



SKRIPSI

**AKTIVASI BENTONIT PACITAN DENGAN ASAM
SULFAT SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA
PADA MINYAK SAWIT MENTAH**

**YUDA DWI PARAMARTA
NRP. 0121134000036**

**Dosen Pembimbing
Dr. Djoko Hartanto, M.Si.**

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



SCRIPT

**ACTIVATION OF PACITAN BENTONITE WITH
SULPHURIC ACID AS CRUDE PALM OIL
PIGMENT ADSORBENT**

**YUDA DWI PARAMARTA
NRP. 0121134000063**

**Advisor
Dr. Djoko Hartanto, M.Si.**

**CHEMISTRY DEPARTMENT
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

**AKTIVASI BENTONIT PACITAN DENGAN ASAM
SULFAT SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA PADA
MINYAK SAWIT MENTAH**

SKRIPSI

Disusun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana program S-1
Departemen Kimia
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Disusun Oleh :

YUDA DWI PARAMARTA
NRP. 0121134000063

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

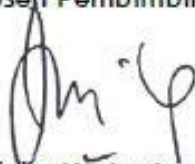
AKTIVASI BENTONIT PACITAN DENGAN ASAM SULFAT
SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA PADA MINYAK SAWIT
MENTAH

SKRIPSI

Oleh :

YUDA DWI PARAMARTA
NRP 01211340000063

Surabaya, 26 Agustus 2020
Menyetujui,
Dosen Pembimbing,



Dr. Djoko Hartanto, M. Si.
NIP. 19621028 198803 1 003

Mengetahui,
Kepala Departemen Kimia



Prof. Dr. rer.nat. Fredy Kurniawan, M. Si
NIP. 19740428 199802 1 001

Karya ini dipersembahkan untuk

Bapak dan Ibu terhebat

Kakak dan adik tercinta

Teman-teman ANORTHITE

AKTIVASI BENTONIT PACITAN DENGAN ASAM SULFAT SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA PADA MINYAK SAWIT MENTAH

Nama : Yuda Dwi Paramarta
NRP : 01211340000063
Departemen : Kimia
Dosen Pembimbing : Dr. Djoko Hartanto, M.Si.

Abstrak

Bleaching earth dapat dibuat dari bentonit yang tersusun oleh mineral montmorillonit, dengan melakukan aktivasi menggunakan larutan asam terutama asam sulfat. Aktivasi asam sulfat pada bentonit Pacitan dilakukan dengan pencucian pada variasi konsentrasi asam 0,4M, 0,6M, dan 1,2M dan dilakukan pada suhu 80°C selama 1 jam. Perbandingan massa bentonit : asam sulfat 100:5 ; 100:10 ; 100:20. Aktivasi dilanjutkan dengan melakukan pengeringan bentonit pada suhu 120°C. Uji bentonit aktif dengan XRD menunjukkan kenaikan celah antar lapis dari 13,92Å menjadi 15,44Å. Uji lanjut Bentonit aktif dengan adsorpsi warna dalam CPO terjadi kenaikan pemucatan dimana adsorpsi zat warna pada CPO meningkat 16,87% dari sebelum diaktivasi.

Kata kunci: *Bleaching earth*, Bentonit, warna CPO, XRD, Adsorpsi

ACTIVATION OF PACITAN BENTONITE WITH SULFURIC ACID AS CRUDE PALM OIL PIGMENT ADSORBENT

Name : Yuda Dwi Paramarta
NRP : 01211340000063
Department : Kimia
Advisor Lecturer : Dr. Djoko Hartanto, M.Si.

Abstract

Bleaching earth can be made from bentonite which composed of montmorillonite, by using sulphuric acid as activator. Acid activation of Pacitan bentonite was done by washing bentonite with 0,4M, 0,6M, and 1,2M of sulphuric acid at 80°C for 1 hour with bentonite to sulfuric acid mass ratio 100:5 ; 100:10 ; and 100:20. Activation procedure was continued by drying at 120°C. XRD analysis shows an increase in space between layer from 13,92Å to 15,44Å. Analysis continued by colour adsorption in CPO and shows an increase in color adsorption by 16,87% compared to bentonite before activation.

Keywords: Bleaching earth, bentonite, CPO Colour, XRD, Adsorpsi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah tugas akhir yang berjudul “**AKTIVASI BENTONIT PACITAN DENGAN ASAM SULFAT SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA PADA MINYAK SAWIT MENTAH**” dengan baik.

Tulisan ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Dr. Djoko Hartanto, M.Si., selaku dosen pembimbing, dosen wali, dan Kepala Laboratorium Kimia Material dan Energi yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan memberikan fasilitas percobaan sampai dengan proses penyusunan naskah tugas akhir ini.
2. Prof. Dr.rer.nat. Fredy Kurniawan, M.Si. selaku Kepala Departemen Kimia atas fasilitas yang telah diberikan hingga naskah tugas akhir ini dapat terselesaikan.
3. Ibu dan ayah yang selalu memberikan semangat, dukungan serta doa hingga selesainya tugas akhir ini.
4. Kakak saya Prima Adi Kurniawan, dan adik saya Kartika Nur Ramadhani.
5. Teman-teman *ANOTHITE* yang berjuang bersama hingga akhir.
6. Semua warga laboratorium Kimia Material dan Energi yang bekerja hingga larut malam.
7. Semua pihak yang terlibat dalam tulisan ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan naskah tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis terbuka apabila terdapat kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga naskah tugas akhir ini memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, Agustus 2020
Penulis

DAFTAR ISI

halaman

LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Bentonit.....	5
2.1.1. Struktur Bentonit	5
2.1.2. Pembuatan Bleaching Earth	7
2.2. Minyak sawit.....	8
2.2.1. Karoten	10
2.2.2. Pemucatan Minyak Sawit	11
2.3. Karakterisasi	12
2.3.1. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	13
2.3.2. Spektrofotometri UV-Vis	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1. Alat dan Bahan.....	21
3.2. Prosedur	21
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Bahan Baku Penelitian	23
4.2. Analisis XRD	24
4.3. Adsorpsi zat warna pada CPO.....	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1. Kesimpulan	33

5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN I.....	41
SKEMA KERJA	41
LAMPIRAN II.....	43
HASIL PENGUKURAN XRD	43

DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 2.1 Bentonit Wyoming (John, 2014).....	5
Gambar 2.2 Struktur Montmorillonit, mineral penyusun utama dari bentonit (Steinmetz, 2007)	6
Gambar 2.3 Buah siap panen dari <i>E. Guineensis</i> (Mohammad dkk., 2016)	9
Gambar 2.4 Struktur dari beberapa isomer karoten (Barbosa-Filho et al., 2008)	11
Gambar 2.5 Proses pelepasan sinar X dari atom logam (Suryanarayana dan Norton, 2013)	14
Gambar 2.6 Prinsip kerja difraksi X-Ray sesuai hukum Bragg (Gharbi, 2016).....	16
Gambar 2.7 Contoh Difraktogram dari zeolite alam.....	17
Gambar 2.8 Contoh Spektrum dari spektrofotometer UV-Vis....	18
Gambar 2.9 Prinsip kerja Spektrofotometer UV-Vis (De Caro dan Haller, 2015)	19
Gambar 4.1 Difraktogram Bentonit pacitan dan standar Montmorillonit (RRUFF R110052)	24
Gambar 4.2 CPO sebelum proses adsorpsi, CPO setelah adsorpsi dengan BeAc5, dan CPO setelah adsorpsi dengan BeAc10 (berurutan dari kanan ke kiri).	27
Gambar 4.3 spektra CPO setelah melalui proses adsorpsi dengan bentonit.	28
Gambar 4.4 Grafik hubungan warna CPO setelah adsorpsi dengan konsentrasi asam yang digunakan pada proses aktivasi	31

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Jarak Bidang (001)	26
Tabel 4.2 Nilai % warna CPO setelah adsorpsi	30

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
LAMPIRAN I SKEMA KERJA	41
LAMPIRAN II HASIL PENGUKURAN XRD	43

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang hal-hal yang menjadi latar belakang permasalahan dalam Tugas Akhir kemudian disusun dalam suatu rumusan masalah.

1.1. Latar Belakang

Bleaching earth adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan lempung yang dalam bentuk alami atau setelah aktivasi kimia maupun fisika, memiliki kemampuan adsorpsi zat warna dalam minyak (Siddiqui, 1968a, p. 1). Lempung adalah mineral aluminosilikat yang tersusun dalam bentuk lamela atau lapis-lapis dengan ukuran partikel kurang dari 4 μm . Kemampuan adsorpsi yang tinggi dari lempung adalah salah satu sifat lempung yang disebabkan ukuran partikel yang kecil dan tingginya rasio luas permukaan terhadap volume (Huggett, 2005).

Lempung pada umumnya memiliki struktur lamela atau lapis-lapis dimana masing-masing lapisan terdiri dari lapisan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan SiO_4 . Dalam keadaan alami, beberapa posisi $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan SiO_4 dapat disubstitusi oleh $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan $\text{Al}(\text{OH})_3$, berurutan, yang menyebabkan muatan negatif pada permukaan lempung. Beberapa lempung yang dapat digunakan sebagai *bleaching earth* yaitu kaolinit, montmorillonit, dan illites (Siddiqui, 1968b).

Bentonit adalah batuan dengan mineral montmorillonit sebagai penyusun utama. Montmorillonit adalah aluminosilikat tipe 2:1, dimana masing-masing lapisan terdiri dari $\text{Al}(\text{OH})_3$ oktahedral yang diapit oleh 2 lapis SiO_4 tetrahedral (Bananezhad dkk., 2019). Muatan negatif pada permukaan bentonit alami dinetralkan oleh kation seperti H^+ , Na^+ , Ca^{2+} (Pawar dkk., 2016). Dalam larutan akuos, molekul air dapat masuk pada celah antar lapis, menyebabkan perkembangan ukuran mineral (Pawar dkk., 2016).

Bentonit yang banyak dijumpai di alam biasanya masih memiliki ion logam, molekul air, dan pengotor lain pada

permukaan kisinya sehingga tidak dapat mengadsorpsi dengan baik. Proses aktivasi dibutuhkan untuk menghilangkan ion logam, molekul air, dan pengotor pada kisi sehingga bentonit dapat digunakan sebagai adsorben (Al-Zahrani dkk., 2001). Aktivasi adalah perlakuan secara kimia maupun fisika pada lempung untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi dari lempung tersebut. Salah satu metode aktivasi yang banyak digunakan adalah metode *acid activation* atau aktivasi asam (Siddiqui, 1968c).

Aktivasi asam adalah metode aktivasi lempung yang banyak digunakan, terutama pada bentonit. Metode aktivasi asam dilakukan dengan mencampur lempung dengan asam mineral seperti HCl atau H₂SO₄ kemudian dipanaskan hingga suhu tertentu. Selain menghilangkan pengotor pada celah antar lapis, aktivasi juga bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan dan keasaman permukaan bentonit (Komadel dan Madejová, 2013; Pawar dkk., 2016).

Pemberian asam pada bentonit akan meningkatkan keasaman permukaan bentonit dengan mensubstitusi ion logam pada celah antar lapis bentonit dengan ion H⁺, sehingga semakin banyak asam yang digunakan maka semakin banyak pula ion H⁺ yang dapat mensubstitusi ion logam pada celah antar lapis bentonit. Selain itu, asam juga akan memperbesar rongga internal dan meningkatkan luas permukaan dengan melarutkan sebagian Al₂O₃ (Al-Zahrani, dkk., 2001). Pada penelitian ini digunakan H₂SO₄ untuk aktivasi bentonit. Jumlah H₂SO₄ yang digunakan pada proses aktivasi perlu diperhatikan karena penggunaan H₂SO₄ terlalu banyak dapat merusak struktur bentonit.

Pada penelitian sebelumnya, Tanjaya dkk. menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan ketika aktivasi, semakin banyak pula ion H⁺ yang masuk ke dalam celah bentonit melarutkan Al³⁺ dan merusak struktur bentonit. Penelitian Tanjaya dkk. menunjukkan adanya penurunan adsorpsi warna CPO (*Crude Palm Oil*) pada bentonit yang diaktifkan dengan asam sulfat lebih dari 1,25M disebabkan rusaknya struktur bentonit oleh asam yang digunakan ketika aktivasi (Tanjaya dkk., 2006).

Christidis dkk. juga menyebutkan bahwa kemampuan adsorpsi dari bentonit dipengaruhi oleh adanya Al pada lapisan bentonit, sehingga penggunaan asam pada proses aktivasi bentonit perlu diperhatikan agar Al pada lapisan bentonit tidak larut dan tidak merusak struktur bentonit (Christidis dkk., 1997).

Keberhasilan aktivasi bentonit dibuktikan dengan peningkatan kemampuan adsorpsi bentonit pada minyak mentah (Siddiqui, 1968c). Pada penelitian ini digunakan minyak sawit mentah (CPO) sebagai parameter keberhasilan aktivasi bentonit. CPO memiliki kandungan karoten yang sangat tinggi, sekitar 500-700 ppm. Adanya karoten membuat CPO tidak cocok digunakan dalam industri makanan dan farmasi seperti es krim, roti, margarin, dan kosmetik sehingga pemisahannya dari CPO menjadi penting (Almeida dkk., 2019; Ribeiro dkk., 2018). Proses pemisahan zat warna pada minyak dapat disebut *bleaching*. Selain untuk menghilangkan karoten, proses *bleaching* juga bertujuan untuk menghilangkan zat warna lain seperti klorofil, logam, sabun, dan produk oksidasi pada CPO (Sampaio dkk., 2017). Pada penelitian ini, bentonit digunakan sebagai adsorben pada proses *bleaching* CPO.

Aktivasi dengan H_2SO_4 bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi dari bentonit. Akan tetapi jumlah H_2SO_4 yang digunakan perlu diperhatikan agar tidak merusak struktur bentonit. Dengan prosedur yang tepat, aktivasi bentonit dengan asam H_2SO_4 dapat dilakukan tanpa merusak struktur bentonit.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam bentuk alami, pada kisi bentonit terdapat ion logam, molekul air dan pengotor lain yang mengurangi kemampuan adsorpsi dari bentonit. Aktivasi dilakukan untuk untuk menghilangkan pengotor pada kisi bentonit. Aktivasi bentonit dapat dilakukan dengan asam sulfat, akan tetapi penggunaan asam sulfat yang terlalu banyak dapat merusak struktur bentonit. Dengan prosedur yang tepat, aktivasi asam dapat dilakukan dan meningkatkan aktifitas adsorpsi dari bentonit tanpa merusak struktur bentonit. Bentonit digunakan sebagai adsorben ada proses

bleaching CPO sehingga CPO dapat digunakan oleh industri makanan, farmasi, dan kosmetik.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk dapat mengaktivasi bentonit menggunakan asam sulfat 0,4M, 0,6M, dan 1,2M.
2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam sulfat pada proses aktivasi terhadap kemampuan bentonit dalam adsorpsi zat warna pada CPO.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penelitian terdahulu dan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti. Bahan yang akan dipakai sebagai bahan dasar penelitian dan prosedur yang akan dipakai dalam penelitian tugas akhir ini.

2.1. Bentonit

Bentonit adalah lempung mineral dengan komponen utama montmorillonite, yaitu aluminosilikat tipe 2:1 (Pawar dkk., 2016). Nama bentonit diambil dari nama kota Fort Benton, negara bagian Montana, Amerika Serikat, yaitu kota terdekat dimana bentonit pertama kali ditemukan (Pallardy, 2019). Gambar 2.1 adalah salah satu contoh batuan bentonit yang berasal dari Wyoming.

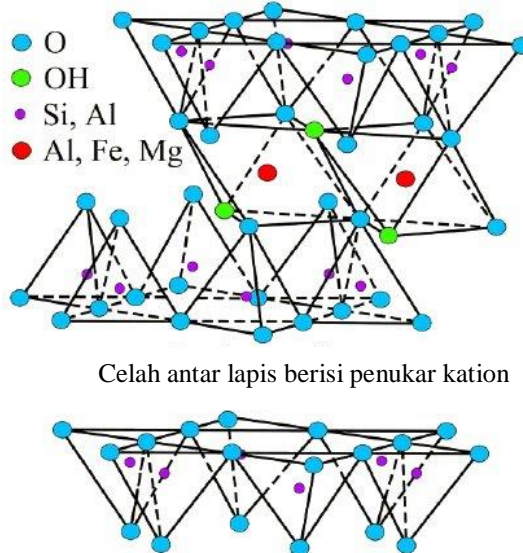


Gambar 2.1 Bentonit Wyoming (John, 2014)

2.1.1. Struktur Bentonit

Bentonit memiliki struktur lamela, dimana tiap lapis tersusun oleh lapisan alumina trivalen oktahedral yang diapit oleh dua lapisan silika tetravalen tetrahedral seperti pada Gambar 2.2 (Bananezhad et al., 2019). Diantara lapisan Si-Al-Si, terdapat celah

yang mana ketika dalam larutan akuos, dapat diisi oleh molekul air (Pawar dkk., 2016).



Gambar 2.2 Struktur Montmorillonit, mineral penyusun utama dari bentonit (Steinmetz, 2007)

Secara alami, bentonit tersusun tidak hanya dengan aluminium trivalen dan silika tetravalen. Beberapa atom aluminium trivalen pada struktur lapisan bentonit dapat tersubstitusi oleh magnesium divalen maupun besi divalen. Adanya magnesium dan besi divalent pada struktur lapisan bentonit menyebabkan bentonit memiliki muatan negatif pada permukaannya. Muatan negatif tersebut akan dinetralkan oleh kation-kation seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , dan Na^+ yang dapat ditukarkan dengan kation-kation lain (Pawar dkk., 2016).

Salah satu jenis bentonit adalah sodium bentonit. Sodium bentonit adalah bentonit dengan kation bentonit sebagai penyeimbang muatan pada permukaan bentonit. Sodium bentonit memiliki sifat dapat menyerap air dalam jumlah besar hingga 10-15× massanya dan membentuk wujud seperti gel. Berkat sifat ini,

sodium bentonit banyak digunakan sebagai *drilling mud* untuk menghindari kebocoran minyak atau gas pada sumur minyak (Murray, 2006).

Selain sebagai *drilling mud*, bentonit juga dapat digunakan sebagai adsorben. Tingginya luas permukaan bentonit dan banyaknya muatan negatif pada permukaan bentonit membuat bentonit dapat digunakan sebagai adsorben yang baik. Salah satu aplikasi bentonit sebagai adsorben adalah pada proses *bleaching* atau pemucatan minyak nabati. Bentonit digunakan sebagai *bleaching earth*.

2.1.2. Pembuatan Bleaching Earth

Bentonit banyak digunakan sebagai adsorben zat warna dan ion logam. Struktur lamela dengan celah diantara lapisan membuat bentonit memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai adsorben yang baik. Muatan negatif pada permukaannya juga berperan dalam kemampuan penukar kation dari bentonit (Al-Zahrani dkk., 2001a; Pawar dkk., 2016; Silva dkk., 2014, 2013; Wu dkk., 2006).

Bleaching earth dapat dibuat dengan aktivasi bentonit. Aktivasi bentonit dilakukan untuk menghilangkan ion logam, molekul air, dan pengotor lain dari permukaan bentonit. Adanya pengotor tersebut pada permukaan bentonit dapat mengurangi luas permukaan bentonit sehingga menurunkan kapasitas adsorpsi dari bentonit (Al-Zahrani dkk., 2001b; Wu dkk., 2006).

Aktivasi bentonit dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode aktivasi asam dan aktivasi termal. Aktivasi termal dilakukan dengan memanaskan bentonit hingga suhu 500-700°C. Pemanasan akan memecahkan ikatan O-OH dan meningkatkan kapasitas adsorpsi dari bentonit. Akan tetapi, pemanasan suhu tinggi juga dapat mengubah, bahkan merusak struktur dari bentonit (Al-Zahrani dkk., 2001b).

Pada aktivasi asam, dapat digunakan asam sulfat maupun asam klorida. Aktivasi asam akan melarutkan kation kation pada celah antar lapis bentonit seperti Na^+ , Ca^+ , dan K^+ kemudian mensubstitusi dengan H^+ . asam juga akan melarutkan sebagian

aluminium, magnesium dan besi dari struktur lapis bentonit (Siddiqui, 1968c).

Proses aktivasi asam dimulai dari pinggir struktur, melarutkan kation kation seperti Na^+ , Ca^+ , dan K^+ kemudian diteruskan hingga kedalam struktur lapis bentonit melarutkan sebagian struktur oktahedral bentonit. Aktivasi asam tidak akan merusak struktur tetrahedral silika-oksigen, akan tetapi melewati pori-pori pada struktur tetrahedral dan melarutkan sebagian struktur oktahedral pada bentonit (Siddiqui, 1968c).

Apabila aktivasi dilanjutkan, maka lebih banyak struktur oktahedral akan larut ke dalam asam. Hal ini akan menyebabkan rusaknya struktur bentonit karena kerangka oktahedral akan habis dan yang tersisa adalah struktur silika-oksigen tetrahedral (Siddiqui, 1968c).

Pada penelitian ini digunakan asam sulfat sebagai agen aktivasi dengan konsentrasi 0,4M, 0,6M, dan 1,2M.

2.2. Minyak sawit

Minyak sawit adalah minyak yang dihasilkan dari perasan buah dari tanaman palem dari genus *elaeis* seperti pada Gambar 2.3. Tanaman palem *elaeis* banyak ditemukan di daerah equator di sekitar afrika, asia tenggara dan amerika tengah dan selatan. Sebagian besar penyebarannya disebabkan oleh domestikasi oleh manusia. Penggunaan minyak sawit dapat ditelusuri hingga sekitar 3000 tahun sebelum masehi dalam sebuah makam di Abydos, mesir. Salah satu catatan sejarah tertua tentang minyak sawit ditulis oleh orang belanda saat explorasi Portugis di afrika barat berlangsung pada tahun 1435. Ca' da Mosto mendeskripsikan minyak sawit sebagai “makanan yang memiliki aroma bunga viola, rasa seperti minyak zaitun, dan warna seperti saffron, akan tetapi lebih menarik”. Minyak sawit juga sering disebut *palm wine* atau wine palem (Corley dan Tinker, 2015).

Habitat asli dari tanaman penghasil minyak sawit adalah daerah rawa kering dengan curah hujan tinggi. Penggunaan komersial dari minyak sawit berawal dari Afrika pada awal abad 19. Minyak sawit diekspor dari Republik Benin, Nigeria, dan Sierra Leone menuju negara-negara Eropa seperti Inggris dan Prancis. Popularitas Afrika sebagai penghasil minyak sawit terus berlangsung hingga akhir Perang Dunia 2 (Corley dan Tinker, 2015).



Gambar 2.3 Buah siap panen dari *E. Guineensis* (Mohammad dkk., 2016)

Pada pertengahan abad 19, Kebun Raya Bogor mendapatkan 4 bibit palem yang ditanam sebagai tanaman ornamen atau tanaman hias. Biji dari keempat tanaman tersebut kemudian disebar dan dievaluasi peluang ekonominya. Turunan dari tanaman palem di Kebun Raya Bogor kemudian dikenal dengan *Deli dura* dan banyak digunakan untuk produksi bibit *dura* × *pisera* (Corley dan Tinker, 2015; Lin, 2011).

Perkebunan sawit pertama di Indonesia terletak di Sumatra yang ditanam pada tahun 1911. Bibit yang digunakan pada perkebunan sawit komersial sebagian besar adalah *dura* × *pisera*. Bibit ini dipilih karena dapat memberikan hasil minyak terbanyak, hingga 25,5% tiap tandan (Lin, 2011). Industri minyak sawit di

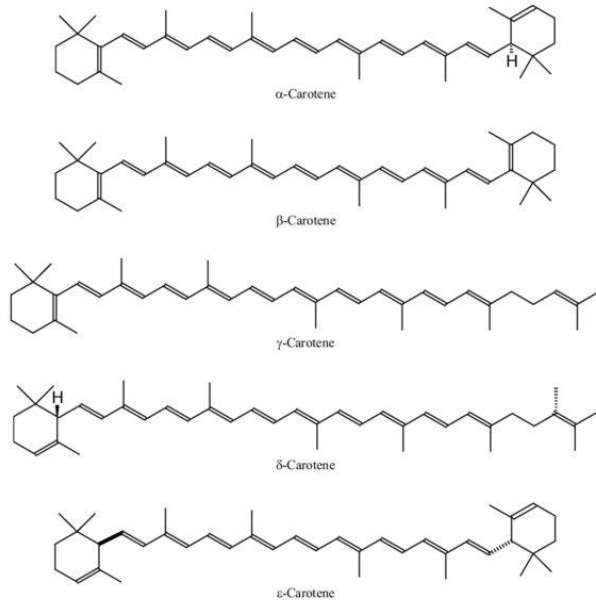
Indonesia terus berkembang hingga saat ini. Indonesia saat ini adalah penghasil minyak sawit terbesar di dunia dengan total produksi hingga 42,5 juta ton per tahun, dan memenuhi 58% total produksi minyak sawit dunia (Shahbandeh, 2020).

Pada suhu ruangan, minyak sawit memiliki wujud cair dengan warna merah tua atau jingga keruh. Pada dasarnya, minyak sawit adalah campuran dari bermacam-macam trigliserida. Trigliserida adalah gabungan antar gliserol dan tiga asam lemak pada ketiga ujung gliserol. Asam lemak penyusun minyak sawit terdiri dari asam lemak palmitat, asam lemak oleat, asam lemak linoleat, dan sedikit asam lemak stearat serta asam lemak miristat. Selain trigliserida, minyak sawit juga mengandung zat lain seperti karoten dengan konsentrasi 500-700 ppm, tokoferol dengan konsentrasi 600-1000 ppm, dan sterol dengan konsentrasi 250-620 ppm (Corley dan Tinker, 2015).

2.2.1. Karoten

Karoten adalah zat warna organik dengan rumus kimia $C_{40}H_{56}$, tersusun oleh molekul isoprene yang tertata sehingga 2 gugus metil di tengah berada pada posisi 1,6 dan gugus metil non terminal lainnya pada posisi 1,5 seperti pada Gambar 2.4. Terdapat beberapa molekul dalam keluarga karoten diantaranya β -karoten, α -karoten, dan likopen (Zou dkk., 2012).

Karoten adalah komponen minor dari minyak sawit. Karoten memiliki konsentrasi sebesar 500-700 ppm pada minyak sawit mentah. Walaupun karoten merupakan komponen minor dari minyak sawit, karoten adalah komponen yang memberikan warna merah gelap pada minyak sawit (Corley dan Tinker, 2015). Walaupun α -karoten dan β -karoten merupakan antioksidan dan prekursor vitamin A, akan tetapi adanya α -karoten dan β -karoten membuat minyak sawit tidak cocok digunakan pada industri makanan dan obat (Almeida dkk., 2019; Nagendran dkk., 2000; Sampaio dkk., 2017). Pemisahan karoten pada minyak sawit



Gambar 2.4 Struktur dari beberapa isomer karoten (Barbosa-Filho et al., 2008)

dilakukan dengan menggunakan adsorben berupa lempung aktif. Pada penelitian ini, dilakukan proses pemisahan menggunakan lempung aktif bentonit dari Pacitan, Jawa Timur.

2.2.2. Pemucatan Minyak Sawit

Pemucatan minyak nabati adalah proses pemurnian adsorptive pada minyak nabati dengan menggunakan *bleaching earth* atau *bleaching carbon*. Nama *bleaching* atau pemucatan berasal dari efek perlakuan terhadap minyak yaitu memucatkan minyak. *Bleaching earth* atau *bleaching carbon* akan mengadsorp warna dan pengotor pada minyak sehingga warna minyak lebih jernih. Proses adsorptiv dipilih sebagai metode pemucatan karena adsorben dapat mengadsorp secara selektif tanpa merusak minyak itu sendiri (Patterson, 2009a).

Pada dasarnya adsorpsi warna minyak pada *bleaching earth* merupakan interaksi dari sisi anion dari *bleaching earth* dengan sisi kation dari zat warna. Penelitian sebelumnya oleh Kayser dan Blosch mempelajari perilaku zat warna kation terhadap permukaan H-montmorillonit dan Na-montmorillonit dan mendapatkan bahwa proses adsorpsi warna selalu diikuti perubahan warna, dimana zat warna tertarik pada sisi asam montmorillonit. Mereka juga menunjukkan ketika zat warna memiliki satu atau lebih ion negatif, adsorpsi menjadi sangat sedikit bahkan mendekati nol. Dengan kata lain, proses adsorpsi berkaitan dengan proses transfer elektron dari zat warna organik menuju permukaan *bleaching earth* (Siddiqui, 1968d).

Pada penelitian lain oleh King dan Wharton, menyebutkan bahwa pada proses pemucatan tidak hanya proses adsorptiv yang terjadi, akan tetapi juga diikuti proses oksidasi dan reaksi kimia lainnya. Mereka menyimpulkan terdapat 4 proses yang mempengaruhi pemucatan minyak yaitu adsorpsi warna, oksidatif penambah warna, oksidatif pengurang warna, dan oksidatif stabilisasi. Proses adsorpsi warna dan oksidatif pengurang warna adalah proses yang diinginkan sedangkan oksidatif penambah warna dan oksidatif stabilisasi tidak diinginkan. Penggunaan montmorillonit sebagai adsorben diketahui menjadi katalis bagi proses oksidatif (Siddiqui, 1968d). Meskipun banyak faktor yang mempengaruhi pemucatan minyak, hasil pemucatan secara umum tergantung pada struktur adsorben dan sifat adsorbat (Siddiqui, 1968d).

Pada minyak sawit, kondisi optimal untuk pemucatan minyak sawit adalah dengan menggunakan sekitar 2-3% adsorben dan dilakukan pada suhu 100°C-110°C selama 20-30 menit. Pemilihan kondisi ini selain untuk optimasi adsorpsi, juga untuk menghindari kerusakan minyak karena panas (Patterson, 2009b).

2.3. Karakterisasi

Karakterisasi adalah upaya untuk mengetahui karakter dan sifat suatu material, baik secara fisik maupun kimia. Karakterisasi digunakan oleh peneliti untuk identifikasi dan menentukan suatu

material. Pada penelitian ini, dilakukan karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) dan spektrofotometri UV-Vis.

2.3.1. X-Ray Diffraction (XRD)

X ray diffraction (XRD) adalah salah satu metode penentuan struktur kristal dengan memanfaatkan difraksi sinar X oleh kisi kristal. Sumber sinar yang sering digunakan pada XRD adalah sinar Cu-K α . Sinar Cu-K α ditembakkan pada kristal pada sudut tertentu dan akan dipantulkan oleh kisi kristal. Sinar pantulan tersebut akan dibaca oleh detektor yang kemudian digunakan untuk menentukan struktur dari sebuah kristal (Suryanarayana dan Norton, 1998).

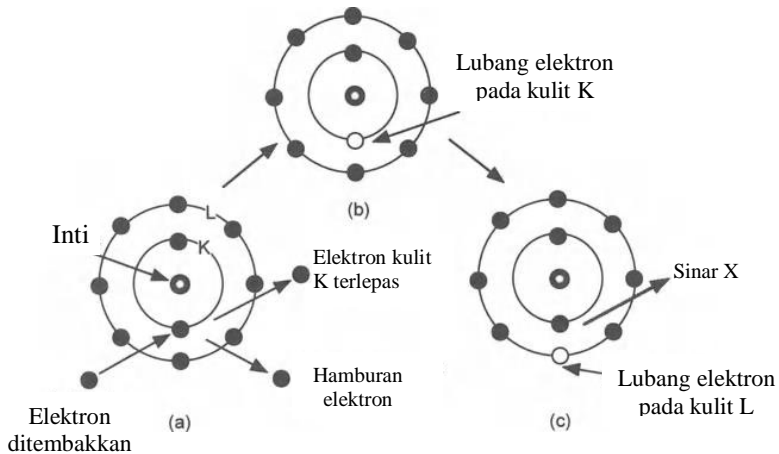
X-Ray diffraction atau difraksi sinar-X pertama kali dipelajari oleh Max von Laue pada tahun 1912. Max von Laue mempelajari sinar X berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Thomas Young pada tahun 1801 tentang difraksi cahaya oleh 2 celah kisi seragam. Young menemukan bahwa pola difraksi tergantung pada panjang gelombang cahaya (λ) dan jarak antar celah kisi (d). Setelah mempelajari penelitian Young, Laue menyadari bahwa jika ada sinar yang memiliki panjang gelombang mirip dengan jarak kisi bidang kristal, maka sinar tersebut dapat didifraksi oleh kisi kristal. Laue menemukan bahwa sinar X yang sebelumnya telah ditemukan oleh Wilhelm Röntgen pada tahun 1895 memiliki dapat digunakan untuk mempelajari susunan atom pada kristal (Suryanarayana dan Norton, 2013).

2.3.1.1. Difraksi

Difraksi secara umum digunakan untuk mendeskripsikan fenomena cahaya ketika melewati celah kecil. Kata difraksi berasal dari Bahasa latin *diffringere* yang berarti 'yang terpisah menjadi bagian'. Fenomena ini pertama kali dipelajari oleh ilmuwan dari italia Francesco Maria Grimaldi. Fenomena ini terjadi ketika Grimaldi menyinari ruang gelap dengan seberkas sinar melewati lubang sebesar batang pensil dan membiarkan sinar tersebut ditangkap oleh permukaan putih. Grimaldi menyadari bahwa sinar yang terlihat pada permukaan lebih besar daripada yang telah

dihitung. Grimaldi melanjutkan dengan mengganti lubang dengan lubang yang lebih kecil dan mendapati cahaya pada permukaan putih lebih besar dari seharusnya. Grimaldi menyebut fenomena ini sebagai difraksi (Cajori, 1929).

Grimaldi dapat menunjukkan fenomena tersebut akan tetapi tidak dapat menjelaskan penyebab fenomena tersebut. Newton kemudian mengulangi percobaan Grimaldi dan menjelaskan fenomena tersebut dengan teori emisi (Cajori, 1929).



Gambar 2.5 Proses pelepasan sinar X dari atom logam (Suryanarayana dan Norton, 2013)

2.3.1.2. Sinar X

Sinar X adalah radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang dari 10^{-3} -10 nm. Sinar x terletak diantara sinar UV dan sinar gamma pada spektrum elektromagnetik. Sinar X terjadi ketika ada interaksi antara pancaran elektron dari luar dengan elektron pada kulit atom (Suryanarayana dan Norton, 2013).

Ketika sebuah atom logam ditembak dengan cukup energi untuk mengeksitasi elektron pada kulit dalam atom, maka atom akan masuk ke dalam keadaan tereksitasi dengan lubang elektron pada kulit dalam atom. Ketika lubang elektron terisi oleh elektron

dari kulit luar elektron, maka sinar X dengan energi sesuai dengan selisih energi elektron terpancar. Energi dari pancaran sinar x ini karakteristik dari logam target. Sinar x ini adalah sinar x yang digunakan untuk karakterisasi difraksi sinar x. Proses pelepasan sinar X dari atom logam dapat dilihat pada Gambar 2.5 (Suryanarayana dan Norton, 2013).

Meskipun teori tentang difraksi sinar x pertama kali di temukan oleh Laue, aplikasi teori difraksi sinar x pertama kali dilakukan oleh W.H. Bragg dan W.L. Bragg, untuk membuktikan model struktur hipotesis garam. Bragg mengamati jika kristal pada panjang gelombang tertentu dan sudut tertentu memancarkan puncak radiasi yang sangat tinggi. Bragg menyebutkan bahwa puncak tersebut terjadi ketika difraksi sinar dari bidang kristal saling tumpang tindih secara konstruktif. Menurut pengamatan Bragg, kondisi ini dapat diamati pada sudut 2θ dimana θ adalah sudut sinar datang terhadap bidang difraksi. Prinsip kerja difraksi X-Ray sesuai hukum Bragg dapat dilihat pada Gambar 2.6 (Borisov dan Podberezskaya, 2012; Suryanarayana dan Norton, 2013). Dari pengamatannya, Bragg menemukan hukum Bragg (Persamaan 2.1) yang menjadi dasar analisis XRD hingga sekarang. Persamaan tersebut adalah

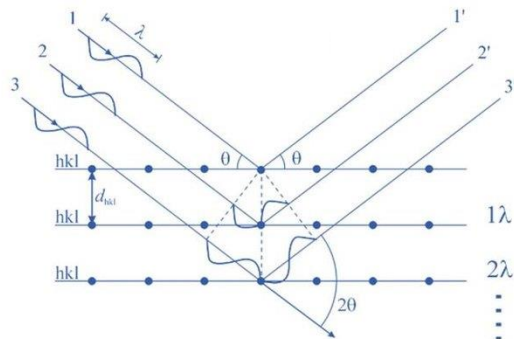
$$2d \sin\theta = n\lambda \quad (2.1)$$

dimana d adalah jarak antar 2 bidang difraksi, θ adalah sudut sinar datang terhadap bidang difraksi, n adalah nilai integer positif, dan λ adalah panjang gelombang sinar X (Suryanarayana dan Norton, 2013). Pada tahun 1916, P. Debye dan P. Scherrer mengembangkan teori Bragg dan memperkenalkan metode perhitungan rata-rata ukuran kristal. Persamaan tersebut adalah

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (2.2)$$

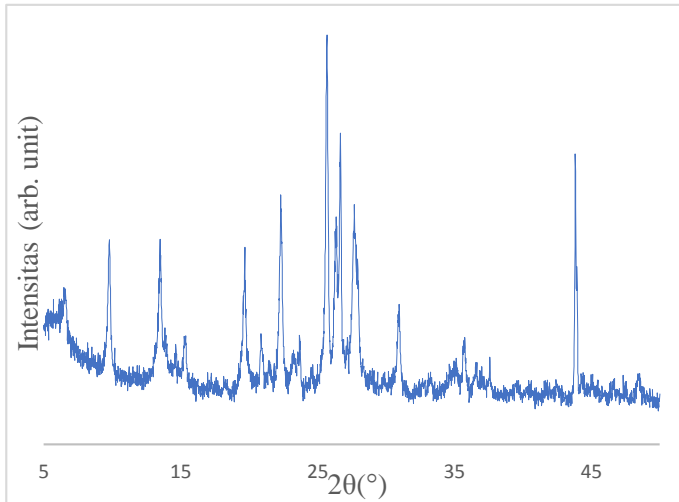
dimana D adalah rata rata ukuran partikel, k adalah faktor bentuk, λ adalah panjang gelombang sinar X ($\text{Cu-K}\alpha = 0,15406 \text{ nm}$), β adalah lebar puncak pada setengah intensitas maksimum dalam radian, dan θ adalah sudut difraksi (Suryanarayana dan Norton, 2013).

Secara umum, instrumen difraktometer sinar x dibagi menjadi 3 bagian yaitu sumber sinar x, sampel, dan detektor yang ketiganya terletak pada sebuah lingkaran disebut lingkaran difraktometer. Lingkaran difraktometer biasanya terpasang dengan posisi vertical, akan tetapi pada beberapa pengujian khusus seperti film tipis dapat terpasang dengan posisi horizontal (Suryanarayana dan Norton, 2013).



Gambar 2.6 Prinsip kerja difraksi X-Ray sesuai hukum Bragg (Gharbi, 2016)

Sinar-X yang digunakan oleh difraktometer sinar x dapur berasal dari bermacam-macam logam seperti molybdenum, tembaga, atau besi. Pemilihan sumber sinar x disesuaikan dengan sampel yang akan diuji. Energi sinar x yang digunakan harus lebih rendah daripada energi eksitasi elektron K pada sampel. Hal ini untuk menghindari munculnya radiasi fluoresensi dari sampel. Ketika logam terkena sinar x dan mengeksitasi elektron pada kulit dalam logam, elektron dari kulit luar logam akan turun memenuhi kekosongan pada kulit dalam atom. Turunnya elektron dari kulit luar menuju kulit dalam akan melepaskan sinar x yang merupakan karakteristik logam tersebut. Kejadian ini disebut radiasi fluoresensi. Sebagai contoh, jika kita menggunakan sinar $\text{Cu-K}\alpha$ yang memiliki energi 8,04 keV untuk menguji sampel mengandung besi (nomer atom 26), maka sinar x memiliki cukup energi untuk



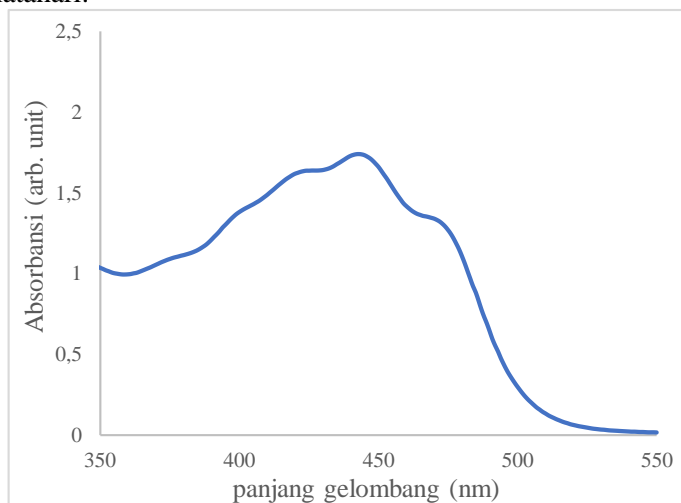
Gambar 2.7 Contoh Difraktogram dari zeolite alam

mengeksitasi elektron dari kulit K besi (energi ionisasi elektron kulit K besi sekitar 7 keV). Pengujian tersebut akan menghasilkan banyak radiasi fluoresensi. Untuk menghindari munculnya radiasi fluoresensi pada sampel mengandung besi, maka digunakan sinar Cr $K\alpha$ yang memiliki energi 5,41 keV. Pada penelitian ini digunakan sinar Cu $K\alpha$ sebagai sumber sinar.

Instrumen analisis XRD mengukur adanya puncak difraksi oleh bidang kristal dan menyajikan hasil pengukuran dalam bentuk difraktogram seperti Gambar 2.7. Pada difraktogram seperti Gambar 2.7, sumbu y mewakili intensitas dan pada sumbu x mewakili sudut difraksi. Masing-masing puncak difraksi pada difraktogram mewakili satu bidang spesifik pada struktur kristal. Intensitas puncak akan semakin tinggi jika difraksi sinar x yang tertangkap semakin banyak, dengan kata lain semakin banyak bidang kristal yang memantulkan sinar x maka semakin tinggi intensitas puncak difraksi dari bidang tersebut.

2.3.2. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri adalah salah satu metode analisis berdasarkan pengukuran intensitas sinar yang telah diserap oleh sebuah sampel dengan cara mengukur intensitas sinar yang telah melewati sampel. Aplikasi fotometri tercatat telah dilakukan sejak tahun 1725 oleh Pierre Bouguer. Bouguer melakukan percobaan yang membandingkan cahaya lilin dengan cahaya bulan dan matahari.



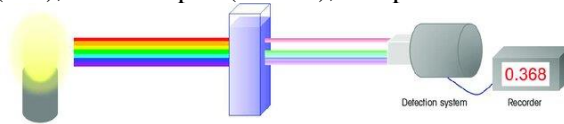
Gambar 2.8 Contoh Spektrum dari spektrofotometer UV-Vis

Johann Heinrich Lambert kemudian mensitasi Bouguer pada bukunya yang berjudul “*Photometria*” yang di terbitkan tahun 1760. August Beer kemudian mengembangkan penemuan Bouguer dan mendapatkan hukum Beer yaitu

$$A = -\log T = \log \frac{P_0}{P} = \epsilon bc$$

Dimana A adalah absorbansi, T adalah transmitansi, P_0 adalah intensitas sinar datang, P adalah intensitas sinar yang diteruskan sampel, ϵ adalah koefisien serapan, b adalah panjang sampel dan c adalah konsentrasi sampel.

Analisis fotometri dapat dilakukan dengan sinar ultra violet (UV), sinar tampak (*Visible*), maupun sinar inframerah (IR).



Gambar 2.9 Prinsip kerja Spektrofotometer UV-Vis (De Caro dan Haller, 2015)

Pengukurannya juga tergantung sifat fisik dari sampel, contohnya transparan atau berwarna, halus atau kasar, murni atau campuran, dan tebal atau tipis. Pengukuran fotometri dapat memberikan hasil kuantitatif dari sifat fisik tersebut. Pengukuran fotometri dapat dilakukan dengan sinar pantulan, transmitans, serapan, emisi, hamburan, dan juga fluoresense (Germer dkk., 2014).

Spektrofotometri uv-vis adalah metode karakterisasi yang memanfaatkan serapan sinar oleh suatu sampel tertentu. Pada spektrofotometri uv-vis, sampel diletakkan dalam sebuah kuvet. Sampel kemudian disinari oleh sinar UV atau sinar tampak. Sampel dalam kuvet akan menyerap sebagian sinar pada panjang gelombang tertentu dan dengan intensitas tertentu sesuai dengan karakteristik sampel. Sinar yang tidak diserap oleh sampel akan diteruskan dan dibaca oleh detektor seperti pada Gambar 2.9 (De Caro dan Haller, 2015).

Pada spektrofotometri UV-vis, hasil pengukuran sampel dapat terganggu oleh bermacam-macam kondisi lingkungan, seperti adanya pelarut, serapan oleh wadah sampel, dan lain sebagainya. Untuk menghindari gangguan ini, sinar yang telah melewati sampel dibandingkan dengan sinar yang dilewatkan wadah sampel yang identik dan berisi pelarut sampel.

Spektrofotometri UV-Vis digunakan untuk mengukur molekul atau unsur yang memiliki ikatan π atau memiliki pasangan elektron bebas. Molekul-molekul hidrokarbon alkana hanya memiliki ikatan σ dan tidak memiliki ikatan π maupun pasangan elektron bebas sehingga tidak dapat diukur menggunakan spektrofotometer uv-vis. Molekul-molekul seperti alkena dan

alkuna memiliki ikatan π sehingga dapat diukur dengan spektrofotometer uv-vis. Begitu juga karoten yang memiliki banyak ikatan π , dapat diukur dengan spektrofotometer uv-vis. Serapan sinar uv-vis oleh sampel dipengaruhi oleh struktur molekul, jumlah ikatan π , dan juga konsentrasi sampel sehingga serapan sinar uv-vis karakteristik dari tiap molekul.

Pada umumnya, data pengukuran spektrofotometri UV-Vis disajikan dalam bentuk grafik spektra seperti pada Gambar 2.8. Pada spektra, sumbu x mewakili panjang gelombang sinar, dan sumbu y mewakili absorbansi dari sampel. Pada penelitian ini, spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur absorbansi sampel CPO pada panjang gelombang sinar 450 nm yang merupakan panjang gelombang maksimum dari β -karoten.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan Langkah-langkah yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam tugas akhir. Selain itu juga dijelaskan prosedur dan proses pelaksanaan setiap langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.

3.1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas beaker 100 ml, gelas beaker 50 ml, *magnetic stirrer*, kaca arloji, spatula, *hot plate*, gelas ukur 50 ml, neraca analitik, Erlenmeyer, corong gelas, termometer, alu dan mortar, ayakan 80 mesh dan botol timbang.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bentonit pacitan, asam sulfat 98%, akuades, minyak kelapa sawit mentah (CPO), asam oksalat.

3.2. Prosedur

Prosedur yang dipakai dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Aktivasi Bentonit

Aktivasi bentonit (Bent) dilakukan dengan metode *acid activation* menggunakan asam sulfat 98% dengan perbandingan massa bentonit : asam sulfat 100:5 ; 100:10 ; dan 100:20. Bahan baku bentonit pacitan digunakan langsung tanpa ada *pretreatment*. Bentonit sebanyak 10 gram ditambahkan 15 ml akuades kemudian diaduk dan dipanaskan hingga suhu 80°C. 1 ml asam sulfat 98% ditambahkan kedalam campuran bentonit. Pengadukan dan

pemanasan dilanjutkan hingga 1 jam, dan suhu dijaga pada $82^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

25 ml aquadest ditambahkan ke dalam campuran untuk menghentikan proses aktivasi. Campuran kemudian disaring dan dicuci dengan 25 ml aquadest sebanyak 3 kali. Bentonit aktif kemudian dikeringkan pada suhu 120°C . Bentonit yang telah dikeringkan, dihaluskan dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Bentonit ini selanjutnya disebut BeAc10.

Prosedur aktivasi bentonit diulang dengan volume penambahan asam sulfat sebanyak 0,5 ml dan 0,3 ml. bentonit ini selanjutnya disebut BeAc5 dan BeAc3.

2. Analisis XRD

Sampel Bent, BeAc10, BeAc5, dan BeAc3 dianalisis XRD dengan XPERT-PRO Diffractometer dengan sinar $\text{Cu-K}\alpha$ pada 30mA dan 40kV, dan laju pindai $0,017^{\circ}$ (2θ) pada rentang sudut 5- 50° .

3. Uji Adsorpsi Minyak Kelapa Sawit Mentah

Bentonit aktif digunakan sebagai adsorben dengan perbandingan 2,5 gram bentonit tiap 100 ml CPO. 100 ml CPO diaduk dan dipanaskan hingga suhu 100°C kemudian ditambahkan 2,5 gram bentonit aktif. Pengadukan dan pemanasan diteruskan selama 30 menit. Campuran disaring dengan kertas saring dan corong gelas.

Filtrat diencerkan hingga $100\times$ kemudian diuji dengan spektrofotometer UV-Vis GENESYSTM 10S. Sampel diuji pada panjang gelombang 300-550 nm

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan analisa data dan pembahasan terhadap bagaimana mengaktifkan bentonit dengan asam sulfat 0,4M, 0,6M, dan 1,2M. Selain itu juga akan dianalisa bagaimana pengaruh konsentrasi asam sulfat pada proses aktivasi terhadap kemampuan bentonit dalam adsorpsi warna CPO.

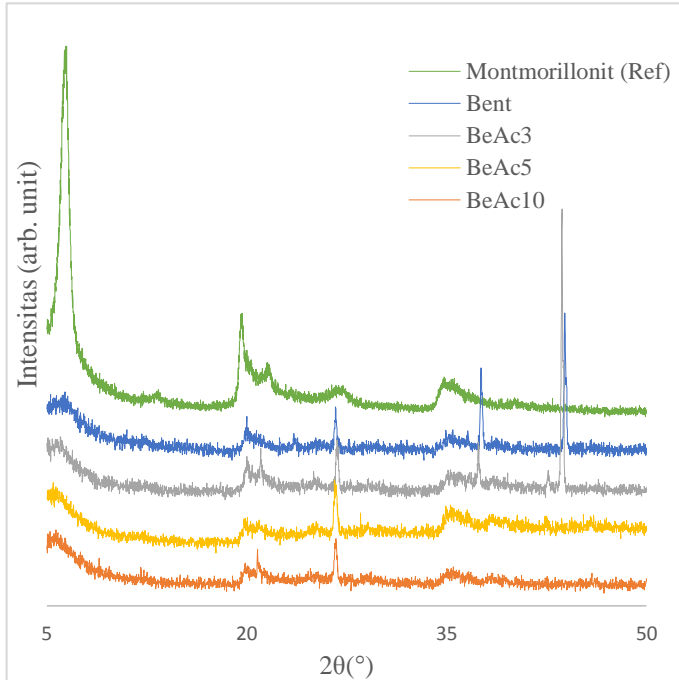
4.1. Bahan Baku Penelitian

Penelitian diawali dengan mengumpulkan/mengambil bahan baku, berupa bentonit alam yang dihasilkan oleh tambang bentonit Pacitan Indonesia. Dari bentonit alam ini, dilakukan proses pemisahan antara lempung bentonit dengan pasir pengotor. Pada proses pemisahan, diawali dengan proses pencucian terlebih dahulu. Setelah melalui proses pencucian, dilakukan proses pengendapan, dimana pasir pengotor akan turun ke bawah, baru kemudian dilakukan proses pemisahan lempung bentonit dengan pasir. Lempung bentonit yang diambil kurang lebih 70 % endapan bagian atas.

Lempung bentonit yang sudah dipisahkan dari pasir pengotor, kemudian dikeringkan. Lempung bentonit yang sudah kering dihaluskan, dan bentonit yang sudah halus inilah yang dipakai sebagai bahan baku dari penelitian tugas akhir ini.

4.2. Analisis XRD

Bahan mentah bentonit (Bent), sampel BeAc10, BeAc5, dan BeAc3 dikarakterisasi dengan metode XRD. Hasil difraktogram dibandingkan dengan difraktogram referensi montmorillonit (RRUFF R110052), hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Difraktogram Bentonit pacitan dan standar Montmorillonit (RRUFF R110052)

Difraktogram dari bentonit (Bent) menunjukkan mineral dominan penyusun bentonit adalah montmorillonit. Montmorillonit memiliki puncak karakteristik pada $2\theta = 5,94^\circ$, $19,88^\circ$, dan $34,93^\circ$. Selain montmorillonit, puncak kuarsa juga terlihat pada $26,57^\circ$. Ukuran kristal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2. Dengan $k = 0,89$, dan melihat hasil

difraksi pada Lampiran 1, didapatkan nilai $\lambda = 0,15406$ nm, nilai $\beta = 0,002230278$ radian, dan nilai $2\theta = 5,7258^\circ$, sehingga didapatkan

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta}$$

$$D = \frac{(0,89)(0,15406)}{(0,002230278)(0,998751907)}$$

$$D = 61,54119506 \approx 61,54$$

dimana D adalah diameter rata-rata kristal, k adalah konstanta bentuk, λ adalah panjang gelombang (Cu-K $\alpha = 0,15406$ nm), β adalah lebar puncak pada setengah intensitas maksimum (dalam radian), dan θ adalah sudut difraksi. Dari perhitungan menggunakan persamaan *Scherrer* didapatkan ukuran kristal rata-rata sebesar 61,54 nm.

Secara keseluruhan, aktivasi bentonit menggunakan asam sulfat menyebabkan peningkatan intensitas puncak difraktogram bentonit aktif. Akan tetapi beberapa puncak seperti pada $2\theta=35^\circ$ terdapat penurunan dan pelebaran puncak, menandakan adanya perubahan fasa dari kristalin menjadi amorf. Hal ini menandakan bahwa aktivasi menggunakan asam sulfat dapat mengakibatkan perubahan fasa kristalin bentonit menjadi amorf. Hal ini sesuai dengan pernyataan Noyan dkk. yang menyebutkan bahwa kristalinitas bentonit mulai menurun ketika diaktivasi dengan asam sulfat lebih dari 10% jumlah bentonit (Noyan dkk., 2007).

Dari difraktogram bentonit, dapat diamati adanya pergeseran difraksi bidang (001) dari sudut $2\theta=6,35^\circ$ pada bentonit mentah menjadi $2\theta=5,94^\circ$ pada BeAc3 dan BeAc5 sedangkan pada BeAc10 menjadi $2\theta=5,73^\circ$. Pergeseran ini disebabkan oleh kenaikan jarak bidang (001) pada bentonit. Jarak antar bidang (001) dihitung berdasarkan hukum Bragg, persamaan 2.1.

Untuk Bent, dengan nilai $n \approx 1$, $\lambda = 1,5406$, $2\theta = 6,345267^\circ$, didapatkan hasil d

$$d = \frac{n\lambda}{2 \sin\theta}$$

$$d = \frac{(1)(1,5406)}{(2)(\sin(3,1726335))} = \frac{1,5406}{0,110689215}$$

$$d = 13,9182484 \approx 13,92$$

Dengan cara yang sama untuk sampel dengan BeAc3, BeAc5, dan BeAc10, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa jarak pada bidang (001) untuk sampel BeAc3 dan BeAc5 relatif tidak berbeda.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Jarak Bidang (001)

Sampel	2θ	d
Bent	6,3452	13,92
BeAc3	5,9477	14,86
BeAc5	5,9445	14,87
BeAc10	5,7258	15,44

Sesuai hukum Bragg didapatkan jarak antar bidang (001) pada bentonit yaitu 13,92Å; 14,86Å; 14,87Å; dan 15,44Å pada Bentonit mentah, BeAc3, BeAc5, dan BeAc10. Lebar celah antar lapis dapat dihitung dengan mengurangi jarak bidang (001) dengan tebal lapisan SiO₂-Al₂O₃-SiO₂ yaitu 9,6Å (Caglar dkk., 2015). Dari perhitungan, didapatkan lebar celah bentonit mentah sebesar 4,32Å, lebar celah BeAc3 sebesar 5,26Å, lebar celah BeAc5 sebesar 5,27Å, dan lebar celah BeAc10 sebesar 5,84Å. Aktivasi bentonit dengan menggunakan asam sulfat telah memperbesar celah antar lapis sebesar 0,94 -1,52Å.

Perubahan jarak antar bidang (001) dari bentonit disebabkan oleh aktivasi bentonit oleh asam sulfat. Pada proses aktivasi, asam sulfat masuk kedalam celah antar lapis bentonit dan mensubstitusi ion logam pada celah antar lapis bentonit dengan ion H⁺ dari asam sulfat.

Pada bentuk alami, bentonit memiliki pengotor, diantaranya ion logam seperti Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang terikat pada muatan negatif di permukaan bentonit dan membatasi jarak antar lapis dari bentonit. Pencucian dengan asam sulfat pada proses aktivasi berfungsi melarutkan ion-ion logam pada celah antar lapis bentonit dan mensubstitusi dengan H⁺. Substitusi ion logam

dengan H^+ menghilangkan batasan jarak celah antar lapis bentonit sehingga bentonit dapat memiliki jarak celah lebih besar dibandingkan dengan bentonit mentah. Jarak yang lebih besar pada celah antar lapis bentonit membuatnya dapat mengadsorpsi lebih banyak warna pada permukaannya.

Pada difraktogram BeAc10 terlihat pergeseran puncak yang lebih besar daripada BeAc3 maupun BeAc5. Hal ini disebabkan konsentrasi asam yang digunakan pada proses aktivasi BeAc10 lebih tinggi sehingga lebih banyak ion logam pada celah antar lapis yang tersubstitusi dengan H^+ , memperbesar jarak celah antar lapis bentonit. Kenaikan celah antar lapis pada bentonit akan memperbesar kemampuan adsorpsi warna oleh bentonit dan dibuktikan dengan adsorpsi warna CPO.

4.3. Adsorpsi zat warna pada CPO

Keberhasilan aktivasi bentonit dengan asam dibuktikan dengan uji adsorpsi zat warna pada CPO. Ketiga sampel bentonit beserta bentonit mentah, masing-masing 2,5 g digunakan sebagai adsorben pada 100 ml CPO. Adsorpsi dilakukan pada suhu

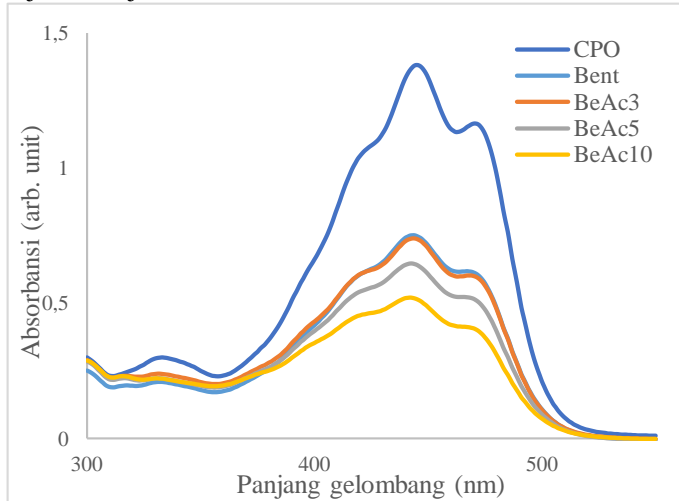


Gambar 4.2 CPO sebelum proses adsorpsi, CPO setelah adsorpsi dengan BeAc5, dan CPO setelah adsorpsi dengan BeAc10 (berurutan dari kanan ke kiri).

$100 \pm 3^\circ C$ selama 30 menit. Suhu adsorpsi $100^\circ C$ dipilih karena merupakan suhu optimum untuk pemucatan minyak menurut Noyan dkk. (Noyan dkk., 2007). Adsorpsi warna CPO dilakukan

selama 30 menit dimana proses adsorpsi mencapai *equilibrium* sesuai dengan pernyataan Almeida dkk. (Almeida dkk., 2019)

Pada awal pencampuran bentonit ke dalam CPO, dapat diamati perubahan warna dari jingga gelap menjadi hitam. Seiring proses adsorpsi berlangsung, campuran berangsur-angsur berubah menjadi kehijauan. Warna hitam ini disebabkan oleh bentonit yang



Gambar 4.3 spektra CPO setelah melalui proses adsorpsi dengan bentonit.

celahnya mulai terisi oleh zat warna dari CPO, sedangkan warna kehijauan pada akhir proses adsorpsi disebabkan oleh konsentrasi warna pada CPO yang telah turun setelah proses adsorpsi.

Perbedaan visual juga dapat diamati pada CPO yang telah melalui proses adsorpsi. Sebelum melalui proses adsorpsi, CPO memiliki warna jingga pekat, seperti tampak pada Gambar 4.2 untuk CPO diujung kanan. Setelah CPO diadsorp oleh bentonit mentah dan BeAc3, tidak terlihat ada perbedaan secara visual dibandingkan dengan CPO sebelum diadsorp, sehingga tidak dilakukan proses foto. Perbedaan visual mulai dapat diamati pada CPO yang telah diadsorp oleh BeAc5 dan BeAc10. Setelah proses adsorpsi dengan BeAc5 (gambar tengah) dan setekah proses

adsorpsi dengan BeAc10 (gambar ujung kiri), warna CPO menjadi lebih pucat seperti terlihat pada Gambar 4.2.

Pengamatan secara kuantitatif dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis. Empat sampel CPO didapatkan dari uji adsorpsi zat warna. Keempat sampel diencerkan hingga $100\times$ kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 300-550 nm. Zat warna yang banyak ditemukan dalam CPO adalah β -karoten dan memiliki $\lambda_{maks} = 450$ nm, sehingga data absorbansi diambil dari absorbansi CPO pada panjang gelombang 450 nm. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pola spektranya sama tetapi puncak absorbansi yang dicapai berbeda.

Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi dan jarak tempuh sinar. Dari persamaan tersebut, bila jarak tempuh sinar tetap atau konstan, maka dapat disimpulkan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi larutan (Skoog dkk., 2007).

Berdasarkan hukum Lambert-Beer diatas, intensitas warna CPO setelah proses adsorpsi oleh bentonit dapat dihitung dengan persamaan

$$\% \text{warna} = \frac{A_{\text{Sampel}}}{A_{\text{CPO}}} \times 100\%$$

dimana A_{CPO} adalah absorbansi CPO pada panjang gelombang 450 nm dan A_{Sampel} adalah absorbansi sampel bentonit pada panjang gelombang 450 nm. Dari persamaan diatas didapatkan intensitas warna CPO seperti tersebut dalam Tabel 4.2.

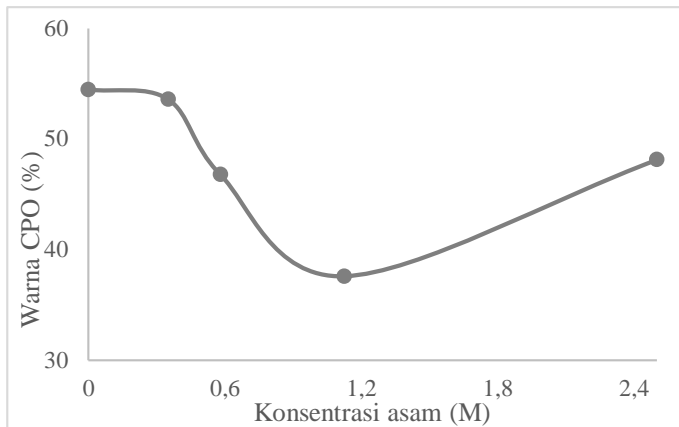
Tabel 4.2 Nilai % warna CPO setelah adsorpsi

Sampel	Absorbansi	% Warna
CPO	1,381	100
Bent	0,752	54,45
BeAc3	0,740	53,58
BeAc5	0,646	46,78
BeAc10	0,519	37,58

Dari persamaan diatas didapatkan intensitas warna CPO setelah melalui proses adsorpsi oleh bentonit sebanyak 54,45% , oleh BeAc3 sebanyak 53,58% , oleh BeAc5 sebanyak 46,78% , dan oleh BeAc10 sebanyak 37,58%. Adsorpsi warna CPO dengan bentonit yang diaktifkan dengan asam sulfat 2,5M diambil dari penelitian Tanjunga dkk. Data warna CPO dibandingkan dengan konsentrasi asam yang digunakan untuk aktivasi dan disajikan pada Gambar 4.4 (Tanjunga dkk., 2006).

secara umum, aktivasi bentonit dengan asam sulfat memberikan kenaikan kemampuan adsorpsi warna CPO hingga 16,87% pada BeAc10. Aktivasi bentonit dengan asam sulfat 1,2M memberikan hasil optimal dengan kemampuan adsorpsi hingga 62,42%.

Pada Gambar 4.4, terlihat ada pola dimana semakin banyak asam yang digunakan ketika aktivasi, semakin banyak zat warna yang teradsorp oleh bentonit. Pola tersebut terjadi pada konsentrasi asam sulfat kurang dari 1,25M. Akan tetapi pada sampel BeAc3, tidak terlihat adanya perbedaan signifikan dibanding bentonit mentah. Hal ini disebabkan konsentrasi asam yang tidak cukup tinggi untuk aktivasi bentonit.



Gambar 4.4 Grafik hubungan warna CPO setelah adsorpsi dengan konsentrasi asam yang digunakan pada proses aktivasi

Bila melihat analisis XRD dari BeAc3 dan BeAc5, dapat dilihat bahwa BeAc3 dan BeAc5 memiliki celah antar lapis yang hampir sama yaitu $5,26\text{\AA}$ dan $5,27\text{\AA}$ akan tetapi memiliki kemampuan adsorpsi yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh asam sulfat yang tidak cukup pekat sehingga tidak dapat melarutkan sebagian Al^{3+} pada struktur bentonit dan tidak dapat menciptakan struktur berpori. Hal ini sesuai dengan pernyataan Al-Zahrani dkk. dan Siddiqui bahwa peran asam pada proses aktivasi, selain untuk mensubstitusi ion logam pada celah antar lapis, juga untuk melarutkan sebagian aluminium pada struktur bentonit menciptakan struktur berpori (Al-Zahrani dkk., 2001b; Siddiqui, 1968c).

Pada Gambar 4.4, dapat dilihat adanya kenaikan gradient pada grafik ketika mendekati konsentrasi 1,125M, menunjukkan adanya penurunan efektivitas adsorpsi warna CPO. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tanjaya dkk. bahwa ada penurunan kemampuan adsorpsi dari bentonit yang diaktivasi dengan asam sulfat lebih pekat dari 1M (Tanjaya dkk., 2006).

Kemampuan adsorpsi maksimum terjadi ketika bentonit diaktifkan dengan konsentrasi asam sulfat 1M. Penggunaan asam sulfat lebih dari 1M menyebabkan turunnya kemampuan adsorpsi dari bentonit. Siddiqui menyebutkan bahwa proses aktivasi bentonit terjadi dengan 2 tahap. Tahap pertama aktivasi terjadi ketika asam sulfat mensubstitusi ion logam pada celah antar lapis dan menaikkan jarak celah antar lapis bentonit. Tahap kedua aktivasi terjadi ketika asam sulfat mulai masuk ke dalam struktur bentonit dari ujung struktur melarutkan sebagian Al^{3+} dan menciptakan struktur berpori pada lapisan bentonit (Siddiqui, 1968c).

Pada tahap kedua aktivasi bentonit, asam sulfat mulai melarutkan aluminium dan logam substituent pada struktur lapisan bentonit, dimulai dari pinggir lapisan. Bila asam sulfat yang digunakan terlalu banyak, maka asam sulfat akan melarutkan terlalu banyak Al^{3+} dan mengubah struktur bentonit. Perubahan struktur ini menyebabkan penurunan pada kemampuan adsorpsi bentonit.

Secara umum, aktivasi bentonit dapat dilakukan dengan asam sulfat pada konsentrasi 0,4M hingga 1,2M. Penggunaan asam sulfat lebih dari 1,2M akan merusak struktur bentonit dan menurunkan kemampuan adsorpsi dari bentonit.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Bleaching earth telah berhasil dibuat dengan aktivasi bentonit Pacitan menggunakan metode aktivasi asam sulfat pada konsentrasi asam sulfat 0,4M, 0,6M, dan 1,2M. Analisis XRD menunjukkan adanya kenaikan celah antar lapis bentonit sebesar 1,51Å, dari 4,33Å menjadi 5,84Å. Ketiga bentonit aktif digunakan sebagai adsorben warna CPO dan dibandingkan dengan bentonit mentah. Hasil adsorpsi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan adsorpsi warna CPO sebesar 16,87%, dari 45,54% menjadi 62,42%.

Aktivasi bentonit dengan menggunakan asam sulfat lebih dari 1,2M akan merusak struktur bentonit dan menurunkan kemampuan adsorpsi warna

5.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah penggunaan bahan yang lebih murah, aman, dan lebih mudah didapat sehingga penerapan skala besar dan komersial dapat dilakukan. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan program pembuatan usaha.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, E.S., Carvalho, A.C.B., Soares, I.O. de S., Valadares, L.F., Mendonça, A.R.V., Silva Jr, I.J., Monteiro, S., 2019. Elucidating how two different types of bleaching earths widely used in vegetable oils industry remove carotenes from palm oil: Equilibrium, kinetics and thermodynamic parameters. *Food Research International* 121, 785–797. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.061>
- Al-Zahrani, A.A., Al-Shahiani, S.S., Al-Tawil, Y.A., 2001a. Study on the Activation of Saudi Natural Bentonite, Part II: Characterization of the Produced Active Clay and Its Test as an Adsorbing Agent. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences* 13, 193–202. [https://doi.org/10.1016/S1018-3639\(18\)30733-5](https://doi.org/10.1016/S1018-3639(18)30733-5)
- Al-Zahrani, A.A., Al-Shahrani, S.S., Al-Tawil, Y.A., 2001b. Study on the Activation of Saudi Natural Bentonite, Part I: Investigation of the Conditions that Give Best Results and Kinetics of the Sulfuric Acid Activation Process. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences* 13, 57–71. [https://doi.org/10.1016/S1018-3639\(18\)30725-6](https://doi.org/10.1016/S1018-3639(18)30725-6)
- Bananezhad, B., Islami, M.R., Ghonchepour, E., Mostafavi, H., Tikdari, A.M., Rafiei, H.R., 2019. Bentonite clay as an efficient substrate for the synthesis of the super stable and recoverable magnetic nanocomposite of palladium (Fe₃O₄/Bentonite-Pd). *Polyhedron* 162, 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2019.01.054>
- Barbosa-Filho, J.M., Alencar, A.A., Nunes, X.P., Tomaz, A.C. de A., Sena-Filho, J.G., Athayde-Filho, P.F., Silva, M.S., Souza, M.F.V. de, da-Cunha, E.V.L., 2008. Sources of alpha-, beta-, gamma-, delta- and epsilon-carotenes: a twentieth century review. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 18, 135–154. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000100023>

- Borisov, S.V., Podberezskaya, N.V., 2012. X-ray diffraction analysis: A brief history and achievements of the first century. *J Struct Chem* 53, 1–3. <https://doi.org/10.1134/S0022476612070013>
- Caglar, B., Cubuk, O., Demir, E., Coldur, F., Catir, M., Topcu, C., Tabak, A., 2015. Characterization of AlFe-pillared Unye bentonite: A study of the surface acidity and catalytic property. *Journal of Molecular Structure* 1089, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2015.02.034>
- Cajori, F., 1929. *A history of physics in its elementary branches, including the evolution of physical laboratories*. New York, The Macmillan Company.
- Christidis, G.E., Scott, P.W., Dunham, A.C., 1997. Acid activation and bleaching capacity of bentonites from the islands of Milos and Chios, Aegean, Greece. *Applied Clay Science* 12, 329–347. [https://doi.org/10.1016/S0169-1317\(97\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S0169-1317(97)00017-3)
- Corley, R.H.V., Tinker, P.B.H., 2015. *The Oil Palm*. John Wiley & Sons.
- De Caro, C., Haller, C., 2015. *UV/VIS Spectrophotometry - Fundamentals and Applications*. Mettler-Toledo Publication No. ME-30256131.
- Germer, T.A., Zwinkels, J.C., Tsai, B.K. (Eds.), 2014. *Spectrophotometry: Accurate Measurement of Optical Properties of Materials*. Elsevier.
- Gharbi, O., 2016. *In-situ investigation of elemental corrosion reactions during the surface treatment of Al-Cu and Al-Cu-Li alloys. (phdthesis)*. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI.
- Huggett, J.M., 2005. CLAY MINERALS, in: *Encyclopedia of Geology*. Elsevier, pp. 358–365. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369396-9/00273-2>
- John, J.S., 2014. English: Volcanic tuff (bentonite) (ash-fall tuff) (Split Fish Layer, Fossil Butte Member, Green River Formation, Lower Eocene; Promised Lands Quarry, Hams

Fork Plateau, southwestern Wyoming, USA. 67 mm across along the base. Volcanic tuff interbed in succession of fossiliferous lacustrine marlstones, Split Fish Layer, Fossil Butte Member, Green River Formation, Lower Eocene, ~49 to 51 Ma.

- Komadel, P., Madejová, J., 2013. Chapter 10.1 - Acid Activation of Clay Minerals, in: Bergaya, F., Lagaly, G. (Eds.), *Developments in Clay Science, Handbook of Clay Science*. Elsevier, pp. 385–409. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-098258-8.00013-4>
- Lin, S.W., 2011. Palm Oil, in: Gunstone, F.D. (Ed.), *Vegetable Oils in Food Technology*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, pp. 25–58. <https://doi.org/10.1002/9781444339925.ch2>
- Mohammad, Z., Othman, N.A., Abu Bakar, N., Hara, H., Zakaria, Z., Sugiura, N., 2016. INNOVATION IN AGRICULTURAL SUPPORT ON SUSTAINABILITY FOR FRESH FRUIT BUNCH (FFB) OF ELAIS GUINEESIS IN MALAYSIA USING ARTIFICIAL DOMESTIC POLLINATION SYSTEM (ADOPSY™). *Jurnal Teknologi* 78. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.7296>
- Murray, H.H., 2006. Chapter 2 Structure and Composition of the Clay Minerals and their Physical and Chemical Properties, in: *Developments in Clay Science*. Elsevier, pp. 7–31. [https://doi.org/10.1016/S1572-4352\(06\)02002-2](https://doi.org/10.1016/S1572-4352(06)02002-2)
- Nagendran, B., Unnithan, U.R., Choo, Y.M., Sundram, K., 2000. Characteristics of Red Palm Oil, a Carotene- and Vitamin E-rich Refined Oil for Food Uses. *Food Nutr Bull* 21, 189–194. <https://doi.org/10.1177/156482650002100213>
- Noyan, H., Önal, M., Sarıkaya, Y., 2007. The effect of sulphuric acid activation on the crystallinity, surface area, porosity, surface acidity, and bleaching power of a bentonite. *Food Chemistry* 105, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.060>
- Pallardy, R. (Ed.), 2019. Bentonite. *Encyclopedia Britannica*.

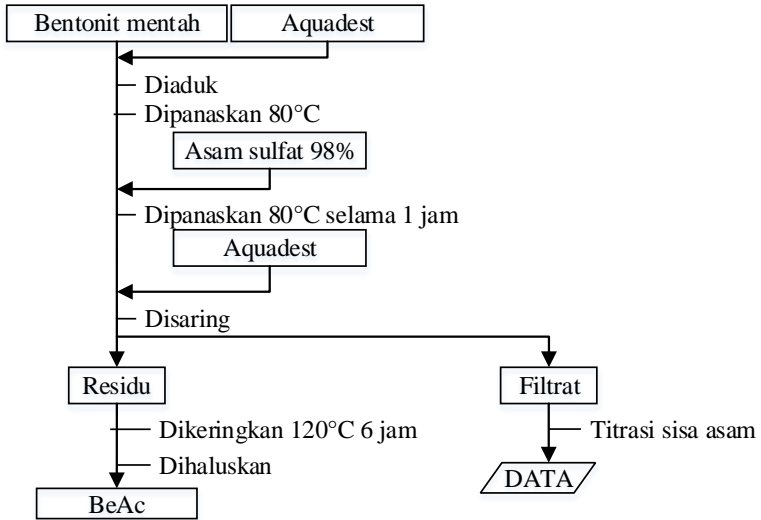
- Patterson, H.B.W., 2009a. Chapter 1 - Basic Components and Procedures, in: List, G.R. (Ed.), *Bleaching and Purifying Fats and Oils (Second Edition)*. AOCS Press, pp. 1–52. <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-91-2.50007-9>
- Patterson, H.B.W., 2009b. Chapter 4 - Bleaching of Important Fats and Oils, in: List, G.R. (Ed.), *Bleaching and Purifying Fats and Oils (Second Edition)*. AOCS Press, pp. 97–151. <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-91-2.50010-9>
- Pawar, R.R., Lalhumnsiama, Bajaj, H.C., Lee, S.-M., 2016. Activated bentonite as a low-cost adsorbent for the removal of Cu(II) and Pb(II) from aqueous solutions: Batch and column studies. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 34, 213–223. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.11.014>
- Ribeiro, J.A.A., Almeida, E.S., Neto, B.A.D., Abdelnur, P.V., Monteiro, S., 2018. Identification of carotenoid isomers in crude and bleached palm oils by mass spectrometry. *LWT* 89, 631–637. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.039>
- Sampaio, K.A., Ayala, J.V., Van Hoed, V., Monteiro, S., Ceriani, R., Verhé, R., Meirelles, A.J.A., 2017. Impact of Crude Oil Quality on the Refining Conditions and Composition of Nutraceuticals in Refined Palm Oil: Impact of oil quality on the refining conditions.... *Journal of Food Science* 82, 1842–1850. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13805>
- Shahbandeh, M., 2020. Global production volume palm oil by country 2019/2020 [WWW Document]. Statista. URL <https://www.statista.com/statistics/856231/palm-oil-top-global-producers/> (accessed 8.1.20).
- Siddiqui, M.K.H., 1968a. CHAPTER 1 - Classification and Mineral Composition of Bleaching Earths, in: Siddiqui, M.K.H. (Ed.), *Bleaching Earths*. Pergamon, pp. 1–3. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-012738-5.50005-X>
- Siddiqui, M.K.H., 1968b. CHAPTER 3 - Structure and Adsorption Property of Clays, in: Siddiqui, M.K.H. (Ed.), *Bleaching*

- Earths. Pergamon, pp. 10–18.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-012738-5.50007-3>
- Siddiqui, M.K.H., 1968c. CHAPTER 5 - Activation of Bleaching Earths, in: Siddiqui, M.K.H. (Ed.), Bleaching Earths. Pergamon, pp. 32–43. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-012738-5.50009-7>
- Siddiqui, M.K.H., 1968d. CHAPTER 6 - Mechanism of Bleaching and Bleaching of Vegetable and Mineral Oils, in: Siddiqui, M.K.H. (Ed.), Bleaching Earths. Pergamon, pp. 44–55. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-012738-5.50010-3>
- Silva, S.M., Sampaio, K.A., Ceriani, R., Verhé, R., Stevens, C., De Greyt, W., Meirelles, A.J.A., 2014. Effect of type of bleaching earth on the final color of refined palm oil. LWT - Food Science and Technology, 10th SLACA - Food Science Impact on Nutrition and Health 59, 1258–1264. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.028>
- Silva, S.M., Sampaio, K.A., Ceriani, R., Verhé, R., Stevens, C., De Greyt, W., Meirelles, A.J.A., 2013. Adsorption of carotenes and phosphorus from palm oil onto acid activated bleaching earth: Equilibrium, kinetics and thermodynamics. Journal of Food Engineering 118, 341–349. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.04.026>
- Skoog, D.A., Holler, F.J., Crouch, S.R., 2007. Principles of Instrumental Analysis, 6th ed. Thomson Brooks/Cole, USA.
- Steinmetz, David Richard, 2007. Texture evolution in processing of polystyrene-clay nanocomposites 71.
- Suryanarayana, C., Norton, M.G., 2013. X-Ray Diffraction: A Practical Approach. Springer Science & Business Media.
- Suryanarayana, C., Norton, M.G., 1998. X-Ray Diffraction. Springer US, Boston, MA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0148-4>
- Tanjaya, A., Sudono, Indraswati, N., Ismadji, S., 2006. Pembuatan bleaching earth dari bentonite pacitan dengan aktivasi asam: karakterisasi dan kemampuan bleaching.

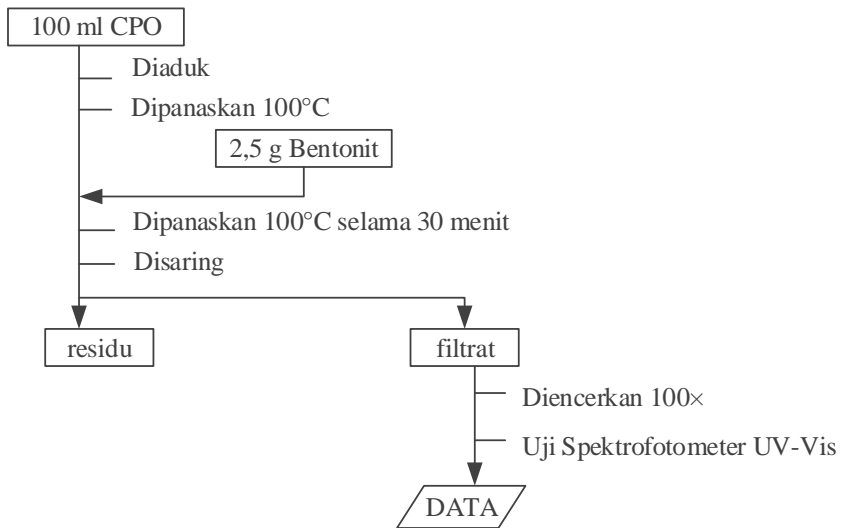
- Wu, Z., Li, C., Sun, X., Xu, X., Dai, B., Li, J., Zhao, H., 2006. Characterization, Acid Activation and Bleaching Performance of Bentonite from Xinjiang1 1Supported by Doctor Funds Xinjiang Production and Construction Corps (ZDGG2004–01) and Shihezi University’s Key Scientific and Technological Project of China (04BSZJ04). *Chinese Journal of Chemical Engineering* 14, 253–258. [https://doi.org/10.1016/S1004-9541\(06\)60067-0](https://doi.org/10.1016/S1004-9541(06)60067-0)
- Zou, Y., Jiang, Y., Yang, T., Hu, P., Xu, X., 2012. Minor Constituents of Palm Oil: Characterization, Processing, and Application, in: *Palm Oil*. Elsevier, pp. 471–526. <https://doi.org/10.1016/B978-0-9818936-9-3.50019-8>

LAMPIRAN I SKEMA KERJA

1. Aktivasi Bentonit



2. Adsorpsi Warna CPO



LAMPIRAN II

HASIL PENGUKURAN XRD

1. XRD Bentonit

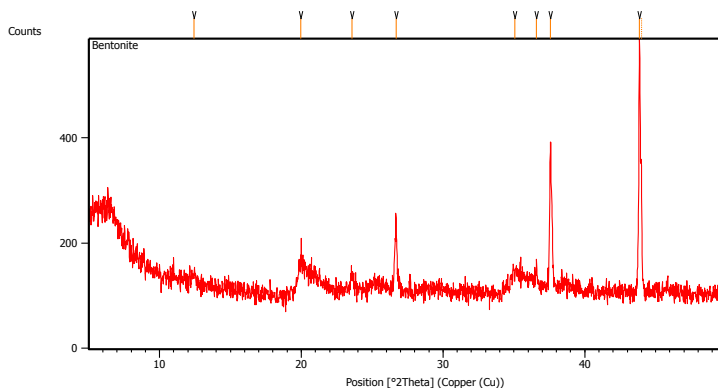
Measurement Conditions: (Bookmark 1)

Dataset Name	Bentonite		
File name	E:\DATA	PENGUJIAN\Pengujian	
	2019\November\Yuda\Bentonite\Bentonite.xrdbl		
Comment	Configuration=Reflection-		
Transmission Spinner,	Owner=User-1,	Creation date=1/15/2016	
	11:44:36 AM		
	Goniometer=PW3050/60		
(Theta/Theta); Minimum step size	2Theta:0.001; Minimum step size		
Omega:0.001			
	Sample stage=Reflection-Transmission		
Spinner PW3064/60; Minimum step size	Phi:0.1		
	Diffractometer system=XPERT-PRO		
	Measurement		
program=C:\PANalytical\Data	Collector\Programs\Scan	5-50	
New.xrdbl,	Identifier={	ADFD73FF-5E80-49A1-ADF5-	
36F876DAC0E7}			
	Measurement Date / Time 12/3/2019 10:50:46 AM		
Operator	Institut Teknologi		
Raw Data Origin	XRD measurement (*.XRDML)		
Scan Axis	Gonio		
Start Position [°2Th.]	5.0084		
End Position [°2Th.]	49.9904		
Step Size [°2Th.]	0.0170		
Scan Step Time [s]	10.1600		
Scan Type	Continuous		
PSD Mode	Scanning		
PSD Length [°2Th.]	2.12		
Offset [°2Th.]	0.0000		
Divergence Slit Type	Fixed		
Divergence Slit Size [°]	0.2177		
Specimen Length [mm]	10.00		
Measurement Temperature [°C]	25.00		

Anode Material Cu
 K-Alpha1 [\AA] 1.54060
 K-Alpha2 [\AA] 1.54443
 K-Beta [\AA] 1.39225
 K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000
 Generator Settings 30 mA, 40 kV
 Diffractometer Type 0000000011119014
 Diffractometer Number 0
 Goniometer Radius [mm] 240.00
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00
 Incident Beam Monochromator No
 Spinning No

Main Graphics, Analyze View: (Bookmark

2)



Peak List: (Bookmark 3)

Pos. [$^{\circ}2\theta$.]	Height [cts]	FWHM Left [$^{\circ}2\theta$.]	d-spacing [\AA]	Rel. Int. [%]
12.4111	14.97	0.4015	7.13197	3.10
19.9435	51.12	0.3346	4.45211	10.58
23.5628	27.30	0.2676	3.77580	5.65
26.6787	141.25	0.0502	3.34147	29.24
35.0777	36.98	0.6691	2.55826	7.66

36.6017	35.84	0.2007	2.45516	7.42
37.5709	267.31	0.0836	2.39402	55.34
43.8694	483.04	0.1020	2.06211	100.00
44.0004	233.22	0.0816	2.06138	48.28

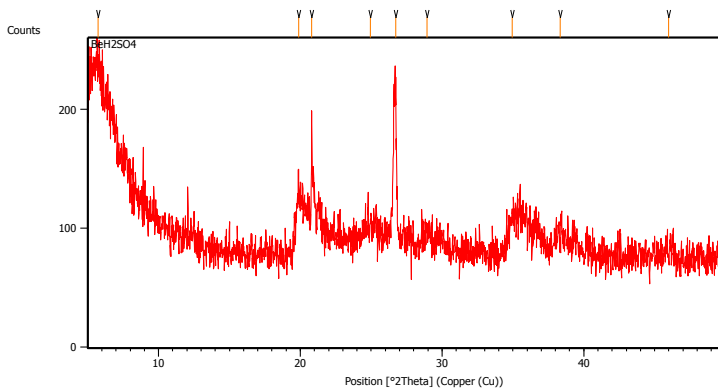
2. XRD BeAc10

Measurement Conditions: (Bookmark 1)

Dataset Name	BeAc10
File name	E:\DATA PENGUJIAN\Pengujian 2019\Desember\Yuda\16 Desember\BeH2SO4\BeAc10.rd
Comment	Configuration=Reflection- Transmission Sp
	Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Mini
Measurement Date / Time	12/16/2019 9:55:00 AM
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	5.0084
End Position [°2Th.]	49.9904
Step Size [°2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	10.1500
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.2500
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	12.7500
Measurement Temperature [°C]	-273.15
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type	XPert MPD
Diffractometer Number	1

Goniometer Radius [mm] 200.00
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 91.00
 Incident Beam Monochromator No
 Spinning No

Main Graphics, Analyze View: (Bookmark



2)

Peak List: (Bookmark 3)

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
5.7258	63.03	0.8029	15.43528	48.33
19.8802	53.51	0.2676	4.46613	41.03
20.8038	113.10	0.0502	4.26990	86.73
24.9281	13.46	0.8029	3.57201	10.32
26.7158	130.40	0.2007	3.33691	100.00
28.9249	15.66	0.5353	3.08689	12.01
34.9351	24.89	0.6691	2.56838	19.09
38.3337	14.47	0.6691	2.34813	11.10
45.9811	10.77	0.8029	1.97383	8.26

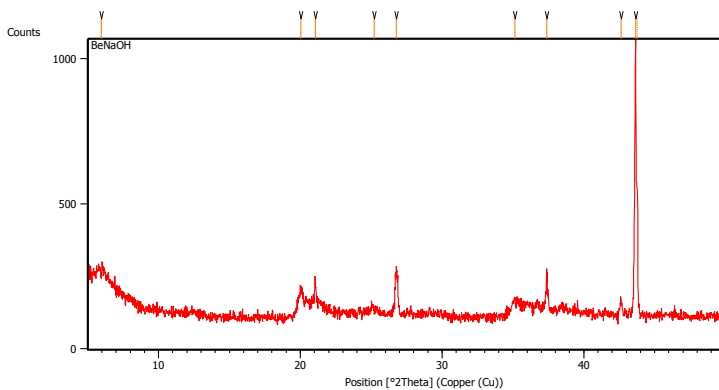
3. XRD BeAc5

Measurement Conditions: (Bookmark 1)

Dataset Name	BeAc5
File name	E:\DATA PENGUJIAN\Pengujian
2019\Desember\Yuda\16 Desember\BeNaOH\BeAc5.rd	
Comment	Configuration=Reflection-
Transmission Sp	Goniometer=PW3050/60
(Theta/Theta); Mini	
Measurement Date / Time	12/16/2019 9:19:00 AM
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [$^{\circ}$ 2Th.]	5.0084
End Position [$^{\circ}$ 2Th.]	49.9904
Step Size [$^{\circ}$ 2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	10.1500
Scan Type	Continuous
Offset [$^{\circ}$ 2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [$^{\circ}$]	0.2500
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	12.7500
Measurement Temperature [$^{\circ}$ C]	-273.15
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [\AA]	1.54060
K-Alpha2 [\AA]	1.54443
K-Beta [\AA]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type	XPert MPD
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	200.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

Main Graphics, Analyze View: (Bookmark

2)



Peak List: (Bookmark 3)

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
5.9445	85.17	0.8029	14.86803	8.93
20.0565	95.19	0.3346	4.42726	9.98
21.0524	132.84	0.0836	4.22002	13.92
25.1958	19.94	0.5353	3.53466	2.09
26.7620	148.52	0.1673	3.33125	15.57
35.1522	45.45	0.5353	2.55300	4.76
37.3907	125.46	0.1338	2.40515	13.15
42.6283	49.02	0.2007	2.12098	5.14
43.6537	954.02	0.1020	2.07179	100.00
43.7857	432.12	0.0612	2.07099	45.29

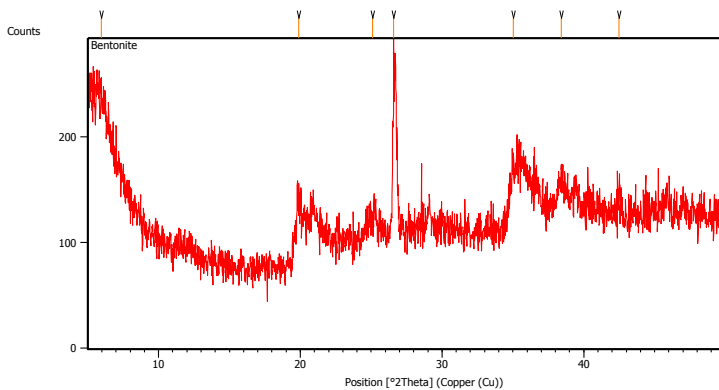
4. XRD BeAc3

Measurement Conditions: *(Bookmark 1)*

Dataset Name	BeAc3
File name	E:\DATA PENGUJIAN\Pengujian
2019\Desember\Yuda\18 Desember\Bentonite\BeAc3.rd	
Comment	Configuration=Reflection-
Transmission Sp	Goniometer=PW3050/60
(Theta/Theta); Mini	
Measurement Date / Time	12/18/2019 4:02:00 PM
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [$^{\circ}$ 2Th.]	5.0084
End Position [$^{\circ}$ 2Th.]	49.9904
Step Size [$^{\circ}$ 2Th.]	0.0170
Scan Step Time [s]	10.1500
Scan Type	Continuous
Offset [$^{\circ}$ 2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [$^{\circ}$]	0.2500
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	12.7500
Measurement Temperature [$^{\circ}$ C]	-273.15
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [\AA]	1.54060
K-Alpha2 [\AA]	1.54443
K-Beta [\AA]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	30 mA, 40 kV
Diffractionmeter Type	XPert MPD
Diffractionmeter Number	1
Goniometer Radius [mm]	200.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromator	No
Spinning	No

Main Graphics, Analyze View: (Bookmark

2)



Peak List: (Bookmark 3)

Pos. [$^{\circ}2\theta$.]	Height [cts]	FWHM Left [$^{\circ}2\theta$.]	d-spacing [\AA]	Rel. Int. [%]
5.9477	75.94	0.6691	14.85996	51.61
19.8882	43.72	0.2007	4.46436	29.71
25.1140	19.49	0.8029	3.54599	13.24
26.5777	147.16	0.2676	3.35394	100.00
35.0365	42.50	0.6691	2.56117	28.88
38.4167	27.66	0.4015	2.34325	18.80
42.4975	26.71	0.2007	2.12720	18.15

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Yuda Dwi Paramarta. Penulis merupakan putra kedua dari Bapak Totok Endro Yuwono dan Ibu Nuri Wahyuningsih. Penulis dilahirkan di kota pahlawan, Surabaya, pada 7 November 1995. Penulis memulai pendidikan formal di Sekolah Dasar Negeri Klampis Ngasem I/246 pada tahun 2001. Lulus tahun 2007 dari sekolah dasar, penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 12 Surabaya dan 3 tahun kemudian di Sekolah Menengah Atas Negeri 6 Surabaya. Tahun 2013, penulis mendaftar dan diterima di Departemen Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SBMPTN. Selama masa pendidikan di ITS, penulis beberapa kali aktif dalam kepanitiaan kegiatan dan organisasi seperti kegiatan Chemistry Week oleh HIMKA ITS, DECIMA CUP oleh UKM Billiard ITS, dan pernah menjadi Staf Ahli Departemen Event di LMB ITS. Pada tahun 2019, penulis mengambil Sertifikasi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja di LSP “PPT MIGAS”. Penulis menyelesaikan pendidikan di ITS dengan mengambil topik tugas akhir aktivasi bentonit sebagai adsorben zat warna minyak sawit mentah di Laboratorium Kimia Material dan Energi dengan bimbingan oleh Bapak Dr.Djoko Hartanto, M.Si.. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail : yuda.its@gmail.com atau nomer telepon : +62 89601615313.