FOTODEGRADASI *ALIZARIN S* MENGGUNAKAN KATALIS TiO_2-MONTMORILLONIT

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si.) Program Studi Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta



Disusun oleh :

ESTI KURNIASIH
No Mhs: 00 612 025

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006

FOTODEGRADASI *ALIZARIN S* MENGGUNAKAN KATALIS TiO_2 – MONTMORILLONIT

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar sarjana sains (S.Si) program studi kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Diajukan oleh :

ESTI KURNIASIH
No Mhs :00 612 025

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006

FOTODEGRADASI *ALIZARIN S* MENGGUNAKAN KATALIS TiO_2-MONTMORILLONIT

Oleh

ESTI KURNIASIH
No. Mhs : 00 612 025

Telah dipertahankan dihadapan panitia penguji skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 11 FEBRUARI 2006

Dewan Penguji	Tanda tangan
1. Dr. rer. Nat. Karna Wijaya, M. Eg	
2. Rudy Syahputra, M. Si	
3. Prof. Dr. Harjono Sastrohamidjojo	
4. Drs. H. Allwar, M.Sc	

Mengetahui
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Jaka Nugraha, M. Si

MOTTO

" Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuiannya, ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya "

(QS. Al Baqarah ; 286)

" Wahai orang-orang yang beriman! Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar "

(QS. Albaqarah ; 286)

" Dia telah memberimu pendengaran, penglihatan, dan hati agar kamu bersyukur

(QS. Al Aqhaaf ; 78)

Halaman Persembahan

Ku persembahkan karya ini teruntuk :

BAPAK dan MAMAK yang telah memberi semangat dan dukungan serta Do'a yang tak henti-hentinya untuk ananda

Setiap saat melindungi dan mencintai

Tak terpisah jarak dan tak terkenang waktu.....

OM AMRI dan LALAK makasih banyak atas Do;a dan sufortnya selama ini sehingga betek bersemangat terus

Adek-adek ku **OPIK, TUTUT**, thanks banget atas semangat dan bantuannya hingga penulisan ini selesai

Sepupu ku yang aku sayangi **ARI, DEDEK, ENDO** makaseh atas Do'a dan perhatian kalian untuk betek

Kcluargga bcsar yang ada di **Kal-Bar** dan di **Jogja**

Allhamdullilah selesai juga

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul " FOTODEGRADASI *ALIZARIN S* MENGGUNAKAN KATALIS TiO_2-MONTMORILONIT DAN SINAR UV "

Skripsi ini didasarkan penelitian yang telah penulis lakukan di Laboratorium Kimia F.MIPA UGM, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjeng strata satu (S-1) Jurusan Ilmu Kimia Fak Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

Dalam pelaksanaan maupun penulisan skripsi ini penulis banyak memperoleh bimbingan, petunjuk, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada :

1. Bapak DR.rer.Nat. Karna Wijaya, M.Eg., selaku pembimbing pertama yang telah memberikan perhatian, bimbingan serta dorongan yang sangat besar hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan ini
2. Bapak Rudy Syahputra, M.Si selaku pembimbing kedua dan ketua jurusan ilmu kimia Fak MIPA UII, yang telah dengan sabar dan kelapangan hati memberikan bimbingan dan sarannya dalam memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini.
3. Bapak Jaka Nugraha, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia

4. Kedua orang tua ku yang dengan penuh kasih sayang telah memberikan perhatian, semangat, dan do'a serta dukungan baik moril maupun materil hingga selesainya penulisan skripsi ini.
5. Om Amri dan Lalak yang banyak memberikan masukan dan semangat untuk keponakanmu ini sampai tulisan ini selesai.
6. Adik-adikku Opik, Tutut, Ari, Dedek, Endo yang telah memberikan semangat dan bantuan yang begitu berharga bagiku.
7. Teman-teman Kimia angkatan 2000 yang sekarang tak tau lagi rimbanya makasih atas kebersamaannya
8. Semua pihak yang telah membantu penulis baik selama penelitian maupun selama penulisan skripsi ini yang tak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan sumbangan pikiran, kritik, dan saran yang dapat membangun demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan kemajuan ilmu pengetahuan dan manfaat bagi semua pihak.

Jogjakarta,.....

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....i
Halaman Pengesah.....ii
Halaman Motto.....iii
Halaman Persembahan.....iv
Kata Pengantar.....v
Daftar Isi.....vii
Daftar Tabel.....x
Daftar Gambar.....xi
Daftar Lampiran.....xii
Intisari.....xiii
Abstract.....xiv
BAB I PENDAHULUAN.....1
1.1 Latar Belakang.....1
1.2 Rumusan Masalah.....5
1.3 Tujuan Penelitian.....5
1.4 Manfaat Penelitian.....5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....6
2.1 Bentonit dan montmorillonit.....6
2.2 Lempung terpilar dan konsep pilarisasi.....9
2.2 Fotokatalis.....12
BAB III DASAR TEORI.....15
3.1 Lempung Montmorillonit.....15
3.2 Interkalasi pada Montmorillonit.....17
3.3 Konsep Pilarisasi.....18
3.4 Titanium Dioksida.....20
3.5 Semi Konduktor Fotokatalis.....21
3.6 *Alizarin S*.....23

3.7 Karakteristik Terhadap Montmorillonit Terpilar.....24
3.7.1 Analisis Dengan Metode XRD (Difraksi Sinar-X).....25
3.7.2 Analisis Dengan Metode BET.....26
3.7.3 Penggunaan Fluoresensi Sinar-X pada Analisis Lempung.....27
3.7.4 Analisis Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.....27
3.8 HIPOTESIS.....30
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....31
4.1 Bahan dan Alat.....32
4.2 Prosedur Penelitian.....32
4.2.1 Preparasi Montmorillonit Alam.....32
4.2.2 Sintesis TiO_2-Montmorillonit.....33
4.2.3 Proses Pilarisasi Montmorillonit dengan TiO_2.....33
4.2.4 Fotodegradasi *Alizarin S* menggunakan TiO_2-Montmorillonit sebagai Fotokatalis.....34
4.3 Karakterisasi.....35
4.3.1 Analisis Difraksi Sinar-X.....35
4.3.2 Analisis Serapan Gas.....36
4.3.3 Analisis Fluoresensi Sinar-X.....36
4.3.3 Analisis Spektrofotometri UV-Vis.....37
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....38
5.1 Sintesis dan karakteristik Montmorillonit alam dengan TiO_2-Montmorillonit.....38
5.1.1 Analisis Difraksi Sinar-X.....49
5.1.2 Analisis Serapan Gas.....40
5.1.3 Analisis Fluoresesnsi Sinar-X.....41
5.2 Fotodegradasi *Alizarin S* menggunakan TiO-Montmorillonit sebagai katalis.....42
5.2.1 Pengaruh Waktu Penyinaranterhadap Pengurangan Konsentrasi *Alizarin S*.....42

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....44
6.1 Kesimpulan.....44
6.2 Saran.....44

DAFTAR PUSTAKA.....45
Lampiran.....59

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Perlakuan TiO_2-montmorillonit pada degradasi *Alizarin* S.....35

Tabel 2 : Data luas permukaan spesifik dan volume total pori dari sampel montmorillonit alam dan TiO_2-montmorillonit.....40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Struktur lempung Montmorilonit.....7

Gambar 2 : Skema pembentukan lempung terpilar.....11

Gambar 3 : (a) model struktur Montmorilonit menurut Edelmen dan Favejee, dan (b) model struktur menurut lempungterpilar.....17

Gambar 4 : Skema pembentukan lempung terpilar 19

Gambar 5 : Pemilaran antar lapis silikat lempung dan TiO_2 19

Gambar 6 : Mekanisme fotokatalitik.....22

Gambar 7 : Struktur *Alizarin S*.....23

Gambar 8 : Skema konstruksi spektrofotometri 28

Gambar 9 : Kurva kalibrasi.....29

Gambar 10 : Difaktogram sinar X Montmorilonit Alam dan Montmorilonit terpilar TiO_2 39

Gambar 11 : Distribusi ukuran pori dan Montmorilonit alam dan TiO_2-Montmorilonit.....40

Gambar 12 : Grafik degradasi *Alizarin S*.....43

Gambar 13 : Grafik persentase pengurangan *Alizarin S*.....52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data kandungan lempung bentonit dari PT. Tunas Inti Makmur Semarang.....49

Lampiran 2 : Data absorbansi dan konsentrasi *Alizarin* S setelah fotodegradasi dengan sinar UV dan dikatalis dengan menggunakan TiO_2-montmorillonit serta montmorillonit alam.....50

Lampiran 3 : Perhitungan persentase pengurangan konsentrasi *Alizarin* S.....51

Lampiran 4 : Grafik panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis.....53

Lampiran 5 : Data Analisis Serapan Gas.....54

Lampiran 6 : Difaktogram sinar-x dari montmorillonit alam.....55

Lampiran 7 : Difaktogram sinar-x dari montmorillonit terpilar TiO_2.....57

Lampiran 8 : Grafik standar *Alizarin* S.....61

Lampiran 9 : Data analisis sampel TiO2-Montmorillonit menggunakan alat X-Ray Fluoresence.....62

FOTODEGRADASI *ALIZARIN S* MENGGUNAKAN KATALIS TiO_2-MONTMORILLONIT

Intisari

Oleh

Esti Kurniasih
00 612 025

Telah dilakukan penelitian mengenai sintesis TiO_2-Montmorilonit dan aplikasinya sebagai katalis untuk mendegradasi Alizarin S.

Montmorilonit terpilar TiO_2 disintesis dari montmorilonit alam dengan agen pemilar Ti. TiO_2-Montmorilonit yang terbentuk digunakan untuk mendegradasi senyawa pencemar *Alizarin S*. Karakteristik terhadap Montmorilonit terpilar dilakukan dengan metode XRD, Gas Sorption Analysis, dan Analisis pengaksipan neutron. Analisis pengukuran Alizarin S akibat Fotodegradasi dengan spektroskopi ultra violet.

Hasil XRD pada Montmorilonit terpilar menunjukkan peningkatan basal spascing (d_{001}) sebesar 25,74 A°. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pilarisasi pada montmorilonit. Analisis BET menunjukkan luas permukaan spesifik dari montmorilonit terpilar meningkat sebesar 208,12 m^2 /g dari keadaan tidak terpilar. Volume total pori sesudah terjadi pemilaran juga menunjukkan adanya peningkatan sebesar 167,87 X 10^{-3} mL /g. Penentuan kandungan Ti dengan menggunakan APN dalam montmorilonit yaitu tertinggi adalah montmorilonit terpilar yaitu 26,87 % (b/b) yang menunjukkan bahwa pemilaran telah berhasil. Analisis dengan sinar UV dan dikatalis dengan TiO_2-Montmorilonit ini menunjukkan bahwa degradasi Alizarin S telah terjadi.

Kata Kunci : Fotodegradasi, Alizarin S, TiO_2-Montmorilonit, Sinar UV

PHOTODEGRADATION OF *ALIZARIN S* USING TiO_2-MONTMORILLONITE

ABSTRACT

BY

Esti Kurniasih
00 612 025

Syntetis of TiO_2-pillared montmorilonite and its application as a catalyst for photo degradation of *Alizarin S* has been carried out.

TiO_2-pillared montmorilonite was synthesized by intercalating Ti polycation (pillaring agent) into gallery of the mont. The calcined product was analyzed by X-ray diffractometry, porosimetry, and neutron activation analyzed methode.The *Alizarin S* photodegradation was studied by UV-Vis Spectroscopy methode.

The XRD analyis result showed that the increasing of bassal spacings of TiO_2-pillared mont was 25,74 A°. The BET analyzed result showed that in the increasing of spescipic surface area was 208,12 m^2 /g. The increasing of total pore volume was $167,87.10^{-3}$ mL / g clay. The content of Ti analized by Neutron activation analys in the Ti-Montmorilonit was 26,87 % (w/w). it indicated that pilarization of using TiO^2-Montmorilonit with TiO_2 was successful the photodegradation study of Alizarin S using TiO_2-Montmorilonite and UV –light showed that the Alizarin S concentrate decreated from time to time due to the photodegradation proccess.

Key word : Fotodegradation, Alizarin S, TiO_2-Montmorilonite, UV-Light

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini kurang lebih 15% total produksi warna di dunia hilang percuma selama proses perwarnaan dan kehilangan ini sebagian besar dari industri tekstil. Pembuangan air limbah zat warna tersebut ke dalam ekosistem merupakan salah satu sumber polusi non estetis dan berbahaya, terutama efek karsinogenik yang ditimbulkan oleh beberapa zat warna yang mengandung senyawa azo. Berbagai upaya mengatasi pencemaran zat warna sperti metode koagulasi, oksidasi elektrokimia serta adsorpsi telah dilakukan namun sering tidak memadai untuk mengatasi problem pencemaran tersebut. Saat ini teknologi penghilangan bahan pencemar organik yang telah mendapatkan ISO 14001 (Oktober 1996) seperti metode biodegradasi, khlorinasi dan ozonisasi mulai banyak digunakan. Metode-metode ini memang memberikan hasil yang cukup memuaskan, tetapi biaya operasional dan ongkos teknologinya yang tinggi menjadikan metode ini agak kurang pas untuk diterapkan di Indonesia. Untuk negara berkembang seperti Indonesia, pemanfaatan bahan-bahan alam yang murah dan mudah didapat untuk dimanfaatkan sebagai bahan penghilang polutan organik akan lebih menjanjikan ketimbang menggantungkan diri kepada bahan-bahan produk teknologi mutakhir yang mahal (Lacheb, dkk, 2002).

Indonesia memiliki deposit sumber daya alam lempung bentonit dalam jumlah yang melimpah namun bahan tersebut belum dimanfaatkan secara optimal, data dari Direktorat Sumber Daya Mineral, menunjukkan bahwa cadangan dan endapan lempung bentonit yang telah diketahui di Indonesia tercatat kurang lebih 380.156.000 ton yang tersebar di beberapa daerah di pulau Jawa. Sumatra, Kalimantan dan Sulawesi (Riyanto, 1994)

Dalam kehidupan sehari-hari lempung bentonit tersebut digunakan sebagai bahan pembuatan batu bata, tembikar dan genteng. Selain itu dalam bidang industri, bentonit dimanfaatkan antara lain sebagai bahan pengisi dalam industri kertas, cat dan karet, sebagai penukar ion, katalis, industri pengeboran minyak bumi dan adsorben, bidang aplikasi lempung yang sangat luas itu menyebabkan lempung sering disebut dengan material multiguna (Theng, 1977).

Menurut kamus kimia organik, fotokatalis adalah zat yang dapat menggalakkan reaksi yang dikatalis oleh cahaya. Suatu semikonduktor dapat berfungsi sebagai fotokatalis untuk fotodegradasi senyawa-senyawa organik,reaksi fotodegradasi tersebut terjadi melalui mekanisme oksisdasi reduksi karena karakter struktur elektroniknya yang memiliki pita valensi terisi dan pita konduksi yang kosong.

Di negara-negara industri, penggunaan lempung alam bentonit sebagai katalis sesungguhnya telah lama dilakukan. Pinnavaia pada tahun 1983, melaporkan bahwa penggunaan lempung alam bentonit yang telah diaktifkan dengan asam sebagai perengkah (cracking catalys) minyak bumi untuk

mendapatkan bensin telah dilakukan pada tahun 1933 oleh Houdry. Namun pada tahun 1960-an lempung alam tidak digunakan lagi sebagai katalis karena antar lapis lempung menjadi rusak (*collapse*) jika dipanaskan diatas 200°C. Baru tahun 1977 Brindley mempopulerkan kembali penggunaan lempung seagaibahan katalis (van Olphen, 1977 Wijaya, 1995, Wijaya, 2000).

Dengan memanfaatkan kandungan Montmorilonit-nya yang memiliki struktur berlapis-lapis, diharapkan bentonit dapat dimodifikasikan sedemikian rupa sehingga sifat-sifat fisik dan kimianya menjadi lebih baik dari sebelumnya. Sifat fisik dan kimia tersebut meliputi basal spacing (d_{001}), luas permukan spesifik, porositas, sifat semikonduktor dan keasaman permukaan. Sifat-sifat fisik dan kimia ini merupakan syarat mutlak dalam perannya sebagai katalis, pendukung katalis, untuk adsorben dan juga sebagai alternatif penyedian bahan berpori dengan luas permukaan yang relatif cukup tinggi. Salah satu cara modifikasi yang saat ini sangat banyak dilakukan oleh para peneliti adalah pilarisasi mineral Montmorilonit yang merupakan komponen utama bentonit. Pilarisasi bersifat semikonduktor dapat dimanfaatkan sebagai fotokatalis untuk degradasi zat warna. Penelitian mengenai aktivitas fotokatalitik oksida titan murni TiO_2 dalam mendegradasi senyawa organik telah banyak dilakukan karena selain memiliki energi band gap (Eg) relatif besar, TiO_2 juga relatif stabil dan murah. Seperti yang dilaporkan oleh Negueira dan Jardim (1993), efektivitas semikonduktor TiO_2 untuk mendegradasi metilen biru dengan bantuan sinar matahari menunjukkan hasil yang cukup efektif. Penelitian tentang kemampuan fotokatalitik TiO_2 yang diembankan dalam zeolit juga telah dilaporkan. Hasil yang diperoleh

menunjukkan bahwa TiO_2 yang diembankan dalam zeolit memiliki fotoaktivitas yang lebih tinggi daripada TiO_2 yang tidak diembankan dalam zeolit. Tim peneliti juga telah berhasil mengembangkan lempung terpilar titan oksida sebagai fotokatalis untuk mendegredasi zat warna metilen biru (Nogueira, dkk, 1993, Houas, dkk, 2001)

Alizarin S merupakan senyawa yang berwarna ungu kemerahan,memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 508 nm, 360.28 A°.Satu gram *Alizarin S* larut dalam 25 ml air.menguap pada suhu 110° (2 mmHg) . Daya larut dalam air pada suhu 18°. Kelarutan pada suhu 300 bagian air mendidih sedang tarlarut pada alkohol, dengan bebas pada methanol panas pada eter pada suhu 25°. juga terlarut dalam bensin, toluena, silen, piridin, karbon disulfida, dan asam asetat glasial.

Reaksi peruraian suatu senyawa pada permukaan semi konduktor dengan bantuan sinar ultraviolet disebut dengan fotodegradasi. Degradasi senyawa organik sebagian besar mengikuti reaksi tingkat satu seperti yang dilaporkan oleh Modestov (dalam Nogueira, dkk, 1993). Laporan ini didukung penelitian sendiri yang dilakukan oleh Nogueira dan Jardim pada tahun 1993 yang mengamati fotodegradasi metilem biru oleh sinar matahari dengan bantuan katalis TiO_2. Aktivitas TiO_2 untuk mendegradasi metilen biru pada penelitian tersebut cukup baik, dimana sampel metilen biru terdegradasi 99% dalam waktu satu jam. Persentase tersebut termasuk kontribusi dan proses absorbsi yang terjadi bersamaan dengan proses fotodegradasi oleh TiO_2.

1.2 Rumusan Masalah

(1) Apakah pemilaran Montmorillonit dengan TiO_2 berpengaruh pada sifat fisiko-kimiawi bahan ?

(2) Apakah Montmorillonit yang terpilar dengan TiO_2 dapat mendegradasi zat warna *Alizarin S*

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan montmorillonit terpilar yang dengan bantuan sinar UV dapat dimanfaatkan sebagai bahan fotokatalis.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan informasi tentang kemampuan fotodegradasi dimana suatu reaksi yang peruraian suatu senyawa pada permukaan semikonduktor dengan bantuan sinar ultraviolet. sehingga kelak Montmorillonit terpilar sebagai bahan fotokatalis yaitu dapat mempercepat suatu reaksi, limbah sebenarnya.

BAB II

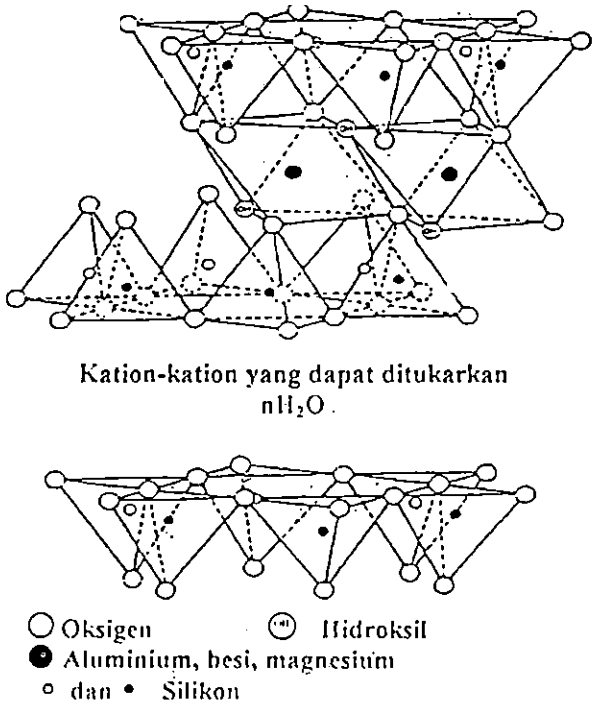
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bentonit dan Montmorilonit

Bentonit merupakan istilah perdagangan untuk sejenis lempung yang mengandung Montmorilonit lebih dari 85%. Fragmen sisa umumnya merupakan campuran dari mineral kuarsa atau kristobalit, feldspar, kalsit, gypsum, kaonilit, plagioklas, illit dan sebagainya (Ding, dkk, 2001, Ooka, 1999, Oscik, dkk, 1982).

Secara struktural, Montmorilonit memiliki struktur tiga lapis dengan lapisan oktahedral alumina sebagai pusat, tertumpuk diantara dua lapisan tetrahedral silika, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1 (Brindley, 1979, Cheng, dkk, 1995, Derek, dkk, 2001)

Komposisi Montmorillonit suatui bentonit berbeda-beda tergantung pada proses pembentukannya di alam dan asal darah bentonit itu. Sifat-sifat umum dari bentonit antra lain : berwarna dasar putih dengan sedikit kecoklatan atau kemerahan atau kehijauan, tergantung pada jumlah dan jenis fragmen-fragmen mineralnya, memiliki sifat fisik yang sangat lunak, ringan, mudah pecah, terasa seperti sabun, mudah menyerap air dan melakukan pertukaran ion (Pinnava, 1983, Sychev, dkk, 2000, Simpen, 2001, Tan, 1982).



Gambar. 1 Struktur Montmorilonit yang berlapis-lapis memungkinkan Montmorilonit mengakomodasikan berbagai jenis spesies kimia

Berdasarkan komposisi kation-kation di dalam antar lapis bentonit yang mempengaruhi sifat mengembangkannya, bentonit diklasifikasikan atas dua golongan besar yaitu :

1. Natrium-bentonit (swelling bentonite)

   Bentonit jenis ini mengandung ion Na^+ yang relatif lebih banyak dibandingkan ion Ca^{2+} dan Mg^2 dan mempunyai sifat mengembang bila terkena air, sehingga dalam suspensinya menambah kekentalan. Bentonit ini sering disebut sebagai bentonit Wyoming.

2. Kalsium-bentonit (non-swelling bentonite)

   Bentonit jenis ini mengandung ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang relatif lebih banyak dibandingkan ion Na^+ dan sedikit menyerap air. Bila

didispersikan ke dalam air bentonit ini akan cepat mengendap (Riyanto, 1994, Drijaca, dkk, 1997, Gil, dkk, 2000)

Sebagai anggota kelopok smektit, montmorillonit memilik kombinasi sifat pertukaran ion, interaksi dan kemampuan dapat mengembang. Kapasitasnya sebagai penukar ion adalah dasar dari sifat interkalasi dan kemampuan mengembangkannya. Berdasarkan kemampuan mineral untuk berinteraksi dengan bermacam-macam kation dan molekul netral, maka hampit semua proses interkalasi mungkin dapat terjadi.

Kation terhidrat diantara permukaan antar lapis dapat ditukar dengan hampir semua kation dengan menggunakan metode pertukaran ion sederhana. Molekul netral selain air dapat juga diinterkalasikan di antara lapisan silikat montmorillonit (Hutson, 1999. Kumar, dkk, 1995, Leonard, 1995, Lowell, dkk, Marshall, 1935)

Menurut proses pembentukannya, senyawa interkalasi disklasifikasi kan atas : a). senyawa interkalasi yang terbentuk dari inteaksi dwi kutub atau pembentukan ikatan hidrogen antara spesies tamu dengan spesies tuan rumah, b) senyawa interkalasi yang terbentuk kareka pertukaran kation, c) senyawa interkalasi yang terbentuk dari interaksi dwi kutub antra spesis tamu dan ion-ion di dalam ruang antar lapis spesies tuan rumah, d) senyawa interkalasi yag terbentuk dari reaksi transfer muatan antara spesies tamu dan pemukaan lapis pada hostlayer dan e) senyawa interkalasi yang terbentuk dari ikatan kovalen antara spesies tamu dan host layer (Baskh, dkk, 1992, Riyanto, 1994, Breen, dkk, 2001).

Sifat penting dari montmorillonit dalam desain sebagai katalis adalah kemampuannya untuk mengembang, yang dipengaruhi oleh sifat agen pengembang, kation penukar, muatan lapiran dan lokasi muatan lapiran. Montmorillonit juga dapat mengadopsi senyawa organik polar atau yang bersifat ionik diantara lapisannya. Absorpsi senyawa organik membentuk material organik-anorganik dari montmorilonit. Basal spacing dari material ini tergantung pada ukuran dan kerapatan molekul organik (Ogawa, 1992, Pinnavaia dan Kim, 1992).

2.2 Lempung terpilar dan konsep pilarisasi

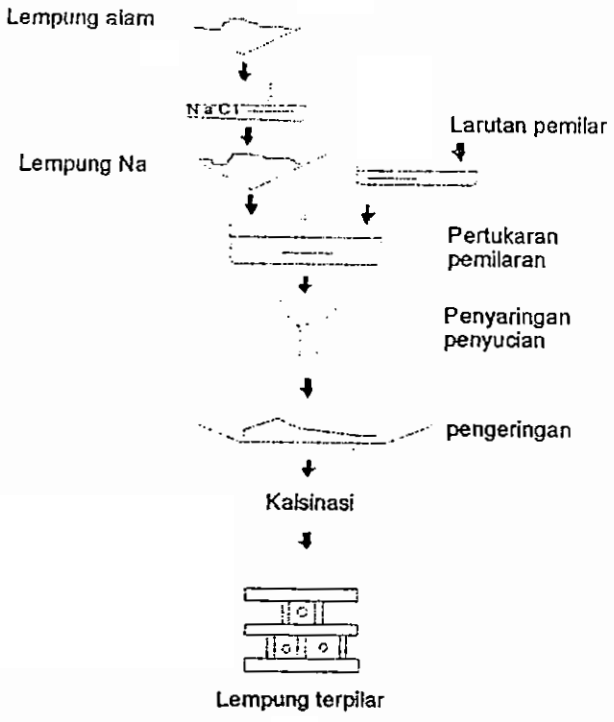
Secara kimiawi lempung terpilar didefinisikan sebagai turunan smektit yang kation-kationnya telah ditukar dengan kation-kation berukuran besar dan kation-kation tersebut berperan sebagai pilar atau tiang dianrara lapisannya. Beberapa macam kation telah dan dapat digunakan sebagai agen pemilar antara lain : ion-ion alkilamonium, amina bisiklis dan beberapa kation kompleks. Melalui ketode interkalasi dan dengan memilih agen pemilar yang sesuai maka akan didapatkan suatu lempung terpilar yang memiliki tingi pilar tertentu. Interkalasi adalah suatu penyisipan dapat balik dari spesies kimia ke dalam antar lapis material berlapis (van Olphenm 1977, West, 1984, Yang, dkk, 1992)

Pemilaran antar lapis silikat dengan ion alkilamonium dan kation amina bisiklis memiliki kestabilan termal yang rendah, yaitu telah terdekomposisi pada temperatur dibawah 250°C. Pemilaran dengan kompleks logam khelat mengalami degradasi pada temperatur dibawah 450°C,

sedangkan dengan kation logam polihidroksi masih stabil pada temperatur 500°C dengan demikian pemilaran antar lapis lempung dengan kation logam polihodroksi sangat prospektif untuk membuat suatu meterial yang dapat berfungsi sebagai katalis maupun pendukung katalis Al. Zr. Cr. Ti dan Fe. Kation logam polihidroksi terseut dapat dibuat dengan hidrolisis pada kondisi tertentu dari larutan gam logam tersebut. Pemilaran dengan polihidroksikation anorganik yang diikuti dengan perlakuan panas akan membentuk lempung yang terpilar oleh olsida logam yang biasanya memiliki stabilitas termal yang tinggi (Toranzo, dkk, Occeli, dkk, 2000)

Padatan berlapis (lamellar solid) terpilar adalah senyawa-senyawa terinterkalasi yang mencakup dua kriteria penting, yaitu 1) spesies ruang antarlapis harus kokoh (robust) untuk mencegah keruntuhan ruang antarlapis pada saat dehidrasi , 2) pilar-pilar berdampingan dengan jarak tertentu untuk memungkinkan molekul-molekul tersebut memasuki antarpilar, setidaknya sama dengan nitrogen. Pengembangan ruang antarlapis menjadi berdimensi melokular melalui interkalasi pilar tidak akan berguna untuk adsorpsi intrakristal dan katalisis jika ruang antilapis terisi penuh dengan pilar-pilar yang berdekatan dalam hubungan van der Waals, dengan demikian pengunan istilah "terpilar" tidak tepat untuk menggambarkan sitem seperti titan berlapis dan zirkonium fosfat terinkalasi kation-kation $Al_{12}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}^{7+}$ karena kation-kation antarlapis memenuhi hampir seluruh volume ruang antarlapis. Sitem ini merupakan senyawa terinterkalasi "mengembang" bukan terpilar. Istilah cross linked (hubungan tersilang) telah digunakan sebagai sinonim

Istilah cross linked (hubungan tersilang) telah digunakan sebagai sinonim terpilar. Istilah ini lebih disukai untuk mengkomunikasikan pemikiran bahwa tinggi ruang antarlapis ditentukan oleh interaksi kuat antara ruang antarlapis tamu (guest) dan lapisan tuan rumah (host) dan bahwa ruang antarlapis tidak dapat mengembang (*non swellable*). Meskipun demikian, cross linked dapat berlapis dapat eksis tanpa perlu hadirnya pori ruangan antarlapis, sehingga ruang antarlapis dapat terisi, oleh karena itu kata "terpilar' tetap istilah yang dipilih untuk menggambarkan mikropori padatan berlapis dengan pori antarkristal mampu untuk menampung molekul-molekul dengan diameter kinetik seukuran nitrogen atau lebih besar (Mokaya, dkk, 2000, Mokaya dan Jones, 1995)



Gambar. 2 Skema pembentukan lempung terpilar

2.3 Fotokatalis

Menurut kamus kimia organik, fotokatalis adalah zat yang dapat menggalakkan reaksi yang dikatalis oleh cahaya. Suatu semikondulktor dapat berfungsi sebagai fotokatalis untuk reaksi fotodegradasi senyawa-senyawa organik, reaksi fotodegradasi tersebut terjadi melalui mekanisme oksidasi-reduksi karena karakter struktur elektroniknya yang memiliki pita valensi terisi dan pita konduksi yang kosong.

Mekanisme fotokatalitik TiO_2 telah dikemukakan oleh Hoffman dkk (1995) yang secara singkat dapat dituliskan sebagai berikut : penyerapan energi foton hv akan mengakibatkan elektron pada pita valensi tereksitasi ke pita konduksi dengan meninggalkan lubang (h^+) pda pita valensi. Selanjutnya, elektron akan bereaksi dengan oksidator, biasanya oksigen (reaksi reduksi) dan h^+ akan bereaksi dengan reduktor (reaksi oksidasi). Reaksi oksidasi substrat yanglebih efektif dapat terjadi akibat terbentuknya hidrogen peroksida (suatu oksidator) yaitu hasil dari reaksi antara molekul air dengan oksigen tereduksi.

Kemampuan suatu semikonduktor fotokatalis oksida logam transisi dilaporkan dapat mengalami peningkatan apabila memiliki ukuran partikel dalam kisaran nanometer. Apabila terjadi penurunan dimensi partikel semikonduktor sampai ke daerah nanometer(1-10 nm) ternyata terjadi kenaikan energi band gap (Eg) sebagai ukuran kemampuan fotikatalis, seiring dengan semakin turunnya ukuran partikel, suatu partikel nano semikonduktor

fotokatalis hanya dapat dibuat dalam suatu matriks yang berpori dengan kisaran dimensi pada skala nanometer seperti lempung, aerogi dan zeolit.

Pengujian terhadap kemampuan TiO_2 yang diembankan dalam beberapa jenis zeolit seperti MCM41, zeolit X dan zeolit Y sebagai fotokatalis untuk reaksi fotodegradasi asetofenon dalam medium cair dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemampuan fotokatalitik TiO_2 ditentukan oleh faktor kristalisasi dan ukuran pori yang disediakan oleh zeolit. Telah dilaporkan pula bahwa penekanan rekombinasi pembawa muatan melalui pembuatan elektroda khusus TiO_2 sebagai semikonduktor mengakibatkan terjadinya peningkatan terhadap kemampuan fotokatalisnya dalam mendegradasi 4-klorofenol.

Degradasi senyawa organik sebagian besar mengikuti reaksi tingkat satu seperti yang dilaporkan oleh Modestov (dalam Nogueira, dkk 1993). Laporan ini didukung penelitian sendiri yang dilakukan oleh Nogueira dan Jardim pada tahun 1993 yang mengamati fotodegradasi metilen biru olehsinat matahari dengan menggunakan katalis TiO_2. Aktivitas TiO_2 untuk mendegradasi metilen biru dalam penelitian tersebut cukup baik, dimana sampel metilen biru dapat terdegradasi sampai 99% dalam waktu satu jam. Persentase tersebut termasuk kontribusi dan proses absorpsi yang terjadi bersamaan dengan proses fotodegradasi oleh TiO_2.

Kemampuan semikonduktor sebagai fotokaalis hanya dimingkinkan jika terjadi radiasi foton terhadap bahan semikonduktor terseut. Seperti relah disebutkan diatas radaisi foton terhadap elektron pada pita valensi dapat

mengakibatkan eksitasi elektron ke pita konduksi dan kekosongan yang ditimbulkannya dinamakan dengan hole atau muatan positif. Adanya elekron dan hole pada permukaan semikonduktor TiO_2 atau Fe_2O_2 menyebabkan bahan tersebut memiliki sisi pereduksi dan pengoksidasi yang memungkinkan terjadinya reaksi redoks dengan bantuan sinar matahari atau sinar ultraviolet. Reaksi peruraian suatu senyawa pada permukaan semikonduktor dengan bantuan sinar matahari atau sinar ultraviolet disebut dengan fotodegradasi. Mekanisme fotodegradasi sampai sekarang masih belum jelas, namun reaksi tersebut umumnya dimulai dengan adsorpsi substrat ke pemukaan semi konduktor.

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Lempung Montmorillonit

Secara struktural, montmorillonit memiliki struktur tiga lapis dengan lapisan oktahedral alumina sebagai pusat tertumpuk diantara dua lapisan tetrahedral silika. Sebagai anggota kelompok smektit, montmorillonit memiliki kombinasi sifat pertukaran ion, interkalasi dan kemampuan dapat mengembang. Kapasitasnya sebagai penukar ion adalah dasar dari sifat interkalasi dan kemampuan mengembangnya. Berdasarkan kemampuan mineral untuk berinteraksi dengan bermacam-macam kation dan molekul netral, maka hampir semua proses interkalasi mungkin dapat terjadi.

Sifat penting dari montmorillonit dalam desain sebagai katalis adalah kemampuannya untuk mengembang, yang dipengaruhi oleh sifat agen pengembang, kation penukar, muatan lapisan dan lokasi muatan lapisan. Montmorillonit juga dapat mengadsorbsi senyawa organik polar atau yang bersifat ionic diantara lapisannya. Adsorbsi senyawa organik membentuk material organik-organik dari montmorillonit. Basal spacing dari material ini tergantung pada ukuran dan kerapatan molekul organik.

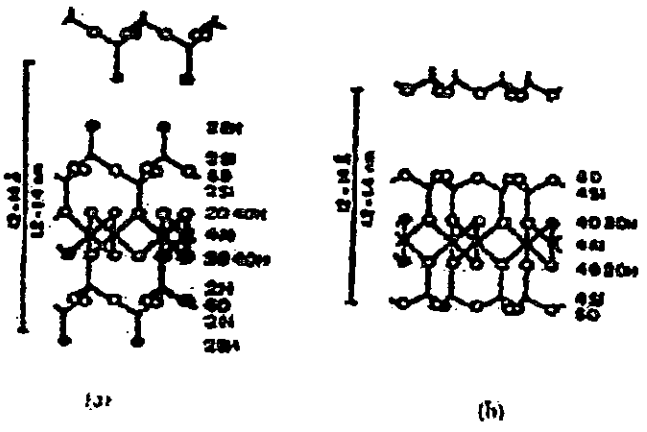
Mineral Montmorillonit ini mempunyai komposisi beragam dan digolongkan ke dalam kelompok smektit. Montmorillonit ini merupakan kelompok lempung yang paling banyak menarik perhatian, karena montmorillonit mempunyai kemampuan untuk mengembang dan juga

mempunyai kation yang dapat ditukarkan (*exchangeable*) serta dapat diinterkalasi (Pinnavaia, 1983). Montmorillonit mampu mengakomodasi kation dalam antarlapisnya dalam jumlah yang cukup besar karena kapasitas kationnya yang tinggi (Ogawa).

Lempung mempunyai struktur dasar berupa filosilikat atau lapisan silikat yang atas lembaran tetrahedral silium-oksigen dan lembaran oktahedral aluminium-oksigen hidroksida (Murtado, 1994). Kerangka smektit (montmorillonit) berupa dua lapis tetrahedreal dan satu lapis oktahedral dengan rumus molekul sel satuan $AL_4Si_8O_{20}(OH)_4$. Sebagian besar mineral lempung berstruktur kristal, sedangkan fraksi lain menunjukan perkembangan kristal yang sangat lemah atau tidak mengkristal sama sekali. Dalam sistem kristal, penyusun atom-atom akan menghasilkan satu unit bangunan kristal yang disebut dengan satuan sel. Bangunan tersebut memperlihatkan pola kelompok atom-atom yang posisinya berulang-ulang dalam arah tiga dimensi dalam ruang menurut sumbu-sumbu X, Y, dan Z (Tan, 1982).

Ada dua struktur untuk montmorillonit yaitu struktur menurut (1) Hofmann dan Endell dan (2) Edelman dan Favejee. Keduannya menunjukan kemiripan dalam hal struktur sel unit yang dianggap simetris dan berlawanan dengan kaolinit. Satu lembar oktahedral aluminium yang diapit oleh dua lembar tetrahedral silika. Namun ada perbedaan antara kedua struktur tersebut, yaitu terletak pada susunan jaringan tetrahedral silika. Edelman dan Favejee berpendapat bahwa ada suatu susunan alternatif dari tetrahedreal

silika dengan iaktan Si-O-si bersudut 180°, dengan bidang dasar yang terdiri atas gugus-gugus OH yang terikat pada silika tetrahendral (Tan, 1982).



Gambar 4 (a) model struktur montmorilonit Edelmen dan Faveje dan 9b) model struktur montmorilonit Hofmann dan Edll

3.2 Interkalasi pada montmorilonit

Interkalasi yaitu suatu penyisipan revesible (dapat balik) suatu spesies kimia (molekul, ion) ke dalam ruang antarlapis senyawa berstruktur lapis (Layered structure) (Constantio, 1991). Reaksi interkalasi ini banyak digunakan pembuatan katalis, absorben, elektrolit, penukar ion dan lain sebagainya.

Senyawa interkalasi dapat diklasifikasikan menurut proses pembentukannya, yaitu sebagai berikut : a) senyawa interkalasi yang terbentuk dari ikatan hidrogen antara spesies tamu (guest spesies) dengan spesies tuan rumah atau host material. b) Senyawa interkalasi yang terbentuk dari pertukaran ion. c) Senyawa interkalasi yang terbentuk dari interaksi dua kutub antara spesies tamu dan ion-ion didalam ruang antarlapis senyawa

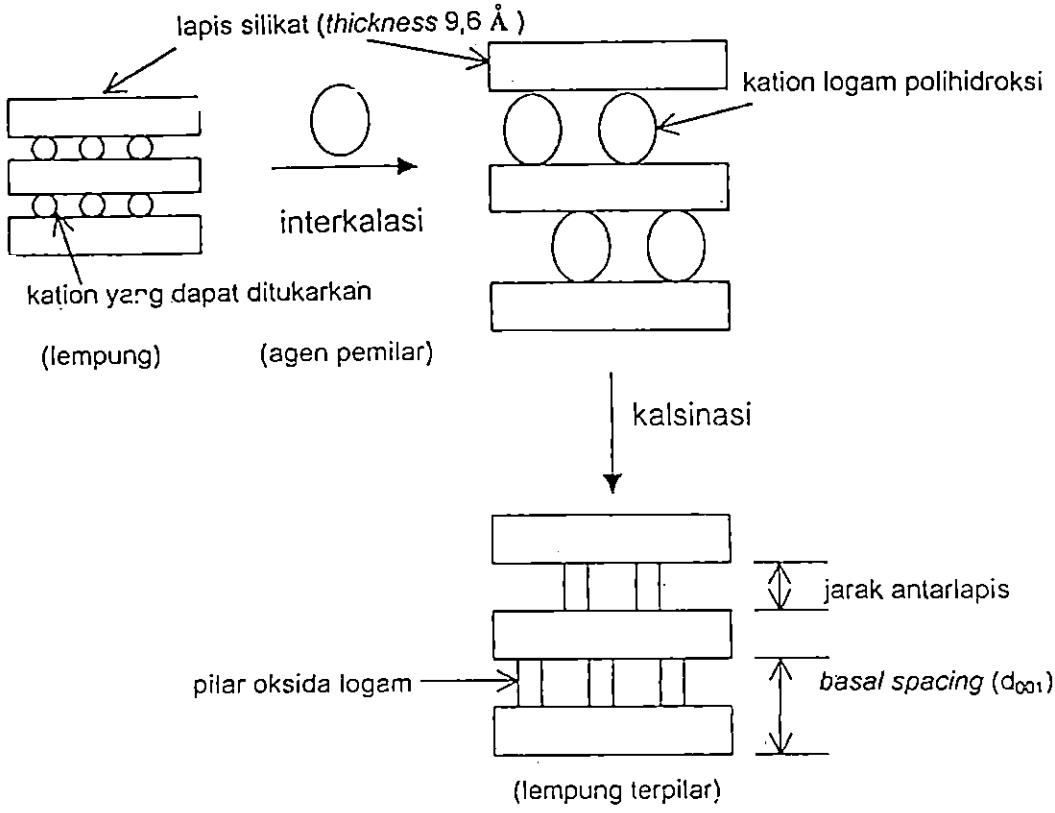
berstruktur lapis. D) Senyawa interkalasi yang terbentuk dari ikatan kovalen antara spesies tamu dan *host layers*.

3.3 Konsep Pilarisasi

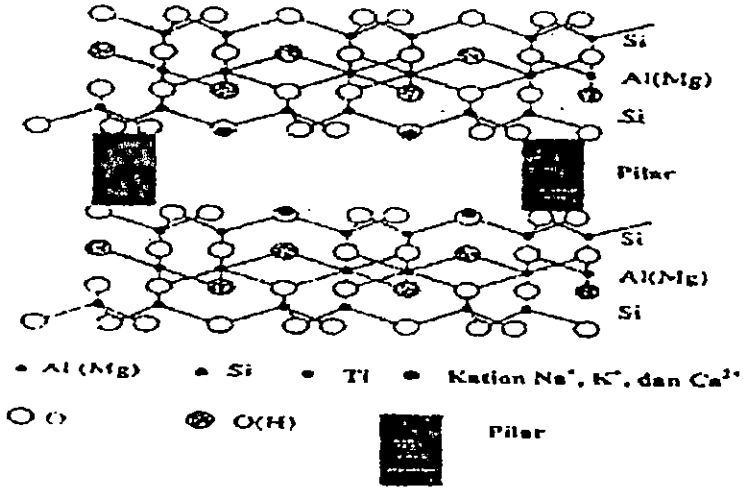
Pilarisasi adalah penyisipan molekul, ion atau senyawa berukuran besar dan mantap ke dalam antar lapis senyawa berstruktur lapis seperti lempung (Montmorillonit) sehingga terbentuk suatu bahan berstruktur pori dengan sifat-sifat fisika kimiawi yang baik. Pilarisasi menjadi mungkin apabila terjadi kombinasi yang tepat antara lempung dan spesies pemilar (Drljaca, dkk, 1997). Atom-atom atau molekul-molekul yang akan disisipkan biasa disebut interkalat yang akan masuk disebut dengan interkalan (interkalant). Dengan masuknya interkalat ke dalam interkalan maka susunan yang dimiliki interkalan mengalami perubahan. Perubahan tersebut terjadi disebabkan oleh lapisan terdekat yang terhalang oleh interkalant yang memiliki ukuran molekul yang lebih besar dari molekul asalnya.

Pemilaran antarlapis silikat lempung dengan titanium oksida (TiO_2) pada dasarnya merupakan interkalasi agen pemilar senyawa kompleks Ti (kation Ti-polihidroksi) ke dalam antarlapis silikat lempung melalui mekanisme pertukaran kation antara kation Ti-polihidroksi dengan kation-kation Na^+, K^+ dan Ca^{2+} yang ada pada lempung.

Terbentuknya tiang atau pilar oleh molekul TiO_2 menjadikan antarlapis silikat akan terhalang oleh adanya molekul tersebut karena molekul yang terbentuk tersebut mempunyai ukuran yang lebih besar dari molekul asalnya.



Gambar 4. Skema pembentukan lempung terpilar (Leonard 1995)



Gambar 5. Pemilaran antar lapis silikat lempung dengan TiO_2

3.4 Titanium Dioksida

Titanium dioksida adalah suatu zat padat berupa serbuk putih, amfoter, sulit larut dan terdapat secara alami dalam tiga bentuk modifikasi kristal, yaitu: rutile (d=4,13 dan tetragonal), brookite (d=4,13; tl = 1870°C, dan ortorombik), dan anatase (d=4,06 dan tetragonal). Hanya rutil dan anatase yang cukup stabil keberadaannya dan biasa digunakan sebagai fotokatalis. Titanium dioksida dengan bentuk kristal anatase dan rutil jika dikenai sinar UV dengan λ<385nm untuk anatase dan λ = 405 nm untuk rutil akan menghasilkan spesies oksidator pada permukaannya. Anatase terbentuk melalui hidrolisis halida-halida Ti pada suhu yang tak terlalu tinggi (600°C) atau lewat kalsinasi asam titanik yang telah diendapkan pada suhu $\pm$ 700°C. kisinya distabilkan dengan anion-anion terabsorbsi sulfat dan fosfat tergolong paling efektif. TiO_2 murni yang dikalsinasi pada suhu tinggi akan selalu menghasilkan kisi rutile.

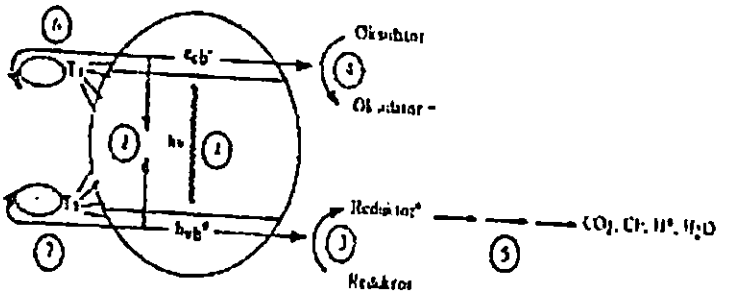
Titanium (Ti) adalah unsur logam transisi, dapat membentuk ion titanium (III), Ti^{3+} dan titanium (IV), Ti^{4+}. Titanium (III) dicirikan dengan warna lembayung, sedangkan titanium (IV) tidak berwarna. Ion titanium (III) dalam air bersifat kurang stabil dan mudah sekali mengalamioksidasi menjadi titanium (IV). Ion titanium (IV) hanya bisa larut dalam larutan yang bersifat sangat asam (pH > 2,5), dan juga dapat terhidrolis mula-mula membentuk ion titanil (TiO^{2+}) kemudian membentuk keseimbangan dengan TiO_2^{2+} dan Ti^{4+}. Apabila keasaman diturunkan (pH > 2,5) maka dapat membentuk endapan $Ti(OH)_4$, $[Ti_3O_4]^{4+}$ atau $TiO_2.nH_2O$) (Cotton dkk.., 1999).

Titanium dioksida merupakan spesies oksidator kuat yang ditunjukan H^+ pada permukaannya, oleh karena itu TiO_2 mampu mengakomodasi spesies kimia yang mempunyai potensi redoks yang lebih kecil. Menurut Ding dkk. (1995) menyatakan bahwa pengurangan ukuran kristal berguna untuk menekan rekombinasi fotoeksitasi elektron (e) ndan lubang (H^+).

3.5 Semi Konduktor Fotokatalis

Semi konduktor dari logam-logam trasnsisi seperti TiO_2, ZnO, Fe_2O_3, CdS dan ZnS dapat berfungsi sebagai pemeka (sensitizer) untuk reaksi redoks yang diinduksi oleh cahaya, yang dikarakteristikkan oleh pita konduksi yang kosong dan pita valensi yang terisi penuh (Hoffman dkk, 1995) yang akan membentuk suatu energi band gap (Eg) diantara kedua pita tersebut. Jika terjadi penyerapan cahaya oleh suatu partikel semikonduktor dimana energi-energi foto hv setara atau lebih besar dari Eg semikonduktor tersebut, maka akan terjadi promosi elektron dari pitavalensi menuju ke pita konduksi yang dapat mengakibatkan terjadinya lubang (hole) pada pita valensi yang bermuatan positif (h_{vb}^+), dan adanya elektron yang bermuatan negatif pada pita konduksi (e_{cb}^-).

Suatu reaksi redoks sempurna dapat terjadi jika elektron bermuatan negatif pada pita konduksi dan pita valensi yang bermuatan positif bereaksi dengan suatu donor dan akseptor elektron yang dapat terjadi pada proses fotodegradasi senyawa-senyawa organik. Dimana reaksi fotodegradasi yaitu sebutan untuk reaksi peruraian suatu senyawa pada permukaan semikonduktor dengan bantuan sinar matahari atau foton.



Gambar 6. Mekanisme fotokalitik

Berikut adalah tahapan utama mekanisme fotokatalitik dari gambar 6 yang meliputi :

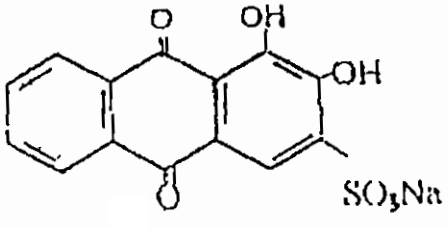
1. Pembentukan pembawa muatan oleh foton: jika suatu semikonduktor fotokatalis dikenai suatu energi foton hv, maka elektron pada pita valensi akan tereksitasi ke dalam pita konduksi (e_{cb}^-) sambil meninggalkan lubang (hole) pada pita valensi (h_{vb}^+).
2. Rekombinasi pembawa muatan: elektron pada pita konduksi (e_{cb}^-) dan lubang pada pita valensi (h_{vb}^+) akan bergabung dan menghasilkan energi panas.
3. Inisiasi reaksi oksidasi oleh lubang pada pita konduksi (h_{vb}^+) : yang akan bereaksi dengan substrat (reductor).
4. Inisiasi reaksi reduksi oleh lubang pada pita konduksi (e_{cb}^-): yang akan bereaksi dengan oksidator, yaitu oksigen.
5. Reaksi fotoreduksi terkatalis dan reaksi termal lanjutan (reaksi dengan oksigen aktif) akan menghasilkan gas CO_2 zat-zat mineral.
6. Penjebakan (trapping) elektron pada pita konduksi (e_{cb}^-) ke dalam ikatan Danling pada permukaan membentuk Ti (III).

7. Penjebakan (trapping) lubang pada pita valensi (h_{vb}^{+}) ke dalam gugus titanol pada permukaan.

Kemampuan suatu semikonduktor sebagai fotokatalis ditunjukan oleh harga Eg. Harga Eg yang makin besar menunjukan fotoaktivitas yang makin tinggi. Harga Eg akan semakin meningkat seiring dengan semakin turunnya ukuran partikel (Brus, 1984).

3.6 *Alizarin S*

Alizarin S merupakan senyawa yang berwarna ungu kemerahan, memiliki absorbsi maksimum pada panjang gelombang 520, 360.28 °*A*. satu gram *A*lizarin larut dalam 25 mL air. Menguap pada suhu 110° (2mmHg) mp 290°, bp 430°. Daya larut didalam air pada suhu 18° : 2.1 X 10^{-6} mols/1, pada suhu 25° : 2.5 X 10^{-6} mols/1. Kelarutan pada 300 bagian air mendidih sedang terlarut pada alkohol, dengan bebas pada methanol panas dan pada ether pada suhu 25°. Juga terlarut dalam bensin, toulena, silen, pridin, karbon disulfida, asam asetat glasial. Struktur dari *Alizarin S* ditunjukan pada gambar 7.



Gambar 7. Struktur *Alizarin S*

Penggunaan didalam pembuatan bahan-bahan pewarna asam dan chrom untuk wool, seperti alizarin biru. Meski tumbuhan pembuat mabuk ini tetap tumbuh di Alsace dan di India, dan pembuatan *Alizarin S*intetik tidak

mengalami kesulitan. Warna-warna alizarin yang umum digunakan adalah warna merah, merah jambu, ungu, nila dan coklat gelap. Namun proses aktual pewarnaan tidak semuanya mudah dan inilah alasan utama untuk membuangnya. Perlakuan yang pertama pada kain adalah dengan minyak sayur paling murah (dan tengik), (minyak merah turki sesuai dengan namanya). Ini diikuti dengan proses pelepasan lemak, perlakuan dengan asam penyamak, dengan mencelupkannya pada larutan alunimuin sulfat dan penguapan. Alizarin kemudian digunakan sebagai suspensi air tetapi warnanya buram dan harus diperjelas dengan bak rendam yang berisikan garam timah. Alizarin juga bertindak sebagai indikator asam pH (pada larutan 0,5% beralkohol ; kuning 5.5, merah 6.8, juga digunakan pada tetes noda sebagai pereaksi untuk aluminium, indium, merkurim seng, zirkonium. Asam sulfonik alizarin digunakan untuk mendeteksi boron. Alizarin telah digunakan sebagai titik noda untuk jaringan syarat dan untuk penandaan vital protozoa. Oleh karena itu, dipelukan suatu bahan fotokatalis untuk mempecepat reaksi oksidasi senyawa tersebut, sehingga berbagai potensi merugikan tersebut dapat dikurangi atau dihilangkan.

3.7 Karakterisasi Terhadap Montmorillonit Terpilar

Sifat kimia yang meliputi jumlah kandungan Ti yang terikat alam lempung terpilar dianalisis dengan metode fluoresensi sinar-x. Sedangkan metode yang digunakan dalam menentukan beberapa sifat fisik seperti luas permukaan spesifik, volume total pori, adalah isothem BET. Sifat fisik yang

lain seperti basal spacing diidentifikasikan dengan metode difraksi sinar X dengan jarak dasar antar bidang d_{001}.

3.7.1 Analisis dengan metode XRD (Difraksi Sinar -X)

Dasar analisis metode difraksi sinar-X adalah pengukuran radiasi sinar-X yang terdifraksi oleh bidang kristal. Kristal adalah zat padat yang atom-atomnya tersusun menurut pola yang berulang dalam tiga dimensi. Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik dengan λ = 0,5-2,5 Å dan Energi = $\pm 10^7$ eV. Metode ini hanya digunakan untuk menganalisis padatan kristalin. Jika seberkas elektron ditembakkan pada logam target oleh energi potensial yang tinggi, maka elektron pada kulit atom yang terdalam akan terlempar kekuar sehingga terjadi kekosongan. Kekosongan ini akan diisi olehelektron pda kulit yang lebih luar sambil memancarkan energi yang disebut sinar-X.

Kegunaan metode difraksi sinar-X dalam analisis kimia adalah untuk mengidentifikasikan kristal, penentuan kemurnian hasil sintetis, dan deteksi senyawa baru. Dimana dasar analisis kimianya yaitu bahwa setiap kristal mempunyai jarak antar bidang (d) kristal yang karakteristik. Hukum Bragg menyatakan bahwa jika dua berkas sinar-X yang paralel mengenai bidang-bidang kristal yang sama dengan jarak antar bidang (d) maka perbedaan jarak yang ditempuh oleh kedua sinar tersebut berbanding dengan panjang gelombangnya.

Analisis difraksi sinar-X digunakan untuk mengetahui basal spacing montmorilonit terpilar. Dasar penggunaan sinar-X untuk menyidik montmorilonit adalah penyusunan sistematik atom-atom atau ion-ion dalam

bidang kristal (crystal plane) montmorilonit. Setiap species mineral dicirikan oleh susunanatom yang khusus, sehingga dihasilkan bidang-bidang atim (atomic planes) bercirikhas yang mampu mendifraksi (merefleksi) sinar-X. Hasil analisis biasanya ditunjukkan dalam bentuk nilai 20 ke satuan jarak d_{hkl}. Umumnya mineral lempung menunjukkan jarak d_{hkl} pda kisaran antara 30 Å dan 3 Å yang bersesuaian dengan sudut 20 antara 2° dan 30°.

3.7.2 Analisis Dengan Metode BET

Menurut Baksh (1992) permukaan padatan berpori diklasifikasikan ke dalam dua karakter, yaitu karakter fisik dan karakter kimia. Karakter fisik meliputi basal spacing (d_{001}), luas permukan spesifik, dan porositas. Karakter kimia meliputi keasaman permukaan. Pada dasarnya permukan nyata padatan tidak pernah memiliki bentuk yang sempurna dan teratur, hampir selalu ada celah dan retakan, saluran atau rongga yang menembus jauh ke dalam sehinggaakan memberikan sumbangan pada luas permukan luar (eksernal). Teknik karakteristik dengan metode adsorpsi gas ini dapat memberikan informasi mengenai luas permukaan spesifik, rerata jejari pori, volume total pori, dan isothem adsorpsi (Lowell dan Shields, 1984).

Metode yang digunakan untuk menentukan luas permukaan material padatan didasarkan pada fenomena lapis jamak yang berlangsung pada temperatur tetap, sehingga diebut adsorpsi isotermis. Persamaan adsorpsi yag sering digunakan untuk menghitung adsorpsi permukaan padatan adalah persamaan yagn diusulkan oleh Brunaeur, Emmet dan Teller (BET). Teori BET mengasumsikan bahwa proses adsorpsi lapis tungal dibatasi pada

lapisan terluar dari lapisan jamak atom atau molekul yang teradsorpsi sebgai fungsi tekanan gas pada temperatur tertentu, maka dapat ditentukan luas permukaan dari material berpori.

Analisis luas permukan diperlukan untuk inerpretasi kuantitatif dari sifat-sifat permukan montmorilonit. Luas permukaan atau luas permukaan spesifik dapat ditentukan dengan dua tipe metode, yaitu metode mikroskop elektron dan metode serapan senyawa dalam fasa uap atau gas (gas sorption). Dari kedua metode tersebut yang sering digunakan adalah metode kedua untuk mengetahui secara kuantitatif pori-pori yang terbentuk dan model adsorpsi gasnya.

3.7.3. Penggunaan metode analisis Fluoresensi Sinar-X

Analisis ini digunakan untuk mengetahui kandungan logam dalam suatu sampel yang dalam penelitian ini adalah logam titanium yang terkandung dalam montmorillonit terpilar oksida titan. Alat yang digunakan untuk keperluan analisis adalah X-Ray fluoresence Analyzer dengan merk ORTEG 7010.

3.7.4 Analisis Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Dalam penelitian ini, analisis pengurangan konsentrasi *Alizarin S* akibat proses degradasi dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV Visible. Dasar dari analisis spektroskopi UV Visible ini adalah adanya interaksi antara energi dengan materi (molekul, ion), energi yang digunakan merupakan radiasi sinar UV yang mempunyai panjang gelombang (λ) pada daerah 100 sampai 380 nm. Serapan cahaya oleh molekul dalam daerah ultraviolet dan sinar tampak tergantung pada struktur

elektronik dari molekul, dimana akan terjadi eksitasi elektron ke tingkat energi yang lebih tinggi.

Analisis secara kuantitatif dengan menggunakan metode spektroskopi UV-Visible didasarkan pada hukum Beer-Lambert, yaitu :

$$A = \varepsilon b C$$

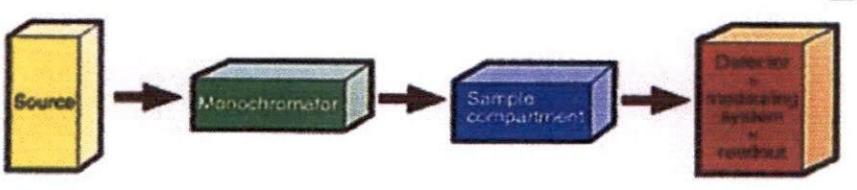
Dimana A = absorbansi

ε = Koefisien absorbtivitas molar

b = Tebal kuvet

C = Konsentrasi

Gambar di bawah ini menunjukkan skema dari konstruksi spektrofotometer yang paling sederhana,:

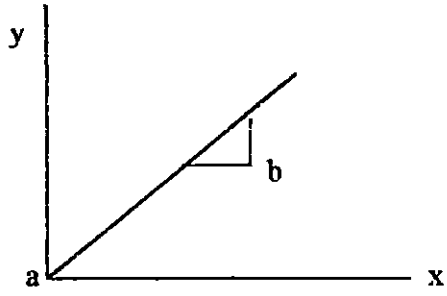


Gambar 9. Skema Konstruksi Spektrofotometri

Apabila pada molekul senyawa organik dikenakan radiasi elektromagnetik maka akan terjadi eksitasi elektron ke tingkat energi yang lebih tinggi yang dikenal sebagai orbital elektron "*anti bonding*". Eksitasi elektron ($\sigma \rightarrow \sigma^*$) memberikan energi terbesar dan terjadi pada daerah ultraviolet jauh yang diberikan oleh ikatan tunggal sedangkan eksitasi elektron ($\pi \rightarrow \pi^*$) diberikan oleh ikatan rangkap dua dan tiga (alkena dan alkuna) juga terjadi pada daerah ultraviolet jauh. Pada senyawa organik dikenal adanya gugus auksokrom, yaitu gugus fungsional yang mempunyai

elektron bebas seperti O-NH_2, OCH_3 dan –OH yang memberikan transisi ($n \rightarrow \sigma^*$). Gugus ausokrom ini jika terikat oleh kromofor akan mengakibatkan pergeseran pita absorbsi menuju ke panjang gelombang yang lebih panjang disertai peningktan intensitas (efek hiperkromik).

Dari persamaan Lamber Beer ini akan didapat kan suatu kurva kalibrasi yaitu kurva yang sudah diketahui konsentrasinya untuk menentukan garis lurus



Gambar 9. Kurva Kalibrasi

Dimana persamaan kurva standarnya adalah :

$Y = bx + a$

Dimana : y : absorbansi

b : slope atau bidang miring

x : konsentrasi

a : intersep atau garis potong Y dan X

3.8. Hipotesis

Pilarisasi montmorillonit dengan agen pemilar TiO_2 akan menghasilkan lempung terpilar dengan stablitas termal kemampuan fotokatalitik yang tinggi serta dapat digunakan sebagai bahan pengemban katalis titanium dioksida. Berdasarkan pemikiran tersebut dapat dibuat hipotesis sebagai berikut :

1. Pemilaran antarlapis silikat lempung montmorillonit dapat mengubah sifat-sifat fisika-kimianya seperti luas permukaan spesifik, meningkatkan basal spacing (d_{001}), volume total pori dan distribusi ukuran pori dari lempung montmorillonit tersebut.
2. Montmorillonit terpilar TiO_2 yang terbentuk dengan bantuan sinar UV dapat digunakan sebagai katalis untuk degradasi *Alizarin S*

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. alat-alat gelas
2. thermometer
3. pengayak 100 mesh
4. lumpang porselin dan penggerus
5. pengaduk
6. pengaduk magnet
7. oven
8. kertas saring whatman 42
9. timbangan analit(Mattler A-T 200)
10. spektrofotometer Sinar-X Philips model PW 3710
11. sorption analyzer NOVA 1000 (P_3TM, Batan, Yogjakarta)
12. X-Ray fluoresence ORTEG 7010
13. spektrofotometer UV-Vis Milton Roy Spectronik 3000

Bahan-bahanyang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Lempung montmorillonit
2. zat warna *Alizarin S*
3. aquades

4.2. Prosedur penelitian

4.2.1 Preparasi Montmorillonit alam

Seratus gram lempung montmorillonit alam jenis natrium montmorillonit digerus sampai halus sampai halus hingga lolos penyaring 100 *mesh*. Kemudian montmorillonit halus tersebut dicuci mengunakan 2 L aqua bebas ion dan diaduk selama 24 jam. Setelah itu disaring dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 200^0 C. Setelah kering, montmorillonit digerus dan diayak menggunakan ayakan 100 *mesh*. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan XRD, *gas sorption* analyzer dan spektrometer gamma untuk mempelajari kandungan titan (Ti) dalam montmorillonit alam.

4.2.1 Sintesis TiO_2 – Montmorillonit

Sintesis TiO_2 – Montmorillonit telah dilakukan atau memanfaatkan hasil penelitian sebelumnya. Caranya yaitu dengan cara menambahkan 20 ml $TiCl_4$ 9,01 M sedikit demi sedikit kedalam 4 ml HCl 6,0 M. Endapan yang terbentuk kemudian diencerkan sampai volume 220 ml sehingga terbentuk larutan kompleks Ti berwarna bening dengan konsentrasi Ti akhir sekitar 0,82 M. Larutan dibiarkan (aget) minimal 8 jam pada temperatur kamar sebelum digunakan.

Untuk membuat TiO_2-Montmorillonit maka 18 g montmorillonit didispersikan kedalam 1320 ml aquades sambil diaduk dengan pengaduk magnet selama 5 jam. Tahap selanjutnya adalah mencampurkan agen pemilar dengan suspensi montmorillonit dengan perbandingan 10 mmol Ti

per gram lempung. Campuran yang terbentuk selanjutnya diaduk dengan kuat selama 18 jam. Hasil yang diperoleh kemudian dipisahkan dengan penyaring dan dicuci beberapa kali dengan air bebas ion sampai terbebas dari ion klorida. Pencucian dihentikan jika filtrat diuji dengan larutan Ag NO_3 tidak membentuk endapan putih dari AgCl. Lempung montmorillonit yang telah terinterkalasi kompleks Ti dikeringkan dalam oven pada temperatur 110-120°C. Setelah kering, digerus sampai halus kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 270 mesh selanjutmya dikalsinasi pada temperatur 350°C selama 12 jam. Hasil kemudian dianalisis dengan XRD, *Gas Sorption Analyzer*, dan X-Ray Fluoresensi untuk mempelajari kandungan Ti dalam lempung terpilar.

4.2.2 Proses Pilarisasi Montmorilonit dengan TiO_2

Larutan oligomer *(pillaring agent)* dibut dengan menambahkan Ti-O_2 kedalam HCI 6,0 M. Larutan tersebut diecerkan dengan aquadest hingga konsentrasi TiO_2 akhir 0,82 M. Larutan dibiarkan minimal selama delapan jam sebelum digunakan.

Dua gram Na-montmorilonit didispersikan kedalam 500 cm^3 aquadest selama lima jam. Tahap selanjutnya adalah mencampurkan agent pemilar dengan suspensi Na-montmorilonit 10 mmol TiO_2/gram lempung dengan PH 1,1. Campuran yang terbentuk selanjutnya diaduk dengan kuat selama 18 jam dan kemudian disaring. Produk yang terbentuk kemudian dikalsinasi pada temperatur 350^0 C selama 12 jam, dialiri gas nitrogen dan kemudian dianalisis dengan XRD, dan Porosimeter.

4.2.3 Fotodegradasi *Alizarin S* menggunakan TiO_2 montmorillonit sebagai fotokatalis.

Delapan gelas beker 50 mL masing-masing disisi dengan 25 mL larutan *Alizarin S* dengan konsentrasi 10^{-1} M. Ke dalam tuju gelas tersebut dimasukkan 25 mg montmorillonit terpilar TiO_2 hingga membentuk suspensi. Enam dari tujuh geas tersebut dibungkus dengan plastik hitam sebelum diekspos sinar UV masing-masing-masing selama 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 menit (sampel berturut-turut diberi kode C_{10} , C_{20} , C_{30} , C_{40} , $C5_0$, C_{60} , C_{70}), sedangkan suspensi sisanya yaitu TiO_2 montmorillonit. Suspensi disaring dengan penyaring vakum menggunakan kertas saring Whatman 42. Larutan *Alizarin S* yang dibuat kemudian di *scanning* panjang gelombangnya untuk mengetahui panjang gelombang maksimum. Fltrat kemudian dianalisis absorbansinya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Hasil pembacaan absorbansi dikonversi ke konsentrasi perlakuan TiO_2 montmorillonit pada proses degradasi *Alizarin S* akan digambarkan pada tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan TiO_2-Montmorillonit pada degradasi *AlizariS*

No	Kondisi	Perlakuan
1	Larutan *Alizarin S*	Dibungkus plastik hitam
2	Lart. ZW + TiO_2-Montmorillonit	Dibungkus plastik hitam
3	Lart.ZW + TiO_2-Montmorillonit	Disinari UV selama 10 menit
4	Lart. ZW + TiO_2-Montmorillonit	Disinari UV selama 20 menit
5	Lart. ZW + TiO_2-Montmorillonit	Disinari UV selama 30 menit
6	Lart. ZW + TiO_2-Montmorillonit	Disinari UV selama 40 menit
7	Lart.ZW + TiO_2-Montmorillonit	Disinari UV selama 50 menit
8	Lart. ZW + TiO_2-Montmorillonit	Disinari UV selama 60 menit
9	Lart.ZW + TiO_2-Montmorillonit	Disinari UV selama 70 menit

ZW : zat warna *Alizarin S*

Sebagai pembandingan maka akan dibuat juga larutan *Alizarin S* yang ditambahkan dengan montmorillonit alam dan diberi perlakuan yang sama.

4.3. Karakteristik

4.3.1.Analisis Difraksi sinar-X

Analisis difraksi sinar-x digunakan untuk menentukan basal spacing montmorillonit sebelum dan setelah dipilarkan, metode analisis yang digunakan adalah metode serbuk dengan sumber radiasi sinar-x yang berasal dari Cu Kα. Analisis dilakukan dengan cara menempatkan 2 gram serbuk montmorillonit yang sudah dipanaskan pada temperatur 300°C serta montmorillonit terpilar pada wadah sampel, selanjutnya sampel dianalisis dan diambil difraktogramnya pada daerah 2θ antara 2 – 40°.

4.3.2.Analisis serapan gas

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui luas permukaan spesifik dan distribusi pori montmorillonit serta volume total pori. Beberapa gram montmorillonit asal dan montmorillonit terpilar oksida titan ditempatkan dalam wadah sampel pada analyzer. Sampel dipanaskan dan dilakukan proses degassing pada temperatur 100°C selama 1 jam lalu didinginkan dengan nitrogen cair sampai terbentuk lapisan tunggal molekul nitrogen pada permukaan sampel. Berat atau volume gas yang teradsorbsi pada temperatur nitrogen cair (77,4 K) kemudian ditentukan. Perubahan tekanan dan volume atau berat gas digunakan untuk menentukan luas permukaan spesifik, rerata jejari pori, volume total pori, distribusi ukuran pori dan isotherm adsorpsi sampel montmorillonit.

4.3.3. Analisis Fluoresensi Sinar-X

Analisis ini digunakan untuk mengetahui kandungan logam dalam suatu sampel yang dalam penelitian ini adalah logam titanium yang terkandung dalam montmorillonit alam dan montmorillonit terpilar oksida titan. Alat yang digunakan untuk keperluan analisis adalah X-Ray Fluoresence Analyzer dengan merk ORTEG 7010.

Analisis diawali dengan pencacahan sampel standar berupa TiO_2 murni 99% dengan menggunakan radiasi yang berasal dari Fe^{55}. Hasil pencacahan ditampilkan dalam bentuk spektogram.Spekta yang mewakili standar tersebut selanjutnya diukur luas puncaknya, tahap selanjutnya adalah analisis sampel montmorillonit alam dan montmorillonit terpilar.

Kandungan Ti diperoleh dengan membandingkan luas puncak spektra sampel dengan standar. Tetapi pada penelitian ini dapat diketahui langsung dari kandungan konsentrasi Ti. Analisis konsentrasi besi didalam sampel menggunakan prosedur yang serupa dengan analisis konsentrasi titan, namun sebagai sumber radiasi digunakan Am^{241} dan sampel standar Fe_2O_3 murni. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada lampiran 9.

4.3.4. Analisis Spektrofotometer UV-Vis

Analisis spektrofotometeri bekerja berdasarkan hukum Lambert-beer. Dengan hukum tersebut konsentrasi zat berwarna di dalam suatu larutan ditentukan secara cukup teliti. Di dalam penelitian in alat spektrometer digunakan untuk menentukan konsentrasi *Metil Red*, *Metil Orange*, *Alizarin S* dan *congo Red* dalam larutan sebelum dan setelah radiasi dengan sinar ultraviolet.Maka akan terjadi eksitasi elaktron ke tingkat energi yang lebih tinggi yang dikenal sebagai orbital elektron "anti nonding". Eksitasi elaktron ($\sigma \rightarrow \sigma^*$) memberikan energi terbesar dan terjadi pada daerah ultraviolet jauh yang diberikan oleh ikatan tunggal sedangkan eksitasi elektron ($\pi \rightarrow \pi^*$) diberikan oleh ikatan rangkap dua dan tiga alkana dan alkuna)juga terjadi pada ultraviolet jauh.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

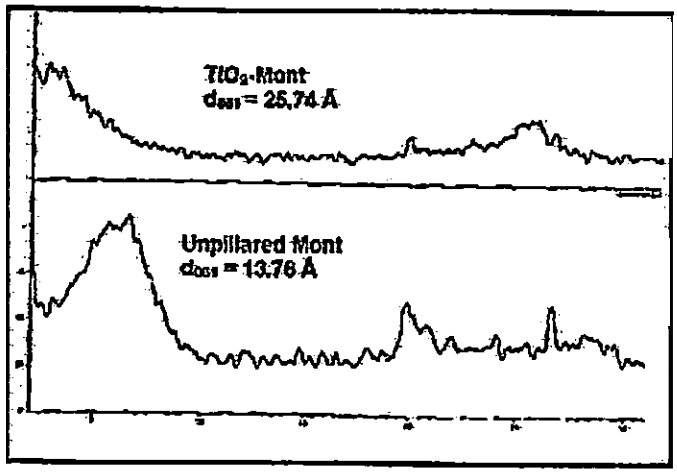
Dalam bab ini akan dibahas jalannya penelitian dan hasil yang diperoleh meliputi ; (1) sintesis dan karakteristik yang akan dianalisis menggunakan (a) metode difraksi sinar-X untuk mengetahui perubahan basal spacing d_{001} yang terjadi, (b) *Gas Sorption Analyzer* untuk mengetahui luas permukaan spesifik, volume total pori, dan (c) Analisis kandungan Ti dengan analisis Fluoresensi Sinar-X; (2) Aplikasi montmorilonit terpilar TiO_2 untuk mendegradasi *Alizarin S* dengan bantuan sinar UV, hasilnya kemudian dianalisis dengan spektrofotometer Uv-Vis.

5.1. Sintesis dan karakteristik montmorilonit alam dan TiO_2 montmorilonit

Pembentukan pilar TiO_2 di dalam antarlapis montmorillonit yang ditandai dengan pelebaran basal spacing, peningkatan luas permukaan spesifik dan volume total pori serta perubahan morfologi permukaan dapat dideteksi dengan menggunakan alat-alat karakerisasi seperti x-ray diffractometer, gas *sorption analyzer*, sementara itu, konsentrasi titan di dalam montmorillonit sebelum dan setelah pemilaran dapat ditentukan dengan menggunakan metoda analisis x-ray fluorescence.

5.1.1. Analisis Difraksi sinar-x

Hasil analisis karakterisasi dengan sinar-x (gambar 10) memperlihatkan bahwa interkalasi oksida titan menyebabkan kenaikan basal spacing montmorillonit sebesar 16,14 Å (d_{001}-9,6 Å, dimana 9,6 Å adalah ketebalan lapisan silika alumina). Apabila dibandingkan dengan basal spacing montmorillonit, maka pemilaran mengakibatkan kenaikan basal spacing sebesar 11,98 Å. Namun cara perhitungan kenaikan basal spacing yang terakhir tidak lazim digunakan karena kation-kation montmorillonit dalam kedaan terhidrat, sehingga nilai basal spacingnya sangat bervariasi tergantung jumlah air yang terhidrat. Hasil karakterisasi dengan metode analisis difraksi sinar-x ini menunjukkan bahwa interkalasi species pemilar titan yang diikuti dengan kalsinasi menghasilkan pelebaran basal spacing montmorillonit yang mengindikasikan terbentuknya pilar antarlapis montmorillonit.Hasil difaktogram sinar-X montmorilonit alam dan montmorilonit terpilar TiO_2 ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar. 10. Difaktogram sinar-x montmorillonit alam dan montmorillonit terpilar TiO_2

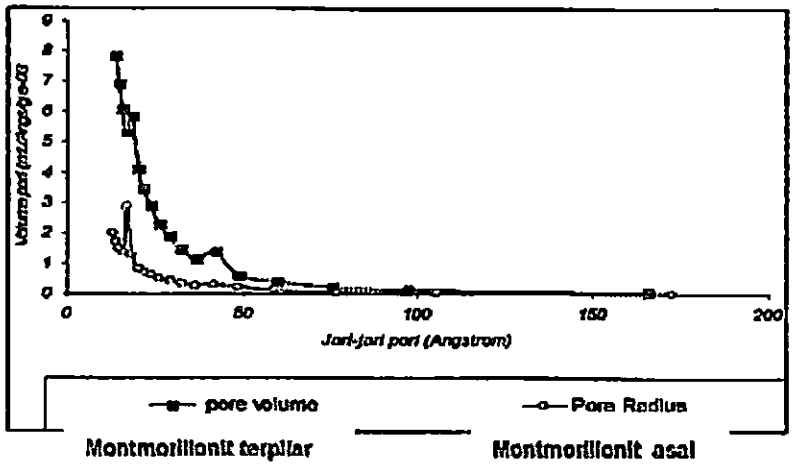
5.1.2. Analisis serapan gas

Analisis terhadap luas permukaan, volume total pori sert distribusi pori bahan menggunakan metode Brunnauer, Emmett dan Teller (BET). Hasil analisis disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Dataluas permukaan spesifik dan volume total pori sampel montmorillonit alam danTiO_2-montmorillonit

Sampel	Luas permukaan spesifik (m^2/g)	Volume total pori (x 10^{-3} mL/g)
Montmorilonit asal	69,71	50,70
Montmorilonit terpilar	208,12	167,87

Dari tabel 2 diatas dapat disimpulkan bahwa pilarisasi menyebabkan terjadinya kenaikan yang signifikan dari kedua parameter yang ada, yakni, luas permukaan spesifik, maupun volume total pori. Kenaikan ini disebabkan pilar yang terbentuk didalam antarlapis montmorillonit juga memiliki lisan sehingga memberikan kontribusi terhadap luas permukaan dan volume total pori secara keseluruhan.



Gambar 11. Distribusi ukuran pori dari montmorillonit alam dan montmorillonit terpilar TiO_2

Pilarisasi juga mengakibatkan pergeseran pori montmorillonit kearah meso dan makropori pada senyawa montmorillonit terpilat TiO_2 seperti ditunjukkan pada gambar 10. Gambar 11 memperlihatkan pola serapan gas Nitrogen untuk montmorillonit asal danTiO_2-montmorillonit. Dari pola itu terlihat bahwa pada kondisi tekanan gas nitrogen yang sama. TiO_2 montmorillonit menyerap gas nitrogen lebih banyak daripada montmorillonit asal. Hal ini disebabkan TiO_2-montmorillonit memiliki luas permukaan yang lebih besar daripada montmorillonit alam. Oleh karena itu TiO_2-montmorillonit diharapkan akan mampu menyerap molekul-molekul zat warna lebh banyak daripada montmorillonit ada atau dengan kata lain daya serap TiO_2-montmorillonit akan lebih besar daripada montmorillonit alam.

5.1.4. Analisis Fluoresensi Sinar-X

Hasil analisis unsur titan didalam montmorillonit maupun montmorillonit terpilar titan dioksida dengan menggunakan alat analisis x-ray fluoresence menunjukkan bahwa pilarisasi memberikan konsekuensi kenaikan konsentrasi Ti didalam montmorillonit sebesar 26,87% (b/b). Hal ini disebabkan TiO_2 tidak hanya terbentuk didalam antar lapis montmorillonit tetapi juga dipermukaan luar montmorillonit. Hal ini didukung oleh data pengukuran luas permukaan pori yang menungkat sangat sangat signifikan pada luas permukaan spesifik TiO_2-montmorillonit.

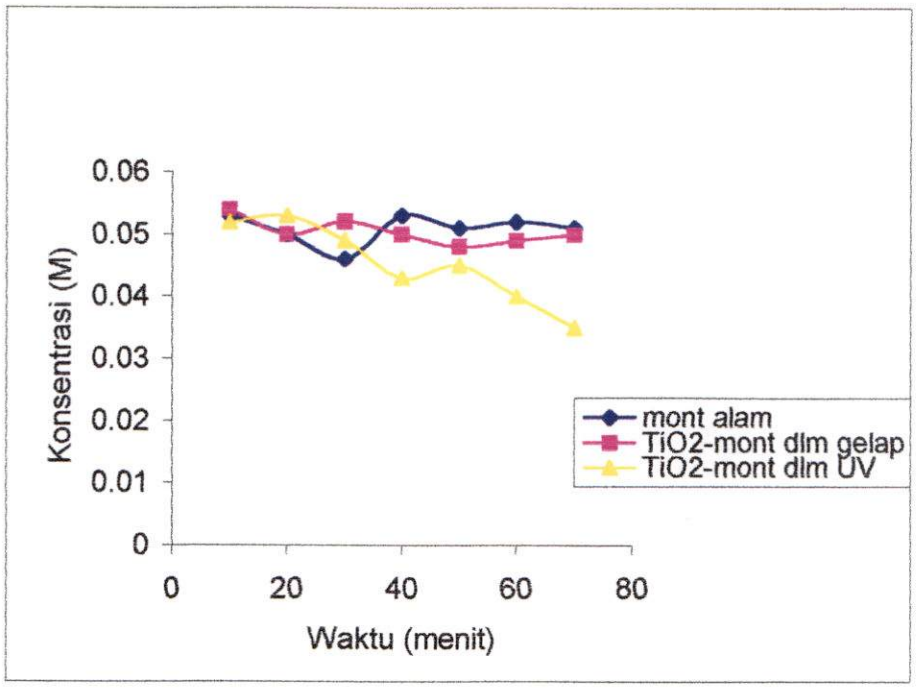
5.2 Fotodegradasi *Alizarin S* menggunakan TiO_2 –Montmorillonit sebagai katalis

Fotodegradasi *Alizarin S* dengan menggunakan montmorillonit terpilar TiO_2 sebagai katalis digunakan dengan menggunakan bantuan sinar UV pada panjang gelombang 350 nm. Dimana montmorillonit digunakan sebagai inang dari bahan semikonduktor TiO_2 yang memiliki kemampuan untuk memdegradasi senyawa-senyawa organik. Reaski tang terjadi pada degradasi *Alizarin S* adalah reaksi redoks dimana terjadi pelepasan dan penangkapan elaktron yang disebabkan oleh enargi foton hv.

Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh waktu penyinaran terhadap pengurangan *Alizarin S*. Degradasi *Alizarin S* menggunakan montmorillonit terpilar TiO_2 dilakukan dengan beberapa variasi waktu yaitu 10, 20, 30, 40, 50, 60, dan 70 menit dengan menggunakan bantuan sinar UV. Hasil kurva pengurangan konsentrasi *Alizarin S* dapat dilihat pada lampiran 3.

5.2.1. Pengaruh waktu penyinaran terhadap pengurangan konsentrasi *Alizarin S*

Dari hasil analisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelomgbang 508 nm menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi *Alizarin S* setelah ditambah dengan montmorilonit terpilar TiO_2 disertai penyinaran dengan sinar UV. Hasil pengamatan dalam gambar 13 menunjukkan bahwa secara umum semakin lama waktu penyinaran, maka pengurangan jumlah *Alizarin S* semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin lama kontak antara fotokatalis dengan *Alizarin S* dan semakin lama penyinaran maka banyak foton yang terserap oleh fotokatalis.



Gambar. 12. Grafik Degradasi *Alizarin S*

Gambar 12 menampilkan kurva degradasi *Alizarin S* dengan fotokatalis TiO_2-montmorillonit dan sinar UV, pembanding montmorillonit alam TiO_2 tanpa sinar UV. Dari kurva itu dapat dilihat bahwa konsentrasi alizarin S berkurang secara berarti. Sistem pembanding montmorillonit alam dan TiO_2-montmorillonit tanpa sinar UV tidak menyebabkan perubahan konsentrasi *Alizarin S* secara berarti, kecuali dimenit-menit ke-10 dan ke-20. Hal ini menunjukkan bahwa sistem fotokatalis TiO_2-montmorillonit dan sinar UV memegang peranan penting dalam degradasi *Alizarin S*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemilaran antarlapis silikat montmorillonit menggunakan TiO_2 telah menigkatkan luas permukaan spesifik sebesar 208,12 m^2/g volume total pori sebesar $167,87.10^{-3}$ mL/g. Pemilaran menggunakan TiO_2, ini juga dapat menyebabkan peningkatan basal spacing (d_{001}) montmorillonit ≥ 16,14 Å dengan kandungan titan sebesar 26.87 % (b/b).
2. Montmorillonit terpilar TiO_2 memiliki kemampuan sebagai katalis reaksi fotodegradasi lebih baik daripada montmorillonit alam, dengan turunnya konsentrasi tiap penambahan waktu penyinaran pada saat fotodegradasi.

6.2 Saran

Perlu dilakukan kajian fotokatalisasi terhadap polutan organik dari limbah industri atau rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

Baksh, M.S., Kikkides, E.D., dan Yang, R.T., 1992, Characterization by Physisorption of a New Class of Microporous Adsorbents: *Pillared Clays, Ind. Eng. Chem. Res.*, 31,218-2189.

Breen, C., Clegg, F., Hughes, T. L. dan Yarwood,., 2001, *Disthinguishing Interlayer Cations in Montmorillonite by Thermal Analysis of Dimethylformamide-Saturated* Sampel, J. Phys. Chem. B, 105, 4872-4878.

Brindlcy, G.W. dan Yamanaka, S., 1979, A Study of Hydroxy-Cromium Montmorillonite and the From of The Hydroxy-Cromium Polymers, *American Mineralogist*, 64, 830-835.

Brus, L., 1984, Electron-Electron and Electron-Hole Interaction in Small Semiconductors Cristallites; *The Size Dependence of The Lowes Excited Electronic State, J. Phys. Chem.*, 80 (9), 4403-4409.

Cheng, L.S. dan Yang, R.T., 1995, A New Class of Non-Zeolite Sorben for Air Separation: Pillared Clay, ind. Eng. Chem. Res., 31, 2001-2028.

Constantino, U., 1991, Ion Exchange and Intercalation as Tools to Obtain Pillared Layered Structure, *Post Conference of Ion Exchange*, Tokyo.

Cotton, F.A., Wilkinson, G., Murillo, C.a., dan Bochmann, M., 1999, *Advanced Inorganic Chemistry*, 6th ed., John Willey & Sons Inc., Kanada.

Derek, l.H., Briber, R.M. dan Glinkan, j.C., 2001, Characterization of Organically Modified Clays Using *Scaterring and Microscopy Tecniques*, Chem. Mater., 13, 2154-2159.

Ding, Z., Kloprogge, J.T., and Frost, R.L., 2001, *Porous Clays and Pillared Clays-Based Catalyst. Part 2: A Review of The Catalytic and Molecular Sieve Applications, j. Por. Mater.*, 8, 273-293.

Drljaca, A., Spiccia, L., Anderson, J.R., dan Turney, T.W., 1997, Intercalation of Montmorillonit Clay with Individual Oligomeric Rhodium (III) Aqua Cation, *Inorg. Chem. Acta.*, 254,219-224.

Gil, A., Vicente, M.A. dan Gandia, L.M., 2000, Main Factor Controlling The Texture of Zorconia and Alumina Pillared Clays, *Microporous and Mesoporous Material*, 34, 115-125.

Hoffman, M.R., Martin, S.T., Choi, W. dan Bahnemann, D.W., 1995, Environmental Application of Semiconductor Photocatalysis, *Chem. Rev.*, 95, 69-96.

Houas, A. Lancheb, H, Ksibi, M, Elaloui, E, Guillared C, Herrmann, J-M, 2001, Photo-*catalytic degradation pathway of methylene blue in water*, Applied Catalysis B:Enviromental 31, 145-157.

Hutson, N. D., Hoekstra, M. J. dan Yang, R.T., 1999, Control of Microporosity of Al_2O_3-Pillared Clays: Effect of Ph, Calcination Temperature and Clay cations Exchange Capacity, Microporous and Mesoporous Material, 28, 447-459.

Lancheb, H, Puzenad, E, Houas, A, Ksibi, M, Elaloui, E, Guillared, C and Hermann, J-M., 2002, Photocatalytic degradation of varios type of dyes (*Alizarin S, Crocein Orange g, Methyk Red, Congo Red,Methylene blue)* in water by UV-irradiated titania, Applied Catalysis B: Enviromental, 39, 74-90.

Leonard, V.I., 1995, *Materials Chemistry an Emerging Disipline*, ACS, Washington.

Lowell, S., dan Shields, J.E., 1984, *Powder Surface Area and Porosity*, 2nd ed., Chapman and Hall Ltd., London

Marshal, R.E., 1935, Layer Lattice and the Base Exchange Clays, Z. Krist, 91A, 433

Mokaya, R. dan Jones, W., 1995, Pillared Clays and Pillared Acid-Activated Clays: A Comparative Study of Physical, Acidic and Catalitic Properties, *J. Catal.*, 153, 76-85.

Murtado. H., 1994, Kajian Reaksi Pertukaran Ion Kalsium oleh Ion Natrium pada Bentonit Alam (Bentonit-Ca), Skripsi, FMIPA UGM, Yogyakarta.

Nogueira, R.F.P, and Jardim, W.F, 1993, *Photodegradation of methylene Blue Using Solar Light and Semiconductor* (TiO_2), *Journal of Chemical Education*, Vol.70, Nr. 10, 861-862.

Occeli, M. L., Bertrand, J.A., Gould, S.A.C. dan Dominiques, J.M., 2000, Physico-chemical Characteriszation of Texas Montmorillonite Pillared With Polyoxocation of Aluminium Part I : The Micropous Structure, Micropous and Mesoporous Material, 34, 195-206.

Ogawa, M., 1992, *Preparation of Clay-Organic Intercalation Compounds by Solid-solid Reaction and Their Application to Photofunctional Material*, Dissertation, Waseda University, Tokyo.

Ohtsuka, K., 1997, Preparation of Proporties of Two Dimensional Microporous Pillared Interlayered Solids, Chem. Mater., 9, 2039-2050.

Ooka, C. A., Ohashi, Y., Hourichi, T., Suzuki, K., Komai, S., Yoshida, H., and Hattori, T., 1999, Crystalization of Hidrothermally Treated TiO_2 Pillars in Pillared Montmorillonite for Improvement of the *Photocatalytic Activity, J. Mater. Chem.*, 9, 2943-2952.

Oscik, J., 1982, Adsorption, John Willey and Sons Inc, West Sussex.

Pinnavia, T.J., 1983, Intercalated Clay Catalyst, *Science*, 220, 4595, 365-371.

Pinnavia, T.J. dan Kim, H., 1992, Molecular Engineering of Smectite Clays, *Zeolite Microporous Solids: Synthesis, Structure and Reactivity*, Kluwer Academic Publisher, Netherlands.

Riyanto, A., 1994, Bahan Galian Industri, Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.

Sychev, M., Shubina, T., Rozwadowski, M., Sommen, A.P.B., De Beer, V.H.S., and Van Santen, R.a., 2000, Caracterization of the Microporosity of Chromia and Titania Pillared Montmorillonites Diffeering in Pillared Density. I. Adsorption of Nitrogen, Micropor-mesopor Mater., 37, 187-200.

Simpen, 1 N., 2001, *Preparasi dan Karakterisasi Lempung Montmorillonit Teraktivasi Asam Terpilar TiO_2*, Thesis S-2, UGM, Yogyakarta..

Susetyo, W., 1988, *Spektrometer Gamma dan Penerapan dalam Analisis Pengaktifan Neutron*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarata.

Sychev, M., Shubina, T., Rozwadowski, M., Sommen, A.P.b., Beer, V.H.J.D., and Van Sant, R.A., 2000, Characteritation of The Microporosity of Chromia and Titania-pillared Montmorillonite Differing in Pillar Density: Adsorbtion of Nitrogen, *Microcoporous and Mesoporous Mater.*, 37, 187-200.

Tan, K.H., 1982, *Dasar-dasar Kimia Tanah, edisi pertama*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Theng, B.K.G., 1997, *The Chemistry of Clay Organic Reaction*, Adam Higler, London.

Toranzo, R., Vicente, A. dan Banares-Munoz, M.A., 1997, Pillaring of A Saponite mith Aluminium-Chromium Oligomers: Characterization of The Solid Obtained, Chem.Mater., 1892-1863.

Van Olphen, H., 1977, *An Introduction to Clay Coloid Chemistry for Clay Tecnologist, Geologist and Soil Scientist*, 2nd edition, A Willey Interscience Publication, Canada.

Vicente, M.A., Banares-Munoz, M.A., Gandia, L.M. dan Gil, A., 2001, On The Structural Charges of A Saponite Intercalated with Varios Polycations upon Thermal Treatment, Applied Catalyst A., 217, 191-204.

West, A.R., 1984, Solid State Chemistry and its Application, John Willey and Sons, New York.

Wiederrecht, G.P., Sandi, g., Carado, K.A. dan Seifert, S., 2001, Intermolecular Dimerization within Pillared, Layered Clays Templates, Chem. Mater., 13, 4233-4238.

Wijaya, K., 1995, *Interkalasi Senyawa-Senyawa Fotokromik Kedalam Antar Lapis Smektit dan Pemanfaatannya untuk Bahan Penyimpan Data Optik*, Penelitian P4M, UGM, Yogyakarta.

Wijaya, K., 2000, Lempung Terpilar (*Pillared Clay*) Sebagai Material Multiguna, Eksakta, 1, 2, 1-10.

Widihati, I.A.G., 2002, Sintesis Lempung Montmorillonit Terpilar Fe_2O_3 dan Kajian Sifat Kimia Fisiknya, Tesis Program Pasca Sarjana, UGM, Yogjakarta.

Yang, R.T., Chem, J.P., Kikinides, E.S. dan Cheng, L.S., 1992, Pillared Clay as Superior Catalyst for Selective Catalytic Reduction of NO with NH_3, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 31, 1440-1445.

Lampiran 1. Data kandungan lempung bentonit dari PT.Tunas Inti Makmur, Semarang

P.T.TUNAS INTI MAKMUR

CHEMICAL INDUSTRY

Chemical Analysis	Na Bentonit
Component	**A 3**
SiO_2	61,02%
Al_2O_3	15,21%
Fe_2O_3	4,89%
TiO_2	0,62%
CaO	2,08%
MgO	1,94%
K_2O	0,46%
Na_2O	3,45%
LOI	10,31%

Lampiran 2. Data absorbansi dan konsentrasi *Alizarin S* setelah fotodegradasi dengan sinar UV dan dikatalisis menggunakan TiO_2-montmorillonit serta montmorillonit alam.

Waktu (menit)	$A_{Mont.}$	A TiO_2-Mont. Uv	A TiO_2-mont gelap	$C_{Mont.}$ (M)	C TiO_2-Mont. (M)	C $TiO_{2\text{-mont}}$ gelap (M)
10	0,456	0,446	0,463	0,053	0,052	0,054
20	0,247	0,454	0,427	0,050	0,0053	0,050
30	0,391	0,418	0,446	0,046	0,049	0,052
40	0,455	0,364	0,427	0,053	0,043	0,050
50	0,437	0,382	0,409	0,051	0,045	0,048
60	0,446	0,336	0,418	0,052	0,040	0,049
70	0,436	0,291	0,427	0,051	0,035	0,050

Lampiran 3. Perhitungan persentase pengurangan konsentrasi *Alizarin S*

$$\% \text{ pengurangan} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100$$

Dengan C_t = konsentrasi *Alizarin S* setelah t menit

C_0 = Konsentrasi awal *Alizarin S* (0,1 mM)

Persentase pengurangan *Alizarin S* akibat penyinaran UV dikatalis montmorillonit alam.

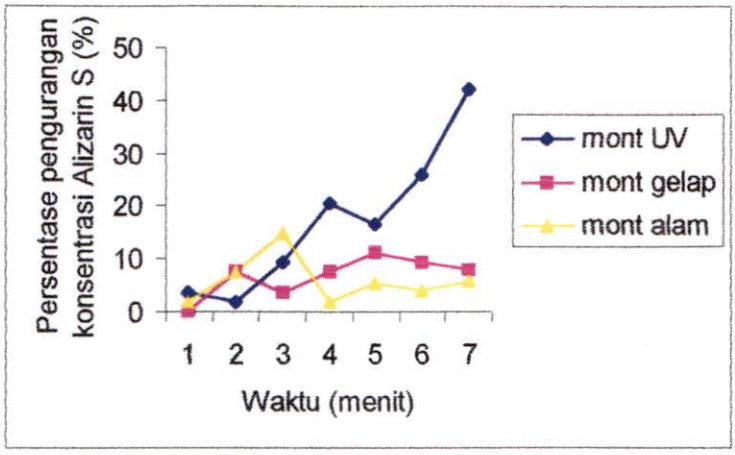
Waktu	C_t (Mm)	% pengurangan
10	0,053	87,03
20	0,050	50
30	0,046	54
40	0,053	87,03
50	0,051	49
60	0,052	48
70	0,051	49

Persentase pengurangan *Alizarin S* akibat penyinaran UV dikalis TiO_2-montmorillonit

Waktu	C_t (Mm)	% pengurangan
10	0,052	48
20	0,053	47
30	0,049	51
40	0,043	57
50	0,045	55
60	0,040	60
70	0,035	65

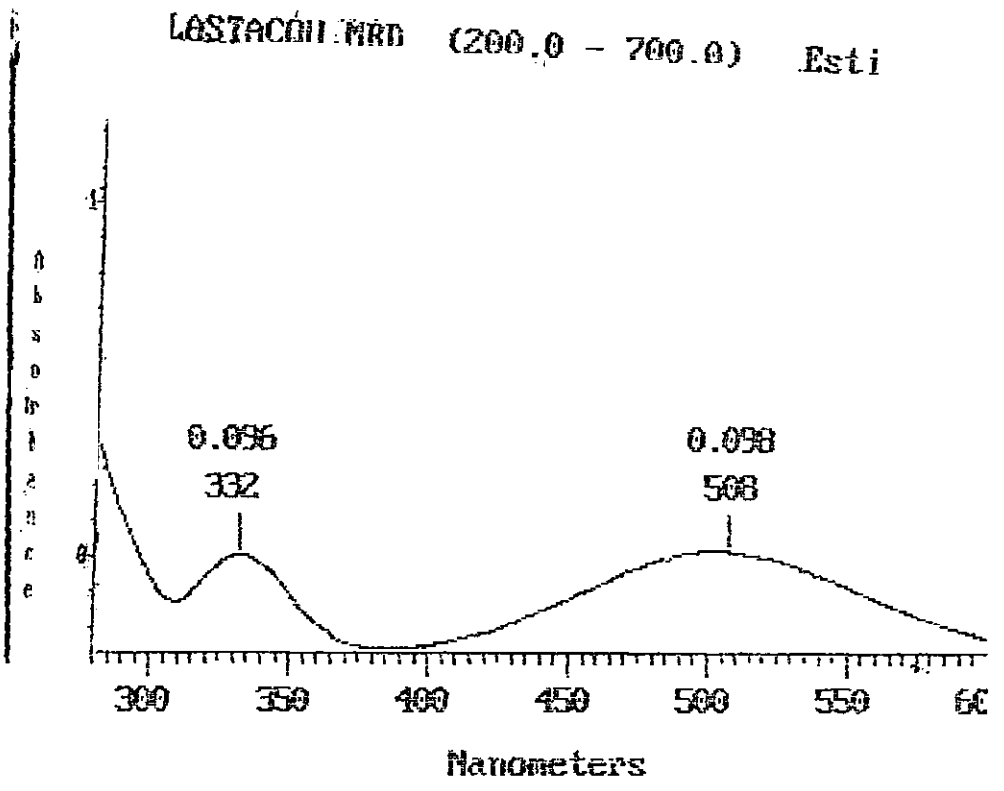
Persentase pengurangan *Alizarin S* akibat dikalis TiO_2-montmorillonit

Waktu	C_t (Mm)	% pengurangan
10	0,054	46
20	0,050	50
30	0,052	48
40	0,050	50
50	0,048	52
60	0,049	51
70	0,050	50



Grafik persentase pengurangan *Alizarin S* oleh montmorillonit alam dan TiO_2-montmorillonit dengan radiasi UV dan TiO_2-montmorillonit tanpa radiasi UV

Lampiran 4. Grafik panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis



Lampiran 4. Data analisis serapan gas

Montmorillonit

P/P°	$\frac{1}{W(P/P°)-1}$
0,041662	2,162462
0,073475	3,699148
0,146993	7,315379
0,196815	9,920543

Slope = 49,905408
Intersep = 0,048416
Koefisien korelasi = 0,999882

Luas permukaan = 18,349610 m^2
Luas permukaan spesifik = 69,714713m^2/g

Jejari pori (Å)	Volume pori (x10^{-3} mL/Å/g)
172,709273	0,011843
105,709273	0,032516
76,516637	0,061634
59,979971	0,103927
48,212927	0,190653
42,069092	0,299995
36,542597	0,259143
32,819174	0,326944
29,303882	0,430564
26,426410	0,494535
24,071690	0,604500
21,984577	0,689723
20,19899	0,817137
18,575020	1,296362
17,203175	2,880701
16,015549	1,354817
14,862922	1,496682
13,78644	1,694479
12,701684	1,988701

Volume total pori adalah 50,700371 x 10^{-3} mL/Å/g

Lampiran 4. Data analisis serapan gas (lanjutan)

TiO_2-montmorillonit

P/P°	$\frac{1}{W(P/P°)-1}$
0,101749	1,700498
0,141596	2,305529
0,195096	3,128619
0,247763	3,974083
0,291665	4,729795

Slope = 15,899419
Intersep = 0,058193
Koefisien korelasi = 0,999722

Luas permukaan = 46,484149 m^2
Luas permukaan spesifik = 208,12 m^2/g

Jejari pori (Å)	Volume pori ($x10^{-3}$ mL/Å/g)
663,054614	90,718491
178,924460	89,378304
108,260223	87,724611
78,199385	85,657217
62,754034	83,135032
52,527116	79,288579
44,373831	76,156557
38,581436	72,335229
34,306157	68,494942
30,795402	64,073819
28,068127	59,340233
25,588805	55,078827
23,450214	48,511142
21,752299	43,760303
20,047358	37,621753
18,468106	30,400014
17,161623	22,280632
15,990763	15,755458
14,906580	7,061556

Volume total pori adalah 167,87 x 10^{-3} mL/Å/g

Lampiran 5. Difaktogram sinar-x dari montmorillonit alam

p Name : Standard
Name : Rambat-1
Name : Rambat-1.PKR
le Name : NaBentonit
ent : NaBentonit

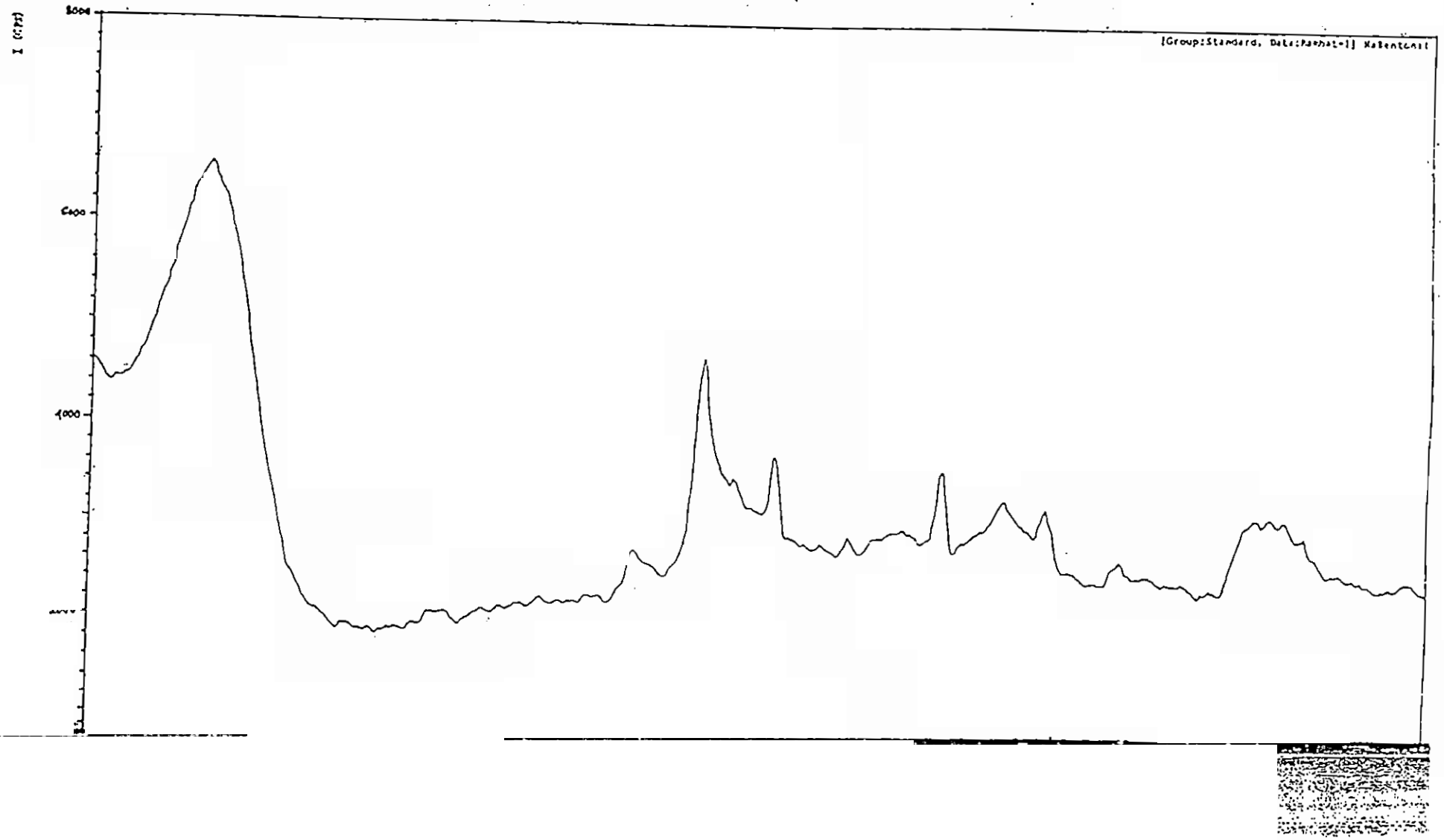
rongest 3 peaks

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
5	5.8200	15.17317	100	0.00000	496	0
16	19.8828	4.46186	70	0.74100	349	13912
6	6.9000	12.80047	65	1.12660	324	31291

ak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	3.3800	26.11914	5	0.45000	25	526
2	3.8600	22.87217	15	0.60800	74	1932
3	4.4400	19.88558	40	0.92000	196	9085
4	4.9400	17.87393	64	0.00000	315	0
5	5.8200	15.17317	100	0.00000	496	0
6	6.9000	12.80047	65	1.12660	324	31291
7	7.8400	11.26770	15	0.49000	72	2377
8	12.1000	7.30861	4	0.16000	20	204
9	12.4800	7.08691	3	0.42000	16	403
10	15.1816	5.83131	3	0.23670	17	444
11	16.8421	5.25994	3	0.06430	15	153
12	17.4400	5.08094	3	0.22660	17	245
13	17.8000	4.97898	14	0.36000	70	1230
14	18.3200	4.83881	8	0.52000	40	1185
15	19.1200	4.63812	7	0.38660	33	973
16	19.8828	4.46186	70	0.74100	349	13912
17	20.6800	4.29163	29	0.00000	144	0
18	21.2800	4.17196	19	0.00000	93	0
19	21.8560	4.06329	35	0.41210	175	4665
20	22.4000	3.96583	7	0.40000	33	812
21	22.7800	3.90052	5	0.10000	25	187
22	23.2260	3.82662	5	0.25200	24	426
23	23.9425	3.71371	7	0.27500	34	425
24	24.6200	3.61302	6	0.20000	29	749
25	25.0200	3.55616	8	0.00000	40	0
26	25.5000	3.49030	9	0.70000	47	1918
27	26.5692	3.35222	29	0.31040	145	2412
28	27.2000	3.27589	6	0.44000	29	521
29	27.5200	3.23852	9	0.48000	43	637
30	27.6600	3.22245	10	0.00000	48	0
31	28.3200	3.14883	22	1.03340	110	4967
32	28.8800	3.08903	14	0.00000	71	0
33	29.4067	3.03489	23	0.48000	113	3429
34	30.0700	2.96944	3	0.26000	17	401
35	31.3671	2.84954	8	0.38570	41	906
36	32.1700	2.78023	4	0.40400	19	602
37	35.2000	2.54754	24	1.24000	119	5421
38	35.5200	2.52532	24	0.00000	119	0
39	35.9800	2.49408	23	0.00000	113	0
40	36.4600	2.46234	17	0.00000	83	0
41	36.9600	2.43017	9	0.42660	45	2039
42	37.5200	2.39518	6	0.60000	28	790
43	37.9200	2.37083	3	0.00000	17	0
44	38.0400	2.36362	4	0.17340		363

File Name : Standard\Rambat-1
Sample Name : NaBentonit
Date & Time : 04-08-02 12:27:04
Comment : NaBentonit
Condition
X-ray Tube : Cu(1.54060 A) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA
Scan Range : 2.5000 <-> 40.0000 deg Step Size : 0.0200 deg
Count Time : 0.24 sec Slit DS : 0.50 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm



Lampiran 6. Difaktogram sinar-x dari montmorillonit terpilar TiO_2

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

ata Infomation
      Group Name            : Standard
      Data Name             : Eko Adi-1
      File Name             : Eko Adi-1.PKR
      Sample Name           : PILC
      Comment               : PILC-100
      Date & Time           : 05-11-02 12:36:04

asurement Condition
 X-ray tube
      target                : Cu
      voltage               : 40.0  (kV)
      current               : 30.0  (mA)
 Slits
      divergence slit       :  0.50 (deg)
      scatter slit          :  1.00 (deg)
      receiving slit        :  0.30 (mm)
 Scanning
      drive axis            : Theta-2Theta
      scan range            :    2.5000 - 40.0000 (deg)
      scan mode             : Continuous Scan
      scan speed            :    5.0000 (deg/min)
      sampling pitch        :    0.0200 (deg)
      preset time           :    0.24 (sec)

Data Process Condition
 Smoothing                  [ AUTO ]
      smoothing points      : 27
 B.G.Subtraction            [ AUTO ]
      sampling points       : 27
      repeat times          : 30
 Kal-a2 Separate            [ MANUAL ]
      Kal a2 ratio          : 50 (%)
 Peak Search                [ AUTO ]
      differential points   : 69
      FWHM threshold        : 0.050 (deg)
      intensity threshold   : 30 (par mil)
      FWHM ratio  (n-1)/n   : 2
 System error Correction    [ NO ]
 Precise peak Correction    [ NO ]
```

*** Basic Data Process ***

Group Name : Standard
Data Name : Eko_Adi-1
File Name : Eko-Adi-1.PKR
Sample Name : PILC
Comment : PILC-100

strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	E
1	13	25.2200	3.52841	100	1
2	8	19.9121	4.45536	93	0
3	14	26.5915	3.34946	82	0

Peak Data List

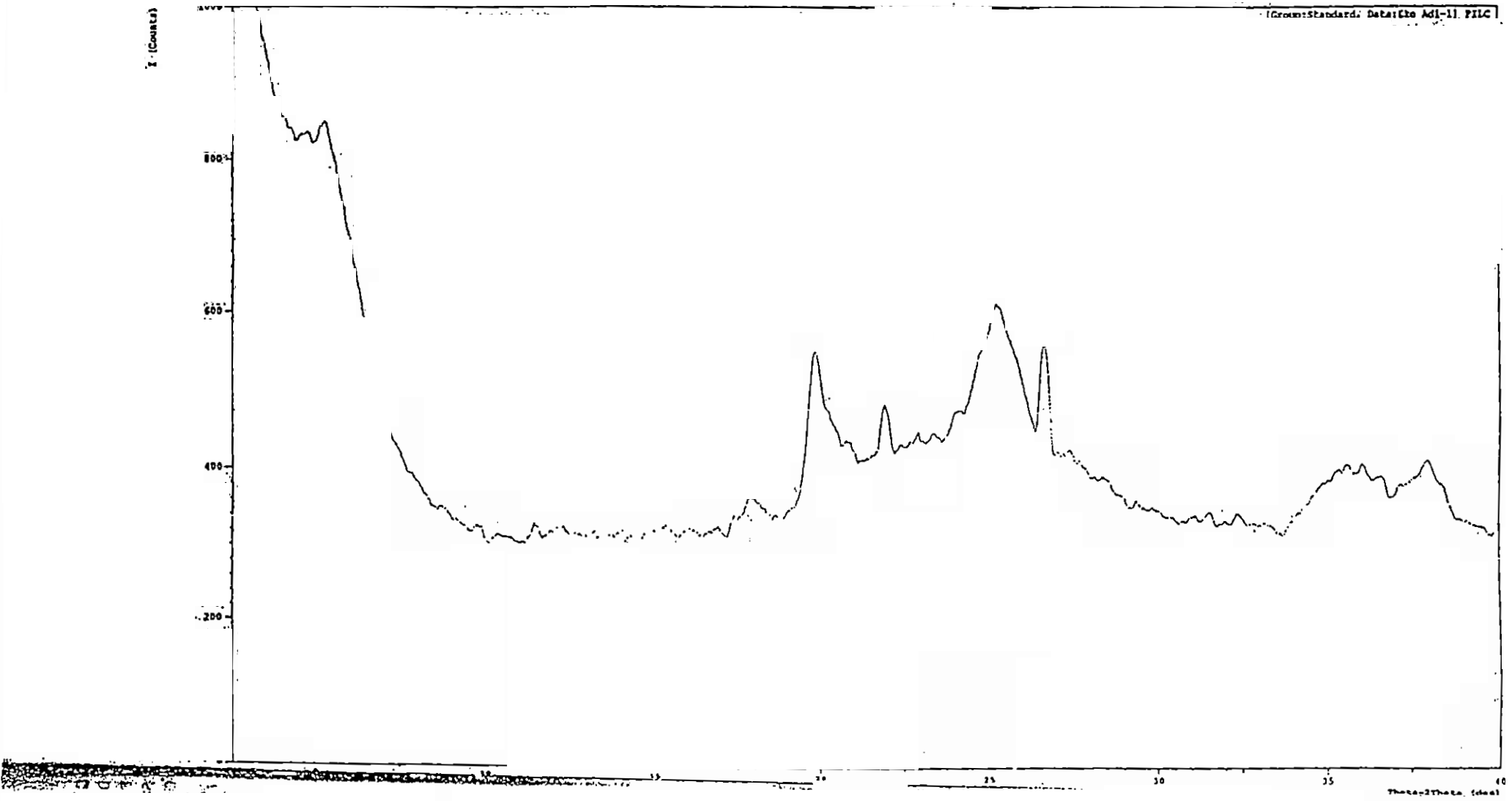
peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	E		
1	5.4966	16.06516	74	1		
2	8.9800	9.83968	4	0		
3	9.7400	9.07354	7	0		
4	9.9000	8.92725	9	0		
5	11.4900	7.69521	12	0		
6	15.3466	5.76898	7	0		
7	17.9364	4.94142	22	0		
8	19.9121	4.45536	93	0		
9	20.4200	4.34568	39			
10	21.8761	4.05961	44			
11	22.6550	3.92176	20			
12	24.2600	3.66582	26			
13	25.2200	3.52841	100			
14	26.5915	3.34946	82			
15	27.5600	3.23391	11			
16	28.4075	3.13933	9			
17	30.0550	2.97089	5	0.07000	7	42
18	31.4925	2.83848	9	0.18500	13	190
19	32.3366	2.76629	9	0.24670	12	168
20	35.6225	2.51829	39	2.19500	54	5218
21	37.8400	2.37565	39	1.24000	54	2924

Condition

X-ray Tube : Cu(1.54060 A) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA

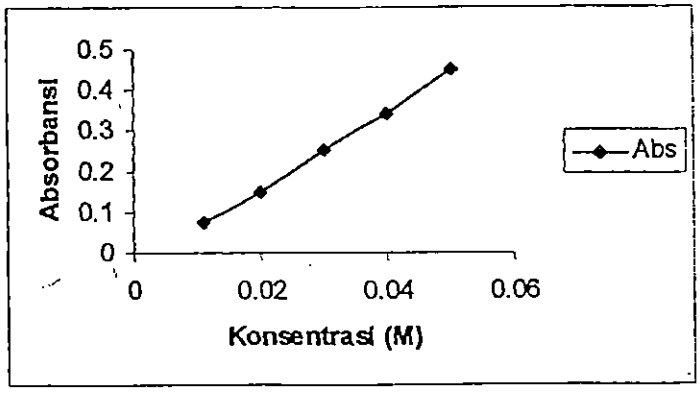
Scan Range : 2.5000 <-> 40.0000 deg Step Size : 0.0200 deg

Count Time : 0.24 sec Slit : DS : 0.50 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm



Lampiran 8. Grafik Standar *Alizarin S*

Absorbansi	konsentrasi
0,01	0,075
0,02	0,147
0,03	0,254
0,04	0,345
0,05	0,452



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MAJU

Jl. Babarsari, Kotak Pos 1008, Yogyakarta 55010 Indonesia - Telepon : (0274) 515435, 511762
Fax. (0274) 561824, E-mail :<p3tm@indo.net.id>

DATA ANALISIS SAMPEL TiO_2 MONTMORRILLONIT MENGGUNAKAN ALAT X-RAY FLUORESCENCE (XRF) (DAMIANA AYU PUTRI DEWANTI, F-MIPA UGM , YOGYAKARTA)

HASIL PENGUJIAN :

NO	NAMA SAMPEL	PARAMETER	KADAR (%)	METODE
1.	TiO_2 Montmorillonit	Ti	26.8663	XRF
2	Montmorillonit Alam	Ti	0.5831	XRF

Yogyakarta, 9 September 2003
Kapok Difsar Inovasi Bahan.

Dr.ir. Agus Taftazani
NIP. : 330002278