

**STUDI ADSORPSI KARBON MESOPORI SINTETIK
TERHADAP KARMIN**

SKRIPSI

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

oleh :
MARSINI NATALIA SEMBIRING
0410920034-92



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
STUDI ADSORPSI KARBON MESOPORI SINTETIK
TERHADAP KARMIN

Oleh :
MARSINI NATALIA SEMBIRING
0410920034-92

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

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dra. Tutik Setianingsih, MSi
NIP. 132 085 943

Ir. Hj. Uswatun Hasanah, MSi
NIP. 131 616 320

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

M. Farid Rahman, S.Si., M.Si.
NIP. 132 158 72

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Marsini Natalia Sembiring

NIM : 0410920034-92

Jurusan : Kimia

Penulis Tugas Akhir berjudul :

STUDI ADSORPSI KARBON MESOPORI SINTETIK TERHADAP KARMIN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Tugas Akhir 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 Tugas Akhir ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Tugas Akhir 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,.....

Yang menyatakan,

(Marsini Natalia Sembiring)

NIM. 0410920034-92

STUDI ADSORPSI KARBON MESOPORI SINTETIK TERHADAP KARMIN

ABSTRAK

Telah dikaji tentang adsorpsi karmin oleh karbon mesopori hasil sintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama dan kecepatan pengocokan terhadap nilai adsorpsi karmin serta membandingkan kemampuan adsorpsi karbon mesopori hasil sintesis dengan karbon aktif perdagangan. Adsorpsi dilakukan dengan komposisi 0,1000 g karbon (adsorben), 25 mL larutan karmin 100 ppm (pH 13) dengan variasi lama pengocokan yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 jam serta kecepatan pengocokan yaitu 75, 100, 125, 150, 175 dan 200 rpm. Penentuan konsentrasi sisa karmin dilakukan secara spektrofotometri sinar tampak dan persen adsorpsi karmin dihitung dari perbedaan konsentrasi awal dan akhir karmin. Dari hasil penelitian diketahui bahwa lama dan kecepatan pengocokan berpengaruh terhadap nilai adsorpsi karmin oleh karbon mesopori. Kondisi optimum dicapai pada lama pengocokan pada 6 jam dan kecepatan pengocokan 125 rpm dengan nilai adsorpsi $47,04 \pm 0,90\%$. Nilai adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada kondisi optimum 0,47 kali nilai adsorpsi karmin oleh karbon aktif perdagangan.

ADSORPTION STUDY OF SYNTETIC MESOPOROUS CARBON FOWARD CARMINE

ABSTRACT

Study of adsorption has been done with purpose to identify the influence of shaking rate and time toward performance of mesoporous carbon in adsorption of carmine compared to commercial active carbon. The adsorption was conducted under the conditions of 0.1000 g carbon (adsorbent), 25 mL carmine solution 100 ppm (pH 13), various shaking time (1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 hours) and various shaking rate (75, 100, 125, 150, 175 and 200 rpm). The remained carmine was determined with visible spectrophotometry method and the adsorption value was calculated from difference of initial concentration and final concentration. The result showed that the shaking time and the shaking rate influenced the adsorption value. The optimum shaking time was obtained at 6 hour and the rate of 125 rpm, with the adsorption value of $47.04 \pm 0.90\%$. This value was 0.47 lower than that of the commercial active carbon.

KATA PENGANTAR

Skripsi yang berjudul **Studi Adsorpsi Karbon Mesopori Sintetik terhadap Karmin** ini, ditulis untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains dalam bidang kimia di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Dalam skripsi ini dibicarakan tentang Optimasi kondisi adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dan pemanfaatan karbon mesopori hasil sintesis sebagai adsorben alternatif untuk zat warna bermolekul besar. Semua ini dikerjakan berdasarkan studi literatur, penelitian di laboratorium dan pemikiran penulis.

Penulis menyampaikan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasihNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini. Rasa terimakasih tersebut saya sampaikan kepada:

1. Dra. Tutik Setianingsih, MSi. selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Uswatun Hasanah, MSi. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan kesabaran yang diberikan selama penyusunan tugas akhir ini
2. Qonitah Fardiyah, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik
2. M. Farid Rahman S.Si, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya
3. Seluruh dosen dan karyawan jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan bantuan yang diberikan
4. Orang Tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan motivasi, doa dan cinta yang sangat besar
5. Teman-teman yang telah menjadi tempat *sharing*, menangis, tertawa dan pemberi semangat
6. Pihak yang tidak disebutkan yang selalu hidup dalam hati.

Penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Untuk penyempurnaan skripsi ini penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari pembaca.

Malang, Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karbon.....	4
2.2 Zat Warna	6
2.3 Karmin/Asam Karminat	6
2.4 Adsorpsi	7
2.5 Penentuan kadar karmin dengan menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak	10
2.6 Hipotesis.....	12
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan	13
3.3 Alat.....	13
3.4 Tahapan Penelitian	13
3.5 Prosedur penelitian	14
3.5.1 Preparasi Karbon Mesopori dan Karbon Aktif Perdagangan	14

3.5.2	Penentuan % adsorpsi karmin oleh karbon Mesopori.....	14
	a. Variasi Lama Pengocokan.....	14
	b. Variasi Kecepatan Pengocokan	14
3.5.3	Penentuan % adsorpsi karmin oleh Karbon Aktif Perdagangan	15
3.5.4	Penentuan konsentrasi larutan karmin secara spektrofotometri sinar tampak.....	15
	3.5.4.1 Penentuan λ_{maks}	15
	3.5.3.2 Pembuatan Kurva Baku.....	15
	3.5.4.3 Menentukan Kadar karmin dalam sampel.....	15
	a.Tanpa Adisi Standar.....	15
	b.Dengan Adisi standar.....	16
3.5.5	Perhitungan Penentuan % adsorpsi dalam jumlah adsorpsi	16
3.5.6	Analisis data.....	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Penentuan waktu kesetimbangan adsorpsi karmin oleh karbon mesopori.....	17
4.2	Pengaruh Kecepatan Pengocokan terhadap % Adsorpsi Karmin oleh Karbon Mesopori.....	19
4.3	Perbandingan Nilai adsorpsi optimum karbon mesopori dengan karbon aktif perdagangan.....	21

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	23
5.2	Saran.....	23

DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	28

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Karbon dengan gugus-gugus fungsional permukaan	4
Gambar 2.2	Distribusi ukuran pori karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan pada daerah mesopori.....	5
Gambar 2.3	Struktur Karmin	7
Gambar 2.4	Spektra Asam Karminat.....	12
Gambar 4.1	Kurva pengaruh lama pengocokan terhadap adsorpsi karmin.....	18
Gambar 4.2	Kurva pengaruh Kecepatan Pengocokan terhadap adsorpsi Karmin.....	20
Gambar C.1	Kurva Absorbansi Larutan Karmin pada berbagai panjang Gelombang (490-580).....	32
Gambar C.2	Kurva baku larutan karmin.....	33



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data perbandingan persen adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan..	22
Tabel A.1 Data Pembuatan Larutan Standar Karmin.....	29
Tabel A.2 Tabel perhitungan pembuatan larutan HCl 5,00M, 1,00M, 0,10M, dan 0,01M	30
Tabel A.3 Tabel perhitungan pembuatan larutan NaOH 5,00M dan 1,00M.....	31
Tabel B.1 Data Absorbansi larutan Karmin konsentrasi 2 ppm pada berbagai panjang gelombang.....	32
Tabel B.2 Data Penentuan Kurva Baku Larutan Karmin pada berbagai konsentrasi.....	33
Tabel C.1 Pengolahan Data Variasi Lama Pengocokan.....	36
Tabel C.2 Pengolahan Data Variasi Kecepatan Pengocokan Adsorpsi Karmin oleh Karbon Mesopori.....	37
Tabel C.3 Pengolahan Data Adsorpsi Karmin oleh Karbon Aktif Perdagangan.....	39
Tabel D.1 Hasil analisa sidik ragam pengaruh lama pengocokan terhadap adsorpsi karmin.....	42
Tabel D.2 Hasil uji BNT pengaruh lama pengocokan terhadap adsorpsi karmin.....	42
Tabel D.3 Hasil analisa sidik ragam pengaruh kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi karmin.....	45
Tabel D.4 Hasil uji BNT pengaruh Kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi karmin.....	45
Tabel D.5 Hasil analisa adsorpsi zat warna oleh karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan.....	46
Tabel D.6 Hasil perhitungan t hitung membandingkan adsorpsi menggunakan karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan dalam mengadsorpsi zat warna.....	47
Tabel E.1 Data % karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori pada variasi lama pengocokan.....	48
Tabel E.2 Data % karmin yang teradsorpsi oleh karbon	

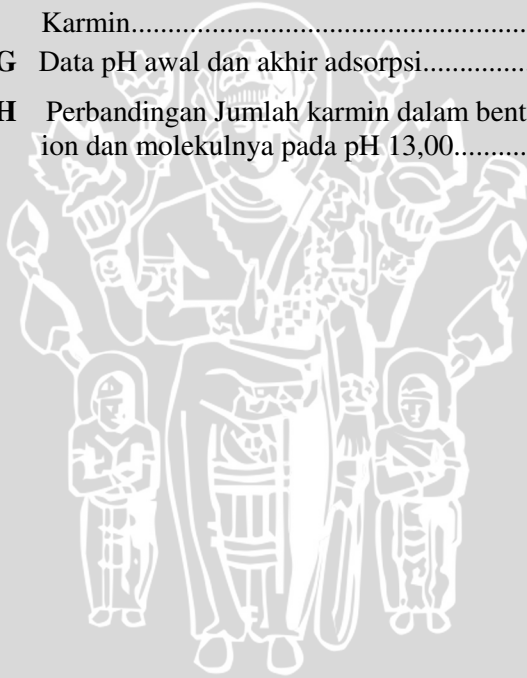
mesopori pada variasi kecepatan pengocokan.....	48
Tabel F.1 Data pengaruh pH terhadap pengukuran karmin...	49
Tabel G.1 Data pengaruh adsorpsi terhadap pH zat warna pada variasi lama pengocokan.....	50
Tabel G.1 Pengaruh Adsorpsi terhadap pH zat warna pada variasi kecepatan pengocokan.....	50

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A Perhitungan dan preparasi larutan	28
LAMPIRAN B Penentuan panjang gelombang maksimum dan kurva baku larutan karmin.....	32
LAMPIRAN C Pengolahan data adsorpsi.....	34
LAMPIRAN D Uji statistik.....	40
LAMPIRAN E Data % adsorpsi.....	48
LAMPIRAN F Uji pengaruh pH Terhadap Pengukuran Karmin.....	49
LAMPIRAN G Data pH awal dan akhir adsorpsi.....	50
LAMPIRAN H Perbandingan Jumlah karmin dalam bentuk ion dan molekulnya pada pH 13,00.....	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan industri yang paling banyak menyumbangkan polutan zat warna di perairan. Sebanyak 10-15% dari jumlah zat warna yang dikonsumsi industri tekstil terbuang ke lingkungan. Jumlah tersebut setara dengan 0,01-0,25 g zat warna/liter air (Burlianty dkk., 2005).

Pada umumnya zat warna didisain agar tahan terhadap pengaruh lingkungan antara lain pH, cahaya, dan serangan mikroba. Karena itu keberadaannya di lingkungan perairan sangat tidak dikehendaki, disamping gangguan secara estetika juga berbahaya karena bersifat karsinogenik dan kadar BOD untuk warna juga sangat rendah (Albanis dkk., 2000). Kehadiran zat warna di perairan juga mengganggu transmisi sinar matahari sehingga mengganggu proses fotosintesis (Longhinnotti dkk., 1998). Zat warna menjadi polutan di perairan apabila konsentrasinya melebihi 10 mg/L (Hidayat, 2008).

Zat warna tekstil mengandung senyawa aromatik hasil sintesis yang sukar terurai secara biologis oleh karena itu pengolahan limbah berwarna yang digunakan diindustri lebih banyak menerapkan metode kimia-fisik. Metode tersebut meliputi (i) proses fisik yaitu: presipitasi (koagulasi, flokulasi maupun sedimentasi), adsorpsi dan filtrasi serta (ii) metode kimia yaitu: reduksi, oksidasi, pembentukan senyawa kompleks, penukar ion dan netralisasi (Burliaty dkk., 2005).

Teknik adsorpsi pada air limbah merupakan cara yang paling sering dilakukan beberapa tahun terakhir. Adsorpsi menunjukkan efisiensinya terhadap penghilangan polutan, lebih stabil daripada metode biologi, menghasilkan kualitas air yang tinggi dan prosesnya sangat mungkin dilakukan karena ekonomis. Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu interaksi zat warna/adsorben, luas permukaan adsorben, ukuran partikel, suhu, pH, waktu kontak dan kecepatan pengocokan (Allen dan Koumanova, 2005).

Karmin merupakan turunan pigmen alami yang telah digunakan selama beberapa ribu tahun. Zat warna ini mempunyai aplikasi yang luas seperti: pewarna tekstil, pewarna makanan dan kosmetik sehingga berperan sebagai polutan zat warna di alam. Karmin memberikan reaksi yang kurang baik seperti: asma, keluhan *gastrointestinal*, alergi *alveolitis* ekstrinsik, *urticaria/ angioderma*,

dan *anaphylaxis* (Dicello dkk., 1999). Karmin merupakan molekul berukuran besar yaitu 19,45 Å sehingga membutuhkan adsorben yang berukuran pori cukup.

Karbon mesopori merupakan salah satu adsorben dengan ukuran 20 - 500 Angstrom, dimana dengan karakter mesopori tersebut karbon mesopori dapat lebih efektif digunakan untuk proses katalitik dan adsorpsi molekul-molekul besar (Joo dan Ryoo, 2002).

Kristiana (2007), telah melakukan sintesis karbon mesopori dari limbah lumpur industri tekstil. Karakter karbon mesopori terbaik pada jumlah *template* optimum, yang meliputi luas permukaan mesopori 33,9604 m²/g, volume mesopori 0,0339 cm³/g, diameter mesopori 39,99 Å, dan keseragaman pori pada diameter 57,85 Å. Karbon mesopori ini belum digunakan untuk uji adsorpsi zat warna karmin, sehingga perlu dikaji daya adsorpsinya terhadap zat warna karmin.

Dalam penelitian ini, dilakukan studi pengaruh lama pengocokan dan kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi karmin oleh karbon mesopori. Hal ini karena kedua parameter tersebut merupakan faktor yang mempengaruhi adsorpsi, dimana menurut Sawyer dan Mc Carty (1987) lama pengocokan mempengaruhi tercapainya kesetimbangan adsorpsi dan kecepatan pengocokan dapat mempercepat proses adsorpsi.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh lama dan kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi karmin oleh karbon mesopori?
2. Berapa lama dan kecepatan pengocokan optimum serta berapa nilai adsorpsi karmin oleh karbon mesopori?
3. Seberapa besar perbedaan kemampuan adsorpsi karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan terhadap karmin?

1.3 Batasan Masalah

1. Proses adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar
2. Karbon mesopori yang digunakan adalah karbon mesopori dengan diameter mesopori 39,99 Å hasil sintesis Kristiana (2007)
3. Karbon aktif perdagangan yang digunakan berkualitas p.a produksi MERCK

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh lama dan kecepatan pengocokan terhadap persen karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori
2. Menentukan berapa lama pengocokan dan kecepatan pengocokan optimum serta berapa persen adsorpsi karmin oleh karbon mesopori
3. Mempelajari perbedaan kemampuan adsorpsi karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan terhadap karmin.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan untuk pemanfaatan karbon mesopori hasil sintesis sebagai adsorben alternatif untuk zat warna bermolekul besar.

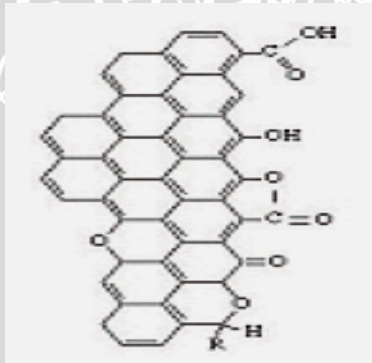


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Karbon

Karbon merupakan arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Karbon berfungsi antara lain sebagai filter, pemisahan gas, pemurnian air, pengemban katalis dan adsorben (Jankowska dkk., 1991).

Permukaan karbon memiliki sifat unik yang disebabkan adanya gugus fungsional permukaan yang mengandung oksigen seperti karboksil, lakton, dan fenol. Peningkatan gugus fungsional dapat menurunkan volume pori dan luas permukaan spesifik karena gugus fungsional dapat menutupi pori karbon (Parker, 1993). Gambar 2.1 menunjukkan struktur karbon yang mengandung gugus fungsional (Yang, 2003).



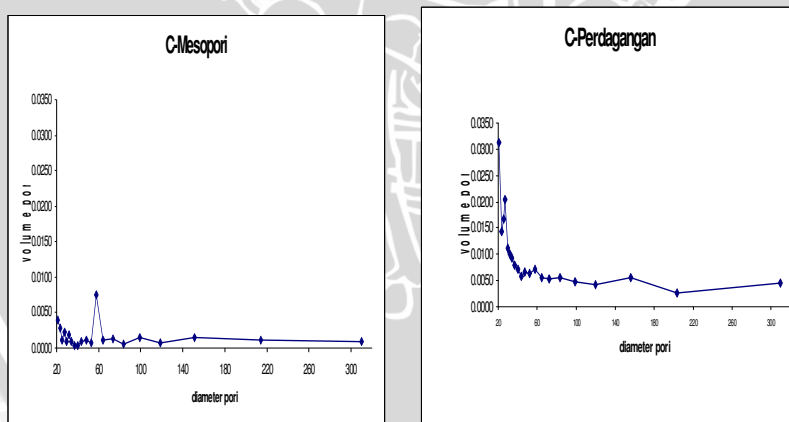
Gambar 2.1 Karbon dengan gugus-gugus fungsional permukaan

Berdasarkan ukuran porinya, karbon diklasifikasikan menjadi tiga yaitu (Jankowska, 1991): mikropori (< 2 nm), mesopori (>2nm dan <200 nm), dan makropori (>200 nm).

Karbon berpori banyak mempunyai berbagai aplikasi dalam proses adsorpsi gas dan zat terlarut dalam suatu larutan. Karbon secara luas digunakan untuk memisahkan gas, pemurnian pelarut, pengolahan limbah organik dalam air minum, katalis serta elektroda baterai/ sel bahan bakar (Gulyurtlu dkk., 2003).

Kristina (2007) telah melakukan sintesis karbon mesopori dari limbah lumpur industri tekstil dengan kajian pengaruh jumlah *template* agar diketahui sejauh mana pengaruhnya dan jumlah *template* optimum yang digunakan untuk sintesis. Pada kondisi optimum sintesis dilakukan karakterisasi gugus fungsi permukaan dengan spektrofotometri inframerah. Karakterisasi luas permukaan, volume pori dan diameter pori dengan *surface area analyzer*. Jumlah *template* optimum dicapai pada penambahan 50 mL larutan natrium silikat. Karakter karbon mesopori pada jumlah *template* optimum meliputi luas permukaan mesopori 33,9604 m²/g, volume mesopori 0,0339 cm³/g, diameter mesopori 39,99 Å serta keseragaman pori pada diameter 57,85 Å. Mesoporositas dari karbon mesopori dinyatakan dalam %V adalah 75,31% dan % S adalah 56,74%. Karbon mesopori hasil sintesis mempunyai gugus fungsi permukaan OH yang diperkirakan berasal dari fenol dan karboksilat serta bersifat amorf. Karbon aktif perdagangan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki luas permukaan 230,7370 m²/g, volume pori 0,1929 cm³/g, diameter pori 33,45 Å. Mesoporositas karbon aktif perdagangan adalah 27% dengan %V adalah 42,22% dan %S adalah 26,56%.

Gambar 2.2 menunjukkan pola distribusi ukuran pori karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan pada daerah mesopori (Kristina, 2007).



Gambar 2.2 Pola distribusi ukuran pori karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan pada daerah mesopori

2.2 Zat Warna

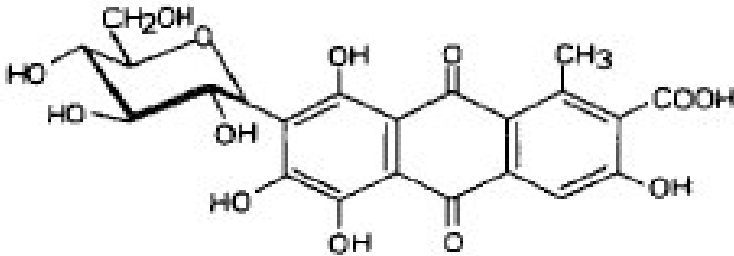
Zat warna tekstil adalah senyawa yang dapat didispersikan kepada suatu bahan sehingga bahan tersebut menjadi berwarna atau senyawa organik berwarna yang dapat digunakan untuk mewarnai kain atau serat. Struktur utama dari zat warna adalah kromofor dan auksokrom. Struktur kromofor merupakan struktur senyawa aromatis yang mengandung gugus pembawa warna (gugus kromofor) dimana gugus kromofor yang umum terdapat dalam zat warna antara lain adalah gugus azo ($N=N$), gugus nitro (NO_2), gugus karbon-filter ($C-N-H$), gugus karbon sulfur ($C=S$). Struktur auksokrom adalah bagian dari zat warna yang menyebabkan zat warna dapat melekat pada bahan yang diwarnai, dimana gugus auksokrom yang umum antara lain gugus amina (NH_2), gugus hidroksil (OH), gugus karboksilat ($COOH$), gugus hidrogen sulfonat (SO_3H) (Laksmono, 1991).

Zat warna dapat dibagi dua, yaitu zat warna yang ionik yang larut air dan zat warna netral tidak larut air. Zat warna ionik ada dua yaitu zat warna kation yang disebut zat warna basa dan zat warna anion yang terdiri atas zat warna asam dan reaktif. Zat warna netral terdiri atas zat warna mordan dan solven (Anonim, 1991).

2.3 Karmin / Asam karminat

Asam karminat adalah pewarna alami yang diekstrak dari tubuh serangga betina *dactylopiidae*. Asam karminat pada prinsipnya merupakan pigmen pada *cochineal*. Kegunaan utamanya adalah pewarna pada makanan, kosmetik, pewarna tekstil dan farmasi (www.wikipedia.com)

Asam karminat ($C_{22}H_{20}O_{13}$) adalah senyawa trisiklik yang merupakan konstituen alami dari karmin berwarna gelap keunguan, merah tua atau merah menyala, bubuk yang terdekomposisi pada $136^{\circ}C$. larut dalam air dan alkohol tidak larut dalam eter, benzene dan kloroform. Karmin digunakan sebagai indikator dalam kimia analitik, pewarna obat-obatan, pewarna dalam fotografi, dan zat warna tekstil (Sax and Lewis, 1987). Struktur karmin ditunjukkan pada gambar 2.3 (Cabrera, 2005).



Gambar 2.3 Struktur Karmin

Menurut Favaro (2002), Karmin adalah glikosida antaraquinon dan mengandung beberapa pusat asam. Disosiasi yang pertama terjadi pada gugus karboksil pada posisi 2 ($pK_0 = 2,9$) dimana ini merupakan gugus asam terbesar. Kesetimbangan asam basa berikutnya pada gugus hidroksi pada posisi 6 ($pK_1 = 5,4$) sedangkan gugus OH ke 5 dan 8 ($pK_2 = 8,7$ dan $pK_3 = 12,2$) lebih rendah keasamannya karena posisinya yang dipengaruhi karbonil yang mengurangi mobilitas hidrogen melalui ikatan hidrogen.

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses dimana suatu komponen bergerak dari suatu fasa menuju permukaan fasa yang lain sehingga terjadi perubahan konsentrasi pada permukaan. Zat yang diserap disebut adsorbat sedangkan zat yang menyerap disebut adsorben. Pada umumnya dikenal dua jenis adsorpsi yaitu adsorpsi fisik atau adsorpsi Van Der Waals dan adsorpsi kimia atau adsorpsi teraktivasi (Oscik, 1991).

Pada adsorpsi fisika adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga dapat bergerak dari satu bagian adsorben ke bagian yang lain. Sifat adsorpsinya adalah *reversible* yaitu dapat balik atau dilepaskan kembali dengan adanya penurunan konsentrasi larutan (Larry dkk., 1992). Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang melibatkan ikatan valensi sebagai hasil pemakaian bersama elektron oleh adsorben dan adsorbat. Adsorpsi kimia berkaitan dengan pembentukan senyawa kimia yang melibatkan adsorben pada permukaan zat yang diserap (Oscik, 1991). Adsorpsi ini biasanya tidak *reversible*. Untuk memisahkan adsorbat dan adsorben harus dipanaskan pada suhu tinggi (Larry dkk., 1992).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi yaitu (Ernest, 2002):

Jenis adsorbat, dapat ditinjau dari :

1. Ukuran molekul adsorbat

Rongga tempat terjadinya adsorpsi dapat dicapai melalui ukuran yang sesuai, sehingga molekul-molekul yang bisa diadsorpsi adalah molekul-molekul yang berdiameter sama atau lebih kecil dari diameter pori adsorben.

2. Polaritas molekul adsorbat

Apabila diameter sama, molekul-molekul polar lebih kuat diadsorpsi daripada molekul-molekul yang kurang polar, sehingga molekul-molekul yang lebih polar bisa menggantikan molekul-molekul yang kurang polar yang telah diserap.

3. Temperatur

Adsorpsi merupakan proses eksotermis sehingga jumlah adsorbat akan bertambah dengan berkurangnya temperatur adsorbat. Adsorpsi fisika yang substansial biasa terjadi pada temperatur di bawah titik didih adsorbat, terutama dibawah 50°C .

4. pH (Derajat Keasaman).

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

Sifat adsorben, dapat ditinjau dari :

1. Kemurnian adsorben

Adsorben yang lebih murni memiliki daya adsorpsi yang lebih baik.

2. Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben maka jumlah adsorbat yang terserap akan semakin banyak pula.

Dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah adsorben yang digunakan. Pengadukan juga mempengaruhi waktu kontak. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel adsorben untuk bersinggungan dengan senyawa adsorbat. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu kontak yang lebih lama (Ernest, 2002).

Milton (1989) menemukan bahwa laju adsorpsi bervariasi seiring dengan akar pangkat dua dari waktu kontak dengan adsorben. Kecepatan ini juga meningkat dengan menurunnya pH sebab perubahan muatan pada permukaan karbon. Kapasitas adsorpsi dari karbon terhadap suatu zat terlarut tergantung pada dua-duanya, karbon dan zat terlarutnya. Kebanyakan limbah cair adalah kompleks dan bervariasi dalam hal kemampuan adsorpsi dari campuran-campuran yang ada. Struktur molekul, kelarutan, semuanya berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi.

Jenis adsorben mempengaruhi kapasitas, selektifitas, kinetika dan aplikasi dari adsorben itu sendiri. Beberapa jenis adsorben yang memiliki aplikasi yang berbeda yaitu: Alumina dengan luas permukaan spesifik 200-400 m²/g sering digunakan sebagai adsorben ion F⁻ dari air dan sebagai katalis. Silika dengan luas permukaan spesifik 300-900 m²/g sering digunakan untuk adsorben untuk pemisahan hidrokarbon dan pengeringan hidrokarbon. Zeolit yang mempunyai ukuran didaerah mikropori digunakan untuk adsorpsi oksigen dari udara. Pemisahan paraffin dari nafta dan *Xylene* dari isomer lain. Karbon aktif banyak digunakan dalam pengolahan limbah air, adsorpsi nitrogen dari udara (Kent, 1998).

Affiatun, dkk (2004) melakukan Penelitian adsorpsi karbon terhadap Cu²⁺ dari larutan CuSO₄ yang dilakukan pada variasi waktu kontak 15, 30, dan 45 menit dengan konsentrasi limbah buatan 15 ppm. Dari hasil penelitian diperoleh efisiensi penyisihan terbesar pada waktu kontak 15 menit yaitu sebesar 98,41%, sedangkan pada waktu kontak 30 menit didapatkan efisiensi penyisihan sebesar 98,09% dan pada waktu kontak 45 menit didapatkan efisiensi penyisihan sebesar 97,81%. Pada waktu 45 menit penyisihan mulai menurun dikarenakan karbon sudah tidak mampu mengadsorpsi Cu²⁺ lagi atau Cu²⁺ yang teradsorpsi sudah mulai lepas kembali.

Cabrera (2005), telah melakukan adsorpsi asam karminat dengan adsorben resin tipe G dan tipe M dengan variasi kecepatan pengocokan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pengocokan tidak berpengaruh terhadap adsorpsi asam karminat pada resin tipe G, namun pada resin tipe M setelah mencapai kesetimbangan, adsorpsi menurun dengan meningkatnya kecepatan pengocokan.

Mekanisme adsorpsi dapat terjadi diawali dengan pergerakan adsorbat mendekati partikel padat. Biasanya, fasa ruah pada larutan mendekati permukaan adsorben. Berikutnya terjadi beberapa kemungkinan pada proses adsorpsi yaitu (Cabrera, 2005):

1. transfer dari fasa ruah cairan ke lapisan di sekeliling partikel
2. transfer melewati cairan kedalam pori partikel ke permukaan internal (pori adsorben) merupakan difusi interpartikel
3. berikatan dengan gugus aktif.

2.5 Penentuan kadar karmin dengan menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak

2.5.1 Prinsip Spektrofotometri

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. Radiasi elektromagnetik yang digunakan sebagai sumber sinar pada spektrofotometer (spektronik-20) adalah sinar tampak meliputi daerah dengan bilangan gelombang berkisar 400 nm (cahaya ungu) sampai 700 nm (cahaya merah) dan terdiri dari bermacam-macam warna (polikromatis) dengan kuantitatif energi yang diserap oleh suatu senyawa berbanding terbalik dengan panjang gelombang radiasi (Day and Underwood, 1990). Hubungan panjang gelombang dengan frekuensi sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (2.1)$$

keterangan :

λ = panjang gelombang (nm)

c = cepat rambat cahaya di udara ($2,99 \cdot 10^8$ m/s)

ν = frekuensi (s^{-1} /Hertz)

Selain mempunyai sifat sebagai gelombang sinar dengan memiliki energi. Hubungan sifat tersebut dirumuskan oleh Planck sebagai berikut:

$$E = h \times \nu \quad (2.2)$$

Dimana, (h) tetapan Planck ($6,62 \times 10^{-24}$ Joule/ s^{-1}) dan (ν) frekuensi s^{-1} /hertz . Energi tereksitasi dalam joule/ev.

Aspek kuantitatif Spektrofotometri diketahui menggunakan hukum Lambert–Beer dengan menggabungkan 2 faktor yang mempengaruhi besarnya intensitas cahaya yang keluar setelah melewati medium larutan yaitu tebal kuvet dan konsentrasi larutan.

$$\text{Log} [I_0/I_t] = k \times h \times C \quad (2.3)$$

Keterangan : k = konstanta gaya $M^{-1} \text{ cm}^{-1}$

I_0 = intensitas awal (cm)

I_t = intensitas akhir cahaya yang keluar (cm)

C = konsentrasi (mol.L^{-1})

h = tetapan Planck ($6,62 \times 10^{-24} \text{Joule/s}^{-1}$)

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

$$A = abC \quad (2.4)$$

Dimana, A = Absorbansi

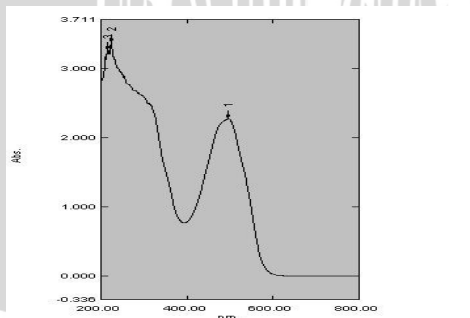
a = Absorpsitivitas (ppm cm^{-1})

b = Tebal medium yang menyerap (cm)

C = Konsentrasi larutan (ppm)

2.5.2 Penentuan kadar karmin dengan menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak

Absorbansi asam karminat dapat diukur secara langsung dengan spektrofotometer UV/VIS pada panjang gelombang 490-500 nm dimana ditambahkan HCl 0.02 N secukupnya ke dalam sampel. Berikut ini spektra asam karminat murni dengan media asam. Absorbansi maksimum pada daerah sinar tampak terdeteksi pada 494 nm (Cabrera, 2005).



Gambar 2.4 Spektra Asam Karminat

2.6 Hipotesis

Persen adsorpsi karmin oleh karbon mesopori meningkat seiring meningkatnya lama dan kecepatan pengocokan sampai mencapai kondisi setimbang.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian Optimasi kondisi adsorpsi karbon mesopori menggunakan zat warna karmin dengan variasi kecepatan pengocokan dan lama waktu pengocokan dilakukan di laboratorium kimia Anorganik dan Laboratorium Kimia Fisik, jurusan Kimia fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang selama kurang lebih 3 bulan.

3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini karbon mesopori hasil sintesis Kristina (2007), karbon aktif perdagangan kualitas p.a. (Merck), zat warna karmin kualitas p.a. HCl p.a 37% B.J= 1,19 g/mL, NaOH p.a dan akuades.

3.3 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan Analitik (mettler AE 50), seperangkat alat gelas, ayakan ukuran 250 dan 300 mesh, pengocok elektrik (Edmund Buhler SM 25), *sentrifuge*, spektronik-20 (Busch and Lomb) dan pH meter (inolab).

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Preparasi Karbon mesopori dan Karbon aktif perdagangan
2. Penentuan % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori
 - a. Variasi lama pengocokan
 - b. Variasi kecepatan pengocokan
3. Penentuan % adsorpsi karmin oleh karbon aktif perdagangan
4. Analisa Data

3.5 Prosedur penelitian

3.5.1 Preparasi karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan

Serbuk karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan diayak dengan ayakan berukuran 250-300 mesh, lalu dihomogenasi kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 110C selama 1 jam dengan wadah terbuka, lalu didiamkan dalam desikator selama 30 menit dengan wadah tertutup, kemudian ditimbang. Prosedur diatas dilakukan berulang-ulang sampai didapatkan berat konstan yaitu dua kali penimbangan berturut-turut selisihnya tidak lebih dari 0,0002 g (Day dan Underwood, 2002) yang kemudian disimpan dalam desikator. Perlakuan yang sama diterapkan untuk karbon aktif perdagangan.

3.5.2 Penentuan persen adsorpsi karmin oleh karbon mesopori

a. Variasi lama pengocokan

Adsorpsi dilakukan dengan memasukkan larutan karmin 100 ppm pH 13,00 sebanyak 25 mL kedalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 0,1000 g serbuk karbon mesopori. Campuran dikocok dengan pengocok elektrik pada kecepatan 125 rpm dengan variasi lama pengocokan 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 jam. Campuran disentrifugasi pada kecepatan 4200 rpm, kemudian ditentukan konsentrasi filtrat larutan karmin sisa secara spektrofotometri seperti pada sub bab 3.5.4.3. Prosedur ini dilakukan 3 kali dengan pengulangan (triplo).

b. Variasi kecepatan pengocokan

Adsorpsi dilakukan dengan memasukkan larutan karmin 100 ppm pH 13,00 sebanyak 25 mL kedalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 0,1000 g serbuk karbon mesopori. Campuran dikocok dengan pengocok elektrik pada lama pengocokan optimum (6 jam) dengan variasi kecepatan pengocokan 75, 100, 125, 150, 175 dan 200 rpm. Campuran disentrifugasi pada kecepatan 4200 rpm, kemudian ditentukan konsentrasi filtrat larutan karmin sisa secara spektrofotometri seperti pada sub bab 3.5.4.3. prosedur ini dilakukan 3 kali dengan pengulangan (triplo).

3.5.3 Penentuan persen adsorpsi karmin oleh karbon aktif perdagangan

Adsorpsi dilakukan dengan memasukkan larutan karmin 100 ppm pH 13,00 sebanyak 25 mL kedalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 0,1000 g serbuk karbon aktif perdagangan. Campuran dikocok dengan pengocok elektrik pada kecepatan 125 rpm selama 6 jam. Campuran disentrifugasi pada kecepatan 4200 rpm, kemudian ditentukan konsentrasi filtrat larutan karmin sisa secara spektrofotometri seperti pada sub bab 3.5.4.3. prosedur ini dilakukan 3 kali dengan pengulangan (triplo).

3.5.4 Penentuan konsentrasi larutan karmin secara spektrofotometri sinar tampak.

3.5.4.1 Penentuan λ maksimum

Dibuat larutan karmin 8 ppm pH 4,88. Diukur adsorbansinya pada berbagai panjang gelombang yaitu 490–580 nm dengan menggunakan alat spektronik 20.

3.5.4.2 Pembuatan Kurva Baku

Dibuat sederetan larutan karmin dengan konsentrasi yang memenuhi hukum lambert beer (2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 dan 5,5 ppm). Diukur pH larutan dengan pH meter kemudian diukur absorbansinya dengan spektronik-20 pada panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan pada sub bab 3.5.4.1. Dari pengukuran dibuat kurva hubungan antara konsentrasi karmin sebagai sumbu x dengan absorbansi sebagai sumbu y sehingga diperoleh persamaan regresi linier $y = ax$.

3.5.4.3 Penentuan kadar karmin dalam larutan sampel

a. Tanpa Adisi Standar (untuk larutan yang absorbansinya berada pada kisaran absorbansi kurva baku)

Filtrat karmin setelah diadsorpsi diukur pHnya dengan pH-meter, dipipet sebanyak 1 mL kemudian diatur pHnya sehingga berada pada range pH larutan untuk kurva baku (pH 4,88) dengan menggunakan HCl 5 M; 1M dan 0,1 M setelah itu dipindahkan ke labu ukur 25 mL dan diencerkan sampai tanda batas dengan larutan HCl pH 4,88 kemudian diukur %T nya dengan spektronik 20 pada

panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan pada sub bab 3.5.4.1. Nilai %T diubah menjadi nilai adsorbansi yang akan digunakan untuk menentukan konsentrasi sisa karmin dengan menggunakan persamaan kurva baku yang diperoleh dari subbab 3.5.4.2.

b. Adisi Standar (untuk larutan yang memiliki absorbansi < 0,2)

Larutan karmin setelah diadsorpsi dipipet sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan 25 mL larutan standar karmin 6 ppm. Kemudian larutan diukur pHnya dan diatur sesuai dengan pH larutan standar kurva baku (pH 4,88) dengan menambahkan larutan HCl 5 M; 1 M dan 0,1 M . Setelah itu larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan hingga tanda batas dengan larutan HCl pH 4,88. Kemudian diukur % Tnya pada panjang gelombang maksimum yang telah diketahui dari sub bab 3.5.4.1. Dari larutan karmin sisa yang telah diukur, nilai %T yang diperoleh digunakan untuk menentukan nilai absorbansi pengukuran dan nilai absorbansi tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi sisa karmin dengan menggunakan persamaan kurva baku hasil dari sub bab 3.5.4.2.

3.5.5 Perhitungan Persen (%) Adsorpsi dan Jumlah Adsorpsi

Data yang diperoleh tentang jumlah karmin yang terserap oleh karbon mesopori dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

Rumus Penentuan persen (%) adsorpsi karmin:

$$\text{Jumlah adsorpsi} = [(C_0 - C) \div C_0] \times 100\%$$

Dimana:

C_0 = Konsentrasi awal larutan karmin (ppm)

C = Konsentrasi karmin setelah Adsorpsi (ppm)

3.5.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan analisa ragam pola rancangan acak lengkap (RAL) melalui uji F dengan tingkat kesalahan 5 % dan 1 %. Dilanjutkan dengan uji BNT ($\alpha = 5 \%$) dan uji t untuk perbandingan karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan.

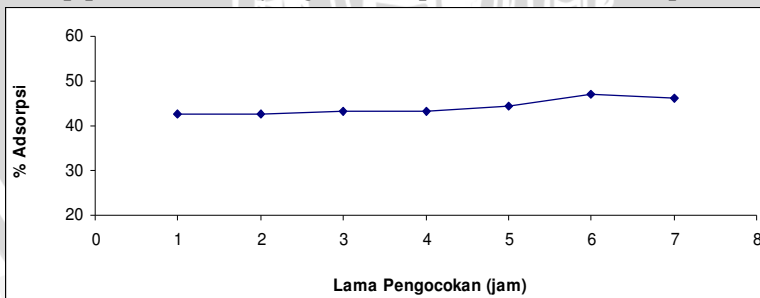
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan adsorpsi zat warna karmin oleh karbon mesopori dengan mengkaji pengaruh lama dan kecepatan pengocokan terhadap jumlah karmin yang teradsorpsi sehingga didapatkan kondisi optimum untuk proses adsorpsi. Kemampuan adsorpsi karbon mesopori sintetik dibandingkan dengan karbon aktif perdagangan untuk mengetahui kualitas karbon mesopori untuk adsorpsi zat warna karmin.

Sebelum digunakan sebagai adsorben terlebih dahulu dilakukan preparasi karbon mesopori dengan melakukan pengayakan yang bertujuan untuk menyeragamkan ukuran partikel karbon, pemanasan pada suhu 110C untuk dan menghindari kemungkinan adanya molekul air yang teradsorpsi oleh karbon dan homogenisasi dilakukan agar penyebaran ukuran partikel merata sehingga pada waktu pengambilan yang berbeda distribusi ukuran partikel tetap sama.

4.1 Penentuan waktu kesetimbangan adsorpsi Karmin oleh karbon mesopori

Lama pengocokan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi mempengaruhi tercapainya kesetimbangan adsorpsi sehingga dalam penelitian ini dilakukan variasi lama pengocokan untuk mengetahui adanya pengaruh lama pengocokan terhadap adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dan mendapatkan kondisi setimbang. Gambar 4.1 menunjukkan pangaruh lama pengocokan terhadap persen karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori.



Gambar 4.1 Kurva Pengaruh Lama Pengocokan Terhadap Adsorpsi Karmin

Dari Gambar 4.1 diketahui bahwa lama pengocokan berpengaruh terhadap persen adsorpsi karmin. Data di atas didukung oleh hasil analisa data menggunakan uji statistik (uji F) dengan RAL (rancangan acak lengkap) pada lampiran D.

Laju adsorpsi dipengaruhi oleh ukuran dari molekul adsorben, karakteristik adsorbat dan porositas dari adsorben. Karmin berukuran 19,45 Å sedangkan karbon mesopori memiliki diameter mesopori 39,99 Å dengan dominasi rongga pada diameter 58,85 Å sehingga menurut kesesuaian ukuran adsorbat dan adsorben, adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi multilayer melalui adsorpsi fisik. Mekanisme adsorpsi terjadi melalui interaksi antara gugus $O^{\delta}-H^{\delta+}$ pada zat warna yang tidak terdeprotonasi dengan gugus $ArCOO^-$ dan ArO^- pada karbon mesopori yang merupakan interaksi Van Der Waals Orientasi dan dapat juga berinteraksi melalui ikatan hidrogen. Selain itu terjadi interaksi antara gugus nonpolar (aromatis) pada karmin dengan gugus nonpolar (aromatis) pada karbon yang disebut gaya dispersi (gaya London).

Dari Gambar 4.1 lama pengocokan 1-5 jam menunjukkan peningkatan persen adsorpsi yang tidak signifikan (relatif konstan), didukung oleh uji BNT dengan taraf kepercayaan 5 % yang menunjukkan tidak ada beda nyata. Pada lama pengocokan 1-5 jam, waktu kontak belum cukup besar untuk meningkatkan jumlah karmin yang teradsorpsi karena perpindahan adsorbat dari fasa ruah ke permukaan adsorben membutuhkan waktu yang cukup besar, dimana menurut pouchly dan Erdos (1958) tahap ini merupakan tahap lambat pada proses adsorpsi padat cair, sehingga lama pengocokan pada 1-5 jam tidak memberikan perbedaan pengaruh yang berarti pada adsorpsi karmin oleh karbon mesopori.

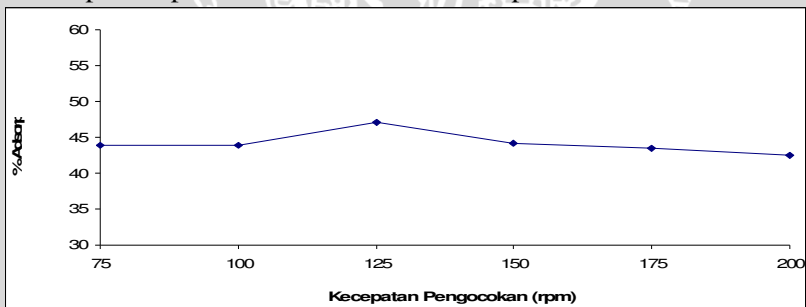
Pada kisaran lama pengocokan 5-6 jam terjadi peningkatan persen adsorpsi, didukung oleh uji BNT yang menunjukkan adanya beda nyata pada lama pengocokan 5-6 jam. Peningkatan adsorpsi ini disebabkan oleh waktu kontak antara karbon dan karmin yang semakin lama, sehingga semakin sering terjadi interaksi antara adsorben dan adsorbat yang mengakibatkan semakin besar peluang karmin teradsorpsi kedalam karbon mesopori sehingga meningkatkan persentase adsorpsi. Pada 5-6 jam terjadi difusi adsorbat ke permukaan adsorben yang merupakan tahap cepat dalam proses adsorpsi sehingga terjadi peningkatan jumlah karmin yang signifikan.

Pada kisaran lama pengocokan 6-7 jam persen karmin yang teradsorpsi relatif konstan, didukung oleh uji BNT yang menunjukkan tidak ada beda nyata pada lama pengocokan 6-7 jam. Hal ini menunjukkan telah tercapai kesetimbangan adsorpsi dimana laju adsorpsi sama dengan laju desorpsi.

Dari hasil penelitian, diperoleh lama pengocokan optimum pada 6 jam dengan persen karmin yang teradsorpsi adalah $47,04 \pm 0,90\%$

4.2 Pengaruh Kecepatan Pengocokan Terhadap Persentase Karmin Teradsorpsi Menggunakan Karbon Mesopori Hasil Sintesis

Pada proses adsorpsi dengan adsorben padatan, difusi adsorbat ke permukaan adsorben sulit terjadi sehingga dibutuhkan energi kinetik yang cukup besar agar interaksi adsorbat dan adsorben lebih sering terjadi. Pada penelitian ini, dilakukan adsorpsi pada variasi kecepatan pengocokan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengocokan terhadap persentase adsorpsi karmin oleh karbon mesopori hasil sintesis dan mendapatkan kecepatan pengocokan optimum. Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi karmin oleh karbon mesopori.



Gambar 4.2 Kurva Pengaruh Kecepatan Pengocokan Terhadap Adsorpsi Karmin

Pada penelitian ini, proses adsorpsi dilakukan pada pH 13,00. Karbon mesopori mengandung gugus karboksil dan gugus hidroksil pada permukaannya sehingga pada pH 13,00 karbon cenderung dalam bentuk anionnya daripada molekulnya. Hal ini didasarkan pada nilai pKa hidroksil yang terikat pada banyak cincin aromatis lebih rendah dari nilai pKa hidroksil yang terikat pada satu cincin

aromatis (pKa fenol 9,9 (Mit, OCW, 2008)) dan nilai pKa karboksil yang terikat pada banyak cincin aromatis lebih tinggi dari nilai pKa karboksil yang terikat pada satu cincin aromatis (pKa asam benzoat 4,18 (Day dan Underwood, 1990)). Seperti yang disebutkan dalam subbab 2.3, karmin mengandung beberapa pusat asam dengan $pK_0=2,9$; $pK_1=5,4$; $pK_2=8,7$ dan $pK_3=12,2$ sehingga pada pH 13 karmin juga lebih banyak berada dalam bentuk anionnya daripada molekulnya (jumlah anion $1,26 \times 10^{10}$ kali jumlah molekul) karena pKa lebih kecil daripada nilai pH. Karbon dan karmin mengalami gaya tolak yang cukup besar karena memiliki muatan yang sama (berada dalam bentuk anionnya) sehingga jarak antara adsorbat dan adsorben cukup besar. Untuk terjadinya difusi adsorbat ke permukaan adsorben dibutuhkan jarak yang cukup dekat sehingga dibutuhkan energi kinetik yang cukup agar interaksi antara adsorbat dan adsorben lebih sering terjadi sehingga dilakukan pengocokan untuk memperbesar peluang terjadinya interaksi antara permukaan karbon dan karmin.

Dari Gambar 4.2 diketahui bahwa kecepatan pengocokan berpengaruh terhadap persen karmin teradsorpsi, hal ini didukung oleh hasil analisa data menggunakan uji statistik (uji F) dengan RAL (rancangan acak lengkap) pada lampiran D.

Pada kisaran kecepatan pengocokan 75-100 rpm, persen karmin yang teradsorpsi relatif konstan, didukung oleh uji BNT dengan taraf kepercayaan 5 % yang menunjukkan tidak ada beda nyata pada kecepatan 75-100 rpm. Hal ini disebabkan energi kinetik yang dihasilkan pada kecepatan pengocokan 75-100 rpm belum cukup besar untuk mendekatkan jarak antara adsorbat dan adsorben sehingga tidak terjadi peningkatan jumlah karmin yang teradsorpsi kedalam karbon mesopori.

Pada kisaran kecepatan pengocokan 100-125 rpm terjadi peningkatan persen karmin yang teradsorpsi, didukung oleh uji BNT yang menunjukkan adanya beda nyata pada kecepatan 100-125 rpm. Hal ini disebabkan semakin cepat pengocokan maka interaksi adsorbat dan adsorben semakin sering terjadi sehingga peluang difusi karmin ke permukaan karbon mesopori semakin besar sehingga dapat meningkatkan jumlah karmin yang teradsorpsi.

Pada kisaran kecepatan pengocokan 125-200 rpm terjadi penurunan persen karmin yang teradsorpsi, didukung oleh uji BNT yang menunjukkan adanya beda nyata pada kecepatan pengocokan

125-200 rpm. Kecepatan pengocokan yang terlalu besar berpotensi menurunkan peluang zat warna karmin untuk berinteraksi dengan permukaan karbon mesopori sehingga gaya tarik zat warna oleh permukaan karbon mesopori berkurang dan jumlah karmin yang teradsorpsi menurun.

Dari penelitian ini, didapatkan kecepatan pengocokan optimum pada 125 rpm dengan persen karmin yang teradsorpsi $47,04 \pm 0,90\%$

4.3 Perbandingan Nilai Adsorpsi Optimum Karbon Mesopori Hasil Sintesis dengan Karbon Aktif Perdagangan

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan persen karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori hasil sintesis dengan karbon aktif perdagangan untuk mengetahui layak atau tidaknya karbon mesopori hasil sintesis sebagai adsorben alternatif dari karbon aktif perdagangan untuk adsorpsi karmin.

Tabel 4.1 Data perbandingan persen adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan

Persen adsorpsi		Perbandingan persen adsorpsi
Karbon mesopori	Karbon aktif perdagangan	
$47,04 \pm 0,90$	$99,94 \pm 0,02$	0.47

Tabel 4.1 menunjukkan perbedaan persen adsorpsi karmin yang cukup besar antara karbon mesopori hasil sintesis dengan karbon aktif perdagangan. Hal ini didukung oleh analisa data dengan uji t pada taraf nyata 5 % yang menunjukkan bahwa perbedaan adsorben mempengaruhi persen adsorpsi zat warna.

Persen karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori 0.47 kali karbon aktif perdagangan, hal ini dipengaruhi luas permukaan spesifik karbon mesopori 0,1472 kali dan volume pori 0,1757 kali karbon aktif perdagangan, sehingga ketersediaan permukaan untuk tempat pengikatan adsorbat dan penyediaan ruang untuk tempat adsorpsi jauh lebih kecil pada karbon mesopori dibanding karbon aktif perdagangan.

Ditinjau dari gugus fungsi yang terdapat pada permukaan karbon mesopori, persen karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori lebih kecil dibanding dengan karbon aktif perdagangan karena

karbon mesopori hasil sintesis memiliki gugus-gugus -COO^- dan ion hidroksil pada permukaannya yang mengakibatkan adanya tolakan antara adsorbat dan adsorben, karena karmin juga mengandung gugus yang sama. Gugus-gugus yang menutupi permukaan karbon mesopori juga berpotensi menghalangi sebagian interaksi antara struktur aromatis karbon dengan aromatis pada karmin. Pada karbon aktif perdagangan, tidak terdapat gugus-gugus permukaan sehingga secara kimiawi tidak ada gaya tolak seperti pada karbon mesopori.

Distribusi ukuran pori (Gambar 2.2), menunjukkan bahwa pada diameter yang sama karbon mesopori memiliki jumlah rongga yang lebih sedikit dibanding karbon aktif perdagangan sehingga jumlah karmin yang teradsorpsi pada karbon mesopori juga lebih sedikit dibanding karbon aktif perdagangan.



BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Lama dan kecepatan pengocokan berpengaruh terhadap nilai adsorpsi karmin oleh karbon mesopori. Dalam kisaran lama pengocokan 1-5 jam konstan, 5-6 terjadi peningkatan dan 6-7 konstan sedangkan kecepatan pengocokan 75-100 rpm konstan, 100-125 rpm terjadi peningkatan dan 125-200 rpm terjadi penurunan.
2. Kondisi optimum (100 ppm adsorbat/0,1000 g adsorben) dicapai pada lama pengocokan pada 6 jam dan kecepatan pengocokan 125 rpm dengan nilai adsorpsi $47,04 \pm 0,90\%$
3. Karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori pada kondisi optimum 0,47 kali karmin yang teradsorpsi oleh karbon aktif perdagangan.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan variasi lama pengocokan dibawah satu jam sehingga didapatkan gambaran lama pengocokan keseluruhan. Selain itu perlu dilakukan uji RAL dua arah untuk mengetahui lama dan kecepatan pengocokan pada kondisi optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Affiatun, G., S. Wahyuni dan A. Rachmawaty. 2004. Perolehan kembali Cu dari limbah elektroplating dengan menggunakan reaktor unggun terfluidasi. Jurusan teknik lingkungan Universitas Pasundan. Pasundan
- Albanis, T.A., D.G. Hella., T.M. Sakellarides dan T.G. Danis. 2000. Removal of dyes from aqueous solutions by adsorption on mixtures of fly ash and soil in batch and column techniques. *Global Nest : the Int.J.* v.2.n.3.237
- Allen, S. J. dan B. Koumounova. 2005. Decolorization of water / wastewater using adsorption. University Of Chemical technologi and Metalurgy. Bulgaria
- Anonim. 1991. Buku Panduan : Teknologi Pengendalian Dampal Lingkungan Industri tekstil. BAPEDAL. Jakarta
- Basset, J., R.C. Denney., G.H. Jeffrey. dan J. Mendham. 1987. Vogel's textbook quantitative Inorganic analysis. Longman Scientific & Technical. England
- Burliaty, V., I.W. Edi, A. Hanafi and L. Hanafi. 2005. Peningkatan kapasitas adsorpsi sorben serbuk gergaji albasia terhadap zat warna anionik dengan cara aminasi. Kelompok Studi lingkungan (KSL) Indonesia. Surabaya
- Cabrera, R.B., 2005. Downstream Prossesing Of Natural Product: Carminic Acid. International University Breman. Jerman
- Day, R.A. and A. L. Underwood. 1990. Analisa kimia kuantitatif. Alih Bahasa. Soendoro. R., Erlangga.
- Day, R.A and A. L Underwood. 2002. Analisa kimia kuantitatif. Alih Bahasa. Soendoro. R., Erlangga. 32.
- Dicello, M.C., M. Andrzej, R.B. James, and L.B. James. 1999. Anaphilaxis after ingestion of carmine colored foods: Two Case Reports and a Review of the Literature. <http://www.proquest.com>. tanggal akses 24 November 2007

- Ernest, R., 2002. Studi literatur perancangan awal alat adsorpsi regenerasi karbon aktif. Jurusan Gas dan Petrokimia. FTUI. Depok
- Favaro, G., 2002. Role of protolytic interactions in photo-aging processes of carminic acid and carminic lake in solution and painted layers. *Journal of the Chemical Society-Perkin Transactions 2*. p. 192-197
- Gulyurtlu, I., , A. Garcia-Garcia, A. Gregorio dan D. Boavida. 2003. Preparation and charecterisation of activated carbon from pine waste gasified in pilot reactor. Departement of Energetic Engineering and Environmental Control. National Institut of Engineering and Iindustrial Technology. Estrada dopacodo Lumiar. Lisbon, Portugal
- .Jankowska, H., A. Swiatkowski dan J.Choma. 1991. Active carbon. Horwood. London. pp. 29-85
- Joo, S.H. dan R. Ryoo. 2003. Structural characterization of noble metal clusters supported on ordered mesoporous carbons by XAFS. http://www.kek.jp/acr2002pdf/part_b/pf02b003.pdf. tanggal akses: 11 November 2007
- Kristina, Y., 2007. Skripsi: Studi pengaruh jumlah template terhadap karakter karbon mesopori hasil sintesis dari limbah Tekstil. Universitas Brawijaya. Malang
- Kent, S. K., 1998. Adsorbent selection. Adsorption research inc., Dublin. Ohio
- Lachman, L., H.A. Lieberman dan J.L. Kanig. 1989. Teori dan praktek farmasi industri. edisi ketiga. Terjemahan: Siti Suyatmi. Penerbit UI Press. Jakarta. Hal: 256-259
- Larry, J., 1991. Adsorption. Halsted press. a division of John Willey and Sons. New York

- Lee, J., S. Yoon dan T. Hyeon. 1999. Syntesis of a new mesoporous carbon & Its application to elektrochemical double-layer capacitors. *J. Chem Commun.* 2177-2178
- Lowell, J. dan T. Shiels. 1984. Powder surface area and porosity. 2nd Edition. Chapman and Hall. Inc. London
- Longhinnotti, E., F. Pozza, L. Furian dan M. Klug 1998. Adsorption of anionic dyes on biopolymer chitin. *J.Braz.Chem.Soc.* vol. 9. no. 5. pp.2
- Mikhail, R.S. dan E. Robens. 1983. Microstructure and thermal analysis of solid surface. John Wiley and Sons Inc. New York. pp. 211-232
- Milton, J.R. 1989. Surfactants and interfacial phenomena. John Willey & Sons. U.S.A
- Mit, OCW., 2008. Acidity and basicity constant for substances in aqueous solution at 25°C. *Journal of Chemistry.* New York
- Moreira, R.F.P., MG. Peruch dan N.C. Kuhnen. 1998. Adsorption of textile dyes on alumina. Equilibrium studies and contact time effects. *Braz.J.Chem.Eng.* v.15. n.1
- Oscik, J., 1991. Adsorption. Hasted press a division of john willey and sons. New York
- Parker, S. P., 1984. McGraw-Hill dictionary of chemistry. McGraw-Hill Book Company. New York. pp. 563
- Pouchly, J. dan E. Erdos. 1958. czechoslov. Chem.. comm.. 23. 1708
- Ryoo, R., S.H. Joo dan S. Jun. 1999. Synthesis of highly ordered carbon molecular sieves via template-mediated structural transformation. *Physical Chemistry B.* v.103. n.37. 7743
- Sax, I. N., dan R.J., Lewis. 1987. Hawley's condensed chemical dictionary. Van Nonstrand Reinhold. New York

Sawyer, C.N. dan P. L. McCarty. 1987. Chemistry of engineering. 3rd edition. McGraw Hill Book Company. pp.3

Shen, W., Z. Li dan Y. Liu. 2007. Surface chemical functional groups modification of porous carbon. Department of Applied Physics, University of Electronic Science and Technology of China. Shandong

Yang,R.T.,2003. Adsorbents Fundamentals And Applications. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Page 87.



LAMPIRAN

Lampiran A

PERHITUNGAN DAN PREPARASI LARUTAN

A.1 Pembuatan larutan induk karmin 200 ppm

A.1.1 Perhitungan

Untuk membuat larutan induk karmin 200 ppm sebanyak 100 mL maka :

$$\begin{aligned}W \text{ C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_{13} &= 200 \text{ mg/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 20 \text{ mg} = 0,0200 \text{ g}\end{aligned}$$

Jadi massa karmin yang harus ditimbang adalah sebanyak 0,0200 g

A.1.2 Preparasi larutan

Ditimbang 0,0200 g karmin, dimasukkan dalam gelas beaker 50 mL dan dilarutkan dengan 25 mL akuades. Larutan yang diperoleh dimasukkan labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades hingga tanda batas.

A.2 Pembuatan larutan standar karmin untuk penentuan kurva baku

Contoh perhitungan pengenceran larutan karmin 200 ppm menjadi 100 ppm:

Untuk membuat larutan standar 100 ppm dari larutan induk karmin 200 ppm digunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

Dimana : V_1 = volume larutan induk karmin 100 ppm (V_{awal})

V_2 = volume total hasil pengenceran

M_1 = konsentrasi larutan induk karmin (M_{awal})

M_2 = konsentrasi larutan karmin yang diinginkan

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 M_2}{M_1}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}}{200 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

Jadi volume larutan karmin 200 ppm yang harus dipipet sebanyak 25 mL.

Pembuatan larutan standar karmin dilakukan dengan cara perhitungan yang sama seperti cara diatas dan diperoleh data pada tabel berikut :

Tabel A.1 Data Pembuatan Larutan Standar Karmin

[karmin] _{awal} (ppm)	V _{awal} (mL)	V _{akhir} (mL)	[karmin] _{akhir} (ppm)
100	1,0	50	2
100	1,5	50	3
100	2,0	50	4
100	2,5	50	5
100	3,0	50	6

A.3 Pembuatan Larutan Karmin 100 ppm pH 13

Dipipet 25 mL larutan karmin 200 ppm lalu dimasukkan kedalam gelas kimia 100 mL kemudian diukurinya menggunakan pH meter. Diatur pHnya sampai pH 13,00 dengan penambahan NaOH 12,5 M dan 5,0 M dan 1,0 M setetes demi setetes sambil diaduk dengan pengaduk magnetik. Kemudian dipindahkan larutan kedalam labu takar 50 mL dan diencerkan dengan larutan NaOH pH 13 sampai tanda batas

A.4 Perhitungan Molaritas Larutan HCl pekat 37%

Berat jenis larutan HCl pekat = 1,19 g/mL

Kadar larutan HCl pekat = 37 % (b/b)

BM HCl = 36,461 g/mol

Maka konsentrasi larutan HCl pekat :

$$MHCl = \frac{1,19 \text{ g / mL}}{36,469 \text{ g / mol}} \times 0,37 \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$$

$$= 12,08 \text{ M}$$

A.5 Perhitungan pembuatan larutan HCL 10M, 5M, 1M, 0.1M dan 0.01M

Tabel A.2 Tabel perhitungan pembuatan larutan HCl 10,00 M, 5,00M, 1,00M, 0,10 M dan 0,01M

M ₁ (M)	V ₁ (mL)	M ₂ (M)	V ₂ (mL)
12,08	41	5,00	100
5,00	20	1,00	100
1,00	10	0,10	100
0,10	10	0,01	100

Keterangan:

M₁= Konsentrasi larutan HCl pekat yang dipipet

V₁= Volume larutan HCl pekat yang dipipet

M₂= Konsentrasi larutan HCl akhir

V₂= Volume hasil pengenceran

A.6 Pembuatan Larutan HCl pH Larutan Kurva baku (pH 4,88)

Dipipet 250 mL akuades lalu dimasukkan kedalam gelas kimia 500 mL kemudian diukur pH akuades menggunakan pH meter. Ditambahkan HCl 0,1 M dan 0,01 M setetes demi setetes sambil diaduk dengan pengaduk magnetik sampai pH sesuai dengan pH larutan kurva baku (pH 4,88).

A.7 Pembuatan Larutan NaOH 50% (12,5 M)

Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Mol NaOH} &= [\text{NaOH}] \times \text{volum NaOH} \\ &= 12,5 \text{ mol/L} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 0,625 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= \text{mol NaOH} \times \text{Mr NaOH} \\ &= 0,625 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} \\ &= 25 \text{ g} \end{aligned}$$

Preparasi Larutan

Ditimbang sebanyak 25 g NaOH padat, dilarutkan dalam beaker glass, kemudian diencerkan dalam labu ukur 50 mL hingga tanda batas

A.8 Perhitungan pembuatan larutan NaOH 5,00 M dan 1,00 M

Tabel A.3 Perhitungan pembuatan larutan NaOH 5,00 M dan 1,00 M

M_1 (M)	V_1 (mL)	M_2 (M)	V_2 (mL)
12.5	40	5.0	100
5.0	20	1.0	100
1.0	10	0.1	100

Keterangan:

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

A.9 Pembuatan Larutan NaOH pH 13,00

Dipipet 250 mL akuades lalu dimasukkan kedalam gelas kimia 500 mL kemudian diukur pH akuades menggunakan pH meter. Diatur pHnya sampai pH 13,00 dengan penambahan NaOH 12,5 M dan 5,0 M dan 1,0 M setetes demi setetes sambil diaduk dengan pengaduk magnetik.

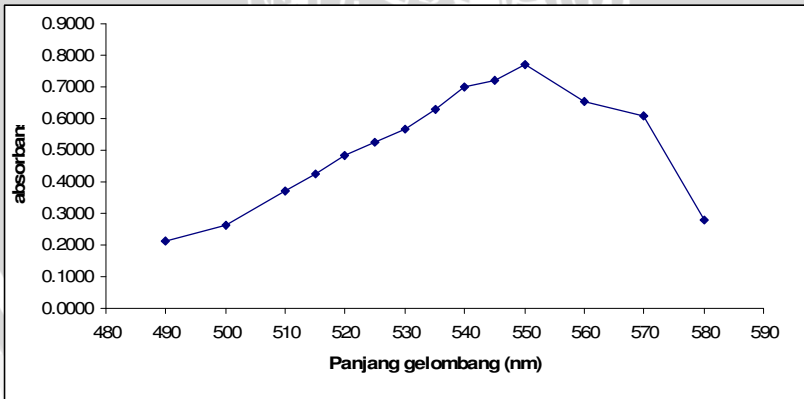
Lampiran B

B.1 Penentuan panjang gelombang maksimum karmin

Tabel B.1 Data Absorbansi larutan Karmin konsentrasi 8 ppm pada berbagai panjang gelombang

Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
490	0.2131
500	0.2631
510	0.3692
515	0.4232
520	0.4837
525	0.5243
530	0.5657
535	0.6304
540	0.6984
545	0.7215
550	0.7696
560	0.6552
570	0.6086
580	0.2805

Dari data tersebut diperoleh panjang gelombang maksimum larutan rhodamine B sebesar 550 nm sebagai berikut:



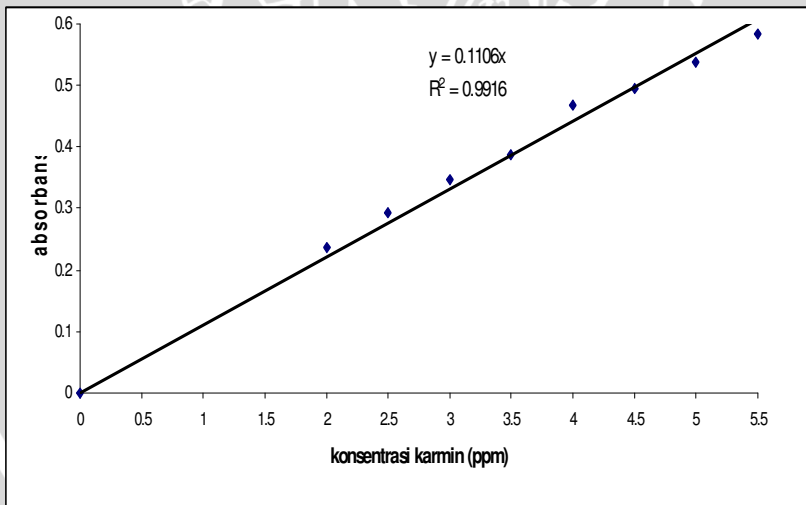
Gambar B.1 Kurva Absorbansi Larutan Karmin pada berbagai panjang Gelombang (490-580)

B.2 Penentuan Kurva Baku Larutan Karmin

Tabel B.2 Data Penentuan Kurva Baku Larutan Karmin pada berbagai konsentrasi

[karmin] ppm	Absorbansi
0.00	0.0000
2.00	0.2366
2.50	0.2924
3.00	0.3467
3.50	0.3872
4.00	0.4685
4.50	0.4948
5.00	0.5376
5.50	0.5850

Dari data kurva baku larutan karmin tersebut diperoleh persamaan $y = 0,1106X$



Gambar B.2 Kurva Baku Larutan Karmin

Lampiran C

PENGOLAHAN DATA ADSORPSI

C.1 Contoh Perhitungan

a. Perhitungan % adsorpsi karmin tanpa adisi standar (untuk karbon mesopori)

Diketahui:

$$\text{Absorbansi} = 0,2655$$

$$\text{Slope} = 0,1106$$

$$\begin{aligned} fp &= \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}} \\ &= \frac{25\text{mL}}{1\text{mL}} = 25 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$C_{\text{pengukuran}} = \frac{\text{Absorbansi}}{\text{Slope}}$$

$$= \frac{0,2655}{0,1106}$$

$$= 2,4009 \text{ ppm}$$

$$C_{\text{akhir}} = C_{\text{pengukuran}} \times fp$$

$$= 2,4009 \times 25$$

$$= 60,0231 \text{ ppm}$$

Untuk C_{awal} :

$$\text{Absorbansi} = 0,4685$$

$$\text{Slope} = 0,1106$$

$$\begin{aligned} fp &= \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}} \\ &= \frac{25\text{mL}}{1\text{mL}} = 25 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$C_{\text{pengukuran}} = \frac{\text{Absorbansi}}{\text{Slope}}$$

$$= \frac{0,4685}{0,1106}$$

$$= 4,2360 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned}
 C_{\text{akhir}} &= C_{\text{pengukuran}} \times f_p \\
 &= 4,2360 \times 25 \\
 &= 105,8996 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Adsorpsi} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}})}{C_{\text{awal}}} \times 100 \% \\
 &= \frac{105,8996 - 60,0231}{105,8996} \times 100 \% \\
 &= 43,32 \%
 \end{aligned}$$

C.1.2 Perhitungan rata-rata dan standar deviasi

Diketahui:

$$\% \text{ adsorpsi 1} = 43,32 \%$$

$$\% \text{ adsorpsi 2} = 41,66 \%$$

$$\% \text{ adsorpsi 3} = 43,32 \%$$

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata } \% \text{ adsorpsi} &= \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3} \\
 &= \frac{43,32 + 41,66 + 43,32}{3} \\
 &= 42,77 \%
 \end{aligned}$$

Dengan nilai standar deviasi dari tiap pengukuran sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{SD} &= \sqrt{\frac{(X_1 - X_{\text{rata}})^2 + (X_2 - X_{\text{rata}})^2 + (X_3 - X_{\text{rata}})^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(42,77 - 43,32)^2 + (42,77 - 41,66)^2 + (42,77 - 43,32)^2}{3 - 1}} \\
 &= 0,96
 \end{aligned}$$

Catatan: Dilakukan cara yang sama untuk perhitungan % adsorpsi karmin pada variasi kecepatan pengocokan pada tabel 4.3.2

Tabel C.1 Pengolahan Data Variasi Lama Pengocokan

lama kocok	C awal (ppm)	FP	Abs	Slope	C ukur	C sisa (ppm)	% Ads	rerata Asorpsi	SD
1 jam	105.8996	25	0.2655	0.1106	2.4009	60.0231	43.32	42.77	0.96
			0.2733		2.4711	61.7779	41.66		
			0.2655		2.4009	60.0231	43.32		
2 jam	105.8996	25	0.2733	0.1106	2.4711	61.7779	41.66	42.77	0.96
			0.2655		2.4009	60.0231	43.32		
			0.2655		2.4009	60.0231	43.32		
3 jam	105.8996	25	0.2655	0.1106	2.4009	60.0231	43.32	43.31	1.64
			0.2733		2.4711	61.7779	41.66		
			0.2580		2.3323	58.3082	44.94		
4 jam	105.8996	25	0.2655	0.1106	2.4009	60.0231	43.32	43.32	0.00
			0.2655		2.4009	60.0231	43.32		
			0.2655		2.4009	60.0231	43.32		
5 jam	105.8996	25	0.2580	0.1106	2.3323	58.3082	44.94	44.40	0.93
			0.2655		2.4009	60.0231	43.32		
			0.2580		2.3323	58.3082	44.94		
6 jam	105.8996	25	0.2505	0.1106	2.2653	56.6331	46.52	47.04	0.90
			0.2432		2.1991	54.9780	48.08		
			0.2505		2.2653	56.6331	46.52		
7 jam	105.8996	25	0.2568	0.1106	2.3220	58.0489	45.18	46.25	0.92
			0.2493		2.2542	56.3539	46.79		
			0.2493		2.2542	56.3539	46.79		

Tabel C.2 Pengolahan Data Variasi Kecepatan Pengocokan Terhadap Adsorpsi Karmin oleh Karbon Mesopori

Kec kocok	C awal (ppm)	FP	Abs	Slope	C ukur	C akhir (ppm)	% Adsorpsi	rerata % Asorpsi	SD
75 rpm	105.8996	25	0.2580	0.1106	2.3323	58.3082	44.94	43.85	1.89
			0.2580		2.3323	58.3082	44.94		
			0.2733		2.4711	61.7779	41.66		
100 rpm	105.8996	25	0.2505	0.1106	2.2653	56.6331	46.52	43.84	2.47
			0.2655		2.4009	60.0231	43.32		
			0.2733		2.4711	61.7779	41.66		
125 rpm	105.8996	25	0.2505	0.1106	2.2653	56.6331	46.52	47.04	0.90
			0.2432		2.1991	54.9780	48.08		
			0.2505		2.2653	56.6331	46.52		
150 rpm	105.8996	25	0.2569	0.1106	2.3228	58.0689	45.17	44.10	1.85
			0.2569		2.3228	58.0689	45.17		
			0.2719		2.4584	61.4589	41.96		
175 rpm	105.8996	25	0.2644	0.1106	2.3906	59.7639	43.57	43.44	1.79
			0.2569		2.3228	58.0689	45.17		
			0.2737		2.4743	61.8577	41.59		
200 rpm	105.8996	25	0.2719	0.1106	2.4584	61.4589	41.96	42.50	0.92
			0.2644		2.3906	59.7639	43.57		
			0.2719		2.4584	61.4589	41.96		

b. Perhitungan % adsorpsi karmin dengan menggunakan adisi standar (untuk karbon aktif perdagangan)

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi adisi standar} &= 0,3483 \\ \text{Slope} &= 0,1106 \\ \text{fp} &= \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}} \\ &= \frac{50\text{mL}}{10\text{mL}} = 5 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} C_{\text{ukur adisi standar}} &= \frac{\text{Absorbansi adisi standar}}{\text{Slope}} \\ &= \frac{0,3483}{0,1106} \\ &= 3,1496 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Dari data kurva baku diketahui nilai absorbansi pada konsentrasi 3 ppm sebesar 0,3467, sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned} C_{\text{ukur lar standar 50ppm}} &= \frac{\text{Absorbansi 50 ppm}}{\text{slope}} \\ &= \frac{0,3467}{0,1106} \\ &= 3,1347 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{akhir}} &= (C_{\text{ukur adisi standar}} - C_{\text{ukur lar standar 3 ppm}}) \times \text{fp} \\ &= (3,1496 - 3,1347) \times 5 \\ &= 0,0742 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh % adsorpsi karmin:

$$\begin{aligned} \% \text{ Adsorpsi} &= \frac{C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}}{C_{\text{awal}}} \times 100\% \\ &= \frac{1058996 - 0,0742}{1058996} \times 100\% \\ &= 99,93 \% \end{aligned}$$

Tabel C.3 Pengolahan Data Adsorpsi Karmin oleh Karbon Aktif Perdagangan

C awal (ppm)	Abs adisi standar	Slope	C ukur adisi standar	Abs (std 3 ppm)	C ukur (Std 3 ppm)	FP	C akhir	% Adsorpsi	rerata % Adsorpsi	SD
105.8996	0.3483	0.1106	3.1496	0.3467	3.1347	5	0.0742	99.93	99.94	0.02
	0.3483		3.1496				0.0742	99.93		
	0.3475		3.1421				0.0367	99.97		

Lampiran D

UJI STATISTIK

D.1 Uji statistik pengaruh lama pengocokan terhadap adsorpsi karmin oleh karbon mesopori

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh lama pengocokan terhadap jumlah karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori maka dilakukan uji F dengan langkah- langkah sebagai berikut :

D.1.1 Menghitung Faktor Koreksi (FK)

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

$$FK = \frac{(929,58)^2}{21}$$

$$FK = 41148,78$$

D.1.2 Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

a) Jumlah Kuadrat_{Total}

$$\begin{aligned} JK_{\text{total}} &= \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij})^2 \right] - FK \\ &= [(43,32)^2 + (41,66)^2 + \dots + (46,78)^2] - 41148,78 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{total}} = 68,02$$

b) Jumlah Kuadrat_{perlakuan}

$$\begin{aligned} JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\left[\sum_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 \right]}{n_i} - FK \\ &= \frac{[(128,31)^2 + (128,31)^2 + \dots + (138,76)^2]}{3} - 41148,78 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 41202,69 - 41148,78$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 53,91$$

c) Jumlah Kuadrat Galat percobaan

$$\begin{aligned} JK_{\text{galat percobaan}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} \\ &= 68,02 - 53,91 \\ &= 14,11 \end{aligned}$$

D.1.3 Analisa Sidik Ragam (Uji F)

a) Kuadrat Tengah perlakuan

$$\begin{aligned} KT_{\text{perlakuan}} &= \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{perlakuan}}} \\ &= \frac{53,91}{6} \\ &= 8,98 \end{aligned}$$

b) Kuadrat Tengah Galat perlakuan

$$\begin{aligned} KT_{\text{galat percobaan}} &= \frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{galat percobaan}}} \\ KT_{\text{galat percobaan}} &= \frac{14,11}{14} \\ KT_{\text{galat percobaan}} &= 1,01 \end{aligned}$$

c) Menghitung Nilai F

$$\begin{aligned} F_{\text{hitung}} &= \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}} \\ F_{\text{hitung}} &= \frac{8,98}{1,01} \\ F_{\text{hitung}} &= 8,91 \end{aligned}$$

Tabel D.1 Hasil analisa sidik ragam pengaruh lama pengocokan terhadap adsorpsi karmin

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F	
				hitung	tabel
Perlakuan	6	53,91	8,98	8,91	2,8477
Galat	14	14,11	1,01		
Total	20	68,02			

Berdasarkan tabel E.1 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, berarti lama pengocokan berpengaruh terhadap % adsorpsi karmin.

Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%

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

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025;14)} \sqrt{\frac{2 \times 1,01}{3}} = 2,5096 \times 0,8205 = 2,0593$$

Tabel D.2 Hasil uji BNT pengaruh lama pengocokan terhadap adsorpsi karmin

lama kocok	%	Adsorpsi						
		1	2	3	4	5	6	7
		42.77	42.77	43.31	43.32	44.40	47.04	46.25
1	42.77	0	0	0.54 ^{tn}	0.55 ^{tn}	1.63 ^{tn}	4.27*	3.48*
2	42.77		0	0.54 ^{tn}	0.55 ^{tn}	1.63 ^{tn}	4.27*	3.48*
3	43.31			0	0.01	1.09 ^{tn}	3.73*	2.94*
4	43.32				0	1.08 ^{tn}	3.72*	2.93*
5	44.40					0	2.64*	1.85 ^{tn}
6	47.04						0	0.79 ^{tn}
7	46.25							0

Keterangan : * = beda nyata pada taraf 5 %

^{tn} = beda tidak nyata pada taraf uji 5 %

D.2 Uji statistik pengaruh kecepatan pengocokan terhadap Adsorpsi karmin oleh karbon mesopori

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kecepatan pengocokan terhadap jumlah karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori maka dilakukan uji F dengan langkah- langkah sebagai berikut :

D.2.1 Menghitung Faktor Koreksi (FK)

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

$$FK = \frac{(794,29)^2}{18}$$

$$FK = 35049,96$$

D.2.2 Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

a. Jumlah Kuadrat Total

$$JK_{\text{total}} = \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij})^2 \right] - FK$$
$$= [(44,94)^2 + (44,94) + \dots + (41,96)] - 35049,96$$
$$= 35119,27 - 35049,96$$

$$JK_{\text{total}} = 69,32$$

b. Jumlah Kuadrat perlakuan

$$JK_{\text{perlakuan}} = \frac{\left[\sum_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 \right]}{n_i} - FK$$
$$= \frac{[(131,54)^2 + (131,51)^2 + \dots + (127,50)^2]}{3} - 35049,96$$
$$JK_{\text{perlakuan}} = 35090,33 - 35049,96$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 40,37$$

a. Jumlah Kuadrat Galat percobaan

$$\begin{aligned} JK_{\text{galat percobaan}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} \\ &= 69,32 - 40,37 \\ &= 28,95 \end{aligned}$$

D.2.3 Analisa Sidik Ragam (Uji F)

a. Kuadrat Tengah perlakuan

$$\begin{aligned} KT_{\text{perlakuan}} &= \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{perlakuan}}} \\ &= \frac{40,37}{5} \\ &= 8,0740 \end{aligned}$$

b. Kuadrat Tengah Galat percobaan

$$\begin{aligned} KT_{\text{galat percobaan}} &= \frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{galat percobaan}}} \\ &= \frac{28,95}{12} \\ &= 2,4125 \end{aligned}$$

c. Menghitung Nilai F

$$\begin{aligned} F_{\text{hitung}} &= \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}} \\ &= \frac{8,0740}{2,4125} \\ &= 3,3467 \end{aligned}$$

Tabel D.3 Hasil analisa sidik ragam pengaruh kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi karmin

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F	
				hitung	tabel
Perlakuan	5	35,37	8,0740	3,3467	3,1058
Galat	12	35,95	2,4125		
Total	17	71,32			

Berdasarkan tabel E.3 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, berarti kecepatan pengocokan berpengaruh terhadap % adsorpsi karmin.

Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%

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

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025;12)} \sqrt{\frac{2 \times 2,4125}{3}} = 2,5600 \times 1,2482 = 3,1954$$

Tabel D.4 Hasil uji BNT pengaruh Kecepatan pengocokan terhadap adsorpsi karmin

Kecepatan pengocokan	%	75	100	125	150	175	200
		adsorpsi	43.85	43.84	47.04	44.10	43.44
75	43.85	0	0.01 ^{tn}	3.19 ^{tn}	0.25 ^{tn}	0.41 ^{tn}	1.35 ^{tn}
100	43.84		0	3.20*	0.26 ^{tn}	0.40 ^{tn}	1.34 ^{tn}
125	47.04			0	2.94 ^{tn}	3.60*	4.54*
150	44.10				0	0.66 ^{tn}	1.60 ^{tn}
175	43.44					0	0.94 ^{tn}
200	42.50						0

Keterangan : * = beda nyata pada taraf 5 %

^{tn} = beda tidak nyata pada taraf uji 5 %

D.3 Uji Statistik Adsorpsi Zat Warna Oleh Karbon Aktif Perdagangan

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang berarti antara rerataan % adsorpsi zat warna dengan menggunakan karbon aktif perdagangan dan karbon mesopori, maka dilakukan uji t.

Tabel D.5 Hasil analisa adsorpsi zat warna oleh karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan

Zat warna	Rerata % adsorpsi $\pm S^2$	
	Karbon mesopori	Karbon aktif perdagangan
Karmin	47,04 \pm 0,90	99,94 \pm 0,02

Diketahui bahwa hipotesis nol adalah adsorpsi menggunakan adsorben yang berbeda karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan tidak mempengaruhi % adsorpsi zat warna.

1. Menghitung Variasi Gabungan

$$\begin{aligned} S^2_{gabungan} &= \frac{(n_A - 1)S_A^2 + (n_B - 1)S_B^2}{n_A + n_B - 2} \\ &= \frac{(2 \times 0,90) + (2 \times 0,02)}{4} \\ &= 0,46 \end{aligned}$$

2. Menghitung t hitung

$$\begin{aligned} t \text{ hitung} &= \frac{|rerata_A - rerata_B| - d_0}{S^2_{gabungan} \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} \\ &= \frac{|47,04 - 99,94| - 0}{0,46 \times 0,8165} \\ &= 140,8450 \end{aligned}$$

Dari tabel sebaran t diketahui bahwa nilai t tabel dengan derajat kebebasan (n-1) dan (P=0,05) adalah 2,776.

Sehingga t hitung > t tabel, maka hipotesis nol ditolak berarti ada perbedaan yang nyata antara adsorpsi menggunakan karbon aktif perdagangan dan karbon mesopori

Tabel D.5 Hasil perhitungan t hitung membandingkan adsorpsi menggunakan karbon mesopori dan karbon aktif perdagangan dalam mengadsorpsi zat warna

Zat warna	t hitung	Pengertian
Karmin	140,8450	H ₀ ditolak

Lampiran E

DATA % ADSORPSI

Tabel E.1 Data persen karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori pada variasi lama pengocokan (1-7 jam)

lama pengocokan	% Adsorpsi
1	$42.77 \pm 0,96$
2	$42.77 \pm 0,96$
3	$43.31 \pm 1,64$
4	$43.32 \pm 0,00$
5	$44.40 \pm 0,93$
6	$47.04 \pm 0,90$
7	$46.25 \pm 0,92$

Tabel E.2 Data % karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori pada variasi kecepatan pengocokan

Kecepatan pengocokan	% adsorpsi
75	43.85 ± 1.89
100	43.84 ± 2.47
125	$47.04 \pm 0,90$
150	$44.10 \pm 1,85$
175	$43.44 \pm 1,79$
200	$42.50 \pm 0,92$

Lampiran F

Uji pengaruh pH Terhadap Pengukuran Karmin

Tabel F.1 Data pengaruh pH terhadap pengukuran karmin

pH	Absorbansi
1	0,4772
2	0,5327
3	0,5743
4	0,6200
5	0,6139
6	0,6079
7	0,6020
8	0,6020
9	0,6033
10	0,5943
11	0,6079
12	0,6079
13	0,5850

Lampiran G

Data pH awal dan akhir adsorpsi

Tabel G.1 Pengaruh Adsorpsi terhadap pH zat warna pada variasi lama pengocokan

Zat Warna	pH awal	pH akhir						
		1	2	3	4	5	6	7
karmin	13,00	11,05	11,93	11,28	11,89	11,19	11,16	11,36

Tabel G.1 Pengaruh Adsorpsi terhadap pH zat warna pada variasi kecepatan pengocokan

Zat Warna	pH awal	pH akhir					
		75	100	125	150	175	200
	13,00	11,29	11,20	10,49	10,82	10,96	10,63

Lampiran H
Perbandingan Jumlah karmin dalam bentuk ion dan molekulnya
pada pH 13,00

Karmin 100 ppm = 100 mg/L

$$[\text{Karmin}] = \frac{100 \text{ mg/L}}{492,39 \text{ gr/mol}} = 2,03 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

pH = 13

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13}$$

1. Posisi ArCOOH

pKa = 2,9

Ka = -Log pKa

$$K_a = 1,26 \times 10^{-3}$$

$$K_a = \frac{[A^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{HA}$$

$$[A^-] = \frac{K_a [HA]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1,26 \times 10^{-3} \times 2,03 \times 10^{-4}}{10^{-13}}$$

$$[A^-] = 2,56 \times 10^6$$

2. ArOH posisi 6

pKa = 5,4

Ka = -Log pKa

$$K_a = 3,981 \times 10^{-6}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{HA}$$

$$[A^-] = \frac{K_a [HA]}{[H_3O^+]} = \frac{3,981 \times 10^{-6} \times 2,03 \times 10^{-4}}{10^{-13}}$$

$$[A^-] = 8,0814 \times 10^3$$

3. ArOH posisi 5

$$pK_a = 8,7$$

$$K_a = -\text{Log } pK_a$$

$$K_a = 1,995 \times 10^{-9}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{HA}$$

$$[A^-] = \frac{K_a [HA]}{[H_3O^+]} = \frac{1,995 \times 10^{-9} \times 2,03 \times 10^{-4}}{10^{-13}}$$

$$[A^-] = 4,0498$$

4. ArOH posisi 8

$$pK_a = 12,2$$

$$K_a = -\text{Log } pK_a$$

$$K_a = 6,31 \times 10^{-13}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{HA}$$

$$[A^-] = \frac{K_a [HA]}{[H_3O^+]} = \frac{6,31 \times 10^{-13} \times 2,03 \times 10^{-4}}{10^{-13}}$$

$$[A^-] = 1,28 \times 10^{-3}$$

$$[A^-]_{\text{total}} = 2,56 \times 10^6 + 8,0814 \times 10^3 + 4,0498 + 1,28 \times 10^{-3}$$

$$= 2,5681 \times 10^6$$

$$[A^-] = 2,5681 \times 10^6$$

$$\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{2,5681 \times 10^6}{2,03 \times 10^{-4}}$$

$$= 1,26 \times 10^{10}$$

