

*Skripsi*

**MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI PELEPAH  
KELAPA SAWIT (*Cocus nucifera L.*) DENGAN H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> UNTUK  
DIGUNAKAN SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU**

**RISMA ACHMAD**

**H311 14 007**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2018**

**MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI PELEPAH  
KELAPA SAWIT (*Cocus nucifera L.*) DENGAN H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> UNTUK  
DIGUNAKAN SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU**

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

**Oleh:**

**RISMA ACHMAD**

**H311 14 007**



**MAKASSAR**

**2018**

**SKRIPSI**

**MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF DARI PELEPAH  
KELAPA SAWIT (*Cocus nucifera L.*) DENGAN H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> UNTUK  
DIGUNAKAN SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU**


**Disusun dan diajukan oleh**

**RISMA ACHMAD  
H 311 14 007**


**Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:**

**Pembimbing Utama**



  
**Fauziah, M.Si**  
720202 199903 2 002

**Pembimbing Pertama**

  
**Dr. Muhammad Zakir, M.Si**  
NIP. 19701103 199903 1 001

## PRAKATA

*Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatu*

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya kami mohon pertolongan dan kekuatan sehingga penulisan skripsi dengan judul “**Modifikasi Permukaan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit (*Cocos nucifera L.*) dengan  $H_2SO_4$  untuk digunakan Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru**” dapat terselesaikan. Tak lupa pula kita curahkan salam dan shawat kepada Rasulullah Shalallahu Alaihi Wa Sallam, kepada keluarganya, sahabat-sahabatnya, tabi'-tabi'in bahkan sampai kepada kita yang masih konsekuen dengan apa yang telah diajarkan oleh beliau.

Rasa hormat dan cinta yang tidak dapat terukur dengan apapun bahkan takkan pernah mampu membalas jasa-jasanya sampai akhir hayat, penulis persembahkan buah manis ini kepada Ayahanda **Achmad Yani** dan Ibunda **Hasmawati** serta kakak-kakakku dan adikku yang selalu memberikan sebuah support dalam menjalani kehidupan dengan tingkah yang memberikan sebuah senyuman. Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan perlindungan kepada keluargaku terkhusus kedua orang tua sampai akhir hayat dan semoga di hari kemudian kita masih bisa berkumpul dengan sebuah keceriaan, kelembutan, kehangatan dan tak ada lagi rasa sakit seperti sedia kala.

Terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** selaku pembimbing utama dan Bapak **Dr. Muhammad**

**M.Si** selaku pembimbing pertama yang berkenan meluangkan waktu, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang begitu



berharga bagi penulis serta ucapan maaf atas segala kesalahan sejak awal penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menghaturkan terima kasih dan penghargaan sedalam-dalamnya yang memberikan bantuan baik secara materi maupun tenaga kepada:

1. Bapak Dekan FMIPA Unhas **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si, M.Si** serta seluruh staf FMIPA Unhas.
2. Ketua dan Sekertaris Departemen Kimia, **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan seluruh Dosen yang telah membagi ilmunya serta staf Departemen Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
3. Tim penguji Ujian Sarjana Kimia, **Dr. Abd. Karim, M.Si**, dan **Drs F.W. Mandey, M.Sc**, terima kasi atas bimbingan dan saran-saran yang diberikan.
4. **Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc** dan **Dr. St. Fauziah, M.Si**, selaku Penasehat Akademik, terima kasih buat pengarahan, bimbingan serta saran-saran yang telah diberikan selama ini.
5. Seluruh **Analisis Laboratorium Kimia** Departemen Kimia, Universitas Hasanuddin, **Pak Sugeng, Ibu Tini, Kak Fibhy, Kak Anti, Kak Linda, Kak Hanna** dan **Pak Iqbal**. Terima kasih atas bantuan yang diberikan selama penelitian.
6. Rekan penelitian di Laboratotium Kimia Fisika, **Faridatun Sholehah, Novayani Pagiling, Helen Saludung, Muzakir, Ayu Hartina, Fenti**

**Ampe Siala, Widya Aulia, Nur Wahyuni Nahru dan Dian Putri**

**yunita** terima kasih atas kerja sama dan bantuannya.



7. Terima kasih kepada Muh. Supratman Syah S.T yang selalu setia menemani dan membantu dikala suka dan duka.
8. Teman seperjuangan sarjana dan sekaligus sahabat **Putri Nur Qalbi, Nur Alam Waris** dan **Miftahul Humaerah** yang selalu setia membantu dikala suka dan duka.
9. Rekan Aypot **Elfa Sihaya, Novayani Pangiling, Faridatun Sholehah, Besse Illang Sari, Nadya Yuli Parmitha** dan **Ni Putu Kasturiasih**, terima kasih selalu ada dalam suka maupun duka serta banyak pengalaman dan cerita yang terukir didalam kenangan yang kita lalui bersama.
10. Teman-teman **PREKURSOR 2014** dan **MIPA 2014**, kalian adalah keluarga terbaik bagi penulis, ucapan terima kasih buat senyuman, canda tawa, kebersamaan yang pernah kalian berikan.
11. Seluruh warga dan alumni **KMK FMIPA Unhas** dan **KM FMIPA Unhas** terima kasih atas bimbingan pengajarannya, *HMK Tempat Kita di Bina HMK Tempat Kita di Tempa, Salam Use Your Mind Be The Best.*
12. Semua pihak yang telah turut dalam membantu penyelesaian skripsi ini, semoga Allah SWT membalas setiap kebaikan kalian.

Penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, maka kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penulisan selanjutnya. Akhirnya penulis berharap semoga isi skripsi ini dapat bermanfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan terkhusus biomassa limbah yang tidak bermanfaat bagi lingkungan menjadi lebih bermanfaat

Makassar, Desember 2018

Penulis



## ABSTRAK

Penelitian mengenai adsorpsi zat warna metilen biru karbon aktif termodifikasi  $H_2SO_4$  dari limbah pelepah kelapa sawit (*Cocus nucifera* L.) telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengadsorpsi zat warna metilen biru yang bersifat beracun yang ada dalam industri tekstil dengan menggunakan limbah pelepah kelapa sawit sebagai adsorben. Metode yang digunakan terdiri dari beberapa tahap yaitu: karbonisasi, aktivasi karbon dengan menggunakan aktivator HCl 0,3 M, modifikasi permukaan dengan  $H_2SO_4$ , identifikasi gugus fungsi menggunakan FTIR, karakterisasi material adsorben menggunakan SEM, BET, serta analisis luas permukaan dengan metilen biru. Waktu Optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif dan karbon aktif termodifikasi yaitu 20 menit dan 15 menit. Penentuan kapasitas adsorpsi menggunakan karbon aktif dan karbon aktif termodifikasi pada waktu optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi menggunakan model isothermal Langmuir pada karbon aktif dan karbon aktif termodifikasi pelepah kelapa sawit berturut-turut yaitu 9,7847 dan 10,7642 mg/g.

Kata kunci: isothermal Langmuir, kapasitas adsorpsi, karbon aktif, karbon aktif termodifikasi, pelepah kelapa sawit



## ABSTRACT

Research on the adsorption of methylene blue dyes by  $H_2SO_4$  modified activated carbon from oil palm fronds (*Cocus nucifera* L.) has been conducted. This study aims to adsorb toxic methylene blue dyes from the textile industry by using oil palm frond waste as an adsorbent. The method used consisted of several steps: carbonization, activating carbon using 0,3 M HCl as activator, surface modification with  $H_2SO_4$ , identification of functional group by using FTIR, characterization of adsorbent materials using SEM, BET and analysis of surface area with methylene blue. The optimum time for methylene blue adsorption by activated carbon and modification activated carbon is 20 minutes and 15 minutes. The determination of adsorption capacity using activated carbon and modification activated carbon at the optimum time. The results showed that the adsorption capacity used the Langmuir isothermal model on activated carbon and modified oil palm fronds were 9,7847 and 10,7642 mg/g.

Kata kunci: activated carbon, adsorption capacity, Langmuir isothermal, modified activated carbon, oil palm fronds





## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Maksud Penelitian.....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Adsorpsi.....	6
2.2 Isotermal Adsorpsi.....	9
2.3 Karbon Aktif.....	11
4 Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif	15
5 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif.....	18
6 Metilen Biru.....	21



BAB III METODE PENELITIAN .....	22
3.1    Bahan Penelitian.....	22
3.2    Alat Penelitian .....	22
3.3    Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.4    Prosedur Penelitian.....	23
3.4.1    Pembuatan Larutan Pereaksi .....	23
3.4.1.1    Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 0,05 N.....	23
3.4.1.2    Pembuatan Larutan $\text{NaHCO}_3$ 0,05 N .....	23
3.4.1.3    Pembuatan Larutan $\text{NaOH}$ 0,05 N .....	23
3.4.1.4    Pembuatan Larutan $\text{HCl}$ 0,05 N.....	23
3.4.1.5    Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,05 N.....	23
3.4.1.6    Pembuatan Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05 N .....	24
3.4.1.7    Standarisasi Larutan $\text{HCl}$ dengan Larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,05 N	24
3.4.1.8    Standarisasi Larutan $\text{NaOH}$ dengan Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05 N	24
3.4.2    Pembuatan Karbon Aktif Pelepah Kelapa Sawit .....	24
3.4.2.1    Preparasi Sampel.....	24
3.4.2.2    Karbonisasi.....	25
3.4.2.3    Aktivasi .....	25
3.4.3    Modifikasi Permukaan .....	25
3.4.4    Penentuan Gugus fungsi Asam dan Basa Total dengan Metode Titrasi Boehm .....	25
3.4.5    Penentuan luas permukaan.....	26
3.4.6    Pembuatan Larutan Induk 1000 ppm .....	27
3.4.7    Pembuatan Larutan Zat Warna 100 ppm .....	28
3.4.8    Pembuatan Larutan Zat Warna 10 ppm .....	28
3.4.9    Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	28
3.4.10    Penentuan Waktu Kontak Optimum .....	28



3.4.12	Penentuan Kapasitas Adsorpsi .....	29
3.4.13	Karakterisasi Gugus Fungsi dengan FTIR .....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		31
4.1	Pembuatan Karbon Pelepah Kelapa Sawit.....	31
4.1.1	Preparasi Sampel Pelepah Kelapa Sawit.....	31
4.1.2	Karbonisasi.....	31
4.1.3	Aktivasi .....	32
4.2	Modifikasi Permukaan Karbon Aktif.....	33
4.3	Hasil Karakterisasi FTIR .....	35
4.4	Hasil Karakterisasi SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ) dan Metode BET .....	37
4.5	Luas Permukaan.....	38
4.6	Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Zat warna Metilen Biru .....	39
4.7	Penentuan Kapasitas Adsorpsi .....	42
4.8	Hasil FTIR Setelah Adsorpsi .....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA .....		48
LAMPIRAN.....		54



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>halaman</b>
1. Persyaratan karbon aktif menurut SII No.0258-88 .....	13
2. Kandungan senyawa kimia penyusun serat pada pelepah kelapa .....	18
3. Hasil analisis metode BET karbon aktif pelepah kelapa sawit sebelum modifikasi dan setelah modifikasi .....	38
4. Jumlah metilen biru yang teradsorpsi oleh karbon aktif dan karbon aktif termodifikasi .....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Struktur grafit dari karbon aktif.....	12
2. Pelepah kelapa sawit ( <i>Cocus nucifera</i> L.).....	16
3. Struktur metilen biru .....	20
4. Sampel Pelepah kelapa sawit .....	31
5. Karbon ukuran 100 mesh .....	32
6. Perbandingan konsentrasi gugus fungsi karbon aktif sebelum dan setelah modifikasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	34
7. Spektrum FTIR karbon aktif pelepah kelapa sawit sebelum aktivasi dan setelah aktivasi .....	36
8. Hasil SEM karbon aktif pelepah kelapa sawit sebelum modifikasi (a) dan setelah modifikasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (b).....	38
9. Luas permukaan (a) karbon, (b) karbon aktif, dan (c) karbon aktif termodifikasi.....	39
10. Grafik hubungan antara variasi waktu dengan banyaknya metilen biru yang teradsorpsi dalam karbon aktif.....	41
11. Grafik hubungan antara variasi waktu dengan banyaknya metilen biru yang teradsorpsi dalam karbon aktif termodifikasi.....	41
12. Hubungan Co dengan qe oleh karbon aktif.....	42
13. Hubungan Co dengan qe oleh karbon aktif termodifikasi.....	42
14. Isotermal Langmuir untuk adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif.....	43
15. Isotermal Langmuir untuk adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif termodifikasi.....	43
16. Isotermal Freundlich untuk adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif .....	43
17. Isotermal Freundlich untuk adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif termodifikasi.....	44



18. Spektrum inframerah sebelum adsorpsi dan setelah adsorpsi ..... 45



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema Prosedur Kerja.....	54
2. Data Hasil FTIR .....	59
3. Data Hasil Karakterisasi SEM.....	65
4. Data Hasil Analisis Metode BET .....	67
5. Hasil Analisis dengan Metode Titration Boehm.....	69
6. Penentuan Luas Permukaan dengan Metilen Biru.....	77
7. Data Adsorbansi Kurva Standar Metilen Biru.....	79
8. Penentuan waktu optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif dan karbon aktif termodifikasi .....	80
9. Penentuan kapasitas adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif termodifikasi .....	82
10. Contoh Perhitungan nilai $Q_0$ dan $b$ .....	83
11. Contoh perhitungan nilai $k$ dan $n$ .....	84
12. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	85



## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
KA	Karbon Aktif
PKS	Pelepah Kelapa Sawit
KATM	Karbon Aktif Termodifikasi
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
FTIR	<i>Fourier transform infrared spectroscopy</i>
BET	<i>Brunaur, Emmett and Teller</i>
SII	Standar Internasional Indonesia





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Perkembangan yang pesat menimbulkan masalah bagi lingkungan terutama masalah yang diakibatkan oleh limbah cair pewarnaan. Limbah cair tersebut mengandung bahan-bahan yang beracun dan berbahaya (Krim, dkk., 2006). Salah satu zat warna yang digunakan dalam industri tekstil adalah metilen biru. Metilen biru dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan jika tertelan, menimbulkan sianosis jika terhirup, dan iritasi pada kulit jika tersentuh oleh kulit (Hamdaoui dan Chiha, 2006).

Metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi bahaya dari limbah zat warna adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan metode efisien dan banyak dikembangkan. Adsorben yang umumnya digunakan untuk pengolahan limbah zat warna adalah karbon aktif (Handayani, dkk., 2015). Karbon aktif dapat mengadsorpsi senyawa-senyawa kimia tertentu. Sifat adsorpsi yang selektif dari karbon aktif bergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Laos, dkk., 2016). Karbon banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari dan jumlahnya cukup banyak. Karbon memiliki bentuk amorf dan banyak ditemukan dari berbagai bahan utama, antara lain batubara, limbah industri, kayu, biji kulit singkong, kulit kemiri, dan tempurung kelapa (Harti, dkk., 2014).



Tempurung kelapa sawit merupakan limbah yang banyak dihasilkan oleh tanaman kelapa sawit yang dimanfaatkan sebagai karbon aktif, karena karbon aktif dari tempurung kelapa sawit diketahui mengandung *fixed carbon* sebesar 68,25 % (Irawan, dkk., 2010). Selain tempurung kelapa sawit, salah satu bagian dari pohon kelapa yang masih belum banyak dimanfaatkan adalah pelepah kelapa sawit. Indonesia diperkirakan memiliki area pohon kelapa sawit terluas yaitu sekitar 3.334.000 ha (BPPT). Pelepah kelapa sawit merupakan bagian dari tanaman kelapa yang berupa tangkai daun (Ramdja, dkk., 2008). Pelepah kelapa sawit banyak berasal dari perkebunan kelapa sawit sehingga menjadi salah satu limbah biomassa perkebunan yang cukup banyak dihasilkan. Limbah pelepah kelapa sawit yang dibiarkan begitu saja membusuk tanpa ada perlakuan pengolahan lebih lanjut. Oleh karena itu, pemanfaatan pelepah kelapa sawit perlu dilakukan. Salah satu upaya pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit adalah mengolah limbah tersebut menjadi karbon aktif. Karbon aktif dari pelepah kelapa sawit diketahui mengandung *fixed carbon* sebesar 73,33 %. Pelepah kelapa sawit yang tersedia cukup melimpah, ternyata dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan karbon aktif yang memberikan nilai ekonomi lebih (Rizal, 2013).

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan cara dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Dehidrasi adalah proses penghilangan air pada bahan baku karbon aktif melalui pemanasan hingga temperatur 110°C. Proses karbonisasi bahan baku

untuk menghasilkan karbon (Lempang, 2014) dan aktivasi karbon untuk memperbesar, menghilangkan pengotor pada pori-pori karbon, meningkatkan luas permukaan (Rahayu dan Adhitiyawarman, 2014). Luas



permukaan karbon aktif yang dihasilkan berkisar antara 600-2000 m<sup>2</sup>/g (Suhendra dan Gunawan 2010). Proses karbonisasi untuk menghasilkan karbon aktif pada suhu tinggi, seringkali menghilangkan gugus-gugus fungsi. Usaha untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif tidak hanya memperluas permukaan dan menambah jumlah pori, tetapi peningkatan jumlah gugus fungsi yang hilang saat proses karbonisasi juga perlu dipikirkan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya modifikasi permukaan dari karbon aktif tersebut perlu dilakukan dengan menggunakan larutan oksidator seperti H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Wibowo, dkk., 2004). Modifikasi permukaan karbon aktif dilakukan untuk menambah gugus aktif. Gugus aktif yang akan ditambah merupakan gugus oksigen karena gugus-gugus aktif pada permukaan karbon menghilang pada waktu pembuatan karbon (Harti, dkk., 2014).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Andreas dkk., (2015), modifikasi karbon aktif dengan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mengakibatkan luas permukaan dan diameter pori menjadi lebih kecil dari karbon aktif semula, akan tetapi dapat memberikan kinerja kinetika adsorpsi metilen biru yang lebih cepat. Hasil penelitian yang dilakukan Suarya dan Suirta (2017) menunjukkan bahwa lempung yang termodifikasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memiliki karakter yang lebih baik dilihat dari peningkatan luas permukaan spesifik dan keasaman permukaannya. Berdasarkan informasi tersebut, maka pada penelitian ini modifikasi permukaan karbon aktif

lepeh kelapa sawit telah dilakukan dengan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk  
n sebagai adsorpsi metilen biru.



## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. bagaimana pengaruh modifikasi permukaan pada karbon aktif pelepah kelapa dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$  terhadap kemampuan adsorpsi metilen biru ?
2. berapa waktu optimum yang dibutuhkan karbon aktif termodifikasi dalam mengadsorpsi zat warna metilen biru ?
3. berapa kapasitas adsorpsi karbon aktif termodifikasi terhadap zat warna metilen biru ?

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membuat karbon aktif dari pelepah kelapa yang dimodifikasi permukaannya dengan  $H_2SO_4$  untuk digunakan sebagai adsorben zat warna metilen biru dalam limbah cair.

### 1.3.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. mempelajari pengaruh modifikasi permukaan pada karbon aktif pelepah kelapa dengan menggunakan  $H_2SO_4$  terhadap kemampuan adsorpsi metilen biru.
2. menentukan waktu kontak optimum yang dibutuhkan karbon aktif termodifikasi dalam mengadsorpsi zat warna metilen biru.
3. menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif termodifikasi terhadap zat warna

metilen biru.



#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pemanfaatan karbon aktif dari pelepah kelapa sawit sebagai adsorben zat warna metilen biru dan untuk meminimalkan adanya pencemaran lingkungan, khususnya zat warna metilen biru. Penelitian ini diharapkan juga dapat memperkaya jenis adsorben yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi zat warna.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh adsorben terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan adsorben karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan (Atkins, 1999). Adsorpsi juga merupakan proses pengikatan suatu molekul dari fasa gas atau larutan ke dalam suatu lapisan terkondensasi dari permukaan padatan atau cairan (Azamila, 2012).

Proses adsorpsi terdiri atas 2 tipe, yaitu adsorpsi kimia dan fisika. Pada adsorpsi kimia, molekul menempel pada permukaan melalui pembentukan ikatan kimia (umumnya kovalen) antara permukaan adsorben dan adsorbat, entalpinya tinggi 400 kJ/mol, adsorpsi terjadi hanya pada satu lapisan (monolayer), dan energi aktifasinya tinggi. Sedangkan, adsorpsi fisika adalah penempelan adsorbat pada permukaan melalui interaksi antar molekul yang lemah (Hasanah, 2006).

Menurut Khairunisa (2008), kemampuan adsorpsi dari karbon aktif disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Sifat fisika dari karbon aktif

Sifat ini berhubungan dengan jumlah dan ukuran pori-pori yang dapat diisi oleh adsorbat. Setiap molekul akan mengisi pori-pori sesuai dengan ukurannya.

2. Sifat kimia karbon aktif

Gugus aktif yang terdapat pada permukaan karbon aktif dapat berinteraksi miawi dengan molekul organik. Adanya gaya Van der Waals yang pada permukaan karbon aktif dari adsorbat memungkinkan terjadinya



proses adsorpsi. Sifat kimia dari gugus-gugus aktif yang terdapat pada karbon aktif dihasilkan pada saat dilakukan aktivasi.

### 3. Jenis adsorbat

Adsorbat yang mudah berikatan dengan gugus-gugus aktif adalah adsorbat yang bersifat nonpolar. Oleh karena itu, molekul organik akan berikatan kuat dengan gugus-gugus aktif. Pada umumnya, molekul organik yang mempunyai kelarutan kecil dalam air akan mudah untuk berikatan dengan gugus-gugus aktif.

### 4. Suhu air

Proses Adsorpsi akan bertambah besar apabila suhu air semakin rendah, sebab pada keadaan tersebut umumnya kelarutan suatu molekul akan berkurang sehingga semakin banyak molekul yang teradsorpsi.

### 5. Waktu kontak

Waktu kontak antara karbon aktif dengan adsorbat sangat berpengaruh pada proses adsorpsi. Semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dengan adsorbat maka, semakin banyak adsorbat yang mengisi pori-pori karbon aktif.

### 6. Luas permukaan karbon aktif

Besar kecilnya permukaan karbon aktif sangat berpengaruh pada proses adsorpsi. Semakin besar luas permukaan karbon aktif maka, semakin banyak adsorbat yang akan diadsorpsi.

### 7. Konsentrasi adsorbat dan ukuran partikel dari karbon aktif

Semakin besar konsentrasi dan ukuran partikel adsorbat maka pori-pori karbon aktif akan lebih cepat terjenuhkan.



Daya serap merupakan sifat karbon aktif yang paling penting. Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu (Sembiring dan Sinaga, 2003):

a. Sifat adsorban

Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Oleh karena itu, permukaan karbon aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori karbon aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Oleh karena itu, kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan.

b. Sifat serapan

Senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, banyak tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, dan struktur rantai dari senyawa serapan.

c. Temperatur

Saat pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk memperhatikan temperatur pada saat berlangsungnya proses karena tidak ada peraturan umum yang bisa

mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas termal serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa





serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih kecil.

d. pH (Derajat keasaman)

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, dengan penambahan asam-asam mineral. Hal ini disebabkan karena asam mineral memiliki kemampuan untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila, pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, maka adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

e. Waktu kontak

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, maka dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah karbon yang digunakan. Selisih ditentukan oleh konsentrasi karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan adsorbat. Larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu kontak yang lebih lama.

## 2.2 Isotermal Adsorpsi

Model kesetimbangan adsorpsi yang sering digunakan untuk menentukan kesetimbangan adsorpsi adalah isotermal Langmuir dan Freundlich (Husin dan Rosnelly, 2005).

Isotermal Langmuir

Persamaan isotermal adsorpsi Langmuir tersebut ditulis dalam bentuk persamaan linier yaitu sebagai berikut :



$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_0 b} + \frac{C_e}{Q_0} \quad (1)$$

$C_e$  adalah konsentrasi kesetimbangan (mg/L),  $q_e$  adalah jumlah zat yang diadsorpsi per gram adsorben (mg/g),  $Q_0$  dan  $b$  adalah konstanta Langmuir yang berturut-turut menyatakan kapasitas adsorpsi dan energi adsorpsi.

## 2. Isotermal Freundlich

Isotermal Freundlich menjelaskan bahwa proses adsorpsi pada bagian permukaan adalah heterogen dimana tidak semua permukaan adsorben mempunyai daya adsorpsi. Isothermal 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 dan Rosnelly, 2005). Persamaan linier Freundlich adalah sebagai berikut :

$$q_e = K_f C_e^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Apabila dilogartmakan akan menjadi persamaan 3.

$$\log q_e = \log K_f + \left(\frac{1}{n}\right) \log C_e \quad (3)$$

$q_e$  adalah jumlah adsorbat yang teradsorpsi persatuan bobot adsorben (mg/g),  $C_e$  adalah konsentrasi keseimbangan adsorbat dalam larutan setelah

(ppm),  $k$  dan  $n$  merupakan konstanta yang menggabungkan seluruh

yang mempengaruhi proses adsorpsi seperti kapasitas dan intensitas



### 2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Rifki, 2016) dan merupakan karbon berpori yang telah mengalami reaksi dengan bahan kimia sebelum atau setelah karbonisasi untuk meningkatkan sifat serapnya. Syarat utama bahan yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif adalah mengandung unsur karbon (Rijali, dkk., 2015). Beberapa bahan baku yang dapat digunakan antara lain : kayu, tempurung kelapa, limbah batu bara, limbah pengolahan kayu, dan limbah pertanian seperti kulit buah kopi, kulit buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol jagung dan pelepah kelapa (Istria, 2015).

Kvech dkk., (1998), menyatakan bahwa karbon aktif adalah suatu bahan padat yang berpori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan yang mengandung karbon melalui proses pirolisis. Sebagian dari pori-porinya masih tertutup hidrokarbon, tar, dan senyawa organik lain. Komponennya terdiri dari karbon terikat (*fixed carbon*), abu, air, nitrogen, dan sulfur.

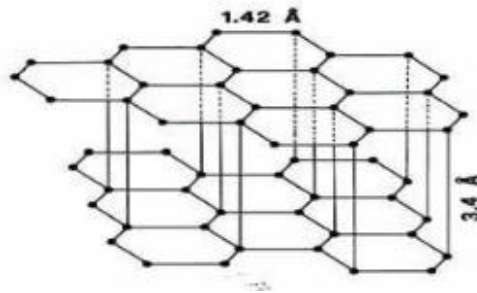
Karbon aktif bersifat hidrofobik, yaitu molekul pada karbon aktif cenderung tidak bisa berinteraksi dengan molekul air. Karbon aktif diperoleh dengan proses aktivasi. Proses aktivasi merupakan proses untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang melapisi permukaan karbon sehingga dapat meningkatkan porositas karbon aktif. Luas permukaan (*surface area*) adalah salah satu sifat fisik

karbon aktif. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang sangat besar  $10^6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ , dengan total volume pori-porinya sebesar  $10,28 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ mg}^{-1}$  dan diameter pori rata-rata  $21,6 \text{ \AA}$ , sehingga sangat memungkinkan untuk dapat



menyerap adsorbat dalam jumlah yang banyak. Semakin luas permukaan pori-pori dari karbon aktif, maka daya serapnya semakin tinggi (Allport, 1997).

Hartanto dan Ratnawati (2010), melaporkan bahwa karbon aktif merupakan karbon amorf dari pelat-pelat datar tersusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal dengan satu atom C pada setiap sudutnya seperti yang terlihat pada Gambar 1, sedangkan menurut Hendra (2006) karbon aktif adalah karbon yang susunan atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain, serta rongga atau pori dibersihkan dari senyawa lain atau kotoran sehingga permukaan dan pusat aktif menjadi luas dan daya serap terhadap cairan dan gas akan meningkat.



**Gambar 1.** Struktur grafit dari karbon aktif (Hartanto dan Ratnawati, 2010).

Aplikasi karbon aktif komersil dapat digunakan sebagai penghilang bau dan resin penyulingan bahan mentah, pemurnian air limbah, penjernih air, dan dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi bahan yang berasal dari cairan maupun fasa gas. Daya serap karbon aktif itu sendiri ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap

aktif dilakukan aktivasi dengan aktivator bahan-bahan kimia ataupun pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, karbon aktif akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia (Rifki, 2016).



Menurut SII (Standar Internasional Indonesia), karbon aktif yang baik mempunyai persyaratan seperti yang tercantum pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Persyaratan karbon aktif menurut SII No.0258-88

Jenis	Persyaratan	
	Butiran	Padatan
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C	Maks. 15%	Maks. 25%
Kadar Air	Maks. 4,4%	Maks. 15%
Kadar Abu	Maks. 2,5%	Maks. 10%
Fixed Karbon	Min. 80%	Min. 65%
Daya serap terhadap Iod	Min. 750 mg/g	Min. 750 mg/g

Karbon aktif dibagi atas 2 tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. Karbon aktif sebagai pemucat, biasanya berbentuk *powder* yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000 Å, digunakan dalam fase cair, dan berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan, membebaskan pelarut dari zat-zat pengganggu. Karbon aktif sebagai pemucat ini diperoleh dari serbuk-serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah. Karbon aktif sebagai penyerap uap, biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras diameter pori berkisar antara 10-200 Å, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas (Kvech dkk., 1998).

Pembuatan karbon aktif berlangsung 3 tahap yaitu proses dehidrasi, proses kalsinasi dan proses aktivasi (Lilik, 2014) :



a. Proses Dehidrasi

Proses ini dilakukan dengan memanaskan bahan baku sampai suhu 105 °C selama 24 jam dengan tujuan untuk menguapkan seluruh kandungan air pada bahan baku, kemudian diukur kadar air.

b. Proses Karbonisasi

Karbonisasi adalah peristiwa pirolisis, dimana terjadi proses dekomposisi komponen atau pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Suhu di atas 170 °C akan menghasilkan CO, CO<sub>2</sub> dan asam asetat, pada suhu 275 °C dekomposisi menghasilkan *tar*, metanol dan hasil samping lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada suhu 400-600 °C. Selama proses ini unsur-unsur bukan karbon seperti hidrogen dan oksigen dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom yang terbebaskan membentuk kristal grafit. Pengaturan dan pengontrolan selama proses karbonisasi yaitu: kecepatan pertambahan temperatur, tinggi suhu akhir, dan lama karbonisasi sangat diperlukan untuk memperoleh karbon aktif yang baik. Tahap karbonisasi akan menghasilkan karbon yang mempunyai struktur pori lemah. Oleh karena itu, karbon masih memerlukan perbaikan struktur porinya melalui proses aktivasi.

c. Proses Aktivasi

Proses aktivasi merupakan proses penting dalam pembuatan karbon aktif. Aktivasi karbon bertujuan untuk memperbesar dan menghilangkan pengotor pada pori-pori karbon. Aktivasi dapat dilakukan melalui dua metode yaitu aktivasi

dan aktivasi kimia (Chang, dkk., 2000).



Menurut Harfianti (2016) pada aktivasi fisika, karbon diaktivasi pada suhu yang cukup tinggi dengan menggunakan uap atau gas seperti karbondioksida sebagai reagen aktivasi. Pada aktivasi kimia, karbon diaktivasi melalui perendaman reagen bahan kimia sebelum dipanaskan. Bahan pengaktif akan masuk diantara sela-sela lapisan heksagonal dan selanjutnya membuka permukaan yang tertutup pada suhu tinggi. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{HCl}$ , dan sebagainya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ramdja, dkk (2008) dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa yaitu dengan hasil penelitian bahwa kondisi yang paling baik dan efektif dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa adalah pada suhu karbonisasi  $500\text{ }^\circ\text{C}$  dengan menggunakan aktivator  $\text{HCl}$ . Unsur-unsur mineral aktivator masuk diantara plat heksagon dari kristalit dan memisahkan permukaan yang mula-mula tertutup. Dengan demikian, saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terlepas. Hal ini menyebabkan luas permukaan yang aktif bertambah besar dan meningkatkan daya serap karbon aktif.

#### **2.4 Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif**

Pelepah kelapa sawit merupakan bagian dari tanaman kelapa yang berupa tangkai daun. Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan tanaman perkebunan atau industri berupa pohon batang lurus dari famili Palmae. Tanaman kelapa adalah tanaman serbaguna atau tanaman yang mempunyai nilai ekonomi (Ramdja, dkk., 2008).



Kelapa juga merupakan tanaman yang penting bagi kehidupan manusia. Kelapa dimanfaatkan sebagai sumber makanan, minuman, bahan bangunan, obat-obatan, kerajinan tangan bahkan juga pada beberapa industri seperti kosmetik, sabun dan lain-lain. Berdasarkan kegunaannya, tanaman kelapa dijuluki sebagai “*Tree of life*”. Semua bagian kelapa dapat digunakan, tetapi bagian kelapa yang bernilai ekonomi tinggi sampai saat ini adalah bagian endosperm (Tenda, 2004).

Tinggi pohon kelapa berkisar antara 20 - 22 meter pada umur 40 tahun sedangkan pada umur 80 tahun berkisar 35 - 40 meter. Pada umumnya, bunga kelapa jantan dan betina terdapat pada satu tangkai bunga, bunga jantan terletak diatas dan bunga betina pada bagian bawah. Kelapa biasanya berbunga pada umur 4 - 5 tahun setelah ditanam (Chan and Elevitch, 2006). Pelepah kelapa dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pelepah Kelapa Sawit (*Cocos nucifera* L.).

Klasifikasi tumbuhan kelapa (Suhardiman, 1999) adalah sebagai berikut:



- : Plantae
- : Spermatophyta
- si : Angiospermae



Kelas : Monocotyledoneae  
Ordo : Palmales  
Family : Palmae (Arecaceae)  
Genus : Cocos  
Spesies : *Cocos nucifera* L.

Pelepah kelapa merupakan salah satu limbah padat pengolahan minyak sawit yang belum banyak pemanfaatannya. Produksi pelapah sebanyak 22 batang per pohon per tahun dimana berat daging pelepah sekitar 2,2 kg dan biomassa pelapah biasanya digunakan sebagai bahan pakan untuk hewan ternak. Kandungan senyawa kimia penyusun pada pelepah kelapa terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin secara berurutan yaitu 31,7%, 33,9%, dan 17,4%. Menurut Pope (1999), bahan organik yang mengandung lignin hemiselulosa, dan selulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena sangat efektif mengadsorpsi limbah cair. Selain itu, lignin dan selulosa sebagian besar tersusun dari karbon yang pada umumnya dapat dijadikan karbon.

Pelepah kelapa termasuk bahan dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi dan memiliki massa jenis lebih daripada kayu yaitu sebesar 1,16 g/cm<sup>3</sup>, dimana semakin besar massa jenis bahan baku maka daya serap karbon yang dihasilkan akan semakin besar, oleh karena itu pelepah kelapa baik untuk dijadikan karbon aktif (Nurmala, 1999).

Pelepah kelapa terbagi atas 3 bagian yaitu *petiole* (pangkal batang), *rachis* (empat munculnya daun) dan *leaflets* (daun). Sejak umur 4 tahun tanaman menghasilkan 18-24 pelepah per tanaman per tahun. Pelepah kelapa



tumbuh dan berkembang selama 30 bulan. Pelapa kelapa memiliki panjang *petiole* 1,5 m *rachis* 5,5-6,5 m (Zen, 2018). Kandungan senyawa kimia penyusun serat pada pelepah kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kandungan Senyawa Kimia Penyusun Serat pada Pelepah Kelapa (Ginting dan Elizabeth, 2013)

Unsur Kimia	Pelepah Kelapa Sawit (%)
Selulosa	33,7
Hemiselulosa	35,9
Lignin	17,4
Silika	2,6
Abu	3,3
Nitrogen	2,38
Kalium	1,316
Kalsium	2,568
Magnesium	0,487
Fosfor	0,157
Sulfur	0,40
Klorida	0,70

## 2.5 Modifikasi Permukaan Karbon Aktif

Modifikasi permukaan karbon aktif dilakukan untuk menambah gugus aktif. Gugus aktif yang akan ditambah merupakan gugus oksigen. Gugus-gugus

di permukaan karbon menghilang pada waktu pembuatan karbon aktif.

Hal ini terjadi karena pada saat pembuatan karbon aktif menggunakan temperatur



yang tinggi, sehingga mengakibatkan gugus-gugus aktif terlepas dan tersisa karbon (Harti, dkk., 2014). Peningkatan gugus oksida pada permukaan karbon akan menyebabkan berkurangnya kerapatan elektron sehingga akan menyebabkan sifat basa dari karbon aktif tersebut berkurang. Keberadaan gugus aktif yang bersifat asam dan basa pada karbon aktif akan mempengaruhi kemampuan adsorpsi suatu karbon aktif terhadap suatu senyawa (Riska, 2017).

Beberapa cara memodifikasi sifat kimia permukaan karbon aktif, yaitu: (1) oksidasi fasa gas yang dilakukan dengan pemberian gas  $O_2$  atau  $N_2O$  pada suhu tinggi, (2) treatment dengan menggunakan larutan kimia. Mekanisme utama yang dapat terjadi secara bersamaan dalam peristiwa oksidasi karbon aktif oleh asam oksidator, yaitu : 1) teradsorpsinya atom-atom oksigen secara kimia pada permukaan karbon sehingga membentuk gugus-gugus oksida, 2) teroksidasinya atom karbon sehingga terjadi pelebaran pori pada karbon aktif, (3) *Thermal Treatment*, yakni dengan mentreatment karbon aktif pada suhu sekitar  $> 700\text{ }^\circ\text{C}$  dengan dialiri gas nitrogen atau juga menggunakan gas hidrogen. Perubahan struktur pori akibat *thermal treatment* disebabkan karena adanya dekomposisi termal dari gugus oksida yang ada pada bagian dalam permukaan pori karbon aktif (Setyadhi, dkk., 2005). Tujuan dari semua perlakuan ini adalah untuk memodifikasi ukuran pori-pori, mengendalikan ukuran pori-pori distribusi dan modifikasi polaritas karbon kemampuan *selective chelating* (Babatunde, dkk., 2016).

Menurut Susanto dkk., (2013) kapasitas adsorpsi karbon aktif yang besar

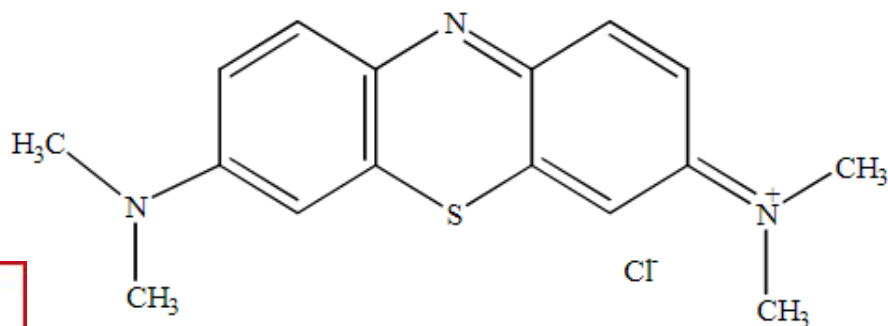
melakukan modifikasi menggunakan ammonia dapat meningkatkan luas permukaan spesifik. Karbon aktif setelah modifikasi mempunyai luas permukaan yang lebih besar dibandingkan sebelum modifikasi. Untuk mengetahui



keberhasilan modifikasi, permukaan kimia karbon aktif sebelum dan setelah modifikasi dapat dibandingkan dengan menggunakan data hasil analisis FTIR. Selain karakteristik kimia yang dimiliki, kapasitas adsorpsi suatu adsorben juga sangat dipengaruhi oleh ukuran partikelnya (*spesifik surface area*). Pengamatan terhadap ukuran partikel karbon aktif dapat dikarakterisasi dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) (Susanto,dkk., 2013).

## 2.6 Metilen Biru

Metilen Biru yang memiliki rumus kimia  $C_{16}H_{18}N_3SCl$ , adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang beracun dan merupakan zat warna kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Zat warna metilen biru digunakan secara luas pada industri tekstil dan menjadi perhatian besar dalam proses pengolahan limbah karena warnanya yang sulit diuraikan. Senyawa ini bersifat toksik, sehingga dapat menyebabkan mutasi genetik dan berpengaruh pada reproduksi. Metilen biru memiliki berat molekul  $319,86 \text{ g mol}^{-1}$ , dengan titik lebur di  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ , daya larut sebesar  $4,36 \times 10^4 \text{ mg L}^{-1}$  (Hawley, 1981). Metilen biru merupakan pewarna *thiazine* yang sering digunakan sebagai pewarna sutra, wol, tekstil, kertas, peleratan kantor dan kosmetik (Palupi, 2006). Struktur metilen biru dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur metilen biru



Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna. Zat organik tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatik antara lain senyawa hidrokarbon aromatik dan turunannya, fenol dan turunannya serta senyawa-senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen (Manurung dkk., 2004).

Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna. Beberapa nama gugus kromofor dan struktur kimianya yang memberi daya ikat terhadap serat yang diwarnainya. Kromofor zat warna reaktif biasanya merupakan sistem azo dan antrakuinon dengan berat molekul relatif kecil. Daya serap terhadap serat tidak besar. Sehingga zat warna yang tidak bereaksi dengan serat mudah dihilangkan. Gugus-gugus penghubung dapat mempengaruhi daya serap dan ketahanan zat warna terhadap asam atau basa. Gugus-gugus reaktif merupakan bagian-bagian dari zat warna yang mudah lepas. Lepasnya gugus reaktif ini, menyebabkan zat warna menjadi mudah bereaksi dengan serat kain pada pakaian. Pada umumnya, reaksi dapat berjalan dengan baik jika ditambahkan alkali atau asam sehingga mencapai pH tertentu (Manurung dkk., 2004).

