

**STUDI ADSORPSI KARBON AKTIF SINTETIK  
TERHADAP RHODAMIN B**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang kimia

oleh :

**SUHARNI WAHYUNINGSIH  
0610922006**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2008**

i

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**STUDI ADSORPSI KARBON AKTIF SINTETIK  
TERHADAP RHODAMIN B**

Oleh :  
**SUHARNI WAHYUNINGSIH**  
**0610922006**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dra. Tutik Setianingsih, MSi**  
**NIP. 132 085 943**

**Ir. Hj. Uswatun Hasanah, M.Si**  
**NIP. 131 616 320**

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Kimia**  
**Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**M.Farid Rahman, S.Si., M.Si**  
**NIP. 132 158 726**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Suharni Wahyuningsih  
NIM : 0610922006  
Jurusan : Kimia  
Penulis skripsi berjudul :

” Studi Adsorpsi Karbon Aktif Sintetik Terhadap Rhodamin B”

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Juli 2008  
Yang menyatakan,

( Suharni Wahyuningsih )  
NIM. 0610922006

## STUDI ADSORPSI KARBON AKTIF SINTETIK TERHADAP RHODAMIN B

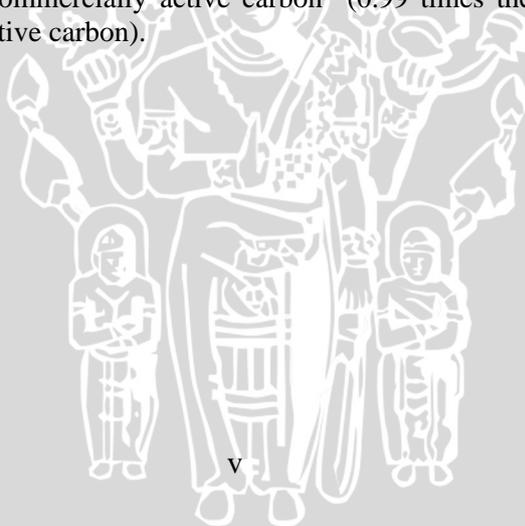
### ABSTRAK

Telah dikaji tentang adsorpsi karbon aktif sintetik terhadap rhodamin B. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lama dan kecepatan pengocokan optimum pada proses adsorpsi oleh karbon aktif sintetik terhadap rhodamin B serta mempelajari perbedaan nilai adsorpsi karbon aktif sintetik terhadap karbon aktif perdagangan. Adsorpsi dilakukan dengan kondisi : 0,1000 g karbon aktif, 25 mL larutan rhodamin B 100 ppm (pH 9) dengan berbagai lama pengocokan yaitu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 jam serta kecepatan pengocokan yaitu 100, 125, 150, 175 dan 200 rpm. Penentuan konsentrasi sisa rhodamin B dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa lama dan kecepatan pengocokan optimum pada proses adsorpsi oleh karbon aktif sintetik terhadap rhodamin B diperoleh pada lama pengocokan 3 jam dan kecepatan pengocokan 150 rpm dengan nilai adsorpsi sebesar  $99,28 \pm 0,00\%$  untuk konsentrasi rhodamin B 100 ppm. Nilai adsorpsi karbon aktif sintetik relatif sama dengan karbon aktif perdagangan (0,99 kali nilai adsorpsi karbon aktif perdagangan).

## STUDY ADSORPTION OF SYNTHETIC ACTIVE CARBON TO RHODAMINE B

### ABSTRACT

The study adsorption of synthetic active carbon to rhodamine B was studied. The research target is to determined optimum shaking time and speed in adsorption process by synthetic active carbon and to study the different adsorption performance of the synthetic active carbon with the commercially active carbon. The adsorptions were conducted at condition of 0.1000 g active carbon , 100 mL of rhodamine B solution 100 ppm (pH 9), various shaking time (1, 2, 3, 4, 5, and 6 hours) and various stirring speed (100, 125, 150, 175, and 200 rpm). Remain rhodamine B was determined with spectrophotometry method. Result of the research showed that the optimum shaking time and speed on adsorption process by synthetic active carbon to rhodamine B obtained at 3 hours and speed at 150 rpm with value adsorption  $99.28 \pm 0.00\%$  for concentration rhodamin B 100 ppm. This value of the synthetic active carbon relative with value of the commercially active carbon (0.99 times the value of commercial active carbon).



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “**Studi Adsorpsi Karbon Aktif Sintetik Terhadap Rhodamin B**” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dra. Tutik Setianingsih, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Hj Uswatun Hasanah, M.Si selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, pengarahan dan kesabaran yang diberikan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Dra. Ulfa Andayani, S.Si, M.Si selaku penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan selama kuliah.
3. Drs. Warsito, MS selaku penguji 1
4. Dr. Diah Mardiana, MS selaku penguji 2
5. Dr. Akhmad Sabarudin, Sc selaku penguji 3
6. Drs. Sutrisno, M.Si selaku penguji 4
7. M. Farid Rahman S.Si, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.
8. Seluruh dosen dan karyawan jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan bantuan yang diberikan
9. Keluargaku (Bapak dan Ibu) yang telah memberikan cinta, kasih sayang, semangat dan doa
10. Calon pendamping hidupku yang selalu memberiku semangat, pengertian, perhatian, doa dan dukungan.
11. Teman-teman Kimia 2003 khususnya alumni D3 Analis Kimia atas bantuannya, kebersamaan dan dukungannya.
12. Semua pihak yang telah membantu tersusunnya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharap kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan dan penyempurnaannya. Semoga tulisan ini memberi manfaat bagi semua pihak.

Malang, Juni 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK/ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Karakteristik Karbon Aktif .....	4
2.2 Rhodamin B .....	7
2.3 Adsorpsi .....	8
2.4 Adsorpsi Rhodamin B .....	10
2.5 Pengaruh Lama Pengocok Dan Kecepatan Pengocokan Terhadap Adsorpsi .....	11
2.6 Penentuan Kadar Rhodamin B dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak .....	13
2.6.1 Metode Spektrofotometri .....	13
2.6.2 Penentuan Rhodamin B dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak .....	14
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.2 Bahan .....	16
3.3 Alat .....	16
3.4 Tahap Penelitian .....	16
3.5 Preparasi sampel .....	16
3.6 Penentuan Nilai Persen Adsorpsi Rhodamin B oleh	

Karbon Aktif Sintetik.....	17
3.6.1 Berbagai Lama Pengocokan.....	17
3.6.2 Berbagai Kecepatan Pengocokan .....	17
3.7 Penentuan Nilai Adsorpsi Rodamin B oleh Karbon Aktif Perdagangan .....	17
3.8 Penentuan Rhodamin B Secara Spektrofotometri .....	18
3.8.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	18
3.8.2 Pembuatan Kurva Baku .....	18
3.8.3 Pembuatan Larutan Rhodamin B 100 ppm sebagai Konsentrasi Awal .....	18
3.8.4 Menentukan Kadar Rhodamin B Sisa dalam Larutan Sampel .....	19
3.9 Rhodamin B yang Teradsorpsi Oleh Karbon Aktif Sintetik .....	19
3.10 Analisis Data .....	19

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Penentuan Lama Pengocokan Optimum Terhadap Adsorpsi Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Hasil Sintetik .....	20
4.2 Penentuan Kecepatan Pengocokan Optimum Terhadap Adsorpsi Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Hasil Sintetik .....	23
4.3 Perbandingan Nilai Adsorpsi Karbon Aktif Sintetik dengan Karbon Aktif Perdagangan .....	25

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	28
5.2 Saran .....	28

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	29
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	34
-----------------------	----



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Struktur Karbon Dengan Gugus Fungsional Permukaan .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Struktur Karbon Aktif yang Berupa Interlayer...	5
<b>Gambar 2.3</b> Pola Distribusi ukuran pori karbon aktif hasil sintesis untuk daerah mesopori.....	7
<b>Gambar 2.4</b> Pola Distribusi ukuran pori karbon aktif perdagangan untuk daerah mesopori.....	7
<b>Gambar 2.5</b> Struktur rhodamin B.....	8
<b>Gambar 2.6</b> Spektra Rhodamin B .....	14
<b>Gambar 4.1</b> Kurva Penentuan Lama Pengocokan Terhadap % Adsorpsi Rhodamin B ....	21
<b>Gambar 4.2</b> Kurva Penentuan Kecepatan Pengocokan Terhadap % Adsorpsi rhodamin B .....	24
<b>Gambar 4.3</b> Diagram Perbandingan persen adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif perdagangan dengan karbon aktif sintetik .....	26
<b>Gambar L.3.1</b> Kurva absorbansi larutan rodamin B pada berbagai panjang gelombang (530-560) .....	45
<b>Gambar L.3.2</b> Kurva Baku Larutan Rodamin B.....	46



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 4.1</b>	Data % rhodamin B yang teradsorpsi oleh karbon aktif sintetik ..... 20
<b>Tabel 4.2</b>	Data % rhodamin B yang teradsorpsi oleh karbon aktif sintetik ..... 24
<b>Tabel 4.3</b>	Data perbandingan antara % adsorpsi karbon aktif perdagangan dengan % adsorpsi karbon aktif sintetik pada kondisi optimum (3 jam, 150 rpm) ..... 26
<b>Tabel L.2.1</b>	Pembuatan larutan rhodamin B ..... 41
<b>Tabel L.3.1</b>	Data absorbansi larutan rodamin B 70 ppm pada berbagai panjang gelombang..... 45
<b>Tabel L.3.2</b>	Data penentuan absorbansi untuk kurva baku larutan rhodamin B pada berbagai konsentrasi ..... 46
<b>Tabel L.3.3</b>	Data perhitungan hubungan konsentrasi larutan rhodamin B dan Absorbansi ..... 47
<b>Tabel L.4.1</b>	Pengolahan data variasi lama pengocokan terhadap adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif sintetik ..... 50
<b>Tabel L.4.2</b>	Pengolahan data variasi kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif sintetik ..... 51
<b>Tabel L.4.3</b>	Pengolahan data % adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif perdagangan ..... 52
<b>Tabel L.5.1</b>	Data % rhodamin B yang teradsorpsi oleh karbon aktif sintetik pada berbagai lama pengocokan.. ..... 53
<b>Tabel L.5.2</b>	Hasil analisa sidik ragam pengaruh lama pengocokan terhadap adsorpsi rodamin B..... 55
<b>Tabel L.5.3</b>	Hasil uji BNT pengaruh lama pengocokan.... 56
<b>Tabel L.5.4</b>	Data % rhodamin B yang teradsorpsi oleh karbon aktif sintetik pada berbagai kecepatan pengocokan..... 56
<b>Tabel L.5.5</b>	Hasil analisa sidik ragam pengaruh kecepatan

	pengocokan terhadap adsorpsi rodamin B.....	58
<b>Tabel L.5.6</b>	Hasil uji BNT pengaruh kecepatan pengocokan	59
<b>Tabel L.5.7</b>	Hasil analisa adsorpsi zat warna oleh karbon aktif perdagangan dan karbon aktif sintetik ..	59
<b>Tabel L.6.1</b>	pH rhodamin B sebelum dan setelah adsorpsi	61
<b>Tabel L.6.2</b>	pH adsorben tanpa penambahan rhodamin ...	61
<b>Tabel L.6.3</b>	pH pada kurva baku rhodamin B .....	61



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b>	Diagram alir penelitian..... 34
<b>Lampiran 2</b>	Preparasi Larutan dan Perhitungan ..... 40
<b>Lampiran 3</b>	Penentuan panjang gelombang maksimum rodamin B..... 45
<b>Lampiran 4</b>	Pengolahan data adsorpsi ..... 48
<b>Lampiran 5</b>	Uji Statistik..... 53
<b>Lampiran 6</b>	Data pH larutan sampel dan larutan kurva baku..... 61



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran air oleh limbah cair industri tekstil yang mengandung zat warna, berbahaya bagi makhluk hidup. Salah satu cara pengendaliannya dilakukan adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif sebagai adsorben untuk memisahkan zat warna dari limbah cair industri tekstil (Allen dan Koumanova, 2005). Adsorpsi adalah peristiwa terjadinya penyerapan zat oleh adsorben pada permukaan (Oscik, 1982). Menurut SK Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur No. 414 Tahun 1987 tentang penggolongan dan baku mutu air limbah menyebutkan bahwa limbah yang dibuang ke perairan hasil dari kegiatan yang menghasilkan limbah harus memenuhi syarat tidak melampaui baku mutu air limbah dan tidak menyebabkan penurunan golongan air yaitu dengan konsentrasi zat warna tidak lebih dari 25 ppm (Fardiaz, 1992). Sedangkan kandungan zat warna dalam hasil dari proses pabrik industri tekstil pada kurun waktu tahun terakhir berkisar lebih dari 50% (11,2 Kg/L) (Kulkarni dkk., 1985). Dengan kisaran kandungan zat warna yang melebihi dari ambang batas yang telah ditentukan tersebut, menyebabkan zat warna berbahaya bagi lingkungan sekitarnya.

Salah satu zat warna yang berbahaya adalah rhodamin B. Zat warna ini dalam perairan apabila melebihi dari kadar yang ditentukan dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mematkan kehidupan dalam perairan (Suarti, 2007). Rhodamin B zat warna bermolekul besar dengan ukuran diameter  $19,00 \times 15,35 \text{ \AA}$  dari hasil perhitungan dengan menggunakan *chemdraw*. Menurut Murat dkk (2006) zat warna rhodamin B tahan terhadap serangan matahari daripada zat warna jenis lain. Diantara semua jenis bahan pewarna, yang sebagian besar berasal dari industri tekstil dan laboratorium fotografi, rhodamin B merupakan pewarna xanthene dan sering dipakai karena kestabilannya yang baik sebagai pewarna material laser.

Berbagai adsorben juga pernah digunakan untuk memisahkan rhodamin B dari larutannya antara lain : abu layang dengan kondisi adsorpsi pada berbagai lama pengocokan dengan kecepatan konstan (Yamada dkk., 2003), karbon dari kulit kapok dengan lama dan kecepatan pengocokan konstan, pH adsorpsi 6,4 (Shabudeen dkk.,

2006), karbon dari kulit pisang dan jeruk dengan lama dan kecepatan pengocokan konstan, hanya melakukan adsorpsi pada berbagai kondisi pH (Annadurai dkk., 2002), campuran abu layang dan tanah pada berbagai lama pengocokan, konsentrasi adsorbat dan pH adsorpsi (Albanis dkk., 2000). Oleh karena itu pada penelitian ini akan dikaji tentang adsorpsi karbon aktif hasil sintesis terhadap rhodamin B.

Setianingsih dkk (2007) telah mensintesis karbon aktif dari limbah lumpur industri tekstil dan menggunakannya untuk adsorpsi rhodamin B hanya pada satu kondisi saja. Pada penelitian tersebut telah dikaji adsorpsi rhodamin B pada kondisi lama pengocokan 4 jam dengan kecepatan 125 rpm namun belum mengkaji kondisi lama dan kecepatan pengocokan optimum untuk mendapatkan nilai adsorpsi yang maksimal.

Pada penelitian ini dilakukan studi adsorpsi karbon aktif sintetik terhadap rhodamin B dengan mengkaji lama dan kecepatan pengocokan optimum pada proses adsorpsinya sehingga diperoleh nilai adsorpsi yang maksimal. Hal ini berdasarkan penelitian Moreira dkk (1998) dengan menggunakan adsorben alumina dan karbon aktif diperoleh bahwa lama dan kecepatan pengocokan berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi untuk mendapatkan kondisi adsorpsi yang maksimal. Menurut Ninova dkk (2002) lama pengocokan berpengaruh terhadap tercapainya kesetimbangan adsorpsi. Menurut Oscik (1982) pengocokan dalam proses adsorpsi dapat mempercepat interaksi antara adsorben dan adsorbat. Jika adsorpsi dilakukan tanpa pengocokan maka difusi adsorbat pada permukaan adsorben akan berlangsung lambat dan proses adsorpsi juga akan terjadi sangat lambat. Kecepatan adsorpsi ini dipengaruhi oleh difusi adsorbat ke permukaan adsorben yang tergantung pada kecepatan pengocokan dalam sistem tersebut. Dengan demikian penentuan lama dan kecepatan pengocokan sangat penting untuk dikaji pada penentuan adsorpsinya karena berpengaruh terhadap efisiensi proses adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif. Pada kajian ini juga akan dibandingkan nilai adsorpsinya dengan karbon aktif perdagangan karena karbon aktif perdagangan memiliki kualitas yang diakui secara komersial, selain itu karbon aktif sintetik dengan karbon aktif perdagangan memiliki karakter yang berbeda. Berdasarkan hasil karakterisasinya (Setianingsih dkk, 2007) karbon aktif perdagangan hanya terdiri dari polimer karbon sedangkan karbon aktif sintetik

terdiri dari polimer karbon dan beberapa gugus fungsi di permukaan karbon serta diantara keduanya memiliki perbedaan ukuran volume pori dan luas permukaan spesifik. Dengan membandingkan nilai adsorpsinya dan dilihat dari sifat-sifat kimia serta fisiknya maka diharapkan dapat mengetahui kualitas karbon aktif sintetik ditinjau dari daya adsorpsinya.

### **PERUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa lama dan kecepatan pengocokan optimum pada proses adsorpsi oleh karbon aktif sintetik terhadap rhodamin B?
2. Seberapa besar perbedaan nilai adsorpsi karbon aktif sintetik (pada kondisi optimum) dengan karbon aktif perdagangan?

### **BATASAN MASALAH**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Karbon aktif sintetik yang digunakan adalah karbon hasil sintesis, hasil penelitian dari Setianingsih dkk (2007).
2. Karbon aktif perdagangan yang digunakan adalah karbon aktif perdagangan Merck.

### **1.4 TUJUAN**

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk:

1. Menentukan lama dan kecepatan pengocokan optimum pada proses adsorpsi oleh karbon aktif sintetik terhadap rhodamin B.
2. Mempelajari perbedaan nilai adsorpsi karbon aktif sintetik (pada kondisi optimum) dengan karbon aktif perdagangan.

### **1.5 MANFAAT**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kondisi terbaik proses adsorpsi khususnya lama dan kecepatan pengocokan untuk pemanfaatan karbon aktif sintetik sebagai adsorben dan referensi karbon aktif sebagai alternatif adsorben zat warna bermolekul besar.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik Karbon Aktif

Karbon yang telah mengalami proses karbonisasi kemudian dilanjutkan dengan proses aktivasi disebut sebagai karbon aktif. Aktivasi melibatkan proses reaksi antara karbon dengan agen pengoksidasi (Jankowska, 1991). Aktivasi dapat berupa aktivasi kimia maupun aktivasi fisika (Smisek dan Cenry, 1970). Tahap aktivasi ini dapat menghilangkan gugus fungsi yang sebelumnya dapat menutupi permukaan pori karbon, sehingga pori karbon aktif menjadi lebih terbuka serta memiliki luas permukaan yang lebih luas. Karbon aktif yang dihasilkan akan memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang berbeda satu dengan yang lain bergantung dari bahan dasar dan proses pembuatannya. Karbon aktif dalam pengertiannya adalah karbon yang memiliki struktur pori yang sangat berkembang dan luas permukaan spesifik besar yaitu 400-1000 m<sup>2</sup>/g (Jankowska dkk., 1991).

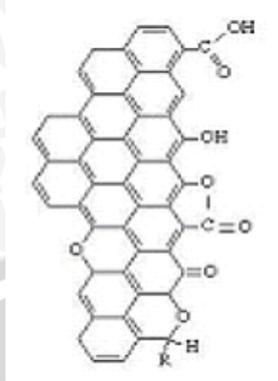
Karbon aktif secara umum mempunyai tiga macam pori yang dibentuk selama proses karbonisasi dan aktivasi. Dasar pembagian ini adalah perbedaan ukuran porinya, menurut Rinehart (2008) berdasarkan ukuran porinya karbon diklasifikasikan menjadi tiga yaitu mikropori (0-20 Å), mesopori (20-500 Å) dan makropori (>500 Å).

Karbon aktif mampu menyerap gas, cairan dan zat terlarut lainnya. Karbon aktif mempunyai daya serap karakteristik. Hal ini disebabkan karena karbon aktif mempunyai luas permukaan per unit massa dan aktivitas permukaan yang besar. Berdasarkan sifat fisiknya, Schweitzer (1975) membagi karbon aktif menjadi dua jenis yaitu bentuk serbuk dan bentuk butiran. Bentuk serbuk mempunyai kecepatan adsorpsi yang cukup kecil, harganya relatif murah dan dapat digunakan untuk menyerap cairan. Bentuk butiran mempunyai kecepatan adsorpsi besar, harganya relatif mahal dan digunakan untuk menyerap cairan dan gas.

Permukaan karbon memiliki sifat unik yang disebabkan adanya sedikit gugus fungsional yang berada di permukaan karbon. Gugus fungsi ini mengandung oksigen seperti karboksil, lakton dan fenol. Gugus-gugus fungsi ini terdapat pada ujung rantai polimer karbon. Peningkatan gugus fungsional dapat menurunkan volume pori dan

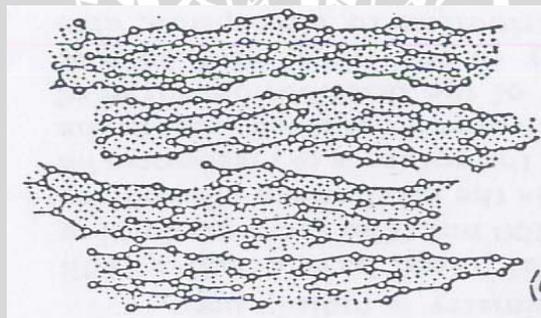
luas permukaan spesifik karena gugus fungsional dapat menutupi pori karbon. Dengan adanya gugus ini menjadikan karbon memiliki potensi sebagai adsorben (Parker, 1993).

Struktur dari karbon aktif dapat digambarkan pada Gambar 2.1 (Lopez dkk., 2007).



Gambar 2.1 Struktur karbon dengan gugus-gugus fungsional permukaan

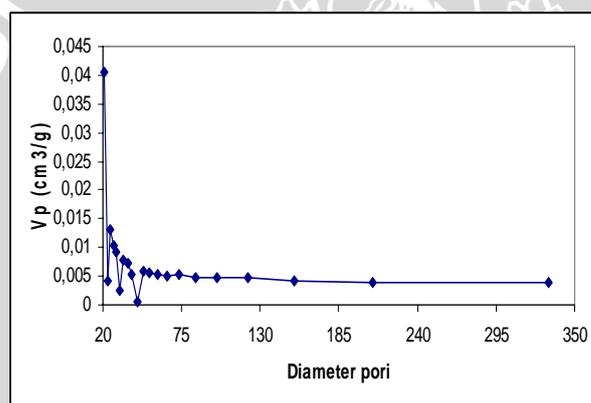
Karbon aktif memiliki struktur yang terdiri dari layer-layer seperti grafit, akan tetapi pada pembentukan layer-layernya, struktur karbon mengalami perubahan yang menyebabkan jarak antar layer tidak sama. Kerangka dasar penyusun struktur karbon merupakan cincin aromatis karbon yang berbentuk hexagonal. Struktur tersebut dapat digambarkan pada Gambar 2.2 (Jankowska dkk., 1991).



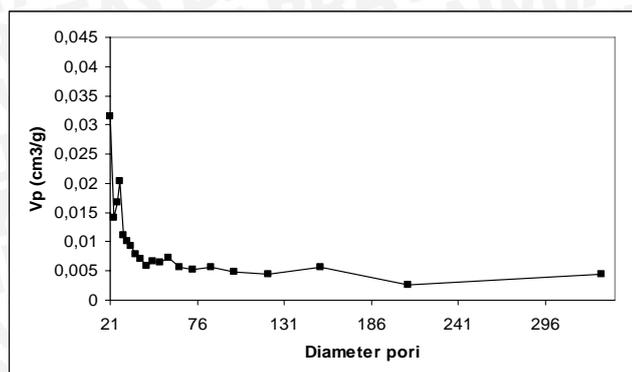
Gambar 2.2 Struktur karbon aktif yang berupa interlayer

Setianingsih dkk (2007) telah memperoleh karbon aktif dengan mensintesisnya dari limbah lumpur industri tekstil. Dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa karakter pori karbon aktif pada kondisi optimum sintesis (suhu aktivasi  $500^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam) untuk daerah pori total (mikropori + mesopori) : luas permukaan spesifik  $638,32\text{m}^2/\text{g}$ , volume pori spesifik  $0,35\text{cm}^3/\text{g}$ , diameter pori rata-rata  $21,78\text{ \AA}$ , sedangkan karakter pori karbon aktif perdagangan untuk daerah pori total : luas permukaan spesifik  $868,89\text{m}^2/\text{g}$ , volume pori spesifik  $0,45\text{cm}^3/\text{g}$ , diameter pori rata-rata  $20,94\text{ \AA}$ . Karakter pori untuk daerah mesopori karbon aktif hasil sintesis diperoleh hasil luas permukaan spesifik  $186,4965\text{m}^2/\text{g}$ , volume pori spesifik  $0,15\text{cm}^3/\text{g}$ , diameter pori rata-rata  $36,44\text{ \AA}$ , sedangkan untuk karbon aktif perdagangan Merck karakter pori untuk daerah mesoporinya diperoleh hasil luas permukaan spesifik  $230,74\text{m}^2/\text{g}$ , volume pori spesifik  $0,19\text{cm}^3/\text{g}$ , diameter pori rata-rata  $33,46\text{ \AA}$ .

Menurut penelitian Setianingsih dkk (2007) diperoleh bahwa untuk karbon aktif hasil sintesis terjadi pembentukan dominasi rongga pori pada diameter  $20,70\text{ \AA}$  dengan  $\%V = 11,43\%$  dan  $\%S = 12,24\%$ , dengan pola distribusi pori ditunjukkan pada Gambar 2.3. Pada karbon aktif perdagangan dari pola distribusi pori pada Gambar 2.4 dapat diketahui bahwa pembentukan dominasi rongga pori dominan pada diameter  $20,96\text{ \AA}$  dengan  $\%V = 6,67$  dan  $\%S = 6,89\%$ .



Gambar 2.3 Pola distribusi ukuran pori karbon aktif hasil sintesis untuk daerah mesopori.



Gambar 2.4 Pola distribusi ukuran pori karbon aktif perdagangan (Merck) untuk daerah mesopori.

Hasil perhitungan pori dari penelitian Setianingsih dkk (2007) diperoleh nilai %V dan %S yang berbeda untuk karbon aktif hasil sintesis dan karbon aktif perdagangan. Nilai %V untuk karbon aktif hasil sintesis sebesar 42,86 % dan %S = 29,22, sedangkan untuk karbon aktif perdagangan %V sebesar 42,22% dan %S=26,56%. Selain itu pada penelitian ini juga dilakukan karakterisasi karbon aktif ini dengan spektrofotometer infra merah. Pada hasil karakterisasi diperoleh bahwa dari proses karbonisasi dan aktivasi masih tersisa gugus fungsi yang belum hilang pada permukaan karbon aktif hasil sintesis setelah aktivasi yaitu gugus hidroksil dan lakton. Sedangkan pada karbon aktif perdagangan tidak lagi mengandung gugus-gugus fungsi, atau dapat disimpulkan bahwa polimerisasi karbon telah terjadi sempurna.

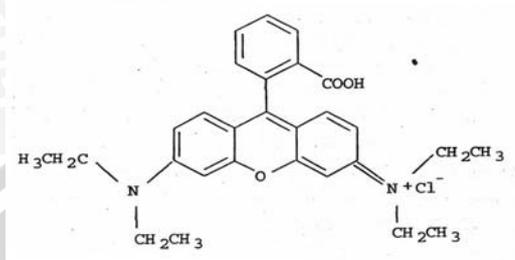
## 2.2 Rhodamin B

Zat warna adalah senyawa kimia yang akan berikatan dengan material sehingga memberikan warna kepada material. Beberapa jenis zat warna yang banyak digunakan pada industri tekstil adalah rhodamin B, *yellow monochlorotriazine* dan *congo red* (Allen dan Koumanova, 2005).

Rhodamin B memiliki rumus molekul  $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$  dengan berat molekul sebesar 479,000 mg/mol. Zat warna ini berbentuk kristal

hijau atau serbuk-ungu kemerah-merahan, sangat mudah larut dalam air yang akan menghasilkan warna merah kebiru-biruan. Selain dapat dengan mudah larut dalam air rhodamin B juga dapat larut dalam alkohol, HCl dan NaOH (Didinkaem, 2007). Nilai pKa dari rhodamin B sebesar 3,22 (Steyern dkk., 1996). Rhodamin B sampai sekarang masih banyak digunakan untuk mewarnai berbagai jenis makanan dan minuman (terutama untuk golongan ekonomi lemah), seperti kue-kue basah, saus, sirup, kerupuk dan tahu (khususnya *Metanil Yellow*), dan lain-lain (Didinkaem, 2007).

Struktur Rhodamin B digambarkan pada gambar 2.5 (Murat dkk., 2006).



Gambar 2.5 Struktur Rhodamin B

Pada Gambar 2.5. diketahui bahwa rhodamin B memiliki gugus fungsi yang terikat kepadanya (Murat dkk., 2006) yaitu gugus karboksil, amina tersier dan amonium kuartener.

### 2.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses dimana suatu adsorbat menempel pada suatu permukaan adsorben akibat adanya perbedaan muatan lemah antara adsorbat dan adsorben. Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya interaksi antara adsorbat dan adsorben, dipengaruhi gaya Van der Waals, dimana adsorbat diikat relatif lemah oleh adsorben sehingga mudah dilepaskan kembali. Mekanisme adsorpsi melibatkan serangkaian tahap antara lain perpindahan molekul adsorbat dari fasa larutan jenuh ke permukaan adsorben melalui proses difusi dan penempelan molekul adsorbat pada permukaan adsorben (Castellan, 1983). Adsorpsi fisik mempunyai

kecenderungan desorpsi lebih mudah dibanding adsorpsi kimia (Considine dan considine, 1989).

Pada proses adsorpsi, zat yang diserap disebut fase terserap atau adsorbat, sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Peristiwa adsorpsi ini disebabkan oleh gaya tarik antar molekul di permukaan adsorben (Sukardjo, 1990). Adsorpsi berlangsung terus menerus dan berhenti pada saat sistem tercapai kesetimbangan yaitu antara konsentrasi yang tinggal dalam larutan sama dengan konsentrasi yang diadsorpsi oleh adsorben (Tan, 1991).

Laju adsorpsi pada larutan bergantung dari berbagai faktor. Faktor yang paling penting adalah ukuran, struktur molekul adsorben, pelarut dan porositas adsorben. Setiap proses adsorpsi terdiri dari dua tahap yaitu (1). Migrasi adsorbat dari fasa ruah ke permukaan adsorben. (2). Adsorpsi terjadi di permukaan adsorben. Pada tahap pertama bergantung dari pelarut yang digunakan dan jenis adsorben serta dikontrol oleh laju difusi partikel. Pouchly dan Erdos, menerangkan kinetika adsorpsi pada adsorpsi larutan yang dikontrol oleh laju difusinya adalah : difusi adsorbat ke permukaan eksternal adsorben, difusi adsorbat ke pori (internal) adsorben. Dengan demikian maka adsorpsi bergantung dari kecepatan laju difusi yang bergantung pada kecepatan dan waktu pengocokan (Oscik, 1982).

Secara umum dikenal ada dua jenis adsorpsi, yaitu adsorpsi fisik atau adsorpsi Van Der Waals dan adsorpsi kimia atau adsorpsi teraktivasi (Oscik, 1982). Adsorpsi fisik adalah adsorpsi yang disebabkan oleh interaksi antara adsorben dan adsorbat pada permukaan karena adanya gaya tarik Van der Waals atau ikatan hidrogen, adsorpsi fisik ini biasanya reversible (dapat balik) karena dapat dilepas kembali dengan adanya penurunan konsentrasi larutan. Adsorbat tidak terikat secara kuat pada bagian adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari bagian permukaan ke bagian lain dan dapat diganti oleh adsorbat lain (Castellan, 1983).

Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang melibatkan ikatan valensi sebagai hasil pemakaian bersama elektron oleh adsorbat dan adsorben. Adsorpsi kimia berkaitan dengan pembentukan senyawa kimia yang melibatkan adsorben pada permukaan zat yang diserap (Oscik, 1982). Adsorbat yang teradsorpsi oleh proses kimia umumnya sangat sulit untuk diregenerasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah lama pengocokan, (Ninova dkk., 2002), kecepatan pengocokan (Sawyer dan Mc Carty, 1987). Selain

itu adsorpsi juga dipengaruhi oleh pH, jenis adsorben, ukuran partikel adsorben konsentrasi solut, jumlah adsorben, ukuran adsorben dan temperatur adsorpsi (Vaisya dan Gupta, 2002), ikatan yang ada dalam larutan (adsorbat) serta adanya ion lain (Lee dkk., 2000).

#### 2.4 Adsorpsi rhodamin B

Dekolorisasi dari teknik pengolahan limbah menghasilkan dua teknik untuk memisahkan polutan zat warna yaitu adsorpsi dan teknik penukar ion. Banyak faktor yang berpengaruh dalam teknik pemisahan ini yaitu interaksi zat warna dengan adsorben, *surface area*, ukuran partikel, temperatur, pH dan waktu kontak (Allen dan Koumanova, 2005).

Menurut penelitian Yamada dkk (2003) penentuan adsorpsi dari zat warna, methylene blue (MB), rhodamin B (RB) dengan penggunaan 1 gram abu layang dan 50 ml MB dan RB dalam larutan dapat dipengaruhi oleh waktu reaksi, pH larutan, dan konsentrasi awal dari zat warna untuk adsorpsi dari MB dan RB.

Setianingsih dkk (2007) mengkaji adsorpsi dengan dilakukan pada kondisi sintesis optimum dan pada satu kondisi saja dengan menggunakan adsorben yaitu karbon aktif sebanyak 0,1 g dalam 25 mL larutan zat warna 100 ppm. Zat warna yang digunakan adalah zat warna jenis kation (rhodamin B). Adsorpsi dilakukan pada kecepatan konstan 125 rpm pada suhu kamar lama pengocokan dilakukan selama 4 jam. Dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa daya adsorpsi karbon mesopori yaitu 97,91% lebih kecil dibandingkan karbon aktif perdagangan yaitu 98,64%.

Karbon mesopori juga pernah diujikan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi rhodamin B dengan cara karbon mesopori sebanyak 0,1 g dalam 25 mL larutan rhodamin B 100 ppm. Adsorpsi dikocok dengan pengocok elektrik pada kecepatan konstan 125 rpm pada suhu kamar lama pengocokan dilakukan selama 4 jam. Dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa daya adsorpsi karbon mesopori yaitu 62,92% lebih kecil dibandingkan karbon aktif perdagangan yaitu 98,64% (Setianingsih dkk., 2006).

Abu layang batubara yang didapat melalui produksi secara besar-besaran dari fosil tanaman, dapat digunakan untuk memisahkan zat warna yaitu methylene blue (MB), rhodamin B (RB) dari larutan. Abu layang batubara hanya mempunyai kapasitas adsorpsi yang

lebih kecil terhadap metilen blue(6,4 mg) dan lebih kecil lagi untuk rhodamin B (Yamada dkk.,2003).

Abu layang pernah diuji adsorpsinya sebagai adsorbat untuk rhodamin B dan metilen blue sebagai adsorbatnya dengan kondisi pada berbagai pH dan konsentrasi adsorbat. Pada variasi pH, adsorpsi rhodamin B dilakukan dengan menggunakan abu layang pada konsentrasi  $2,0 \times 10^{-4}$  mol/L dengan kisaran pH yang digunakan 1-11. Dari hasil uji diperoleh bahwa pada metilen blue adanya perbedaan pH pada sistem larutan tidak terlalu memberikan perbedaan nilai adsorpsi yang signifikan. Berbeda dengan rhodamin B, pada zat warna kation ini, adsorpsi optimum RB diperoleh pada rentang pH 2,8-4,5 untuk semua abu layang. Tetapi jika pada kondisi di atas atau di bawah pH tersebut (dalam keadaan terlalu basa atau asam) maka akan diperoleh nilai adsorpsi yang menurun. Pada variasi konsentrasi adsorbat didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi maka nilai adsorpsi akan semakin besar pula seiring dengan peningkatan konsentrasi dari adsorbatnya (Yamada dkk., 2003).

Menurut Shabudeen dkk (2006) dari penelitiannya diperoleh bahwa adsorpsi RB dengan karbon dari sintesis kulit kapuk dengan variasi pH, dapat dilakukan dengan kondisi  $\text{pH} > 3$ . Jika adsorpsi dilakukan pada kondisi pH 3-1 maka akan terjadi penurunan nilai adsorpsi yaitu sekitar 4%. Hal ini disebabkan karena interaksi yang kuat antara zat warna dengan  $\text{H}^+$  dari kondisi asam dan  $\text{OH}^-$  dari kondisi basa. Hal ini tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi tetapi berpengaruh terhadap mekanisme pertukaran ion pada saat zat warna diadsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi zat warna tersebut tidak dipengaruhi pH awal larutan.

## **2.5 Pengaruh Lama Pengocokan dan Kecepatan Pengocokan Terhadap Adsorpsi**

Proses adsorpsi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : lama dan kecepatan pengocokan. Untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi diperlukan lama pengocokan yang cukup tinggi. Jika adsorpsi dilakukan dengan kondisi tanpa pengocokan maka difusi adsorbat pada permukaan adsorben akan lambat. Hal ini merupakan tahap penentuan kecepatan adsorpsi. Dengan demikian perlu dilakukan pengocokan untuk mempercepat proses adsorpsi.

Kecepatan adsorpsi dipengaruhi oleh difusi adsorbat ke permukaan adsorben yang tergantung pada kecepatan pengocokan dalam sistem. Difusi yang terjadi umumnya mencapai optimum bila kontak sistem terjadi dengan pengocokan kuat (Sawyer dan Mc Carty, 1987; Ninova dkk., 2002).

Abu layang diuji adsorpsinya dengan menggunakan metilen blue dan rhodamin B ( 1g abu layang dalam 50ml RB dan MB  $2 \times 10^{-4}$  mol/L), dengan berbagai lama pengocokan dan pada kecepatan 200 rpm. Pada abu layang dari Thailand variasi lama pengocokan dimulai dari 10-60 menit dan untuk abu layang dari Indonesia dan Filipina divariasi dengan waktu 2 jam sampai lebih dari 20 jam. Dari percobaan dihasilkan bahwa semakin lama waktu pengocokan maka semakin meningkat pula nilai adsorpsinya. Tetapi pada saat lama pengocokan optimum tercapai, jika dilakukan pengocokan lebih dari waktu optimum maka akan didapatkan nilai adsorpsi yang konstan (terjadi kesetimbangan fasa). Untuk abu layang dari Indonesia diperoleh untuk mencapai kesetimbangan nilai adsorpsi antara lama 30-60 menit dan optimum tercapai pada lama pengocokan  $\pm 20$  menit ( $< 30$  menit) dengan menggunakan zat warna jenis MB (Yamada dkk., 2003).

Pada penelitian Shabudeen dkk (2006) pernah dilakukan adsorpsi rhodamin B dalam sistem larutan dengan menggunakan adsorben karbon yang disintesis dari kulit kapuk. Adsorpsi dengan adsorben ini terjadi dengan cepat dan kecepatan adsorpsi dikontrol oleh difusi intrapartikel. Karbon aktif yang dihasilkan dari sintesis kulit kapok digunakan sebagai adsorben dengan konsentrasi zat warna sebesar 1000 ppm. Zat warna ini diadsorpsi untuk memisahkannya dari limbah cair industri. Langkah ini dilakukan sebagai salah satu cara pengolahan limbah untuk limbah industri tekstil. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin lama kontak semakin tinggi nilai adsorpsi hingga diperoleh waktu kesetimbangan adalah sebesar 120 menit.

Rhodamin B, congo *red* dan malachite *green* pada penelitian ini digunakan sebagai zat warna untuk diadsorpsi oleh karbon aktif. Dengan konsentrasi larutan zat warna sebesar 20 mg/L. Kemudian dikocok dengan pengocok elektrik dan dianalisa dengan spektrofotometri UV-VIS. Pada awal waktu pengocokan digunakan waktu 10 menit kemudian dilakukan variasi waktu hingga 60 menit. Dari hasil penelitian diperoleh waktu kontak optimum untuk semua zat warna dengan konsentrasi yang sama adalah sebesar 40 menit.

Semakin lama waktu kontak maka semakin besar pula adsorpsi yang terjadi (Herna dkk., 2007).

Dari penelitian Moreira dkk (1998) telah dilakukan adsorpsi zat warna jenis *yellow* monocholorotriazine dengan adsorben yaitu alumina dan karbon aktif. Dari uji adsorpsinya diperoleh bahwa semakin lama waktu pengocokan yang dilakukan maka semakin besar pula nilai adsorpsinya tetapi ketika kesetimbangan terjadi nilai adsorpsi cenderung tetap. Yang berarti lama pengocokan telah mencapai optimum dan selanjutnya akan memberikan hasil nilai adsorpsi yang konstan. Hal ini juga diujikan pada kondisi kecepatan yang berbeda yaitu pada 70 rpm dan 150 rpm. Kondisi optimum tercapai pada waktu 30 menit untuk kecepatan 70 rpm dan 10 menit untuk kecepatan 150 rpm. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa nilai adsorpsi yang lebih besar untuk kecepatan yang lebih tinggi. Nilai adsorpsi untuk kecepatan 70 rpm < 150 rpm.

## **2.6 Penentuan Kadar Rhodamin B dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak**

### **2.6.1 Metode Spektrofotometri**

Spektrofotometer sinar tampak merupakan alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut direfleksikan/ ditransmisikan/ diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang (Skoog dan Hollen, 1985)

Metode Spektrofotometri sinar tampak selalu melibatkan senyawa berwarna. Semua reaksi kimia dapat terlibat diantaranya melalui reaksi redoks, reaksi pembentukan kompleks dan reaksi yang menggunakan senyawa organik (Day dan Underwood, 1990). Dalam analisis spektrofotometri digunakan suatu sumber radiasi sinar tampak dengan panjang gelombang 400-760 nm (Basset dkk., 1994).

Radiasi elektromagnetik yang digunakan sebagai sumber sinar pada spektrofotometer (spektronik-20) adalah sinar ultraviolet dan bilangan gelombang 200-400 nm dan sinar tampak meliputi daerah dengan bilangan gelombang berkisar 400 nm (cahaya ungu) sampai 600 nm (cahaya merah) dan terdiri dari bermacam-macam warna (polikromatis) dengan kuantitatif energi yang diserap oleh suatu senyawa berbanding terbalik dengan panjang gelombang radiasi (Fessenden dan Fessenden, 1992).

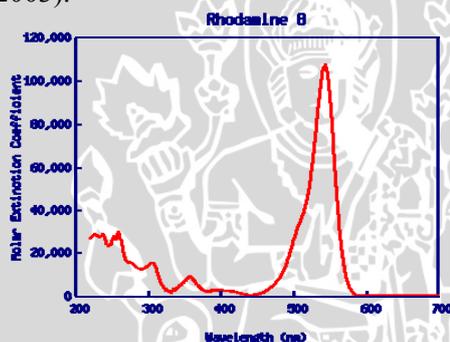
Menurut hukum Lambert-Beer, absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang menyerap dan panjang lintasan radiasi dalam medium. Hal ini dapat dituliskan melalui persamaan (Ewing, 1985):

$$\begin{aligned} A &= -\log T \\ A &= \epsilon bc \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dimana : A = Absorbansi  
 $\epsilon$  = Absorptivitas ( $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ )  
 b = Tebal medium yang menyerap (cm)  
 c = Konsentrasi larutan ( $\text{mol.L}^{-1}$ )  
 T = transmittan

### 2.6.2 Penentuan Rhodamin B dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak

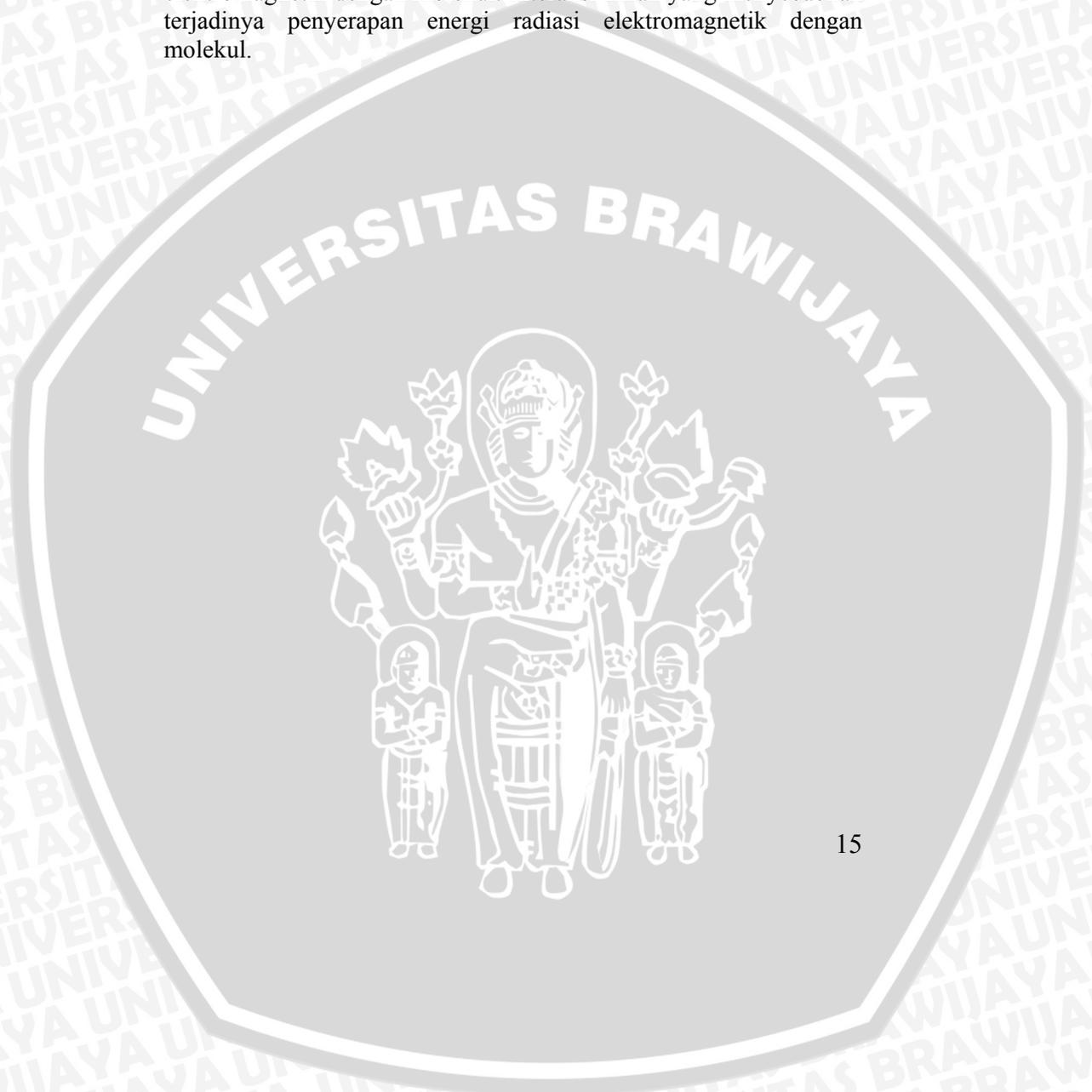
Rhodamin B dapat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer karena merupakan senyawa berwarna. Metode spektrofotometri didasarkan pada interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan molekul. Interaksi inilah yang menyebabkan terjadinya penyerapan energi radiasi elektromagnetik. Adsorpsi Rhodamin B cukup tinggi sehingga sering dipergunakan. Rhodamin B diukur menggunakan alat spektrofotometer pada  $\lambda=554 \text{ nm}$  (Yamada dkk., 2003).



Gambar 2.6 Spektra Rhodamin B (H. Du dkk., 1998)

Menurut hasil penelitian Wahyuni (2005) diperoleh panjang gelombang maksimum dari rhodamin B sebesar 554,2 nm. Pada

panjang gelombang tersebut energi radiasi yang diserap oleh Rhodamin B maksimum. Daerah panjang gelombang merupakan daerah dari warna komplementer ungu kemerahan. Warna dari Rhodamin B yang disebabkan karena sistem konjugasi yang panjang dalam strukturnya. Semakin panjang sistem konjugasi, pemisahan energi pada panjang gelombang yang lebih besar. Transmisi yang terjadi adalah  $\pi \rightarrow \pi^*$  yang disebabkan oleh adanya ikatan ganda terkonjugasi sehingga panjang gelombang antara 530-560 nm (Wahyuni, 2005). Menurut Peter dkk (1974) metode spektrofotometri didasarkan pada interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan molekul. Interaksi inilah yang menyebabkan terjadinya penyerapan energi radiasi elektromagnetik dengan molekul.



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang mulai tanggal 7 Januari – 1 Februari 2008.

### 3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel karbon aktif sintetik hasil sintesis dari penelitian Setianingsih dkk (2007), karbon aktif perdagangan (Merck) (p.a), rhodamin B (p.a), natrium hidroksida (p.a), asam klorida pekat 37%; 1,19 g/mL (p.a), dan pelarut akuades.

### 3.3 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari pengocok elektrik merk Edmund Buhler SM 25, neraca analitik, ayakan 250 dan 300 mesh, botol semprot, seperangkat alat gelas, pH meter merk Inolab, sentrifuge merk Hettich D-7200, spektronik-20 merk Photomech 301-A.

### 3.4 Tahap Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa tahap yaitu :

1. Preparasi sampel
2. Penentuan nilai persen adsorpsi Rhodamin B oleh karbon aktif sintetik dengan berbagai lama dan kecepatan pengocokan.
3. Penentuan nilai persen adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif perdagangan.
4. Analisis Data

### 3.5 Preparasi sampel

Serbuk sampel karbon aktif sintetik maupun karbon aktif perdagangan diayak dengan ayakan ukuran 250-300 mesh dan dihomogenisasi, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 110<sup>0</sup>C sampai didapatkan berat konstan. Menurut Vogel (1994) berat

konstan didapatkan dari dua kali penimbangan berturut-turut harus berselisih tidak lebih dari 0,0002 g.

### **3.6 Penentuan Nilai Persen Adsorpsi Rhodamin B oleh Karbon Aktif Sintetik**

#### **3.6.1 Berbagai Lama Pengocokan**

Uji adsorpsi pada penentuan ini dilakukan pada pH 9. Prosedur adsorpsi dilakukan mengacu dari penelitian Setianingsih dkk (2007) dengan cara memipet larutan rhodamin B 100 ppm (pH 9,00) sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Setelah itu ditambahkan 0,1000 g kristal karbon aktif sintetik. Campuran dikocok dengan pengocok elektrik pada kecepatan 125 rpm dengan berbagai lama pengocokan 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 jam. Adsorpsi dilakukan pada suhu kamar. Setelah itu campuran dipisahkan dari padatnya dengan cara disentrifuge pada kecepatan 4200 rpm selama 5 menit. Filtrat yang diperoleh digunakan untuk penentuan konsentrasi sisa rhodamin B secara spektrofotometri dengan menggunakan spektronik 20 sebagaimana pada sub bab 3.8.4. Setiap data konsentrasi yang diperoleh tersebut digunakan untuk penentuan persen adsorpsi rhodamin B dengan perhitungan sesuai dengan sub bab 3.9. Perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

#### **3.6.2 Berbagai Kecepatan Pengocokan**

Prosedur yang digunakan untuk uji adsorpsi dengan berbagai kecepatan pengocokan dilakukan dengan cara sama dengan prosedur 3.6.1 tetapi dilakukan pada kondisi lama pengocokan optimum (3 jam) dan pada berbagai kecepatan pengocokan yaitu 100; 125; 150; 175; dan 200 rpm.

### **3.7 Penentuan Nilai Persen Adsorpsi Rhodamin B oleh Karbon Aktif Perdagangan**

Prosedur yang digunakan sama dengan prosedur 3.6.1 tetapi dilakukan pada kondisi lama dan kecepatan pengocokan optimum (3 jam, 150 rpm) dengan adsorben yang digunakan adalah karbon aktif perdagangan.

### 3.8 Penentuan Rhodamin B Secara Spektrofotometri

#### 3.8.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum ini diperoleh dengan cara mengukur larutan rhodamin B 70 ppm pada berbagai panjang gelombang yaitu 530 – 560 nm dengan menggunakan alat spektronik 20.

#### 3.8.2 Pembuatan Kurva Baku

Untuk pembuatan kurva baku dilakukan dengan cara dibuat sederetan konsentrasi rhodamin B yaitu 40; 45; 50; 55; 60; 65; dan 70 ppm dengan cara yang telah dijabarkan sebagaimana sub bab L.2.3. Larutan yang dihasilkan kemudian diukur absorbansinya dengan spektronik-20 pada  $\lambda = 554$  nm. Dari hasil pengukuran dibuat kurva hubungan antara konsentrasi rhodamin B (ppm) sebagai sumbu x dengan absorbansi sebagai sumbu y sehingga diperoleh persamaan regresi linier  $y = ax$ .

#### 3.8.3 Penentuan Larutan Rhodamin B 100 ppm sebagai Konsentrasi Awal

Larutan rhodamin B 200 ppm dipipet sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam beaker glass 100 mL. Kemudian diukur pHnya dengan menggunakan pH meter. Setelah larutan diukur pHnya, pH larutan diatur hingga pH sesuai dengan larutan standar kurva baku (pH = 5,00) dengan cara menambahkan larutan HCl 0,01 M ke dalam beaker glass, jika pH diatas rentang pH larutan standar kurva baku, dan dengan menambahkan akuades, jika pH larutan di bawah rentang pH larutan standar kurva baku. Penambahan sedikit demi sedikit sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga pH tepat 5,00. Kemudian larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL. Beaker glass sisa pemakaian dibilas dengan larutan HCl pH 5,00. Larutan diencerkan dengan larutan HCl pH 5,00 hingga tanda batas. Larutan filtrat kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektronik 20 pada  $\lambda = 554$  nm. Absorbansi hasil pengukuran digunakan untuk menentukan konsentrasi awal adsorpsi (sub bab L.4)

### 3.8.4 Penentuan Kadar Rhodamin B Sisa dalam Larutan Sampel

Larutan filtrat hasil adsorpsi Rhodamin B dalam sampel dipipet sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam beaker glass dan ditambahkan 25 mL larutan standar rhodamin B 100 ppm. Kemudian larutan diukur pHnya, jika pH larutan tidak berada dalam rentang pH larutan standar kurva baku (pH 5,00) maka pH diatur sesuai dengan rentang pH larutan standar kurva baku dengan menambahkan larutan HCl 0,01 M jika pH larutan setelah adsorpsi di atas pH larutan standar kurva baku, jika di bawah pH larutan standar kurva baku maka ditambahkan akuades. Setelah itu larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan hingga tanda batas dengan larutan HCl pH 5,00. Kemudian diukur absorbansinya pada  $\lambda = 554$  nm. Dari larutan rhodamin B sisa yang telah diukur, nilai absorbansi tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi sisa rhodamin B dengan menggunakan persamaan baku hasil dari sub bab 3.8.2.

### 3.9 Penentuan Rhodamin B yang Teradsorpsi Oleh Karbon Aktif

Penentuan persen Rhodamin B yang teradsorpsi dapat ditentukan dengan persamaan (Kannan, 2007):

$$\text{Persen adsorpsi rhodamin B} = \frac{(C_o - C_s)}{C_o} \times 100\%$$

Dimana :  $C_o$  = Konsentrasi Rhodamin B sebelum adsorpsi (ppm)

$C_s$  = Konsentrasi Rhodamin B setelah adsorpsi (ppm)

### 3.10 Analisis Data

Data persen adsorpsi rhodamin B rata-rata yang diperoleh dari berbagai perlakuan diuji statistik melalui uji F dan BNT, sedangkan untuk membandingkan nilai adsorpsi antara nilai adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif hasil sintesis dengan nilai adsorpsi oleh karbon aktif perdagangan diuji statistik melalui uji t berpasangan.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

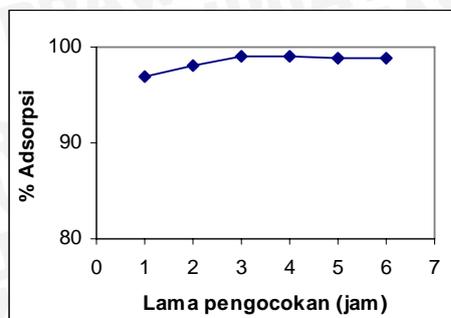
Pada penelitian ini telah dilakukan adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif sintetik dengan mengkaji penentuan lama pengocokan optimum (sub bab 4.1), penentuan kecepatan pengocokan optimum (sub bab 4.2) terhadap adsorpsi rhodamin B menggunakan karbon aktif sintetik, serta membandingkan nilai adsorpsinya dengan karbon aktif perdagangan (sub bab 4.3).

### 4.1 Penentuan Lama Pengocokan Optimum Terhadap Adsorpsi Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Sintetik

Pada sub bab 1.1 telah dijelaskan bahwa lama pengocokan berpengaruh terhadap tercapainya kesetimbangan adsorpsi. Dengan melakukan adsorpsi pada berbagai lama pengocokan maka dapat mengkaji lama pengocokan optimum untuk mendapatkan nilai adsorpsi yang maksimal.

Berdasarkan hasil penelitian sesuai dengan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa lama pengocokan berpengaruh terhadap tercapainya kesetimbangan adsorpsi. Hal ini didukung oleh hasil analisa data menggunakan RAL pada Lampiran 5.1 dengan menggunakan uji F yang menunjukkan bahwa lama pengocokan berpengaruh terhadap persen adsorpsi rhodamin B. Dari hasil uji BNT pada taraf kesalahan 1% diperoleh bahwa pada lama 1 sampai 3 jam berbeda nyata terhadap persen adsorpsi rhodamin B dan pada lama 3 sampai 6 jam secara berturut tidak berbeda nyata terhadap persentase rhodamin B teradsorpsi yang berarti bahwa telah tercapai kesetimbangan.





Gambar 4.1 Grafik nilai persen adsorpsi rhodamin B pada berbagai lama pengocokan

Pada Gambar 4.1 diketahui bahwa dari lama pengocokan 1 sampai dengan 3 jam, semakin lama waktu pengocokan maka kemampuan adsorpsi semakin meningkat. Peningkatan persentase adsorpsi ini disebabkan waktu kontak yang semakin lama antara adsorben dan adsorbat. Semakin lama waktu kontak adsorbat dan adsorben, semakin lama interaksi antara adsorbat dengan adsorben sehingga semakin besar peluang RB teradsorpsi.

Adsorpsi pada penelitian ini dilakukan pada pH 9 sehingga interaksi yang terjadi sesuai dengan kondisi pada masing-masing adsorbat dan adsorben pada pH tersebut. Pada kondisi ini terjadi perubahan muatan gugus fungsi pada permukaan karbon aktif sintetik sebagai adsorben dan rhodamin B sebagai adsorbatnya. Gugus fungsi yang terdapat pada permukaan karbon aktif sintetik meliputi gugus hidroksil dan lakton. Gugus hidroksil yang terikat pada polimer karbon cenderung dalam bentuk ion hidroksil ketika berada dalam larutan pH 9. Hal ini didasarkan pada nilai pKa gugus hidroksil yang terikat pada polimer karbon memiliki nilai pKa yang lebih rendah dari gugus hidroksil yang terikat pada satu cincin aromatis (nilai pKa gugus fenol 9,9 (Mit, OCW, 2008)). Dengan nilai pKa yang lebih kecil dari pH larutannya maka gugus hidroksil terdeprotonasi menjadi ion hidroksil. Pada rhodamin B memiliki gugus karboksil, amina tersier dan amonium kuartener. Pada kondisi pH 9, gugus karboksil yang terikat pada cincin aromatis rhodamin B dominan dalam bentuk ion karboksilatnya (sesuai perhitungan Lampiran L.7.3). Gugus karboksil yang terikat pada struktur aromatis rhodamin B memiliki nilai pKa 3,22 (Steyern dkk., 1996).

Nilai pKa gugus ini lebih kecil dari pH larutannya sehingga gugus karboksil terdeprotonasi menjadi ion karboksilat. Perubahan tersebut terjadi karena adanya penambahan larutan NaOH untuk pH basa. Ion OH<sup>-</sup> yang dihasilkan berpotensi untuk mendeprtonasi gugus fungsi pada karbon aktif sintetik maupun rhodamin B.

Mekanisme interaksi yang terjadi antara adsorbat dan adsorbennya dapat diterangkan sebagai berikut : cincin aromatis karbon aktif akan berinteraksi dengan cincin aromatis yang ada pada rhodamin B melalui gaya London. Fritz London (Brady, 1999) menerangkan mekanismenya sebagai berikut : elektron bergerak mengelilingi molekul secara acak. Pada suatu saat ada kemungkinan pada satu sisi molekul memiliki rapat elektron yang berbeda, sehingga molekulnya memiliki dipol sesaat. Senyawa non polar dari adsorben mengalami dipol sesaat, akibatnya dipol sesaat ini akan menginduksi dipol tetangganya yaitu adsorbat. Terbentuknya dipol induksi sesaat dari adsorben dan adsorbat menghasilkan gaya tarik menarik yang dapat menyebabkan interaksi diantaranya.

Polimer karbon pada karbon aktif yang bersifat non polar akan berinteraksi dengan ion karboksilat dan amonium kuartener pada rhodamin B, sebaliknya cincin aromatis rhodamin B yang bersifat non polar juga mengalami interaksi dengan ion hidroksil yang terdapat pada permukaan karbon aktif. Interaksi ini terjadi melalui gaya Van Der Waals induksi. Amonium kuartener dan ion karboksilat dari rhodamin B, serta ion hidroksil dari karbon aktif menginduksi gugus nonpolar tersebut. Terjadinya induksi ini menyebabkan gugus nonpolar tersebut mengalami induksi sesaat. Ketika dipol induksi sesaat terbentuk, amonium kuartener dan ion karboksilat dari rhodamin B mengalami gaya tarik menarik dengan polimer karbon aktif dan ion hidroksil dari karbon aktif mengalami gaya tarik menarik dengan cincin aromatis dari rhodamin B sehingga terjadi interaksi diantara keduanya.

Muatan positif dari amonium kuartener pada rhodamin B mengalami gaya tarik elektrostatis dengan ion hidroksil dari permukaan karbon aktif. Interaksi ini tidak dominan pada proses adsorpsi kali ini karena struktur dasar pembentuk karbon adalah polimer karbon yang bersifat nonpolar sehingga interaksi yang dominan adalah interaksi antara polimer karbon yang bersifat non polar dengan cincin aromatis dari rhodamin B. Dari struktur dasar pembentuk karbon dan uraian interaksi-interaksi yang terjadi maka

dapat diketahui bahwa adsorpsi yang terjadi merupakan adsorpsi fisik.

Pada lampiran L.6.1 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai pH setelah adsorpsi. Pada proses adsorpsi nilai pH = 9, setelah adsorpsi pH menjadi bervariasi antara pH 4-5. Penurunan pH disebabkan adanya penambahan ion-ion  $H^+$  dari karbon sendiri ketika ditambahkan dengan larutan NaOH pH 9 maupun  $H^+$  dari karbon ketika karbon berinteraksi dengan rhodamin B. Hal ini didukung lampiran L.6.2, saat karbon aktif sintetik ditambahkan larutan NaOH pH 9, terjadi penurunan pH. Ini menunjukkan adanya penambahan  $H^+$  pada larutan yang dihasilkan dari deprotonasi gugus hidroksil dari karbon aktif sintetik menjadi ion hidroksil. Sesuai dengan perhitungan lampiran L.7.2 dan penjelasan sub bab 4.1 diperoleh bahwa pada saat karbon ditambahkan larutan NaOH pH 9 banyaknya konsentrasi ion hidroksil 1/8 konsentrasi gugus hidroksil.

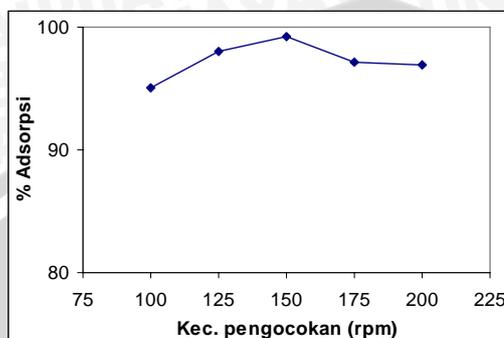
Pada lama 3 sampai dengan 6 jam tidak berpengaruh nyata terhadap persentase rhodamin B teradsorpsi yang berarti bahwa telah tercapai kesetimbangan. Hal ini berarti laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi.

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa lama pengocokan optimum dicapai pada waktu kesetimbangan. Waktu kestimbangan tercapai pada lama pengocokan 3 jam dengan nilai persentase adsorpsi rhodamin B sebesar  $99,25 \pm 0,33\%$ .

#### **4.2 Penentuan Kecepatan Pengocokan Optimum Terhadap Adsorpsi Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Sintetik**

Kecepatan adsorpsi bergantung pada kecepatan pengocokan dalam sistem. Kecepatan adsorpsi berkaitan dengan difusi adsorbat ke permukaan adsorben. Pada zat padat difusi sulit terjadi tanpa adanya energi kinetik. Menurut Brady (1999) hanya ion-ion yang memiliki energi kinetik besar mampu bergerak dan berinteraksi dengan zat padat. Tanpa adanya pengocokan maka proses adsorpsi akan berjalan lambat dan berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Dengan demikian dilakukan penentuan nilai adsorpsi rhodamin B pada berbagai kecepatan pengocokan untuk mengkaji kecepatan pengocokan optimum agar mendapatkan nilai adsorpsi yang maksimal.

Menurut hasil penelitian sesuai dengan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa kecepatan pengocokan berpengaruh terhadap persentase rhodamin B teradsorpsi. Hal ini didukung oleh analisa data menggunakan RAL pada Lampiran 5.2 dengan menggunakan uji F yang menunjukkan bahwa kecepatan pengocokan berpengaruh nyata terhadap rhodamin B yang teradsorpsi dan dari hasil uji BNT dengan taraf kesalahan 1% diperoleh bahwa pada kecepatan 100-175 rpm berbeda nyata terhadap persentase rhodamin B teradsorpsi dan pada kecepatan 175-200 rpm tidak berbeda nyata terhadap persentase rhodamin B teradsorpsi.



Gambar 4.2 Grafik nilai persen adsorpsi rhodamin B pada berbagai kecepatan pengocokan

Pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa pada kecepatan 100 sampai dengan 150 rpm kemampuan adsorpsi semakin lama semakin meningkat. Hal ini disebabkan dengan semakin besar kecepatan pengocokan, semakin cepat mobilitas rhodamin B dalam fasa ruahnya, semakin cepat laju migrasi rhodamin B ke permukaan adsorben sehingga semakin memperbesar peluang untuk terjadinya adsorpsi. Adsorpsi yang terjadi merupakan proses adsorpsi fisik yang cenderung lemah sehingga migrasi rhodamin B dari fasa larutannya ke permukaan adsorben sulit terjadi tanpa didukung energi kinetik yang cukup tinggi.

Pada kecepatan 150 sampai dengan 175 rpm kemampuan adsorpsi menurun. Hal ini karena dengan pengocokan yang terlalu kuat menyebabkan interaksi diantara adsorben dan adsorbat sulit terjadi. Interaksi adsorbat dan adsorben terjadi lebih singkat karena adanya pengocokan yang terlalu kuat. Hal ini dapat mengakibatkan

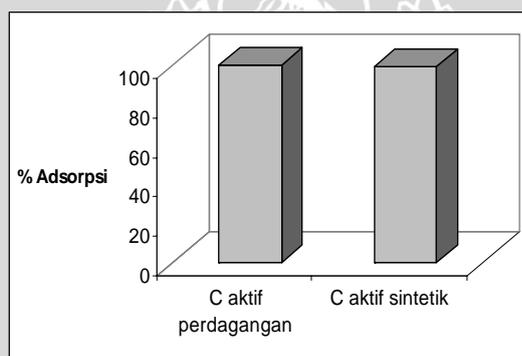
menurunkan gaya tarik menarik antara adsorben dengan adsorbat, sehingga proses adsorpsi menurun. Pada kecepatan 175 sampai dengan 200 rpm tidak berbeda nyata terhadap persentase rhodamin B teradsorpsi yang menunjukkan bahwa telah tercapai kesetimbangan.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa kondisi optimum tercapai pada kecepatan pengocokan 150 rpm dengan nilai persentase adsorpsi rhodamin B yang diperoleh sebesar  $99,28 \pm 0,00\%$ .

#### 4.3 Perbandingan Nilai Adsorpsi Karbon Aktif Sintetik Dengan Karbon Aktif Perdagangan

Pada penelitian ini telah dilakukan studi perbandingan nilai adsorpsi pada kondisi optimum antara karbon aktif sintetik dengan karbon aktif perdagangan untuk mengetahui perbedaan daya adsorpsi dari masing-masing adsorben.

Pada penggunaan karbon aktif perdagangan sebagai adsorben diperoleh persen adsorpsi rhodamin B relatif sama dengan karbon aktif sintetik sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.3. Nilai adsorpsi karbon aktif sintetik 0,99 kali nilai adsorpsi karbon aktif perdagangan. Hal ini didukung oleh analisa data menggunakan RAL pada Lampiran 5.3 dengan menggunakan uji t-berpasangan pada taraf kesalahan 1% didapatkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antar dua adsorben.



Gambar 4.3 Diagram perbandingan persen adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif perdagangan dengan karbon aktif sintetik.

Nilai adsorpsi yang tidak jauh berbeda antara dua adsorben dari Gambar 4.3, jika dilihat dari ukuran volume pori dan luas permukaan spesifik (dari nilai-nilai uraian sub bab 2.1) dapat diketahui bahwa untuk karbon aktif perdagangan volume porinya lebih besar 1,27 kali dari karbon aktif sintetik demikian juga dengan luas permukaannya, karbon aktif perdagangan luas permukaannya 1,24 kali lebih besar dari karbon aktif sintetik. Berdasarkan kesesuaian ukuran adsorbat yang digunakan yaitu berdiameter  $19,00 \times 15,35 \text{ \AA}$  (hasil perhitungan *Chemdraw*) dan ukuran diameter adsorben baik karbon aktif sintetik maupun karbon aktif perdagangan sesuai dengan uraian sub bab 2.1 dapat diketahui bahwa adsorpsi sama-sama terjadi pada diameter  $\geq 20 \text{ \AA}$  (daerah mesopori). Pada pola distribusi pori dari sub bab 2.1, rongga pori yang jumlahnya paling dominan yang berperan paling besar dalam proses adsorpsi karena ukuran dari adsorbatnya yang sesuai dengan ukuran dari diameter adsorbennya (rongga pori yang dominan dari karbon aktif sintetik memiliki diameter  $20,70 \text{ \AA}$  yang lebih besar dari karbon aktif perdagangan yaitu  $20,96 \text{ \AA}$ ). Dengan nilai-nilai yang diketahui maka karbon aktif perdagangan unggul sebagai adsorben untuk mengadsorpsi rhodamin B dibandingkan dengan karbon aktif sintetik. Namun demikian, karbon aktif sintetik memiliki gugus fungsi pada permukaannya sedangkan pada karbon aktif perdagangan tidak memiliki gugus fungsi pada permukaannya, adanya gugus fungsi ini dapat sedikit membantu interaksi antara rhodamin B dan karbon aktif sintetik, meskipun interaksi ini tidak dominan. Dengan demikian maka diperoleh nilai persen adsorpsi rhodamin B antara kedua adsorben yang relatif sama.





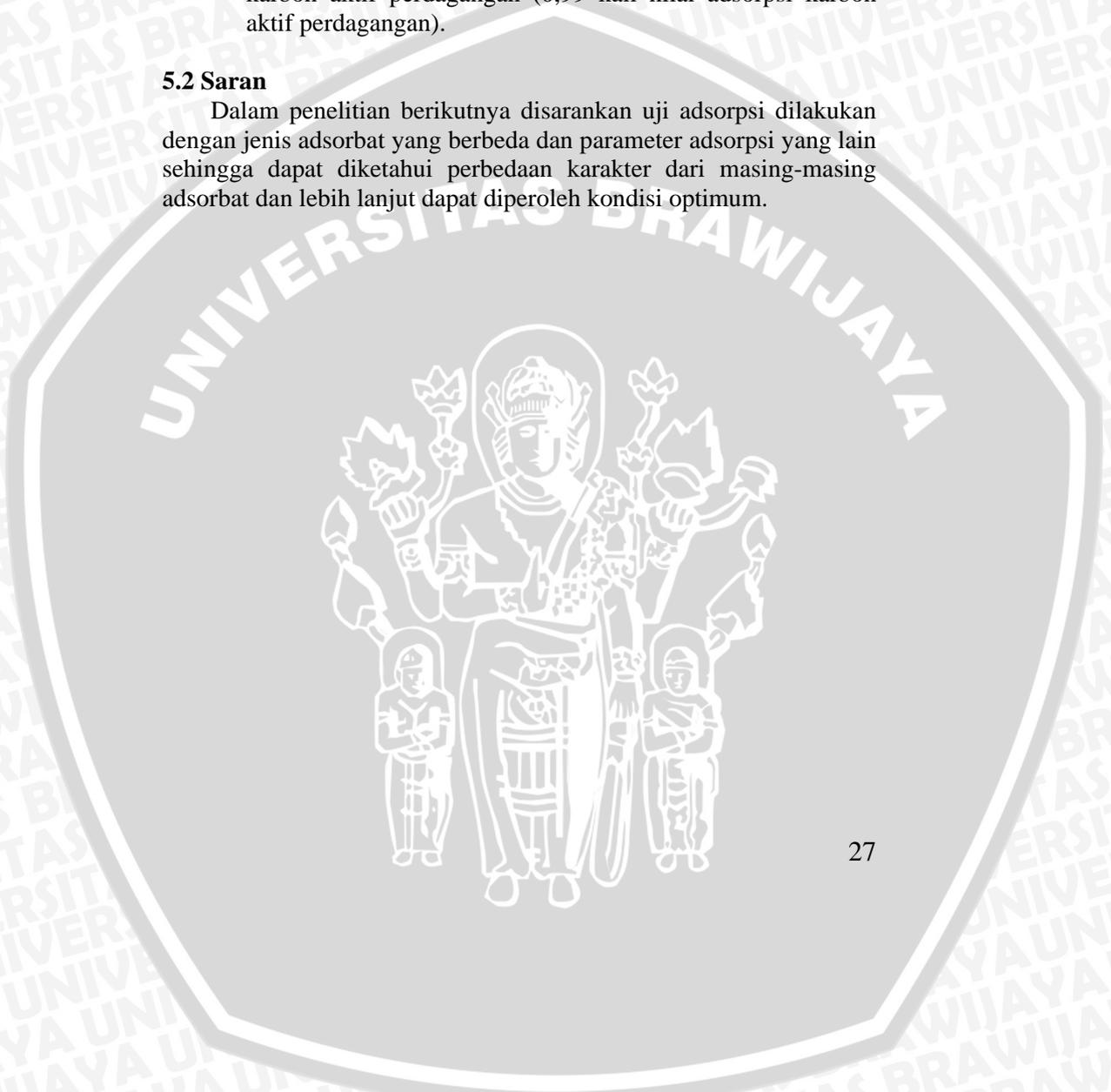
## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Lama dan kecepatan pengocokan optimum pada proses adsorpsi oleh karbon aktif sintetik terhadap rhodamin B diperoleh pada lama pengocokan 3 jam dan kecepatan pengocokan 150 rpm dengan nilai adsorpsi sebesar  $99,28 \pm 0,00\%$  untuk konsentrasi rhodamin B 100 ppm.
2. Nilai adsorpsi karbon aktif sintetik relatif sama dengan karbon aktif perdagangan (0,99 kali nilai adsorpsi karbon aktif perdagangan).

### 5.2 Saran

Dalam penelitian berikutnya disarankan uji adsorpsi dilakukan dengan jenis adsorbat yang berbeda dan parameter adsorpsi yang lain sehingga dapat diketahui perbedaan karakter dari masing-masing adsorbat dan lebih lanjut dapat diperoleh kondisi optimum.



## DAFTAR PUSTAKA

- Annadurai, G., Juang RS., dan Lee DJ. 2002. **Use of Cellulose Based Wastes for Adsorption of Dyes from Aqueous Solutions**. *J. Hazard Mater.* 92(3) : 263-74.
- Albanis, T.A., Hella D.G., dan Sakellarides T. 2000. **Removal of Dyes from Aqueous Solutions by Adsorption on Mixtures of Fly Ash Soil in Batch and Column Techniques**. *Journal Global Nest:the Int.* 2(3). 237.
- Allen, S.J., dan Koumanova. 2005. **Decolourisation of Water/Wastewater Using Adsorption**. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy.* 40, 3, 175-192.
- Basset, J., Denney R.C, Jeffrey G.H dan Menham J. 1994. **Vogel's Text Book Quantitative Inorganic Analysis**. Longman Scientific & Technical. England.
- Brady, James E. 1999. **Kimia Universitas Asas dan Struktur**. Edisi kelima. Jilid I. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Castellan, G.M. 1983. **Physical Chemistry**. 5<sup>th</sup> edition. Mc. Graw Hill. Book Company. Singapore.
- Considine, D.M., dan Considine. 1989. **Encyclopedia of Chemistry**. 4<sup>th</sup> edition. Van Nostrand and Reinhold Company. New York.
- Day, R.A dan Underwood A.L. 1990. **Analisa Kimia Kuantitatif**. Alih bahasa. Soendoro. R. Erlangga.
- Didinkaem. 2007. **Pengetahuan Keamanan Pangan Tentang Pewarna. Bioresour Technol.** Related Artikel. [www.ikm.depperin.go.id/.../tabid/67/article\\_type/article\\_view/articleId/.../II/Pengawet\\_Penganganan\\_yang\\_aman.aspx\\_2715](http://www.ikm.depperin.go.id/.../tabid/67/article_type/article_view/articleId/.../II/Pengawet_Penganganan_yang_aman.aspx_2715) 84(3):299-301. Tanggal akses : 22 Desember 2007.

- Du H., Fuh R. A., Li J., Corkan A., dan Lindsey J. S. 1998. **PhotochemCAD: A Computer-aided Design and Research Tool in Photochemistry of Rhodamin B.** *J. Photochemistry and Photobiology Rhodamine B.* 68. 141-142.
- Ewing, G.W. 1985. **Instrumental Methods of Chemical Analysis.** 5<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Fardiaz, S., 1992. **Polusi Air dan Udara.** Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 80
- Fessenden , R.J., dan Fessenden J.S. 1992. **Kimia Organik.** 3<sup>th</sup> edition. Alih bahasa Pujaatmaka. Erlangga. Jakarta.
- Herna, M, dan Arivoli S. 2007. **Comparative Study on The Adsorption Kinetics and Thermodynamics of Dyes Onto Acid Activated Low Cost Carbon.** *Journal of Physical Sciences.* Vol.2 (1). pp.010-017. <http://www.academicjournals.org/ijps/PDF/pdf2007/Jan/Hema%20and%20Arivoli.pdf>. Tanggal akses : 11 Februari 2008.
- Jankowska, H., Swiatkowski A. dan Choma J. 1991. **Active Carbon.** Harwood. London.
- Kulkarni, S.V., Blackwell, CD., Blackcard, D., dan Stackhouse, C.W. 1985. **Textile Dyes and Dyeing Equipment: Classification, Properties, and Enviromental Aspects.** EPA/600/S2-85/010.
- Kannan, N, Soundrapandian, Murugavel. 2007. **Column Studies on The Removal of Dyes Rhodamine B, Congo Red, and Acid Violet by Adsorption on Various Adsorbents.** *Journal of Environmetal and Food Chemistry.* Tamil Nadu. India.

- Lee, J. Yoon dan S., Oh, S.M/. 2000. **Development of a New Mesoporous Carbon Using an HMS Aluminosilicate Template.** J.Adv.Mater.12 (5), 359 – 361.
- Lopez, Cardenas, G. Camargo, L. Giraldo, J.C Moreno-Pirajan. 2007. **Eclética Química.** Journal Eclct.Quím. Vol. 32 No. 3 São Paulo, [Http://images.google.co.id/imgres?imgurl=http://www.scielo.br/img/revistas/eq/v32n3/a09fig03.gif&imgrefurl=http://www.scielo.br/scielo.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext.html](http://images.google.co.id/imgres?imgurl=http://www.scielo.br/img/revistas/eq/v32n3/a09fig03.gif&imgrefurl=http://www.scielo.br/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext.html). Tanggal akses : 2 Juni 2008
- Mit, OCW, 2008, **Acidity And Basicity Constant For Substances In Aqueous Solution At 25°C**, Journal of Chemistry, New York
- Murat A., A. Meltem dan Hikmet S. 2006. **Anovel Approach To The Hydrothermal Synthetis of Anatase Titania Nanoparticles and The Photocatalytic Degradation of Rhodamin B.** Journal of Turki Chem TUBITAC. page 333-343.
- Moreira, RFPm., Peruch, MG., dan Kuhnen, NC. 1998. **Adsorption of Textile Dyes on Alumina Equilibrium Studies and Contact Time Effects.** Braz. Journal of Chemical Engineering. 15(1), 20-25. [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-66321998000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-66321998000100002&script=sci_arttext). Tanggal akses : 11 Februari 2008
- Ninova, K.V., Nonokova N. dan Morinov M. 2002. **Investigation The Adsorption Properties of The Natural Adsorbents Zeolite and Bentonite Towards Copper Ions, Mining and Mineral Processing.** Part II. Sofia. 44: 93-97.
- Oscik, J. 1982. **Adsorption.** John Willey and Sons Inc. British. 91-92.
- Parker, S.P. 1993. **Encyclopedia of Chemistry.** 2<sup>nd</sup> edition. Mc. Graw Hill Inc. New York.

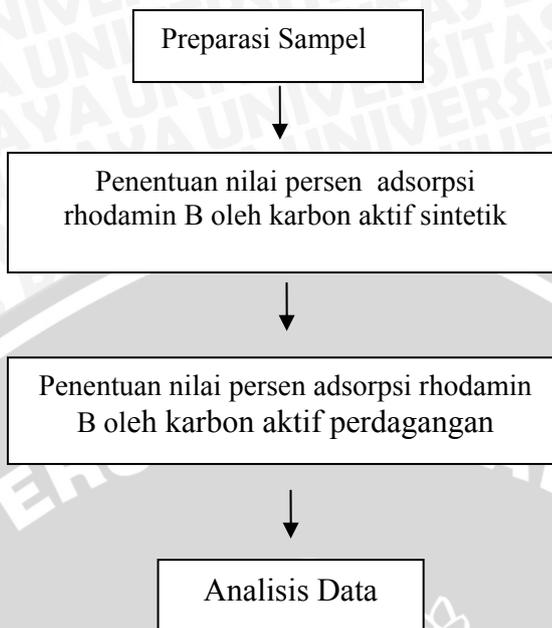
- Peter, D.G., Hayes J.M. dan Hiefred G.M. 1974. **Chemical Separation and Measurement**. 1th Ed. W.B. Sqendess Ca. Philadelphia. 162.
- Rinehart, Elwood V. 2008. **Activated Carbon Basics, Water Quality Products 2008**. Scranton Gillette Communications, Inc. Articles. <http://www.scrantongillette.com>. Tanggal akses : 2 Juni 2008.
- Sawyer, C.N., dan Carty Mc., P.C. 1987. **Chemistry for Engineering**. 3<sup>rd</sup> edition. Mc. Graw Hill Book company. New York. 89.
- Schweitzer, P.A. 1975. **Separation Techniques for Chemical Engineering**. 2<sup>nd</sup> edition. Mc. Graw Hill Book Company. New York. pp 446-448.
- Setianingsih T., Hasanah U., dan Darjito. 2006. **Sintesis Karbon Mesopori Dari Limbah Sludge Industri Tekstil Untuk Adsorpsi Zat Warna Bermolekul Besar**. Laporan Penelitian PHK A2. Universitas Brawijaya. Malang.
- Setianingsih T., Hasanah U., dan Darjito. 2007. **Sintesis Karbon Mesopori Dari Limbah Lumpur Industri Tekstil Untuk Pembuatan Komposit Karbon Mesopori - TiO<sub>2</sub> Untuk Reaksi Oksidasi Fotokatalitik Zat Warna Bermolekul Besar**. Laporan penelitian PHK A2. Universitas Brawijaya. Malang.
- Shabudeen, P.S.S., Venckatesh, dan Pattabhi R. 2006. **Preparation and Utilization of Kapok Hull Carbon for The Removal of Rhodamin B from Aqueous Solution**. E-Journal Of Chemistry. V. n.11.83.
- Skoog, D. A., West D. M., dan Hollen, J. F. 1985. **Analytical Chemistry**. 5<sup>th</sup> ed. Saunders College Pub. Philadelphia. pp 408-409.

- Smisek, M., dan Cenry S. 1970. **Active Carbon**. Elsevier Publishing Company. New York. pp 11-12.
- Steyern, Fredrik V.V, Jan Owe Josefsson, dan Sven Tagerud. 1996. **Rhodamine B, a Fluorescent Probe for Acidic Organelles in Denervated Skeletal Muscel**. The Journal of Histochemistry and Cytochemistry. The Histochemistry Inc.
- Suarti, W. 2007. **Hati-Hati Formalin Di mana-mana**. Artikel. <http://www.tabloid-wanita-indonesia.com/924/formalin230807-924.htm>. Tanggal akses : 7 Juli 2008.
- Sukardjo. 1990. **Kimia Anorganik**. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Tan,K.H. 1991. **Dasar-Dasar Kimia Tanah**. UGM Press. Yogyakarta.
- Vaisya,C.R dan Gupta K.S. 2002. **Modelling Arsenic (III) Adsorption From Water by Sulphate – Modified Iron-Coated Sand (smiocs)**. J.Chem Tech & Biotech. 78: 73-80.
- Vogel. 1994. **Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik**. Alih bahasa : Hadyana Pudjaatmaka, Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Wahyuni , Sri, Poerwadi B., Kamulyan B. 2002. **Penentuan Mn (II) secara Spektrofotometri Berdasarkan Sifat Katalitiknya pada Rhodamin B dengan Kalium Priodate**. *Skripsi*. Jurusan Kimia,Universitas Brawijaya. Malang.
- Yamada,K., Haraguchi K., dan Gacho C.C. 2003. **Removal of Dyes From Aqueous Solution by Sorption with Coal Fly Ash. International Ash Utilization Symposius**. Center For applied Energy Research. University of Kentucky.

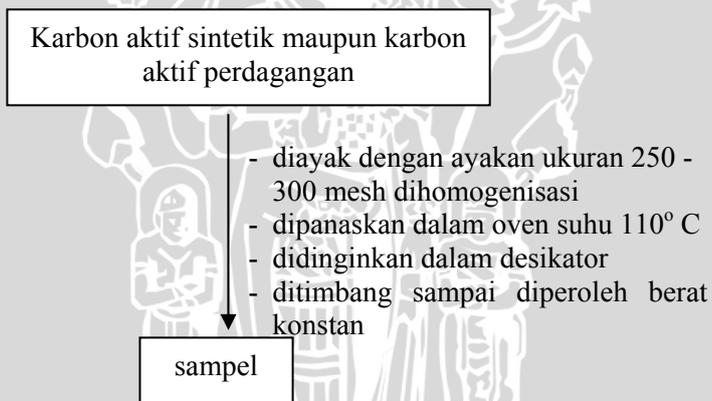


Lampiran  
Lampiran 1

**Diagram Alir Penelitian**  
**L.1.1 Tahapan Penelitian**



**L.1.2 Preparasi Sampel**



### L.1.3 Penentuan Nilai Persen Adsorpsi Rhodamin B Oleh Karbon Aktif Sintetik

#### L.1.3.1 Berbagai lama pengocokan

Karbon aktif sintetik

- ditimbang sebanyak 0,1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer
- ditambahkan larutan rhodamin B 100 ppm pH 9,00 sebanyak 25 mL ke dalam erlenmeyer
- campuran dikocok dengan pengocok elektrik pada kecepatan 125 rpm selama 1; 2; 3; 4; 5; dan 6 jam pada suhu kamar
- disentrifuge dengan kecepatan 4200 rpm selama 5 menit

Filtrat

- ditentukan konsentrasi sisa Rhodamin B dalam larutan sampel dengan spektrofotometri
- menentukan % adsorpsi Rhodamin B

Data persen adsorpsi

### L.1.3.2 Berbagai kecepatan pengocokan

Karbon aktif sintetik

- ditimbang sebanyak 0,1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer
- ditambahkan larutan rhodamin B 100 ppm pH 9,00 sebanyak 25 mL ke dalam erlenmeyer
- campuran dikocok dengan lama pengocokan optimum dengan kecepatan pada pengocok elektrik sebesar 100; 125; 150; 175; dan 200 rpm pada suhu kamar
- disentrifuge dengan kecepatan 4200 rpm selama 5 menit

Filtrat

- ditentukan konsentrasi sisa Rhodamin B dalam larutan sampel dengan spektrofotometri
- ditentukan % adsorpsi Rhodamin B

Data persen adsorpsi



#### L.1.4 Penentuan Nilai Persen Adsorpsi Rhodamin B Oleh Karbon Aktif Perdagangan

Karbon aktif perdagangan

- ditimbang sebanyak 0,1 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer
- ditambahkan larutan rhodamin B 100 ppm pH 9,00 sebanyak 25 mL ke dalam erlenmeyer
- campuran dikocok pada suhu kamar dengan lama pengocokan dan kecepatan optimum hasil dari variasi lama dan kecepatan pengocokan
- disentrifuge dengan kecepatan 4200 rpm selama 5 menit

Filtrat

- ditentukan konsentrasi sisa Rhodamin B dalam larutan sampel dengan spektrofotometri
- ditentukan % adsorpsi Rhodamin B

Data persen adsorpsi

### L.1.5 Penentuan Rhodamin B Secara Spektrofotometri

#### L.1.5.1 Penentuan $\lambda$ maksimum

Larutan rhodamin B 70 ppm

- diukur absorbansinya dengan variasi panjang gelombang (530-560 nm)
- ditentukan nilai absorbansi yang terbesar sebagai penentuan panjang gelombang maksimum
- dibuat grafik hubungan  $\lambda$  Vs Absorbansi

Data  $\lambda_{\max}$

#### L.1.5.2 Pembuatan Kurva Baku

Rhodamin B 40 ppm; 45 ppm; 50 ppm; 55 ppm; 60 ppm; 65 ppm; 70 ppm

- diukur pHnya dengan menggunakan pH meter
- diukur absorbansi dengan spektronik 20 pada  $\lambda_{\max}$
- dibuat kurva baku hubungan absorbansi Vs konsentrasi

Persamaan Kurva Baku

### L.1.6 Penentuan Kadar Rhodamin B dalam Larutan Sampel

Larutan Rhodamin B  
setelah adsorpsi

- diukur pH filtratnya dengan menggunakan pH meter
- dipipet sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam beaker glass
- ditambahkan 25 mL larutan standar rhodamin B 100 ppm
- disesuaikan dengan range pH larutan standar kurva baku dengan ditambahkan HCl 0,01 M atau akuades
- dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL
- diencerkan hingga tanda batas dengan larutan HCl pH 5,00
- larutan diukur absorbansi dengan menggunakan spektrometri
- dihitung konsentrasi sisa rhodamin B
- ditentukan % adsorpsi

Data persen adsorpsi

## Lampiran 2

### Preparasi Larutan dan Perhitungan

#### L.2.1 Pembuatan Larutan Stok Rhodamin B 200 ppm

Ditimbang sebanyak 0,2 g serbuk rhodamin B dan dilarutkan dalam beaker glass 50 mL dengan akuades. Larutan dipindahkan dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan sampai tanda batas.

*Cara Perhitungan:*

$$200 \text{ ppm} = 200 \text{ mg/L}$$

$$\text{Ketika } V = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

$$\frac{0,2 \text{ g}}{1\text{L}} = \frac{W}{0,1\text{L}}$$

$$W = 200 \text{ mg} \\ = 0,2 \text{ g}$$

Untuk membuat larutan rhodamin B 100 ppm maka :

*Cara Perhitungan Larutan*

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$200 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}$$

$$V_1 = 50 \text{ mL}$$

Dengan:

$M_1$  = Konsentrasi larutan rhodamin B awal yang dipipet

$V_1$  = Volume larutan rhodamin B awal yang dipipet

$M_2$  = Konsentrasi larutan rhodamin B akhir

$V_2$  = Volume hasil pengenceran

#### L.2.2 Pembuatan Larutan Rhodamin B 100 ppm pH 9

Larutan rhodamin B 200 ppm dipipet sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam beaker glass 100 mL. Kemudian diukur pHnya dengan menggunakan pH meter. Setelah larutan diukur pHnya, pH larutan diatur hingga pH 9,00 dengan cara menambahkan larutan NaOH 0,1 M ke dalam beaker glass. Penambahan sedikit demi sedikit sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga pH tepat 9,00. Kemudian larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL. Beaker glass sisa pemakaian dibilas dengan larutan NaOH pH 9,00. Larutan diencerkan dengan larutan NaOH pH 9,00 hingga tanda batas.

### L.2.3 Pembuatan Larutan Kurva Baku Rhodamin B

Disiapkan labu ukur 25 mL, masing-masing diisi dengan larutan stok rhodamin B 100 ppm sebanyak 10,00 mL; 11,25 mL; 12,50 mL; 13,75 mL; 15,00 mL; 16,25 mL; 17,50 mL kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

*Cara Perhitungan Larutan*

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

Dengan:

$M_1$  = Konsentrasi larutan rhodamin B awal yang dipipet

$V_1$  = Volume larutan rhodamin B awal yang dipipet

$M_2$  = Konsentrasi larutan rhodamin B akhir

$V_2$  = Volume hasil pengenceran

Tabel L.2 Pembuatan Larutan Rhodamin B

$M_1$ (ppm)	$V_1$ (mL)	$M_2$ (ppm)	$V_2$ (mL)
100	10,00	40	25
100	11,25	45	25
100	12,50	50	25
100	13,75	55	25
100	15,00	60	25
100	16,25	65	25
100	17,50	70	25

### L.2.4 Pembuatan Larutan NaOH

#### L.2.4.1 Pembuatan Larutan Stok NaOH 0,5 M

Ditimbang sebanyak 2 g NaOH padat, dilarutkan dalam beaker glass, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas.

$$\begin{aligned} \text{Mol NaOH} &= [\text{NaOH}] \times \text{volum NaOH} \\ &= 0,5 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,05 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= \text{mol NaOH} \times \text{Mr NaOH} \\ &= 0,05 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} \\ &= 2 \text{ g} \end{aligned}$$

Jadi, massa NaOH yang ditimbang adalah 2 g

### L.2.4.2 Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M

Dipipet larutan NaOH 0,5 M sebanyak 10 mL, dimasukkan dalam labu ukur 50 mL kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

*Cara Perhitungan Larutan*

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \\ 0,5 \text{ M} \times V_1 &= 0,1 \text{ M} \times 50 \text{ M} \\ V_1 &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

Dengan:

$M_1$  = konsentrasi larutan NaOH awal yang dipipet  
 $V_1$  = volume larutan NaOH awal yang dipipet  
 $M_2$  = konsentrasi larutan NaOH akhir  
 $V_2$  = volume hasil pengenceran

### L.2.5 Pembuatan Larutan NaOH pH 9

Untuk membuat larutan NaOH pH 9,00 dilakukan dengan cara beaker glass 500 mL diisi dengan akuades sebanyak 250 mL kemudian diukur pH akuades menggunakan pH meter dan didapatkan range pH 5-6. Untuk membuat larutan menjadi pH 9,00 digunakan larutan NaOH 0,1 M. Penambahan sedikit demi sedikit sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik sampai diperoleh pH yang diinginkan.

### L.2.6 Pembuatan Larutan HCl

#### L.2.6.1 Pembuatan Larutan Stok HCl 0,5 M

Dipipet larutan HCl (37%; 1,19 g/mL) sebanyak 2,08 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 50 mL yang telah berisi akuades sekitar 10 mL kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

*Cara perhitungan:*

$$\begin{aligned} M \text{ HCl} &= \% \text{HCl} \times \text{BJ} \times (1/\text{BM}) \times V \\ &= 0,37 \times 1,19 \text{ g/ml} \times (1/36,458) \text{ mol/gr} \times 1000 \text{ ml/L} \\ &= 12,0769 \text{ mol/L} \\ &= 12,08 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 12,08 \text{ M} \times V_1 &= 0,5 \text{ M} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 2,08 \text{ mL} \end{aligned}$$

*Dimana :*

$M_1$ = Konsentrasi larutan HCl pekat yang dipipet  
 $V_1$ = Volume larutan HCl pekat yang dipipet  
 $M_2$ = Konsentrasi larutan HCl akhir  
 $V_2$ = Volume hasil pengenceran

#### L.2.6.2 Pembuatan Larutan HCl 0,1 M

Dipipet larutan HCl 0,5 M sebanyak 10 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 50 mL kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

*Cara perhitungan:*

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 0,5 \text{ M} \times V_1 \text{ mL} &= 0,1 \text{ M} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

*Dimana :*

$M_1$ = Konsentrasi larutan HCl awal yang dipipet  
 $V_1$ = Volume larutan HCl awal yang dipipet  
 $M_2$ = Konsentrasi larutan HCl akhir  
 $V_2$ = Volume hasil pengenceran

#### L.2.6.3 Pembuatan Larutan HCl 0,01 M

Dipipet larutan HCl 0,5 M sebanyak 1 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 50 mL kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

*Cara perhitungan:*

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 0,5 \text{ M} \times V_1 \text{ mL} &= 0,01 \text{ M} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 1 \text{ mL} \end{aligned}$$

*Dimana :*

$M_1$ = Konsentrasi larutan HCl awal yang dipipet  
 $V_1$ = Volume larutan HCl awal yang dipipet  
 $M_2$ = Konsentrasi larutan HCl akhir  
 $V_2$ = Volume hasil pengenceran

#### L.2.7 Pembuatan Larutan HCl pH 5.

Untuk membuat larutan HCl pH 5,00 dilakukan dengan cara beaker glass 500 mL diisi dengan akuades sebanyak 250 mL kemudian diukur pH akuades menggunakan pH meter dan didapatkan range pH 5-6. Untuk membuat larutan menjadi pH 5,00

digunakan larutan HCL 0,1 M, untuk menepatkan pH yang diinginkan maka ditambahkan HCl 0,01 M. Penambahan sedikit demi sedikit sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik sampai diperoleh pH yang diinginkan.



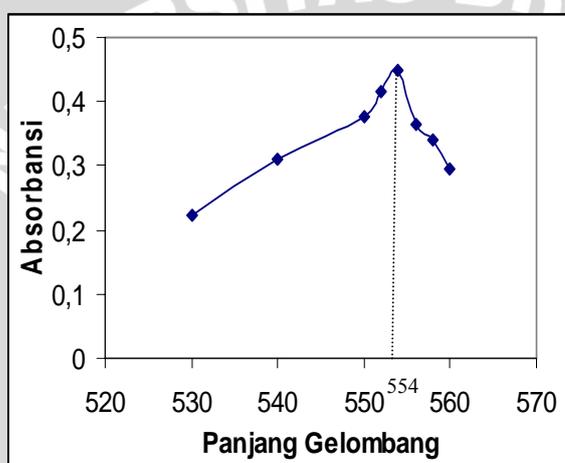
## Lampiran 3

**Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B**  
**L.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B**

Tabel L.3.1 Data absorbansi larutan rhodamin B 70 ppm pada berbagai panjang gelombang

$\lambda$ (nm)	Absorbansi
530	0,2255
540	0,3123
550	0,3757
552	0,4167
<b>554*</b>	<b>0,4590</b>
556	0,3635
558	0,3406
560	0,2947

Keterangan \* = adalah panjang gelombang maksimum

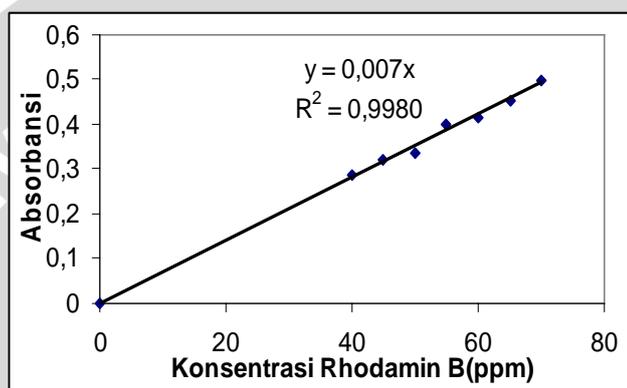


Gambar L.3.1 Kurva Absorbansi Larutan Rhodamin B pada berbagai panjang Gelombang (530-560 nm)

### L.3.2 Penentuan Kurva Baku Larutan Rhodamin B

Tabel L.3.2 Data penentuan absorbansi untuk kurva baku larutan rhodamin B pada berbagai konsentrasi

[RB] (ppm)	A			Rerata ± SD
	1	2	3	
0	0	0	0	0 ± 0
40	0,2840	0,2924	0,284	0,2868 ± 0,0049
45	0,3188	0,3279	0,3188	0,3218 ± 0,0053
50	0,3372	0,3279	0,3372	0,3341 ± 0,0054
55	0,4089	0,3979	0,3979	0,4016 ± 0,0063
60	0,4202	0,4202	0,4089	0,4165 ± 0,0065
65	0,4437	0,4559	0,4559	0,4519 ± 0,0071
70	0,4949	0,4949	0,5086	0,4994 ± 0,008



Gambar L.3.2 Kurva Baku Larutan Rhodamin B

### L.3.3 Perhitungan Koefisien Regresi Persamaan Garis Kurva Baku

Tabel L.3.3 Data perhitungan hubungan konsentrasi larutan rhodamin B dan absorbansi (A)

[RB] (X <sub>i</sub> )	Absorbansi (Y <sub>i</sub> )	X <sub>i</sub> <sup>2</sup>	Y <sub>i</sub> <sup>2</sup>	X <sub>i</sub> Y <sub>i</sub>
0	0,0000	0	0,0000	0,0000
40	0,2868	1600	0,0823	11,4720
45	0,3218	2025	0,1036	12,8720
50	0,3341	2500	0,1116	16,7050
55	0,4016	3025	0,1613	22,0880
60	0,4165	3600	0,1735	24,9900
65	0,4519	4225	0,2042	29,3735
70	0,4994	4900	0,2494	34,9580
Σ	2,6621	21875	1,0859	152,4585

- Persamaan garis  $y = 0,007x$
- Untuk mencari nilai a digunakan persamaan (4.1) :

$$a = \frac{\sum X_i Y_i}{\sum X_i^2} = \frac{152,4585}{21875} = 0,007$$

- Koefisien regresi dari persamaan garis  $y = ax$  (4.2) :

$$R^2 = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 y^2}}$$

$$R^2 = \frac{152,4585}{12,3598}$$

$$R^2 = 0,9980$$

## Lampiran 4

## PENGOLAHAN DATA ADSORPSI

## Contoh perhitungan :

Diketahui : Untuk berbagai lama pengocokan

Pada lama pengocokan 1 jam :

$$A_{\text{adisi standar}} = 0,3369 \quad V_{\text{ukur}} = 50 \text{ mL}$$

$$\text{Slope} = 0,007 \quad V_{\text{cuplikan}} = 10 \text{ mL}$$

$$A_{\text{std 50 ppm}} = 0,3341$$

$$\text{Slope} = 0,007$$

$$A_{\text{RB 100ppm}} = 0,6021$$

$$\bullet \text{ fp} = \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}}$$

$$= \frac{50 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} = 5$$

$$\bullet C_{\text{ukur adisi std}} = \frac{A_{\text{adisi std}}}{\text{slope}}$$

$$= \frac{0,3369}{0,007} = 48,1279$$

$$= 48,13 \text{ ppm}$$

$$\bullet C_{\text{ukur std 50 ppm}} = \frac{A_{\text{std 50 ppm}}}{\text{slope}}$$

$$= \frac{0,3341}{0,007} = 47,7286$$

$$= 47,73 \text{ ppm}$$

$$\bullet C_{\text{akhir}} = (C_{\text{ukur adisi std}} - C_{\text{ukur std 50ppm}}) \times \text{fp}$$

$$= (48,1279 - 47,7286) \times 5 = 1,9967 \text{ ppm}$$

$$\bullet C_{\text{ukur RB 100ppm (awal)}} = \frac{A_{\text{RB 100 ppm}}}{\text{Slope}}$$

$$= \frac{0,6021}{0,007}$$

$$= 86,0086 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \bullet C_{\text{akhir RB 100 ppm}} (\text{awal}) &= C_{\text{ukur}} \times fp \\ &= 86,0086 \times 1 \\ &= 86,0086 \\ &= 86,01 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\bullet \% \text{ Adsorpsi} = \frac{C_o - C_{\text{akhir}}}{C_o} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Adsorpsi} &= \frac{86,01 - 1,9967}{86,01} \times 100\% \\ &= 97,68\% \end{aligned}$$

Diketahui : % Adsorpsi 1 = 97,68%

% Adsorpsi 2 = 97,37%

% Adsorpsi 3 = 97,37%

n = 3

$$\begin{aligned} \bullet \text{Rata-rata} &= \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \\ &= \frac{97,68 + 97,37 + 97,37}{3} = 97,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{SD} &= \frac{\sqrt{(X_1 - X_{\text{rata}})^2 + (X_2 - X_{\text{rata}})^2 + (X_3 - X_{\text{rata}})^2}}{n - 1} \\ &= \frac{\sqrt{(97,47 - 97,68)^2 + (97,47 - 97,37)^2 + (97,47 - 97,37)^2}}{3 - 1} \\ &= 0,18 \end{aligned}$$

Catatan: Untuk perhitungan % adsorpsi pada berbagai kecepatan pengocokan pada Tabel L.4.2 dan % adsorpsi karbon aktif perdagangan pada Tabel L.4.3 sama dengan cara perhitungan L.4

Tabel L.4.1 Pengolahan data variasi lama pengocokan terhadap adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif sintetik

Jam	C awal (ppm)	slope	A adisi std	C ukur adisi std (ppm)	A std 50 ppm	C ukur std 50 ppm (ppm)	C akhir (ppm)	%Ads	Rerata	SD
1	86,0086	0,007	0,3369	48,1279	0,3341	47,7286	1,9967	97,68	97,47	0,18
	86,0086	0,007	0,3373	48,1803	0,3341	47,7286	2,2584	97,37		
	86,0086	0,007	0,3369	48,1803	0,3341	47,7286	2,2584	97,37		
2	86,0086	0,007	0,3360	48,0049	0,3341	47,7286	1,3815	98,39	98,36	0,07
	86,0086	0,007	0,3360	48,0049	0,3341	47,7286	1,3815	98,39		
	86,0086	0,007	0,3362	48,0249	0,3341	47,7286	1,4815	98,28		
3	86,0086	0,007	0,3355	47,9241	0,3341	47,7286	0,9775	98,86	99,25	0,33
	86,0086	0,007	0,3348	47,8253	0,3341	47,7286	0,4837	99,44		
	86,0086	0,007	0,3348	47,8253	0,3341	47,7286	0,4837	99,44		
4	86,0086	0,007	0,3362	48,0249	0,3341	47,7286	1,4817	98,28	98,47	0,17
	86,0086	0,007	0,3358	47,9742	0,3341	47,7286	1,2282	98,57		
	86,0086	0,007	0,3358	47,9742	0,3341	47,7286	1,2282	98,57		
5	86,0086	0,007	0,3376	48,1279	0,3341	47,7286	1,9965	97,68	97,78	0,17
	86,0086	0,007	0,3380	48,0762	0,3341	47,7286	1,7380	97,98		
	86,0086	0,007	0,3376	48,1279	0,3341	47,7286	1,9965	97,68		
6	86,0086	0,007	0,3380	48,2867	0,3341	47,7286	2,7906	97,68	97,78	0,17
	86,0086	0,007	0,3376	48,2332	0,3341	47,7286	2,5231	97,98		
	86,0086	0,007	0,3376	48,2332	0,3341	47,7286	2,5231	97,68		

Tabel L.4.2 Pengolahan data variasi kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi rhodamin B oleh karbon aktif sintetik

Kecepatan Pengocokan	C <sub>awal</sub> (ppm)	Slope	A <sub>adisi</sub> std	C <sub>ukur</sub> adisi std (ppm)	A <sub>std</sub> 50 ppm	C <sub>ukur</sub> std 50 ppm (ppm)	C <sub>akhir</sub> (ppm)	%Ads	Rerata	SD
100	86,0086	0,007	0,3395	48,4963	0,3341	47,7286	3,8387	95,54	95,02	0,45
	86,0086	0,007	0,3404	48,6291	0,3341	47,7286	4,5023	94,77		
	86,0086	0,007	0,3404	48,6291	0,3341	47,7286	4,5023	94,77		
125	86,0086	0,007	0,3376	48,2351	0,3341	47,7286	2,5325	97,06	98,05	0,86
	86,0086	0,007	0,3359	47,9793	0,3341	47,7286	1,2533	98,54		
	86,0086	0,007	0,3359	47,9793	0,3341	47,7286	1,2533	98,54		
150	86,0086	0,007	0,3350	47,8533	0,3341	47,7286	0,6234	99,28	99,28	0,00
	86,0086	0,007	0,3350	47,8533	0,3341	47,7286	0,6234	99,28		
	86,0086	0,007	0,3350	47,8533	0,3341	47,7286	0,6234	99,28		
175	86,0086	0,007	0,3376	48,2286	0,3341	47,7286	2,4999	97,09	97,59	0,43
	86,0086	0,007	0,3367	48,1000	0,3341	47,7286	1,8570	97,84		
	86,0086	0,007	0,3367	48,1000	0,3341	47,7286	1,8570	97,84		
200	86,0086	0,007	0,3386	48,3714	0,3341	47,7286	3,2141	96,26	96,54	0,48
	86,0086	0,007	0,3376	48,2286	0,3341	47,7286	2,4999	97,09		
	86,0086	0,007	0,3386	48,3714	0,3341	47,7286	3,2141	96,26		

Tabel L.4.3 Pengolahan data persen rhodamin B oleh Karbon Aktif Perdagangan

$C_{awal}$	fp	slope	$A_{adisi\ std}$	$C_{ukur\ adisi\ std}$	$A_{std\ 50ppm}$	$C_{ukur\ std\ 50ppm}$	$C_{akhir}$	%Ads	Rerata	SD
86,0086	5	0,007	0,3344	47,7767	0,3341	47,7286	0,2405	99,72		
86,0086	5	0,007	0,3341	47,7286	0,3341	47,7286	0	100	99,81	0,17
86,0086	5	0,007	0,3344	47,7767	0,3341	47,7286	0,2405	99,72		



Lampiran 5

Uji Statistik

L.5.1 Uji statistik Pengaruh Lama Pengocokan

Tabel L.5.1 Data % rhodamin B yang teradsorpsi oleh karbon aktif sintetik pada berbagai lama pengocokan

Jam	% Adsorpsi			Rerata ±SD (%)
	1	2	3	
1	97,68	97,37	97,37	97,47 ± 0,18
2	98,39	98,39	98,28	98,36 ± 0,07
3	98,86	99,44	99,44	99,25 ± 0,33
4	98,28	98,57	98,57	98,47 ± 0,17
5	97,68	97,98	97,68	97,78 ± 0,17
6	97,68	97,98	97,68	97,78 ± 0,17

Ada tidaknya pengaruh lama pengocokan terhadap jumlah rhodamin B yang teradsorpsi oleh karbon aktif sintetik maka dilakukan uji F dengan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij}) \right]^2}{\sum_{i=1}^p ni}$$

$$FK = \frac{(1761,0045)^2}{18}$$

$$FK = 172285,3775 = 172285,38$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

a) Jumlah Kuadrat Total

$$JK_{total} = \left[ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij})^2 \right] - FK$$



$$= [(97,68)^2 + (97,37)^2 + \dots + (97,68)^2] - 172285,3775$$

$$= 12,8924$$

$$JK_{\text{total}} = 12,90$$

b) Jumlah Kuadrat perlakuan

$$JK_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_{i=1}^p \left( \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{n_i} - FK$$

$$= \frac{[(292,3712)^2 + (295,4212)^2 + \dots + (290,8884)^2]}{3} - 172285,3775$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 11,972384$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 11,97$$

c) Jumlah Kuadrat Galat percobaan

$$JK_{\text{galat percobaan}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}}$$

$$= 12,8924 - 11,9724$$

$$= 0,92$$

3. Analisa Sidik Ragam (Uji F)

a) Kuadrat Tengah perlakuan

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{perlakuan}}}$$

$$= \frac{11,9724}{5}$$

$$= 2,39$$

b) Kuadrat Tengah Galat perlakuan

$$KT_{\text{galat percobaan}} = \frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{galat percobaan}}}$$

$$KT_{\text{galat percobaan}} = \frac{0,92}{12}$$

$$KT_{\text{galat percobaan}} = 0,08$$

c) Menghitung Nilai F

$$F_{hitung} = \frac{KT_{perlakuan}}{KT_{galat percobaan}}$$

$$F_{hitung} = \frac{2,3945}{0,0766}$$

$$F_{hitung} = 31,2598$$

Tabel L.5.2 Hasil analisa sidik ragam pengaruh lama pengocokan pada adsorpsi rhodamin B

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F	
					hitung	tabel
Perlakuan	5	11,97	2,39	31,26	31,26	13,03
Galat	12	0,92	0,08			
Total	17	12,90				

Berdasarkan tabel L.5.2 dengan taraf kesalahan 1% menunjukkan bahwa F hitung > F tabel maka Ho ditolak, berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 1%

$$BNT_{(\alpha)} = t_{\left(\frac{\alpha}{2}; dB\right)} \sqrt{\frac{2KT_{GP}}{r}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,01;12)} \sqrt{\frac{2 \times 0,08}{3}} = 3,4284 \times 0,231 = 0,80$$

Tabel L.5.3 .Hasil uji BNT pengaruh lama pengocokan

Jam	%	1	2	3	4	5	6
		97,47	98,36	99,25	98,47	97,78	97,78
1	97,47	0,00	0,89*	1,78*	1,00*	tn	tn
2	98,36		0,00	0,89*	tn	tn	tn
3	99,25			0,00	tn	1,47	1,47
4	98,47				0,00	tn	tn
5	97,78					0,00	tn
6	97,78						0,00

Keterangan : \* = beda nyata pada taraf 1 %  
<sup>tn</sup> = beda tidak nyata pada taraf uji 1 %

**L.5.2. Uji Statistik Pengaruh Kecepatan Pengocokan**

Tabel L.5.4 Data % rhodamin B yang teradsorpsi oleh karbon aktif sintetik pada berbagai kecepatan pengocokan

Kecepatan kocok (rpm)	% Adsorpsi			Rerata ±SD (%)
	1	2	3	
100	95,54	94,77	94,77	95,02 ± 0,45
125	97,06	98,54	98,54	98,05 ± 0,86
150	99,28	99,28	99,28	99,28 ± 0,00
175	97,09	97,84	97,84	97,59 ± 0,43
200	96,26	97,07	96,26	96,54 ± 0,48

Ada tidaknya pengaruh lama pengocokan terhadap jumlah rhodamin B yang teradsorpsi oleh karbon aktif sintetik maka dilakukan uji F dengan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij}) \right]^2}{\sum_{i=1}^p ni}$$



$$FK = \frac{(1459,429)^2}{15}$$

$$FK = 141995,5196 = 141995,52$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

a) Jumlah Kuadrat Total

$$JK_{\text{total}} = \left[ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij})^2 \right] - FK$$

$$= [(95,54)^2 + (94,77)^2 + \dots + (96,26)^2] - 141995,5196$$

$$= 33,63241342$$

$$JK_{\text{total}} = 33,63$$

b) Jumlah Kuadrat perlakuan

$$JK_{\text{perlakuan}} = \frac{\left[ \sum_{i=1}^p \left( \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 \right]}{n_i} - FK$$

$$= \frac{[(285,0674)^2 + (294,1412)^2 + \dots + (289,6195)^2]}{3} - 141995,5196$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 30,92852584$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 30,93$$

c) Jumlah Kuadrat Galat percobaan

$$JK_{\text{galat percobaan}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}}$$

$$= 33,6324 - 30,9285$$

$$= 2,7$$

3. Analisa Sidik Ragam (Uji F)

a) Kuadrat Tengah perlakuan

$$KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{perlakuan}}}$$

$$= \frac{30,9285}{4}$$

$$= 7,73$$

b) Kuadrat Tengah Galat perlakuan

$$KT_{\text{galat percobaan}} = \frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{galat percobaan}}}$$

$$KT_{\text{galat percobaan}} = \frac{2,7039}{10}$$

$$KT_{\text{galat percobaan}} = 0,27$$

c) Menghitung Nilai F

$$F_{\text{hitung}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}}$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{7,7321}{0,2704}$$

$$F_{\text{hitung}} = 28,60$$

Tabel L.5.5 Hasil analisa sidik ragam pengaruh kecepatan pengocokan pada adsorpsi rhodamin B

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F	
					hitung	tabel
Perlakuan	4	30,93	7,73	28,60	28,60	20,51
Galat	10	2,70	0,27			
Total	14	33,63				

Berdasarkan tabel L.5.5 dengan taraf kesalahan 1% menunjukkan bahwa  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  ditolak, berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 1%

$$BNT_{(\alpha)} = t_{\left(\frac{\alpha}{2}, dB\right)} \sqrt{\frac{2KT_{GP}}{r}}$$

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,01;10)} \sqrt{\frac{2 \times 0,27}{3}} = 3,58 \times 0,42 = 1,5$$

Tabel L.5.6 Hasil uji BNT pengaruh kecepatan pengocokan

rpm	%	100	125	150	175	200
		95,02	98,05	99,28	97,59	96,54
100	95,02	0,00	3,03*	4,26*	2,57*	1,52*
125	98,05		0,00	tn	tn	1,51*
150	99,28			0,00	1,69*	2,74*
175	97,59				0,00	tn
200	96,54					0,00

Keterangan : \* = beda nyata pada taraf 1 %  
 tn = beda tidak nyata pada taraf uji 1 %

**L.5.3. Uji Statistik Perbandingan % Adsorpsi Karbon Aktif Perdagangan dan Karbon Aktif sintetik**

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang berarti antara adsorpsi zat warna dengan menggunakan karbon aktif perdagangan dan karbon aktif sintetik, maka dilakukan uji t-berpasangan sebagai berikut:

Tabel L.5.7 Hasil analisa adsorpsi zat warna oleh karbon aktif perdagangan dan karbon aktif sintetik

Jenis	% Adsorpsi			Rerata ± SD (%)
	1	2	3	
C aktif perdagangan	99,72	100	99,72	99,81 ± 0,17
C aktif sintetik	99,28	99,28	99,28	99,28 ± 0,00

$$S_d = SD_1 - SD_2 = 0,17 - 0 = 0,17$$

$$|\bar{x}_d| = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 99,81 - 99,28 = 0,53$$

$$\text{Sehingga, } t = \frac{\bar{x}_d}{s_d} \sqrt{n}$$



$$t = 0,53 \frac{\sqrt{3}}{0,17}$$
$$t = 5,34$$

Dengan derajat kebebasan (n-1) pada taraf kesalahan 1% diketahui t tabel sebesar 5,60 Sehingga dari perhitungan menunjukkan bahwa t hitung  $5,34 < t$  tabel maka hipotesis nol diterima berarti tidak ada perbedaan yang nyata antar adsorpsi menggunakan karbon aktif perdagangan dan karbon aktif sintetik.



**Lampiran 6**

**Data pH Larutan Sampel dan Kurva Baku**

Tabel L.7.1 pH rhodamin B sebelum dan setelah adsorpsi

pH awal	pH setelah adsorpsi pada berbagai lama pengocokan					
	1	2	3	4	5	6
9,00	4,67	4,74	4,91	4,84	4,58	4,38

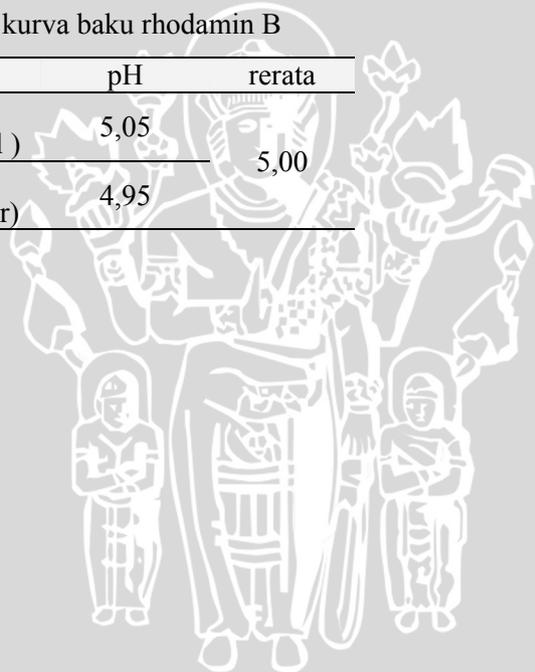
pH awal	pH setelah adsorpsi pada berbagai kecepatan pengocokan				
	100	125	150	175	200
9,00	5,51	4,91	4,99	5,64	5,49

Tabel L.7.2 pH adsorben tanpa penambahan rhodamin B

Keterangan	pH
Akuades	5,21
C <sub>aktif</sub> sintetik dan akuades	2,94
C <sub>aktif</sub> sintetik dan Lar. NaOH pH 9	7,90

Tabel L.7.3 pH pada kurva baku rhodamin B

[Rhodamin B]	pH	rerata
40 ppm (konsentrasi awal)	5,05	5,00
70 ppm (konsentrasi akhir)	4,95	



## Lampiran 7

Perhitungan Konsentrasi H<sup>+</sup>L.7.1 Perhitungan [H<sup>+</sup>] Berdasarkan Perubahan pH Larutan

a). Diketahui : Pada kondisi adsorben (karbon aktif sintetis) tanpa penambahan rhodamin B

$$\text{pH awal} = 9$$

$$\text{pH karbon + Lar. NaOH pH 9} = 7,90$$

$$\text{pH}_{\text{awal}} = -\log [\text{H}^+]$$

$$9 = -\log [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-9}$$

$$\text{pH}_{\text{akhir}} = -\log [\text{H}^+]$$

$$7,90 = -\log [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7,90} = 1,26 \cdot 10^{-8}$$

$$\Delta[\text{H}^+] = |[\text{H}^+]_{\text{awal}} - [\text{H}^+]_{\text{akhir}}|$$

$$= |10^{-9} - 1,26 \cdot 10^{-8}|$$

$$= 1,26 \cdot 10^{-8}$$

b). Diketahui : Pada kondisi adsorpsi optimum karbon aktif sintetis (3 jam, 150 rpm)

$$\text{pH awal} = 9$$

$$\text{pH akhir} = 4,99$$

$$\text{pH}_{\text{awal}} = -\log [\text{H}^+]$$

$$9 = -\log [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-9}$$

$$\text{pH}_{\text{akhir}} = -\log [\text{H}^+]$$

$$4,99 = -\log [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-4,99} = 1,02 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta[\text{H}^+] = |[\text{H}^+]_{\text{awal}} - [\text{H}^+]_{\text{akhir}}|$$

$$= |10^{-9} - 1,02 \cdot 10^{-5}|$$

$$= 1,02 \cdot 10^{-5}$$

Tabel L.7.1 Perhitungan konsentrasi  $H^+$  pada berbagai lama pengocokan

Lama pengocokan (jam)	1	2	3	4	5	6
$[H^+]$ (sebelum adsorpsi)	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$
$[H^+]$ (setelah adsorpsi)	$2,14 \cdot 10^{-5}$	$1,82 \cdot 10^{-5}$	$1,23 \cdot 10^{-5}$	$1,45 \cdot 10^{-5}$	$2,63 \cdot 10^{-5}$	$4,17 \cdot 10^{-5}$
$\Delta [H^+]$	$2,14 \cdot 10^{-5}$	$1,82 \cdot 10^{-5}$	$2,14 \cdot 10^{-5}$	$1,45 \cdot 10^{-5}$	$2,63 \cdot 10^{-5}$	$4,17 \cdot 10^{-5}$

Tabel L.7.1 Perhitungan konsentrasi  $H^+$  pada berbagai kecepatan pengocokan

Kecepatan pengocokan (rpm)	100	125	150	175	200
$[H^+]$ (sebelum adsorpsi)	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$
$[H^+]$ (setelah adsorpsi)	$3,09 \cdot 10^{-6}$	$1,23 \cdot 10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$2,29 \cdot 10^{-6}$	$3,24 \cdot 10^{-6}$
$\Delta [H^+]$	$3,08 \cdot 10^{-6}$	$1,23 \cdot 10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$2,29 \cdot 10^{-5}$	$3,23 \cdot 10^{-6}$

### L.7.2 Perhitungan Banyaknya Gugus Hidroksil pada Karbon Aktif Sintetik yang Terdeprotonasi

Diketahui : pH awal larutan = 9  
Diasumsikan pKa gugus hidroksil yang terikat pada polimer karbon hampir sama dengan pKa gugus fenol = 9,9



$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{ArO}^-]}{[\text{ArOH}]}$$

$$9 = 9,9 + \log \frac{[\text{ArO}^-]}{[\text{ArOH}]}$$

$$0,9 = \log \frac{[\text{ArO}^-]}{[\text{ArOH}]}$$

$$\frac{[\text{ArO}^-]}{[\text{ArOH}]} = 1,25 \cdot 10^{-1} \Leftrightarrow [\text{ArO}^-] = \frac{1}{8} [\text{ArOH}]$$

### L.7.3 Perhitungan Banyaknya Gugus Karboksil pada Rhodamin B yang Terdeprotonasi

Diketahui : pH awal larutan = 9  
pKa gugus karboksil = 3,22



$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{ArCOO}^-]}{[\text{ArCOOH}]}$$

$$9 = 3,22 + \log \frac{[\text{ArCOO}^-]}{[\text{ArCOOH}]}$$

$$5,78 = \log \frac{[\text{ArCOO}^-]}{[\text{ArCOOH}]}$$

$$\frac{[\text{ArCOO}^-]}{[\text{ArCOOH}]} = 6,03 \cdot 10^5$$

$$[\text{ArCOO}^-] = 6,03 \cdot 10^5 [\text{ArCOOH}]$$

