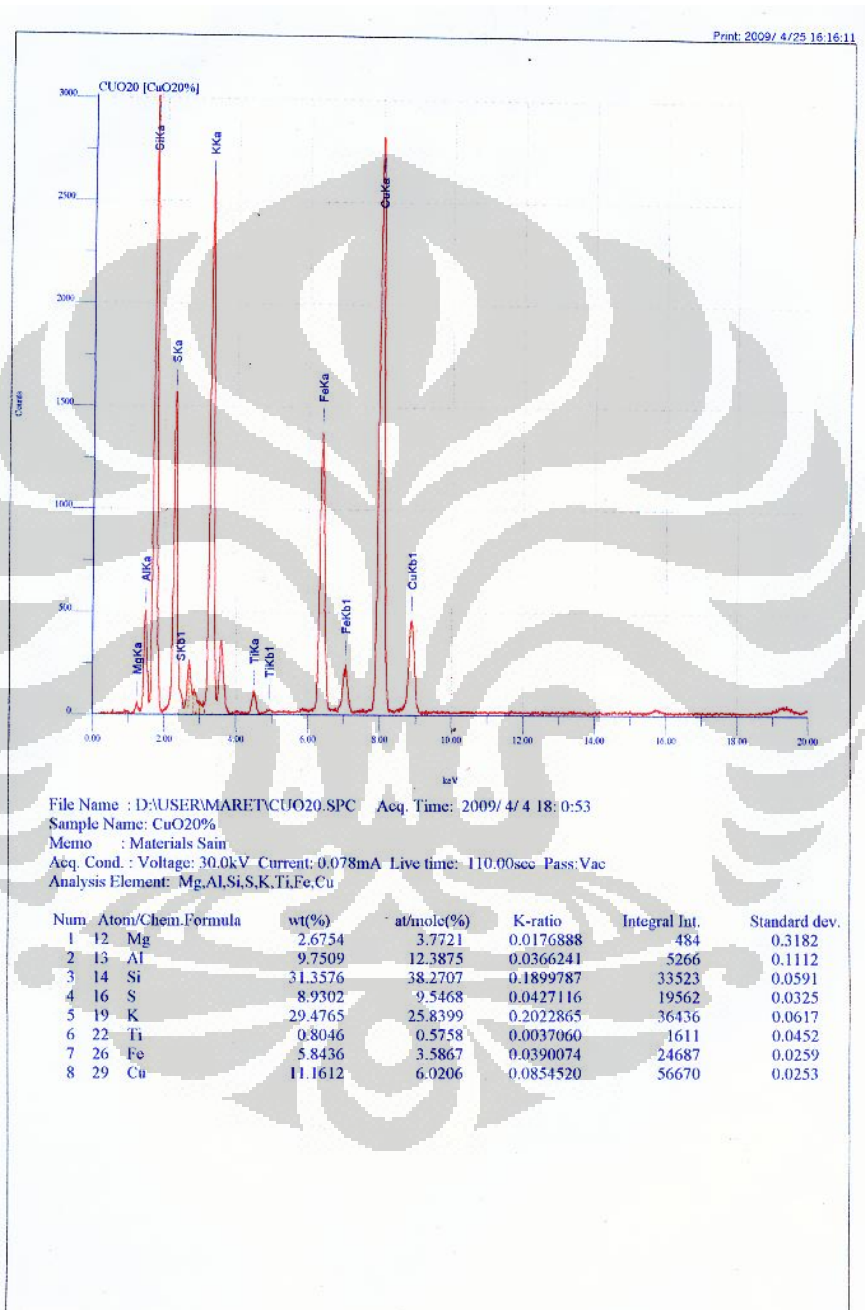
Analysis Element: Mg,Al,Si,K,Ca,Ti,V,Fe

Num	Atom/Chem.Formula	wt(%)	at/mole(%)	K-ratio	Integral Int.	Standard dev.
1	12 MgO	3.8732	6.4772	0.0246309	859	0.5800
2	13 Al ₂ O ₃	18.6052	12.3009	0.0599002	10974	0.2275
3	14 SiO ₂	66.4573	74.5628	0.2970096	66779	0.1404
4	19 K ₂ O	3.6939	2.6434	0.0415458	9535	0.0661
5	20 CaO	0.6848	0.8232	0.0067260	2157	0.0582
6	22 TiO ₂	0.8773	0.7402	0.0067723	3750	0.0477
7	23 V ₂ O ₃	0.0111	0.0050	0.0001027	68	0.0350
8	26 Fe ₂ O ₃	5.7973	2.4473	0.0753964	60800	0.0233

LAMPIRAN 6
XRF CuO-bentonit 10 %

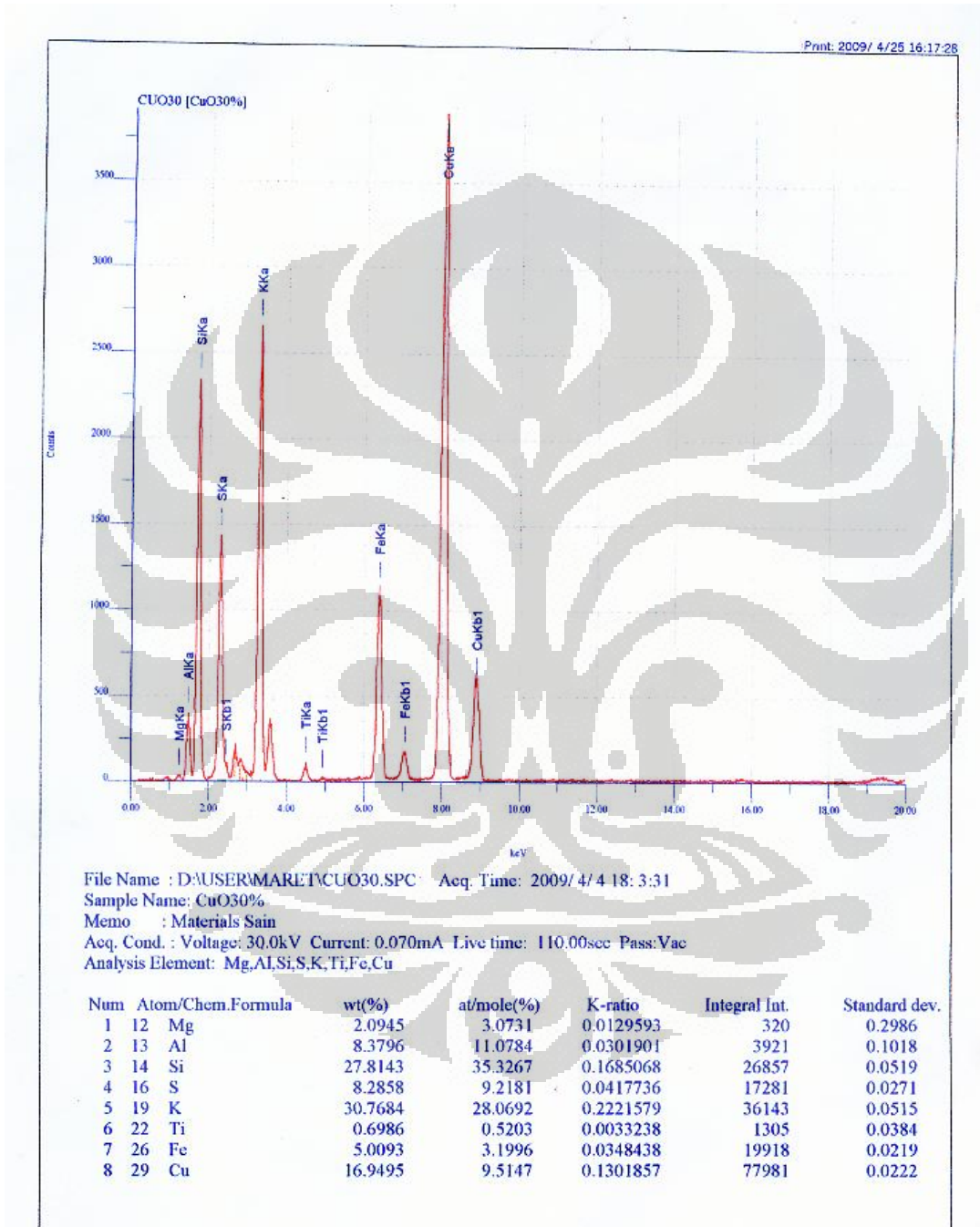


LAMPIRAN 7
XRF CuO-bentonit 20 %



LAMPIRAN 8

XRF CuO-bentonit 30 %



LAMPIRAN 9

XRD 2 θ Bentonit Alam

I:\Olah data\SKRIPSI XRD\buat skripsi\Bentonit Preparasi.txt

File Edit Settings About...

2Theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
15.803	5.60354	17.1	1514.7	0.0000
16.724	5.29696	15.1	1985.3	0.0000
17.131	5.17201	16.1	2017.3	0.0000
17.998	4.92477	20.1	2240.0	0.0000
18.404	4.81703	19.1	2889.3	0.0000
19.813	4.47752	71.1	4220.0	0.6048
20.924	4.24221	56.3	6286.7	0.6048
21.900	4.05531	53.1	4085.3	1.4530
23.471	3.78730	46.4	912.0	0.5835
24.176	3.67843	26.3	3546.7	0.5835
24.568	3.62055	28.0	3606.7	0.5835
25.137	3.53987	29.0	3333.3	0.5835
25.612	3.47535	30.1	4070.7	0.5835
26.614	3.34673	60.3	3160.0	1.4225
27.657	3.22279	54.0	3284.0	1.5035
28.213	3.16057	31.1	4378.7	1.5035
29.812	2.99459	35.3	3060.0	2.4649
30.706	2.90941	25.1	2533.3	2.1949
31.356	2.85056	19.1	2424.0	2.1949
32.277	2.77129	19.1	2049.3	2.1949
33.172	2.69854	17.1	2138.7	2.1949
33.714	2.65638	16.1	2824.0	2.1949
34.824	2.57421	48.1	3309.3	1.0009
35.962	2.49532	38.3	4582.7	1.0009
37.642	2.38772	28.1	3344.0	1.0009
40.081	2.24786	20.1	2344.0	1.0009
40.948	2.20225	19.1	2372.0	1.0009
41.626	2.16793	22.1	2357.3	1.0009
42.493	2.12568	22.1	2284.0	1.0009
43.062	2.09890	19.1	2109.3	1.0009
43.793	2.06555	16.1	1966.7	1.0009
44.443	2.03683	16.1	1830.7	1.0009
45.175	2.00552	15.1	1810.7	1.0009
45.663	1.98521	15.1	1848.0	1.0009
46.340	1.95777	16.1	1836.0	1.0009
46.990	1.93219	16.1	1768.0	2.5749
47.966	1.89513	15.1	1601.3	2.5749
49.158	1.85193	13.1	1184.0	2.5749
49.551	1.83814	13.0	922.7	2.5749

Monday, June 08, 2009

start | bua... | LA... | DA... | 516... | 200... | Des... | BA... | Doc... | Mic... | CU... | I:\... | I:\... | EN | 12:04 AM

LAMPIRAN 10

XRD CuO-bentonit 10 %

C:\Documents and Settings\User\Desktop\XRD 5-50 Zn dan Cu\CUBEN10.txt

File Edit Settings About...

2Theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
15.340	5.77144	3.1	72.0	0.5200
16.440	5.38767	9.1	797.3	0.7400
16.900	5.24205	10.1	1050.7	1.3000
17.320	5.11586	12.1	1296.0	1.3000
18.550	4.77932	10.0	722.7	0.3800
19.300	4.59526	7.1	721.3	1.5000
19.820	4.47585	7.1	450.7	0.4600
20.340	4.36259	6.1	122.7	0.4000
21.380	4.15266	4.1	88.0	0.4000
22.960	3.87035	19.1	738.7	0.7400
24.260	3.66581	18.1	386.7	0.4200
25.500	3.49029	14.1	498.7	0.7000
26.200	3.39861	5.1	696.0	1.1000
27.260	3.26881	19.1	305.3	0.3250
27.940	3.19078	4.1	538.7	1.1200
28.420	3.13797	4.1	278.7	0.1000
29.220	3.05385	6.1	433.3	0.3400
29.860	2.98984	7.1	769.3	1.6200
31.160	2.86800	29.1	2094.7	0.7400
32.140	2.78276	28.1	2721.3	1.8200
32.720	2.73474	20.1	2272.0	1.6600
34.080	2.62865	10.1	1386.7	1.6600
34.660	2.58598	16.1	405.3	0.5000
35.360	2.53638	9.1	1244.0	0.5000
35.860	2.50215	12.1	832.0	0.3800
36.580	2.45454	14.1	884.0	1.2800
37.680	2.38537	11.1	1146.7	1.2800
38.360	2.34463	9.1	1118.7	1.2800
38.800	2.31905	9.1	1037.3	1.2800
40.500	2.22554	26.1	2132.0	0.8200
41.520	2.17320	23.1	2824.0	0.8200
43.220	2.09157	16.1	2029.3	0.8200
43.920	2.05985	16.1	1884.0	0.8200
44.760	2.02312	15.1	1853.3	0.8200
45.180	2.00529	16.1	1733.3	0.8200
46.940	1.93412	12.1	1466.7	0.8200
48.640	1.87042	14.1	1433.3	0.8200
49.780	1.83022	13.1	825.3	0.8200

Sunday, June 07, 2009

start XRD ... LAMP ... DAFT ... 5168 ... 2008 ... Desktop BAB I ... Docu ... Micro ... C:\Do... C:\Do... EN 11:27 PM

LAMPIRAN 11

XRD CuO-bentonit 20 %

C:\Documents and Settings\User\Desktop\XRD 5-50 Zn dan Cu\CUOBEN20.txt

2Theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
15.780	5.61149	5.1	476.0	0.2200
16.180	5.47366	7.1	693.3	0.9000
17.320	5.11586	10.1	536.0	1.0400
18.380	4.82314	9.1	1169.3	1.0400
19.040	4.65742	9.1	1174.7	1.0400
20.480	4.33308	12.1	625.3	1.2400
21.060	4.21503	8.1	956.0	1.6200
22.920	3.87701	21.1	1214.7	1.1200
24.340	3.65394	21.1	1565.3	0.3800
24.740	3.59577	28.1	1089.3	0.8700
25.500	3.49029	22.1	558.7	0.5200
26.240	3.39352	12.1	1140.0	0.3400
26.780	3.32630	13.1	1166.7	0.2200
27.320	3.26177	23.1	745.3	0.7000
28.520	3.12720	17.1	1484.0	1.1800
29.500	3.02550	13.1	1061.3	0.5800
30.060	2.97040	17.1	1405.3	0.5000
31.200	2.86442	28.1	2117.3	0.7800
32.220	2.77603	23.3	2869.3	0.7000
33.080	2.70580	17.1	1704.0	0.8200
33.980	2.63616	15.1	2042.7	0.7400
34.713	2.58213	65.0	898.7	0.2833
35.920	2.49811	46.3	920.0	0.4167
36.750	2.44357	8.0	1513.3	0.2600
37.820	2.37686	8.1	173.3	0.4400
38.700	2.32481	6.1	353.3	0.9600
39.260	2.29293	7.1	352.0	0.9600
40.180	2.24253	16.1	1709.3	0.4600
40.640	2.21820	25.1	2426.7	1.2200
41.620	2.16821	31.1	2441.3	1.6800
42.930	2.10503	9.0	1976.0	1.6800
43.420	2.08240	25.1	340.0	0.2800
44.060	2.05363	27.1	426.7	0.3267
45.380	1.99691	18.1	1038.7	1.1600
46.840	1.93801	8.1	1418.7	1.1600
47.380	1.91718	15.1	294.7	0.3800
47.880	1.89832	17.1	382.7	0.4600
48.780	1.86538	12.1	898.7	0.5800
49.500	1.83992	11.1	1016.0	0.5800
49.860	1.82747	12.1	826.7	0.5800

Sunday, June 07, 2009

LAMPIRAN 12

XRD CuO-bentonit 30 %

C:\Documents and Settings\User\Desktop\XRD 5-50 Zn dan Cu\CUBEN30.txt

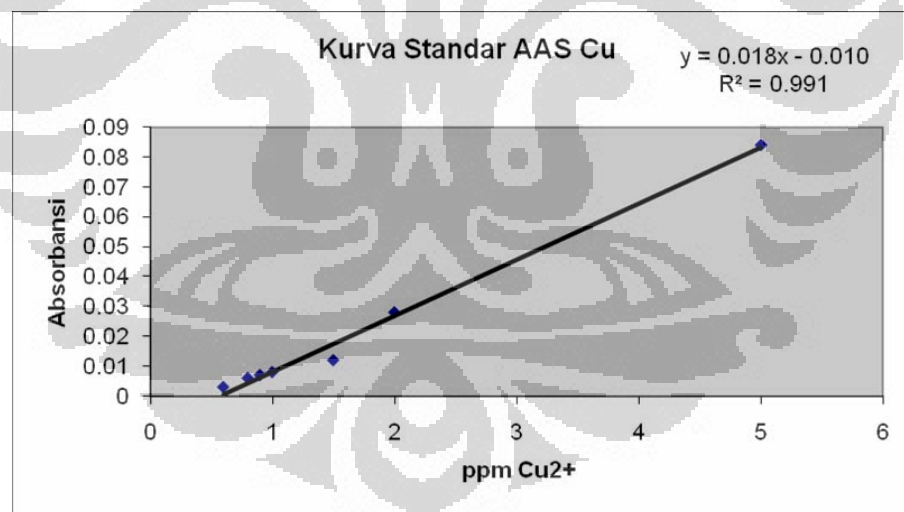
2Theta	d (Å)	Height	Area	FWHM
16.460	5.38117	1.1	137.3	0.0200
17.280	5.12761	4.1	125.3	0.5600
18.000	4.92410	5.1	348.0	0.3800
18.720	4.73630	7.1	169.3	0.5000
19.700	4.50285	7.1	734.7	0.7400
20.260	4.37963	14.1	385.3	0.5400
20.980	4.23093	8.1	1088.0	0.5400
21.930	4.04974	8.0	1390.7	0.5400
22.700	3.91408	22.1	1164.0	1.0800
24.540	3.62462	21.1	748.0	0.7400
25.880	3.43990	9.1	952.0	0.7400
26.440	3.36830	7.1	1053.3	0.7400
27.420	3.25010	13.1	646.7	1.0000
27.940	3.19078	6.1	989.3	1.0000
29.080	3.06824	7.1	793.3	1.0000
29.760	2.99966	8.1	613.3	0.5800
30.400	2.93795	10.1	1130.7	0.3400
31.080	2.87520	28.1	977.3	0.7700
32.000	2.79461	17.1	2038.7	0.7700
32.920	2.71858	13.1	1652.0	0.7700
33.760	2.65284	13.1	2204.0	0.7700
34.540	2.59469	42.3	901.3	0.4333
35.760	2.50892	57.1	1266.7	0.4475
37.080	2.42258	6.1	373.3	0.1400
37.580	2.39149	6.1	549.3	1.1400
38.100	2.36003	6.1	697.3	1.1400
39.000	2.30762	7.1	406.7	0.4200
40.330	2.23453	21.0	1926.7	0.9400
41.440	2.17721	38.1	1690.7	0.9600
43.240	2.09065	22.1	641.3	0.5800
43.860	2.06253	15.1	1897.3	0.5800
45.040	2.01119	22.1	1186.7	1.0800
46.440	1.95377	9.1	1342.7	1.0800
47.160	1.92561	14.1	1066.7	0.7400
47.720	1.90431	16.1	1010.7	1.2800
48.460	1.87694	10.1	1000.0	1.0600
49.600	1.83644	11.1	402.7	0.6200

Sunday, June 07, 2009 11:32 PM

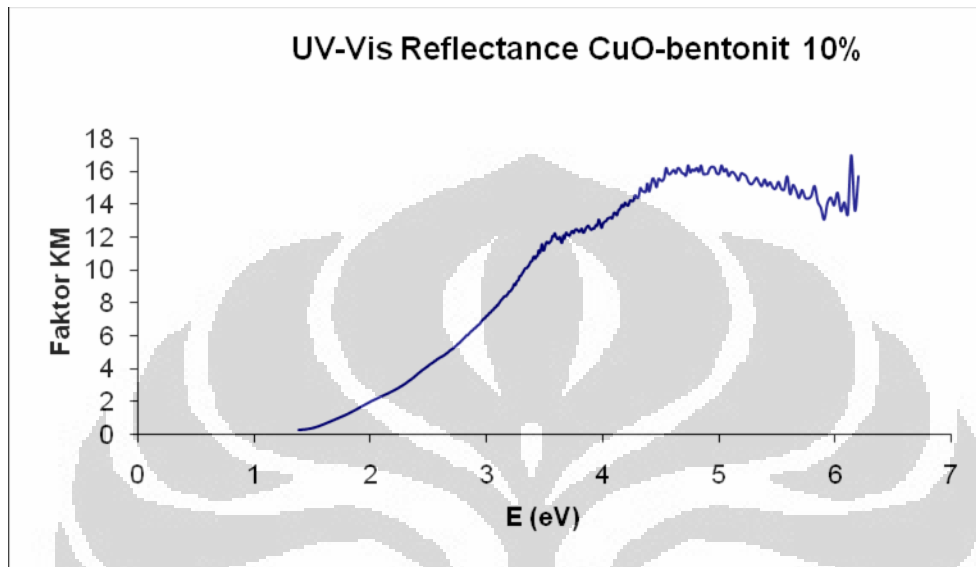
LAMPIRAN 13

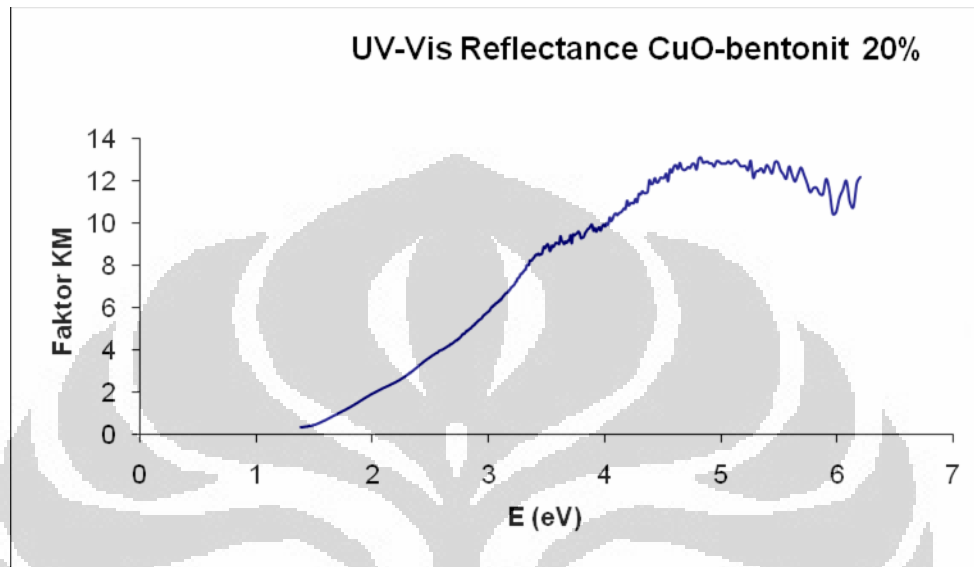
Data AAS Logam Cu dan kurva standar

ppm	Absorbansi
0.6	0.003
0.8	0.006
0.9	0.007
1	0.008
1.5	0.012
2	0.028
5	0.084
CuO-Bentonit 10%	0.019
CuO-Bentonit 20%	0.018
CuO-Bentonit 30%	0.01



CuO-Bentonit	Absorbansi	ppm	Cu leaching (%)
CuO-Bentonit 10%	0.019	1.572	0.57
CuO-Bentonit 20%	0.018	1.518	0.25
CuO-Bentonit 30%	0.01	1.091	0.11

LAMPIRAN 14**UV-Vis Reflectance CuO-bentonit 10 %**

LAMPIRAN 15**UV-Vis Reflectance CuO-bentonit 20 %**

LAMPIRAN 16

UV-Vis Reflectance CuO-bentonit 30 %

