

**STUDI PENGARUH pH DAN KONSENTRASI LARUTAN
KARMIN TERHADAP DAYA ADSORPSI KARBON
MESOPORI**

SKRIPSI

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

oleh :

Luh Kiki Devinia L. D.

0610922004



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**STUDI PENGARUH pH DAN KONSENTRASI LARUTAN
KARMIN TERHADAP DAYA ADSORPSI KARBON
MESOPORI**

oleh :

Luh Kiki Devinia L. D.

0610922004

**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. 132085943

Ir. Uswatun Hasanah, MSi
NIP. 131616320

**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 : Luh Kiki Devinia L. D.
NIM : 0610922004
Jurusan : Kimia
Penulis skripsi berjudul :

**” STUDI PENGARUH pH DAN KONSENTRASI LARUTAN
KARMIN TERHADAP DAYA ADSORPSI KARBON
MESOPORI”**

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, tgl _ Agustus 2008
Yang menyatakan,

(Luh Kiki Devinia L. D.)
NIM. 0610922004

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **“STUDI PENGARUH pH DAN KONSENTRASI LARUTAN KARMIN TERHADAP DAYA ADSORPSI KARBON MESOPORI”** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang kimia di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan laporan penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung selama pelaksanaan penelitian. Rasa terima kasih tersebut kami sampaikan kepada :

1. Dra. Tutik Setianingsih, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Uswatun Hasanah, M.Si selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan 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. M. Farid Rahman S.Si, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.
4. Seluruh dosen dan karyawan jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan bantuan yang diberikan
5. Keluargaku (ayah, ibu, dan adik-adik) yang telah memberikan cinta dan doa
6. Calon pendamping hidupku, Putu Adi Artana atas kasih sayang dan kesabarannya
7. Teman-teman Alih jenjang Kimia 2006 atas bantuan, kebersamaan, kekompakan dan segala kenangan indah
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, terima kasih atas bantuan dan kebersamaannya.

Penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, dengan kerendahan hati penulis mengharap kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan dan penyempurnaannya. Akhir kata semoga skripsi ini memberi manfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2008

Penulis

STUDI PENGARUH pH DAN KONSENTRASI LARUTAN KARMIN TERHADAP DAYA ADSORPSI KARBON MESOPORI

ABSTRAK

Telah dilakukan uji kemampuan karbon mesopori sintetik terhadap adsorpsi karmin. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pH dan konsentrasi larutan karmin terhadap kemampuan adsorpsi karbon mesopori sintetik. Daya adsorpsi karbon mesopori sintetik pada kondisi optimum dibandingkan dengan karbon aktif perdagangan. Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan 0,04 g adsorben, 10 mL larutan karmin pada variasi pH 1-13,2 dan variasi konsentrasi 10-40 ppm. Penentuan konsentrasi karmin setelah proses adsorpsi dilakukan secara spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH berpengaruh terhadap nilai adsorpsi. Pada pH 1 hingga 3 dan 9 hingga 13 terjadi peningkatan sedangkan pada pH 3 hingga 8 dan pH 13 hingga 13,2 terjadi penurunan. Konsentrasi tidak berpengaruh terhadap nilai adsorpsi. Kondisi optimum dicapai pada pH 13 dengan nilai sebesar $92,29 \pm 1,05$ % untuk konsentrasi 20 ppm. Nilai adsorpsi karbon mesopori relatif sama ($0,99 X$) dengan karbon aktif perdagangan.

STUDY OF THE INFLUENCE OF CARMINE pH AND CONCENTRATION ON THE MESOPOROUS CARBON ADSORPTION ABILITY

ABSTRACT

Study of carmine adsorption on mesoporous synthetic carbon has been done. The purpose of this research was to investigate the influence of carmine solution pH and concentration toward the adsorption mesoporous carbon. Then, it was compared to commercial carbon at optimum condition. The adsorption was studied by using 0.04 g of adsorbent, 10 mL of dyes solution at various concentration i.e 10-40 ppm and various pH i.e 1-13.2. The carmine concentration after adsorption process was determined with visible spectrophotometrically. The result of research showed that adsorption was influenced by pH. The adsorption increased at pH 1-3 and at 9-13, whereas at pH 3-8 and 13-13.2 it decreased. The adsorption was not influenced by concentration. The optimum adsorption was obtained at pH 13 with adsorption value 98.29 ± 1.05 % for concentration 20 ppm. Furthermore, the adsorption values of the mesoporous carbon and the commercial active carbon were similar (0.99 times).

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	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.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Adsorpsi.....	4
2.2 Karakteristik Karbon Sebagai Adsorben	6
2.3 Karakteristik Karmin	8
2.4 Prinsip Spektrofotometri Sinar Tampak.....	9
2.5 Hipotesa	11
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Bahan Penelitian	12
3.3 Alat Penelitian.....	12
3.4 Rancangan Penelitian	12
3.5 Tahapan Cara Kerja Penelitian	12
3.5.1 Preparasi Karbon Mesopori dan Karbon Aktif Perdagangan	12
3.5.2 Adsorpsi Karmin Pada Berbagai pH.....	13
3.5.3 Adsorpsi Karmin Pada Berbagai konsentrasi.....	13

3.5.4	Penentuan Karmin Secara Spektrofotometri.....	13
3.5.4.1.	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	13
3.5.4.2.	Penentuan Kurva Baku....	13
3.5.4.3.	Penentuan Konsentrasi Sisa Karmin Dalam dalam Larutan Sampel.....	14
3.6	Perhitungan dan Analisa Data	14
3.6.1	Perhitungan Karmin Yang Teradsorpsi.....	15
3.6.2	penentuan persamaan regresi linear dari kurva baku	15
3.6.3	Analisis Data.....	15
3.6.3.1	Uji Q	15
3.6.3.2	Uji F	15
3.6.3.3	Uji BNT	16
3.6.3.4	Uji t	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Karmin Oleh Karbon Mesopori	17
4.2	Pengaruh Konsentrasi Terhadap Adsorpsi Karmin Oleh Karbon Mesopori	21
4.3	Adsorpsi Karmin oleh Karbon mesopori dan karbon Aktif Perdagangan pada pH dan Konsentrasi Optimum	22

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	24
5.2	Saran.....	24

DAFTAR PUSTAKA.....	25
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	30
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur karbon dengan gugus-gugus fungsional permukaan	6
Gambar 2.2 Struktur tiga dimensi karbon aktif.....	7
Gambar 2.3 Stuktur karmin.....	8
Gambar 2.4 Spektra serapan asam karminat	9
Gambar 2.5 Kurva baku hubungan serapan dengan Konsentrasi.....	11
Gambar 4.1 Kurva pengaruh pH terhadap % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori sintetik.....	17
Gambar 4.2 Ikatan hidrogen antara karmin dan gugus -OH pada karbon mesopori	19
Gambar 4.3 Kurva % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai konsentrasi.....	21
Gambar 4.4 Kurva % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dengan karbon aktif perdagangan.....	22
Gambar L.3.1 Kurva absorpsi larutan larutan karmin Pada berbagai panjang gelombang (490-570 nm).....	39
Gambar L.3.2 Kurva baku larutan larutan karmin Pada konsentrasi 0-55 ppm.....	40
Gambar L.3.2 Kurva pengaruh pH terhadap pengukuran karmin.....	41
Gambar L.7.1 Distribusi ukuran pori karbon mesopori hasil sintesis.....	60
Gambar L.7.2 Distribusi ukuran pori karbon aktif Perdagangan	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel L.2.1	Pembuatan larutan karmin 36
Tabel L.2.2	Pembuatan larutan HCl 37
Tabel L.2.2	Pembuatan larutan NaOH 37
Tabel L.3.1	Data absorpsi larutan karmin 10 ppm pada berbagai panjang gelombang ... 39
Tabel L.3.2	Data nilai adsorpsi pada penentuan kurva baku karmin dengan berbagai konsentrasi 40
Tabel L.3.3	Data uji pengaruh pH terhadap pengukuran absorpsi karmin 41
Tabel L.4.1	Pengolahan data adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai pH tanpa adisi standar 45
Tabel L.4.2	Pengolahan data adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai pH dengan adisi standar 47
Tabel L.4.3	Pengolahan data adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai konsentrasi 48
Tabel L.4.4	Pengolahan data adsorpsi karmin oleh karbon aktif perdagangan pada pH 13 dan Konsentrasi 20 ppm 49
Tabel L.5.1	Uji statistik nilai % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada variasi pH 50
Tabel L.5.2	Uji Q adsorpsi karmin oleh karbon mesopori Pada variasi pH 51
Tabel L.5.3	Analisa sidik ragam pengaruh pH terhadap adsorpsi karmin 53
Tabel L.5.4	Uji BNT nilai % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai pH 54
Tabel L.5.5	Uji statistik nilai % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai konsentrasi... 55
Tabel L.5.6	Hasil analisa sidik ragam pengaruh konsentrasi terhadap % adsorpsi karmin 57
Tabel L.5.7	Uji statistik perbandingan % adsorpsi karbon aktif perdagangan dan karbon

	mesopori	58
Tabel L.6	Data karakter karbon aktif perdagangan dan karbon mesopori sintetik	59
Tabel L.8.1	Nilai perubahan pH sebelum dan sesudah adsorpsi pada berbagai kondisi pH.....	61
Tabel L.8.2	Nilai perubahan pH sebelum dan sesudah adsorpsi pada berbagai konsentrasi	62
Tabel L.8.3	Nilai pH larutan kurva baku	62
Tabel L.8.4	pH campuran aquades dengan karbon mesopori	62
Tabel L.10.1	Data Karmin terdeprotonasi berdasarkan pH	69
Tabel L.10.2	Data pH dan konsentrasi H ⁺ karmin dan karbon mesopori pada berbagai variasi kondisi pH	70



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1	Diagram alir penelitian..... 30
LAMPIRAN 2	Pembuatan larutan dan perhitungan 35
LAMPIRAN 3	Penentuan panjang gelombang maksimum Dan kurva baku karmin 39
LAMPIRAN 4	Pengolahan Data Nilai % Adsorpsi..... 40
LAMPIRAN 5	Uji statistik 50
LAMPIRAN 6	karakteristik karbon mesopori dan Karbon aktif perdagangan..... 59
LAMPIRAN 7	Perbandingan Distribusi ukuran pori Karbon mesopori dan karbon aktif Perdagangan 60
LAMPIRAN 8	Nilai pH larutan sampel dan larutan pada pembuatan kurva baku..... 61
LAMPIRAN 9	Perhitungan Konsentrasi H^+ 63
LAMPIRAN 10	Pengolahan data pH dan pKa 67

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan zat warna di lingkungan perairan sangat tidak dikehendaki, disamping mengakibatkan gangguan secara estetika juga dapat bersifat karsinogenik (Albanis dkk., 2000). Kehadiran zat warna di perairan juga mengganggu transmisi sinar matahari sehingga mengganggu proses fotosintesis (Longhinnotti dkk., 1998). Zat warna dapat dikatakan sebagai polutan apabila konsentrasi di perairan melebihi 10 mg/L (Hidayat, 2008). Sebanyak 10-250 mg/L dari jumlah zat warna yang dikonsumsi industri tekstil terbuang di perairan (Vaidya dan Dazye, 1982). Oleh karena itu, penghilangan zat warna tersebut mutlak diperlukan sebelum air limbah tekstil dibuang ke perairan. Salah satu zat warna yang terdapat dalam limbah industri tekstil adalah karmin. Senyawa ini bersifat racun, dapat mengiritasi kulit dan saluran pernafasan (Anonymous, 2007).

Pengolahan air limbah industri tekstil yang banyak diterapkan saat ini adalah gabungan dari proses kimia dan biologi, yaitu berupa proses koagulasi-flokulasi. Kekurangan proses koagulasi-flokulasi adalah konsumsi bahan kimia yang tinggi dan menghasilkan lumpur kimia. Alternatif pengganti untuk proses koagulasi-flokulasi adalah proses adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif. Proses adsorpsi dengan karbon aktif terbukti memberikan hasil yang baik dalam menyisihkan kandungan warna maupun organik (Widajatno, 2003). Menurut Arifin (2006) penggunaan karbon aktif sebagai adsorben membutuhkan biaya operasional yang tinggi.

Penelitian ini mengkaji mengenai adsorpsi karmin dengan menggunakan karbon mesopori berbahan dasar limbah industri tekstil sebagai adsorbennya. Karbon mesopori merupakan salah satu adsorben yang potensial digunakan untuk mengadsorpsi zat warna karena mempunyai kesesuaian ukuran. Pemilihan metode adsorpsi pada penelitian ini disebabkan karena cara tersebut cukup efektif dan ekonomis untuk menghilangkan zat warna dari limbah perairan.

Karbon mesopori merupakan material karbon hasil rekayasa yang diarahkan pada pembentukan padatan dengan luas permukaan besar dan keseragaman ukuran pori yang tinggi di daerah mesopori (20-500 Å). Hasil penelitian Joo dan Ryoo (2002) membuktikan bahwa karbon mesopori memiliki keunggulan dibandingkan silika

mesopori, yaitu lebih tahan terhadap panas, asam dan basa, serta terhadap tekanan mekanik ditinjau dari luas permukaan dan ukuran porinya, sehingga dengan karakter karbon mesopori tersebut diharapkan dapat lebih efektif untuk digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi zat warna bermolekul besar.

Pada proses adsorpsi ini dilakukan studi mengenai pengaruh kondisi pH dan konsentrasi larutan karmin oleh karbon mesopori sintetik. Pada umumnya adsorpsi akan meningkat dengan kenaikan konsentrasi adsorbat. Kondisi pH juga memegang peranan yang penting karena menurut Jankowska (1991) pengaruh pH pada proses adsorpsi antara lain menyebabkan perubahan sifat permukaan adsorben. Hal ini disebabkan karena selain berupa polimer karbon, adsorben yang digunakan masih mengandung gugus fungsi.

Karbon dengan bahan dan metode aktivasi yang berbeda akan menghasilkan karbon dengan luas permukaan kimia yang berbeda. Hal ini dapat mengakibatkan perbedaan kemampuan adsorpsinya (Anonymous, 1999). Al-omair dan El-syarkawi (2001) telah mengkaji adsorpsi ion logam Cu^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Fe^{2+} dan Cd^{2+} dalam air menggunakan karbon aktif hasil sintesis dengan aktivator ZnCl_2 dan H_2PO_4 , dari penelitiannya dihasilkan bahwa dengan meningkatnya luas permukaan spesifik karbon aktif akan meningkatkan jumlah logam yang teradsorpsi. Pada penelitian Misriyani, 2008 adsorpsi zat warna karmin, rhodamin B dan metilen biru dengan menggunakan adsorben karbon aktif perdagangan Merck memberikan nilai adsorpsi yang lebih besar dibandingkan karbon mesopori hasil sintesis Hastaria, 2007 yang menggunakan limbah lumpur industri tekstil dengan variasi lama karbonisasi 1-5 jam, larutan natrium silikat per 50 g lumpur kering. Untuk mengetahui sejauh mana kualitas karbon mesopori hasil sintesis sebagai adsorben, maka dalam penelitian ini dilakukan uji banding daya adsorpsi antara karbon mesopori hasil sintesis dengan karbon aktif perdagangan yang kualitasnya telah diketahui secara komersial.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah kondisi pH dan konsentrasi berpengaruh terhadap kemampuan karbon mesopori sintetik untuk mengadsorpsi zat warna dan menentukan pH dan konsentrasi optimum.

2. Bagaimana perbedaan kemampuan adsorpsi karbon mesopori sintetik dengan karbon aktif perdagangan pada pH dan konsentrasi optimum.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah di atas maka batasan masalah penelitian ini adalah :

1. Karbon mesopori sintetik yang digunakan berasal dari hasil sintesis Setianingsih dkk., (2006), berbahan dasar limbah lumpur industri tekstil pada suhu 600°C selama 3 jam.
2. Karbon aktif perdagangan yang digunakan adalah karbon aktif perdagangan produksi Merck.
3. Adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dilakukan pada suhu kamar
4. karakter karbon mesopori yang dimaksud adalah volume pori dan luas permukaan spesifik.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan adalah :

1. Mempelajari pengaruh pH dan konsentrasi terhadap kemampuan karbon mesopori sintetik untuk mengadsorpsi zat warna dan menentukan pH dan konsentrasi optimum.
2. Menentukan seberapa besar perbedaan kemampuan adsorpsi karbon mesopori sintetik dibandingkan dengan karbon aktif perdagangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif untuk pemanfaatan karbon mesopori sintetik dari limbah lumpur sebagai adsorben zat warna.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain (Prayogo, 1981). Keadaan ini disebabkan adanya gaya molekul-molekul atau ion-ion pada permukaan padatan atau cairan tidak dapat jenuh hanya dengan bergabung satu sama lain, sehingga untuk memenuhi gaya tersebut supaya seimbang atau jenuh, padatan atau cairan tersebut cenderung untuk menarik gas atau senyawa bercampur pada permukaan yang bersentuhan. Padatan atau cairan yang menyerap disebut adsorben sedangkan gas atau senyawa terlarut yang terserap disebut fase teradsorpsi (Scgweitzer, 1983). Secara umum adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia (Prayogo, 1981).

Adsorpsi fisik disebabkan oleh interaksi antara adsorben dan adsorbat karena adanya gaya tarik Van der Waals, adsorpsi ini biasanya bersifat reversibel karena terjadi melalui interaksi yang lemah antara adsorben dan adsorbat tidak melalui ikatan kovalen. Panas adsorpsi fisika tidak lebih dari 15-20 kkal/mol atau 63-84 KJ/mol (Prayogo, 1981).

Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang melibatkan interaksi yang lebih kuat antar adsorben dan adsorbat sehingga adsorbat tidak bebas bergerak dari satu bagian ke bagian lain. Proses ini bersifat ireversibel dan hanya dapat membentuk lapisan tunggal (*monolayer*) (Sudirdjo, 2006). Panas adsorpsi kimia biasanya lebih besar dari 20-30 kkal/mol atau 6-126 KJ/mol (Parker, 1984).

Menurut Allen dan Koumanova (2005) adsorpsi zat warna dalam pengolahan limbah industri tekstil menggunakan mekanisme adsorpsi fisik, karena ikatan antara adsorbat dan adsorben relatif lemah dan mudah dilepaskan kembali.

Adsorpsi larutan dengan padatan merupakan adsorpsi heterogen karena melibatkan 2 fasa yang bereaksi. Mekanisme reaksi ini melibatkan serangkaian tahap yaitu difusi adsorbat pada permukaan adsorben, adsorpsi pada permukaan adsorben, desorpsi adsorbat pada permukaan adsorben menuju fasa ruah (Castellan, 1983) persamaan :



Kapasitas adsorpsi dari adsorben merupakan nilai dari jumlah adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben dari larutan jenuh (Anonymous, 1997). Menurut Waber (1997), faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain : pengocokan dan lama kontak, luas permukaan adsorben, jenis adsorben, kemurnian adsorben, ukuran molekul adsorbat, temperatur, pH larutan, dan konsentrasi.

1. Kondisi pH larutan

Kondisi pH dapat mempengaruhi muatan pada permukaan adsorben (Sawyer dan McCarty, 1987). Dari penelitian Zulfah Suraya (2003) dipelajari pengaruh pH dengan menggunakan konsentrasi Cr (VI) 50 ppm, berat zeolit fosforisasi 0,1 g, pengocokan selama 4 jam pada suhu kamar diperoleh kondisi optimum pada pH 4. Abu layang pernah diuji adsorpsinya dengan menggunakan rhodamin B dan *methylene blue* sebagai adsorbatnya pada variasi 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 *methylene 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 rhodamin B 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 basa atau asam sekalipun) maka akan diperoleh nilai adsorpsi yang menurun (Yamada dkk., 2003).

2. Konsentrasi adsorbat

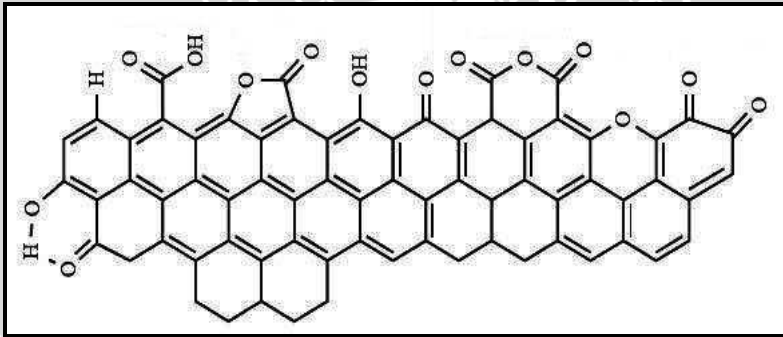
Pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu situs aktif yang sebanding dengan luas permukaan adsorben. Saat situs aktif adsorben belum jenuh oleh adsorbat, peningkatan konsentrasi adsorbat akan meningkat secara linear yang sebanding dengan jumlah adsorbat yang teradsorpsi (Oscik, 1982). Pada umumnya adsorpsi akan meningkat dengan kenaikan konsentrasi adsorbat. Adsorpsi akan tetap jika terjadi kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat yang diserap dengan konsentrasi adsorbat yang tersisa dalam larutan (Sawyer dan McCarty, 1987).

2.2 Karakteristik Karbon sebagai Adsorben

Luas permukaan merupakan sifat fisik yang paling penting dari karbon karena luas permukaan memungkinkan adanya adsorpsi (Kirk-Othmer, 1979). Karbon memiliki sifat yang unik pada permukaannya yang disebabkan adanya gugus fungsional yang mengandung oksigen seperti karboksil, lakton dan fenol. Gugus fungsional permukaan karbon adalah gugus yang diikat secara kimia pada atom C dalam lempengan padatnya. Peningkatan gugus fungsional dapat menurunkan volume pori dan luas permukaan spesifik karena gugus fungsional dapat menutupi pori karbon. Gugus ini menjadikan karbon memiliki potensi sebagai adsorben untuk menghilangkan ion logam dari limbah cair industri (Parker, 1993).

Karbon aktif juga memiliki sifat kimia seperti asam, basa, atau amfoter. Sifat asam, basa atau amfoter dari karbon aktif disebabkan adanya gugus fungsional. Ketidaksesuaian yang terjadi dari perkiraan luas permukaan, ukuran pori, dan kapasitas adsorpsi seringkali dapat dijelaskan dengan memperhitungkan keberadaan gugus tersebut (Kirk-Othmer, 1979).

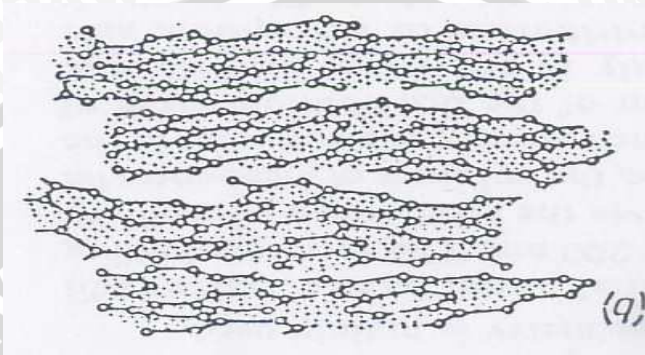
Struktur karbon aktif dengan gugus-gugus fungsional permukaan terlihat pada Gambar 2.1 (Shen dkk., 2008) :



Gambar 2.1 Struktur karbon dengan gugus-gugus fungsional permukaan

Karbon aktif memiliki struktur yang berupa 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 heksagonal. Struktur tiga dimensi karbon aktif pada Gambar 2.2 (Jankowska dkk., 1991)



Gambar 2.2 Struktur tiga dimensi karbon aktif

Karbon aktif berdasarkan bentuk fisiknya terdiri dari karbon bentuk granula, butiran dengan diameter partikel berkisar pada 0,1-1 mm dan karbon aktif serbuk dengan diameter partikelnya berkisar pada 50-100 μm (Manahan, 1994). Menurut Tamai dkk. (1997) berdasarkan ukuran porinya karbon diklasifikasikan menjadi 3 yaitu mikropori ($< 20 \text{ \AA}$), mesopori ($< 20 \text{ \AA}$ dan $> 50 \text{ \AA}$) dan makropori ($> 50 \text{ \AA}$).

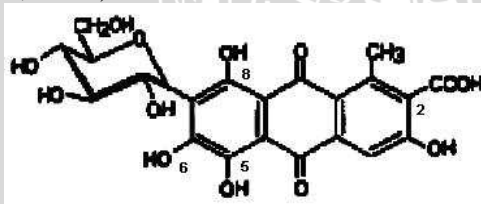
Menurut penelitian Setianingsih dkk. (2006) yang dilakukan dengan mensintesis limbah lumpur industri tekstil Kasrie diperoleh hasil bahwa karakter pori karbon mesopori untuk daerah mesopori meliputi luas permukaan mesopori 42,770 m^2/g , volume mesopori 0,050 cm^3/g , diameter rata-rata mesopori 47,037 \AA , serta 83,4864 % volume porinya dan 64,62 % luas permukaan spesifiknya berpotensi sebagai tempat adsorpsi. Mempunyai gugus permukaan fenol, karboksilat, dan sulfonat, serta bersifat amorf. Sedangkan untuk karbon aktif perdagangan Merck memiliki volume mesopori sebesar 0,193 cm^3/g , luas permukaan mesopori 230,737 m^2/g , diameter rata-rata mesopori 33,457 \AA , serta 42,82 % volume porinya dan 27,42 % luas permukaan spesifiknya. Mesoporisitasnya 2 kali lebih kecil dibandingkan mesoporisitas karbon mesopori sintetis. Ditinjau dari distribusi ukuran pori, rongga pori dominan untuk karbon aktif perdagangan berada pada diameter 20,9682 \AA dan 27,2740 \AA , sedangkan karbon mesopori terletak pada diameter 47,7316 \AA .

2.3 Karakteristik Karmin

Karmin dengan rumus kimia $C_{22}H_{20}O_{13}$ adalah khelat aluminium hidrat dari asam karminat (7-beta-D-glucopyranosyl-3,5,6,8-tetrahydroxy-1-methyl-9,10-dioxo-anthracene-2-carboxylic acid), asam karminat memiliki berat molekul 492,39 mg/mol merupakan zat pewarna makanan berwarna merah tua berupa padatan atau serbuk, berukuran molekul 17,68 Å, dan merupakan zat warna anion (Wang, 2003). Berdasarkan perhitungan dengan chemdraw karmin berukuran molekul 19,45 x 10,81 Å. Karmin merupakan zat warna yang tidak berbau. Senyawa ini bersifat toksisitas, dapat mengiritasi kulit dan saluran pernafasan (Anonymous, 2007).

Asam karminat dapat larut dalam air, etanol dan asam. Asam karminat sangat stabil terhadap pemanasan, cahaya dan oksigen. Asam karminat tidak dapat larut dalam petroleum eter, benzen dan kloroform (Cabrera, 2005). Struktur karmin terdiri dari beberapa atom pusat; disosiasi yang pertama terjadi pada gugus karboksil pada posisi 2 ($pK_a = 2,9$) dimana ini merupakan gugus asam terbesar. Untuk 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 (Favaro, 2002).

Struktur karmin dapat digambarkan sebagai berikut (Cabrera, 2005):

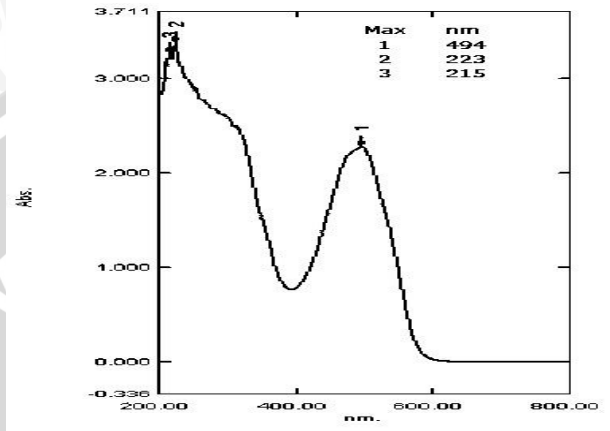


Gambar 2.3 Struktur karmin

Karmin banyak digunakan sebagai indikator dalam kimia analitik, pewarna obat-obatan, pewarna dalam fotografi, dan zat warna tekstil (Sax and Lewis, 1987).

Asam karminat dapat diukur menggunakan metode spektrofotometri sinar tampak pada daerah panjang gelombang 490 – 500 nm. Absorbansi tertinggi asam karminat terdapat pada panjang gelombang 494 nm (Cabrera and Fernandez, 2005). Panjang

gelombang absorbansi maksimum adalah 494 nm pada kondisi asam dan 520 nm dan 555 nm pada kondisi basa (Anonimous, 2007). Spektra serapan karmin ditunjukkan pada gambar 2.4 :



Gambar 2.4 Spektra serapan asam karminat

2.4 Prinsip Spektrofotometri Sinar Tampak

Metode spektrofotometri sinar tampak didasarkan pada interaksi antara energi radiasi elektromagnetik dengan molekul pada panjang gelombang 400-800 nm. Interaksi tersebut menyebabkan promosi elektron dari keadaan dasar ke keadaan eksitasi dan menyerap energi radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang yang khas untuk setiap molekul (Peter dkk., 1974). Metode spektroskopi sinar tampak didasarkan pada penyerapan sinar tampak oleh suatu larutan berwarna, oleh karena itu metode ini dikenal juga sebagai metode kolorimetri, dimana jumlah cahaya yang diserap (absorbansi) berbanding lurus dengan konsentrasi larutan (Hendayana dkk., 1994).

Prinsip dasar kerja spektrofotometer adalah berkas cahaya dari sumber yang ada akan melewati monokromator sehingga didapatkan suatu sinar yang monokromatis yang sesuai dengan panjang gelombang yang dibuat sebelumnya pada alat. Sinar pada sel penyerap, sebagian intensitas sinar tersebut sebanding dengan jumlah partikel yang terdapat dalam senyawa yang mampu menyerap energi sinar tersebut dan sebagian lagi akan diteruskan. Intensitas sinar yang diteruskan akan diterima oleh detektor dan diubah menjadi sinyal listrik. Sinar listrik dari detektor akan diterima oleh pencatat dan

diubah menjadi bentuk yang dapat dibaca yaitu berupa data transmisi atau data serapannya (Wilard, 1988)

Energi yang diserap tergantung pada beda energi antara tingkat dasar (*ground state*) dengan energi tingkat eksitasi. Makin kecil beda energi maka akan makin besar λ dari molekul tersebut (Sastrohamidjojo, 1985).

Hubungan panjang gelombang dengan frekuensi sebagai berikut:

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

keterangan : λ = panjang gelombang (nm)

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

v = frekuensi (s^{-1} /Hertz)

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.

$$\text{Log} \left[\frac{I_o}{I_t} \right] = k \times h \times C$$

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

I_o = intensitas awal (cm)

I_t = intensitas akhir cahaya yang keluar (cm)

C = konsentrasi ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

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

$$A = abc$$

Dimana, A = Absorbansi

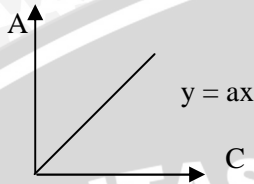
a = Absorptivitas ($\text{L g}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

b = Tebal medium yang menyerap (cm)

C = Konsentrasi larutan ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)

Analisis kuantitatif penentuan konsentrasi sampel dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara absorbansi (A) dengan konsentrasi (C), yaitu dengan menggunakan sejumlah larutan yang mengandung unsur yang akan ditentukan konsentrasinya dengan jumlah tertentu yang sudah diketahui. Kurva ini kemudian digunakan

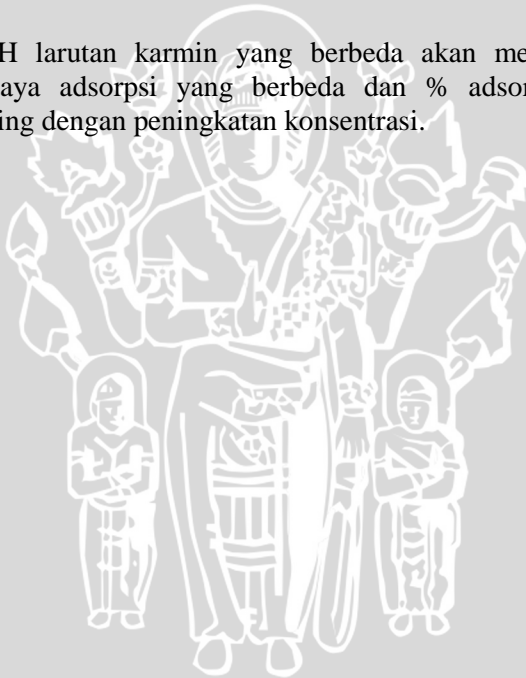
untuk menentukan konsentrasi larutan sampel dan disebut sebagai kurva baku. Kurva baku digambarkan pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Kurva baku hubungan serapan dengan konsentrasi

2.5 Hipotesa

Kondisi pH larutan karmin yang berbeda akan memberikan kemampuan daya adsorpsi yang berbeda dan % adsorpsi akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik dan Kimia Fisik, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Selama kurang lebih 3 bulan yaitu pada bulan Februari 2008 sampai April 2008.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon mesopori hasil sintesis dengan variasi lama karbonisasi 3 jam dan suhu 600 °C (Setianingsih dkk., 2006), karmin (p.a), karbon aktif perdagangan Merck (p.a), NaOH, HCl pekat 37 % b/b (bj : 1,19 g/mL).

3.3 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik (Mettler AE 50), shaker merk Edmund Buhler SM 25, ayakan 100 dan 300 mesh, pH meter merk Inolab, seperangkat alat gelas, oven, sentrifuse merk Nettich zentrifugen D-7200, spektrometri 20 merk Optima Photomech 301-A.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Preparasi adsorben
- 2) Penentuan adsorpsi karmin
- 3) Analisis data

3.5 Tahapan Cara Kerja Penelitian

3.5.1. Preparasi Karbon Mesopori dan Karbon Perdagangan

Karbon mesopori sintetik diayak lolos ukuran 250 dan tertahan 300 mesh sebanyak 15 g dihomogenasi kemudian dipanaskan di dalam oven dengan cawan terbuka pada suhu 110 selama 1 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang. Perlakuan ini dilakukan beberapa kali sampai tercapai

berat konstan. Selanjutnya karbon disimpan dalam desikator. Prosedur yang sama dilakukan pada karbon aktif perdagangan.

3.5.2. Adsorpsi Karmin Pada Berbagai pH

10 mL larutan karmin 25 ppm dengan variasi pH 1 sampai 13,2 dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL. Masing-masing larutan ini ditambahkan dengan karbon mesopori sebanyak 0,04 g dan dikocok dengan menggunakan pengocok elektrik selama 4 jam pada suhu kamar dengan kecepatan 125 rpm. Selanjutnya campuran dipisahkan dengan sentrifuge dengan kecepatan 4200 rpm. Filtrat digunakan untuk menentukan konsentrasi karmin sisa dengan menggunakan spektrometri-20 seperti pada sub bab 3.5.4.3. Data konsentrasi yang diperoleh, digunakan untuk menentukan % adsorpsi seperti pada sub bab 3.6.1.

3.5.3. Adsorpsi Karmin Pada Berbagai Konsentrasi

Prosedur sama dengan bab 3.5.2, hanya saja pada prosedur ini dilakukan pada pH 13. Larutan karmin yang didapat pada pH optimum adsorpsi, konsentrasinya divariasi pada 10, 15, 20, 25, 30, 35 dan 40 ppm. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk karbon aktif perdagangan dengan perulangan sebanyak 3 kali.

3.5.4 Penentuan Karmin Secara Spektrofotometri

3.5.4.1 Penentuan Panjang Gelombang maksimum (λ maks)

Penentuan λ maksimum ini diperoleh dengan cara mengukur larutan karmin 10 ppm pada berbagai variasi panjang gelombang yaitu 490 – 570 nm. Dari hasil pengukuran diperoleh nilai panjang gelombang maksimum yang memberikan nilai absorbansi tertinggi.

3.5.4.2 Pembuatan Kurva Baku

Pembuatan kurva baku dilakukan dengan cara membuat sederetan larutan karmin dengan konsentrasi 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 dan 5,5 ppm. kemudian diukur % T dengan spektrometri-20 pada panjang gelombang maksimum 530 nm. Nilai % T digunakan untuk menentukan nilai adsorpsi. Dari hasil pengukuran dibuat kurva hubungan antara konsentrasi karmin (ppm) sebagai sumbu x

dengan absorbansi sebagai sumbu y sehingga diperoleh persamaan regresi linier $y = ax$.

3.5.4.3 Penentuan Konsentrasi Sisa Karmin Dalam Larutan Sampel

a. Penentuan Konsentrasi Sisa Karmin Tanpa Adisi Standar

Penentuan konsentrasi sisa tanpa adisi standar ini dilakukan pada nilai absorbansi yang berada pada kisaran 0,2-0,8. Filtrat karmin setelah adsorpsi diukur pH-nya menggunakan pH meter, dipipet sebanyak 3 mL diatur pH hingga 4,35 yaitu dengan menambahkan larutan HCl 0,1 M untuk larutan yang pHnya berada diatas pH larutan kurva baku sedangkan untuk pH yang dibawah pH kurva baku ditambahkan NaOH 0,1 M. Larutan dimasukkan kedalam labu ukur 25 mL dan diencerkan hingga tanda batas dengan larutan HCl pH 4,35. Diukur % T larutan dengan spektronik-20 pada panjang gelombang maksimum 530 nm. Nilai % T yang diperoleh digunakan untuk menentukan nilai absorbansi. Absorbansi pengukuran diplotkan pada persamaan kurva baku yang diperoleh dari perlakuan sub bab 3.5.4.2 untuk menentukan konsentrasi sisa karmin dalam sampel.

b. Penentuan Konsentrasi Sisa Karmin dengan Adisi Standar

Penentuan ini dilakukan pada variasi pH 12, 13 dan 13,2. Filtrat karmin diukur pHnya menggunakan pH meter. Dipipet sebanyak 10 mL kedalam beaker glass 100 mL dan ditambahkan 25 mL larutan standar 5 ppm. Diatur pHnya 4,35 dengan menambahkan larutan HCl 0,1 M, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL dan diencerkan hingga tanda batas dengan larutan pH yang sama dengan pH larutan kurva baku. Diukur % T larutan dengan spektronik-20 pada panjang gelombang maksimum 530 nm. Nilai % T yang diperoleh digunakan untuk menentukan nilai absorbansi. Absorbansi pengukuran diplotkan pada persamaan kurva baku yang diperoleh dari perlakuan sub bab 3.5.4.2 untuk menentukan konsentrasi sisa karmin dalam sampel.

3.6 Perhitungan dan Analisa Data

3.6.1. Perhitungan Karmin yang Teradsorpsi

Penentuan % karmin yang teradsorpsi dapat ditentukan dengan persamaan (Nagareththinam and Soundropandian, 2007) :

$$\% \text{ Adsorpsi karmin} = \frac{(C_o - C_s)}{C_o} \times 100\%$$

Dimana : C_o = Konsentrasi karmin sebelum adsorpsi (ppm)

C_s = Konsentrasi karmin setelah adsorpsi (ppm)

3.6.2 Penentuan Persamaan Regresi Linier dari Kurva Baku

Penentuan persamaan regresi linier dari grafik kurva baku larutan Rhodamin B menggunakan hubungan konsentrasi dengan absorbansi, dengan persamaan umum :

$$y = ax$$

Dimana : y = Absorbansi

x = Konsentrasi

sedangkan nilai a dapat dihitung melalui persamaan berikut ini :

$$a = \frac{\sum X_i Y_i}{\sum X_i^2}$$

3.6.3 Analisis Data

Data % adsorpsi karmin yang diperoleh dari berbagai perlakuan diuji statistik melalui uji Q, uji F dan BNT dan uji t berpasangan.

3.6.3.1 Uji Q

Pengukuran data yang dicurigai kebenarannya dilakukan dengan cara (J.C Miller and J.M. Miller, 1991):

$$\text{Nilai Q} = \frac{(\text{nilai dicurigai} - \text{nilai terkecil})}{(\text{nilai terbesar} - \text{nilai terkecil})}$$

3.6.3.2 Uji F

a) Kuadrat Tengah perlakuan

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

b) Kuadrat Tengah Galat perlakuan

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

c) Menghitung Nilai F

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

3.6.3.3 Uji BNT

Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan dengan :

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

3.6.3.4 Uji t

Untuk membandingkan nilai adsorbansi karbon mesopori dengan karbon aktif perdagangan dilakukan dengan;

$$t = \frac{\bar{x}_d - \bar{x}_c}{s_d} \sqrt{n}$$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

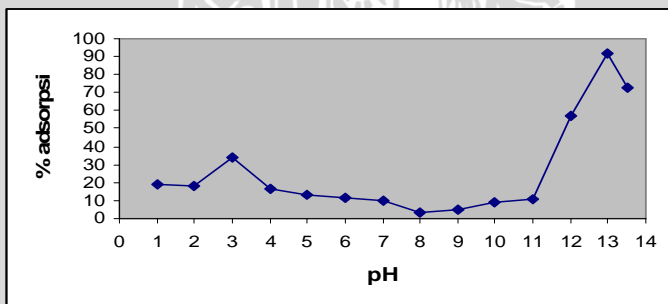
Pada penelitian ini adsorpsi zat warna karmin oleh karbon mesopori hasil sintesis dilakukan dengan berbagai kondisi pH dan konsentrasi. Untuk mengetahui kualitas dari karbon mesopori hasil sintesis ditinjau dari kemampuan adsorpsinya maka dibandingkan dengan karbon aktif perdagangan yang kualitasnya sudah diketahui secara komersial.

Tahapan penelitian diawali dengan pengayakan sampel karbon mesopori yang bertujuan untuk menyeragamkan ukuran partikel adsorben dan homogenasi untuk menyebarkan keseragaman ukuran partikel karbon mesopori. Pemanasan pada suhu 110°C digunakan untuk menghilangkan H_2O yang terdapat pada permukaan karbon sehingga dapat mengoptimalkan kemampuan adsorben.

Pada penelitian ini, kajian adsorpsi karmin difokuskan pada pengaruh pH pada sub bab 4.1, dan pengaruh konsentrasi pada sub bab 4.2, serta uji banding daya adsorpsi karbon mesopori sintetis dengan karbon aktif perdagangan pada sub bab 4.3.

4.1 Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Karmin Oleh Karbon Mesopori

Data pengaruh pH terhadap prosen adsorpsi karmin oleh karbon mesopori sintetis ditunjukkan pada Gambar 4.1



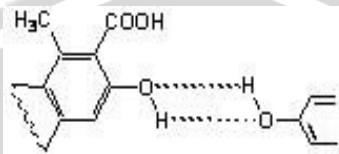
Gambar 4.1 Kurva pengaruh pH terhadap % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori sintetis

Uji pengaruh pH terhadap adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dilakukan dengan variasi pH 1 sampai 13,2. Data pada Tabel 4.1 telah diuji statistik menggunakan uji F dan BNT dengan tingkat kesalahan 5% atau 0,05 (pada Lampiran 5, Tabel L.5.3) yang menunjukkan bahwa pH memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan adsorpsi karmin oleh karbon mesopori sintetik. Dari Gambar 4.1 dilihat bahwa pH 13 memberikan nilai adsorpsi terbesar, sehingga pada penelitian ini disimpulkan bahwa pH optimum dicapai pada pH 13.

Pada zat warna karmin dan permukaan karbon mesopori selain terdapat gugus aromatis juga terdapat gugus-gugus hidroksil (-OH) dan karboksil (-COOH). Gugus-gugus aktif ini berpotensi untuk mengalami perubahan muatan sesuai dengan kondisi pH.

Adsorpsi karmin dari pH 1 ke 2 memberikan nilai yang kecil. hal ini disebabkan karena karmin didominasi oleh gugus karboksil dan gugus hidroksil dibandingkan dalam bentuk ionya. Semua gugus pada atom pusat tidak terdeprotonasi, dimana perbandingan antara gugus -COO^- dengan -COOH adalah $1:1,29 \cdot 10^{-2}$ sedangkan -O^- dengan -OH pada posisi 6, 5 dan 8 adalah $1:2 \cdot 10^{-8}$; $4,06 \cdot 10^{-5}$ dan $6,44 \cdot 10^{-12}$. Gugus fungsi pada karbon juga didominasi oleh gugus karboksil dan gugus hidroksil dibandingkan dalam bentuk ionnya. Keadaan gugus -COOH pada karbon mesopori seperti asam benzoat tetapi cincin aromatisnya mengikat cincin-cincin aromatis yang lain sehingga harga pKa diperkirakan lebih besar dari harga pKa asam benzoat. Nilai pKa asam benzoat adalah 4,18 (Day dan Underwood, 2002). Sedangkan gugus -OH pada karbon mesopori seperti gugus -OH pada fenol tetapi cincin aromatisnya mengikat cincin aromatis lain sehingga nilai pKa gugus hidroksil lebih kecil dari nilai pKa fenol. Menurut Day dan Underwood (2002) nilai pKa gugus fenol 9,9. Oleh karena itu pada pH 1 dan 2, gugus fungsi pada karbon mesopori dominan oleh gugus karboksil dan hidroksil yang tidak terdeprotonasi. Keberadaan gugus-gugus ini tidak berpotensi terjadi tolak menolak. Namun ion-ion H^+ dan Cl^- dalam fasa ruah berpotensi ikut teradsorpsi oleh karbon mesopori sehingga mengurangi ruang rongga pada karbon mesopori sintetik, akibatnya nilai adsorpsi cenderung kecil. Diperkirakan mekanisme adsorpsi yang terjadi terutama melalui interaksi gaya London antara cincin aromatis karbon mesopori dengan cincin aromatis pada zat warna. Selain itu juga terjadi gaya orientasi antara ion dan dipol, dan ikatan

hidrogen antara gugus hidroksil (-OH) pada zat warna dan karbon mesopori. Interaksi yang terjadi seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Karmin

permukaan karbon

Gambar 4.2 Ikatan hidrogen antara karmin dan gugus -OH pada karbon mesopori

Adsorpsi dari pH 2 ke 3 mengalami peningkatan yang tajam karena keberadaan ion H^+ dan Cl^- dalam fasa ruah berkurang, sehingga potensi H^+ dan Cl^- teradsorpsi berkurang, akibatnya adsorpsi zat warna pada kisaran pH ini lebih banyak. Mekanisme adsorpsi pada kondisi ini sama dengan mekanisme adsorpsi karmin pada kisaran pH 1-2, karena gugus -COOH dan gugus -OH pada karbon mesopori maupun karmin cenderung tidak terdeprotonasi.

Adsorpsi karmin dari pH 3 ke 4 mengalami penurunan. Pada pH 4 gugus fungsi karboksil dan hidroksil yang terikat pada aromatis karbon mesopori lebih dominan terdeprotonasi (berdasarkan perkiraan pKa karbon mesopori pada hal 17), sedangkan pada karmin 2 gugus fungsi terdeprotonasi yaitu gugus karboksil pada posisi 2 dan hidroksil pada posisi 5 dengan perbandingan masing- masing 1:13 dan 1:3, pada posisi 6 dan 8 didominasi oleh gugus $-O^-$ dengan perbandingan 1 : 1.99×10^{-6} dan 1 : 6×10^{-9} . Penurunan adsorpsi diperkirakan karena adanya potensi tolak-menolak antara gugus $-COO^-$ pada karmin dengan gugus $-COO^-$ pada karbon mesopori, meskipun gugus $-COO^-$ pada karbon mesopori tidak mendominasi. Interaksi yang mungkin terjadi adalah gaya London antara aromatis-aromatis, gaya orientasi (antara dipol -OH dan -COOH dan ion-ion $-O^-$ dan $-COO^-$), serta ikatan hidrogen antara gugus -OH / -COOH pada karmin dengan gugus -OH, $-COO^-$ atau $-O^-$ pada karmin.

Untuk adsorpsi karmin dari pH 4 ke 8 terjadi penurunan nilai adsorpsi lagi. Berdasarkan perkiraan pKa untuk karbon mesopori pada halaman 17, gugus $-COO^-$ pada karbon mesopori lebih dominan dibandingkan dengan gugus -COOH sedangkan gugus -OH lebih dominan dibanding gugus $-O^-$. Pada karmin, berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran 10, Tabel 10.1 gugus $-COO^-$ semakin

dominan sedangkan gugus hidroksil pada posisi 6 potensi gugus $-O^-$ mulai terbentuk tetapi masih didominasi oleh gugus $-OH$. Pada posisi 8 masih didominasi sebagai gugus $-OH$ sedangkan pada posisi 5 semakin didominasi oleh gugus $-OH$. Oleh karena itu penurunan nilai adsorpsi disebabkan karena adanya potensi tolak-menolak antara muatan negatif pada karbon dan karmin semakin meningkat. Interaksi yang terjadi sama seperti keadaan pH dari 3 ke 4.

Adsorpsi karmin pada kondisi pH 8 ke 11 terjadi peningkatan nilai adsorpsi. Pada karbon mesopori sintetik didominasi oleh gugus $-COO^-$ dan gugus $-O^-$. Pada karmin gugus $-COO^-$ lebih mendominasi dengan perbandingan $1,26 \cdot 10^8:1$ sedangkan gugus hidroksil pada posisi 6 dan 8 dominan sebagai gugus $-O^-$ ($199,53:1$ dan $3,3:1$) sedangkan pada posisi 3 cenderung sebagai gugus $-OH$. Keberadaan ion-ion ini seharusnya dapat meningkatkan gaya tolak antara karbon dan karmin sehingga nilai adsorpsi kecil. Tetapi adanya Na^+ pada fasa ruah berpotensi untuk ikut teradsorpsi dan berinteraksi secara ionik dengan karboksilat dan ion hidroksil pada karbon mesopori sehingga dapat mengurangi gaya tolak terhadap ion karboksilat dan hidroksil pada karmin. Interaksi yang terjadi pada pH ini adalah gaya Van Der Waals antara cincin aromatis pada karbon dan karmin, gaya orientasi (ion dan dipol) dan ikatan hidrogen antara $-OH$ dengan $-COO^-$ atau $-O^-$.

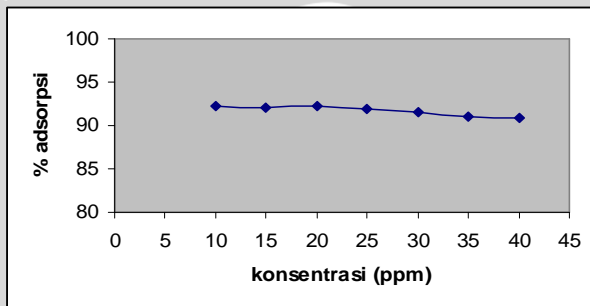
Dari pH 11 ke 13 terjadi peningkatan sangat tajam. Berdasarkan perhitungan Lampiran 10, Tabel 10.1., pada karmin didominasi oleh gugus $-O^-$ dan gugus $-COO^-$ karena keempat gugus pada atom pusat terdeprotonasi, yaitu pada posisi 2, 6, 5 dan 8 masing-masing $6,76 \cdot 10^9:1$; $2,29 \cdot 10^3:1$; $1,78 \cdot 10^9:1$ dan $3,38:1$. Begitu juga pada karbon yang diasumsikan didominasi gugus $-O^-$ dan gugus $-COO^-$. Seharusnya adanya muatan negatif berpotensi tolak-menolak tetapi hal ini tidak terjadi karena pengaruh Na^+ diperkirakan lebih dominan dalam mengurangi pengaruh anion-anion pada karmin dan karbon mesopori yang bertolakan. Selain berperan menetralkan muatan negatif pada karbon, Na^+ juga dapat berperan sebagai penarik muatan negatif pada karmin yaitu gugus $-COO^-$ dan gugus $-O^-$ (sesuai dengan Lampiran 10, Tabel 10.1).

Pada pH 13,2 terjadi penurunan adsorpsi. Menurut perhitungan pada Lampiran 10, pada karmin didominasi oleh gugus $-O^-$ dan gugus $-COO^-$ begitu juga pada karbon yang diasumsikan didominasi gugus $-O^-$ dan gugus $-COO^-$. Penurunan adsorpsi diperkirakan karena

jumlah Na^+ dan OH^- terlalu banyak sehingga gaya dalam fasa ruah antara Na^+ yang tersolvasi dengan muatan negatif zat warna karmin dan dipol positif H_2O lebih dominan dibandingkan dengan gaya tarik permukaan adsorben dengan zat warna karmin. Selain itu Na^+ yang terlalu banyak teradsorpsi oleh adsorben dapat mengurangi volume ruang pada karbon mesopori.

4.2 Pengaruh Konsentrasi Terhadap Adsorpsi Karmin Oleh Karbon Mesopori

Data pengaruh konsentrasi terhadap prosen adsorpsi karmin oleh karbon mesopori sintetik ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Kurva % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai konsentrasi

Hasil analisis statistik pada lampiran L.5.5 dengan batas kepercayaan 5% memberikan hasil F hitung lebih kecil dari F tabel. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi tidak berpengaruh terhadap nilai adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dengan kisaran harga 90,98% hingga 92,29%, sehingga memiliki nilai adsorpsi yang tinggi. Jumlah karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori ditentukan oleh muatan karmin, keberadaan ion lawan yang berasal dari larutan NaOH serta muatan permukaan karbon.

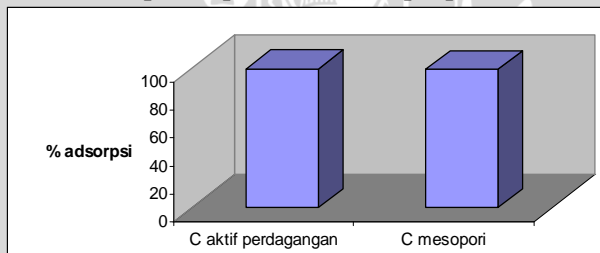
Nilai pH larutan karmin pada konsentrasi 10-40 ppm adalah 13, sehingga mengakibatkan muatan permukaan karbon negatif. Dalam larutan, karmin pada kisaran konsentrasi yang digunakan selalu bermuatan negatif. Adanya jumlah kation Na^+ yang berlebih menyebabkan anion karmin dikelilingi ion Na^+ , sehingga muatan

total cenderung menjadi positif. Dengan demikian karmin lebih mudah diadsorpsi oleh karbon mesopori.

4.3 Adsorpsi Karmin Oleh Karbon Mesopori Dan Karbon Aktif Perdagangan Pada Kondisi Optimum

Adsorben yang berbeda berpotensi memberikan kemampuan adsorpsi zat warna yang berbeda. Sehingga untuk mengetahui kualitas karbon mesopori sintetik perlu dilakukan uji banding dengan karbon aktif perdagangan yang kualitasnya telah diketahui secara komersial.

Berdasarkan uji statistik menggunakan uji t (dengan batas kepercayaan 1 %) diketahui bahwa nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa adsorpsi karmin dengan menggunakan karbon aktif perdagangan memberikan kemampuan adsorpsi yang sama dengan karbon mesopori seperti data adsorpsi pada Gambar 4.5



Gambar 4.4 Kurva % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori dengan karbon aktif perdagangan

Berdasarkan Gambar 4.5.1 terlihat bahwa % adsorpsi karbon aktif perdagangan relatif sama dengan karbon mesopori sintetik. Berdasarkan Lampiran 6, dapat dilihat karakter volume mesopori dan luas permukaan spesifik daerah mesopori pada karbon aktif perdagangan lebih besar dibandingkan karbon mesopori yaitu 4 kali lebih besar untuk volume mesopori dan 5 kali lipat untuk luas permukaan spesifik. (ditunjukkan pada Lampiran 6). Berdasarkan karakter tersebut, nilai adsorpsi oleh karbon aktif perdagangan seharusnya lebih besar dibandingkan dengan karbon mesopori. Nilai adsorpsi yang relatif sama ini, kemungkinan disebabkan oleh pola distribusi ukuran pori yang berbeda (ditunjukkan pada Lampiran 7). Berdasarkan pola distribusi ukuran pori diketahui bahwa daerah mesopori karbon aktif perdagangan didominasi pada diameter 20,97

Å dan 27,27 Å dengan volume mesopori total 0,05 cm³/g, sedangkan karbon mesopori didominasi pada diameter 47,73 Å dengan karakter volume mesopori total 0,02 cm³/g. Rongga-rongga tersebut diperkirakan paling dominan dalam mengadsorpsi zat warna karena jumlah rongga paling banyak dan diameter lebih besar dari karmin. Berdasarkan ukuran rongga pori karbon aktif perdagangan berpotensi monolayer sedangkan pada karbon mesopori sintetik berpotensi multilayer (karena diameter pori karbon lebih besar dua kali lipat dari ukuran zat warna), sehingga rongga pori karbon mesopori memungkinkan untuk dimasuki lebih dari satu ion karmin. Selain itu, keberadaan Na⁺ pada pH 13 lebih dapat mengurangi pengaruh anion-anion pada karmin dan karbon mesopori yang bertolakan sehingga karmin lebih mudah diadsorpsi oleh karbon mesopori.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi pH berpengaruh terhadap adsorpsi karmin oleh karbon mesopori. Pada pH 1 ke 2 dan pH 9 ke 13 adsorpsinya kecil, pH 2 ke 3 meningkat tajam, pada pH 3 ke 8 dan pH 13 ke pH 13,2 mengalami penurunan. Konsentrasi relatif tidak berpengaruh terhadap nilai adsorpsi. Kondisi optimum dicapai pada pH 13 dengan nilai adsorpsi sebesar $92,29\% \pm 1,05$
2. Nilai adsorpsi karbon mesopori relatif sama (0,99 X) dengan nilai adsorpsi karbon aktif perdagangan.

5.2 Saran

Dalam penelitian adsorpsi karmin oleh karbon mesopori ini hanya dilakukan pada variasi kondisi pH dan konsentrasi. Disarankan uji adsorpsi dilakukan dengan jenis adsorbat yang berbeda dan parameter yang lebih bervariasi sehingga dapat diketahui perbedaan karakter dari masing-masing adsorbat dan dapat diperoleh kondisi optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Albanis, T.A., D.G. Hella, dan T. Sakellarides, 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.* 2(3). 237
- Allen, S.J., Koumanova, 2005, Decolourisation of Water/Wastewater Using Adsorption, *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40, 3, 175-192
- Al-Omaid, M.A., and E.A. El-Sharhawy, 2001, Removal of Heavy Metals Via Adsorption on Activated Carbon Synthesized from Solid Wastes, <http://www.kfu.edu.sa/Main/res/4008.pdf>, tanggal akses : 31 Maret 2008.
- Anonimous, 2007 Carmine http://depth-first.com/demo/20060926/fipronil_pubchem.png, tanggal akses 12 januari 2008
- Anonimous, 2007, Carmine, <http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a778821166~db=all>, tanggal akses : 10 Januari 2008.
- Arifin, B., 2006, Adsorpsi Merkuri dalam Air oleh Partikel Kayu, <http://tl.lib.itb.ac.id/go.php?id=jbptitbtl-gdl-s3-2006-bastianari-877>, taggal akses : 1 Januari 2008.
- Austin, G. T., 1996, *Industri Proses Kimia*, edisi 5, Alih bahasa oleh Jasjfi, Erlangga, Jakarta, hal 227.
- Castellan, G.M., 1983, *Physical Chemistry*, 5th edition, Mc. Graw Hill, Book Company, Singapore
- Cabrera R. B., 2005, *Downstream Processing of Natural Products: Carminic Acid*, International University Bremen

- Day, R.A dan A.L. Underwood, 1990, Analisa Kimia Kuantitatif, Alih Bahasa Soendoro. R, Erlangga
- 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, p. 192-197.
- Han, S., Kim, M., and Hyeon, T., 2003, Direct Fabrication of Mesoporous Carbons Using In-Situ Polymerized Silica Gel Networks As A Template, Carbon,41, 1525-1532.
- Hastaria Vita, 2007, Studi Pengaruh Lama Karbonisasi Terhadap Karakter Karbon Mesopori Hasil Sintesis Dari Limbah Lumpur Industri Tekstil, Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya
- Hidayat, W., 2008, Teknologi Pengolahan Air Limbah, file://D:/Teknologi%20Pengolahan%20Air%20Limbah%20BB%20Majari%20Magazine.htm, tanggal akses 24 April 2008
- Ewing, G.W., 1985, Instrumental Methods of Chemical Analysis, 5th edition, McGraw-Hill Book Company, New York
- Hendayana, 1994, Kimia Analitik Instrumen, IKIP Press, Semarang
- Fessenden, R.J., dan Fessenden J.S., 1952, Kimia Organik, 3th edition, Alih bahasa Pujaatmaka, Erlangga, Jakarta
- Jankowska, H., A. Swiatkowski and J. Choma, 1991, Active Carbon, Harwood, London
- Joo, S.N., Ryoo R., and Jun S., 1999, Syntesis of Highly Ordered Carbon Molecular Sieves Via Templated Mediated Structural Transformation, Physical Chemistry B., 103(37), 7743

- Ryoo, R and Joo, S. H., 2002, Characterization of Ordered Mesoporous Carbons Synthesized Using MCM-48 Silica as Templates, *J. Phys. Chem. B*, 104, 7960-7968.
- Kirk, and Othmer, 1979, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 4, 2nd edition, John Wiley and Sons Inc, New York
- Khopkar, S.M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Universitas Indonesia Press, Jakarta
- Lee, J. Yoon, S. Hyeon, T. Seung M.Oh, and Ki, B. K., 1999, Syntesis of a New Mesoporous Carbon & Its Application To Elektrochemical Double-Layer Capasitors, *J. Chem Commun*, 2177-2178.
- Lee, J. Yoon and S., Oh, S.M., 2000, Development of a New Mesoporous Carbon Using an HMS Aluminosilicate Template, *J.Adv.Mater*, 12 (5), 359 – 361.
- Lee, J. Han, S. and Hyeon, T., 2004, Syntesis of New Nanoporous Carbon Materials Using Nanostructured Silica Materials as Template, *J. Mater. Chem*, 14,478-486.
- Longhinnotti, E., Pozza, F., Furian, L., Klung, M., 1998, Adsorption of Anionic Dyes on Biopolymer Chitin, *J. Brazil Chemistry Society*, pp.2, vol. 19:5
- Manahan, Stanleye., 1994, *Enviromental Chemistry* 6th edition, John Willey and soon inc., New York, Florida, pp 242, 585-586
- Manna, K., and Ajoy, 1991, *Chemical Interaction Betwin Surface Oxidation Carbon Blak And Eoxidation Natural Rubber*, I.C.I, Limited, India
- Mit, OCW, 2008, *Acidity And Basicity Constant For Substances In Aqueous Solution At 25°C*, *Journal of Chemistry*, New York

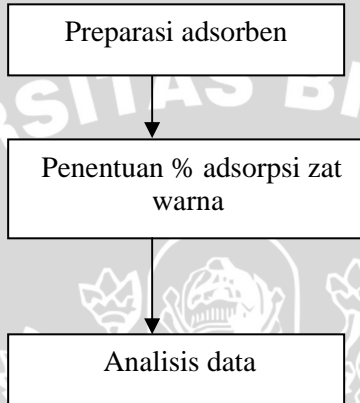
- Miller, J.C., and J.N. Miller, 1991, Statistika Untuk Kimia **Analitik**, Edisi Kedua, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Oscik, J., 1982, Adsorption, John Willey and Sons Inc., British, 91-92
- Parker, S.P., 1993, Encyclopedia of Chemistry, 2nd edition, Mc. Graw Hill Inc, New York
- Peter, D.G., J.M. Hayes. dan G.M. Hiefred 1974. Chemical Separation and Measurement, 1th Ed, W.B. Sqendess Ca. Philadelphia. 162
- Sastrohamidjojo, H., 1992, Spektroskopi Inframerah, Edisi pertama, Liberty, Yogyakarta.
- Sax, I. N., and R.J. Lewis, 1987, Hawley,s condensed chemical dictionary, Van Nostrad Reinhold, New York
- Sawyer, C.N., and Mc. Carty, P.C., 1987, Chemistry for Engineering, 3rd edition, Mc. Graw Hill Book company, New York, 89
- Schweitzer, P.A., 1975, Seperation Techniques for Chemical Engineering, 2nd edition, Mc. Graw Hill Book Company, New York, pp 446-448
- Shen, w., Li, Z., dan Liu, y., 2008 Surface Chemical Fungtional Group Modification Of Porous Carbon 1:27-40
- Setianingsih dkk., 2006, Sintesis Karbon Mesopori Dari Limbah *Sludge* Industri Tekstil Untuk Adsorpsi Zat Warna Bermolekul Besar, Laporan Penelitian PHK A2, Universitas Brawijaya, Malang
- Setianingsih dkk., 2007, Sintesis Karbon Mesopori dari Limbah Lumpur Industri Tekstil Untuk Pembuatan Komposit Karbon Mesopori - TiO₂ Untuk Reaksi Oksidasi Fotokatalitik Zat Warna Bermolekul Besar, Laporan penelitian PHK A2, Universitas Brawijaya, Malang

- Skoog, D. A., West D. M., dan Hollen, J. F., 1985, Analytical Chemistry, 5th ed, Saunders College Pub, Philadelphia, pp 408-409
- Suraya Zulfah, 2006, Pengaruh Variasi pH Larutan dan Konsentrasi Awal Cr (VI) Oleh Zeolit Hasil Fosfotasi, Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, Malang
- Tamai, H.M., Ikeuchi, S. Kajoma and Yasuda, 1997, Adv. Amter 9, pp 55. www.elsevier.com/locate/micromeso, tanggal akses 19 juni 2008
- Tan, K.H., 1991, Dasar-Dasar Kimia Tanah, UGM Press, Yogyakarta
- Weber, Jr. W. J, 1972, Physical Chemical Processes for Water Quality Control, John Willey Interscience, New York
- Widajatno, R.L, 2003, Bioregenerasi Karbon Aktif dengan Beban Zat Warna Monoklorotriazynil Menggunakan Bakteri *Pseudomonas Rudinensis* dan *Pseudomonas Diminuta*, <http://tl.lib.itb.ac.id/print.php?id=jbptitbtl-gdl-s3-2006-rudylaksmo-876> , tanggal akses : 1 Januari 2008.
- Willard, 1988, Instrumental Method of Analysis, 7th Ed., Wadworth Pub.co., Belmark
- Yamada, K., K. Haraguchi. dan C.C. Gacho, 2003, Removal of Dyes From Aqueous Solution by Sorption with Coal Fly Ash. International Ash Utilization symposium. Center For applied Energy Research. University of Kentucky.

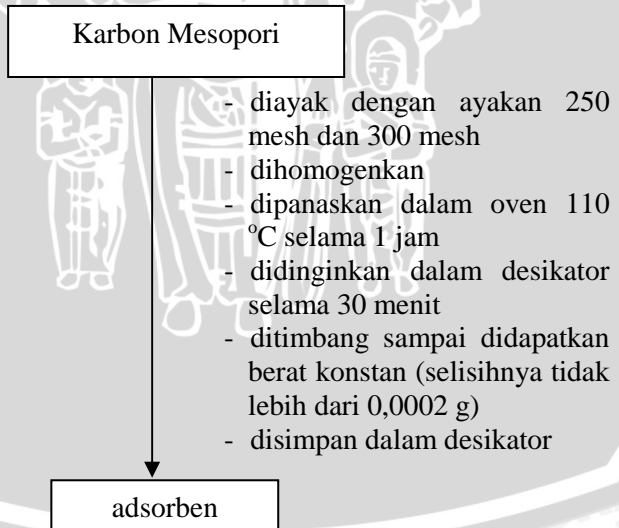
LAMPIRAN
Lampiran 1

Diagram Alir Penelitian

1.1 Tahapan Penelitian



1.2 Preparasi Karbon Mesopori



1.3. Penentuan % Adsorpsi Karmin

1.3.1 Variasi pH

Larutan karmin 100 ppm

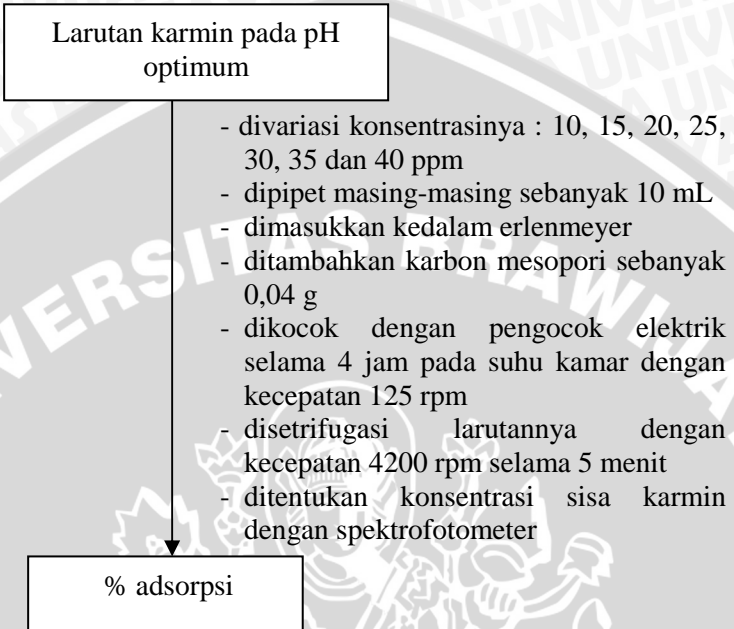
- dipipet sebanyak 25,00 mL
- diatur pH larutan (1-13,2), dengan menambahkan larutan yang sesuai yaitu HCl pada pH 1-5 atau NaOH pada pH 6-13,2
- dimasukkan dalam labu ukur 100 mL
- ditandabatkan dengan larutan HCl atau NaOH yang pH-nya sesuai

larutan karmin 25 ppm
dengan variasi pH 1-13,2

- dipipet sebanyak 10 mL
- dimasukkan kedalam erlenmeyer
- ditambahkan karbon mesopori sebanyak 0,04 g
- dikocok dengan pengocok elektrik selama 4 jam pada suhu kamar dengan kecepatan 125 rpm
- disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 4200 rpm
- diatur pH larutan sesuai dengan pH larutan untuk kurva baku
- ditentukan konsentrasi sisa karmin dengan spektrofotometer

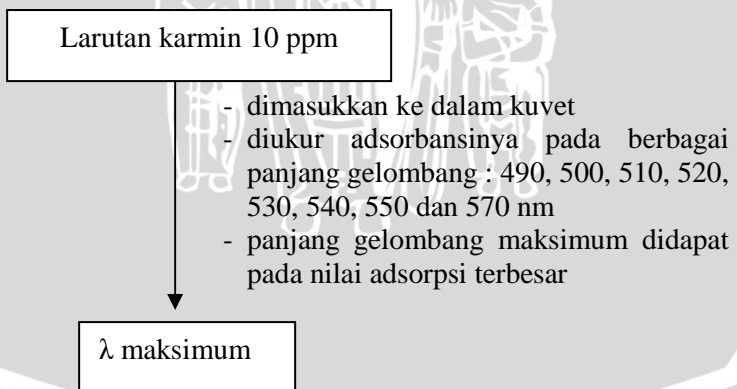
% adsorpsi

1.3.2 Variasi Konsentrasi

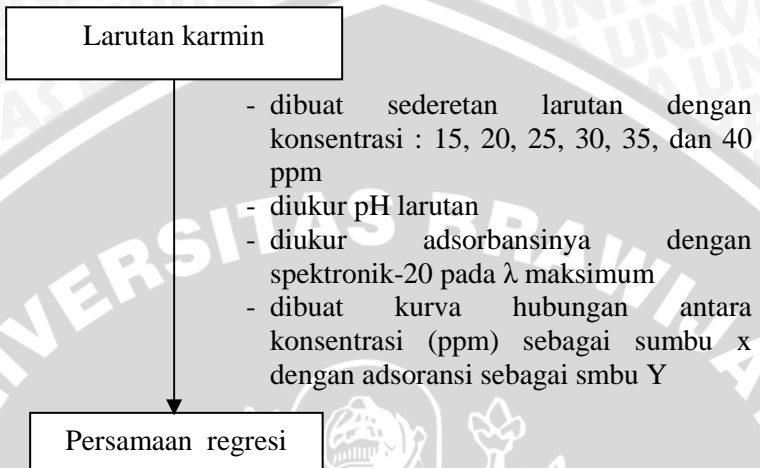


1.4 Penentuan Konsentrasi Sisa Karmin Secara Spektrofotometri

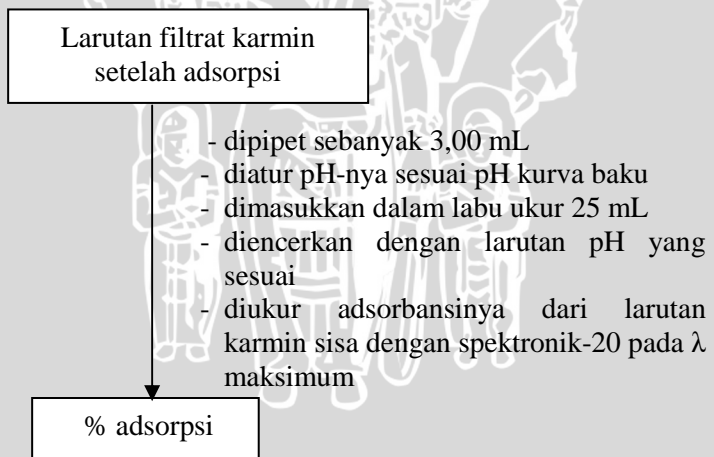
1.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum



1.4.2 Penentuan Kurva Baku



1.4.3 Penentuan Kadar Karmin Dalam Larutan Sampel



1.5 Penentuan Adisi Standar

10 mL filtrat + 25 mL larutan standar 5 ppm

- diatur pH-nya sehingga sama dengan pH larutan kurva baku
- dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL
- diencerkan dengan larutan HCl atau NaOH pH yang sesuai sampai tanda batas

50 mL larutan karmin

- diukur adsorbansinya dengan spektrometri-20 pada λ maksimum

Data absorpsi dalam kisaran kurva baku

Lampiran 2

Pembuatan Larutan dan Perhitungan

L.2.1 Pembuatan Larutan Karmin 100 ppm

Ditimbang sebanyak 0,1 g serbuk karmin dan dilarutkan dalam beaker glass 50 mL dengan akuades. Larutan dipindahkan dalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan sampai tanda batas.

Cara Perhitungan:

$$100 \text{ ppm} = 0,1000 \text{ mg/L}$$

$$\text{Ketika } V = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$$

$$\frac{10 \text{ g}}{1 \text{ L}} = \frac{W}{1 \text{ L}}$$

$$W = 10 \text{ mg}$$

$$= 0,1 \text{ g}$$

L.2.2 Pembuatan Larutan Kurva Baku Karmin 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 dan 5,5 ppm

Disiapkan labu ukur 50 mL, masing-masing diisi dengan larutan karmin 100 ppm sebanyak 1,0 mL; 1,25 mL; 1,50 mL; 1,75 mL; 2,00 mL; 2,25 mL; 2,50 mL dan 2,75 mL kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

Cara Perhitungan Larutan

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

Dengan:

M_1 = Konsentrasi larutan karmin awal yang dipipet

V_1 = Volume larutan karmin awal yang dipipet

M_2 = Konsentrasi larutan karmin akhir

V_2 = Volume hasil pengenceran

Tabel L.2.1 Pembuatan larutan karmin

M ₁ (ppm)	V ₁ (mL)	M ₂ (ppm)	V ₂ (mL)
100	0,00	0,0	50
100	1,00	2,0	50
100	1,25	2,5	50
100	1,50	3,0	50
100	1,75	3,5	50
100	2,00	4,0	50
100	2,25	4,5	50
100	2,50	5,0	50
100	2,75	5,5	50

L.2.3 Pembuatan Larutan HCl

L.2.3.1 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 :

$$M \text{ HCl} = \frac{1,19 \text{ g}}{36,469 \text{ g/mol}} \times 0,37 \times \frac{1000 \text{ ml}}{\text{L}} = 12,07 \text{ M}$$

L.2.3.2. Pembuatan Larutan HCl 0,1 M dan 0,01 M

Disiapkan labu ukur 100 mL, masing-masing diisi dengan larutan HCl 37 % sebanyak 0,4 mL dan 5 mL kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

Cara Perhitungan Larutan

Untuk larutan HCl 0,1 M

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$12,07 \text{ M} \times V_1 = 0,1 \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

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

Untuk larutan HCl 0,01 M

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0,1 \text{ M} \times V_1 = 0,01 \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

Dengan:

M₁ = Konsentrasi HCl yang dipipet

V₁ = Volume larutan HCl awal yang dipipet

M_2 = Konsentrasi larutan HCl akhir

V_2 = Volume hasil pengenceran

Tabel L.2.2 Pembuatan larutan HCl

[HCl] Awal (M)	Volume HCl Awal (mL)	[HCl] Akhir (M)	Volume HCl Akhir (mL)
12,075	0,4	0,1	100
0,1	5	0,01	100

L.2.4 Pembuatan Larutan NaOH

L.2.4.1 Pembuatan Larutan 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 dan 0,01 M

Dipipet larutan NaOH 0,5 M masing-masing sebanyak 2 mL dan 0,02 mL dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang telah berisi akuades sekitar 50 mL kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

Tabel L.2.3 Pembuatan larutan NaOH

[NaOH] Awal (M)	Volume NaOH Awal (mL)	[NaOH] Akhir (M)	Volume NaOH Akhir (mL)
5	2,00	0,10	100
5	0,20	0,01	100

Cara Perhitungan Larutan

Untuk larutan NaOH 0,1 M

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$5 \text{ M} \times V_1 = 0,1 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2,00 \text{ mL}$$

Untuk larutan NaOH 0,01 M

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$5 \text{ M} \times V_1 = 0,01 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 0,20 \text{ mL}$$

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 Karmin 25 ppm Pada Berbagai Kondisi pH

Untuk membuat larutan karmin pada berbagai pH digunakan larutan HCl dan larutan NaOH. Pertama-tama pada beaker glass 250 mL masing-masing diisi dengan 25,00 mL larutan stok karmin 100 ppm, kemudian diukur pH larutan karmin menggunakan pH meter. Pembuatan larutan pH 1 sampai 5 diperoleh dengan menambahkan larutan HCl 0,1 M atau 0,01 M setes demi setetes sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik hingga didapatkan pH yang diinginkan, kemudian dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL. Beaker glass sisa pemakaian dibilas dan ditepatkan hingga tanda batas dengan menambahkan larutan HCl dengan pH yang sesuai. Prosedur yang sama dilakukan pada kondisi basa. Untuk membuat larutan pH 6 sampai 9 digunakan larutan NaOH 0,1 M dan larutan pH 10 sampai 13,2 digunakan larutan NaOH 5 M.

Lampiran 3

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Kurva Baku Karmin

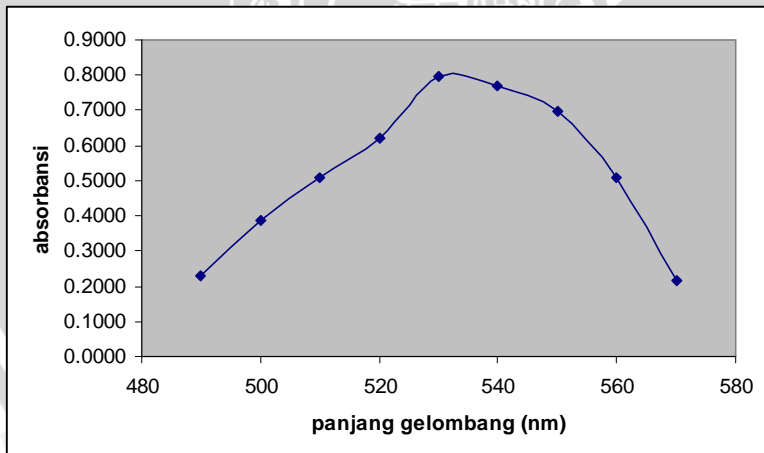
3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Tabel L.3.1 Data absorbansi larutan karmin 10 ppm pada berbagai panjang gelombang

λ (nm)	% T	Absorbansi
490	59	0,2291
500	41	0,3872
510	31	0,5086
520	24	0,6198
530*	16	0,7959
540	17	0,7696
550	20	0,6990
560	31	0,5086
570	61	0,2147

Keterangan * = adalah panjang gelombang maksimum

Dari data tersebut diperoleh panjang gelombang maksimum larutan karmin sebesar 530 nm sebagai berikut :



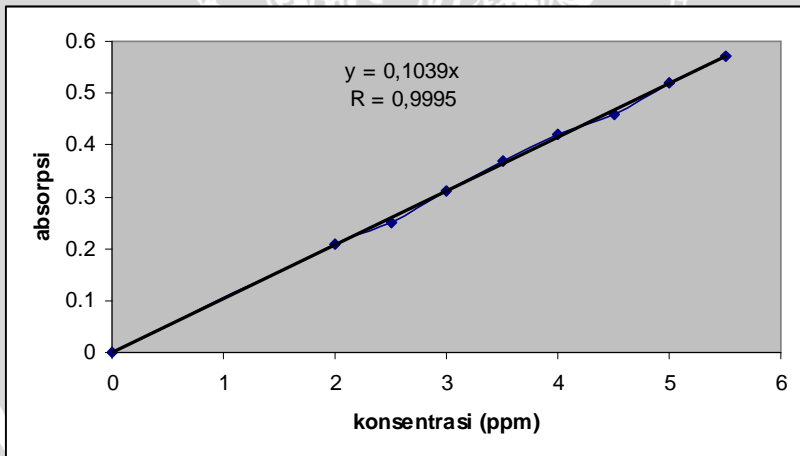
Gambar L.3.1 Kurva absorbansi larutan karmin pada berbagai panjang gelombang (490-570 nm)

3.2 Penentuan Kurva Baku Larutan Karmin

Tabel L.3.2 Data adsorpsi pada penentuan kurva baku larutan karmin dengan berbagai konsentrasi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Absorbansi rata-rata
	1	2	3	
0	0,00	0,00	0,00	0,00
2,0	0,21	0,21	0,21	0,21
2,5	0,24	0,25	0,25	0,25
3,0	0,31	0,31	0,31	0,31
3,5	0,37	0,37	0,37	0,37
4,0	0,42	0,42	0,42	0,42
4,5	0,46	0,46	0,47	0,46
5,0	0,54	0,51	0,52	0,52
5,5	0,57	0,57	0,59	0,57

Dari data kurva baku larutan karmin tersebut diperoleh persamaan $y = 0,1039x$

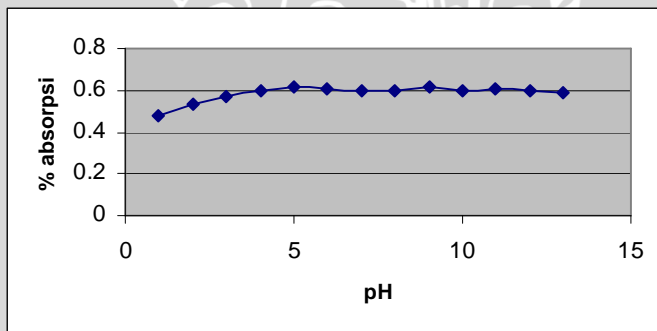


Gambar L.3.2 Kurva baku larutan karmin pada konsentrasi 0-55 ppm

L.3.3 Uji Pengaruh pH Terhadap Pengukuran Karmin

Tabel L.3.3 Data uji Pengaruh pH terhadap pengukuran absorpsi karmin

pH	Absorbansi			Absorbansi rata-rata
	1	2	3	
1	0,48	0,48	0,47	0,48±0,0000
2	0,52	0,54	0,54	0,53±0,0001
3	0,55	0,59	0,59	0,57±0,0004
4	0,60	0,64	0,62	0,62±0,0001
5	0,62	0,60	0,62	0,61±0,0001
6	0,62	0,60	0,60	0,61±0,0000
7	0,60	0,60	0,60	0,60±0,0000
8	0,60	0,60	0,60	0,60±0,0000
9	0,62	0,62	0,62	0,62±0,0000
10	0,60	0,60	0,60	0,60±0,0000
11	0,60	0,62	0,60	0,61±0,0000
12	0,60	0,60	0,60	0,60±0,0000
13	0,59	0,59	0,59	0,59±0,0000



Gambar L.3.3 Pengaruh pH terhadap pengukuran karmin

Lampiran 4

Pengolahan Data Nilai % Adsorpsi

4.1 Contoh Perhitungan

4.1.1 Perhitungan % Adsorpsi Karmin pada Berbagai pH Tanpa Adisi Standar

Diketahui:

$$\text{Absorbansi} = 0,2518$$

$$\text{Slope} = 0,1039$$

$$\begin{aligned} F_p &= \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}} \\ &= \frac{25,00 \text{ mL}}{3,00 \text{ mL}} = 8,33 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} C_{\text{pengukuran}} &= \frac{\text{Absorbansi}}{\text{Slope}} \\ &= \frac{0,2518}{0,1039} \\ &= 2,4235 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{akhir}} &= C_{\text{pengukuran}} \times f_p \\ &= 2,4235 \times 8,33 \\ &= 20,1878 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Adsorpsi} &= \frac{(C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}})}{C_{\text{awal}}} \times 100 \% \\ &= \frac{25 - 20,19}{25} \times 100 \% \\ &= 19,25 \% \end{aligned}$$

Perhitungan rata-rata dan standar deviasi

Diketahui:

$$\% \text{ adsorpsi 1} = 19,25 \%$$

$$\% \text{ adsorpsi 2} = 19,25 \%$$

$$\% \text{ adsorpsi 3} = 19,25 \%$$

Sehingga:

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata \% adsorpsi} &= \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3} \\ &= \frac{19,25 + 19,25 + 19,25}{3} \\ &= 19,25 \%\end{aligned}$$

Dengan nilai standar deviasi dari tiap pengukuran sebesar :

$$\begin{aligned}\text{SD} &= \sqrt{\frac{(X_1 - X_{rata})^2 + (X_2 - X_{rata})^2 + (X_3 - X_{rata})^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(19,25 - 19,25)^2 + (19,25 - 19,25)^2 + (19,25 - 19,25)^2}{3 - 1}} \\ &= 0,00\end{aligned}$$

4.1.2 Perhitungan % Adsorpsi Karmin Pada Berbagai pH Dengan Menggunakan Adisi Standar

Diketahui :

$$A_{\text{adisi standar}} = 0,5504 \quad V_{\text{ukur}} = 50,00 \text{ mL}$$

$$\text{Slope} = 0,1039 \quad V_{\text{cuplikan}} = 10,00 \text{ mL}$$

$$A_{\text{std 50 ppm}} = 0,3341 \quad C_0 = 25 \text{ ppm}$$

$$\text{Slope} = 0,1039$$

$$\begin{aligned}\bullet \text{ fp} &= \frac{\text{volume ukur}}{\text{volume cuplikan}} \\ &= \frac{50 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} = 5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bullet C_{\text{ukur adisi std}} &= \frac{A_{\text{adisi std}}}{\text{slope}} \\ &= \frac{0,5504}{0,1037} = 5,3076\end{aligned}$$

$$A_{std \ 5 \ ppm} = \frac{C_{ukur \ std \ 5 \ ppm}}{slope}$$

$$= \frac{0,5231}{0,1039} = 5,0346$$

$$\bullet C_{akhir} = (C_{ukur \ adisi \ std} - C_{ukur \ std \ 5 \ ppm}) \times fp$$

$$= (5,2868 - 5,0376) \times 5 \times 8,33$$

$$= 10,4867 \text{ ppm}$$

• Sehingga diperoleh % karmin:

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

$$= \frac{25 - 10,38}{25} \times 100\%$$

$$= 56,16 \%$$

Diketahui : % Adsorpsi 1 = 56,16%
 % Adsorpsi 2 = 56,16%
 % Adsorpsi 3 = 56,16%
 n = 3

$$\bullet \text{ Rata-rata} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$$

$$= \frac{56,16 + 56,16 + 56,16}{3} = 56,79$$

$$\bullet \text{ SD} = \frac{\sqrt{(X_1 - X_{rata})^2 + (X_2 - X_{rata})^2 + (X_3 - X_{rata})^2}}{n - 1}$$

$$= \frac{\sqrt{(58,05 - 56,79)^2 + (56,16 - 56,79)^2 + (56,16 - 56,79)^2}}{3 - 1} = 1,19$$

Dengan perhitungan yang sama, diperoleh data pengaruh pH terhadap adsorpsi karmin pada tabel L.4.1 sebagai berikut:

4.2 Nilai % Adsorpsi Karmin oleh Karbon Mesopori

Tabel L.4.1 Pengolahan Data % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai pH tanpa adisi standar

pH	C _{awal} (ppm)	fp	Absorbansi	Slope	C akhir (ppm)	% Adsorpsi	rerata % Adsorpsi	SD
1	25	8,33	0,2518	1,1039	20,1876	19,25	19,25	0,00
			0,2518		20,1876	19,25		
			0,2518		20,1876	19,25		
2	25	8,33	0,2518	1,1039	20,1896	19,25	18,42	2,09
			0,2596		20,8130	16,75		
			0,2518		20,1896	19,25		
3	25	8,33	0,2007	1,1039	16,0908	35,64	34,16	1,63
			0,2076		16,6440	33,42		
			0,2076		16,6440	33,42		
4	25	8,33	0,2596	1,1039	20,8130	16,75	16,75	0,00
			0,2596		20,8130	16,75		
			0,2596		20,8130	16,75		
5	25	8,33	0,2676	1,1039	21,4544	14,18	13,32	2,25
			0,2757		22,1038	11,54		
			0,2676		21,4544	14,18		
6	25	8,33	0,2757	1,1039	22,1038	11,58	11,58	0,00
			0,2757		22,1038	11,58		
			0,2757		22,1038	11,58		
7	25	8,33	0,2840	1,1039	22,7692	8,92	9,81	0,00
			0,2757		22,1038	11,54		
			0,2840		22,7692	8,92		
8	25	8,33	0,3010	1,1039	24,1321	3,47	3,47	0,00
			0,3010		24,1321	3,47		
			0,3010		24,1321	3,47		

9	25	8,33	0,2924	1,1039	23,4427	6,23	5,31	0,00
			0,2924		23,4427	6,23		
			0,3010		24,1321	3,47		
10	25	8,33	0,2840	1,1039	22,7692	8,92	8,92	0,00
			0,2840		22,7692	8,92		
			0,2840		22,7692	8,92		
11	25	8,33	0,2757	1,1039	22,1038	11,58	10,70	2,36
			0,2757		22,1038	11,58		
			0,2840		22,7692	8,92		

keterangan

= salah satu data ditolak sehingga tidak ikut terpakai



Tabel L.4.2. Pengolahan Data Adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai pH dengan adisi standar

pH	C awal	fp	slope	A 5 ppm	A adisi standar	C ukur adisi std	C ukur 5 ppm	C akhir	persen Adsorpsi	Rerata	SD
12	25	5	0,1039	0,5231	0,5493	10,4867	5,0346	10,4867	58,05	56,79	1,19
	25	5	0,1039	0,5231	0,5504	10,9597	5,0346	10,9597	56,16		
	25	5	0,1039	0,5231	0,5504	10,9597	5,0346	10,9597	56,16		
13	25	5	0,1039	0,5231	0,5285	2,1567	5,0346	2,1567	91,37	91,37	0,85
	25	5	0,1039	0,5231	0,5285	2,1567	5,0346	2,1567	91,37		
	25	5	0,1039	0,5231	0,5276	1,7879	5,0346	1,7879	92,85		
13,2	25	5	0,1039	0,5231	0,0809	6,4860	5,0346	6,4860	74,06	72,92	0,97
	25	5	0,1039	0,5231	0,0862	6,9109	5,0346	6,9109	72,36		
	25	5	0,1039	0,5231	0,0862	6,9109	5,0346	6,9109	72,36		

4.3 Perhitungan Pengaruh Konsentrasi Terhadap % Adsorpsi

Tabel L.4.2.3 Pengolahan data adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai konsentrasi

C _{awal} (ppm)	Adsorpsi awal	Adsorbansi Adisi standar	Slope	C akhir (ppm)	% Adsorpsi	rerata % Adsorpsi	SD
10	0,0088	0,5938	1,1039	0,7034	92,9657	92,16	0,00
	0,0088	0,5938		0,7034	92,9657		
	0,0088	0,5938		0,7034	92,9657		
15	0,0132	0,5982	1,1039	1,0606	92,9296	92,13	1,39
	0,0132	0,5982		1,0606	92,9296		
	0,0177	0,6027		1,4214	90,5242		
20	0,0177	0,6027	1,1039	1,4214	92,8931	92,29	1,05
	0,0223	0,5982		1,7860	91,0701		
	0,0177	0,6027		1,4214	92,8931		
25	0,0223	0,6070	1,1039	1,7860	92,8561	91,87	0,85
	0,0269	0,6119		2,1544	91,3823		
	0,0269	0,6070		2,1544	91,3823		
30	0,0315	0,6165	1,1039	2,5268	91,5773	91,58	0,00
	0,0315	0,6165		2,5268	91,5773		
	0,0315	0,6165		2,5268	91,5773		
35	0,0362	0,6165	1,1039	2,9032	91,7050	90,98	0,62
	0,0410	0,6259		3,2838	90,6178		
	0,0410	0,6212		3,2838	90,6178		
40	0,0458	0,6308	1,1039	3,6685	90,8287	90,83	0,96
	0,0506	0,6356		4,0576	89,8561		
	0,0410	0,6259		3,2838	91,7905		

Tabel L.4.4 Pengolahan Data Adsorpsi karmin oleh karbon aktif Perdagangan pada pH 13 dan Konsentrasi 20 ppm (Kondisi Optimum)

C (awal)	fp	Slope	A (standar 5 ppm)	A (adisi standar)	C (ukur adisi standar)	C (ukur 5 ppm)	C (akhir)	Persen adsorpsi	Rerata	SD
20	5	0,1039	0,5231	0,5408	5,2052	5,0346	1,4214	92,89		
20	5	0,1039	0,5231	0,5408	5,2052	5,0346	1,4214	92,89	92,89	0,00
20	5	0,1039	0,5231	0,5408	5,2052	5,0346	1,4214	92,89		

Lampiran 5

Uji Statistik

A. Uji Statistik Pengaruh pH

Tabel L.5.1 Uji statistik nilai % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada variasi pH

pH	% Adsorpsi			jumlah
	I	II	III	
1	19,25	19,25	19,25	57,75
2	19,25	19,25	16,75	57,75
3	33,42	33,42	33,42	100,26
4	16,75	16,75	16,75	50,25
5	14,18	11,58	14,18	28,36
6	11,58	11,58	11,58	34,74
7	8,92	11,58	8,92	17,84
8	3,47	3,47	3,47	10,41
9	6,23	6,23	3,47	12,46
10	8,92	8,92	8,92	26,76
11	11,58	10,58	8,92	22,16
12	58,05	56,16	56,16	112,32
13	91,37	91,37	92,85	274,11
13,2	74,06	72,36	72,36	217,08
jumlah	379,25	370,00	369,50	1022,25

Untuk menilai pengukuran data yang dicurigai kebenarannya dilakukan dengan menghitung nilai Q dengan batas kepercayaan 5% dengan cara (J.C Miller and J.M. Miller, 1991):

$$\begin{aligned}\text{Nilai } Q &= \frac{(\text{nilai dicurigai} - \text{nilai terkecil})}{(\text{nilai terbesar} - \text{nilai terkecil})} \\ &= \frac{(16,75 - 19,25)}{(19,25 - 16,75)} \\ &= 1\end{aligned}$$

Tabel L.5.2 Uji Q % Adsorpsi Karmin oleh Karbon Mesopori pada Variasi pH

pH	% Adsorpsi			Nilai
	I	II	III	Uji Q
2	19,25	19,25	16,75	1
5	14,18	11,58	14,18	1
7	8,92	11,58	8,92	1
9	6,23	6,23	3,47	1
11	11,58	10,58	8,92	1
12	58,05	56,16	56,16	1

Keterangan :

 = salah satu data ditolak sehingga tidak ikut terpakai

Berdasarkan tabel L.5.2 menunjukkan bahwa F hitung > F tabel maka data yang dicurigai ditolak.

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

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

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

$$FK = \frac{(1022,25)^2}{37}$$

$$FK = 28243,11$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

a) Jumlah Kuadrat Total

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{total}} &= \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij})^2 \right] - FK \\
 &= [(19,25)^2 + (19,25)^2 + \dots + (72,36^2)] - 29856,43 \\
 &= 55039,0297 - 28243,11
 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{total}} = 26795,9197$$

b) Jumlah Kuadrat perlakuan

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\left[\sum_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 \right]}{n_i} - FK \\
 &= \frac{[(57,75)^2 + (55,25)^2 + \dots + (218,77)^2]}{3} - 28243,11
 \end{aligned}$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 52641,0872 - 28243,11$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 24397,9772$$

c) Jumlah Kuadrat Galat percobaan

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{galat percobaan}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} \\
 &= 26795,9197 - 24379,9772 \\
 &= 24315,9425
 \end{aligned}$$

3. Analisa Sidik Ragam (Uji F)

a) Kuadrat Tengah perlakuan

$$\begin{aligned}
 KT_{\text{perlakuan}} &= \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{perlakuan}}} \\
 &= \frac{24397,9772}{13} \\
 &= 1876,7674
 \end{aligned}$$

b) Kuadrat Tengah Galat perlakuan

$$\begin{aligned}
 KT_{\text{galat percobaan}} &= \frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{galat percobaan}}} \\
 &= \frac{24315,9425}{23} \\
 &= 1057,2149
 \end{aligned}$$

c) Menghitung Nilai F

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

$$F_{hitung} = \frac{1876,7674}{1057,2149}$$

$$F_{hitung} = 1,7752$$

Tabel L.5.3. Hasil analisa sidik ragam pengaruh pH terhadap adsorpsi karmin

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F _{hitung}	F	
					hitung	tabel
Perlakuan	13	24397,9772	1876,7674	1,7752	1,7752	2,20
Galat	23	24315,9425	1057,2149			
Total	36	29520,4814				

Berdasarkan tabel L.5.2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan, Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5%

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

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025;20)} \sqrt{\frac{2 \times 1,1506}{3}} = 2,048 \times 0,8758 = 1,7936$$

Tabel L.5.4 Uji BNT nilai % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai pH

pH	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13,2
		19,25	18,42	16,75	34,16	13,32	11,58	9,81	3,47	5,31	8,92	10,69	56,79	91,87	72,92
1	19,25	0,00	0,83 ^{tn}	2,5*	14,91*	5,93*	7,67*	9,44*	15,78*	13,94*	10,33*	8,56*	37,54*	72,62*	53,67*
2	18,42		0,00	1,67 ^{tn}	15,74*	5,1*	6,84*	8,61*	14,95*	14,95*	9,5*	7,73*	38,37*	73,45*	54,5*
3	16,75			0,00	17,41*	3,43*	5,17*	6,94*	13,28*	11,44*	7,83*	6,06*	40,04*	75,12*	56,17*
4	34,16				0,00	20,84*	22,58*	24,35*	30,69*	28,85*	25,24*	23,47*	22,6*	57,71*	38,76*
5	13,32					0,00	1,74 ^{tn}	3,51	9,85	8,01	5,12	2,36	43,47	79,55	59,6
6	11,58						0,00	1,77 ^{tn}	8,11*	6,27*	2,66*	0,89 ^{tn}	45,21*	80,29*	61,34*
7	9,81							0,00	6,34*	4,5*	0,89 ^{tn}	0,88*	46,98*	82,0*	63,11*
8	3,47								0,00	1,18*	5,45*	7,22*	53,32*	88,4*	69,45*
9	5,31									0,00	3,61*	5,38*	51,48*	86,56*	67,61*
10	8,92										0,00	1,77*	47,84*	82,95*	64,0*
11	10,70											0,00	46,09*	81,17*	62,22*
12	56,79												0,00	35,08*	16,13*
13	91,87													0,00	18,95*
13,2	72,92														0,00

Keterangan : * = beda nyata pada taraf 5 %

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

B. Uji Statistik Pengaruh Konsentrasi

Tabel L.5.5 Uji statistik adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi (ppm)	% Adsorpsi			Total
	I	II	III	
10	92,16	92,16	92,16	276,48
15	92,93	92,93	91,52	297,04
20	92,89	91,07	92,89	297,17
25	92,86	91,38	91,38	297,66
30	91,57	91,57	91,57	297,27
35	91,70	90,61	90,61	296,97
40	90,83	89,86	91,79	296,10

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

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

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

$$FK = \frac{(2376,3600)^2}{24}$$

$$FK = 235295,29$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

b) Jumlah Kuadrat Total

$$JK_{\text{total}} = \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij})^2 \right] - FK$$
$$= [(99,19)^2 + (99,19)^2 + \dots + (99,19)^2] - 36274,85$$

$$= 235296,2745 - 235295,2854$$

$$JK_{\text{total}} = 0,9891$$

b) Jumlah Kuadrat perlakuan

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

$$= \frac{[(297,49)^2 + (297,04)^2 + \dots + (297,70)^2]}{3} - 235295,2854$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 235295,8321 - 235295,2854$$

$$JK_{\text{perlakuan}} = 0,5467$$

c) Jumlah Kuadrat Galat percobaan

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

$$= 0,9891 - 0,5467$$

$$= 0,4424$$

3. Analisa Sidik Ragam (Uji F)

a) Kuadrat Tengah perlakuan

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

$$= \frac{0,5467}{7}$$

$$= 0,0781$$

b) Kuadrat Tengah Galat perlakuan

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

$$KT_{\text{galat percobaan}} = \frac{0,4424}{16}$$

$$KT_{\text{galat percobaan}} = 0,0277$$

c) Menghitung Nilai F

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

$$F_{hitung} = \frac{0,0781}{0,0277}$$

$$F_{hitung} = 23,0383$$

Tabel L.5.6. Hasil analisa sidik ragam pengaruh konsentrasi terhadap % adsorpsi karmin

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F _{hitung}	F	
					hitung	tabel
Perlakuan	7	0,5467	0,0781	2,8195	2,8195	4,03
Galat	16	0,4424	0,0277			
Total	30	0,9891				

Berdasarkan tabel L.5.5 menunjukkan bahwa F_{hitung} < F_{tabel} maka H₀ diterima. berarti tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan.

C. Uji Statistik Perbandingan % Adsorpsi Karbon Aktif Perdagangan dan Karbon Mesopori

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

Tabel L.5.7 Uji statistik perbandingan % adsorpsi karbon aktif perdagangan dan karbon mesopori

Jenis	% Adsorpsi			Rerata
	1	2	3	
C aktif perdagangan	92,89	92,89	92,89	92,89 ± 0,00
C aktif mesopori	92,89	91,07	92,89	92,29 ± 1,05

$$S_d = SD_1 - SD_2$$

$$= 1,05 - 0,00$$

$$= 1,05$$

$$|\bar{x}_d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$$

$$= 92,89 - 92,29$$

$$= 0,60$$

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

$$t = 0,60 \frac{\sqrt{3}}{1,05}$$

$$t = 0,8239$$

Nilai kritis $|t|$ adalah 0,8239 ($P=0,05$), sehingga dari perhitungan menunjukkan bahwa t hitung $0,8239 < t$ tabel 0,8289 maka hipotesis nol diterima berarti ada perbedaan yang tidak nyata antar adsorpsi menggunakan karbon aktif perdagangan dan karbon mesopori hasil sintesis

LAMPIRAN 6

KARAKTERISTIK KARBON MESOPORI DAN KARBON AKTIF PERDAGANGAN

Tabel L.6. Data karakter karbon aktif perdagangan dan karbon mesopori sintetik (Hastaria, 2006)

karakter	Satuan	C- mesopori	C- perdagangan
V_p	cm^3/g	0,0503	0,1929
S_p	m^2/g	42,7702	230,737
r_p	Å	23,5210	16,7284
d_p	Å	47,0421	33,4568
Mesoporositas	% (V)	83,4163	42,8239
	% (S)	64,6158	27,4162

Keterangan:

$V_{p \text{ meso}}$ = Volume pori karbon mesopori

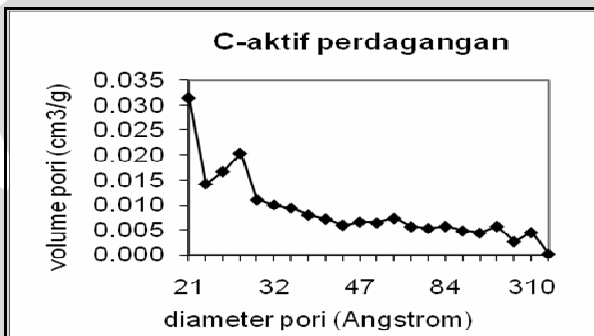
$S_{p \text{ meso}}$ = Luas Permukaan spesifik karbon mesopori

$r_{p \text{ meso}}$ = Jari-jari pori karbon mesopori

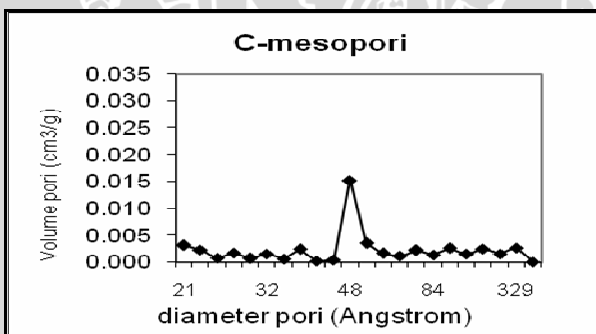
$d_{p \text{ meso}}$ = Diameter pori karbon mesopori

LAMPIRAN 7

PERBANDINGAN DISTRIBUSI UKURAN PORI KARBON MESOPORI DAN KARBON AKTIF PERDAGANGAN (Hastaria, 2006)



Gambar L.7.1 Distribusi ukuran pori karbon mesopori hasil sintesis



Gambar L.7.2 Distribusi ukuran pori karbon aktif perdagangan

LAMPIRAN 8

pH LARUTAN SAMPEL DAN LARUTAN KURVA BAKU

Tabel L.8.1 Nilai perubahan pH sebelum dan sesudah adsorpsi pada berbagai pH

	pH													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13,2
sebelum	1,01	2	3,02	4,00	5,01	6,02	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,06	12,73	13,21
sesudah	1,36	2,29	3,55	4,64	4,26	4,71	5,22	5,23	5,96	7,34	8,57	10,32	12,57	13,18



Tabel L.8.2 Nilai perubahan pH sebelum dan sesudah adsorpsi pada berbagai konsentrasi

karbon	konsentrasi	pH awal	pH setelah adsorpsi
mesopori	15	12,91	12,66
	20	12,93	12,78
	25	12,94	12,81
	30	12,95	12,84
	35	12,95	12,86
	40	12,94	12,86
perdagangan	20	12,94	12,89

Dari tabel tersebut, pH sampel larutan karmin sebelum dan sesudah adsorpsi mengalami penurunan.

Tabel L.8.3 Nilai pH larutan kurva baku

Konsentrasi (ppm)	pH
0,0	4,73
1,0	4,63
1,5	4,49
2,0	4,16
2,5	4,13
3,0	4,73
3,5	4,17
4,0	4,54
4,5	4,20
5,0	3,98
5,5	4,14

Tabel L.8.4 pH campuran larutan akuades dengan karbon mesopori

pH aquades	pH karbon dalam aquades
5,64	4,39

LAMPIRAN 9

PERHITUNGAN KONSENTRASI H⁺

L.9. Perhitungan konsentrasi H⁺ karmin awal

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} : C_{\text{awal}} &= 25 \text{ ppm} = 0,025 \text{ gr/L} \\ \text{BM karmin} &= 492,39 \text{ gr/mol} \\ \text{pKa karmin} &= 2,9 \end{aligned}$$

$$M \text{ karmin} = \frac{\text{mol}}{V} \Leftrightarrow \text{mol} = \frac{\text{gr}}{M_r}$$

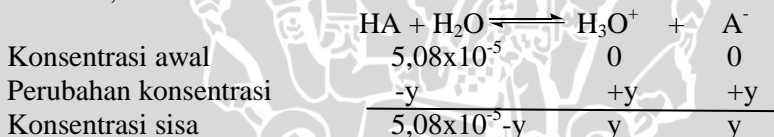
$$[\text{Karmin}] = \frac{0,025 \text{ gr} / L}{492,39 \text{ gr} / \text{mol}} = 5,08 \times 10^{-5} \text{ mol} / L$$

1. Posisi COOH

pKa = 2,9

Ka = -Log pKa

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



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

$$1,26 \cdot 10^{-3} = \frac{y^2}{(5,08 \cdot 10^{-5}) - y}$$

$$6,3 \cdot 10^{-8} - 1,26 \cdot 10^{-3} y = y^2$$

$$y^2 + 1,26 \cdot 10^{-3} y - 6,3 \cdot 10^{-8} = 0$$

$$y = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2) - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{(-1,26 \cdot 10^{-3}) \pm \sqrt{(1,26 \cdot 10^{-3})^2 - 4(1)(-6,3 \cdot 10^{-8})}}{2}$$

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

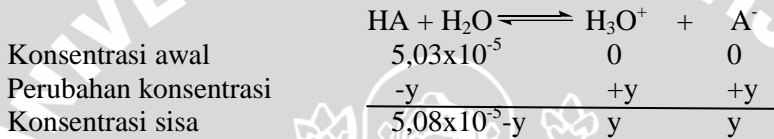
$$y = [\text{H}^+] = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

2. OH posisi 6

$$\text{pK}_a = 5,4$$

$$\text{K}_a = -\text{Log pK}_a$$

$$\text{K}_a = 3,981 \times 10^{-6}$$



$$\text{K}_a = \frac{[\text{ArO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{ArOH}]}$$

$$3,981 \cdot 10^{-6} = \frac{y^2}{(5,08 \cdot 10^{-5}) - y}$$

$$\begin{aligned} 2,02 \cdot 10^{-12} - 5,08 \cdot 10^{-5} y &= y^2 \\ y^2 + 5,08 \cdot 10^{-6} y - 2,02 \cdot 10^{-12} &= 0 \end{aligned}$$

$$y = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2) - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{(-5,08 \cdot 10^{-5}) \pm \sqrt{(5,08 \cdot 10^{-5})^2 - 4(1)(-2,02 \cdot 10^{-12})}}{2}$$

$$= 0,25 \cdot 10^{-4}$$

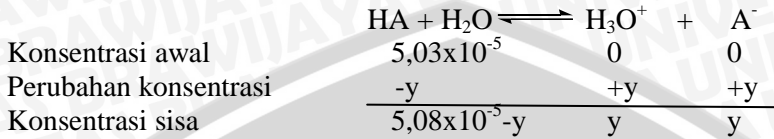
$$y = [\text{H}^+] = 0,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

3. OH posisi 5

$$\text{pK}_a = 8,7$$

$$\text{K}_a = -\text{Log pK}_a$$

$$\text{K}_a = 1,995 \times 10^{-9}$$



$$K_a = \frac{[ArO^-][H_3O^+]}{[ArOH]}$$

$$1,995 \cdot 10^{-9} = \frac{y^2}{(5,08 \cdot 10^{-5}) - y}$$

$$1,01 \cdot 10^{-13} - 1,995 \cdot 10^{-9} y = y^2$$

$$y^2 + 1,995 \cdot 10^{-9} y - 1,01 \cdot 10^{-13} = 0$$

$$y = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2) - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{(-1,995 \cdot 10^{-9}) \pm \sqrt{(1,995 \cdot 10^{-9})^2 - 4(1)(-1,01 \cdot 10^{-13})}}{2}$$

$$= 1 \cdot 10^{-9}$$

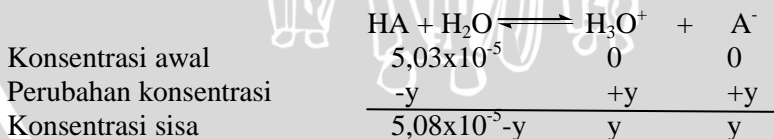
$$y = [H^+] = 1 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$$

4. OH posisi 8

pKa = 12,2

Ka = -Log pKa

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



$$K_a = \frac{[ArO^-][H_3O^+]}{[ArOH]}$$

$$6,31 \cdot 10^{-13} = \frac{y^2}{(5,08 \cdot 10^{-5}) - y}$$

$$3,2 \cdot 10^{-17} - 6,31 \cdot 10^{-13} y = y^2$$
$$y^2 + 6,31 \cdot 10^{-13} y - 3,2 \cdot 10^{-17} = 0$$

$$y = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2) - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{(-6,31 \cdot 10^{-13}) \pm \sqrt{(6,31 \cdot 10^{-13})^2 - 4(1)(-3,2 \cdot 10^{-17})}}{2}$$

$$= 6,3 \cdot 10^{-13}$$

$$y = [\text{H}^+] = 6,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$$

$$\text{Konsentrasi H}^+ \text{ total} = 1,47 \times 10^{-4}$$



LAMPIRAN 10

PENGOLAHAN DATA pH DAN pKa

L.10. Perhitungan jumlah H^+ yang terdeprotonasi pada zat warna

L.10.1 Perhitungan terdeprotonasi karmin pada pH 1

Diketahui : pH awal larutan = 1,01

$$pK_{a0} = 2,9 \text{ (COOH)}$$

$$pK_{a1} = 8,7 \text{ (OH posisi 5)}$$

$$pK_{a2} = 5,4 \text{ (OH posisi 6)}$$

$$pK_{a3} = 12,2 \text{ (OH posisi 8)}$$

- Diketahui : pH awal larutan = 1,01
pKa₀ gugus karboksil = 2,9



Sehingga:

$$\frac{[Ar-COO^-][H_3O^+]}{[Ar-COOH]}$$

$$K_a [Ar-COOH] = [Ar-COO^-] [H_3O^+]$$

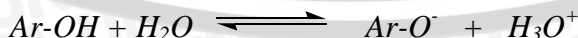
$$\frac{K_a}{H_3O^+} = \frac{Ar-COO^-}{Ar-COOH}$$

$$\frac{1,26 \cdot 10^{-3}}{0,98 \cdot 10^{-1}} = \frac{Ar-COO^-}{Ar-COOH}$$

$$[Ar-COO^-] = 1,29 \cdot 10^{-2} [Ar-COOH]$$

Jumlah ion karboksil dibandingkan dengan gugus karboksilat adalah dengan perbandingan 1 : $1,29 \cdot 10^{-2}$ artinya gugus hidroksil pada karmin cenderung tetap sebagai hidroksil (tidak terdeprotonasi).

- Diketahui : pH awal larutan = 1,01
pKa₁ gugus hidroksil = 8,7 (OH posisi 5)



$$K_a = \frac{[Ar-O^-][H_3O^+]}{[Ar-OH]}$$

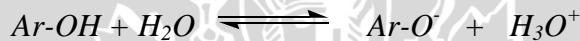
$$K_a [Ar-OH] = [Ar-O^-] [H_3O^+]$$

$$\frac{K_a}{H_3O^+} = \frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$$

$$\frac{1,95 \cdot 10^{-9}}{0,98 \cdot 10^{-1}} = \frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$$

$$[Ar-O^-] = 2 \cdot 10^{-8} [Ar-OH]$$

- Diketahui : pH awal larutan = 1,01
pKa₂ gugus hidroksil = 5,4 (OH posisi 6)



$$K_a = \frac{[Ar-O^-][H_3O^+]}{[Ar-OH]}$$

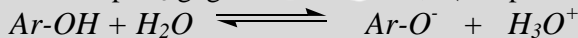
$$K_a [Ar-OH] = [Ar-O^-] [H_3O^+]$$

$$\frac{K_a}{H_3O^+} = \frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$$

$$\frac{3,98 \cdot 10^{-6}}{0,98 \cdot 10^{-1}} = \frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$$

$$[Ar-O^-] = 4,06 \cdot 10^{-5} [Ar-OH]$$

- Diketahui : pH awal larutan = 1,01
pKa₃ gugus hidroksil = 12,2 (OH posisi 8)



$$K_a = \frac{[Ar-O^-][H_3O^+]}{[Ar-OH]}$$

$$K_a [Ar-OH] = [Ar-O^-] [H_3O^+]$$

$$\frac{K_a}{H_3O^+} = \frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$$

$$\frac{6,31 \cdot 10^{-13}}{0,98 \cdot 10^{-1}} = \frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$$

$$[Ar-O^-] = 6,44 \cdot 10^{-12} [Ar-OH]$$

Tabel L.10.1. Data karmín terdeprotonasi berdasarkan pH

pH	$\frac{[Ar-COO^-]}{[Ar-COOH]}$	$\frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$ posisi 5	$\frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$ posisi 6	$\frac{Ar-O^-}{Ar-OH}$ posisi 8
1	$1,29 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$4,06 \cdot 10^{-5}$	$6,44 \cdot 10^{-12}$
2	0,13	$1,99 \cdot 10^{-7}$	$3,31 \cdot 10^{-2}$	$6,31 \cdot 10^{-11}$
3	1,32	$2,09 \cdot 10^{-6}$	0,35	$6,61 \cdot 10^{-10}$
4	12,59	$1,99 \cdot 10^{-5}$	3,31	$6 \cdot 10^{-9}$
5	128,82	$2,04 \cdot 10^{-4}$	33,88	$6,4 \cdot 10^{-8}$
6	1318,26	$2,09 \cdot 10^{-3}$	346,74	$6,6 \cdot 10^{-7}$
7	$1,26 \cdot 10^4$	0,02	$3,31 \cdot 10^3$	$6,31 \cdot 10^{-6}$
8	$1,26 \cdot 10^5$	0,2	$3,31 \cdot 10^4$	$6,31 \cdot 10^{-5}$
9	$1,26 \cdot 10^6$	1,21	$3,31 \cdot 10^5$	$6,31 \cdot 10^{-4}$
10	$1,26 \cdot 10^7$	19,95	$3,31 \cdot 10^6$	$6,31 \cdot 10^{-3}$
11	$1,26 \cdot 10^8$	199,53	$3,31 \cdot 10^7$	$6,31 \cdot 10^{-2}$
12	$1,44 \cdot 10^9$	$2,29 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^8$	0,72
13	$6,76 \cdot 10^9$	$2,29 \cdot 10^3$	$1,78 \cdot 10^9$	3,38
13,2	$2,04 \cdot 10^{10}$	$3,24 \cdot 10^4$	$5,37 \cdot 10^9$	10,32

keterangan

 = terdeprotonasi menjadi bentuk ionnya

L.10.3 Perhitungan H^+ yang terdeprotonasi berdasarkan perubahan pH larutan

- Perubahan pH adsorpsi pada larutan karmin pH 1
 Diketahui : pH awal = 1,01
 : pH akhir = 1,36
 Sehingga = [H] awal - [H] akhir
 = 0,097 - 0,044
 = 0,053

- pH tanpa penambahan karmin diketahui : pH akuades = 5,68
pH akuades + karbon = 4,39
Sehingga = [H] awal - [H] akhir
= $0,209 \times 10^{-5} - 4,07 \times 10^{-5}$
= $-1,98 \times 10^{-5}$

Tabel L.10.2 Data pH dan konsentrasi H⁺ karmin dan karbon mesopori pada berbagai variasi kondisi pH

pH awal	pH akhir	[H ⁺] awal	[H ⁺] akhir	[H ⁺] sisa
1,01	1,36	0,097	0,044	-0,053
2,00	2,29	0,01	0,0051	-0,0049
3,02	3,55	$9,54 \cdot 10^{-4}$	$2,82 \cdot 10^{-4}$	$-6,74 \cdot 10^{-4}$
4,00	4,64	0,0001	$2,29 \cdot 10^{-5}$	$-7,71 \cdot 10^{-4}$
5,01	4,26	$9,77 \cdot 10^{-6}$	$5,5 \cdot 10^{-5}$	$4,52 \cdot 10^{-5}$
6,02	4,71	$9,54 \cdot 10^{-7}$	$1,95 \cdot 10^{-5}$	$1,94 \cdot 10^{-5}$
7,00	5,22	$1 \cdot 10^{-7}$	$6,02 \cdot 10^{-6}$	$5,92 \cdot 10^{-6}$
8,00	5,23	$1 \cdot 10^{-8}$	$5,89 \cdot 10^{-6}$	$5,89 \cdot 10^{-6}$
9,00	5,96	$1 \cdot 10^{-9}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
10,00	7,34	$1 \cdot 10^{-10}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$
11,00	8,57	$1 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-9}$
12,06	10,32	$8,71 \cdot 10^{-13}$	$4,78 \cdot 10^{-11}$	$4,78 \cdot 10^{-11}$
12,72	12,57	$1,86 \cdot 10^{-13}$	$2,69 \cdot 10^{-13}$	$0,83 \cdot 10^{-13}$
13,21	13,18	$6,17 \cdot 10^{-14}$	$6,17 \cdot 10^{-14}$	0

Tabel L.10.2 Data pH dan konsentrasi H⁺ zat warna dan karbon mesopori pada berbagai variasi kondisi pH

	pH													
sebelum	1,01	2	3,02	4,00	5,01	6,02	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,06	12,73	13,21
sesudah	1,36	2,29	3,55	4,64	4,26	4,71	5,22	5,23	5,96	7,34	8,57	10,32	12,57	13,18
[H ⁺] awal	0,09 7	0,01	9,54X 10 ⁻⁴	0,000 1	9,77 x10 ⁻⁶	9,54 x10 ⁻⁷	1X10 ⁻⁷	1X10 ⁻⁸	1X10 ⁻⁹	1X10 ⁻¹⁰	1X10 ⁻¹¹	8,71 x10 ⁻¹³	1,86x 10 ⁻¹³	6,17 X10 ⁻¹⁴
[H ⁺] akhir	0,044	0,005 1	2,82x 10 ⁻⁴	2,29 X10 ⁻⁵	5,5X1 0 ⁻⁵	1,95 X10 ⁻⁵	6,02 X10 ⁻⁶	5,89 X10 ⁻⁶	1,1X 10 ⁻⁶	4,5X 10 ⁻⁸	2X10 ⁻⁹	4,78 X10 ⁻¹¹	2,69 X10 ⁻¹³	6,17X 10 ⁻¹⁴
[H ⁺] sisa	- 0,053	- 0,004 9	- 6,74X 10 ⁻⁴	- 7,71 X10 ⁻⁴	4,52X 10 ⁻⁵	1,94 X10 ⁻⁵	5,92 X10 ⁻⁶	5,89 X10 ⁻⁶	1,1X 10 ⁻⁶	4,5X 10 ⁻⁸	2X10 ⁻⁹	4,78 X10 ⁻¹¹	0,83 X10 ⁻¹³	0

L.12.4. Banyaknya Gugus Hidroksil pada Karbon Aktif Sintetik yang Terdeprotonasi pada berbagai pH

	pH													
sebelum	1,01 0,125 $\times 10^{-9}$	2 0,125 $\times 10^{-8}$	3,02 1,99x 10^{-7}	4,00 0,125 $\times 10^{-6}$	5,01 1,29 x 10^{-5}	6,02 1,321 0^{-4}	7,00 0,125 x 10^{-3}	8,00 0,125 $\times 10^{-2}$	9,00 0,125 $\times 10^{-1}$	10,00 0,125	11,00 0,125 $\times 10^1$	12,06 1,45 $\times 10^2$	12,73 6,76x 10^2	13,21 2,04x 10^3

L.12.6 Banyaknya Gugus Karboksilat pada karmin yang Terdeprotonasi pada berbagai pH

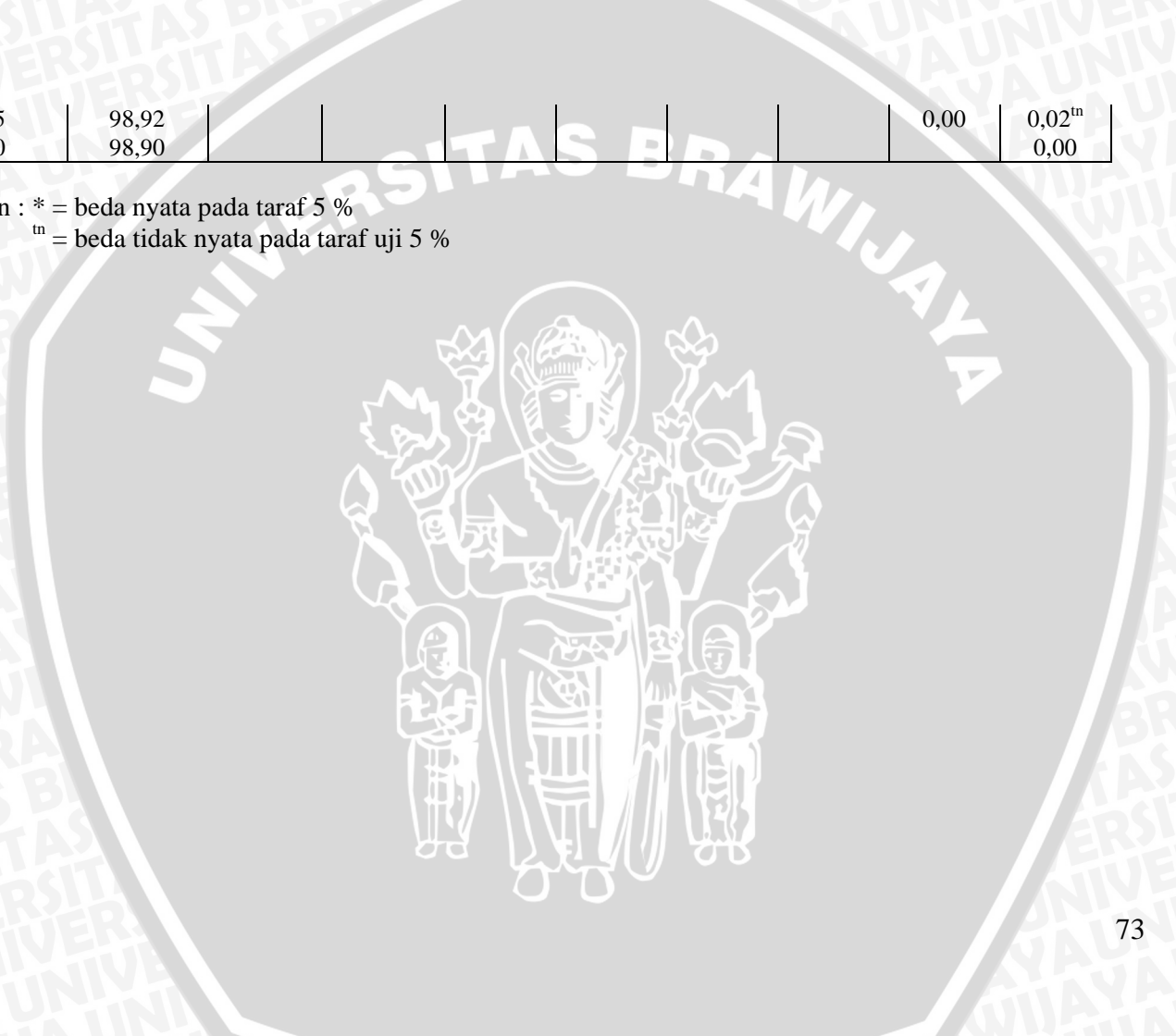
	pH													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13,2
sebelum	1,01 6,03.1 0^{-5}	2	3,02	4,00	5,01	6,02	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,06	12,73	13,21

Tabel L.5.6 Hasil uji BNT pengaruh konsentrasi

Konsentrasi (ppm)	% adsorpsi	5	10	15	20	25	30	35	40
		99,15	99,14	99,06	99,22	99,09	98,99	98,92	98,90
5	99,15	0,00	0,01 ^{tn}	0,09 ^{tn}	0,07 ^{tn}	0,06 ^{tn}	0,16*	0,23*	0,25*
10	99,14		0,00	0,0862 ^{tn}	0,08 ^{tn}	0,05 ^{tn}	0,15*	0,22*	0,24*
15	99,06			0,00	0,16*	0,03 ^{tn}	0,07 ^{tn}	0,14*	0,16*
20	99,22				0,00	0,13*	0,23*	0,30*	0,32*
25	99,09					0,00	0,10 ^{tn}	0,178*	0,19*
30	98,99						0,00	0,07 ^{tn}	0,09 ^{tn}

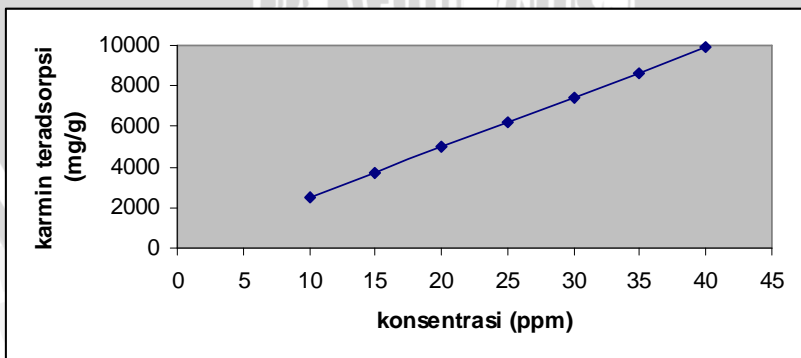
35	98,92							0,00	0,02 ^{tn}
40	98,90								0,00

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



jumlah karmin yang teradsorpsi (mg/g)

C _{awal} (ppm)	Adsorpsi awal	Adsorbansi Adisi standar	Slope	C akhir (ppm)	Karmin teradsorpsi (mg/g)	rerata % Adsorpsi	SD
10	0,0088	0,5938	1,1039	0,0847	2478,89	2475,32	0,24
	0,0132	0,5938		0,1270	2468,17		
	0,0088	0,5894		0,0847	2478,89		
15	0,0132	0,5982	1,1039	0,1270	3718,17	3714,56	0,16
	0,0132	0,5982		0,1270	3718,17		
	0,0177	0,6027		0,1704	3707,34		
20	0,0177	0,6027	1,1039	0,1704	4957,34	4960,95	0,12
	0,0132	0,5982		0,1270	4968,17		
	0,0177	0,6027		0,1704	4957,34		
25	0,0220	0,6070	1,1039	0,2117	6196,40	6192,71	0,10
	0,0269	0,6119		0,2589	6185,34		
	0,0220	0,6070		0,2117	6196,40		
30	0,0315	0,6165	1,1039	0,3032	7424,16	7424,16	0,00
	0,0315	0,6165		0,3032	7424,16		
	0,0315	0,6165		0,3032	7424,16		
35	0,0362	0,6165	1,1039	0,3484	8662,87	8655,25	0,07
	0,0409	0,6259		0,3936	8651,45		
	0,0409	0,6212		0,3936	8651,45		
40	0,0458	0,6308	1,1039	0,4408	9889,90	9889,86	0,06
	0,0506	0,6356		0,4870	9878,22		
	0,0409	0,6259		0,3936	9901,45		



Besarnya konsentrasi adsorbat dapat meningkatkan jumlah adsorpsi. Menurut Oscik (1982), pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu situs aktif yang sebanding dengan luas permukaan adsorben. Saat situs aktif adsorben belum jenuh adsorbat, peningkatan konsentrasi adsorbat akan meningkat secara linear yang sebanding dengan jumlah adsorbat yang teradsorpsi.

L.5.4 Uji Statistik Pengaruh Konsentrasi

Tabel L.5.4 Uji statistik nilai % adsorpsi karmin oleh karbon mesopori pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi (ppm)	% Adsorpsi			Total	Rerata
	I	II	III		
5	99,15	99,15	99,15	297,46	99,15±0,00
10	99,15	98,73	99,15	297,04	99,14±1,04
15	99,15	99,15	98,86	297,17	99,06±1,39
20	99,15	99,36	99,15	297,66	99,22±1,04
25	99,15	99,15	98,96	297,27	99,09±0,91
30	98,99	98,99	98,99	296,97	98,99±0,00
35	98,35	98,88	98,88	296,10	98,92±1,07
40	98,90	98,78	99,02	296,70	98,90 ±0,97
jumlah	791,99	792,19	792,16	2376,37	

Lampiran 5.2 Uji Statistik Penentuan Konsentrasi

Ada tidaknya pengaruh konsentrasi terhadap jumlah karmin yang teradsorpsi oleh karbon mesopori maka dilakukan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Menghitung Faktor Koreksi (FK)

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

$$FK = \frac{(2376,36)^2}{24}$$

$$FK = 235297,27$$

2, Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

a. Jumlah Kuadrat Total

$$\begin{aligned} JK_{\text{total}} &= \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij})^2 \right] - FK \\ &= [(99,19)^2 + (99,19)^2 + \dots + (99,19)^2] - 36274,85 \\ &= 235296,2745 - 235295,2854 \\ JK_{\text{total}} &= 0,9891 \end{aligned}$$

b. Jumlah Kuadrat kelompok

$$\begin{aligned} JK_{\text{kelompok}} &= \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (ij)^2 \right] - FK \\ &= [(791,99)^2 + (792,19)^2 + (792,16)^2] - 36274,85 \\ &= 1882330,62 - 235295,2854 \\ JK_{\text{kelompok}} &= 1647035,34 \end{aligned}$$

c) Jumlah Kuadrat perlakuan

$$\begin{aligned} JK_{\text{perlakuan}} &= \left[\sum_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 \right] - FK \\ &= \frac{[(297,49)^2 + (297,04)^2 + \dots + (297,70)^2]}{3} - 235295,2854 \\ JK_{\text{perlakuan}} &= 235295,8321 - 235295,2854 \\ JK_{\text{perlakuan}} &= 0,5467 \end{aligned}$$

d) Jumlah Kuadrat Galat percobaan

$$\begin{aligned} JK_{\text{galat percobaan}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{perlakuan}} \\ &= 0,9891 - 0,5467 \\ &= 0,4424 \end{aligned}$$

3. Analisa Sidik Ragam (Uji F)

a) Kuadrat Tengah perlakuan

$$\begin{aligned}
 KT_{\text{perlakuan}} &= \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{perlakuan}}} \\
 &= \frac{0,5467}{7} \\
 &= 0,0781
 \end{aligned}$$

b) Kuadrat Tengah Galat perlakuan

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

$$KT_{\text{galat percobaan}} = \frac{0,0781}{23}$$

$$KT_{\text{galat percobaan}} = 0,00339$$

c) Menghitung Nilai F

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,0781}{0,0034}$$

$$F_{\text{hitung}} = 23,0383$$

Tabel L.5.5. Hasil analisa sidik ragam pengaruh konsentrasi terhadap % adsorpsi karmin

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F _{hitung}	F	
					hitung	tabel
Perlakuan	7	0,5467	0,0781	23,0383	23,0383	4,347
Galat	23	0,4424	0,00339			
Total	30	0,9891				

Berdasarkan tabel L.5.5 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 5%

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

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025; 20)} \sqrt{\frac{2 \times 0,00339}{3}} = 2,086 \times 0,048 = 1,46$$

Karmin 25 ppm = 25 mg/L

$$[\text{Karmin}] = \frac{25 \text{ mg} / \text{L}}{492,39 \text{ gr} / \text{mol}} = 5,08 \times 10^{-5} \text{ mol} / \text{L}$$

1. Posisi COOH

pKa = 2,9

Ka = -Log pKa

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

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$
Konsentrasi awal	$5,08 \times 10^{-5} \quad 0 \quad 0$
Perubahan konsentrasi	$-y \quad +y \quad +y$
Konsentrasi sisa	<hr/> $5,08 \times 10^{-5} - y \quad y \quad y$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{HA}} = \frac{y^2}{5,08 \times 10^{-5} - y} = 1,26 \times 10^{-3}$$

$$y^2 + 1,26 \times 10^{-3}y - 5,08 \times 10^{-5} \times 1,26 \times 10^{-3} = 0$$

$$y = \frac{-1,26 \times 10^{-3} + \sqrt{(1,26 \times 10^{-3})^2 + 4 \times 1,26 \times 10^{-3} \times 5,08 \times 10^{-5}}}{2.1}$$

$$y = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,20 \times 10^{-4}$$

2. OH posisi 6

pKa = 5,4

Ka = -Log pKa

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

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$
Konsentrasi awal	$5,03 \times 10^{-5} \quad 0 \quad 0$
Perubahan konsentrasi	$-y \quad +y \quad +y$
Konsentrasi sisa	<hr/> $5,08 \times 10^{-5} - y \quad y \quad y$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{HA}} = \frac{y^2}{5,08 \times 10^{-5} - y} = 3,981 \times 10^{-6}$$

$$y^2 + 3,981 \times 10^{-6}y - 3,08 \times 10^{-5} \times 3,981 \times 10^{-6} = 0$$

$$y = \frac{-3,981 \times 10^{-6} + \sqrt{(3,981 \times 10^{-6})^2 + 4 \times 3,981 \times 10^{-6} \times 5,08 \times 10^{-5}}}{2.1}$$

$$y = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,65 \times 10^{-5}$$

3. OH posisi 5

pKa = 8,7

Ka = -Log pKa

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

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$
Konsentrasi awal	$5,03 \times 10^{-5} \quad 0 \quad 0$
Perubahan konsentrasi	$-y \quad +y \quad +y$
Konsentrasi sisa	$5,08 \times 10^{-5} - y \quad y \quad y$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{y^2}{5,08 \times 10^{-5} - y} = 1,995 \times 10^{-9}$$

$$y^2 + 1,995 \times 10^{-9}y - 5,08 \times 10^{-5} \times 1,995 \times 10^{-9} = 0$$

$$y = \frac{-1,995 \times 10^{-9} + \sqrt{(1,995 \times 10^{-9})^2 + 4 \times 1,995 \times 10^{-9} \times 5,08 \times 10^{-5}}}{2.1}$$

$$y = [\text{H}_3\text{O}^+] = 6,35 \times 10^{-7}$$

4. OH posisi 8

pKa = 12,2

Ka = -Log pKa

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

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$
Konsentrasi awal	$5,03 \times 10^{-5} \quad 0 \quad 0$
Perubahan konsentrasi	$-y \quad +y \quad +y$
Konsentrasi sisa	$5,08 \times 10^{-5} - y \quad y \quad y$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{y^2}{5,08 \times 10^{-5} - y} = 6,31 \times 10^{-13}$$

$$y^2 + 6,31 \times 10^{-13}y - 5,08 \times 10^{-5} \times 6,31 \times 10^{-13} = 0$$

$$y = \frac{-6,31 \times 10^{-13} + \sqrt{(6,31 \times 10^{-13})^2 + 4 \times 6,31 \times 10^{-13} \times 5,08 \times 10^{-5}}}{2.1}$$

$$y = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,13 \times 10^{-8}$$

$$\text{Konsentrasi H}^+ \text{ total} = 1,47 \times 10^{-4}$$

L.8.2 Perhitungan $[\text{H}^+]$ karmin akhir

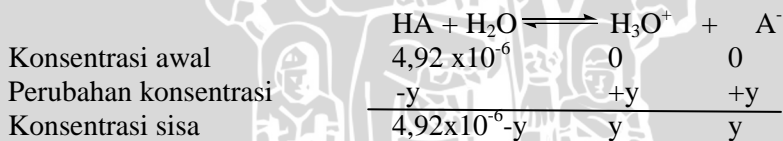
Diketahui : Pada kondisi adsorpsi karmin oleh karbon mesopori sintetik (pH 1,36, 25 ppm)

$$C_{\text{akhir}} = 2,4236 \text{ ppm} = 2,4236 \cdot 10^{-3} \text{ gr/L}$$

$$\text{BM karmin} = 492,39 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{aligned} M \text{ karmin} &= \frac{\text{mol}}{V} \Leftrightarrow \text{mol} = \frac{\text{gr}}{M_r} \\ &= \left(\frac{(2,4236 \cdot 10^{-3} \text{ gr/L})}{492,39 \text{ gr/mol}} \right) \\ &= 4,92 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mol karmin} &= M \times V \\ &= 4,92 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L} \times 1 \text{L} \\ &= 4,92 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \end{aligned}$$



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

$$1,26 \cdot 10^{-3} = \frac{y^2}{(4,92 \cdot 10^{-6}) - y}$$

$$6 \cdot 10^{-9} - 1,26 \cdot 10^{-3} y = y^2$$

$$y^2 + 1,26 \cdot 10^{-3} y - 6 \cdot 10^{-9} = 0$$

$$y = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2) - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{(-1,26 \cdot 10^{-3}) \pm \sqrt{(1,26 \cdot 10^{-3})^2 - 4(1)(-6,3 \cdot 10^{-9})}}{2}$$

$$= 6,3 \cdot 10^{-4}$$

$$y = [\text{H}^+] = 6,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Tabel L.10.2. Data Karmín terdeprotonasi berdasarkan pH

pH											
1,01	2	3,02	4,00	5,01	6,02	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,06
1,29X 10 ⁻²	0,13	1,32	12,59	128,82	1318, 26	1,26 X10 ⁴	1,26 X10 ⁵	1,26 X10 ⁶	1,26 X10 ⁷	1,26 X10 ⁸	1,44 X10 ⁹
2 X10 ⁻⁸	1,99 X10 ⁻⁷	2,09 X10 ⁻⁶	1,99 X10 ⁻⁵	2,04 X10 ⁻⁴	2,09 X10 ⁻³	0,02	0,2	1,21	19,95	199,5	2,29 X10 ³
4,07 X10 ⁻⁵	3,31 X10 ⁻²	0,35	3,31	33,88	346,7 4	3,31X 10 ³	3,31X1 0 ⁴	3,31 X10 ⁵	3,31X 10 ⁶	3,31X 10 ⁷	3,8 X10 ⁸
6,46 X10 ⁻¹²	6,31 X10 ⁻¹¹	6,61 X10 ⁻¹⁰	6 X10 ⁻⁹	6,4 X10 ⁻⁸	6,6 X10 ⁻⁷	6,31 X10 ⁻⁶	6,31 X10 ⁻⁵	6,31 X10 ⁻⁴	6,31 X10 ⁻³	6,31 X10 ⁻²	0,72

keterangan

- pKa 0 = 2,9 (-COOH)
- pKa 1 = 8,7 (-OH posisi 5)
- pKa 2 = 5,4 (-OH posisi 6)
- pKa 3 = 12,2 (-OH posisi 8)

L.10.2.1 Perhitungan Banyaknya Gugus Hidroksil pada Karbon Mesopori Sintetik yang Terdeprotonasi

Diketahui : pH awal larutan = 1

Diasumsikan pKa gugus hidroksil yang terikat pada polimer karbon sama dengan pKa gugus fenol = 9,9



$$K_a = \frac{[ArCOO^-][H_3O^+]}{[ArCOOH]}$$

$$K_a [ArOH] = [ArO^-] [H_3O^+]$$

$$\frac{K_a}{H_3O^+} = \frac{ArO^-}{ArOH}$$

$$\frac{1,25 \cdot 10^{-10}}{0,1} = \frac{ArO^-}{ArOH}$$

$$[ArO^-] = 0,125 \cdot 10^{-9} [ArOH]$$

L.10.2.1 Perhitungan Banyaknya Gugus Karboksilat pada karmin yang Terdeprotonasi

Diketahui : pH awal larutan = 1
pKa gugus hidroksil = 3,22



$$K_a = \frac{[ArCOO^-][H_3O^+]}{[ArCOOH]}$$

$$K_a [ArCOOH] = [ArCOO^-] [H_3O^+]$$

$$\frac{K_a}{H_3O^+} = \frac{ArCOO^-}{ArCOOH}$$

$$\frac{6,03 \cdot 10^{-4}}{0,1} = \frac{ArCOO^-}{ArCOOH}$$

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

Karmin merupakan zat warna anion yang mempunyai ukuran $19,45 \times 10,81 \text{ \AA}$ (berdasarkan hasil perhitungan dengan chemdraw) sehingga diperlukan ukuran pori yang lebih besar dari ukuran zat warna tersebut. Karbon mesopori merupakan adsorben yang diameter porinya $\geq 20 \text{ \AA}$ sehingga adsorben tersebut layak digunakan untuk adsorpsi karmin. Dari perhitungan terhadap data POD pada penelitian Setianingsih dan Hasanah (2006) diketahui daerah pori

potensial untuk adsorpsi karmin sebesar 83,42 % volume porinya dan 64,62 %, luas permukaan spesifiknya, sedangkan untuk karbon aktif perdagangan 42,82 % volume porinya dan 27,42 % luas permukaan spesifiknya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



