

SKRIPSI

**KAJIAN BENTONIT TERAKTIVASI ASAM DAN BASA
SEBAGAI BLEACHING EARTH PADA PROSES PENGOLAHAN
MINYAK SAWIT MENTAH (*Crude Palm Oil*)**



Oleh:
Kristiana Fajariatri
12630042

**PRODI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2016**

**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kristiana Fajariatri

NIM : 12630042

Judul Skripsi : Bentonit Teraktivasi Asam dan Basa Sebagai Agen Pemucat
Minyak Sawit Mentah (*Crude Palm Oil*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 Maret 2016

Pembimbing

Irwan Nggraha, M.Sc

NIP. 19820329 201101 1 005



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kristiana Fajariatri

NIM : 12630042

Judul Skripsi : Kajian Bentonit Teraktivasi Asam dan Basa Sebagai
Bleaching Earth Pada Proses Pengolahan Minyak Sawit Mentah (*Crude Palm Oil*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 4 April 2016

Konsultan,



Pedy Artsanti, M.Sc

NIP. 19720306 0000002301



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kristiana Fajariati

NIM : 12630042

Judul Skripsi : Kajian Bentonit Teraktivasi Asam dan Basa Sebagai
Bleaching Earth Pada Proses Pengolahan Minyak
Sawit Mentah (*Crude Palm Oil*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 4 April 2016
Konsultan,

Dr. Imelda Fajriati, M.Si
NIP. 19750725 200003 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI



PENGESAHAN SKRIPSI



HALAMAN PERSEMBAHAN

*Karya ini kami dedikasikan
Untuk almamater Program Studi Kimia
UIN Sunan Kalijaga*



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim,

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, dan hidayah-NYA sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari begitu banyak rintangan yang harus dilalui untuk menyelesaiannya dan penulis yakin tanpa bimbingan-NYA maka penulisan skripsi ini tidak dapat terselesaikan. Salam dan solawat penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, semoga kita senantiasa digolongkan menjadi orang-orang yang mengikuti sunahnya hingga akhir zaman. Amin Ya Robbal' alamin

Dalam penulisan skripsi ini , tidak terlepas dari bantuan semua pihak. Oleh sebab itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap demi tahap penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Irwan Nugraha, M.Sc., selaku dosen pembimbing sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dengan penuh perhatian sejak penyusunan proposal penelitian sampai penulisan skripsi.
2. Bapak Dr. Yateman Arryanto selaku dosen pembimbing lapangan yang telah membimbing serta memberikan saran dan fasilitas selama masa penelitian.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., Selaku Kaprodi Kimia yang telah memberikan pengarahan dan motivasi selama masa studi.
4. Suami, anak beserta keluarga besar yang telah memberikan perhatian, doa, dukungan moral dan semangat.
5. Teman-teman Program Studi Kimia angkatan 2012 yang tidak penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu selama masa studi.

6. Teman-teman penelitian di Laboratorium Kimia Anorganik FMIPA UGM yang telah memberikan saran, masukan dan bantuan selama penulisan skripsi.
7. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap karya sederhana ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta memberikan manfaat bagi para pembaca. Namun demikian, penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaikinya sehingga apa yang penulis sajikan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya.

Yogyakarta, 18 Maret 2016

Kristiana Fajariatri

12630042

DAFTAR ISI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR	ii
NOTA DINAS KONSULTAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN SKRIPSI	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	Error! Bookmark
A. Tinjauan Pustaka	Error! Bookmark
B. Landasan Teori.....	Error! Bookmark
1. Bentonit	Error! Bookmark not
2. Minyak Sawit Mentah (<i>Crude Palm Oil</i>)	Error! Bookmark not
3. Adsorpsi	Error! Bookmark not
BAB III METODE PENELITIAN	Error! Bookmark
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	Error! Bookmark
B. Alat-alat Penelitian.....	Error! Bookmark
C. Bahan Penelitian.....	Error! Bookmark
D. Cara Kerja Penelitian.....	Error! Bookmark
BAB IV PEMBAHASAN	Error! Bookmark
A. Karakterisasi bentonit alam, bentonit teraktivasi asam, teraktivasi basa, dan teraktivasi asam basa	Error! Bookmark
1. Karakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR	Error! Bookmark not
2. Karakterisasi difraksi sinar x (XRD)	Error! Bookmark not
B. Analisis luas permukaan dan volume pori.....	Error! Bookmark
C. Karakteristik bentonit termodifikasi sebagai <i>bleaching earth</i>	Error! Bookmark
D. Pengaruh karakteristik bentonit sebagai <i>bleaching earth</i> pada proses pengolahan minyak sawit mentah (CPO)	Error! Bookmark
1. Pengaruh bentonit alam terhadap adsorpsi CPO	Error! Bookmark not
2. Pengaruh bentonit teraktivasi asam terhadap adsorpsi CPO	Error! Bookmark not
3. Pengaruh bentonit teraktivasi basa terhadap adsorpsi CPO	Error! Bookmark not
4. Pengaruh bentonit teraktivasi asam basa terhadap adsorpsi CPO	Error! Bookmark not
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	5
A. Kesimpulan	5
B. Saran	5

DAFTAR PUSTAKA	6
LAMPIRAN	10



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Struktur Lempung montmorilonit..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2.2 Rumus Struktur β karoten **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2.3 Mekanisme adsorpsi β -caroten oleh bentonit**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.1 Gambar Spektra FTIR..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.2 Difraktogram sampel bentonit..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.3 Grafik distribusi pori..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4.4 Reaksi penyabunan minyak sawit oleh basa**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Komposisi asam lemak dalam minyak sawit**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 2.2 Komposisi utama minyak sawit mentah (CPO)**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.1 Data hasil analisis luas permukaan, volume pori total dan diameter
pori**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.2 Perbandingan sifat fisika dan kimia *bleaching earth* komersial dan
bleaching earth hasil modifikasi**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4. 3 Data hasil absorbansi CPO dan *bleaching power* bentonit**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Spektra IR bentonit alam	10
Lampiran 1.2 Spektra IR bentonit teraktivasi asam.....	10
Lampiran 1.3 Spektra IR bentonit teraktivasi basa.....	11
Lampiran 1.4 Spektra IR bentonit teraktivasi asam basa.....	11
Lampiran 1.5 Tabel Perubahan Puncak Bentonit Alam dan Bentonit Teraktivasi	12
Lampiran 2.1 Difraktogram Bentonit Alam Ponorogo	13
Lampiran 2.2 Difraktogram Bentonit Teraktivasi Asam	14
Lampiran 2.3 Difraktogram Bentonit Teraktivasi Basa.....	15
Lampiran 2.4 Difraktogram Bentonit Teraktivasi Asam Basa.....	17
Lampiran 3. 1 Penentuan panjang gelombang maksimum serapan CPO murni ...	18
Lampiran 4. 1 Grafik Volume Pori Bentonit Alam	19
Lampiran 4. 2 Grafik Volume Pori Bentonit Teraktivasi Asam	20
Lampiran 4. 3 Grafik Volume Pori Bentonit Teraktivasi Basa.....	21
Lampiran 4. 4 Grafik Volume Pori Bentonit Teraktivasi Asam Basa	22
Lampiran 5. 1 Data JCPDS Mineral Kaolin.....	23
Lampiran 5. 2 Data JCPDS Mineral Illit.....	24
Lampiran 5. 3 Data JCPDS Mineral Kuarsa	25
Lampiran 5. 4 Data JCPDS Mineral Montmorillonit	26
Lampiran 5. 5 Data JCPDS Mineral Kristobalit.....	28

**KAJIAN BENTONIT TERAKTIVASI ASAM DAN BASA
SEBAGAI BLEACHING EARTH PADA PROSES PENGOLAHAN
MINYAK SAWIT MENTAH (*Crude Palm Oil*)**

Oleh :
Kristiana Fajariatri
12630042

Dosen Pembimbing : Irwan Nugraha, M.Sc

INTISARI

Telah dilakukan modifikasi bentonit dengan cara aktivasi asam, aktivasi basa, aktivasi asam dan basa terhadap bentonit alam Ponorogo menggunakan asam sulfat 2,5 M dan NaOH 5 M dimana material ini akan digunakan sebagai *bleaching earth* pada proses pengolahan minyak sawit mentah.

Bentonit ukuran 200 mesh masing-masing dalam gelas beker yang berbeda diaktifkan dengan asam sulfat 2,5 M; NaOH 5 M; asam sulfat 2,5 M dilanjutkan NaOH 5 M pada temperatur kamar selama 6 jam. Hasil kemudian disaring, dicuci dan dikeringkan pada temperatur 120 C selama 3 jam. Bentonit yang diperoleh diajak kembali sampai ukuran 200 mesh. Bentonit alam dan bentonit teraktivasi dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD, GSA. Bentonit alam dan bentonit teraktivasi digunakan sebagai *bleaching earth* minyak sawit mentah dengan perbandingan 1 g bentonit dalam 50 mL minyak sawit.

Hasil karakterisasi tersebut menyebabkan perubahan gugus fungsi, penurunan kristalinitas, luas permukaan dan volume pori bentonit. Analisis IR menunjukkan pergeseran serapan akibat terbentuknya gugus silikat dan aluminat untuk bentonit teraktivasi basa dan bentonit teraktivasi asam basa. Sedangkan untuk bentonit teraktivasi asam tidak mengalami pergeseran. Luas permukaan bentonit mengalami penurunan dari 74.215 m²/g menjadi 25,152 m²/g pada bentonit teraktivasi asam, 3.944 m²/g pada bentonit teraktivasi basa dan 2.514 m²/g pada bentonit teraktivasi asam basa. Minyak sawit yang telah dibleaching menggunakan bentonit alam dan bentonit teraktivasi disaring dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer visibel pada panjang gelombang 440 nm dengan pelarut n-hexana untuk ditentukan nilai *bleaching power*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan nilai *bleaching power* yang cukup besar.

Kata kunci : Bentonit, *Bleaching earth*, Aktivasi asam, Aktivasi basa

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil*) terbesar di dunia. Data yang bersumber dari Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) pada tahun 2014 menunjukkan bahwa Indonesia mampu memproduksi CPO sebesar 31,5 juta ton, dan selama tahun 2015 produksi CPO ini meningkat menjadi 33 juta ton naik 6,46%. Berdasarkan data Oil Word 2006, Indonesia memberikan kontribusi kurang lebih 41,5 % minyak sawit dunia (Syahputra dkk, 2008). Berdasarkan data GAPKI, besarnya CPO Indonesia yang dieksport sebesar 903 ribu ton dan meningkat menjadi 1,66 juta ton pada 2014. Hasil produksi ini menggeser produksi minyak sawit Negara lain seperti Malaysia, Thailand dan Columbia. Hal ini disampaikan oleh Direktur Jendral Departemen Pertanian Akmad Mangga Barani dalam pidatonya di Universitas Sriwijaya (Unsri) di Palembang, Sumatra Selatan. Malaysia hanya mampu memproduksi minyak sawit sebesar 17,7 juta ton per tahun, sedangkan Columbia mampu memproduksi sebesar 800 ribu ton per tahun.

Perkebunan minyak sawit di Indonesia yang besar terdapat di Sumatera Selatan dan Riau (Handayani dan Yusnimar, 2013). Produksi minyak sawit yang besar merupakan salah satu upaya untuk memperkuat industri pengolahan minyak tanah air mengingat tingkat konsumsi masyarakat terhadap minyak sawit olahan masih tinggi dan merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat sehari-hari.

Minyak sawit mentah merupakan sumber utama dalam produksi minyak goreng. Minyak sawit yang telah dimurnikan, dalam kehidupan sehari hari digunakan sebagai bahan pangan mampu memberikan gizi tambahan, cita rasa dan tekstur yang lezat (Dewi dan Hidayati, 2012). Minyak sawit ini diperoleh dari daging buah sawit yang telah dipisahkan dari bagian inti dan cangkang dengan cara dikempa (*pressing*) menggunakan mesin silinder berlubang (Syahputra dkk, 2008).

Minyak sawit mentah umumnya belum dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai minyak goreng, karena minyak sawit mentah ini masih berwarna kuning kecoklatan dengan tekstur yang sangat kental. Hal ini disebabkan minyak sawit kasar sebagian besar terdiri atas molekul-molekul gliserida yang tersusun dari beberapa asam lemak. Disamping itu minyak sawit juga mengandung karotenoid, vitamin E, sterol, fosfolipid, glikolipid, dan hidrogen alifatik (Choo, 1994). Warna jingga kecoklatan pada minyak sawit tersebut merupakan kandungan karotenoid yang tinggi yang terdiri atas α dan β karoten yang bermanfaat sebagai sumber vitamin A yang berguna dalam proses penglihatan. Di samping itu penyebab warna gelap tersebut karena dalam karotenoid terdapat pula klorofil dan xantofil. Sebelum dikonsumsi sebagai bahan pangan, minyak sawit harus melalui serangkaian tahapan, salah satunya adalah tahap pemurnian menggunakan penambahan agen pemucat. Tahapan ini mempengaruhi kualitas minyak sawit karena memegang peranan penting dalam pemasaran. Menurut Handayani dan Yusnimar (2013) masyarakat Indonesia umumnya masih menggunakan warna sebagai parameter terhadap mutu minyak yang ada di pasaran.

Proses pemurnian minyak sawit mentah (*bleaching*) umumnya menggunakan suatu bahan yang berfungsi sebagai agen penjerap terhadap pengotor yang terdapat dalam minyak sawit. Pengotor minyak sawit tersebut antara lain *gum* atau lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, hidrokarbon, karbohidrat, air, logam berat, asam lemak bebas (FFA), tokoferol, dan pigmen (Ristianingsih dkk, 2012). Salah satu metode yang dianggap mudah dan murah untuk proses pemurnian minyak sawit adalah cara adsorpsi. Diantara beberapa jenis adsorben yang sederhana, ekonomis dan kelimpahan di alam sangat banyak adalah bentonit.

Bentonit merupakan salah satu sumber mineral yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Kemampuan penyerapan bentonit terhadap zat-zat organik maupun anorganik merupakan salah satu faktor yang mendasari penggunaan mineral bentonit dalam berbagai aplikasi dunia industri (Rahayu dan Purnavita, 2014).

Bentonit merupakan mineral lempung yang memiliki sifat mudah mengembang, memiliki kation-kation di bagian interlayer yang dapat dipertukarkan, serta luas permukaannya yang cukup hingga mencapai kisaran 200 m²/g, sehingga sifat-sifat tersebut sangat cocok dimanfaatkan sebagai adsorben. Akan tetapi daya adsorpsi bentonit tersebut memiliki kelemahan yaitu mudah menyerap air sehingga perlu dilakukan suatu modifikasi untuk memperoleh bentonit yang memiliki situs aktif lebih banyak sehingga memiliki kemampuan adsorpsi yang besar pula (Dewi dan Hidayati, 2012).

Modifikasi struktur bentonit perlu dilakukan agar mineral ini mampu menyerap adsorbat dengan baik yaitu dengan cara aktivasi menggunakan asam mineral sehingga dapat meningkatkan luas permukaan dan kapasitas adsorbsi. Pengasaman akan mengakibatkan pertukaran kation Ca, Al, Mg, dan Fe oleh H⁺ di lapisan interlayer. Kemampuan bentonit sebagai agen pemucat tergantung pada luas permukaan, keasaman permukaan, porositas, distribusi ukuran pori, dan aktivitas katalitik. Tipe dan konsentrasi asam yang digunakan selama proses serta temperatur dan waktu aktivasi juga sangat berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi bentonit (Noyan dkk, 2007). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi terhadap bentonit dengan cara aktivasi asam, aktivasi basa dan aktivasi asam basa dengan konsentrasi tinggi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh proses aktivasi tersebut terhadap kristalinitas, luas permukaan, volume pori dan kemampuan adsorpsinya terhadap minyak sawit mentah (CPO).

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bentonit alam yang digunakan berasal dari Ponorogo.
2. Aktivasi terhadap bentonit menggunakan asam sulfat 2,5 M dan NaOH 5 M.
3. Instrumen yang digunakan dalam karakterisasi adalah FT-IR, XRD, GSA dan Spektrofotometer visibel.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh aktivasi asam, aktivasi basa dan aktivasi asam basa terhadap kristalinitas bentonit?
2. Bagaimana pengaruh aktivasi asam, aktivasi basa dan aktivasi asam basa terhadap luas permukaan serta volume pori bentonit?
3. Bagaimana pengaruh kristalinitas, luas permukaan dan volume pori bentonit terhadap kemampuannya sebagai *bleaching earth* pada proses pengolahan minyak sawit mentah?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh perubahan kristalinitas bentonit sebelum dan sesudah proses aktivasi asam, basa dan asam basa.
2. Mengetahui pengaruh perubahan luas permukaan dan volume pori bentonit sebelum dan sesudah proses aktivasi asam, basa dan asam basa.
3. Mengetahui pengaruh kristalinitas, luas permukaan dan volume pori bentonit terhadap kemampuannya sebagai *bleaching earth* pada proses pengolahan minyak sawit.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai metode aktivasi asam, basa dan asam basa menggunakan asam sulfat dan natrium hidroksida terhadap bentonit baik teknik preparasi dan karakterisasinya.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh kristalinitas, luas permukaan dan volume pori bentonit terhadap kemampuannya sebagai *bleaching earth* pada proses pengolahan minyak sawit mentah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pengaruh aktivasi asam, aktivasi basa, aktivasi asam dan basa menyebabkan perubahan kristalinitas bentonit alam menurun ditandai dengan rusaknya beberapa mineral penyusun bentonit alam.
2. Pengaruh aktivasi asam, aktivasi basa, aktivasi asam dan basa menyebabkan penurunan luas permukaan dan volume pori bentonit.
3. Penurunan kristalinitas, luas permukaan dan volume pori bentonit mengindikasikan bahwa bentonit mengalami perubahan struktur, akan tetapi material tersebut mampu memberikan kemampuan adsorpsi yang baik terhadap minyak sawit mentah.

Saran

Untuk menyempurnakan kualitas karakter modifikasi bentonit yang dihasilkan, penulis menyarankan penggunaan asam mineral dan basa untuk proses aktivasi dengan konsentrasi yang lebih rendah sehingga dihasilkan karakter bentonit modifikasi yang lebih baik dari bentonit alam yang digunakan sebagai material awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Atmanegara, Y.A, Nurmasari, R. 2010. Optimasi Pemucatan CPO Menggunakan Arang Aktif dan Bentonit. *Jurnal Ilmu Dasar*. Vol. 11. No. 2. 124-128.
- Adi, L.C. 2015. Kajian Lempung Teraktivasi Basa Terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Magnetik Komposit PVA-Magnetit-Lempung Alam. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. 1997. *Statistik Industri Indonesia*. BPS. Jakarta.
- Bahri, S. 2014. Pengaruh Adsorben Bentonit Terhadap Kualitas Pemucatan Minyak Inti Sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* Vol.25. No.1. hal 63-69.
- Choo, Y.M. 1994. *Palm Oil Carotenoids*. The United Nation University Press Food And Nutrition. Bulletin. Vol. 15.
- Corley, R.H.V dan Tinker, P.B. 2003. *The Palm Oil*. Black Well Science.
- Dewi, M., dan Hidayati, N. 2012. Peningkatan Mutu Minyak Goreng Curah Menggunakan Adsorben Bentonit Teraktivasi. *Journal of Chemistry* Vol. 1, No. 2.
- Handayani, K., dan Yusnimar. 2013. Pengaruh Ukuran Partikel Bentonit dan Suhu Adsorpsi Terhadap Daya Jerap Bentonit dan Aplikasinya pada Bleaching CPO. *Jurnal Teknobiologi*. Vol.4. No.2. 117 – 121.
- Hussin, F., Aroua, M.K, Daud, W.M.A. 2011. Tecstural Caracteristics, Surface Chemistry and Activation of Bleaching Earth : A Review. *Chemical Engineering Journal*. 170. 90-106.
- Istianingrum.,Trihandaru, S., dan Martosupomo, M. 2011. Pengukuran Kandungan Vitamin A dari CPO (Crude Palm Oil) Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan Spectroskopi NIR (Near Infra Red). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VII UKSW*. Salatiga.
- Karimi, L dan Salem, A. 2010. Analysis of Bentonite Spesific Surface Area by Kinetic Model During Activation Process and Presence of Sodium Carbonate. *Microporous and Mesoporous Material*. 141. 81-87.
- Katti, K., Katti, D. 2001. Effect of Clay-Water Interaction on Swelling in Montmorillonite Clay. *North Dakota University*. Fargo.

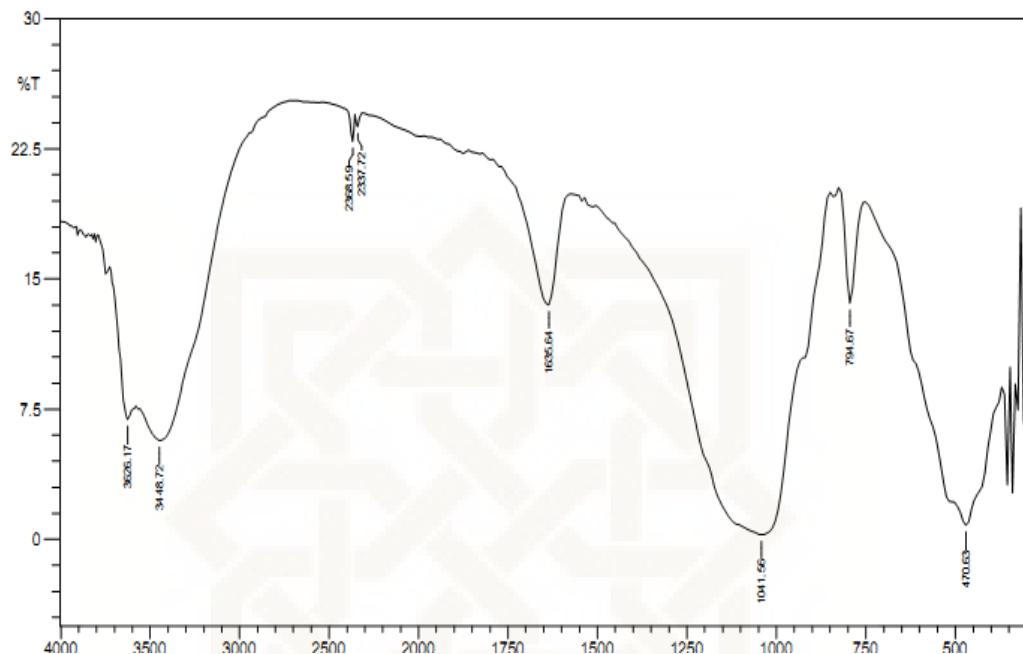
- Ketaren,S.1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta. UI.Press.
- Madejova, J. 2003. FTIR Techniques in Clays Mineral Studies. Slovac Academy of Science. 31. 1-10.
- Masel, R.I.1996. *Principle of Adsorbtion and Reaction on Solid Surface*. Edisi 1. John Willey & Son. Inc. Canada.
- Nandi, B.K.,Goswani, A., Purkait, M.K. 2009. Adsorption of Brillian Green Dye on Kaolin. *Journal of Hazardous Material*. 161. India.
- Nath, D.C.D., Bandyopadhyay, S., Yu, A., Blacburn, D. and White, C. 2010. Chemically Modified Fly Ash for Fabricating Super Strong Biodegradable Polyvinyl Alcohol Composite Film. *Journal Matter Science*.
- Noyan,H., Onal,M., dan Sarikaya,Y. 2007. The Effect of Sulfuric Acid on The Cristalinity, Surface Area, Porosity, Surface Acidity and Bleaching Power of Bentonite, *Journal Food Chemistry*. 105. 156-163.
- Novikova, Y.A. dan Korsakov, V.G. 2003. Structur and Composition of the Surface of the Cambrian Clay as Influenced by Modification Conditions. *Russians Journal of Applied Chemistry*. Vol.76. No.4. 536-540.
- Nugraha, T., Yuliantina, Y., dan Suminta, S. 2007. Activation and Purification of Bentonite for the Treatment of Crude Palm Oil as Vegetable Oil. *Jurnal Sains of Materi Indonesia*. Vol. 8. No. 2. 91-95.
- Ogawa, M. 1992. Preparation of Clay Organic Intercalation Compound by Solid-Solid Reaction and Their Application to Fotofunctional Material. *Dissertation*. Waseda University.
- Onal, M. Sarikaya, Y. 2007. Preparation and Characterization of Acid-Activated Bentonite Powder. *Journal Powder Tecnology*. 172. 14-18.
- Okwara, C.A dan Osoka, E.C. 2006. Caustic Activation of Local Clays for Palm Oil Bleaching. *Journal of Engineering and Applied Science*. I. 4. 526-529.
- Paiva, A.R.S. dan Russell, R.M. 1999. Carotene and Other Carotenoids as Antioxidant. *Journal of The American Nutrition*. Vol.8. No.5. 426 - 433.
- Putro, W.S. 2012. Pengaruh Aktivasi Lempung Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polivinil Alkohol-Lempung. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Rahayu, L.H. dan Purnavita, S. 2014. Pengaruh Suhu dan Waktu Adsorpsi Terhadap Sifat Kimia Fisika Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Menggunakan Adsorben Ampas Pati Aren dan Bentonit. *Momentum*. Vol.10. No.2. 35-41.
- Rahman, A. 2008. Sintesis Nanokomposit Poliester-Lempung Berbahan Baku Organolempung dari Bentonit Indonesia. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Ristianingsih, Y., Sutidjan., Budiman, A. 2012. Studi Proses Degumming CPO dengan Asam Fosfat dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Minyak Sawit. *Jurnal Teknologi dan Industri*. Vol. 2. No.1.
- Sabah,E., Cinar, M., Celik, M.S. 2005. Decolorization of Vegetable Oil : Adsorption Mechanism of β -Karothen on Acid Activated Sepiolite. *Journal Food Chemistry*. 100. 1661-1668.
- Schoonheydt, R.A dan Johnston ,C.T. dalam Bergaya. F. Theng, B.K.G dan Lagaly,G. 2006. *Handbook of Clay Science Development in Clay Science*. Elsevier.Ltd. 87-113.
- Siburian,A.M., Pardede, A.S.D., dan Pandia, S. 2014. Pemanfaatan Adsorben dari Biji Asam Jawa untuk Menurunkan Bilangan Peroksida pada CPO (Crude Palm Oil). *Jurnal Teknik Kimia*. USU. Vol.3. No.4.
- Silva,S.M., Sampaio, K.A., Ceriani, R., Verhe, R., Steven, C., Grey, W.D., dan Meyrelles, A.J.A . 2014. Adsorption of Carotenes and Phosphorous from Palm Oil on to Acid Activated Bleaching Earth : Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic. *Journal of Food Engineering*. 118. 341-349.
- Soetaredjo, F.E., Ayucitra, A. Ismadji, S. Maukar, A.L. 2010. KOH/Bentonite Catalyst for Transesterification of Palm Oil in to Biodiesel. *Applied Clay Science*. 53. 341-346.
- Srasra, E. Trabelsi, M. Ayedi. 2000. Textural Properties of Acid Activation Glauconite. *Applied Clay Science*. 15. 51-65.
- Suarya, P. 2008. Adsorpsi Pengotor Minyak Daun Cengkeh oleh Lempung Teraktivasi Asam. *Jurnal Kimia*. Vol.2. No.1. 19-24.
- Sunardi. 2009. Modifikasi Kaolin Alam Menggunakan Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide dan Pemanfaatannya Sebagai Carrier Material untuk Asam Giberelin. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Syahputra, M.R., Karwur, F.F., dan Limantara, L. 2008. Analisis Komposisi dan Kandungan Karotenoid Total dan Vitamin A Fraksi Cair dan Padat

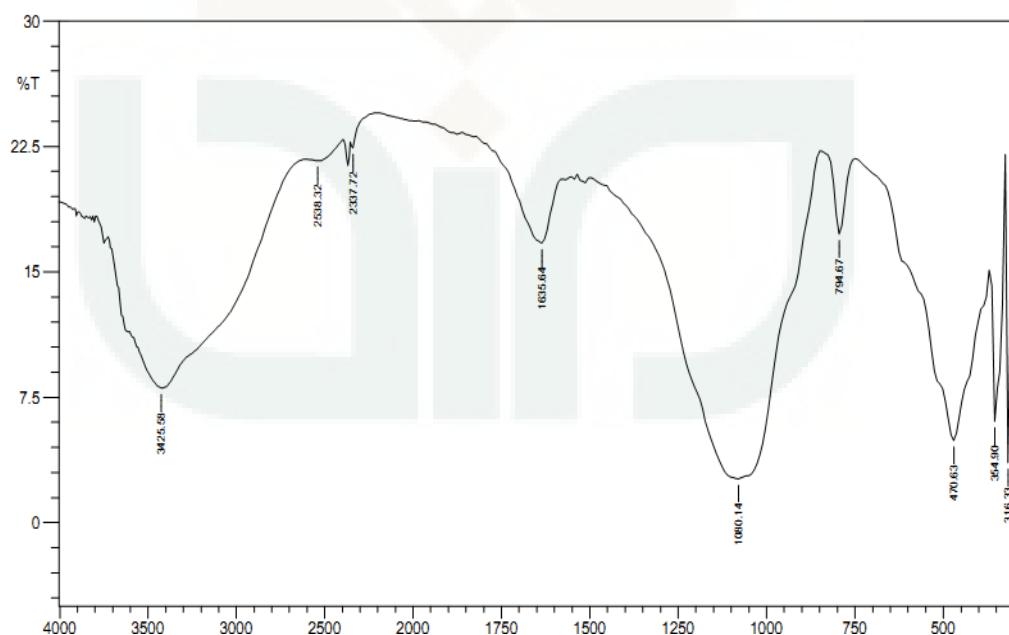
- Minyak Sawit Kasar (CPO) Menggunakan KCKT Detektor PDA. *Jurnal Natur Indonesia*. Vol.10. No.2. 89 – 97.
- Tanjaya, A. Sudono. Indraswati, N. Ismadji, S. 2007. Optimasi Kondisi Operasi Pembuatan Bleaching Earth dari Bentonit Pacitan. *National Conference : Design and Application of Technology*. Surabaya.
- Tanjaya, A. Sudono. Indraswati, N. Ismadji, S. 2006. Aktivasi Bentonit Pacitan Sebagai Bahan Penjerap pada Proses Pemurnian Minyak Sawit. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. Vo.2. No.5. 429-433.
- Winarno,F.G. 1999. Minyak Goreng Dalam Menu Masyarakat. Pusat Pengembangan Teknologi Pengembangan Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yusnimar. 2010. Proses Bleaching CPO dengan Bentonit Diaktivasi Secara Fisika dan Kimia. *Seminar Nasional Fakultas Teknik*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Zhang, Y., Tan, W., Szeto, Y., Liao, L. 2008. A Novel Methode to Prepare Chitosan/Montmorillonite Nanocomposite in the Presence of Hydroxy Alumunium Oligomeric Cations. *Journal Composite Sci. Tecnol.* 68. 2917-2921.
- Zulkifli, M dan Estiasih, T. 2014. Sabun Dari Destilat Asam Lemak Minyak Sawit : Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vo.2. No.4. 170-177.

LAMPIRAN

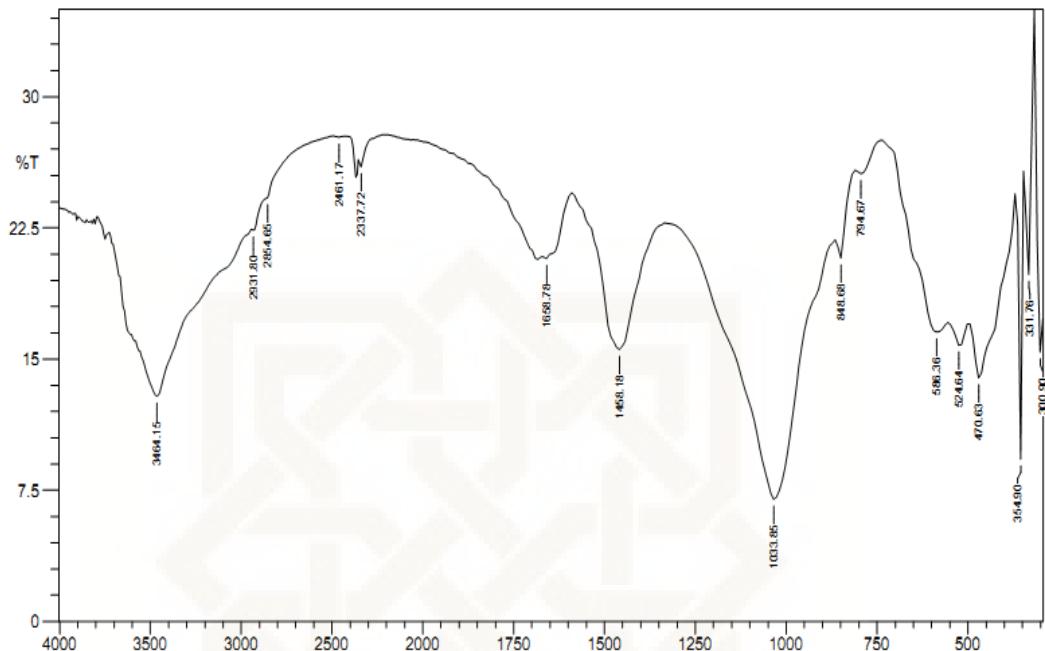
Lampiran 1. 1. Spektra IR bentonit alam



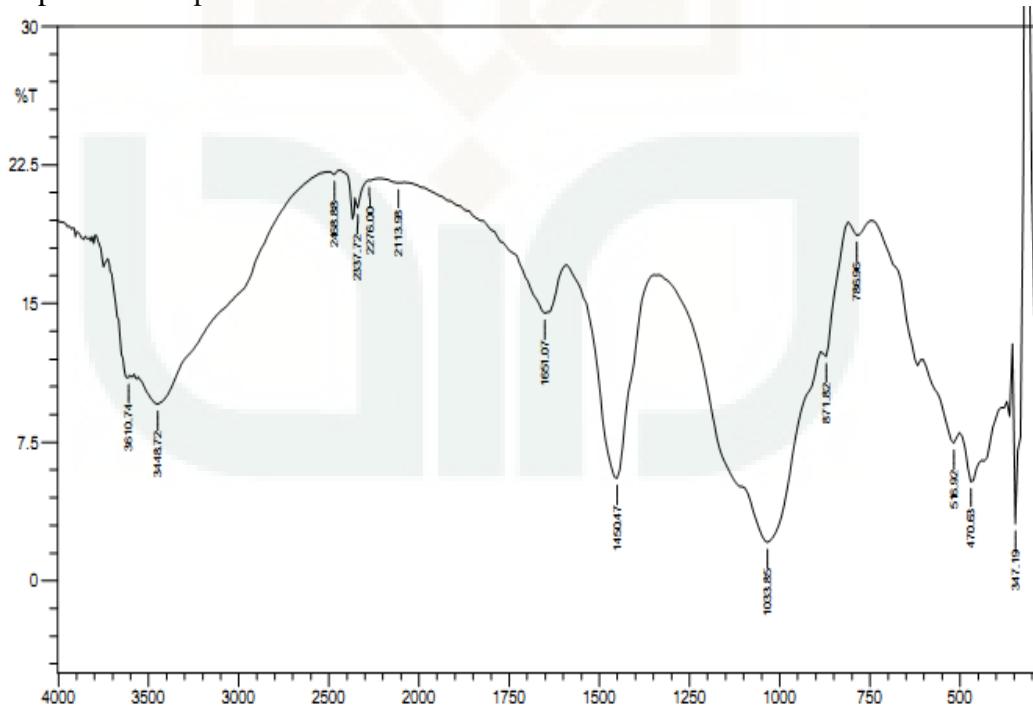
Lampiran 1. 2. Spektra IR bentonit teraktivasi asam



Lampiran 1. 3. Spektra IR bentonit teraktivasi basa



Lampiran 1. 4. Spektra IR bentonit teraktivasi asam basa



Lampiran 1. 5 Tabel Perubahan Puncak Bentonit Alam dan Bentonit Teraktivasi

sampel	vibrasi							
	Si-O			Si-O-Al		Al-O-H	Si-O-H	O-H
	kuarsa	ulur	tekuk	ulur	tekuk	ulur	ulur	tekuk
Bilangan Gelombang (cm^{-1})								
B-alam	794,67	1041,56	470,63	-	-	3626,17	3448,72	1635,64
B-asam	794,67	1080,14	470,63	-	-	-	3425,58	1635,64
B-basa	-	1033,85	470,63	1458,18	524,64	-	3464,15	1658,78
B-asam basa	-	1033,85	470,63	1450,47	516,92	3610,74	3448,72	1651,07

Lampiran 2. 1 Difraktogram Bentonit Alam Ponorogo

#	Strongest	3 peaks	no.	peak	2Theta (deg)	d (Å)	I/I ₁	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	9	21.6852		4.09491	100	4.09491	0.81350	373	21290	
2	1	5.1840		17.03318	71	17.03318	1.35200	266	19388	
3	7	19.7362		4.49467	51	4.49467	1.02100	192	9846	
#	Peak Data List	no.	peak	2Theta (deg)	d (Å)	I/I ₁	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)	
1	5.1840		17.03318	71	17.03318	1.35200	266	19388		
2	9.5450		9.25846	11	9.25846	0.53000	40	1431		
3	13.1266		6.73923	5	6.73923	0.65330	18	640		
4	16.8200		5.26680	6	5.26680	0.52000	21	582		
5	17.6550		5.01954	5	5.01954	0.79000	17	608		
6	18.6000		4.76660	5	4.76660	0.64000	20	841		
7	19.7362		4.49467	51	4.49467	1.02100	192	9846		
8	20.6200		4.30398	30	4.30398	0.00000	111	0		
9	21.6852		4.09491	100	4.09491	0.81350	373	21290		
10	23.3800		3.80177	14	3.80177	0.00000	53	0		
11	23.9400		3.71409	8	3.71409	0.76000	30	1682		
12	24.8400		3.58152	9	3.58152	0.53340	32	1661		
13	25.5400		3.48492	12	3.48492	0.00000	46	0		
14	26.4400		3.36830	15	3.36830	0.84000	57	2999		
15	27.6983		3.21808	24	3.21808	0.89670	91	3614		
16	28.5400		3.12506	8	3.12506	0.64000	29	1113		
17	29.6860		3.00697	10	3.00697	0.57200	37	1177		
18	30.9400		2.88790	5	2.88790	0.52000	20	601		
19	31.8000		2.81173	6	2.81173	0.78000	22	699		
20	32.3000		2.76934	3	2.76934	0.68000	12	372		
21	34.8600		2.57161	14	2.57161	1.08000	54	2649		
22	35.7600		2.50892	21	2.50892	0.98660	80	2667		
23	36.5000		2.45974	8	2.45974	0.92000	31	1089		
24	37.2200		2.41379	4	2.41379	1.54000	16	817		
25	38.1700		2.35587	3	2.35587	0.34000	13	197		
26	40.3300		2.23454	3	2.23454	0.38000	11	319		
27	41.3100		2.18376	3	2.18376	0.38000	12	251		
28	42.4900		2.12581	6	2.12581	0.86000	21	937		
29	53.1300		1.72245	6	1.72245	0.50000	21	510		
30	53.7200		1.70491	4	1.70491	0.36000	14	272		
31	55.1200		1.66488	4	1.66488	0.84000	16	920		
32	56.7600		1.62060	3	1.62060	0.44000	11	258		
33	57.5466		1.60031	3	1.60031	0.50670	11	341		
34	61.0600		1.51637	3	1.51637	0.60000	13	619		
35	61.6700		1.50283	12	1.50283	0.82000	45	1438		
36	62.4000		1.48699	3	1.48699	0.33340	13	333		
37	64.9000		1.43562	5	1.43562	0.78000	18	782		
38	65.5000		1.42391	6	1.42391	0.72000	22	841		
39	68.1700		1.37450	3	1.37450	0.42000	11	522		
40	73.2500		1.29120	3	1.29120	1.26000	11	904		
41	75.0933		1.26402	3	1.26402	0.25330	11	218		

Lampiran 2. 2 Difraktogram Bentonit Teraktivasi Asam

#	Strongest 3 peaks	no.	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I ₁	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int' (Counts)
1	11	21.7124	4.08984	100	0.86980	385	24162		
2	9	19.6600	4.51192	56	0.80880	217	11639		
3	17	27.8450	3.20146	37	0.73000	143	7187		
<hr/>									
#	Peak Data List	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I ₁	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int' (Counts)	
1	3.9200	22.52222	5	0.30000	18	429			
2	5.3400	16.53592	24	1.60000	94	6540			
3	6.4000	13.79934	10	0.38000	37	849			
4	9.6400	9.16744	4	0.62000	16	559			
5	13.3350	6.63438	5	0.61000	20	900			
6	14.7900	5.98482	3	0.70000	13	548			
7	17.7600	4.99010	9	0.76000	35	2091			
8	18.6000	4.76660	9	0.00000	34	0			
9	19.6600	4.51192	56	0.80880	217	11639			
10	20.4600	4.33727	35	0.00000	134	0			
11	21.7124	4.08984	100	0.86980	385	24162			
12	23.3000	3.81464	15	0.00000	59	0			
13	24.0600	3.69583	12	0.00000	47	0			
14	24.8600	3.57868	12	0.00000	48	0			
15	25.4600	3.49569	14	0.00000	54	0			
16	26.4600	3.36580	14	0.00000	54	0			
17	27.8450	3.20146	37	0.73000	143	7187			
18	28.7000	3.10800	8	0.47000	32	1432			
19	29.5200	3.02350	8	0.00000	29	0			
20	30.1000	2.96655	9	0.72000	34	1434			
21	31.1433	2.86951	7	0.67330	26	860			
22	32.1700	2.78023	4	0.70000	15	543			
23	34.5800	2.59179	9	0.53600	34	1140			
24	35.8366	2.50373	20	0.96670	78	4276			
25	37.7400	2.38172	3	0.66000	13	840			
26	48.3800	1.87986	3	0.44000	13	377			
27	53.6400	1.70727	5	0.44000	18	497			
28	54.7700	1.67468	5	1.30000	19	1309			
29	56.7733	1.62025	4	0.77330	16	809			
30	59.9000	1.54293	3	0.40000	12	248			
31	61.6800	1.50261	9	0.88000	35	1713			
32	64.6000	1.44156	4	0.68000	14	765			
33	72.8100	1.29792	4	0.54000	14	777			

Lampiran 2. 3 Difraktogram Bentonit Teraktivasi Basa

# Strongest 3 peaks								
no.	peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I ₁	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated (Counts)	Int
1	76	33.8431	2.64651	100	0.21540	263	2987	
2	59	27.7907	3.20759	71	0.30850	186	2492	
3	63	29.0485	3.07150	65	0.29300	172	2557	
# Peak Data List								
peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I ₁	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated (Counts)	Int	
1	3.8458	22.95659	3	0.12170	9	68		
2	4.1658	21.19385	7	0.11830	19	149		
3	4.7766	18.48500	3	0.08670	9	85		
4	5.3200	16.59804	10	0.26400	25	304		
5	5.5800	15.82523	13	0.40000	34	555		
6	5.7600	15.33109	17	0.00000	46	0		
7	6.3000	14.01815	33	0.94000	88	2648		
8	6.5000	13.58727	35	0.00000	91	0		
9	6.8000	12.98849	37	0.00000	96	0		
10	6.9600	12.69025	39	0.00000	103	0		
11	7.2600	12.16652	31	0.00000	81	0		
12	7.6000	11.62298	19	0.39000	49	1459		
13	8.0000	11.04270	10	0.26000	27	374		
14	8.5750	10.30348	6	0.17000	15	153		
15	9.0010	9.81677	18	0.21800	47	540		
16	9.6841	9.12579	7	0.15680	18	157		
17	11.2100	7.88678	3	0.14000	8	98		
18	11.6560	7.58599	3	0.19200	8	65		
19	11.8695	7.45001	3	0.17100	9	82		
20	12.1800	7.26078	6	0.20000	17	151		
21	12.4000	7.13245	5	0.11420	14	83		
22	12.6071	7.01574	5	0.28080	14	218		
23	12.9800	6.81502	4	0.00000	11	0		
24	13.4232	6.59098	10	0.22360	26	453		
25	13.7493	6.43538	9	0.16530	23	203		
26	14.0666	6.29093	4	0.05330	11	56		
27	14.4633	6.11926	5	0.11330	13	85		
28	15.0300	5.88979	4	0.10000	11	128		
29	16.2808	5.44000	3	0.06830	8	46		
30	16.7241	5.29679	5	0.06170	12	51		
31	17.2422	5.13878	11	0.12440	28	205		
32	17.5800	5.04079	5	0.12000	13	90		
33	17.8200	4.97344	15	0.27000	39	443		
34	18.0400	4.91328	23	0.38660	60	946		
35	18.7096	4.73892	4	0.05270	10	49		
36	19.1333	4.63492	4	0.08670	11	79		
37	19.3800	4.57647	9	0.19340	24	301		
38	19.7800	4.48482	52	0.44580	136	3121		
39	20.1200	4.40979	26	0.00000	69	0		
40	20.5400	4.32056	15	0.00000	39	0		
41	20.9154	4.24385	22	0.30510	59	1179		
42	21.2766	4.17262	11	0.16670	29	306		
43	21.5890	4.11294	5	0.11800	12	75		
44	21.9831	4.04009	29	0.20620	76	820		
45	22.2912	3.98494	12	0.18250	31	262		
46	22.5405	3.94142	4	0.10760	11	91		
47	23.1412	3.84045	5	0.06250	14	47		

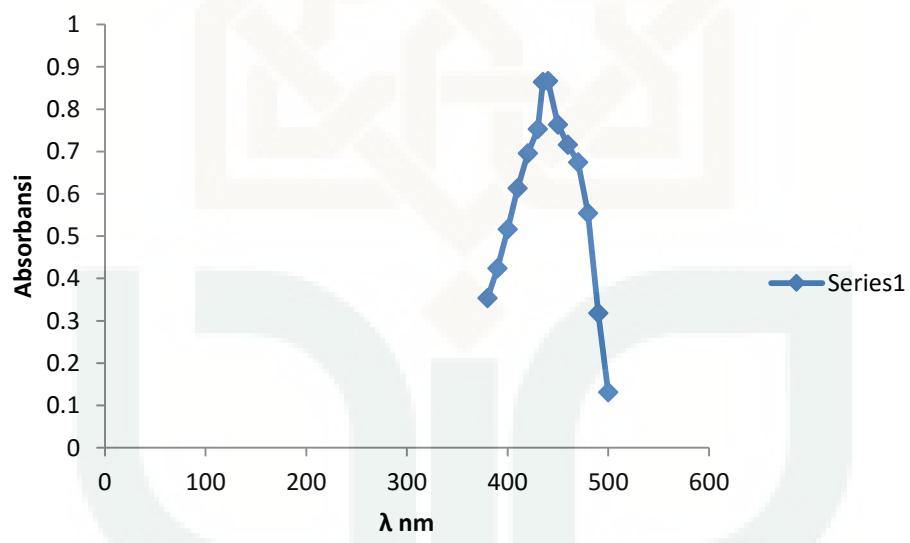
peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
48	23.4000	3.79856	15	0.09240	40	234
49	23.6016	3.76657	25	0.23670	67	743
50	23.9500	3.71256	8	0.18000	22	240
51	24.4650	3.63556	11	0.17000	28	287
52	25.0600	3.55058	19	0.19120	49	528
53	25.4105	3.50239	8	0.08760	21	95
54	25.6250	3.47356	6	0.21660	15	187
55	26.1040	3.41089	16	0.20800	41	449
56	26.6079	3.34743	43	0.27360	114	1509
57	27.0000	3.29970	11	0.34280	28	539
58	27.4400	3.24778	11	0.09140	28	151
59	27.7907	3.20759	71	0.30850	186	2492
60	28.0600	3.17741	43	0.28000	112	1401
61	28.4100	3.13906	11	0.18000	28	272
62	28.7600	3.10165	7	0.09340	19	121
63	29.0485	3.07150	65	0.29300	172	2557
64	29.5825	3.01726	8	0.12500	21	188
65	29.8216	2.99361	7	0.21670	18	200
66	30.1175	2.96487	4	0.09500	10	62
67	30.4625	2.93207	21	0.22910	55	666
68	30.9083	2.89079	6	0.21670	17	225
69	31.3905	2.84747	8	0.23710	20	231
70	31.7928	2.81235	5	0.09430	14	85
71	32.0400	2.79122	7	0.13340	18	174
72	32.3676	2.76371	16	0.22030	42	492
73	32.6200	2.74290	4	0.13340	11	120
74	33.0960	2.70453	8	0.09600	22	109
75	33.4600	2.67594	3	0.06660	8	35
76	33.8431	2.64651	100	0.21540	263	2987
77	34.2225	2.61804	7	0.07500	18	101
78	34.7800	2.57734	33	0.34000	88	1282
79	34.9600	2.56448	20	0.43080	53	1152
80	35.4400	2.53084	16	0.00000	42	0
81	35.7200	2.51164	27	0.00000	70	0
82	35.9400	2.49677	21	0.23000	56	995
83	36.2600	2.47546	8	0.09000	20	203
84	36.4000	2.46626	9	0.00000	24	0
85	36.7673	2.44246	37	0.25470	96	1259
86	37.0600	2.42384	15	0.37600	39	690
87	37.2800	2.41004	6	0.00000	16	0
88	37.4933	2.39682	5	0.13330	12	175
89	37.7800	2.37929	6	0.10500	16	109
90	37.9400	2.36962	6	0.10000	17	96
91	38.1720	2.35575	5	0.26400	12	149
92	38.8150	2.31819	3	0.11000	8	43
93	39.2066	2.29594	5	0.13330	12	85
94	39.4633	2.28159	6	0.12670	17	116
95	39.7400	2.26634	7	0.10660	19	119
96	39.9805	2.25326	33	0.27390	87	1196
97	40.4156	2.23000	8	0.18470	22	220
98	40.7658	2.21165	4	0.16170	11	94
99	40.9920	2.19896	5	0.09600	13	76
100	41.5150	2.17345	5	0.13000	14	136
101	42.1200	2.14362	8	0.34660	20	293
102	42.3200	2.13395	6	0.12000	16	100
103	42.6785	2.11685	9	0.22700	24	274
104	42.9725	2.10305	5	0.09500	13	81
105	43.9200	2.05985	10	0.10860	25	144
106	44.0800	2.05274	6	0.16000	16	174
107	44.3840	2.03939	18	0.20800	48	486
108	44.6830	2.02643	27	0.20200	70	714
109	44.9633	2.01445	4	0.07330	11	63

Lampiran 2. 4 Difraktogram Bentonit Teraktivasi Asam Basa

#	Strongest 3 peaks	no. peak	2Theta no.	d (deg)	I/I1 (A)	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	31	27.6933	3.21865	100	0.52000	123	3523	
2	5	6.5150	13.55602	89	1.79000	110	8094	
3	22	19.7983	4.48072	77	0.73000	95	3032	
<hr/>								
#	Peak Data List	Peak	2Theta no.	d (deg)	I/I1 (A)	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	3.2583	27.09443	5	0.26330	6	79		
2	4.1333	21.36042	3	0.05330	4	17		
3	4.6200	19.11121	7	0.24000	8	145		
4	5.4200	16.29203	33	0.68000	40	1479		
5	6.5150	13.55602	89	1.79000	110	8094		
6	7.7600	11.38368	18	0.32000	22	451		
7	8.8200	10.01781	8	0.36000	10	189		
8	9.7550	9.05962	7	0.21000	8	120		
9	10.8400	8.15514	3	0.12000	4	41		
10	11.1700	7.91493	3	0.06000	4	24		
11	11.8100	7.48741	5	0.10000	6	87		
12	12.2300	7.23121	4	0.06000	5	53		
13	13.0500	6.77862	8	0.34000	10	204		
14	13.5300	6.53919	13	0.52000	16	435		
15	14.2600	6.20604	7	0.16000	9	84		
16	14.5800	6.07054	7	0.40000	8	158		
17	15.1500	5.84340	5	0.22000	6	94		
18	16.1450	5.48545	3	0.07000	4	38		
19	16.7150	5.29965	6	0.13000	7	113		
20	17.9200	4.94591	18	0.42660	22	532		
21	18.7500	4.72880	3	0.06000	4	23		
22	19.7983	4.48072	77	0.73000	95	3032		
23	20.8000	4.26714	37	0.94000	45	2121		
24	21.9650	4.04338	17	0.49000	21	581		
25	23.1800	3.83411	35	0.58000	43	1070		
26	23.5200	3.77945	58	0.54000	71	1451		
27	24.2150	3.67253	10	0.25000	12	162		
28	25.1750	3.53462	40	0.93000	49	1597		
29	25.7200	3.46094	19	0.58660	23	600		
30	26.6425	3.34316	35	0.50500	43	1208		
31	27.6933	3.21865	100	0.52000	123	3523		
32	28.3200	3.14883	18	0.00000	22	0		
33	28.9080	3.08611	48	0.50400	59	1666		
34	29.6700	3.00956	7	0.14000	8	124		
35	30.3550	2.94221	8	0.25000	10	196		
36	31.6200	2.82733	11	0.12000	14	161		
37	32.1808	2.77932	63	0.54830	78	2172		
38	33.7710	2.65200	53	0.52200	65	1709		
39	34.6891	2.58388	46	0.60830	57	1638		
40	35.5400	2.52395	28	0.96000	34	1391		
41	36.6100	2.45260	20	0.60000	25	693		
42	37.1600	2.41755	8	0.34660	10	165		
43	37.8133	2.37727	16	0.45330	20	485		
44	39.1850	2.29715	10	0.25000	12	186		
45	39.9933	2.25257	15	0.42670	19	357		
46	40.3400	2.23400	7	0.26000	8	106		
47	40.7200	2.21403	3	0.08000	4	18		

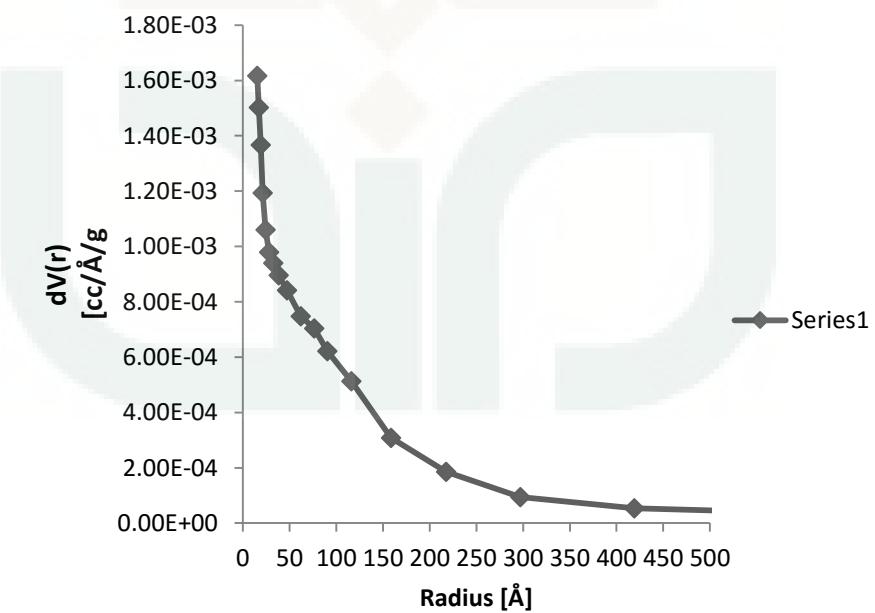
Lampiran 3. 1 Penentuan panjang gelombang maksimum serapan CPO murni

λ (nm)	Abs
380	0.353
390	0.424
400	0.516
410	0.613
420	0.695
430	0.753
435	0.864
440	0.866
450	0.763
460	0.716
470	0.674
480	0.554
490	0.318
500	0.131



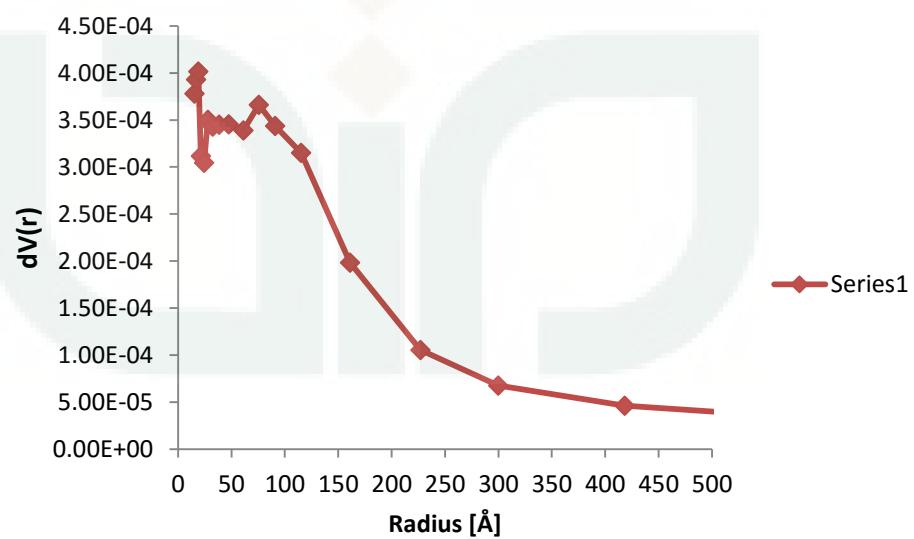
Lampiran 4. 1 Grafik Volume Pori Bentonit Alam

Radius [Å]	dV(r) [cc/Å/g]
15.18420	0.00162
16.92600	0.00150
18.93810	0.00137
21.32570	0.00119
24.36920	0.00106
28.08140	0.00098
32.52360	0.00094
38.44860	0.00090
47.24790	0.00084
61.83290	0.00075
76.43160	0.00070
90.45160	0.00062
115.96570	0.00051
158.55880	0.00031
217.60440	0.00019
296.99320	0.00009
419.12060	0.00005
775.01880	0.00002



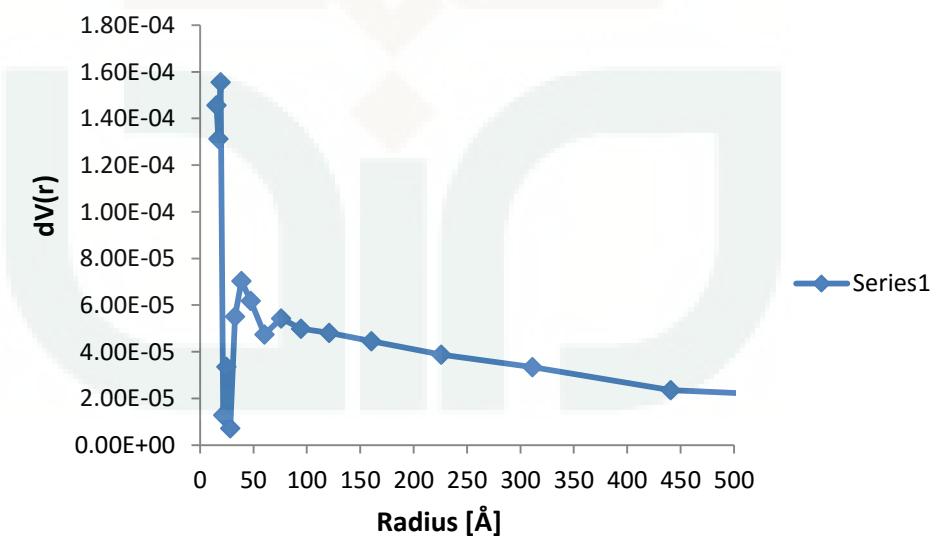
Lampiran 4. 2 Grafik Volume Pori Bentonit Teraktivasi Asam

Radius [Å]	dV(r) [cc/Å/g]
15.21370	0.00038
16.96400	0.00039
18.98460	0.00040
21.35340	0.00031
24.41550	0.00030
27.94240	0.00035
32.46300	0.00034
38.54100	0.00035
47.45160	0.00035
61.12570	0.00034
75.55560	0.00037
90.91000	0.00034
115.22430	0.00032
161.02220	0.00020
226.91690	0.00011
299.74890	0.00007
418.09500	0.00005
780.59880	0.00002



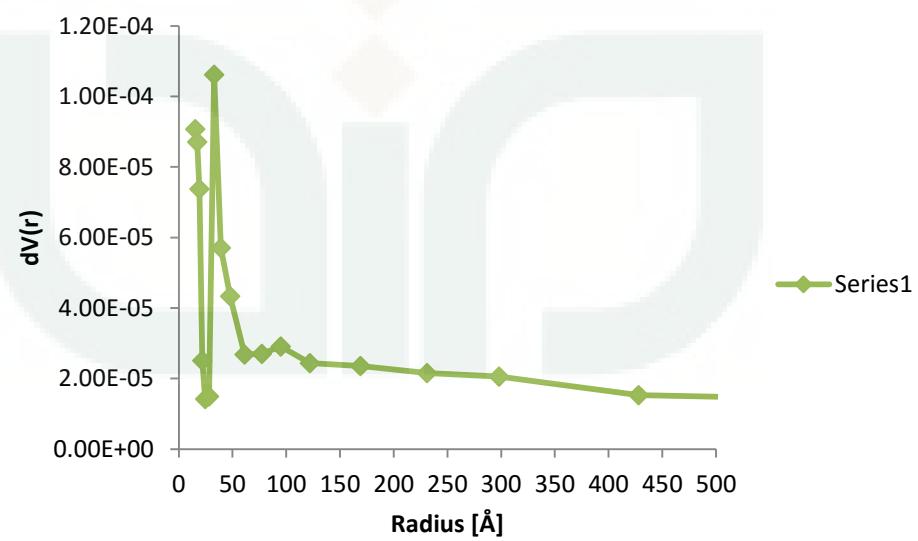
Lampiran 4. 3 Grafik Volume Pori Bentonit Teraktivasi Basa

Radius [Å]	dV(r) [cc/Å/g]
15.35010	0.00015
17.15960	0.00013
19.24070	0.00016
21.66820	0.00001
24.58600	0.00003
28.19770	0.00001
32.69920	0.00006
38.78270	0.00007
47.29930	0.00006
60.33600	0.00005
76.00570	0.00005
94.48130	0.00005
120.73460	0.00005
160.45290	0.00004
225.78020	0.00004
311.16150	0.00003
440.65910	0.00002
786.23060	0.00002

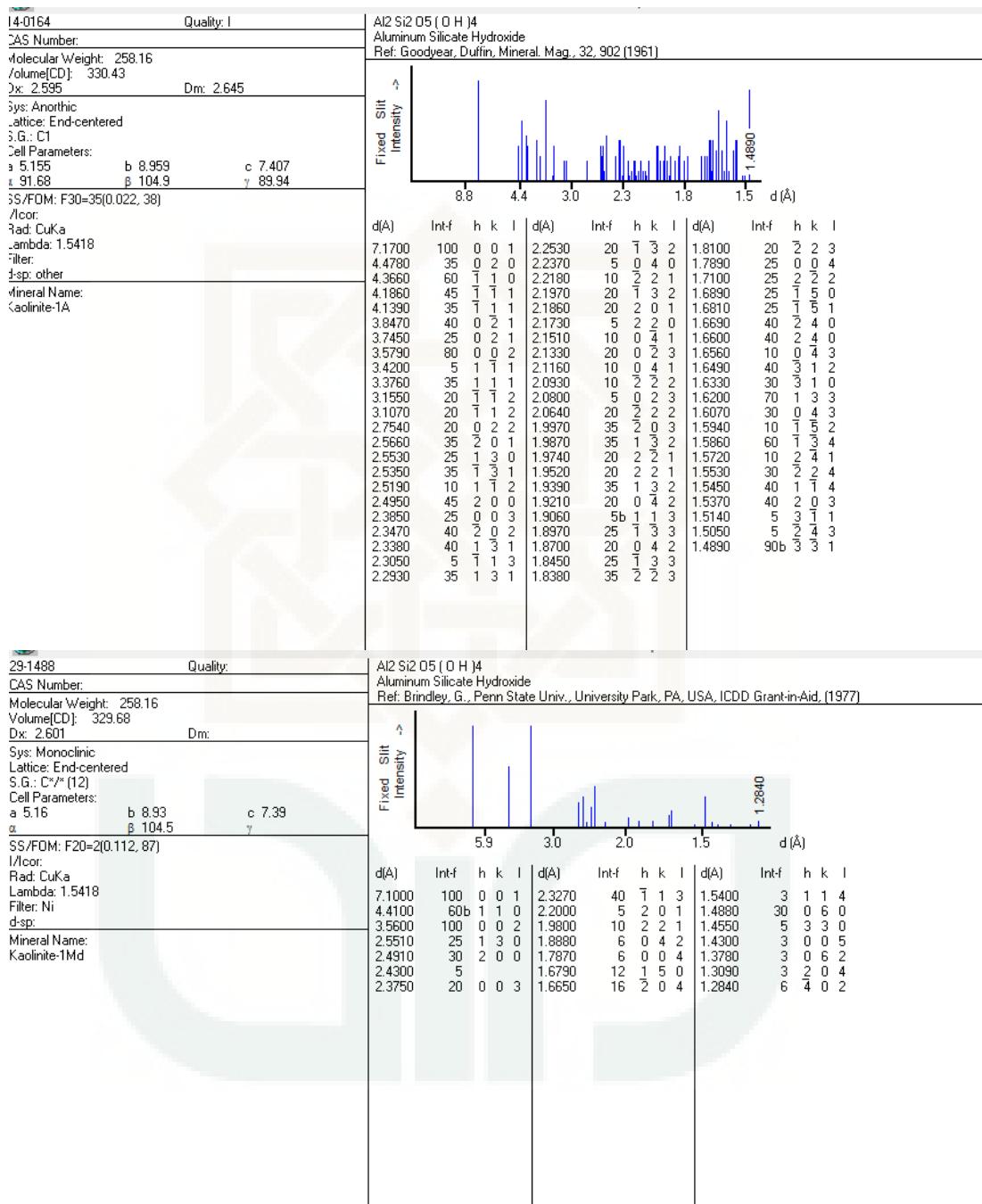


Lampiran 4. 4 Grafik Volume Pori Bentonit Teraktivasi Asam Basa

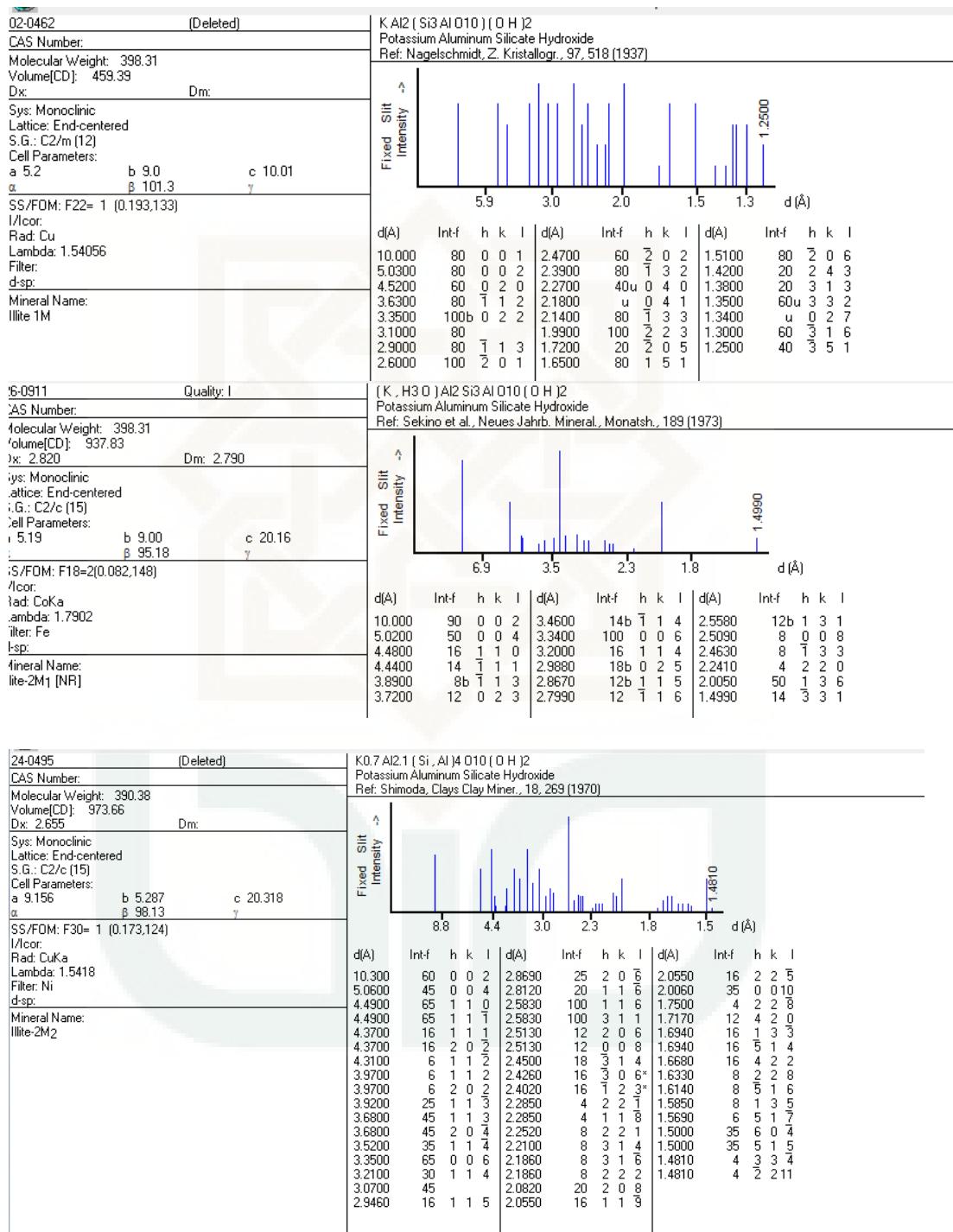
Radius [Å]	dV(r) [cc/Å/g]
15.41740	0.00009
17.17970	0.00009
19.25790	0.00007
21.72550	0.00003
24.65140	0.00001
28.23910	0.00001
32.80800	0.00011
38.99800	0.00006
47.81420	0.00004
61.16490	0.00003
77.25010	0.00003
94.93210	0.00003
122.05140	0.00002
168.99300	0.00002
231.01650	0.00002
297.92740	0.00002
427.84770	0.00002
760.47500	0.00001



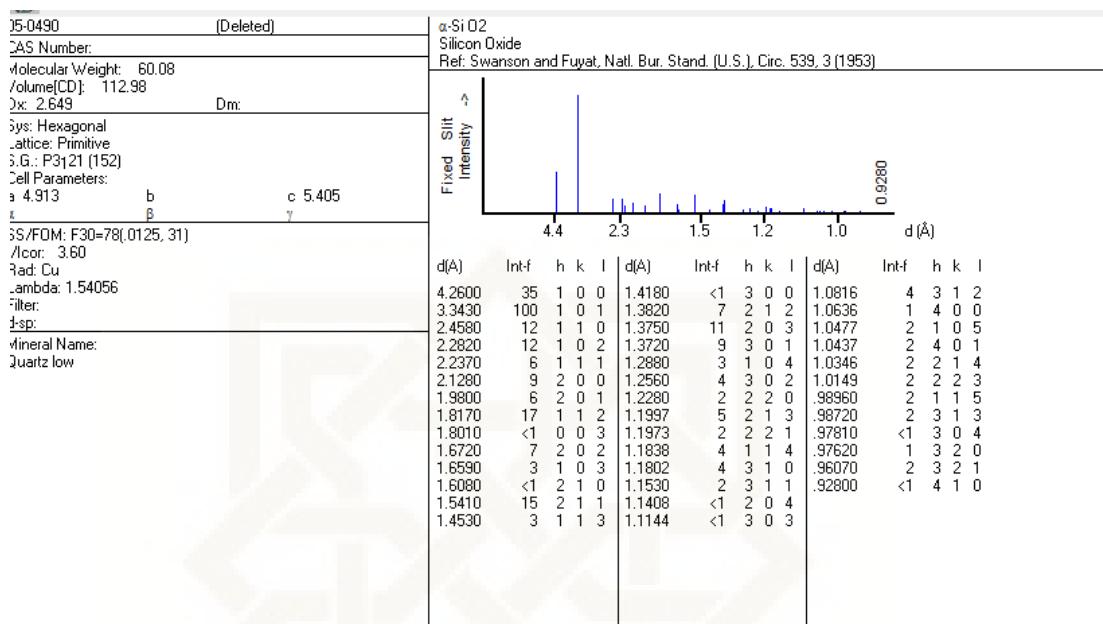
Lampiran 5. 1 Data JCPDS Mineral Kaolin



Lampiran 5. 2 Data JCPDS Mineral Illit

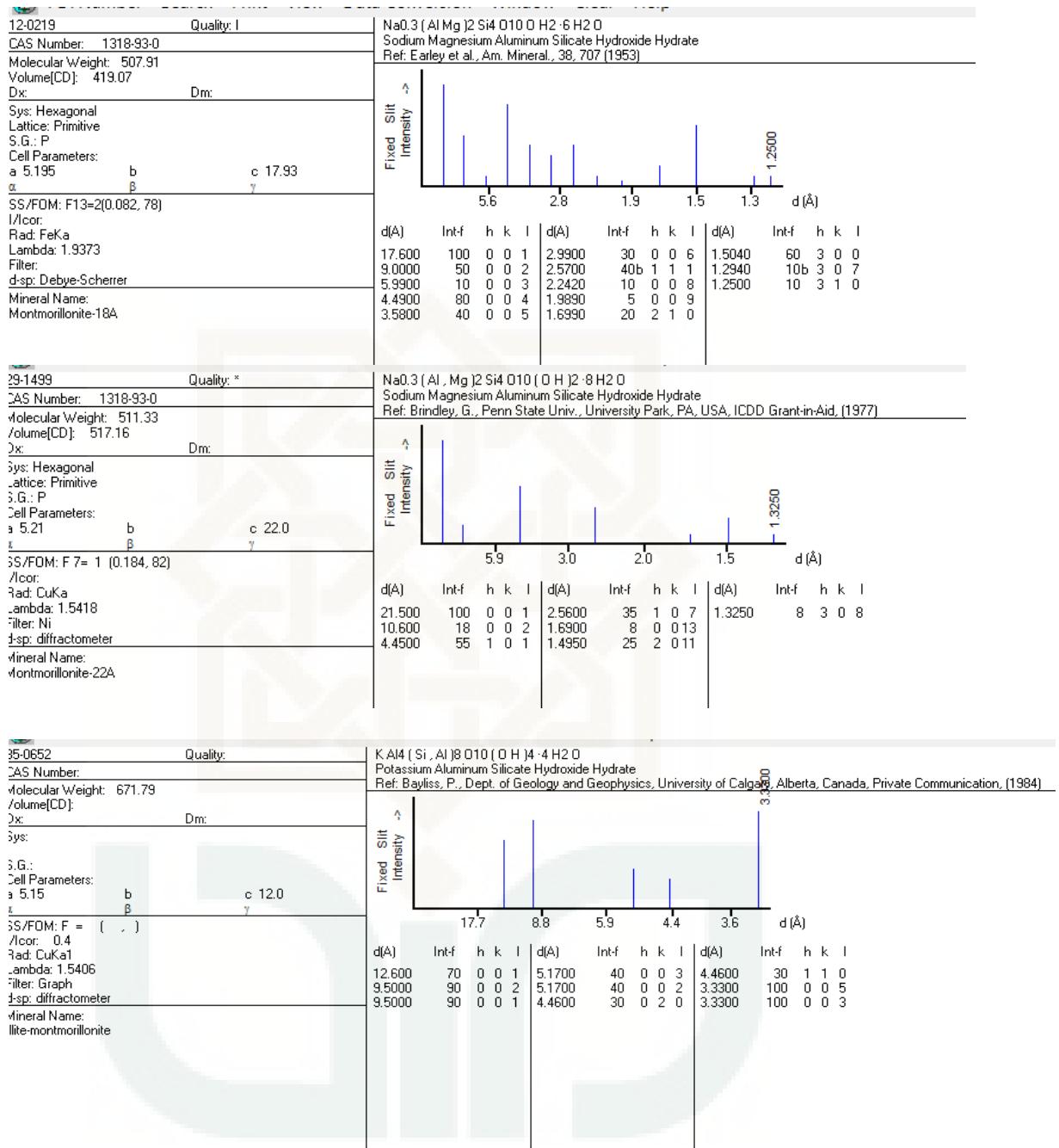


Lampiran 5. 3 Data JCPDS Mineral Kuarsa



Lampiran 5. 4 Data JCPDS Mineral Montmorillonit

<p>13-0259 Quality: 0</p> <p>CAS Number: 1318-93-0</p> <p>Molecular Weight:</p> <p>Volume(CD): 0.00</p> <p>Dx: Dm: 2.500</p> <p>Sys:</p> <p>S.G.: P</p> <p>Cell Parameters: a α b β c γ</p> <p>SS/FOM: F = ()</p> <p>I/Icor:</p> <p>Rad: CuKa</p> <p>Lambda: 1.5418</p> <p>Filter: Ni</p> <p>d-sp:</p> <p>Mineral Name: Montmorillonite-14A</p>	<p>$\text{Na}_0.3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ Sodium Magnesium Aluminum Silicate Hydroxide Hydrate Ref: Molloy, Kerr, Am. Mineral., 46, 583 (1961)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13.600</td> <td>100</td> <td>0 0 1</td> <td>3.2300</td> <td>10</td> <td>0 0 5</td> <td>2.4900</td> <td>u</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.4700</td> <td>18</td> <td>0 0 3</td> <td>2.9200</td> <td>8</td> <td>1 1 0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3400</td> <td>10</td> <td>0 0 0</td> <td>2.5900</td> <td>5u</td> <td>0 0 6</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	13.600	100	0 0 1	3.2300	10	0 0 5	2.4900	u		4.4700	18	0 0 3	2.9200	8	1 1 0				3.3400	10	0 0 0	2.5900	5u	0 0 6																														
d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l																																																								
13.600	100	0 0 1	3.2300	10	0 0 5	2.4900	u																																																									
4.4700	18	0 0 3	2.9200	8	1 1 0																																																											
3.3400	10	0 0 0	2.5900	5u	0 0 6																																																											
<p>13-0135 Quality: 0</p> <p>CAS Number: 1318-93-0</p> <p>Molecular Weight: 440.39</p> <p>Volume(CD): 347.55</p> <p>Dx: Dm: 2.300</p> <p>Sys: Hexagonal</p> <p>Lattice: Primitive</p> <p>S.G.: P</p> <p>Cell Parameters: a 5.169 b β c 15.02</p> <p>SS/FOM: F16=2(0.127, 67)</p> <p>I/Icor:</p> <p>Rad:</p> <p>Lambda:</p> <p>Filter:</p> <p>d-sp: diffractometer</p> <p>Mineral Name: Montmorillonite-15A</p>	<p>$\text{Ca}_0.2(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Calcium Magnesium Aluminum Silicate Hydroxide Hydrate Ref: Rosenquist, Nor. Geol. Tidsskr., 39, 350 (1959)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15.000*</td> <td>100</td> <td>0 0 1</td> <td>3.0200</td> <td>60</td> <td>0 0 5</td> <td>1.7000</td> <td>30</td> <td>2 1 0</td> </tr> <tr> <td>5.0100</td> <td>60</td> <td>0 0 3</td> <td>2.5800</td> <td>40u</td> <td>1 1 0</td> <td>1.5000</td> <td>50</td> <td>0 0 10</td> </tr> <tr> <td>4.5000</td> <td>80</td> <td>1 0 0</td> <td>2.5000</td> <td>u</td> <td>0 0 6</td> <td>1.4930</td> <td>50</td> <td>3 0 0</td> </tr> <tr> <td>3.7700</td> <td>20</td> <td>0 0 4</td> <td>2.2600</td> <td>10</td> <td>2 0 0</td> <td>1.2850</td> <td>20</td> <td>2 2 1</td> </tr> <tr> <td>3.5000</td> <td>10</td> <td>0 0 0</td> <td>2.1500</td> <td>10</td> <td>0 0 7</td> <td>1.2430</td> <td>20</td> <td>3 1 0</td> </tr> <tr> <td>3.3000</td> <td>10</td> <td>1 0 3</td> <td>1.8800</td> <td>10</td> <td>0 0 8</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	15.000*	100	0 0 1	3.0200	60	0 0 5	1.7000	30	2 1 0	5.0100	60	0 0 3	2.5800	40u	1 1 0	1.5000	50	0 0 10	4.5000	80	1 0 0	2.5000	u	0 0 6	1.4930	50	3 0 0	3.7700	20	0 0 4	2.2600	10	2 0 0	1.2850	20	2 2 1	3.5000	10	0 0 0	2.1500	10	0 0 7	1.2430	20	3 1 0	3.3000	10	1 0 3	1.8800	10	0 0 8			
d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l																																																								
15.000*	100	0 0 1	3.0200	60	0 0 5	1.7000	30	2 1 0																																																								
5.0100	60	0 0 3	2.5800	40u	1 1 0	1.5000	50	0 0 10																																																								
4.5000	80	1 0 0	2.5000	u	0 0 6	1.4930	50	3 0 0																																																								
3.7700	20	0 0 4	2.2600	10	2 0 0	1.2850	20	2 2 1																																																								
3.5000	10	0 0 0	2.1500	10	0 0 7	1.2430	20	3 1 0																																																								
3.3000	10	1 0 3	1.8800	10	0 0 8																																																											
<p>29-1498 Quality: 0</p> <p>CAS Number: 1318-93-0</p> <p>Molecular Weight: 439.27</p> <p>Volume(CD): 359.02</p> <p>Dx: Dm:</p> <p>Sys: Hexagonal</p> <p>Lattice: Primitive</p> <p>S.G.: P</p> <p>Cell Parameters: a 5.165 b β c 15.54</p> <p>SS/FOM: F 5= 1 (0.088, 43)</p> <p>I/Icor:</p> <p>Rad: CuKa</p> <p>Lambda: 1.5418</p> <p>Filter: Ni</p> <p>d-sp: diffractometer</p> <p>Mineral Name: Montmorillonite-15A</p>	<p>$\text{Na}_0.3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Sodium Magnesium Aluminum Silicate Hydroxide Hydrate Ref: Brindley, G., Penn State Univ., University Park, PA, USA, ICDD Grant-in-Aid, (1977)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> <th>d(Å)</th> <th>Int-f</th> <th>h k l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13.600</td> <td>100</td> <td>0 0 1</td> <td>4.4600</td> <td>65</td> <td>1 0 0</td> <td>1.6900</td> <td>8</td> <td>2 1 0</td> </tr> <tr> <td>5.1600</td> <td>12</td> <td>0 0 3</td> <td>2.5600</td> <td>18</td> <td>1 0 5</td> <td>1.4950</td> <td>12</td> <td>3 0 0</td> </tr> </tbody> </table>	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	13.600	100	0 0 1	4.4600	65	1 0 0	1.6900	8	2 1 0	5.1600	12	0 0 3	2.5600	18	1 0 5	1.4950	12	3 0 0																																				
d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l	d(Å)	Int-f	h k l																																																								
13.600	100	0 0 1	4.4600	65	1 0 0	1.6900	8	2 1 0																																																								
5.1600	12	0 0 3	2.5600	18	1 0 5	1.4950	12	3 0 0																																																								



Lampiran 5. 5 Data JCPDS Mineral Kristobalit

