

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT
TiO₂/SERAT TANDAN PISANG SEBAGAI ADSORBEN
UNTUK MENYERAP METIL JINGGA**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagai persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Kimia**



Disusun oleh:

ZULFIKAR NUGRAHADI

No. Mahasiswa: 14612130

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2020

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT
TiO₂/SERAT TANDAN PISANG SEBAGAI ADSORBEN
UNTUK MENYERAP METIL JINGGA**

Yang diajukan oleh:

ZULFIKAR NUGRAHADI

No. Mahasiswa: 14612130

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 1 April 2020

Dewan Penguji

Tanda Tangan

1. Drs.Allwar M.Sc.,Ph.D
2. Argo Khoirul Anas, S.Si. M.Sc
3. Febi Indah Fajarwati, S.Si., M.Sc

.....

.....

.....

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



Prof. Riyanto, S.pd., M.Si.,Ph.D

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Zulfikar Nugrahadi

NIM : 14612130

Program studi : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT TiO_2 /SERAT TANDAN PISANG SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENYERAP METIL JINGGA”** bersifat asli dan tidak berisi material yang diterbitkan sebelumnya kecuali referensi yang disebutkan didalam skripsi ini. Apabila terdapat kontribusi dari penulisan lain, maka penulis tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam skripsi ini.

Apabila dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan penuh tanggung jawab.

Yogyakarta, 1 April 2020

Yang Menyatakan,



METERAI
TEMPEL
E7D4CAHF334040303
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Zulfikar Nugrahadi

NIM. 14612130

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.Wb

Dengan Rasa syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Skripsi dengan sebaik-baiknya tanpa ada halangan suatu apapun.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi jenjang Strata satu (S1) Prodi Ilmu Kimia di Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia dengan judul yakni “PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT TiO_2 /SERAT TANDAN PISANG SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENYERAP METIL JINGGA”

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan, arahan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas kesehatan, kesempatan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi.
2. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Prof Riyanto, M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4. Dr. Is Fatimah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Dr. Dwiarto Rubiyanto, M.Si., Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. Drs. Allwar M.Sc., Ph.D. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan saran selama penulis melaksanakan penulisan skripsi ini.
7. Dosen-dosen dan laboran-laboran Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
8. Para staf Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah banyak membantu segala urusan perkuliahan.

Dalam hal ini saya juga menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, dan saya mengharapkan adanya saran dan kritik membangun agar penelitian ini dapat menjadi lebih baik lagi. Semoga dengan skripsi ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca dan juga bagi saya sendiri. Wassalammualaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 1 April 2020

Zulfikar Nugrahadi

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT TiO₂/SERAT TANDAN PISANG SEBAGAI ADSORBEN METIL JINGGA

Zulfikar Nugrahadi

NIM: 14612130

Intisari

Telah dilakukan pembuatan sintesis dan karakterisasi komposit TiO₂. Komposit TiO₂ dibuat dengan menggunakan serat dari tandan pisang dan logam TiO₂ dengan perbandingan 5:1 yang telah diaktivasi menggunakan larutan KOH 20% dengan menggunakan proses hidrotermal pada suhu 200°C selama 3 jam. Hasil data karakterisasi FTIR analisis komposit TiO₂ menunjukkan adanya gugus fungsi C-O dan O-H serta vibrasi ulur TiO₂ pada bilangan gelombang 447,72 cm⁻¹, untuk serapannya (*strange* O-H) pada bilangan gelombang 3336,19 cm⁻¹ dan 3325,78 cm⁻¹. Karakterisasi menggunakan *scanner Electron Microscope* (SEM) memberikan hasil data untuk komposit TiO₂ memiliki formologi permukaan dimana TiO₂ menempel pada selulosa. Karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) memberikan informasi hasil data diperoleh yaitu fase rutil ditunjukkan sudut 2θ 26,288°; 38,641°; 54,5882° dan 75,534°. Sedangkan fase anastase ditunjukkan pada sudut 2θ 48,832°; 55,734° dan 83,161°. Kondisi optimal dalam penjerapan Metil Jingga untuk komposit TiO₂ pada waktu kontak 30 menit dengan pH 2, adsorben sebanyak 1 gram dan konsentrasi Metil Jingga 5 ppm. Kesetimbangan isoterm adsorpsi Langmuir memiliki nilai R² sebesar 0,1807 dan isoterm adsorpsi Freundlich memiliki R² sebesar 0,8849. Kinetika adsorpsi yang diperoleh penelitian ini pada orde 2 dengan nilai R² sebesar 0,2284.

Kata Kunci: Komposit, TiO₂, Metode Hidrotermal, Adsorpsi, Metil Jingga

MANUFACTURE AND CHARACTERIZATION OF TiO₂ COMPOSITE / BANANA PLANE FIBER AS A METHOD ADSORB METHYL ORANGE

Zulfikar Nugrahadi

NIM: 14612130

Abstract

The synthesis and characterization of composite TiO₂ was done. The TiO₂ composite was manufactured using fibers from the plantains and the metal TiO₂ with a comparison of 5:1 which has been activated using a solution of KOH 20% using the hydrothermal process at 200°C for 3 hours. The results of the TiO₂ composite Analysis FTIR characterization data showed the C-O and O-H function groups and the TiO₂ vibrations of the 447.72 cm⁻¹ wavelength, for the strange O-H in waves of 3336.19 cm⁻¹ and 3325.78 cm⁻¹. Characterization using the scanner Electron Microscope (SEM) gives the data results for the composite TiO₂ has surface formologi where the TiO₂ adheres to cellulose. Characterization using X-Ray diffraction (XRD) Provides data result information obtained i.e. Brookite phase shown angle 2θ 26.288°; 38.641 °; 54.5882° and 75.534°. While the anesthesia phase is shown at an angle of 2θ 48.832°; 55.734° and 83.161°. Optimal condition in the inhalation of orange methyl for composite TiO₂ at contact time 30 minutes with pH 2, adsorbents as much as 1 gram and conentration of the orange Methyl 5 ppm. The Isotherme equilibrium of Langmuir has an R² value of 0.1807 and a Freundlich isotherme adsorption has a R² of 0.8849. Adsorption kinetics obtained this study on order 2 with a value of R² of 0.2284.

Keywords: composite, TiO₂, hydrothermal method, adsorption, orange methyl

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tandan pisang dan fungsinya.....	4
2.2 Aktivasi.....	5

BAB III DASAR TEORI	7
3.1 Selulosa	7
3.2 Komposit.....	9
3.3 Adsorpsi	10
3.4 Isoterm Adsorpsi.....	11
3.4.1 Metode Isoterm Langmuir	11
3.4.2 Metode Isoterm Freundlich.....	13
3.5 Metil Jingga (MO)	15
3.6 Titanium Dioksida (TiO ₂)	16
3.7 Metode Hidrotermal	19
3.8 Instrumentasi.....	20
3.8.1 Spektroskopi FTIR.....	20
3.8.2 Spektroskopi UV-Vis.....	21
3.8.3 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	24
3.8.4 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	26
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	29
4.1 Alat dan Bahan	29
4.1.1 Alat yang digunakan	29

4.1.2 Bahan yang digunakan	30
4.2 Prosedur Kerja	31
4.2.1 Pembuatan Selulosa dengan activator KOH dari tandan pisang..	31
4.2.2 Pembuatan komposit TiO ₂	31
4.2.3 Pembuaatan Larutan Induk Metil Jingga	32
4.2.4 Pembuatan Larutan Standar Metil Jingga	32
4.2.5 Penentuan pH Optimum.....	33
4.2.6 Penentuan Waktu Kontak Maksimum	33
4.2.7 Penentuan Konsentrasi Adsorpsi Metil Jingga	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
5.1 Pembuatan sampel	35
5.2 Karakterisasi Komposit TiO ₂ Tandan Pisang	40
5.2.1 Identifikasi Gugus Fungsi Komposit TiO ₂ dengan <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	40
5.2.2 Identifikasi Morfologi Permukaan dan Komposisi TiO ₂ dengan <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	42
5.2.3 Identifikasi Struktur Kristal Komposit TiO ₂ menggunakan <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	45

5.3 Uji Aktivasi Komposit TiO_2 untuk Penyerapan Metil Jingga	47
5.3.1 Penentuan pH Optimum Penyerapan Metil Jingga	47
5.3.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum	48
5.3.3 Penentuan Konsentrasi Penyerapan Metil Jingga	50
5.4 Penentuan Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Isoterm Adsorpsi Freundlich	51
5.5 Penentuan Kurva Kinetika	55
BAB VI PENUTUP	57
6.1 KESIMPULAN	57
6.2 SARAN	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Kimia Selulosa	8
Gambar 2. Tipe-tipe Kurva Isoterm.....	11
Gambar 3. Kurva Adsorpsi Isoterm Langmuir	13
Gambar 4. Kurva Adsorpsi Isoterm Freundlich.....	14
Gambar 5. Struktur Seyawa Metil Jingga	15
Gambar 6. Titanium Dioksida (TiO_2)	16
Gambar 7. Struktur Anastase TiO_2	18
Gambar 8. Struktur Rutil TiO_2	19
Gambar 9. Cara Kerja Spektroskopi FTIR	21
Gambar 10. Skema Alat Spektrofotometer UV-Vis	23
Gambar 11. Mekanisme Kerja SEM.....	25
Gambar 12. Skema Dasar Perhitungan Bragg	27
Gambar 13. Sampel Yang Telah Dikeringkan	35
Gambar 14. Proses Perendaman dengan KOH 20%.....	36
Gambar 15. Pendinginan Sampel.....	37
Gambar 16. Sampel Setelah Dibilas dan Disaring.....	37
Gambar 17. Sampel Setelah Dioven	38

Gambar 18. Selulosa Ditambahkan TiO_2	39
Gambar 19. Komposit TiO_2	39
Gambar 20. Spektrum FTIR Tandan Pisang dengan Penambahan Aktivator KOH 20% dan Spektrum Komposit TiO_2	40
Gambar 21. Mekanisme Reaksi Ikatan antara Selulosa dan TiO_2	40
Gambar 22. Hasil Uji SEM Serat Tandan Pisang yang Telah Diaktivasi Menggunakan KOH 20% dengan Perbesaran 10000X.....	42
Gambar 23. Hasil Uji SEM Komposit TiO_2 dengan Perbesaran 10000X	43
Gambar 24. Pola Difaktogram Tandan Pisang Aktivasi KOH	45
Gambar 25. Pola Difaktogram Komposit TiO_2	46
Gambar 26. Grafik Variasi pH dan Persen Penyerapan.....	47
Gambar 27. Grafik Variasi Waktu dan Persen Penyerapan	49
Gambar 28. Grafik Variasi Konsentrasi dan Persen Penyerapan.....	50
Gambar 29. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir Metil Jingga	52
Gambar 30. Kurva Isoterm Adsorpsi Freundlich Metil Jingga.....	53
Gambar 31. Kurva Kinetika Orde 1	55
Gambar 32. Kurva Kinetika Orde 2	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Hasil Analisis Spektrum FTIR	41
Tabel 2. Hasil Data Perhitungan Isoterm Adsorpsi	53
Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Kinetika Adsorpsi	53



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan ilmu pengetahuan sedang mengalami peningkatan, dimana banyak inovasi-inovasi yang telah dibuat dan diciptakan untuk perkembangan ilmu pengetahuan dalam hal industri. Setiap industri memiliki limbah yang dapat mencemarkan lingkungan apabila tidak dikelola secara baik. Limbah seperti logam dapat merusak ekosistem tanah dan lingkungan. Misalnya seperti limbah Metil Jinnga. Metil Jinnga merupakan kimia zat warna yang digunakan sebagai salah satu zat warna dalam industri tekstil. Industri ini selalu menghasilkan berbagai limbah zat warna, jika limbah tersebut dibuang ke lingkungan akan berdampak pada kerusakan ekosistem air dan tanah karena limbah tersebut merupakan senyawa organik *non-biodegradable* (Wijaya *et al.* 2005)

Tandan pisang merupakan bagian batang penyangga pada buah pisang yang memiliki serat dan karbon yang dapat digunakan untuk pembuatan karbon aktif. Pada pembuatannya diperlukan metode-metode yang sesuai, ada beberapa jenis metode konvensional yang telah digunakan untuk menanggulangi masalah limbah pewarna, contohnya seperti oksidasi, koagulasi, flokulasi, adsorpsi dan pertukaran ion (Wu *et al.*, 2008). Menurut Wang dan Li (2013), metode konvensional di atas sangat rumit dan mahal karena beberapa metode tersebut memerlukan tambahan bahan kimia sehingga dapat menghasilkan produk beracun. Diantara metode di atas, salah satu teknik yang efektif untuk memisahkan zat warna dari limbah adalah dengan metode adsorpsi.

Metode adsorpsi ini mempunyai banyak kelebihan karena prosesnya yang lebih sederhana, biayanya relatif murah, dan ramah lingkungan (Patel and Suresh, 2008; Gupta and Bhattacharyya, 2006), dan juga tidak adanya efek samping zat beracun (Blais et al., 2000).

Maka untuk menghilangkan zat pencemar dilakukan adsorpsi metil jingga menggunakan tandan pisang. Tandan pisang digunakan selain lebih murah, mudah didapat dan untuk mengurangi limbah tandan yang tidak digunakan, tandan pisang juga dapat digunakan sebagai adsorben yang bagus hal ini dikarenakan tandan pisang memiliki karbon yang cukup banyak dan dapat digunakan dalam pembuatan karbon aktif. Selain hal itu, serat dapat di kombinasikan menggunakan logam oksida seperti TiO_2 , logam tersebut digunakan dengan tujuan untuk memperluas volume ukuran pori pada serat agar proses penjerapan lebih optimal. Material TiO_2 digunakan karena tidak bersifat toksik, harga lebih murah dan stabilitas kimia nya sangat baik, stabilitas termal nya juga cukup tinggi dan dapat digunakan berulang kali tanpa mengurangi ataupun menghilangkan aktivitas kataliknya. Penggunaan material TiO_2 dimaksudkan agar dapat digunakan untuk membuat komposit menggunakan bahan-bahan lain dan dapat saling melengkapi sehingga dapat meningkatkan luas permukaan dari suatu adsorben.

1.2 Perumusan masalah

1. Apakah tandan pisang dan logam TiO_2 dapat dijadikan material komposit?
2. Bagaimana karakterisasi pada komposit TiO_2 dengan metode hidrotermal?
3. Bagaimana efektivitas dari komposit TiO_2 saat menjerap metil jingga?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh material komposit TiO_2 dari tandan pisang dengan metode hidrotermal
2. Mengetahui karakteristik komposit TiO_2 hasil dari metode hidrotermal dengan instrumen SEM, XRD dan FTIR.
3. Mengetahui efektifitas komposit TiO_2 dalam menyerap metil jingga

1.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat membantu pengurangan limbah tandan pisang dan informasi karakteristik komposit TiO_2 dengan aktivator KOH 20% yang diubah dari limbah tandan pisang dan diharapkan dapat menjadi adsorben alternatif untuk mengurangi limbah zat warna Metil Jingga.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tandan pisang dan Fungsinya

Tandan pisang merupakan salah satu bahan yang cukup banyak dilingkungan karna banyak nya tanaman pisang didaerah tropis seperti Indonesia. Pada bagian tanaman pisang terdapat serat yang cukup tinggi dan jarang di gunakan yaitu tandan pisang. Tandan pisang biasanya hanya dijadikan makanan ternak atau menjadi limbah dilingkungan karna dianggap tidak memiliki nilai ekonomis. Hal inilah yang mendorong menjadikan tandan pisang memiliki manfaat untuk mengurangi limbah tandan pisang dan dapat dijadikan salah satu alternative pembuatan karbon aktif yang lebih ekonomis dibandingkan yang lain.

Pada penelitian sebelumnya banyak menggunakan cangkang kelapa sawit dan cangkang kemiri untuk dibuat menjadi adsorben zat warna seperti Rhodamin B maupun metilen blue. Pada penelitian menggunakan kemiri dilakukan prosedur pembuatan karbon aktif, material di karbonisasi secara aktivitas kimia dan fisika dengan menggunakan aktivator ZnCl_2 10%.

2.2 Aktivasi

Aktivasi merupakan suatu proses pada pembuatan karbon aktif yang bertujuan untuk menambah atau memperbesar volume pori dan diameternya yang terbentuk pada proses karbonisasi serta untuk mendapatkan pori baru. Dengan melalui proses aktivasi arang akan memiliki daya adsorpsi semakin optimal. Arang hasil karbonisasi biasanya masih memiliki kandungan zat yang dapat menutupi pori-pori arang. (Budiono dkk., 2009).

Menurut penelitian (Nur dan Imam, 2018) hasil analisis ternyata kadar selulosa dari tandan pisang sekitar 55%. Kandungan karbon dalam tandan pisang cukup tinggi, oleh karena itu tandan pisang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan komposit. Komponen dalam serat tandan pisang tergabung pada senyawa organik antara lain hemiselulosa dan selulosa.

Dalam serat terdapat 3 komponen senyawa organik yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Penelitian tentang serat sebagai adsorben cukup banyak dilakukan, jenis bahan kimia yang digunakan sebagai aktivator pun beragam, dengan beragamnya bahan dan aktivator maka hasil adsorben zat warna metil jingga pun tidak sama. Penambahan logam oksida pada serat dapat menyerap zat warna lebih maksimal. Pada penelitian (Mayla, 2018) memperoleh hasil penjerapan untuk zat warna *Rhodamine B* dengan menggunakan komposit TiO_2 , daya adsorpsi yang diperoleh mencapai 92,508%.

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah tandan pisang dengan aktivator KOH 20%. KOH digunakan sebagai aktivator secara kimia. Penggunaan larutan aktivator pada proses aktivasi akan mempengaruhi volume luas permukaan

pada pori-pori karbon aktif yang dihasilkan dan dari hasil penelitian KOH merupakan salah satu bahan aktivasi yang dapat menghasilkan daya adsorpsi besar pada pemanfaatan karbon aktif sebagai adsorben logam (Erlina, dkk 2015).



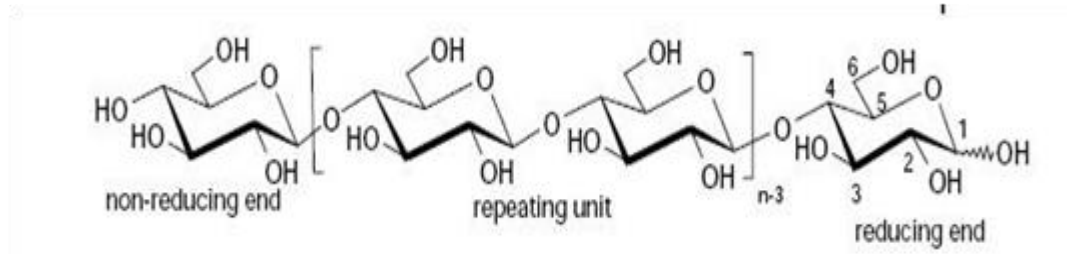
BAB III

DASAR TEORI

3.1 Selulosa

Selulosa merupakan suatu polimer yang terdiri dari ikatan β -1-4 dan β -glukosa, unit glukosa tersebut dapat ditemukan dalam kapas, kayu, rami dan tanaman lainnya. Dari struktur selulosa memiliki kelarutan yang besar dalam air karna adanya gugus -OH yang cukup banyak untuk membentuk ikatan hydrogen dengan air. Selulosa juga terlarut dalam pelarut lainnya, hal ini dikarenakan tingginya gaya antar rantai dan kekakuan rantai. Factor tersebut menjadi penyebab kekristalan yang sangat tinggi dai serat selulosa. (Cowd, 1991).

Di alam selulosa tidak ditemukan pada keadaan murni, akan tetapi selulosa akan berasosiasi dengan polisakarida lainnya seperti pektin, lignin, xilan dan hemiselulosa. Selulosa kebanyakan akan berasosiasi dengan lignin atau sering disebut dengan lignoselulosa. Pada tumbuhan molekul selulosa tersusun atas fibril-fibril dari molekul paralel yang telah di hubungkan dengan ikatan glikosidik sehingga sulit untuk diuraikan. Untuk menguraikan komponen-komponen tersebut dibutuhkan aktifitas mikroorganisme. (Sukumaran et.al 2005).



Gambar 1. Struktur Kimia Selulosa (Sixta, 2006)

3.2 Komposit

Material komposit merupakan suatu bahan struktural yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang digabungkan pada tingkat makroskopik dan tidak larut satu sama lain (Guru raja and Hari rao, 2013).

Komposit tersusun dari bahan penguat dan bahan matriks, dimana matrik adalah fase kontinu dan sedangkan bahan penguat adalah fase terdispersi. Bahan penguat tersebut terdiri dari serat, serpihan (partikel). Bahan matrik harus mempunyai sifat adesive yang bagus agar dapat mengikat serat dengan kuat dan mampu menyalurkan beban yang diadsorb kedalam serat. Matriks dan performa memiliki pengaruh yang signifikan kepada sifat material komposit. (Merdiyanti, 2018).

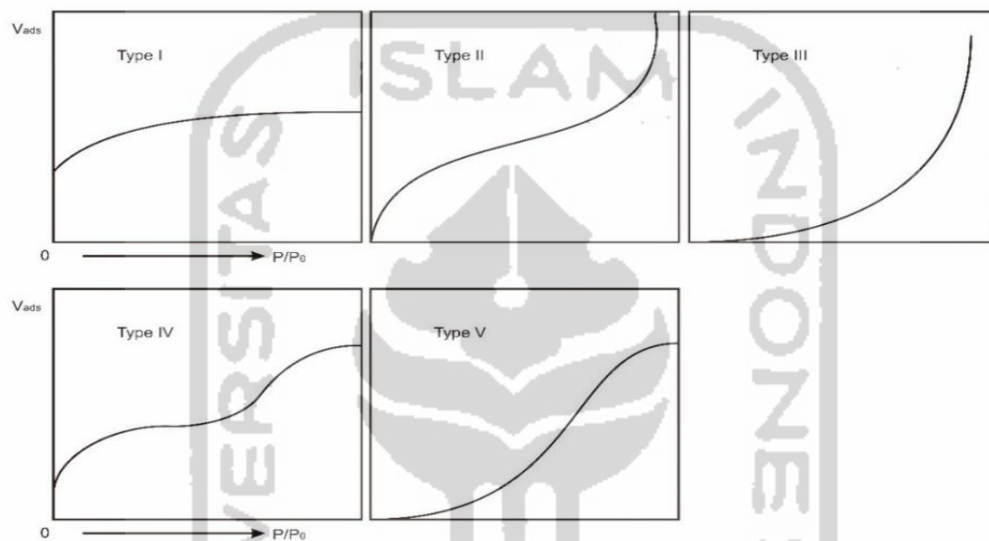
3.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan atau gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Sistem adsorpsi adalah suatu sistem yang memanfaatkan kemampuan zat padat untuk menyerap suatu zat dan penyerapan tersebut hanya berlangsung pada permukaannya saja. Zat yang menyerap disebut adsorben sedangkan ion, atom atau molekul yang diserap disebut adsorbat (Radnadi, 2014).

Adsorpsi umumnya didefinisikan sebagai banyaknya jumlah molekul ion atau atom terjadi pada batas antara dua fasa. Fasa yang menyerap disebut adsorben dan fasa yang terserap disebut adsorbat. Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang memiliki pori karena berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau letak-letak tertentu didalam adsorben. Adsorpsi kimia terjadi pada saat pembentukan dan pemutusan ikatan sehingga energy serapannya berada di kisaran yang sama dengan reaksi kimianya. Suatu adsorpsi memiliki batas minimal hal ini dikategorikan sebagai kemisorpsi yang memiliki energy adsorpsi sebanyak 20,92 KJ/mol. (Adamson, 1997).

3.4 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan suatu proses dimana hal ini berfungsi untuk mengetahui konsentrasi zat terlarut yang terserap pada adsorben terhadap konsentrasi larutannya. Ada beberapa tipe isoterm adsorpsi yang dapat digunakan seperti gambar berikut:



Gambar 2. Tipe-tipe kurva Isoterm

Tipe (I), jumlah adsorbat meningkat relatif cepat, semakin besar tekanan maka jumlah adsorbatnya menjadi lebih meningkat, akan tetapi ketika permukaan telah tertutup oleh molekul adsorbat maka jumlahnya akan menjadi lebih lambat. Tipe (II), jenis ini merupakan bentuk normal isoterm pada adsorben tak berpori atau padatan berpori besar (makropori) dengan ukuran lebih besar dari 50 nm yang menunjukkan adsorpsi monolayer-multilayer. Tipe ini menunjukkan kondisi awal tahap linier dari isoterm. Tipe (III) menunjukkan tipe kuantitas adsorben semakin tinggi saat tekanan relatif bertambah. Tipe (IV) jenis ini hampir sama dengan tipe (II) pada rentang tekanan relative rendah sampai menengah. Volume terbesar adsorbat teradsorpsi dapat dihitung dari capillary condensation yang telah

sempurna mengisi pori. Kurva jenis ini dihasilkan dari padatan adsorben berukuran mesopore (250 nm). Tipe (V), jenis ini hampir sama dengan tipe (III) dihasilkan dari interaksi yang rendah antara adsorben dan adsorbat. Tipe ini juga ditunjukkan oleh pori dengan ukuran yang sama seperti tipe (IV).

3.4.1 Metode Isoterm Langmuir

Model Isoterm Adsorpsi Langmuir Menurut Oscik (1982), teori Langmuir ini didasarkan pada asumsi bahwa laju adsorpsi akan bergantung pada faktor ukuran dan struktur molekul adsorbat, sifat pelarut dan porositas adsorben, situs pada permukaan yang homogen dan adsorpsi terjadi secara monolayer. Proses adsorpsi memiliki dua tahap, yaitu perpindahan adsorbat dari fasa larutan ke permukaan adsorben dan adsorpsi pada permukaan adsorben. Tahap pertama akan bergantung pada sifat pelarut dan adsorbat yang terkontrol. Bagian yang terpenting dalam proses adsorpsi yaitu situs yang dimiliki oleh adsorben yang terletak pada permukaan, akan tetapi jumlah situs-situs ini akan berkurang jika permukaan yang tertutup semakin bertambah (Husin and Rosnelly, 2007).

Model isoterm adsorpsi Langmuir dapat dinyatakan dalam persamaan:

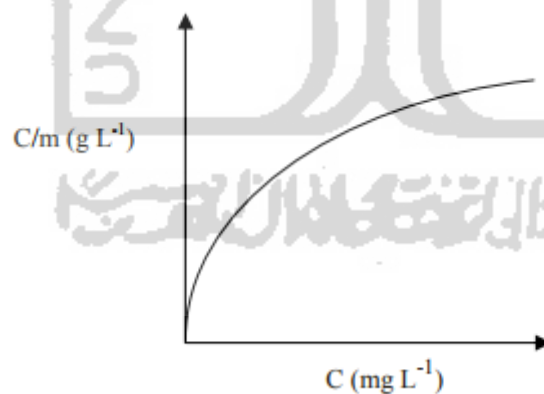
$$\frac{C}{m} = \frac{1}{bK} + \frac{C}{b}$$

dimana C adalah konsentrasi kesetimbangan (mg L⁻¹), m adalah jumlah zat yang teradsorpsi per gram adsorben pada konsentrasi C (mmol g⁻¹), b adalah jumlah zat yang teradsorpsi saat keadaan jenuh (kapasitas adsorpsi) (mg g⁻¹) dan k adalah konstanta kesetimbangan adsorpsi (L mol⁻¹). Dari kurva linier hubungan antara

C/m versus C maka dapat ditentukan nilai b dari kemiringan (slop) dan k dari intersep kurva. Energi adsorpsi (E_{ads}) yang didefinisikan sebagai energi yang dihasilkan apabila satu mol zat teradsorpsi dalam adsorben dan nilainya ekuivalen dengan nilai negatif dari perubahan energi Gibbs standar, ΔG° , dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$E_{ads} = -\Delta G^\circ_{ads} = RT \ln k$$

Dengan R adalah tetapan gas umum ($8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}$), T adalah temperatur (K) dan k adalah konstanta kesetimbangan adsorpsi yang diperoleh dari persamaan Langmuir, sehingga energi total adsorpsi E harganya sama dengan negatif energi bebas Gibbs (Oscik, 1982). Adapun grafik isoterm adsorpsi Langmuir diperlihatkan pada Gambar 5 berikut ini:



Gambar 3. Kurva adsorpsi isotherm Langmuir

Intrumentasi yang digunakan sebagai analisis karbon aktif adalah FTIR, UV-Vis, SEM dan SAA.

3.4.2 Metode Isoterm Freundlich

Model isoterm Freundlich menjelaskan bahwa proses adsorpsi pada bagian permukaan adalah heterogen dimana tidak semua permukaan adsorben mempunyai daya adsorpsi. Model isoterm Freundlich menunjukkan lapisan adsorbat yang terbentuk pada permukaan adsorben adalah multilayer. Hal tersebut berkaitan dengan ciri-ciri dari adsorpsi secara fisika dimana adsorpsi dapat terjadi pada banyak lapisan (multilayer) (Husin and Rosnelly, 2005). Bentuk persamaan Freundlich adalah sebagai berikut:

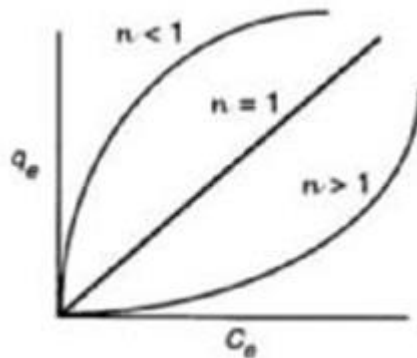
$$q_e = K_f C_e^{1/n}$$

Dimana q_e adalah jumlah adsorbat yang terserap tiap satuan berat adsorben (mg/g), C_e adalah konsentrasi setimbang adsorbat dalam fase larutan (mg/L), K_f dan n adalah konstanta empiris yang tergantung pada sifat padatan adsorben dan suhu (Soeprijanto *et al.*, 2006).

Penentuan konstanta K_f dan n dapat dilakukan dengan linierisasi persamaan:

$$\log (q_e) = \log (K_f) + 1/n \log (C_e)$$

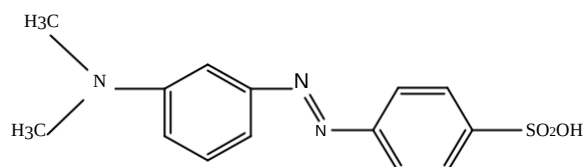
K_f dan n dapat dicari dengan membuat kurva $\ln (q_e)$ berbanding $\ln (C_e)$. K_f didapat dari titik potong dengan sumbu tegak dan n dari tangen arah garis lurus yang terbentuk. Koefisien K_f sering dikaitkan dengan kapasitas adsorpsi adsorben sehingga mencerminkan jumlah rongga dalam adsorben tersebut (Singh and Alloway, 2006)



Gambar 4. Kurva isotherm adsorpsi Freundlich (Singh and Alloway, 2006)

3.5 Metil Jingga (MO)

Metil jingga (*Methyl Orange* atau MO) merupakan suatu senyawa azo yang digunakan dalam industri tekstil untuk pewarnaan pada kain. Metil jingga merupakan molekul zat warna dengan rumus molekul $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ dan mempunyai berat 327,33 g/mol. Metil jingga merupakan garam Na dari suatu asam sulphonik dimana dalam suatu larutan banyak terionisasi dan dalam suasana asam metil jingga bersifat sebagai basa lemah dan mengambil ion H^+ , terjadi suatu perubahan struktur dan memberikan warna merah pada anionnya (Oxtoby, 2003)



Gambar 5. Struktur Senyawa Metil Jingga

Panjang gelombang maksimum larutan metil jingga sekitar 465nm (Oakes and Gratton,1998). Pada penggunaannya dilaboratorium metil jingga dapat digunakan sebagai indikator asam. Trayek pH metil jingga berada diantara ph 3,1 (berwarna merah) sampai dengan ph 4,4 (berwarna kuning) (ONeil,2001).

Metil jingga berubah warna pada pH asam lemah dan digunakan dalam titrasi untuk asam basa. Tidak seperti indikator universal, metil jingga tidak memiliki spektrum penuh pada perubahan warna, namun memiliki titik akhir tajam (Oxtoby,2003)

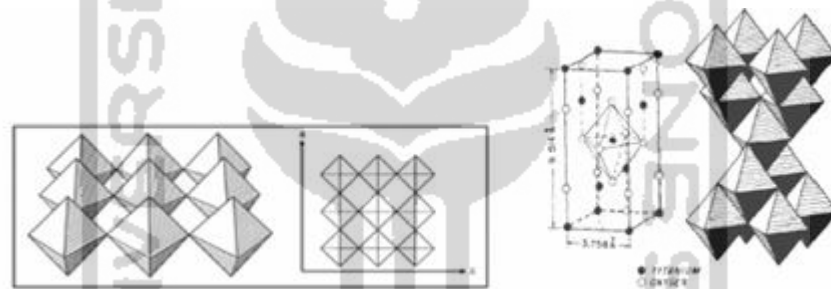
3.6 Titanium Dioksida (TiO_2)

TiO_2 adalah salah satu material yang banyak diteliti karena sifatnya yang menarik. Meskipun telah ditemukan lebih dari 200 tahun yang lalu dan telah diteliti sejak 85 tahun yang lalu namun hingga kini penelitian tentang TiO_2 masih aktif dan tetap dikembangkan (Hoffmann et al., 1995).



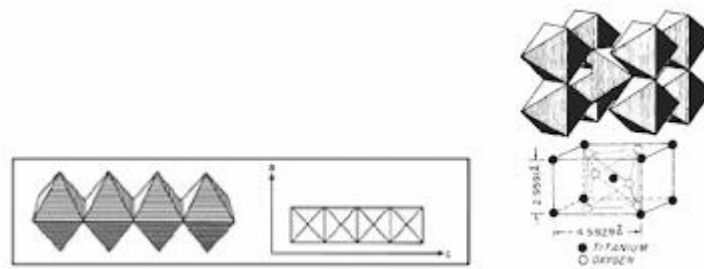
Gambar 6. Titanium Dioksida (TiO_2)

Senyawa ini banyak digunakan untuk pigmen pada cat, tabir surya, solar sel, pasta gigi dan juga untuk perangkat memori serta fotokatalis. Titanium dioksida (TiO_2) merupakan bentuk oksida dari titanium. TiO_2 mempunyai berat molekul 79,90 g/mol, memiliki densitas $4,26 \text{ g/cm}^3$, mengalami dekomposisi pada 1640°C sebelum meleleh dan tidak larut dalam air tetapi dapat larut dalam H_2SO_4 (Cotton et al., 1988). TiO_2 memiliki tiga fase struktur kristal yaitu anatase, rutile, dan brookite. Rutile dan anatase merupakan bentuk yang paling banyak di alam. Keduanya memiliki struktur kristal tetrahedral sedangkan brookite memiliki struktur kristal orthorombik (Carp et al., 2004).



Gambar 7. Struktur anatase TiO_2

Rutile merupakan bentuk paling stabil pada temperatur tinggi dibanding brookite dan anatase. Struktur kristal yang berbeda ini mempengaruhi luas permukaan dan sisi aktif TiO_2 (Arutanti et al., 2009).



Gambar 8. Struktur rutile TiO_2

3.7 Metode Hidrotermal

Metode hidrotermal merupakan metode sederhana dengan menggunakan suhu reaksi yang relatif rendah dan didispersi seragam untuk doping ion logam, serta kontrol stoikiometri dan memberikan kehomogenan secara kimia yang baik (Feng et al., 2012; Gupta et al., 2012).

Metode hidrotermal dipilih karena relatif sederhana tanpa menggunakan peralatan yang rumit dan mahal, selain itu juga mempunyai beberapa keuntungan seperti pemanasan cepat, reaksi cepat, hasil lebih bagus, kemurnian tinggi dan efisiensi transformasi energi tinggi (Sadat-Shojai et al, 2011).

Proses karbonisasi yang biasa digunakan adalah hidrotermal (*HTC hydrothermal carbonization*). Karbonisasi ini biasanya menggunakan suhu rendah dengan media air untuk proses karbonisasi, dan mampu menghasilkan arang aktif dengan luas permukaan cukup besar yang berstruktur mesopore serta kaya akan gugus fungsi oksigen. (Sevilla dan Titirici, 2012, Hu et al., 2008).

Metode Hidrotermal dengan suhu rendah memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

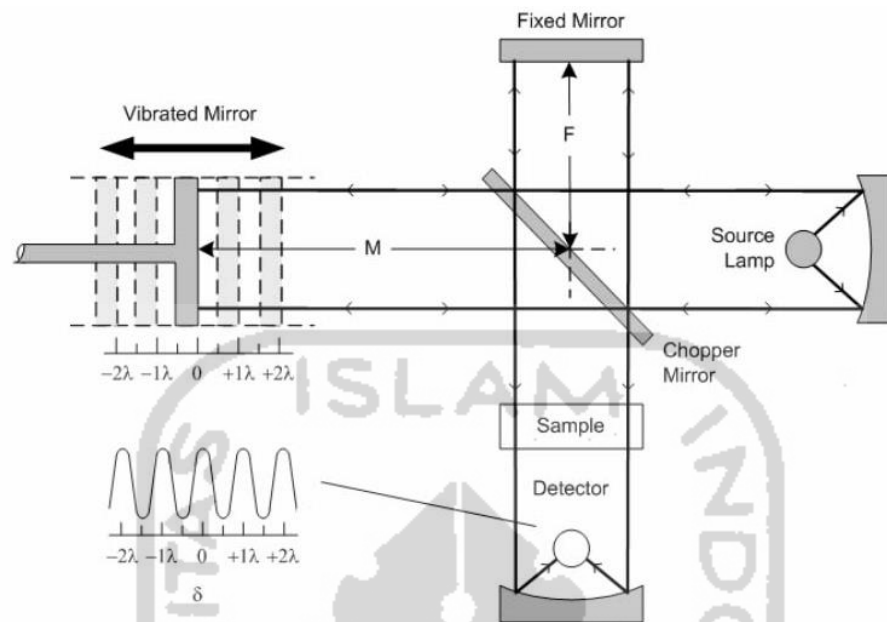
1. Distribusi ukuran partikel yang homogen
2. kemurnian yang tinggi
3. Menghasilkan partikel dengan kristalinitas tinggi
4. Temperatur relatif rendah untuk reaksi (Alqab dan Sopyan, 2009).

3.8 Instrumentasi

3.8.1 Spektroskopi FTIR

Spektroskopi infra merah merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa, baik secara alami maupun buatan. Dalam bidang fisika bahan, seperti polimer, infra merah juga digunakan mengkaraktersisasi sampel (Basset, 1994).

Spektroskopi infra merah didasarkan pada vibrasi suatu molekul dan merupakan metode yang mengamati interaksi dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah pada bilangan gelombang $13.000-10\text{cm}^{-1}$. Spektroskopi infra merah berfokus pada radiasi elektromagnetik pada rentang frekuensi $400-4000\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan ukuran unit untuk frekuensi (Silverstein, 2002)



Gambar 9. Cara kerja spektroskopi FTIR

Kegunaan yang lebih penting dari spektrum inframerah adalah memberi keterangan tentang molekul. Serapan setiap tipe ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-C, C=C, C=N dan lain-lain) hanya diperoleh dalam bagian-bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi inframerah. (Sastrohamidjojo, 1992)

3.8.2 Spektrofotometer Uv-vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet (UV) (190-380 nm) dan sinar tampak atau visible (Vis) (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif daripada kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995).

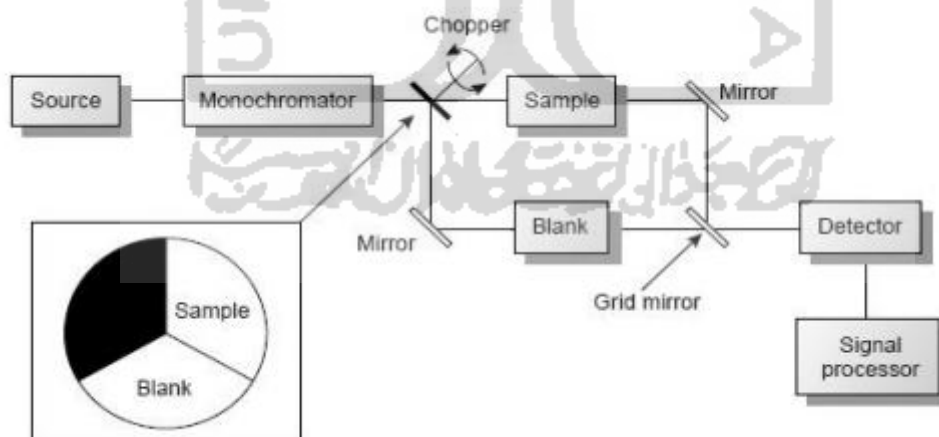
Spektrofotometer terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektro menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembanding (Khopkar, 1984). Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan dalam penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan pelarut yang dipakai antara lain:

1. Kemurniannya harus tinggi
2. Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis.
3. Pelarut yang dipakai tidak mengandung sistem ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna (Mulja dan Suharman, 1995).

Komponen-komponen pokok dari spektrofotometer yang ditunjukkan pada Gambar 8 meliputi:

1. Sumber tenaga radiasi yang stabil, sumber yang biasa digunakan adalah lampu wolfram.
2. Monokromator untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis.
3. Sel absorpsi, pada pengukuran di daerah sinar tampak menggunakan kuvet kaca, tetapi untuk pengukuran pada UV menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada daerah ini.
4. Detektor radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat. Peranan detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang (Khopkar, 1984).

Berikut ini merupakan skema alat spektrofotometer UV-Vis



Gambar 10. Skema alat spektrofotometer UV-Vis

3.8.3 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan mikroskop electron yang digunakan sebagai alat pendeteksi objek pada skala yang amat kecil. Scanning Electron Microscope (SEM) digunakan untuk menentukan struktur dan ukuran pori. Prinsip kerja SEM adalah deteksi elektron yang dihamburkan oleh suatu sampel padatan ketika ditembak oleh berkas elektron berenergi tinggi secara kontinu yang dipercepat di dalam kumparan elektromagnetik yang dihubungkan dengan tabung sinar katoda sehingga dihasilkan suatu informasi mengenai keadaan permukaan suatu sampel senyawa.

Sebelum dianalisis dengan SEM, dilakukan preparasi sampel yang meliputi penghilangan pelarut, pemilihan sampel, dan lapisan. Detektor didalam SEM mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menentukan lokasi berkas yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Arah tersebut akan 32 memberi informasi profil permukaan benda. Bila elektron dengan energi cukup besar menumbuk pada sampel, maka akan menyebabkan terjadinya emisi sinar-X yang energinya dan intensitasnya bergantung pada komposisi elemental sampel (Abdullah dkk., 2008)

Cara kerja SEM adalah gelombang elektron yang dipancarkan electron gun terkondensasi di lensa kondensor dan terfokus sebagai titik yang jelas oleh lensa objektif. Scanning coil yang diberi energi menyediakan medan magnetik bagi sinar elektron. Berkas sinar elektron yang mengenai cuplikan menghasilkan elektron sekunder dan kemudian dikumpulkan oleh detektor sekunder atau detektor backscatter.



Gambar 11. Mekanisme Kerja SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Gambar 11 yang dihasilkan terdiri dari ribuan titik berbagai intensitas di permukaan Cathode Ray Tube (CRT) sebagai topografi Gambar (Kroschwitz, 1990). Pada sistem ini berkas elektron dikonsentrasikan pada spesimen, bayangannya diperbesar dengan lensa objektif dan diproyeksikan pada layar (Gabriel, 1993).

3.8.4 XRD (*X-Ray Diffraction*)

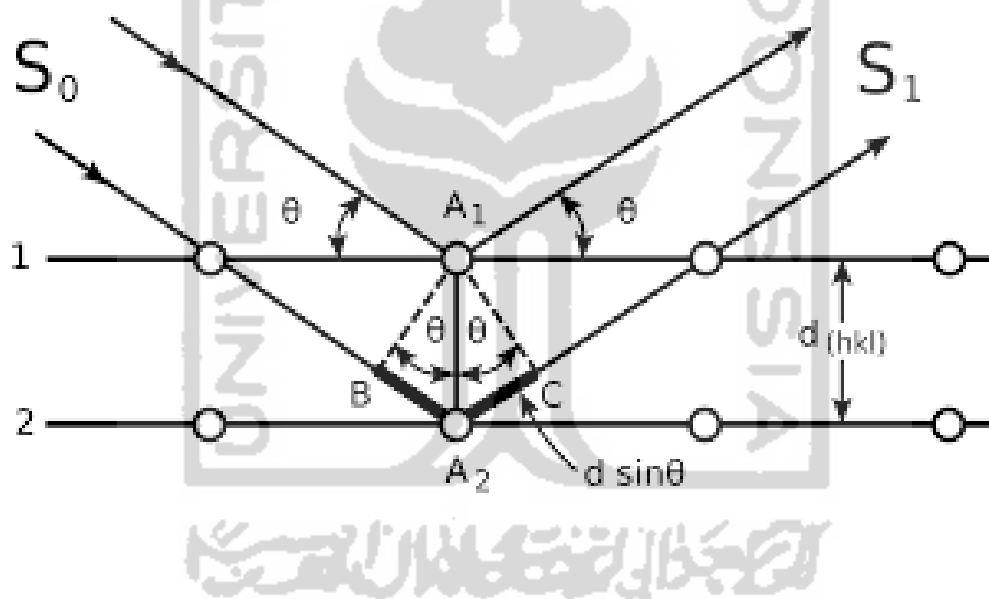
XRD (X-Ray Diffraction) merupakan salah satu metode analisis yang efektif dalam mendeskripsikan batuan dan suatu senyawa kimia tertentu dalam wujud padat dengan menggunakan difraksi/pantulan sinar X. Sinar X merupakan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan oleh deselerasi partikel dengan kecepatan tinggi secara tiba-tiba (Moore and Reynold, 1997). Panjang gelombang sinar X memiliki orde yang sama dengan jarak antar atom sehingga digunakan sebagai sumber difraksi kristal. Voltase tinggi dalam tabung sinar X menghasilkan elektron yang lalu ditembakkan pada logam target (anode) sehingga menghasilkan sinar X yang memancar ke segala arah. Logam target biasanya berupa tembaga (Cu) akan menghasilkan karakteristik radiasi kuat sehingga cocok digunakan dalam aplikasi bidang geologi. Hukum dasar dalam difraksi sinar X mengacu pada Hukum Bragg (Moore and Reynold, 1997).

Menurut Ariswan (2013), prinsip dasar penentuan struktur adalah dengan teknik difraksi sinar x karakteristik, dimana berlaku hukum Bragg:

$$n\lambda = 2 d \sin \theta$$

dengan d adalah jarak antar bidang atom-atom dalam kristal (bidang dengan indeks Miller tertentu), θ adalah sudut difraksi dan λ adalah panjang gelombang sinar X yang dipergunakan. Bila diambil bidang-bidang dengan indeks Miller berbeda maka dengan menggunakan metode analitik, dapat ditentukan sistem dan parameter kisi kristal.

Pola difraktogram yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas relatif bervariasi sepanjang nilai 2θ tertentu. Besarnya intensitas relatif dari deretan puncak-puncak tersebut bergantung pada jumlah atom atau ion yang ada, dan distribusinya di dalam sel satuan material tersebut. Pola difraksi setiap padatan kristalin sangat khas, yang bergantung pada kisi kristal, unit parameter dan panjang gelombang sinar-X yang digunakan. Dengan demikian, sangat kecil kemungkinan dihasilkan pola difraksi yang sama untuk suatu padatan kristalin yang berbeda (Warren, 1969 dalam Jamaluddin, 2010).



Gambar 12. Skema Dasar Perhitungan Bragg

Menurut Smallman (1991); karakterisasi XRD bertujuan untuk menentukan system kristal. Metode difraksi sinar-X dapat menerangkan parameter kisi, jenis struktur, susunan atom yang berbeda pada kristal, adanya ketidaksempurnaan dalam kristal, orientasi, butir-butir dan ukuran butir suatu material. Menurut Smallman & Bishop (1999); XRD dapat digunakan untuk menentukan jenis

struktur kristal menggunakan sinar-X. metode ini digunakan untuk menentukan jenis struktur, ukuran butir, konstanta kisi dan FWHM. Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang diantara 400-800 nm.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan

4.1.1 Alat yang digunakan

Pada penelitian ini alat-alat yang digunakan yaitu, Erlenmeyer 250 ml (pyrex), Gelas beker 250 ml (pyrex), Labu ukur 1000, 100 dan 50 ml (pyrex), Pipet ukur 10 dan 1 ml, pH meter, Reaktor hidrotermal, Shaker (*SCILOGEX SK-L330-PRO*), Spektrofotometer UV-Visible Double Beam (*Hitchi UH5300*), *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX), *X-Ray Diffraction* (XRD), FTIR (*Fourier Transform Infrared*) (*PerkinElmer Spectrum Version 10.5.1*), Kuvet, Timbangan Analitik dan Tisu.

4.1.2 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tandan pisang kepok sebagai penyerap limbah Metil jingga, potassium hidroksida (KOH) 20%, asam klorida (Merck), aquades, Etanol p.a (Merck), Potassium Hidroksida (Merck), Metil Jingga, pH buffer 2, pH buffer 4, pH buffer 7, dan pH buffer 10

4.2 Prosedur Kerja

4.2.1 Pembuatan selulosa dengan aktivator KOH dari tandan Pisang

Sebelum dilakukan aktivasi tandan pisang dipotong menjadi ukuran kecil menggunakan pisau, kemudian dilakukan penjemuran potongan tandan pisang tersebut dibawah sinar matahari agar menjadi kering. Kemudian dilakukan penimbangan tandan pisang sebanyak 700 gram, lalu direndam ke dalam larutan aktivator KOH 20% sebanyak 1000ml sambil dipanaskan selama 6 jam dengan temperatur sekitar 80°C. setelah dipanaskan, kemudian didinginkan dan disaring menggunakan saringan, lalu dibilas menggunakan aquades dan ditambahkan beberapa tetes HCL 2M dan dibilas kembali menggunakan aquades hingga pH menjadi netral. Kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 6 jam dengan temperatur 110°C. Maka diperoleh hasil selulosa dengan bentuk serat kering dari tandan pisang.

4.2.2 Pembuatan Komposit TiO₂

Selulosa yang diperoleh kemudian ditimbang sebanyak 50gram dan ditambahkan logam TiO₂ sebanyak 30gram, dan diblender agar tercampur rata sekaligus untuk memperkecil ukurannya. Kemudian dimasukkan kedalam reactor hidrotermal dan ditambahkan aquades 100ml hingga terendam dan dipanaskan dengan alat hidrotermal selama ±3 jam dengan temperatur 200°C. metode hidrotermal digunakan selain lebih sederhana metode ini juga biayanya lebih murah.

4.2.3 Pembuatan Larutan Induk Metil jingga

Larutan induk zat warna Metil jingga 1000 ppm sebanyak 1L dibuat dengan cara melarutkan 1 gram Metil jingga dalam sedikit aquades, kemudian dimasukkan kedalam labu takar 1L dan ditambahkan aquades sampai tanda tera dan digojog hingga homogen, kemudian diperoleh larutan induk Metil jingga 1000 ppm. Dalam pengambilan larutan yang akan diencerkan menggunakan rumus Sebagai berikut:

$$V1. M1 = V2. M2$$

Keterangan:

V1 = volume larutan induk yang diambil

M1 = Konsentrasi larutan yang diencerkan

V2 = Volume larutan hasil pengenceran

M2 = Konsentrasi larutan hasil pengenceran

4.2.4 Pembuatan Larutan Standar Metil Jingga (MO) dengan Konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm

Larutan standar Metil jingga diperoleh dari larutan induk Metil jingga yang telah dibuat. Dipipet sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 ml kedalam labu ukur 100 ml dengan masing-masing konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Setiap labu ukur ditera hingga batas dan digojog hingga homogen. Maka diperoleh larutan standar Metil jingga dengan berbagai konsentrasi yaitu 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm.

4.2.5 Penentuan pH Optimum

Penentuan pH Optimum ditimbang sebanyak 1gram komposit TiO_2 kemudian ditambahkan kedalam larutan Metil jingga 1000 ppm kedalam setiap labu ukur 50mL konsentrasi 10 ppm diambil dari 5mL larutan induk Metil jingga kedalam setiap labu ukur 50 mL dengan variasi pH 2, 4, 7 dan 10. Kemudian ditambahkan 1 gram setiap variasi dan di *shaker* selama 30 menit dengan kecepatan 150-200 rpm. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtrat nya dan dimasukkan kedalam alat sentrifugasi sebelum dianalisis dengan instrument spektrofotometer UV-Vis.

4.2.6 Penentuan Waktu Kontak Maksimum

Ditimbang sebanyak 1gram komposit TiO_2 kemudian dimasukkan dalam masing-masing botol dengan larutan Metil jingga dengan pH optimum yang diperoleh sebelumnya sebanyak 50 ml dengan konsentrasi 10 ppm dengan variasi shaker 15, 30, 45 dan 60 menit dengan kecepatan 150-200 rpm. Kemudian filtrat disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh disentrifugasi terlebih dahulu sebelum diletakkan dalam botol dan dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis.

4.2.7 Penentuan Variasi Konsentrasi Adsorpsi Metil Jingga

Ditimbang sebanyak 1gram komposit TiO_2 kemudian dimasukkan dalam masing-masing botol dengan larutan Metil jingga dengan pH optimum yang diperoleh sebelumnya sebanyak 50 ml dengan variasi konsentrasi 5, 10, 15 dan 20 ppm dan dishaker selama 30 menit dengan kecepatan 150-200 rpm. Kemudian

filtrat disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh disentrifugasi terlebih dahulu sebelum diletakkan dalam botol dan dianalisis menggunakan instrument spektrofotometer UV-Vis.



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pembuatan Sampel

Pada penelitian ini menggunakan sampel dari bagian penyangga buah pisang. Pada bagian ini memiliki kandungan serat yang cukup banyak dibandingkan dengan bagian dari tanaman pisang. Sampel dipotong kecil-kecil dan dijemur dibawah sinar matahari.



Gambar 13. Sampel yang telah dikeringkan

Setelah dikeringkan, dilakukan perendaman menggunakan KOH 20% hal ini bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang terdapat didalam sampel. Hilangnya pengotor pada sampel dapat memperluas ukuran pori-pori pada serat. Selain hal itu, proses perendaman menggunakan KOH 20% sebagai aktivator.

Fungsi aktivator sendiri yaitu untuk memperluas permukaan serat dan pori-pori nya sehingga daya adsorpsi nya lebih maksimal. Kemudian dipanaskan dengan temperatur 80°C selama 6 jam. Pemanasan ini bertujuan untuk membantu aktivator mempercepat reaksi dalam proses tersebut.



Gambar 14. proses perendaman dengan KOH 20% dan pemanasan sampel

Gambar 14 Setelah dilakukan pemanasan, kemudian dipindahkan kedalam wadah dan didinginkan dengan cara didiamkan terlebih dahulu. Kemudian ditambahkan larutan buffer pH asam karena pH pada sampel terlalu basa sehingga diturunkan dari pH 12 ke pH 8 dan dibilas menggunakan aquades hingga menjadi pH 7. Setelah dilakukan penetralan pH, dilakukan pengeringan. Serat kering dioven dengan suhu 110°C , pengeringan tersebut dilakukan selama 6 jam hingga sampel

kering. Selain untuk menghilangkan kandungan air pada sampel, hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan residu atau pengotor pada saat proses aktivator.

Setelah proses tersebut, sampel yang telah dikeringkan dihaluskan dan ditambahkan TiO_2 30 mg. penambahan TiO_2 berfungsi sebagai komposit agar memaksimalkan penyerapan pada permukaan dan pori-pori adsorben. Setelah ditambahkan TiO_2 sampel ditambahkan aquades 100 ml dan dilakukan proses hidrotermal selama 5-6 jam dengan suhu $200\text{-}250^\circ\text{C}$ hingga kering.



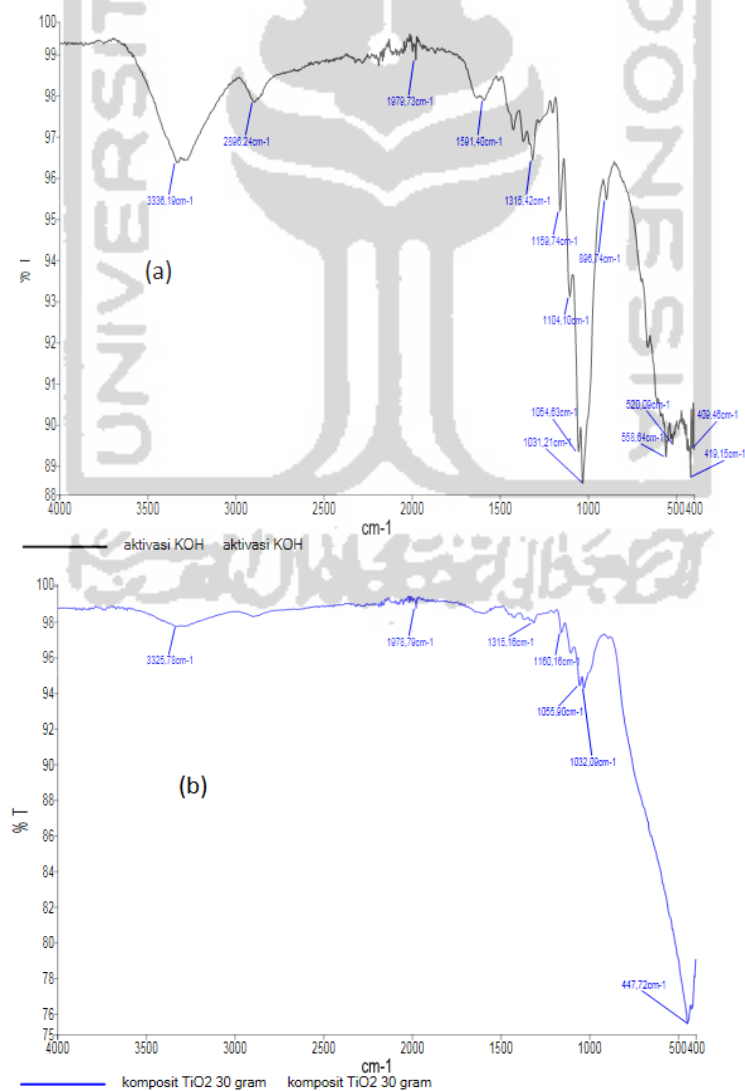
Gambar 15. Hasil komposit TiO_2

Gambar 15 menunjukkan hasil komposit TiO_2 yang telah terbentuk dan telah siap digunakan untuk dikarakterisasi menggunakan instrumentasi FTIR, SEM dan XRD. Kemudian hasil komposit juga digunakan untuk diuji aktivitas sebagai adsorben dengan penyerapan Metil Jingga.

5.2 Karakterisasi Komposit TiO₂ Tandan Pisang

5.2.1 Identifikasi Gugus Fungsi Komposit TiO₂ dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Komposit TiO₂ dikarakterisasi menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus-gugus fungsi yang merupakan gugus aktif dari komposit berdasarkan Panjang gelombang dan puncak serapan yang dihasilkan. Spektra IR dari serat tandan pisang yang telah diaktivasi menggunakan KOH 20% dan komposit TiO₂ dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Spektrum FTIR tandan pisang dengan penambahan aktivator KOH (a) dan spektrum komposit TiO₂ (b).

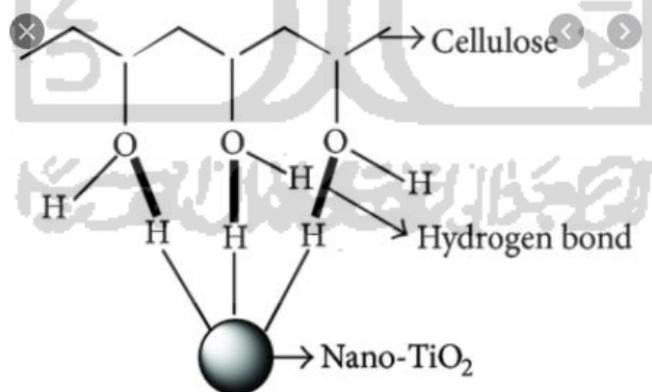
Tabel 1. Data hasil analisis spektrum FTIR

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Tandan Pisang Aktivasi KOH	Bilangan Gelombang Komposit TiO ₂	Gugus Fungsi
3336,19	3325,78	O-H Hidroksi
2896,24	-	-
1979,73	1978,79	-
1591,4	1315,16	C-H Alkana
1315,42	1160,16	C-N Amina
1054,63 dan 1031,21	1055,9 dan 1032,09	C-O Alkohol
-	447,72	Ti-O

Gambar 20 menunjukkan data spektrum FTIR tandan pisang dengan penambahan aktivator KOH dan spektrum komposit TiO₂, kemudian pada Tabel 1 diketahui elusidasi pada bilangan gelombang tandan pisang dengan aktivasi KOH dan komposit TiO₂ tidak terlalu banyak perbedaan. Pada bilangan gelombang 3336,19 pada tandan pisang dengan aktivasi KOH dan 3325,78 cm⁻¹ pada komposit TiO₂ memiliki pita yang melebar hal ini menunjukkan adanya gugus hidroksil (O-H). Pada bilangan gelombang 1978,79 cm⁻¹ tidak terdapat gugus apapun, hal ini disebabkan oleh gugus C-H pada komposit telah berubah menjadi karbon aktif.

Kemudian pada bilangan gelombang $1591,4\text{ cm}^{-1}$ dari tandan pisang dengan aktivasi KOH dan bilangan gelombang $1315,16\text{ cm}^{-1}$ pada komposit TiO_2 memiliki gugus C-H alkana, pada bilangan gelombang $1315,42\text{ cm}^{-1}$ dari tandan pisang dengan aktivasi KOH dan $1160,16\text{ cm}^{-1}$ pada komposit TiO_2 menunjukkan berasal dari gugus C-N dan diketahui senyawanya adalah Amina. Pada bilangan gelombang $1054,63\text{ cm}^{-1}$ dan $1031,21\text{ cm}^{-1}$ dari tandan pisang dengan aktivasi KOH dan bilangan gelombang $1044,9\text{ cm}^{-1}$ dan $1032,09\text{ cm}^{-1}$ dari komposit TiO_2 dalam spektrum C-O menunjukkan adanya Alkohol.

Pada daerah *fingerprint* $700\text{-}800\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan bahwa tandan pisang merupakan senyawa yang tidak mengandung rantai alkil yang panjang (Sastrohamidjojo, 2001). Pada bilangan gelombang $447,72\text{ cm}^{-1}$ sudah terjadi ikatan antara Ti dan O pada komposit TiO_2 dan diidentifikasi sebagai formasi kerja dari titanium oksida.

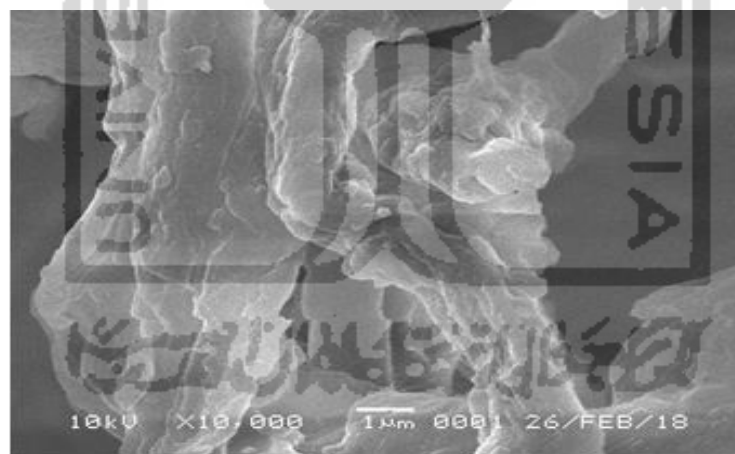


Gambar 21. Mekanisme reaksi ikatan antara selulosa dan TiO_2

Pada Gambar 21, terjadi interaksi antara selulosa dan TiO_2 , Ti melepaskan O dan NaOH melepas OH^- menjadi Na^+ . Kemudian OH^- yang lepas berikatan dengan H^+ menjadi H_2O dan TiO_2^- berikatan dengan O dan membentuk TiO_3 .

5.2.2 Identifikasi Morfologi Permukaan dan Komposisi TiO_2 dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)

Identifikasi menggunakan SEM untuk mengetahui morfologi dari permukaan komposit TiO_2 tandan pisang dengan berbagai macam perbesaran hingga berkali-kali lipat, struktur morfologi ini akan dibandingkan dengan morfologi dari serat tandan pisang yang diaktivasi dengan KOH 20% dan dapat diamati pada perbesaran 10000X, ditunjukkan pada gambar berikut:

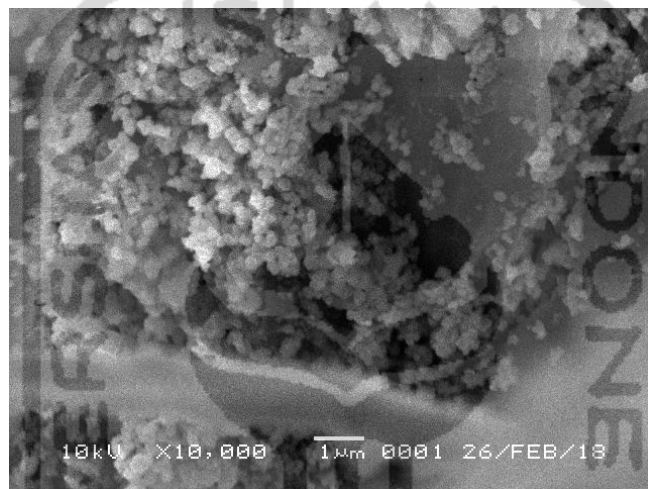


Gambar 22. Hasil uji SEM serat tandan pisang yang telah diaktivasi dengan KOH 20% dengan perbesaran 10000X

Dari Gambar 22 Hasil uji SEM tersebut menunjukkan adanya pori-pori yang terbentuk pada serat tandan pisang dan memiliki luas rongga pada pori yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil serat tandan pisang yang telah diaktivasi dengan KOH 20% dan berbentuk batang serta memiliki pori. Selain hal itu hasil uji

menggunakan SEM menunjukkan serat tandan pisang yang diaktivasi KOH memiliki permukaan yang terlihat lebih rapi.

Sedangkan hasil karakterisasi dari tandan pisang yang telah diaktivasi dengan KOH 20% dan telah dimodifikasi dengan penambahan TiO_2 menunjukkan hasil pori-pori yang lebih besar dan luas hal ini ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 23. Hasil uji SEM komposit TiO_2 tandan pisang dengan perbesaran 10000X

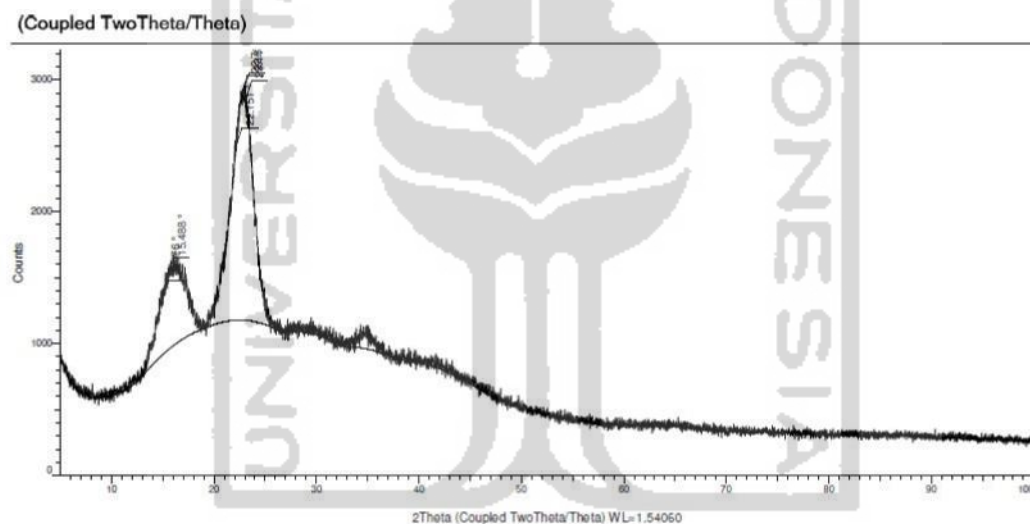
Pada gambar 23 hasil uji pada komposit TiO_2 tidak terlihat besar luas pori yang dihasilkan karena tertutup banyaknya butir-butir atau gumpalan yang dikarenakan adanya titanium (TiO_2) dan terjadi immobilisasi TiO_2 pada seratnya, sehingga sulit memperkirakan seberapa besar dan luas rongga pori pada komposit TiO_2 , namun dari hasil sebelum di jadikan komposit dan setelah dijadikan komposit terlihat perbedaannya. Dimana Perubahan dari pori dan strukturnya dipengaruhi oleh modifikasi dengan menggunakan TiO_2 .

Persamaan model kinetika adsorpsi

Model	Persamaan	Persamaan linier	Plot grafik
Orde 1	$-\frac{d[C]}{dt} = k[C]$	$\ln C_e = -K_1 t + \ln C_o$	$\ln \frac{C_o}{C_e} = vs t$
Orde 2	$-\frac{d[C]}{dt} = k[C]^2$	$\frac{1}{C_e} = k_2 t + \frac{1}{C_o}$	$\frac{1}{C_e} = vs t$
Pseudo orde 1 ^a	$\frac{dq_t}{dt} = k(q_e - q_t)$	$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k^3}{2,303} t$	$\log(q_e - q_t)$
Pseudo orde 2 ^b	$\frac{dq_t}{dt} = k(q_e - q_t)^2$	$\frac{t}{q_t} = \frac{t}{q_e} + \frac{1}{k_4 q_e^2}$	$\frac{t}{q_t} = vs t$
Elovich ^c	$\frac{dq_t}{dt} = \alpha \exp(-\beta q_t)$	$q_t \frac{1}{\beta} = \ln(\alpha\beta) + \frac{1}{\beta} \ln t$	q_t vs t
Dumwald Wagner ^c	$\frac{q_t}{q_e} = 1 - \frac{6}{\pi^2} \sum \frac{1}{n^2} \exp(-n^2 kt)$	$\log(1 - (\frac{q_t}{q_e})^2) = -\frac{k}{2,303} t$	$\log(1 - (\frac{q_t}{q_e})^2)$
Weber Moris ^c	$qt = k_{int} (t)^{1/2}$	$\log q_t = \log k_{int} + \frac{1}{2} \log t$	$\log q_t$ vs $\log t$

5.2.3 Identifikasi Struktur Kristal Komposit TiO₂ menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)

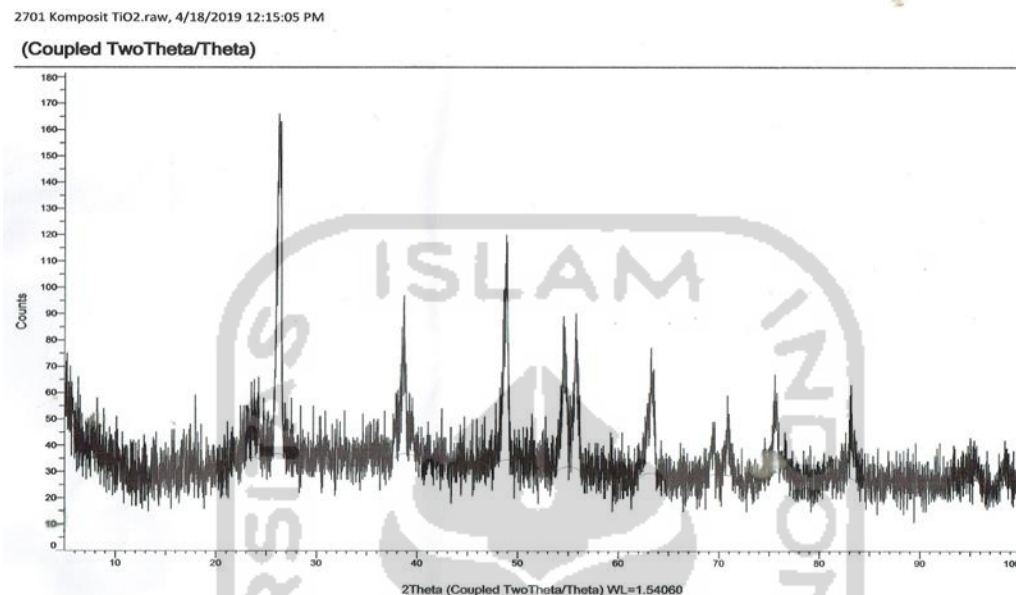
Karakterisasi dengan menggunakan XRD pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil komposit dari tandan pisang yang telah diaktivasi menggunakan KOH 20% dan yang telah ditambahkan TiO₂ dengan melihat sudut 2θ yang terbaca. Hasil yang diperoleh dari analisis XRD dibandingkan antara tandan pisang yang hanya diaktivasi menggunakan KOH dengan komposit TiO₂. Pola difraktogram dari tandan pisang dengan aktivasi KOH yang diperoleh seperti pada gambar berikut:



Gambar 24. Pola difraktogram tandan pisang aktivasi KOH

Gambar 24 pola difraktogram diketahui tandan pisang yang diaktivasi dengan KOH 20% memiliki bentuk struktur amorf. Hal ini ditunjukkan pada tidak beraturannya pola yang didapatkan dan merupakan ciri dari bentuk amorf. Pada puncak yang didapatkan tidaklah begitu spesifik akan tetapi masih menghasilkan sudut-sudut 2θ yang masih bisa terbaca yakni, 14.976°; 15.488°; 22.151°; 23.177°; 22.716°; dan 22.885° hasil ini menunjukkan bahwa peak yang terbaca pada karbon

aktif. Pada pola difaktogram untuk komposit TiO_2 berbeda dari hasil data pada tandang pisang aktivasi KOH, hal ini ditunjukkan pada gambar berikut:



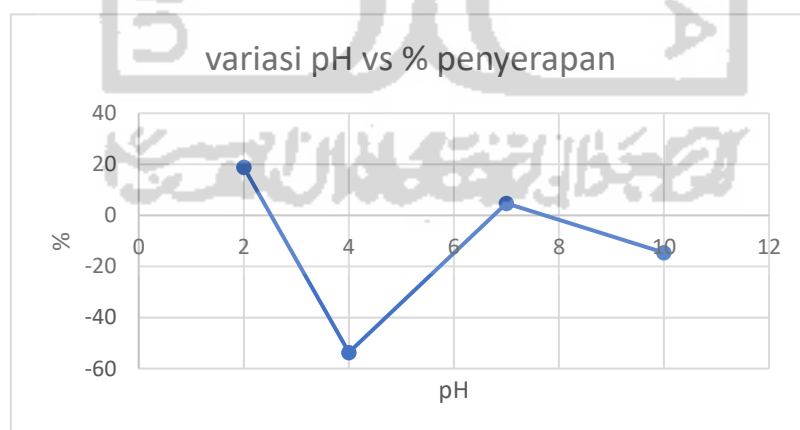
Gambar 25. Pola difaktrogram komposit TiO_2

Gambar 25 diketahui pola difraktogram yang didapatkan lebih bervariasi dari sebelumnya, puncak yang spesifik memberikan informasi fase rutil yaitu sudut 2θ 26,288°; 38,641°; 54,5882° dan 75,534°. Sedangkan fase anastase ditunjukkan pada sudut 2θ 48,832°; 55,734° dan 83,161°. Dari data tersebut dapat diketahui penambahan KOH pada fase anastase memiliki tingkat kristalisasi murni dimana tingginya intensitas puncak menyatakan titanium yang terbentuk memiliki kristalinitas yang baik. Akan tetapi tidak semua sampel berubah dari struktur rutil menjadi anastase hal ini dikarenakan pada saat proses sintesis tidak semua TiO_2 menjadi struktur yang stabil.

5.3 Uji Aktivasi Komposit TiO_2 Untuk Penyerapan Metil Jingga

5.3.1 Penentuan pH Optimum Penyerapan Metil Jingga

pH merupakan suatu parameter yang mempengaruhi pada proses adsorpsi. Penentuan pH optimum bertujuan untuk mengetahui pH larutan metil jingga pada saat proses adsorpsi zat warna tersebut secara maksimum. Perlakuan variasi pH ini akan mempengaruhi ion H^+ dan OH^- dalam larutan tersebut. Pada penelitian ini digunakan berbagai variasi pH, variasi yang digunakan yaitu pH 2,4,7 dan 10 menggunakan larutan metil jingga dengan konsentrasi 10ppm sebanyak 50 ml. Kemudian dilakukan pengocokan menggunakan *shaker* selama 30 menit. Kemudian dilakukan penyaringan dengan kertas saring untuk memisahkan larutan metil jingga dengan TiO_2 dan sentrifugasi. Kemudian dilakukan pengukuran adsorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis double beam berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh persen degradasi yang dapat di tampilkan dalam grafik pada gambar:



Gambar 26. Grafik variasi pH dan persen penyerapan

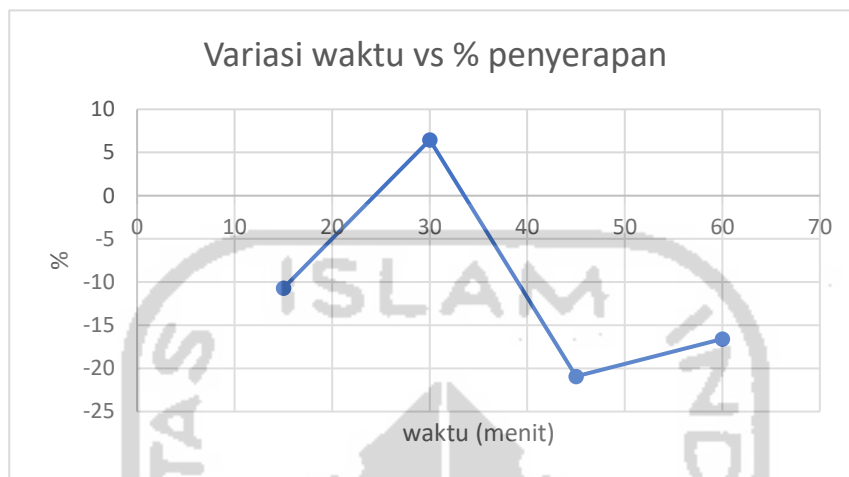
Pada gambar 26 menunjukkan hasil persentase dari variasi pH yaitu pH 2 ,4, 7 dan 10 secara berurutan yaitu 18,847%, -53,665%, 4,682% dan -14,537%. Dalam

suasana asam metil jingga berubah menjadi N^+ dan TiO_2 mempunyai struktur negatif sehingga ada tarik menarik antara mital jingga dengan N^+ dan O^- dari TiO_2 . Dari data grafik tersebut diperoleh kondisi optimum pada pH 2 dengan hasil 18,847% larutan metil jingga mudah unuk terdegredasi dalam suasana asam akibat adanya ion H^+ yang melepas kation-kation lain sehingga dapat larut dalam larutan yang mengakibatkan komposit menjadi lebih optimal / aktif dalam penyerapan.

5.3.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Penentuan waktu kontak ini memiliki tujuan untuk mengetahui waktu optimal penyerapan dari larutan zat warna metil jingga. Larutan Metil Jingga menggunakan konsentrasi 10 ppm dengan pH optimum yang telah didapatkan sebelumnya yaitu pH 2 dengan variasi waktu yang digunakan untuk proses *shaker* adalah 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit yang masing-masing ditambahkan komposit TiO_2 sebanyak 1 gram. Pada proses ini terjadi kontak antara adsorben dengan adsorbatnya, dimana terjadi proses ikatan antara Metil Jingga dengan partikel TiO_2 sehingga terjadinya penurunan konsentrasi awal Metil Jingga. Setelah proses *shaker* dilakukan penyaringan dan sentrifugasi pada larutan, hal ini dimaksudkan untuk memisahkan larutan dengan zat-zat pengotor seperti TiO_2 yang terlarut pada larutan agar mudah untuk di analisis menggunakan UV-Vis. Kemudian dilakukan pengukuran adsorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, persen degradasi ditunjukkan pada gambar grafik berikut:

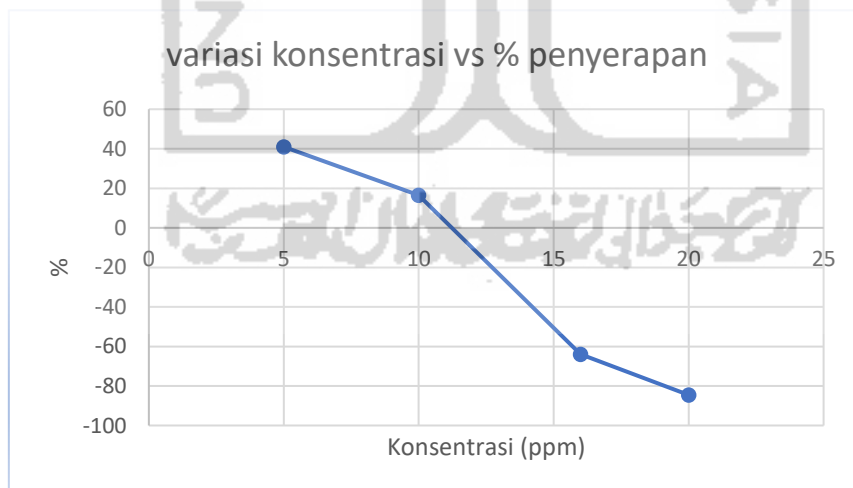


Gambar 27. Grafik variasi waktu dan persen penyerapan

Pada gambar 27 menunjukkan hasil dari perhitungan yaitu banyaknya Metil Jingga yang teradsorpsi oleh komposit TiO_2 dengan variasi waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit secara berurutan yaitu -10,697%, 6,457%, -20,919% dan -16,598%. Pada proses ini terjadi fluktuatif pada waktu kontak 30 menit dan penurunan setelahnya hal ini dikarenakan semakin lama adsorben berinteraksi dengan adsorbat maka akan semakin banyak penyerapan yang terjadi dengan hasil maksimal pada waktu 30 menit. Sedangkan selanjutnya mengalami desorpsi karna tingkat kejenuhan tinggi. Tetapi dari hasil tersebut hanya sedikit yang terserap hal ini mungkin dikarenakan komposit TiO_2 sendiri, pada saat pembuatan komposit dengan campuran TiO_2 , TiO_2 yang digunakan adalah 30 gram, dimana pada saat penyerapan yang seharusnya TiO_2 membantu memaksimalkan daya serap akan tetapi karena penggunaan yang berlebih beberapa TiO_2 malah menjadi penghalang dan pengotor baru pada saat penyerapan dan hasil yang didapat tidak maksimal.

5.3.3 Penentuan Konsentrasi Penyerapan Metil Jingga (MO)

Konsentrasi optimal adalah kondisi dimana terjadinya penyerapan paling banyak pada saat proses adsorpsi, penyerapan ini dipengaruhi oleh pH dari larutan dan juga konsentrasi larutan yang digunakan. Maka perlu diketahui konsentrasi dari larutan Metil Jingga yang optimum agar pada saat penyerapan akan diperoleh hasil yang maksimal. Variasi yang digunakan adalah 5ppm; 10ppm; 15ppm, dan 20ppm dengan pH 2. Kemudian ditambahkan adsorben sebanyak 1gram kedalam masing-masing variasi konsentrasi, dan dilakukan shaker selama 30 menit. Setelah itu disaring dan disentrifugasi untuk memperoleh filtratnya. Untuk analisis dengan spektrofotometer UV-Vis diketahui panjang gelombang dari Metil Jingga adalah 468nm. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan diketahui keadaan optimal dari variasi konsentrasi larutan dengan persen metil jingga yang teradsorpsi dapat dilihat pada gambar 28 grafik berikut:



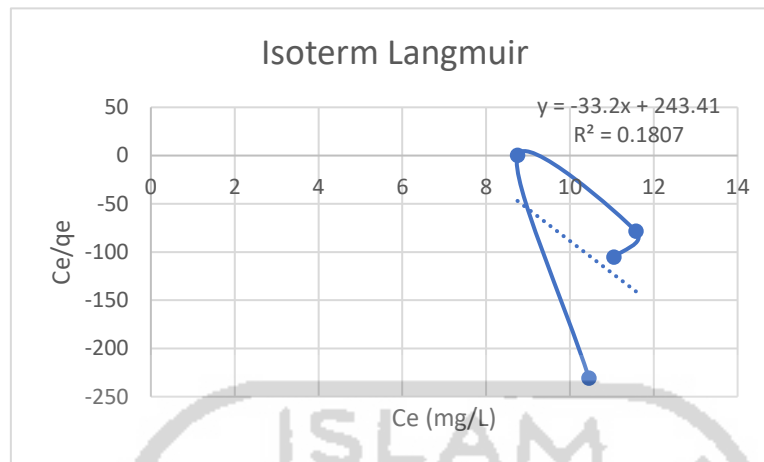
Gambar 28. Grafik variasi konsentrasi dan persen penyerapan

Gambar 28 menunjukkan data hasil persentase penyerapan Metil Jingga oleh komposit TiO_2 . Hasilnya didapatkan dari tiap variasi secara berurutan yaitu sebesar

40,958%; 16,57%; -64,013% dan -84,539%. Pada grafik tersebut terlihat semakin tinggi konsentrasi semakin sedikit yang terserap. Hal ini dimungkinkan karena banyaknya penggunaan TiO_2 pada pencampuran dengan selulosa. Sehingga yang seharusnya terjadi desorpsi pada saat konsentrasi 15 ppm dan terjadi penyerapan kembali setelahnya, akan tetapi hal ini tidak terjadi semakin lama daya serapnya semakin kecil bahkan hampir tidak terserap sama sekali. Hal ini diakibatkan TiO_2 yang terlalu banyak menimbulkan penyerapan tidak maksimal dan TiO_2 menjadi pengganggu dan pengotor tambahan pada saat proses adsorpsi.

5.3.4 Penentuan Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Isoterm Freundlich

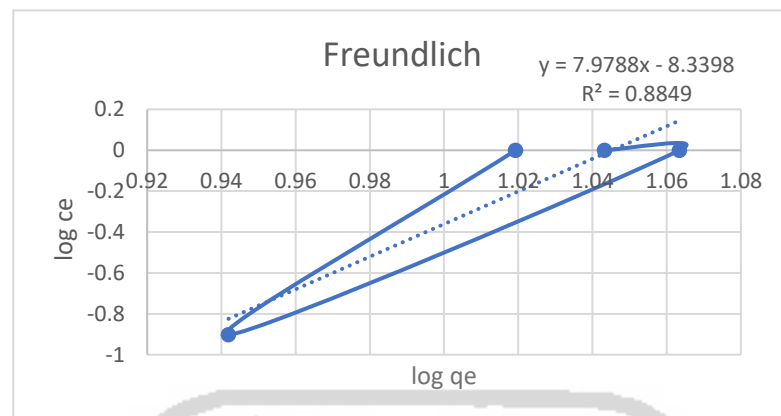
Penentuan kurva isoterm adsorpsi dilakukan untuk mengubah antara isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich menjadi kurva bentuk garis lurus (linier). Untuk menentukannya dibuat model kesetimbangan dan dilihat nilai koefisien determinannya (R^2) yang lebih tinggi. Hal ini dilihat dari proses daya serap paling optimal, keadaan tersebut terjadi pada variasi waktu kontak. Pemetaan ini dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel untuk penentuan kurva isoterm adsorpsi dan isoterm Langmuir, dengan cara memplotkan C_e vs C_e/q_e . C_e merupakan konsentrasi akhir dari banyaknya zat yang teradsorpsi, untuk kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat dilihat pada gambar kurva berikut:



Gambar 29. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir Metil Jingga

Gambar 29 menunjukkan hasil dari kurva isoterm adsorpsi isoterm Langmuir untuk Metil Jingga yaitu dengan persamaan linier $y = -33,2x + 243,41$ dengan nilai $R^2 = 0,1807$, nilai R ini untuk menunjukkan linieritas pada adsorpsi tersebut. Linieritas ditentukan berdasarkan kapasitas adsorpsi dan energi adsorpsinya (nilai q_m dan KL). Nilai ini diperoleh berdasarkan dari hasil perhitungan menggunakan rumus yang telah dilampirkan.

Kurva isoterm adsorpsi Freundlich bisa didapatkan dengan cara memplotkan $\log ce$ vs $\log qe$, dimana $\log ce$ adalah log yang berdasarkan dari banyaknya Metil Jingga yang telah terdsorpsi. Untuk kurva dari isoterm Freundlich dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 30. Kurva isoterm adsorpsi Freundlich Metil Jingga

Pada Gambar 30 menunjukkan persamaan linier nya $y = 7,9788x + 8,3398$ dengan nilai $R^2 = 0,8849$. Nilai R ini menunjukkan besar atau tingginya adsorpsi dari linieritas. Dari persamaan linier tersebut dapat menentukan kapasitas adsorpsi dan intensitasnya. Nilai K_F dan n ditentukan menggunakan rumus yang ada.

Tabel 2. Hasil data perhitungan isoterm adsorpsi

Isoterm Adsorpsi					
Langmuir			Freundlich		
qm (mg/g)	KL (L/mg)	R^2	K_F (mg/g)	N	R^2
-0,0031	0,1322	0,1807	$4,57 \times 10^{-9}$	0,1253	0,8849

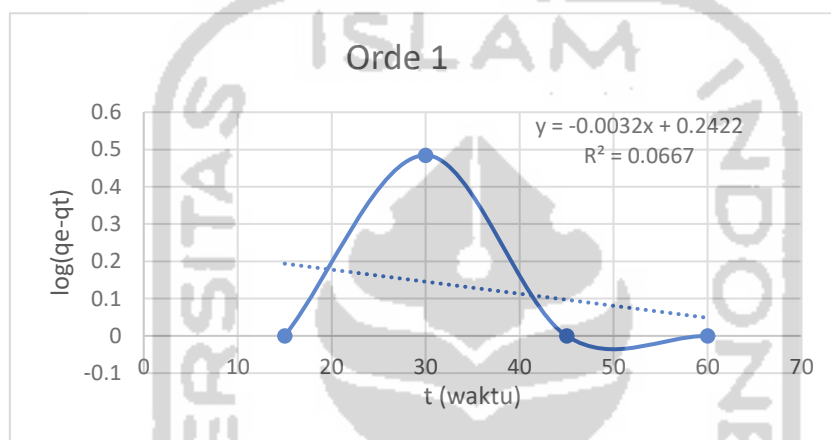
Pada Tabel 2, nilai q_m yang diperoleh sebesar -0,0031 mg/g, dimana nilai q_m ini menunjukkan seberapa besar kapasitas adsorpsi optimum komposit TiO_2 dalam menyerap Metil Jingga. Sedangkan untuk KL yang diperoleh sebesar -0,1322 L/mg. nilai negatif pada data menunjukkan terjadinya proses adsorpsi yang berlangsung secara cepat atau spontan, namun pada penelitian ini nilai untuk hasil perhitungan kapasitas adsorpsi dengan metode Freundlich hanya diperoleh hasil

sebesar $4,57 \times 10^{-9}$ mg/g. nilai tersebut menunjukkan kapasitas adsorpsi koposit TiO_2 dalam mengadsorpsi fenol sangatlah sedikit, akan tetapi dari indikasi kesetimbangan dapat dilihat dari nilai K_F dan n dimana jika nilai tersebut memiliki muatan positif maka terjadi kesetimbangan antara keduanya, namun jika tidak maka tidak terjadi kesetimbangan antara nilai K_F dan n tersebut. Pada penelitian ini diketahui nilai K_F dan n bermuatan positif.

Pada model isoterm adsorpsi Freundlich nilai yang diperoleh pada penelitian ini R^2 sebesar 0,884 dimana nilai tersebut hampir mendekati angka 1 dari hasil perhitungannya. Kedua model tersebut diketahui nilai R^2 yang mendekati angka 1 hanyalah isoterm adsorpsi Freundlich sedangkan Langmuir hanya sebesar 0,180. Namun hal ini membuktikan bahwa metode isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich dapat digunakan untuk mencirikan mekanisme adsorpsi dari Metil Jingga oleh komposit TiO_2 dengan interaksi secara fisika maupun kimia, tetapi pada penelitian ini lebih mengarah secara kimia.

5.3.5 Penentuan Kurva Kinetika

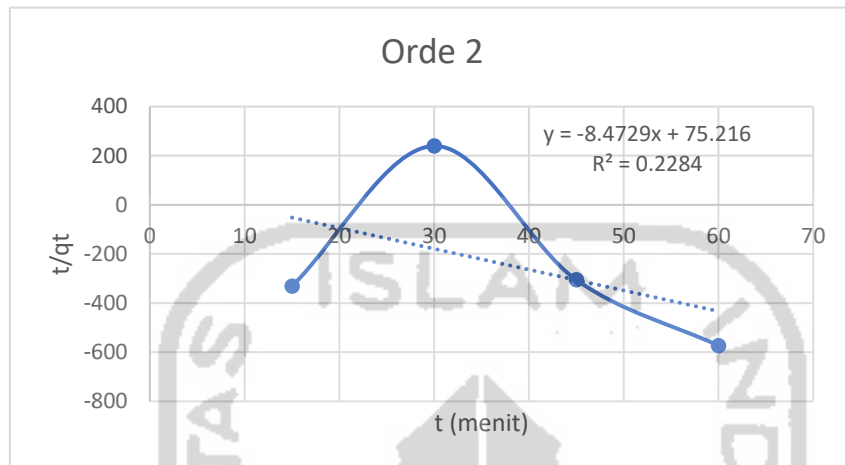
Pada penelitian ini kinetika adsorpsi ditentukan berdasarkan persamaan reaksi orde 1 dan orde 2 semu pada masing-masing variasi kontak dari 15, 30, 45 dan 60 menit. Dari hasil perhitungan didapatkan berupa kurva hubungan antara $\log(q_e - q_t)$ dan t (menit) untuk orde 1 sebagai berikut:



Gambar 31. Kurva Kinetika Orde 1 (*Pseudo First Order*)

Pada Gambar 31 menginformasikan data persamaan linier untuk kinetika adsorpsi orde 1 sebesar $y = -0,0032x + 0,2422$ dengan nilai R^2 sebesar 0,0667. Nilai slope yang didapatkan adalah $-0,0032 \text{ min}^{-1}$ dengan nilai intersept sebesar 0,2422. Untuk menghitung nilai dari k_1 dan q_e melalui rumus yang ada pada lampiran dan juga termasuk menghitung nilai q_e . Untuk orde 2 bisa didapatkan

melalui hubungan antara t/q_t vs t (menit), dengan demikian diperoleh kurva sebagai berikut:



Gambar 32. Kurva Kinetika Orde 2 (*Pseudo Second Order*)

Pada Gambar 32 diketahui informasi, dimana persamaan linier yang diperoleh dari hasil perhitungan sebesar $y = -8,4729x + 75,216$ dengan nilai R^2 sebesar 0,2284. Dari persamaan tersebut diketahui nilai slope nya sebesar -8,4729 dan nilai interseptnya sebesar 75,216. Rumus perhitungannya dapat dilihat pada lampiran.

Dari hasil data diatas dapat dibandingkan nilai q_e teoritis, konstanta lau reaksi serta regresinya pada tabel berikut ini:

Tabel 3. Data dari hasil perhitungan kinetika adsorpsi

Kinetika Adsorpsi					
Orde satu semu			Orde dua semu		
$q_{e1}(\text{mg/g})$	$K_1 (\text{min}^{-1})$	R^2	$q_{e2} (\text{mg/g})$	$K_2 (\text{g/mg.min})$	R^2
0,8439	0,0737	0,0667	-0,1180	0,95	0,2284

Pada Tabel 3 dapat diketahui informasi mengenai nilai teoritis, dimana nilai χ^2 teoritis satu semu yang mendekati nilai teoritis pada penelitian ini yaitu sebesar 0,8439 daipada orde dua semu yang hanya sebesar -0,1180. Tetapi untuk nilai k dan R lebih dominan pada orde dua semu yaitu $k_2 = 0,95$ sedangkan untuk orde satu semu hanya $k_1 = 0,073$. Untuk nilai R^2 pada orde satu semu hanya sebesar 0,0667 sedangkan pada orde dua semu memiliki R^2 sebesar 0,2284. Walaupun nilai R^2 pada orde dua semu lebih besar akan tetapi masih jauh dari mendekati nilai 1.



BAB VI

PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan komposit menggunakan tandan pisang kepok telah berhasil dilakukan dengan menggunakan metode hidrotermal dan mampu untuk menyerap zat warna pada penelitian ini yakni Metil Jingga
2. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR terbentuknya komposit TiO_2 dengan adanya gugus C-O dan O-H. untuk karakterisasi SEM adanya morfologi yang dihasilkan pada komposit TiO_2 . Pada XRD adanya rutil dan anastase. Rutil yang diketahui pada sudut 2θ $26,288^\circ$; $38,641^\circ$; $54,5882^\circ$ dan $75,534^\circ$. Sedangkan fase anastase ditunjukkan pada sudut 2θ $48,832^\circ$; $55,734^\circ$ dan $83,161^\circ$.
3. Penggunaan logam TiO_2 sangat berpengaruh terhadap hasil pada saat dikarakterisasi menggunakan FTIR, SEM dan XRD maupun pada saat pengaplikasian menggunakan UV-vis.
4. Komposit TiO_2 dengan metode hidrotermal cukup efektif untuk adsorpsi secara optimal pada pH asam yakni pada pH 2 maupun pH 4

6.2 SARAN

Penggunaan komposit TiO_2 dari tandan pisang ini masih bisa terus dikembangkan untuk penyerapan senyawa zat warna lain dengan modifikasi menggunakan logam TiO_2 namun harus dipertimbangkan kembali banyaknya penggunaan TiO_2 tersebut. Dari penelitian ini dengan menggunakan 30 gr TiO_2

untuk membuat komposit TiO_2 terlalu banyak. Hal ini dikarenakan TiO_2 ini seharusnya membantu pengoptimalkan selulosa untuk memperluas permukaan pori-pori agar daya serap lebih tinggi namun akibat terlalu banyak penggunaan TiO_2 menjadikannya penghambat atau sebagai residu (pengotor) baru. Jadi diperlukan komposisi yang sesuai dan disarankan penggunaan TiO_2 maksimal 15-20 gr. Selain hal itu pengaplikasian komposit sebagai adsorben bisa digunakan untuk penyerapan selain zat warna misalnya logam berbahaya.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin, dan Khairurrijal. 2008. *Karakterisasi Nanomaterial. A Review: Jurnal Nanoscience dan Teknologi*. Vol. 2, No.1.
- Adamson, A.W. and A.P. Gast. 1997. *Physical Chemistry of Surface*. 6th edition. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Ariswan. 2013. *Teknologi vakum*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Arutanti O, Abdullah M, Khairurrijal K dan Mahfudz H. 2009. Penjernihan Air Dari Pencemaran Organik dengan Proses Fotokatalis pada Permukaan Titanium Dioksida (TiO_2). *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*: 53-55.
- Basset, J. 1994. *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. EGC. Jakarta
- Budiono, A., Suhartana, dan Gunawan. 2009. *Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol*. E-Journal Universitas Diponegoro. pp. 1-12.
- Blais, J. F., B. Dufresne., and G. Mercier. 2000. *State of The Art of Technologies for Metal Removal From Industrial Effluents*. Journal of Water Science. pp. 687-711.
- Cotton, Wilkinson dan A. Geoffrey, 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Cowd, M.A. 1991. *Kimia Polimer*. Penerbit: ITB. Bandung.
- Erlina, Usmiatin dan E. Budi. 2015. *Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa Untuk Adsorpsi Logam Cu*. E-journal Universitas Negeri Jakarta Vol. 4.
- Feng H., M.H. Zhang, and L.E. Yu. 2012. *Hydrothermal Synthesis and Photocatalytic Performance of Metal-Ions Doped TiO_2* . App. Cat. A: General 413-414, 238-244
- Gupta S.M., and M. Tripathi. 2012. *A Review on the Synthesis of TiO_2 Nanoparticles by Solution Route*. Cent. European J. Chem. 10(2). 279-294
- Gupta, S.S. and K.G. Bhattacharyya. 2006. *Adsorption of Ni(II) on clay*. Journal of Colloid Interface Science. 295 (1): 21-32.
- Guru raja, M.N, Hari rao, A.N. 2013. *Effect of an angle-ply orientation on textile properties of kevlar/glass hybrid composites*. International Journal on

- Theoretical and Applied Research in Mechanical Engineering 2 (3), 1. ISSN:2319-3182.
- Husin, H. dan C.M. Rosnelly. 2007. *Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Logam Timbal (Pb) Menggunakan Karbon Aktif dari Batang Pisang*. Jurnal Hasil Penelitian Industri (HPI). ISSN: 0215-4609. pp. 1-10.
- Hoffman, M., Martin S., Choi,W and Bahnemann, D.1995. Enviromental Aplication of Semiconductor Photocatalysis, *Chemical Reviews*, Vol.95. P. 69-96.
- Howard RL, E. Abotsi, EL Jansen van Rensburg and S. Howard. 2003. *Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production*. African Journal of Biotechnology, Vol 2.
- Kroschwitz, J. 1990, *Polymer Characterization and Analysis*, John Wiley and Sons, Inc., Canada.
- Khopkar, S.M. 1984. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI-Press. Jakarta.
- Mardiyanti, 2013. *Komposit Polimer Sebagai Material Tahan Balistik*. ITB. Bandung.
- Mayla,N.F, 2018. *Pembuatan dan Karakterisasi Komposit TiO₂ Karbon aktif/Tandan Pisang Menggunakan Aktivator KOH 20% Untuk Penyerapan Rhodamine B Dengan Metode Hidrotermal*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Mulja, M. dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Moore, D.M. and Reynolds, R.C., 1997, *X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals, second edition*, Oxford University Press, New York, USA, 378 hal.
- Oakes, John and G. Petter, 1998. Kinetic Investigation of the Oxidation of Methyl Orange and Substituted Arylazonaphthol Dyes by Peracids in Aqueous Solution. *J.Chem.Soc.Perkin Trans*. Vol 2.
- O'Neil M J (Senior Editor), 2001. *The Merck Index. An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*, 13th edition, Merc and Co Inc. Whitehouse Station, NJ, USA 6124, 9549.
- Oscik, J. 1982. *Adsorption*. Ellis Horwood Limited. England
- Oxtoby,W.D. 2003. *Kimia Modern*. Edisi Keempat. Jilid 11. Jakarta: Erlangga.

- Patel, R. and S. Suresh. 2008. *Kinetic and equilibrium studies on the biosorption of reactive black 5 dye by Aspergillus foetidus*. Bioresour Technology. pp. 51-58.
- Radna N, U Baroroh, L. Utami, M. Murliana, 2014. *Kajian Adsorpsi Fe (III) Pada Komposit Arang Kayu Apu Kitosan-Glutaraldehida*. E-Journal Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan
- Sastrohamidjojo, H. 2001. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Sevilla M dan Titirici MM. 2012. *Hydrothermal Carbonization: A Greener Route Towards The Synthesis Of Advanced Carbon Materials*. Bol. Grupo Espanol Carbon. 25:7-17.
- Silverstein. 2002. *Identification of Organic Compound*, 3rd Edition.
- Singh, B and B.J Alloway. 2006. *Adsorptive Minerals To Reduce The Availability Of Cadmium And Arsenic In Contaminated Soils*. School of Land, Water and Crop Science. University of Sidney.
- Soeprijanto, F. Ryan, dan A. Bambang. 2006. *Kinetika Biosorpsi Ion Logam Berat Cu (II) dalam Larutan Menggunakan Biomassa Phanerochaete chrysosporium*, [Tesis]. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Sixta, H. 2006. *Handbook of Pulp*, volume 1, Willey-VCH Verlag GmbH and co., Lenzig, page 610-611, 634, 849-852.
- Sudrajat, R. 1993. *Karakteristik Kayu Sebagai Bahan Energi*. Diskusi Industri Perakayan, Proceeding, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Sukumaran, R.K, R.R Singhanian and A. Pandey. 2005. *Microbial Cellulases: Production, Applications and Challenges*. J. of Scientific & Industrial Res. Vol 64, 832-844.
- Smallman, R.E., 1991, *Metalurgi Fisik Modern*, Edisi ke empat, Penerbit Gramedia, Jakarta.
- Treybal, Robert E. 1981. *"Mass Transfer Operations"*, 3th edition, Mc Graw Hill, Inc, New York.
- Wang, S. A., and F. L. Li. 2013. *Invertase SUC2 Is the key hydrolase for inulin degradation in Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Applied Environmental Microbiology. pp. 403-406.
- Warren, 1969, *X-Ray Diffraction*, 1st Ed: Addition Wesley Pub, New York.

Zallen, R and Moret, M. 2006. The Optical Absorption Edge Brookite TiO_2 . *Solid State Communication*, Vol. 137. P. 154-157



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan

1.1 Perhitungan Pembuatan Larutan KOH 20%

Pembuatan larutan 5M KOH 450 ml

$$\text{Mol KOH} = M \times V$$

$$= 5 \text{ M} \times 0,45 \text{ L}$$

$$= 2,25 \text{ mol}$$

$$\text{Mol KOH} = \frac{\text{Massa KOH}}{\text{Mr KOH}}$$

$$2,25 \text{ mol} = \frac{\text{Massa KOH}}{56,11 \text{ g/mol}}$$

$$\text{Massa KOH} = 56,11 \text{ g/mol} \times 2,25 \text{ mol}$$

$$= 126 \text{ g}$$

Pembuatan larutan KOH 20% dari larutan KOH 5M

$$\% \text{ Larutan} = \frac{\text{Massa KOH}}{\text{Volume KOH yang dibutuhkan (ml)}} \times 100\%$$

$$20\% = \frac{126 \text{ g}}{\text{Volume KOH yang dibutuhkan (ml)}}$$

$$= 630 \text{ ml}$$

Volume KOH yang diperlukan sebanyak 630 ml

1.2 Perhitungan Pembuatan Larutan Induk Metil Jingga

Larutan induk metil jingga 1000 ppm dibuat dalam labu ukur 1000 ml

$$1000 \text{ ppm} = 1000 \text{ mg/L}$$

$$1000 \text{ ppm} = \frac{1000 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}}$$

$$= \frac{x}{1000 \text{ ml}}$$

$$x = 1000 \text{ mg}$$

$$x = 1 \text{ g}$$

1.3 Perhitungan pembuatan larutan standar metil jingga

1.3.1 Pembuatan Larutan Standar Metil Jingga 1 ppm

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \cdot V_1 = 1 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{1 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,1 \text{ ml}$$

1.3.2 Pembuatan Larutan Standar Metil Jingga 2 ppm

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \cdot V_1 = 2 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{2 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ ml}$$

1.3.3 Pembuatan Larutan Standar Metil Jingga 3 ppm

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \cdot V_1 = 3 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{3 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,3 \text{ ml}$$

1.3.4 Pembuatan Larutan Standar Metil Jingga 4 ppm

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \cdot V_1 = 4 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{4 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,4 \text{ ml}$$

1.3.5 Pembuatan Larutan Standar Metil Jingga 5 ppm

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \cdot V_1 = 5 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{5 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

Lampiran 2. Perhitungan Setelah Adsorpsi

Standar untuk variasi pH

$$y = 0,0436x + 0,0058$$

$$R_2 = 0,9982$$

Standar untuk variasi waktu

$$y = 0,0422x + 0,0128$$

$$R_2 = 0,9966$$

Standar untuk variasi konsentrasi

$$y = 0,0361x + 0,0315$$

$$R_2 = 0,9835$$

2.1 Perhitungan Konsentrasi Variasi pH

- pH 2 Adsorbansi 0,360

$$y = 0,0436x + 0,0058$$

$$0,360 = 0,0436x + 0,0058$$

$$0,0436x = 0,360 - 0,0058$$

$$x = \frac{0,3542}{0,0436}$$

$$x = 8,123$$

- pH 4 adsorbansi 0,676

$$y = 0,0436x + 0,0058$$

$$0,676 = 0,0436x + 0,0058$$

$$0,0436x = 0,676 - 0,0058$$

$$x = \frac{0,6702}{0,0436}$$

$$x = 15,371$$

- pH 7 adsorbansi 0,422

$$y = 0,0436x + 0,0058$$

$$0,422 = 0,0436x + 0,0058$$

$$0,0436x = 0,422 - 0,0058$$

$$x = \frac{0,4162}{0,0436}$$

$$x = 9,545$$

- pH 10 adsorbansi 0,506

$$y = 0,0436x + 0,0058$$

$$0,506 = 0,0436x + 0,0058$$

$$0,0436x = 0,506 - 0,0058$$

$$x = \frac{0,5002}{0,0436}$$

$$x = 11,472$$

2.2 Perhitungan konsentrasi variasi waktu

- 15 menit adsorbansinya 0,454

$$y = 0,0422x + 0,0128$$

$$0,454 = 0,0422x + 0,0128$$

$$0,0422x = 0,454 - 0,0128$$

$$x = \frac{0,4412}{0,0422}$$

$$x = 10,454$$

- 30 menit adsorbansinya 0,382

$$y = 0,0422x + 0,0128$$

$$0,382 = 0,0422x + 0,0128$$

$$0,0422x = 0,382 - 0,0128$$

$$x = \frac{0,3692}{0,0422}$$

$$x = 8,748$$

- 45 menit adsorbansinya 0,497

$$y = 0,0422x + 0,0128$$

$$0,497 = 0,0422x + 0,0128$$

$$0,0422x = 0,497 - 0,0128$$

$$x = \frac{0,4842}{0,0422}$$

$$x = 11,473$$

- 60 menit adsorbansinya 0,479

$$y = 0,0422x + 0,0128$$

$$0,479 = 0,0422x + 0,0128$$

$$0,0422x = 0,479 - 0,0128$$

$$x = \frac{0,4662}{0,0422}$$

$$x = 11,047$$

2.3 Perhitungan konsentrasi variasi konsentrasi

- Konsentrasi 5 ppm adsorbansinya 0,244

$$y = 0,0361x + 0,0315$$

$$0,244 = 0,0361x + 0,0315$$

$$0,0361x = 0,244 - 0,0315$$

$$x = \frac{0,2125}{0,0361}$$

$$x = 5,886$$

- Konsentrasi 10 ppm adsorbansinya 0,332

$$y = 0,0361x + 0,0315$$

$$0,332 = 0,0361x + 0,0315$$

$$0,0361x = 0,332 - 0,0315$$

$$x = \frac{0,3005}{0,0361}$$

$$x = 8,324$$

- Konsentrasi 15 ppm adsorbansinya 0,623

$$y = 0,0361x + 0,0315$$

$$0,623 = 0,0361x + 0,0315$$

$$0,0361x = 0,623 - 0,0315$$

$$x = \frac{0,5915}{0,0361}$$

$$x = 16,385$$

- Konsentrasi 20 ppm adsorbansinya 0,697

$$y = 0,0361x + 0,0315$$

$$0,697 = 0,0361x + 0,0315$$

$$0,0361x = 0,697 - 0,0315$$

$$x = \frac{0,6655}{0,0361}$$

$$x = 18,434$$

Lampiran 3. Perhitungan Penentuan Kapasitas Adsorpsi

3.1 Penentuan Kapasitas Variasi pH

(Konsentrasi awal – konsentrasi akhir: konsentrasi awal x 100%)

- pH 2

$$\frac{10 - 8,123}{10} \times 100\% = 18,77\%$$

- Ph 4

$$\frac{10 - 15,371}{10} \times 100\% = -53,71\%$$

- Ph 7

$$\frac{10 - 9,545}{10} \times 100\% = 4,55\%$$

- Ph 10

$$\frac{10 - 11,472}{10} \times 100\% = -14,72\%$$

3.2 Penentuan Variasi Waktu

- 15 menit

$$\frac{10 - 10,453}{10} \times 100\% = -4,53\%$$

- 30 menit

$$\frac{10 - 8,748}{10} \times 100\% = 12,52\%$$

- 45 menit

$$\frac{10 - 11,473}{10} \times 100\% = -14,73\%$$

- 60 menit

$$\frac{10 - 11,047}{10} \times 100\% = -10,47\%$$

3.3 Penentuan Variasi Konsentrasi

- 5 ppm

$$\frac{10 - 5,886}{10} \times 100\% = 41,14\%$$

- 10 ppm

$$\frac{10 - 8,324}{10} \times 100\% = 16,76\%$$

- 15 ppm

$$\frac{10 - 16,385}{10} \times 100\% = -63,85\%$$

- 20 ppm

$$\frac{10 - 18,434}{10} \times 100\% = -84,34\%$$

Lampiran 4. Analisis Data

3.1 Penentuan pH Optimum

Variasi pH	W (g)	t (menit)	Co (mg/L)	Abs	Ce (mg/L)	C selisih (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorbsi
2	1	30	10	0,360	8,123	1,877	0,1877	18,77
4	1	30	10	0,676	15,371	-5,371	-0,5371	-5,371
7	1	30	10	0,422	9,545	0,45	0,045	4,5
10	1	30	10	0,506	11,472	-1,472	-0,1472	-14,72

3.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Variasi pH	W (g)	t (menit)	Co (mg/L)	Abs	Ce (mg/L)	C selisih (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorbsi
2	1	15	10	0,454	10,454	-0,453	-0,0453	-4,5
2	1	30	10	0,382	8,748	1,252	0,1252	12,52
2	1	45	10	0,497	11,573	-1,473	-0,1473	-14,73
2	1	60	10	0,479	11,047	-1,047	-0,1047	-10,47

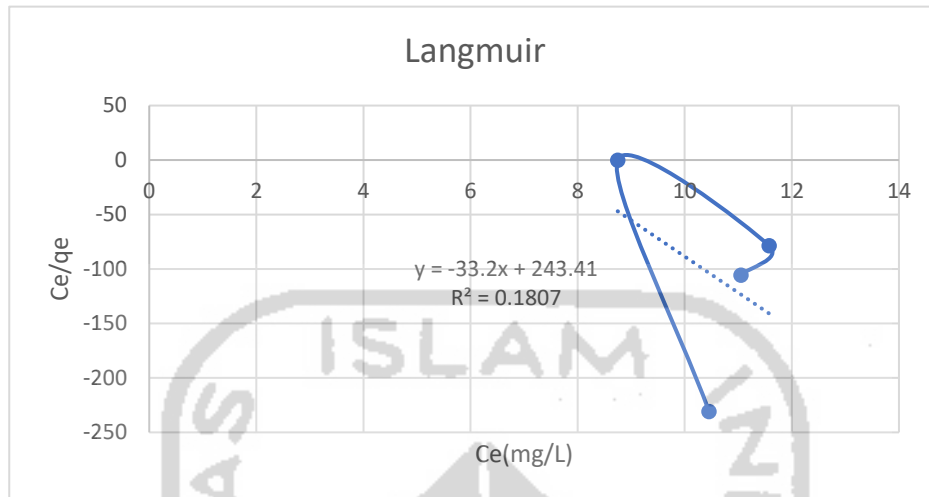
3.3 Penentuan Konsentrasi Optimum

Variasi pH	W (g)	t (menit)	Co (mg/L)	Abs	Ce (mg/L)	C selisih (mg/L)	qe (mg/g)	% Adsorpsi
2	1	30	5	0,244	5,886	4,114	0,4114	41,14
2	1	30	10	0,332	8,324	1,676	0,1676	16,76
2	1	30	15	0,353	16,385	-6,385	-0,6385	-63,85
2	1	30	20	0,597	18,434	-8,434	-0,8434	-84,34

Lampiran 5 Isoterm Adsorpsi

Co (mg/L)	Ce (mg/L)	C selisih (mg/L)	qe (mg/g)	Ce/qe	Log Ce	Log qe
5	5,886	4,114	0,4114	14,307	0,76982	-0,38573
10	8,324	1,676	0,1676	49,665	0,92033	-0,77573
15	16,385	-6,385	-0,6385	-25,661	1,21446	#NUM!
20	18,434	-8,434	-0,8434	-21,856	1,26562	#NUM!

5.1 Isoterm Langmuir



Penentuan harga a (qm)

$$y = -32,2x + 243,41$$

$$R^2 = 0,1807$$

$$y = \frac{1}{\alpha}$$

$$-32,2x = \frac{1}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{1}{-32,2}$$

$$= -0,0310559 \text{ mg/g}$$

Jadi nilai qm yang diperoleh sebesar -0,00310559 mg/g

Penentuan harga b (KL)

$$y = -32,2x + 243,41$$

$$R^2 = 0,1807$$

$$y = \frac{1}{\alpha \cdot b}$$

$$243,41 = \frac{1}{\alpha \cdot b}$$

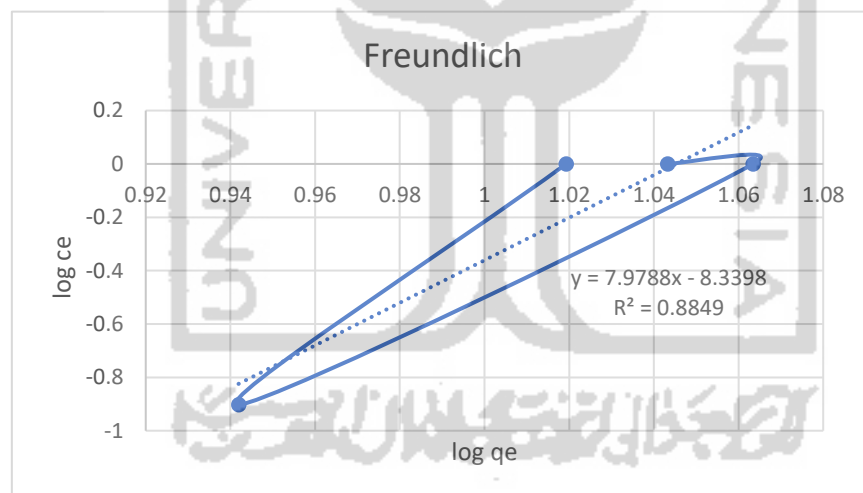
$$-0,0310559 \cdot b = \frac{1}{243,41}$$

$$b = \frac{0,0041083}{-0,0310559}$$

$$b = -0,13228726 \text{ L/mg}$$

Jadi nilai b (K_L) yang diperoleh sebesar -0,13228726 L/mg

5.2 Isoterm Freundlich



Penentuan Nilai K_F

$$y = 7,9788x - 8,3398$$

$$R^2 = 0,8849$$

$$\text{Log } K_F = b$$

$$K_F = 10^{(-8,3398)}$$

$$K_F = 4,57 \times 10^{-9} \text{mg/g}$$

Jadi nilai K_F yang diperoleh sebesar $4,57 \times 10^{-9} \text{mg/g}$

Penentuan nilai N

$$y = 7,9788x - 8,3398$$

$$R^2 = 0,8849$$

$$a = \frac{1}{N}$$

$$7,9788 = \frac{1}{N}$$

$$N = \frac{1}{7,9788}$$

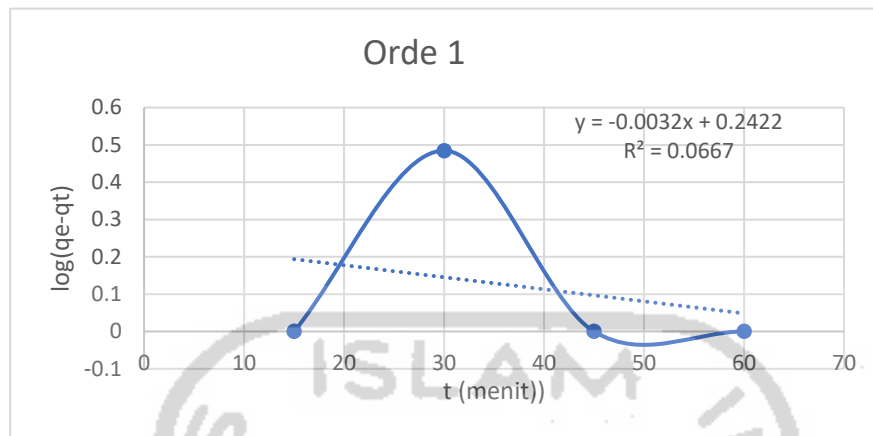
$$N = 0,12533213$$

Jadi nilai N yang diperoleh sebesar 0,12533213

Lampiran 6. Kinetika Adsorpsi

t (menit)	qe	Qt	(qe-qt)	Log (qe-qt)	t/qt
15	0,454	-0,04087	-0,4087	#NUM!	-331,125
30	0,382	0,1252	3,0511	0,48446	239,617
45	0,497	-0,1473	-3,3741	#NUM!	-305,499
60	0,479	-0,1047	-4,5749	#NUM!	-573,066

6.1 Persamaan Orde Satu



$$y = -0,0032x + 0,2422$$

$$R^2 = 0,0667$$

$$\frac{K_1}{2,303} = -0,0032$$

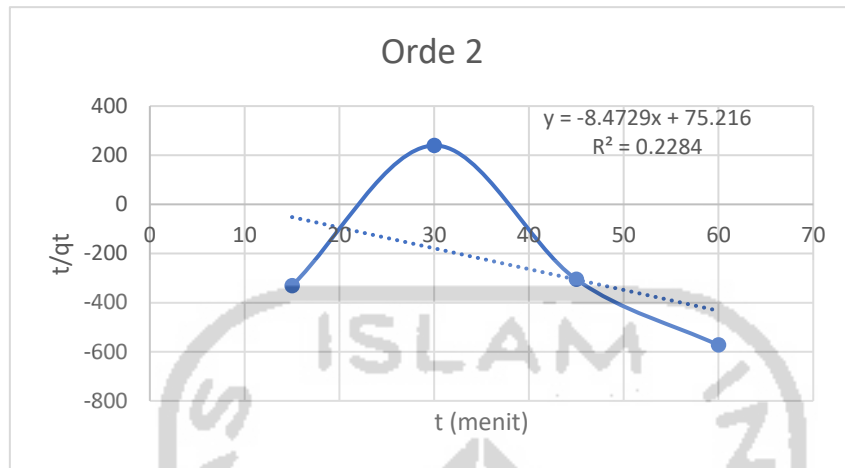
$$K_1 = -0,0737$$

$$\log qe = -0,0737$$

$$qe = 10^{-0,0737}$$

$$qe = 0,843917514$$

6.2 Persamaan Orde 2



$$y = -8,4729x + 75,216$$

$$R^2 = 0,2284$$

$$\frac{1}{qe} = -8,4729$$

$$\frac{1}{-8,4729} = qe$$

$$qe = -0,11802$$

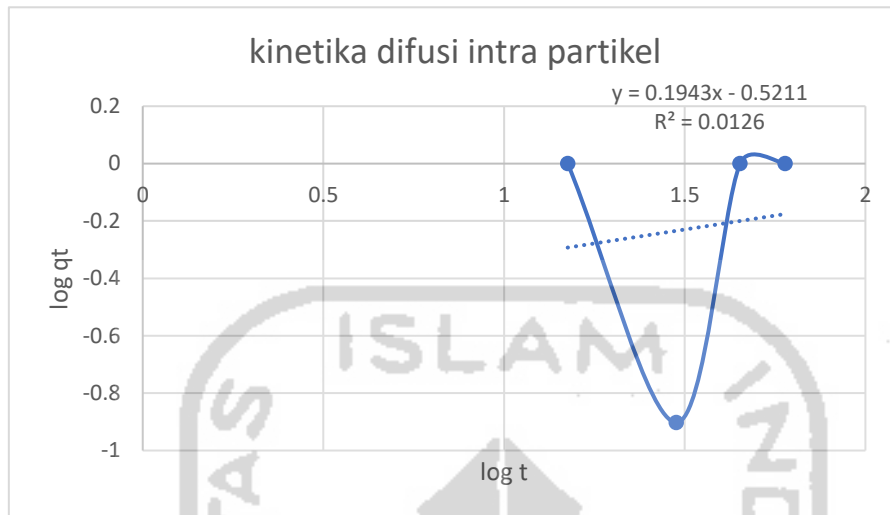
$$\frac{1}{K_2 qe^2} = 75,216$$

$$\frac{1}{K_2 \cdot (-0,11802)^2} = 75,216$$

$$\frac{1}{75,216 \cdot (-0,11802)^2} = K_2$$

$$K_2 = 0,95$$

6.3 Persamaan Difusi Intra Partikel



$$y = 0,1943x - 0,5211$$

$$R^2 = 0,0126$$

$$\log k_3 = -0,5211$$

$$k_3 = 10^{-0,5211}$$

$$n = 0,3012$$

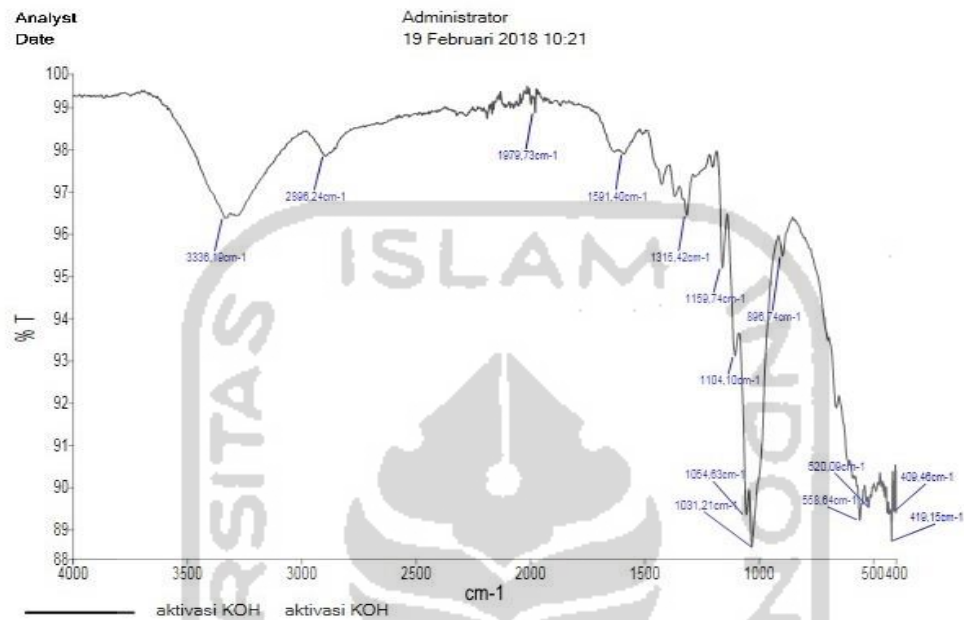
6.4 Perhitungan Hkl

Peak No.	2θ	$\sin^2 \theta$	$\sin^2 \theta/2$	$\sin^2 \theta/3$	$\sin^2 \theta/4$	$\sin^2 \theta/5$
1	26.288	0.05171	0.02585	0.01723	0.01292	0.02585
2	38.641	0.10946	0.05473	0.03648	0.02736	0.02189
3	48.832	0.17085	0.08542	0.05695	0.04271	0.03417
4	54.582	0.12102	0.06051	0.04034	0.03025	0.02420
5	55.734	0.21848	0.10924	0.07282	0.05461	0.04369
6	75.534	0.37509	0.18754	0.12503	0.09377	0.07502
7	83.161	0.44054	0.22027	0.14684	0.11013	0.08811

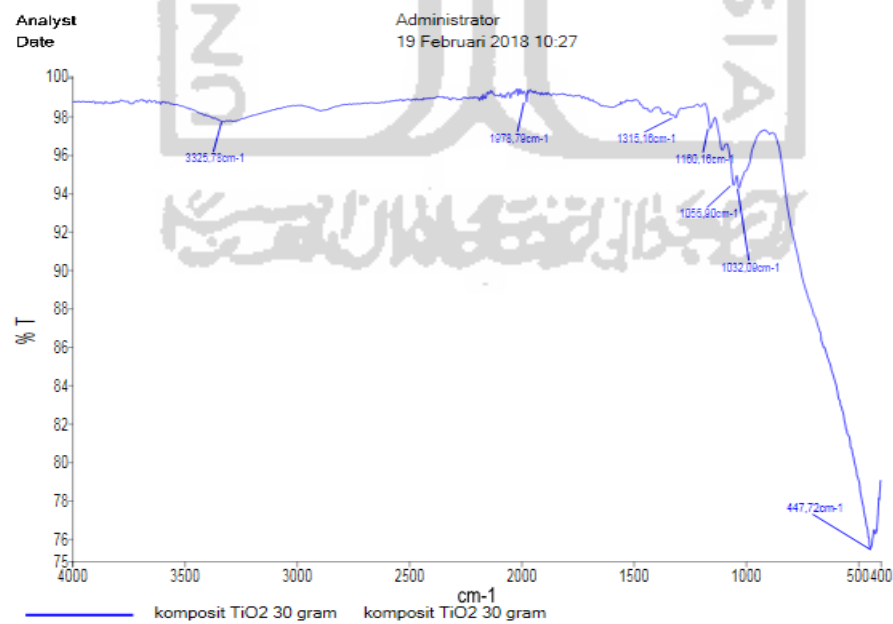
$\sin^2 \theta/6$	$\sin^2 \theta/7$	$\sin^2 \theta/8$	$\sin^2 \theta/A$	$h^2 + k^2 + l^2$	HKL
0.00862	0.00738	0.00646	2.0003	2	110
0.01824	0.01563	0.01368	4.2344	4	111
0.02847	0.02440	0.02135	6.6092	7	200
0.02017	0.01728	0.01512	4.6816	5	211
0.03641	0.03641	0.02731	8.4518	8	204
0.06251	0.05358	0.04688	14.5102	14	310
0.07342	0.06293	0.05506	17.0421	17	350

Lampiran 7. Hasil Karakterisasi

7.1 Data Hasil Karakterisasi FTIR



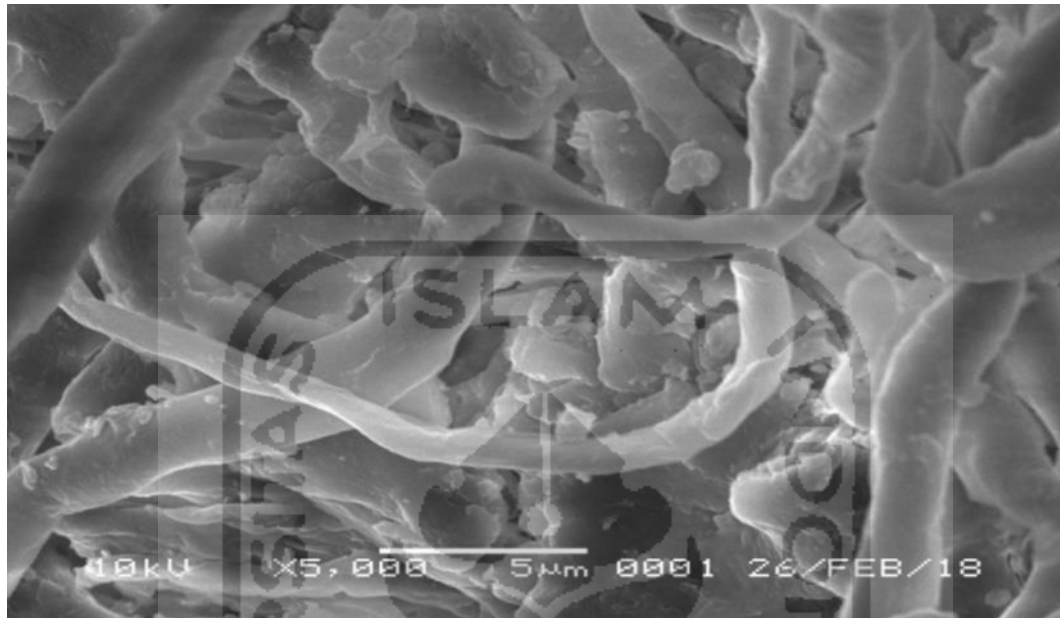
Hasil FTIR tandan pisang dengan aktivasi KOH



Hasil FTIR Komposit TiO2

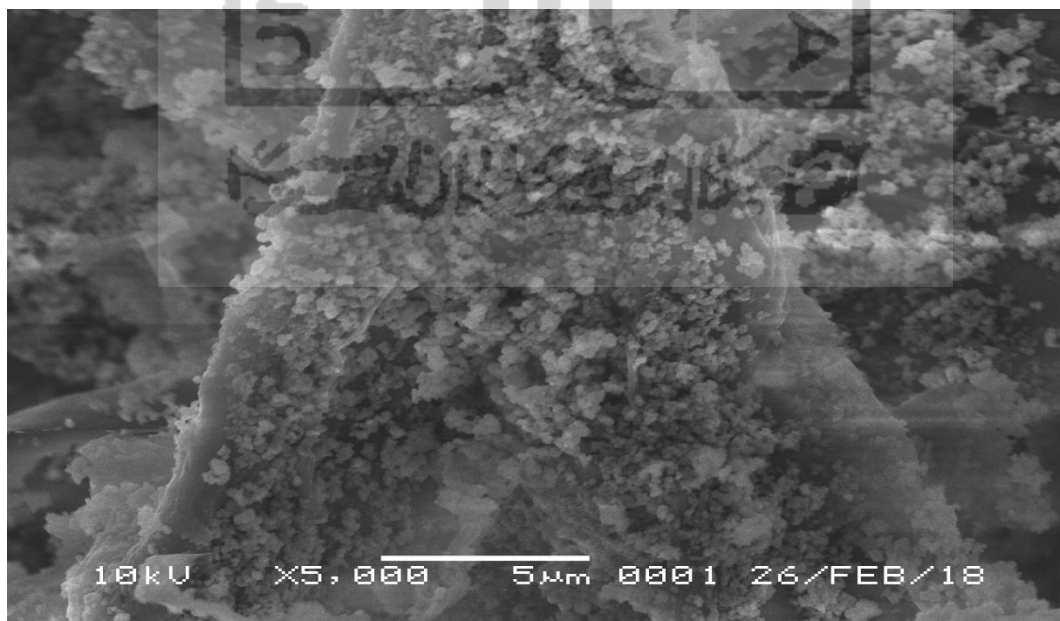
7.2 Data Hasil Karakterisasi SEM

Hasil SEM tandan Pisang dengan aktivasi KOH



Perbesaran 5000X

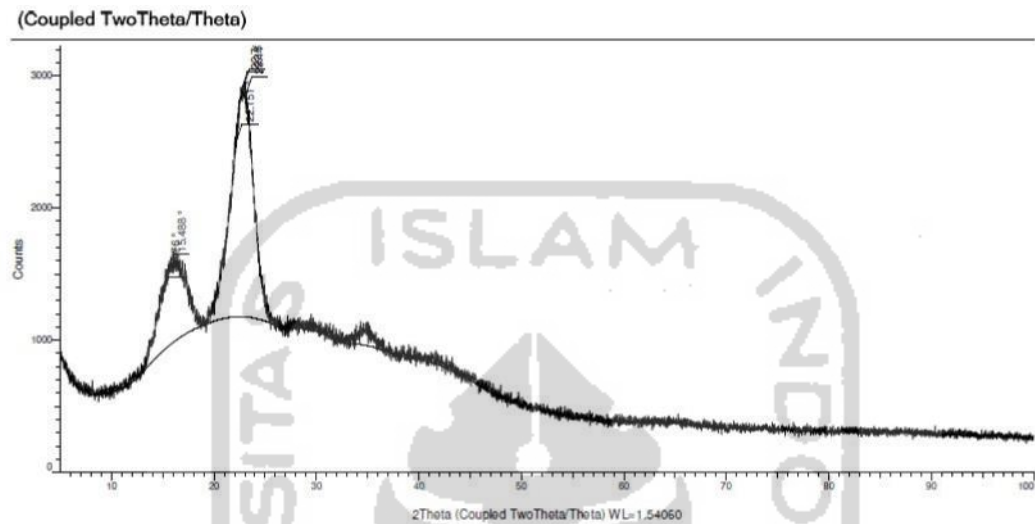
Hasil SEM tandan pisang modifikasi komposit TiO₂



Perbesaran 5000X

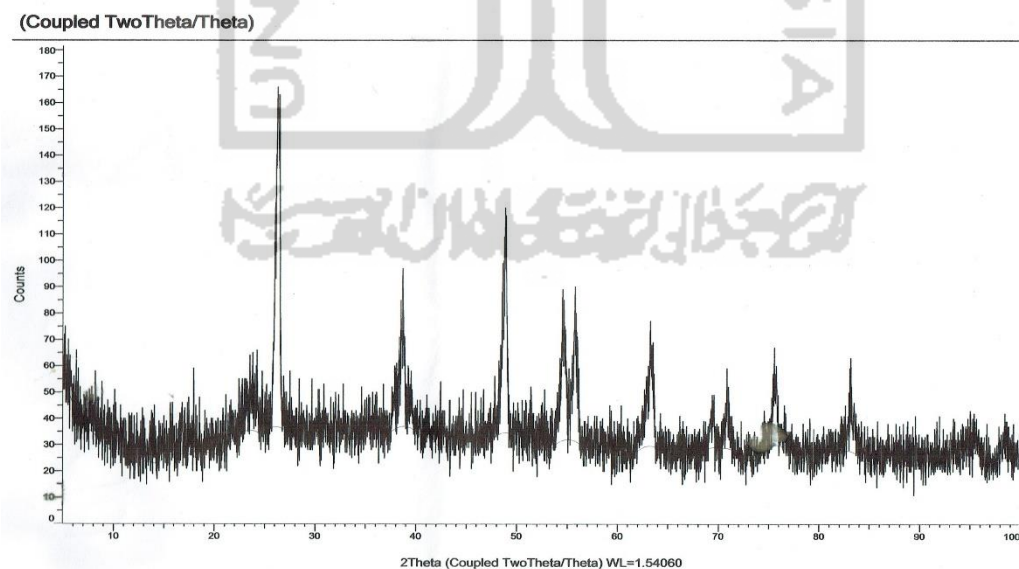
7.3 Data Hasil Karakterisasi XRD

Hasil XRD tandan pisang aktivasi KOH



Hasil XRD tandan pisang modifikasi komposit TiO₂

2701 Komposit TiO₂.raw, 4/18/2019 12:15:05 PM



2701 Komposit TiO2.raw, 4/18/2019 12:15:44 PM

Peak List #1

Visible	Icon	Color	Index	Name	Parent	Caption (display)	Scan	Angle
Yes			1	Peak #1	Peak List #1	26.288 °	2701 Komposit TiO2.raw #1	26.288 °
Yes			2	Peak #2	Peak List #1	38.641 °	2701 Komposit TiO2.raw #1	38.641 °
Yes			3	Peak #3	Peak List #1	48.832 °	2701 Komposit TiO2.raw #1	48.832 °
Yes			4	Peak #4	Peak List #1	54.582 °	2701 Komposit TiO2.raw #1	54.582 °
Yes			5	Peak #5	Peak List #1	55.734 °	2701 Komposit TiO2.raw #1	55.734 °
Yes			6	Peak #6	Peak List #1	75.534 °	2701 Komposit TiO2.raw #1	75.534 °
Yes			7	Peak #7	Peak List #1	83.161 °	2701 Komposit TiO2.raw #1	83.161 °

d Value	Net Intensity	Gross Intensity	Rel. Intensity	h,k,l	Match
3.38742 Å	122	159	100.0 %	n.a.	No
2.32825 Å	60.1	97.0	49.1 %	n.a.	No
1.86353 Å	80.7	115	65.9 %	n.a.	No
1.68002 Å	39.8	71.4	32.5 %	n.a.	No
1.64796 Å	50.8	82.2	41.5 %	n.a.	No
1.25774 Å	33.9	63.7	27.7 %	n.a.	No
1.16067 Å	26.6	54.1	21.7 %	n.a.	No

