

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF KULIT
BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L) SEBAGAI ADSORBEN MERAH
REAKTIF-1 DALAM AIR**

**ELIS PASASSARAN
H 311 99 002**



UNIVERSITAS HASANUDDIN PASANGGIRAN	
Tgl. Terbit	29-09-2004.
Sal. Dar	Fakultas MIPA.
Uraian	1 (satu) Exp.
Tempat	Sumbangan.
	0429290140
	23.457

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2004**

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF KULIT
BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L) SEBAGAI ADSORBEN MERAH
REAKTIF-I DALAM AIR**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh

**ELIS PASASSARAN
H 311 99 002**



**MAKASSAR
2004**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PEMANFAATAN KARBON AKTIF KULIT
BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI ADSORBEN MERAH
REAKTIF-1 DALAM AIR

Disusun dan diajukan oleh

ELIS PASASSARAN

H31199002

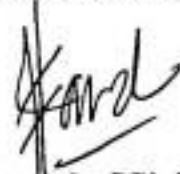
Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama



Dr. Paulina Taba, M.Phil
NIP. 131 802 897

Pembimbing Pertama



St. Fauziah, SSi, Msi
NIP. 131 240 179

**SUSUNAN TIM PENGUJI UJIAN SARJANA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

- 1. Prof. Dr.M. Syarul, MA. gr (Ketua)**
- 2. Drs. H. Musa Ramang, MSi (Sekretaris)**
- 3. Dr. Paulina Taba, M.Phill (Ex. Officio)**
- 4. Dr. Nunuk Hariani S., MS (Anggota)**
- 5. Dra. Hj. Seniwati Dali, MSi (Anggota)**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulisan skripsi ini selesai.

Sembah sujud kupersembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta ayahanda **Yunus Kapa'** dan ibunda **Yakoba Bunga** terima kasih tulusku atas segala yang telah kau berikan cinta dan curahan kasih sayang, peluh keringat dan doamu dalam membentuk pribadi penulis. Kepada saudara-saudaraku tercinta **Agustinus, Ani, Matius, Agus, Amos** dan keluarg besar **Y. Besu'** dan **Yohanna Tappe** atas segala bantuan dan dukungannya. Terima kasih buat sahabat terbaikku **Sri Wahyuni N.L** dan **ka'Andreani Gelong** yang tiada henti memberikan dorongan serta semangat kepada penulis.

Terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Dr. Paulina Taba, M.Phill** selaku Pembimbing Utama dan Ibu **St.Fauziah S.Si. MSI** selaku pembimbing Pertama, yang telah berkenan meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang begitu berharga dari awal persiapan penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini.

Penulis juga berterima kasih kepada Bapak **Prof. Dr. H. M. Noor Djalaluddin** selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin serta Bapak **Drs. Alimin Bado, M.S.**, Bapak **Alex Palinggi, M.S.**, serta Bapak **Drs. H. Burhanuddin Taebe**, masing-masing selaku Pembantu Dekan I, Pembantu Dekan II, Pembantu dekan III Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.

Penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada Bapak **Dr. Ir. Prastawa Budi** dan Ibu **Dra. Hj. Hasnah Natsir, M.Si** masing-masing selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin, tim penguji Bapak **Prof. Dr. M. Syarul, MA.gr** (Ketua merangkap anggota), Bapak **Drs. H. Musa Ramang, MSi** (Sekretaris merangkap anggota), Ibu **Dr. Paulina Taba, M.Phill** (anggota), Ibu **Dr. Nunuk Hariani S. MS** (anggota), dan Ibu **Dra. Hj. Seniwati Dali, MSi** (anggota) dan seluruh staf dosen dan pegawai Jurusan Kimia FMIPA Unhas, khusus buat **K' Linda, Pa' Beddu** serta analis Laboratorium Kesehatan, Ibu **Eni'** yang selalu tulus meluangkan waktu dalam memberi bekal ilmu. Saudara-saudariku terkasih angkatan 99: **Awal, Pasjan, Luthfi, Mamat, Saha, Musa, Umar, Usman, Ady, Holy, Rahman, Yani, Alief, Deny, Djoni, Safianty, Nanna, Dinar, Hera 067, Atouen, K' Kayyah, Tomma, Min, Hera 035, Dilla, Ipha, Cu'ma, Ida, Rhia, Arna, Uni NL, Suri, Fhinty, Rahmy, Mini, Itha, Indah, Nani, Rahma, Fira, Jumas, Neni, Awe, Saldi, Uni AB, Uda', Rini, Uya, Afni, Lia, Isra** terima kasih atas bantuan dan kasih sayangnya. Semoga persaudaraan kita senantiasa terjalin erat, adik-adikku angkatan 00, 01, 02, dan 03 terima kasih atas bantuannya. Selanjutnya penulis menyampaikan terima kasih kepada **Tante Damaris, Seni, Soni** atas canda tawa dan semangatnya selama ini.

Penulis sadar akan kekurangan dalam skripsi ini baik materi maupun teknik penulisannya, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dalam perbaikan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi

ini dapat memberikan manfaat dalam pengembangan wawasan bidang ilmu kimia secara umum dan bidang ilmu Kimia Fisika khususnya.

Penulis

2004

ABSTRAK

Penelitian adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao dengan variasi waktu, pH dan konsentrasi zat warna dengan menggunakan metode batch telah dilakukan. Adsorben dibuat dengan mengarangkan kulit buah kakao menggunakan sekam padi dan arang yang dihasilkan dipanaskan pada suhu 350°C. Hasil yang diperoleh dengan ukuran 150 - 200 mesh kemudian diaktivasi pada suhu 560°C. Karakterisasi arang aktif dari kulit buah kakao dilakukan dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Konsentrasi merah reaktif-1 setelah adsorpsi ditentukan dengan spektrometer visibel pada panjang gelombang 530 nm. Persamaan Freundlich dan Langmuir digunakan untuk penentuan isotermal adsorpsi merah reaktif-1 pada adsorben tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu optimum adalah 4 jam. Adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif memenuhi isoterm Langmuir. Kapasitas adsorpsi paling tinggi diperoleh pada pH 4 dengan harga Q_0 dan b berturut-turut 3,651 mg/g dan 0,057 mg/L.

ABSTRACT

A research on adsorption of reactive red-1 by active carbon from the husk of cacao fruit with a variation of contact times, pH and dye concentrations using a batch method has been conducted. Adsorbent was synthesized by burning the husk of cacao fruit using paddy hull and the coal produced was heated at temperature of 350°C. The product obtained with a size of 150 - 200 mesh was the activated at temperature of 560°C. Characterization of the active carbon of mangrove steam was carried out using Scanning Electron Microscope (SEM). The concentration of reactive red-1 after adsorption was determined by a visible spectrophotometer at a wavelength of 530 nm. Freundlich and Langmuir equations were used for determining the adsorption isotherm of reactive red-1 on the adsorbent. Result showed that the optimum time was 4 hours. Adsorption of reactive red-1 by active carbon followed the Langmuir isotherm. The highest adsorption capacity was at pH 4 with Q_0 and b values of 3,651 mg/g and 0,057 mg/L.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SUSUNAN TIM PENGUJI UJIAN SARJANA.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvi
BAB. I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud Penelitian	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB. II TINJAUAN PUSTAKA.....	5

II.1. Uraian Tentang Kakao	5
II.1.1 Morfologi Tanaman Kakao	5
II.1.2 Komposisi Kimia Kakao	5
II.1.3 Kulit Buah Kakao.....	6
II.2. Adsorpsi	8
II.3 Isoterm Adsorpsi.....	11
II.4 Karbon Aktif.....	12
II.4.1 Definisi karbon Aktif	12
II.4.2 Bahan Baku Karbon Aktif.....	13
II.4.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif	13
II.4.4 Sifat-sifat Karbon Aktif.....	15
II.4.5 Kegunaan Karbon Aktif	16
II.5. Klasifikasih Zat Warna.....	17
II.6. Spektrofotometer UV.....	19
 BAB. III METODE PENELITIAN	 22
III.1. Alat dan bahan yang digunakan	22
III.1.1 Alat.....	22
III.1.2 Bahan.....	22
III.2. Cara Kerja.....	22
III.2.1 Pembuatan Arang aktif dari Kulit Buah Kakao	22
III.2.2 Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao	23

III.2.3	Penentuan Kapasitas Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao.....	23
III.2.4	Pengaruh pH pada Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao.....	24
BAB. IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
IV.1.	Analisis Fisis karbon Aktif Kulit Buah Kakao	25
IV.2.	Hasil penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah kakao	27
IV.3.	Hasil Penentuan Kapasitas Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah kakao.....	28
IV.4.	Pengaruh pH terhadap adsorpsi Merah reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah kakao.....	30
BAB. V	PENUTUP.....	34
V.1.	Kesimpulan	34
V.2.	Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Halaman</i>
2.1.	Rumus molekul merah reaktif-1.....	19
4.1.	Foto SEM karbon kakao ukuran 150- 200 mesh sebelum dan sesudah aktivasi	26
4.2.	Grafik hubungan antara waktu adsorpsi (jam) versus mg merah reaktif - 1 yang teradsorpsi per gram karbon aktif kulit buah kakao (x/m)	27
4.3.	Isoterm Langmuir untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit kakao	29
4.4.	Isoterm Freundlich untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit kakao.....	29
4.5.	Isoterm Freundlich untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit kakao untuk pH 4.....	30
4.6.	Isoterm Langmuir untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit kakao untuk pH 4.....	31
4.7.	Isoterm Freundlich untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kuit buah kakao untuk pH 10.....	31
4.8.	Isoterm Langmuir untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao untuk pH 10.....	32

DAFTAR TABEL

<i>Tabel</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Halaman</i>
Tabel 2.1.	Tipe dan pori-pori karbon aktif	16
Tabel 2.2.	Kegunaan karbon aktif.....	16
Tabel 4.1	Nilai tetapan Langmuir.....	33

LAMPIRAN

<i>Lampiran</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Halaman</i>
1.	Skema pembuatan karbon aktif kulit buah kakao	38
2.	Skema penentuan waktu optimum adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif kulit buah kakao	39
3.	Skema penentuan isoterm adsorpsi.....	40
4.	Skema studi pengaruh pH	42
5.	Spektrum panjang gelombang maksimum larutan merah reaktif-1	40
6.	Kurva standar larutan merah reaktif-1	43
7.	Variasi banyaknya mg merah reaktif-1 yang diadsorpsi per gram karbon aktif (efektifitas adsorpsi) sebagai fungsi lamanya pengadukan.....	44
8.	Variasi banyaknya mg merah reaktif-1 yang diadsorpsi per gram karbon aktif (efektifitas adsorpsi) sebagai fungsi konsentrasi larutan merah reaktif-1 pada pH 7.....	45
9.	Variasi banyaknya mg merah reaktif-1 yang diadsorpsi per gram karbon aktif (efektifitas adsorpsi) sebagai fungsi konsentrasi larutan merah reaktif-1 pada pH 4.....	46
10.	Variasi banyaknya mg merah reaktif-1 yang diadsorpsi per gram karbon aktif (efektifitas adsorpsi) sebagai fungsi konsentrasi larutan merah reaktif-1 pada pH 10	47
11.	Perhitungan kapasitas Q_0 dan b berdasarkan persamaan Langmuir	48

12. Perhitungan nilai K dan n berdasarkan persamaan Freundlich..... 49.
13. Grafik variasi kapasitas adsorpsi (Q_0) sebagai fungsi pH..... 50

DAFTAR PERSAMAAN

<i>Persamaan</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Halaman</i>
2.1.	Persamaan isoterm Langmuir.....	11
2.2.	Persamaan bentuk linear isoterm Freundlich	12

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN



λ	= Panjang gelombang
K	= Derajat Kelvin
nm	= Nanometer
C_e	= Konsentrasi kesetimbangan
q_e	= Jumlah zat yang diadsorpsi per tiap gram adsorben
Q_0	= Kapasitas adsorpsi isoterm Langmuir
b	= Energi adsorpsi isoterm Langmuir
C_0	= Konsentrasi awal
μm	= Mikrometer
C	= Derajat celcius
K	= Kapasitas adsorpsi isoterm Freundlich
n	= Intensitas adsorpsi isoterm Freundlich
UV	= Ultraviolet
SEM	= Scanning Electron Micrograph
R^2	= Nilai garis persamaan kuadrat
m	= Banyaknya adsorben yang digunakan (g)
x	= Banyaknya zat yang diadsorpsi (mg)
mg/g	= Milligram per gram
mg/L	= Milligram per liter
VIS	= Visibel

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air merupakan hal yang esensial bagi kehidupan manusia. Air digunakan dalam berbagai aktivitas kehidupan seperti keperluan rumah tangga, pertanian, perikanan, industri dan lain-lain. Air dapat diminum apabila memenuhi persyaratan seperti tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa, selain itu, air harus memenuhi persyaratan kimia, mikrobiologi dan radioaktivitas (Noor 1995).

Perkembangan industri saat ini khususnya di Indonesia memberikan dampak yang positif bagi perekonomian sehingga dapat meningkatkan pendapatan negara. Tetapi dengan adanya industri dampak negatif berupa pencemaran lingkungan semakin meningkat pula. Pada umumnya limbah yang berasal dari industri langsung dialirkan ke perairan tanpa didaur ulang sehingga dapat mengakibatkan pencemaran air.

Banyak industri sering menggunakan zat warna dan pigmen untuk mewarnai produk akhir mereka. Misalnya industri tekstil menggunakan zat warna untuk mewarnai serat kain. Air buangnya yang langsung dialirkan ke perairan akan mengakibatkan air berwarna. Air yang berwarna sering tidak dapat diterima sebagai sumber air minum dan untuk keperluan pertanian karena alasan estetis. Warna mempengaruhi sifat air karena menghambat penetrasi sinar matahari, sehingga mengurangi kegiatan fotosintesis tanaman air.

Beberapa zat warna bersifat karsinogenik dan mutagenik. Zat warna azo, misalnya merah reaktif, merupakan golongan zat warna komersil yang paling banyak digunakan. Zat warna azo reaktif dapat menimbulkan masalah lingkungan karena prekursor dan hasil degradasinya seperti amina aromatik dianggap sebagai zat penyebab kanker. Oleh karena itu perlu dihilangkan dari air buangan sebelum bercampur dengan air bersih. Zat warna yang terdapat di dalam air buangan industri merupakan zat yang umumnya stabil terhadap fotodegradasi dan oksidasi, sehingga zat warna tersebut tidak dapat diolah dengan metode konvensional misalnya degradasi aerobik. Beberapa metode-metode fisika dan kimia termasuk adsorpsi, koagulasi, presipitasi, filtrasi dan oksidasi telah digunakan untuk perlakuan air buangan yang mengandung zat warna.

Adsorpsi merupakan alternatif menarik untuk penghilangan zat warna jika adsorben yang digunakan mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif merupakan adsorben yang paling efektif dan umum digunakan karena dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik organik atau anorganik seperti dari tempurung kelapa, kayu, batu bara, kulit kemiri, sekam padi (Agdi, 2000).

Pada penelitian ini karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif dari kulit kakao. Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan di Sulawesi Selatan. Limbah kulit kakao sangat melimpah dan hanya digunakan sebagai bahan bakar, sumber nutrisi tanaman, sumber biogas. Kulit kakao dapat diolah menjadi karbon aktif yang menurut penelitian sebelumnya dapat digunakan untuk menyerap Cu^{2+} dengan kapasitas adsorpsi sebesar 9,6694 mg/g sesuai isotherm Freundlich (Miftahul, 2003), Cd^{2+} dengan kapasitas adsorpsi sebesar 7,4473 mg/g sesuai dengan

isoterm Freundlich (Rosnaeni, 2003), merah reaktif-1 dengan menggunakan karbon aktif dari kulit buah kemiri memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 101,01 mg/g sesuai dengan isoterm Langmuir (Nasrullah, 2003). Penelitian Syuwarna (2004) menunjukkan bahwa merah reaktif-1 dapat diadsorpsi oleh CMK-1 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 526,316 mg/g sesuai dengan isoterm Langmuir.

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini karbon aktif dari kulit kakao digunakan sebagai adsorben merah reaktif-1 dengan menggunakan parameter waktu kontak, kapasitas adsorpsi, pH.

I.2 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk membuat karbon aktif dari kulit kakao dan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif tersebut dalam mengadsorpsi merah reaktif-1 dalam air.

I.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan waktu optimum adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao.
2. Untuk menentukan kapasitas adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao.
3. Untuk mempelajari pengaruh pH terhadap adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao.

I.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kemampuan karbon aktif dari kulit buah kakao untuk mengadsorpsi merah reaktif-1 dalam air. Data yang diperoleh dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengolahan air buangan yang terkontaminasi oleh zat warna.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian tentang Kakao

II.1.1 Morfologi Tanaman Kakao

Kakao termasuk tanaman yang berakar tunggang. Pertumbuhan akarnya cukup dalam, dapat mencapai 15 m ke arah dalam dan 8 meter ke arah samping. Batangnya dapat mencapai tinggi antara 8 – 10 m. Tanaman ini mempunyai kecenderungan tumbuh lebih pendek jika ditanam tanpa pohon pelindung, cabang primer idealnya antara 1,2 – 1,5 m agar tanaman mempunyai tajuk yang baik dan seimbang (Siregar, 1989).

Buah kakao berupa buah yang daging bijinya sangat lunak, kulit buah mempunyai 10 alur dan tebalnya 1-2 m. Pada waktu muda, bijinya menempel pada bagian dalam kulit buah, tetapi bila buah telah matang maka biji terlepas dari kulit buah (Siregar, 1989).

II.1.2 Komposisi Kimia Kakao

Setiap 100 gram biji kakao dilaporkan mengandung 456 kalori, 3,6 gram H₂O, 12 gram protein, 34,7 gram karbohidrat, 3,4 gram abu, 106 mg kalsium, 537 gram fosfor, 3,6 mg besi, 0,17 mg tiamin, 0,14 mg riboflavin dan 3 mg asam askorbat. Kulitnya mengandung 11% air, 3% lemak, 13,5% protein, 16,5% serat mentah, 9% tanin, 6% pentosa, 6,5% abu, dan 0,75 % teobromin. Biji mentah mengandung 0,24 mg/100g tiamin, 0,41 mg/100g riboflavin, 0,09 mg/100g piridoksin, 2,1 mg/100g

nikotinamida dan 1,35 mg/100g asam pentatonat. Kakao juga mengandung kira-kira 18% protein, lemak (minyak kakao) amida dan alkaloid, termasuk teobromin 0,5 sampai 2,7%, kafein 0,25 %, tiramin, dopamin, salsolinol, trigonelin, asam nikotinat dan asam amino bebas, tanin, fosfolipid, dan lain-lain. Mentega kakao terutama mengandung trigliserida dari asam lemak seperti asam oleat, stearat, dan palmitat. Mentega kakao juga mengandung sterol dan metilsterol serta sedikit kolesterol (Leung, 1980).

Dengan penambahan alkaloid (utamanya teobromin), tanin dan lainnya, kakao yang terkupas mengandung pigmen yaitu poliflavo glukosida dengan berat molekul di atas 1500. Pigmen ini dinyatakan resisten terhadap panas dan cahaya, kestabilan tinggi pada pH 3 sampai 11, dan dipakai sebagai pewarna makanan (Leung, 1980).

II.1.3 Kulit Buah Kakao

Pemanfaatan kulit buah kakao ataupun cairan pulp telah membuka peluang bagi penambahan nilai dari kakao sebagai penghasil biji. Kulit buah kakao merupakan bagian terbanyak dari buah kakao yaitu sekitar 75 %. Kulit buah kakao mengandung protein kasar yang rendah tetapi kandungan serat kasar dan energinya cukup tinggi. Kulit buah kakao merupakan sumber energi dari protein yang cukup baik dengan kandungan protein kasar (16,5-17,5)%, energi metabolis 2400 kal/g, lemak 4,6%, kalsium 0,16% dan fosfor 0,06% (Poedjiwidodo, 1996).

Komposisi kulit buah kakao adalah sebagai berikut protein kasar 5,69-9,69%, lemak 0,02 – 0,15%, glukosa 1,16 – 3,92%, sukrosa 0,02 – 0,18%, pektin 5,90 – 7,0%, ekstrak bebas N 44,21 – 51, 27%, serat kasar 33,19 – 29,45%, teobromin 0,20 - 0,2%,

Ca 0,22 – 0,59%, MgO 0,40 – 0,52%, K₂O 3,85 – 5,27%, P₂O₅ 0,30-0,49%, SO₂ 0,06– 0,14 % (Rohan, 1963).

Kulit buah kakao yang dihasilkan pada proses biji kakao dapat dimanfaatkan sebagai berikut :

1. Sumber nutrisi tanaman

Unsur atau senyawa yang terdapat dalam kulit buah kakao (segar) adalah N, P₂O₅, K₂O, MgO, CaO. Kulit buah kakao mengandung N, P, K, Mg dan Ca yang setara dengan urea, TSP, KCl yang diperlukan tanaman kakao.

2. Pakan ternak

Kulit buah kakao segar cukup disukai oleh kuda, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai campuran bahan makanan ternak. Kandungan proteinnya mencapai 20,4%. Kulit buah kakao dapat digunakan sebagai pengganti jagung dalam ransum sapi perah, sapi potong dan domba serta sebagai bahan pengganti dedak.

3. Produksi biogas

Kulit buah kakao juga dapat digunakan sebagai sumber biogas yang berasal dari proses anaerobik, dimana kulit buah kakao banyak mengandung kitosan dan potas.

4. Sumber protein

Kulit buah kakao mengandung 6-12% protein dalam tiap-tiap berat kering. Di lain pihak pulp yang mengitari biji kakao mengandung 80% air, dan sekitar 10 –16% gula, 1% pektin dan 1,5% asam sitrat serta senyawa-senyawa lain seperti kalium, kalsium, magnesium, albumin dan lain-lain (Spillane, 1995).

II.2 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair, bahan yang harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut (Bernasconi, 1995).

Adsorpsi telah dipakai secara luas dalam proses industri untuk tujuan pemisahan dan pemurnian. Pemindahan polutan organik yang berwarna dari lingkungan perairan di sekitar industri merupakan aplikasi terpenting dengan pemakaian adsorben yang cocok (Al-Qodah, 2000). Adsorpsi dengan karbon aktif merupakan salah satu cara yang banyak dipakai dalam pengolahan air.

Proses adsorpsi melibatkan pemisahan zat dari satu fase yang disertai dengan terakumulasinya atau terkonsentrasinya zat itu ke permukaan fase yang lain. Fase yang mengadsorpsi disebut adsorben, zat yang terkonsentrasi atau teradsorpsi pada permukaan adalah adsorbat. Suatu molekul atau substansi dapat teradsorpsi apabila gaya adesi antara molekul adsorbat dengan molekul adsorben lebih besar dibandingkan dengan gaya kohesi dalam masing-masing molekul.

Adsorpsi dari larutan mirip dengan adsorpsi gas oleh zat padat. Adsorpsi bersifat selektif, yang diserap hanya zat terlarut atau pelarut. Bila dalam larutan ada dua zat atau lebih, zat yang satu akan diadsorpsi lebih kuat dari yang lain (Sukardjo, 1985).

Adsorpsi molekul pada permukaan terbagi dua yaitu: adsorpsi fisika (fisorpsi) dan adsorpsi kimia (kemisorpsi). Dasar perbedaan adalah sifat ikatan antara molekul dan permukaan.

1. Adsorpsi fisika

Terjadi pada zat yang bersuhu rendah dengan adsorpsi yang relatif rendah. Adsorpsi secara fisika relatif tidak spesifik, karena kerjanya lambat terhadap daya tarik antara molekul-molekul. Maka dapat dikatakan bahwa gaya yang menahan teradsorpsinya molekul-molekul gas atau cairan oleh zat padat tersebut sama dengan gaya kohesi molekul pada molekul cair (Anonim, 1994).

Adsorpsi secara fisika melibatkan gaya van der Waals dan ikatan hidrogen dengan panas adsorpsi relatif kecil yakni < 10 kkal/mol, sehingga adsorbat sangat mudah terlepas dari permukaan adsorben. Adsorpsi fisika merupakan proses yang sangat reversibel, dengan waktu kesetimbangan yang tercapai segera setelah adsorbat bersentuhan dengan adsorben, di samping itu adsorpsi berlangsung dalam beberapa lapisan monomolekuler yang membutuhkan kondisi tekanan dan temperatur tertentu (Alberty, 1980).

2. Adsorpsi kimia

Terjadi karena ikatan kimia antara adsorben dengan adsorbat. Adsorpsi secara kimia bekerja lebih kuat dibandingkan dengan adsorpsi secara fisika. Pembentukan ikatan kimia terjadi antara zat teradsorpsi yang membentuk suatu lapisan pada adsorben. Apabila ini terjadi, maka adsorben tidak mampu menjerap zat lainnya (Anonim,1994). Laju adsorpsi bergantung pada energi aktivasi (energi minimal yang dibutuhkan untuk terjadinya adsorpsi) sehingga energi adsorpsi relatif lebih besar, dalam rentang 10–100 kkal/mol. Besarnya energi adsorpsi menyebabkan adsorbat sangat sukar untuk dilepaskan dari permukaan adsorben, sedangkan banyaknya

molekul yang teradsorpsi merupakan fungsi tekanan, konsentrasi dan suhu (Alberty, 1980). Adsorpsi kimia dan fisika sering berjalan bersamaan sehingga kadang-kadang sulit dipastikan jenis adsorpsi mana yang lebih dominan dalam suatu adsorpsi.

Berdasarkan Chermisinof dan Moresi (1978) selain jenis adsorpsi kemampuan adsorben dalam menyerap ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Karakteristik fisik dan kimia dari adsorben seperti luas permukaan, ukuran pori dan komposisi kimia.
2. Karakteristik fisik dan kimia dari adsorbat seperti ukuran molekul, polaritas molekul dan komposisi kimia.
3. Konsentrasi adsorbat dalam fase cair.
4. Karakteristik fase air, pH dan temperatur.
5. Kondisi adsorpsi.

Untuk sejumlah berat adsorben tertentu dengan luas permukaan tertentu, banyaknya zat yang diadsorpsi bergantung pada konsentrasi/tekanan dari zat yang dikelilingi adsorben, makin tinggi konsentrasi/tekanan makin banyak zat yang dapat diadsorpsi. Bila adsorben ditempatkan dengan larutan/gas, jumlah yang diadsorpsi akan semakin bertambah dan konsentrasi di sekelilingnya makin berkurang sehingga terjadi kesetimbangan di mana kecepatan desorpsi sama dengan kecepatan adsorpsi. Bila konsentrasi/tekanan larutan atau gas bertambah berat zat yang diadsorpsi juga akan bertambah sehingga terjadi keseimbangan yang baru (Respati, 1986).

II.3 Isoterm Adsorpsi

Kurva hubungan konsentrasi dari bahan teradsorpsi pada temperatur tetap disebut isoterm adsorpsi. Ada beberapa persamaan yang dapat digunakan untuk isoterm adsorpsi, di antaranya persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich.

Isoterm Langmuir mengasumsikan adsorpsi lapisan tunggal pada permukaan yang mengandung sejumlah tertentu pusat adsorpsi dengan energi-energi adsorpsi yang seragam tanpa perpindahan adsorbat pada bidang permukaan (Ramakrishna, 1997).

Bentuk linier dari persamaan isoterm Langmuir ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_0 b} + \frac{C_e}{Q_0} \quad (2.1)$$

dimana C_e adalah konsentrasi kesetimbangan larutan (mg/L), q_e adalah jumlah zat yang diadsorpsi per gram adsorben, Q_0 adalah kapasitas adsorpsi, b adalah energi adsorpsi (Namasivayam, 2000).

Menurut Langmuir, isoterm adsorpsi mencakup 5 asumsi mutlak yaitu :

1. Molekul yang teradsorpsi bersifat ideal
2. Molekul yang teradsorpsi dibatasi sampai lapisan monomolekul
3. Permukaan adalah homogen, artinya afinitas dari setiap kedudukan ikatan untuk setiap molekul adalah sama.
4. Tak ada antaraksi lateral molekul adsorbat.
5. Molekul teradsorpsi terlokalisasi artinya tak bergerak pada permukaan (Alberty, 1992).

Model isoterm Freundlich bergantung pada asumsi bahwa energi permukaan yang heterogen, dimana energi dalam persamaan Langmuir bervariasi sebagai fungsi dari cakupan permukaan. Bentuk linier dari isoterm Freundlich ditunjukkan oleh persamaan :

$$\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log C \quad (2.2)$$

dimana x adalah jumlah zat yang terlarut yang diserap, m adalah gram adsorben yang digunakan, C adalah konsentrasi kesetimbangan larutan, K adalah kapasitas adsorpsi, n adalah intensitas adsorpsi (Namasivayam, 2000).

II.4 Karbon Aktif

II.4.1 Defenisi Karbon Aktif

Karbon aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif berbentuk amorf. Karbon ini terdiri dari pelat-pelat yang atom C-nya terikat secara kovalen dalam satu kisi heterogen. Pelat-pelat ini bertumpuk satu sama lain dan berbentuk kristal-kristal dengan sisa hidrokarbon yang tertinggal pada permukaannya. Dengan menghilangkan hidrokarbonnya menyebabkan permukaannya menjadi aktif. Hidrokarbon ini dapat dihilangkan melalui proses oksidasi dengan oksidator sangat lemah, seperti gas atau uap air agar atom C lainnya tidak terjadi oksidasi lanjutan, atau dengan proses dehidrasi oleh garam-garam seperti $ZnCl_2$, $CaCl_2$, dan lain sebagainya. Selain dari pada itu, garam-garam mineral sangat mempengaruhi aktivasi yang mungkin disebabkan karena unsur-unsur mineral tersebut, masuk di antara pelat-pelat

heksagon dari kristalit-kristalit dan memisahkan permukaan yang masih tertutup, sehingga jumlah permukaan yang aktif bertambah besar (Anonim, 1996).

Pada karbon aktif terbentuk struktur semacam jaringan yang sangat halus (porous) menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan mengadsorpsi zat-zat yang terlarut dalam cairan, gas atau uap air. Dengan demikian secara umum karbon aktif adalah suatu bentuk karbon yang mampu mengadsorpsi baik dalam fase gas atau fase cair (Anonim,1994).

II.4.2 Bahan Baku Karbon Aktif

Pada umumnya bahan baku karbon yang terdapat pada binatang, tanaman atau mineral dapat dijadikan arang. Contoh bahan baku karbon dari binatang yaitu tulang, dari tanaman yaitu kayu ringan, kayu berat, sekam padi, kulit kacang, bagas dan lignin, dari mineral yaitu petroleum residu dan "carbon black" (Kirk dan Othmer,1964).

II.4.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Proses pembuatan karbon aktif dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu pelepasan air (dehidrasi), pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon (karbonasi), dekomposisi tar dan pembentukan pori (aktivasi).

Pada tahap permulaan, materi atau unsur mengalami konversi dan suhu efektif untuk penghilangan air adalah 170°C. Pemanasan pada temperatur di atas 170°C akan menguraikan gas CO₂ dan gas CO dan asam asetat. Pemanasan pada temperatur 275°C akan mendekomposisikan materi menjadi methanol, tar, dan beberapa produk

lain. Hampir 80% materi menjadi karbon pada pemanasan 400 –600°C. Aktivasi produk dapat dilakukan dengan menggunakan uap karbon atau karbon dioksida sebagai bahan pengaktivasi. Temperatur uap adalah sekitar 750 – 950°C (Kirk dan Othmer, 1964).

Menurut Kirk dan Othmer (1964) proses aktivasi bergantung dari produk akhir yang secara umum dapat dibagi 2 proses yaitu :

1. Aktivasi Kimia

Proses ini bergantung pada pengaruh senyawa kimia anorganik yang secara alami telah ada ataupun yang ditambahkan untuk mengubah senyawa organik selama proses berlangsung. Bahan kimia yang dapat digunakan antara lain $ZnCl_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, H_2SO_4 , HNO_3 , dan $NaOH$. Fungsi aktivator tersebut adalah untuk menambah luas permukaan karbon aktif sehingga daya serapnya lebih tinggi.

2. Aktivasi Fisik

Proses ini bergantung dari pemilihan cara oksidasi seperti oksidasi oleh udara pada temperatur rendah, uap CO_2 atau aliran gas pada temperatur tinggi. Fungsi CO_2 mengusir tar yang terikat pada arang. Wijaya dan Somaatmadja (1980) dalam Margareta (2001) melaporkan bahwa aktivasi yang dilakukan dengan cara destilasi kering pada suhu 600°C selama 3 jam dapat menghasilkan karbon aktif yang baik.

Produk yang dihasilkan adalah adsorben yang sangat kuat dengan pori-pori yang berukuran sangat kecil. Konsentrasi pori-pori yang tinggi dengan volume yang relatif kecil menghasilkan material dengan luas permukaan bagian dalam yang dapat dilihat (800-1600 m^2/g BET N_2). Daerah permukaan dalam yang luas membuat

karbon aktif berkemampuan khusus untuk mengadsorpsi daerah yang luas dari senyawa yang berasal dari fase gas maupun fase cair.

II.4.4 Sifat-sifat Karbon Aktif

1. Massa jenis

Berdasarkan massa jenis, karbon aktif dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

- a. Karbon aktif fase cair yaitu berasal dari bahan dengan berat jenis rendah dan berupa bubuk halus.
- b. Karbon aktif fase gas yaitu berasal dari bahan dengan berat jenis tinggi dan berupa butiran (Kirk dan Othmer, 1964).

Kualitas karbon aktif dipengaruhi oleh jenis bahan baku. Bahan baku yang keras (berat jenis tinggi) menghasilkan daya serap tinggi dibandingkan dengan bahan yang ringan (berat jenis rendah).

2. Struktur Kristal Karbon Aktif

Menurut Shell dan Hilton (1968) setiap jenis karbon aktif memiliki pori dengan ukuran, bentuk dan jumlah berbeda bergantung pada bahan baku serta teknik pembuatan. Penelitian dengan sinar X memperlihatkan bahwa karbon aktif merupakan mikrokristalin atau amorphous yang tersusun oleh cincin enam karbon dengan susunan karbon yang tidak teratur dan membentuk paket-paket. Paket-paket tersebut diperkirakan merupakan kristal grafit dengan 2 atau 3 lapisan dan setiap susunan terdiri dari 10-15 cincin 6 karbon .

3. Pori-pori Karbon

Karbon aktif memiliki 3 tipe pori. Jenis pori ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Tipe dan pori-pori karbon aktif

Tipe Pori	Jari-Jari Pori (A)	Luas Permukaan Spesifik (m ² /g)
Pori makro	5000 - 20000	0,5 - 2
Pori transisi	40 -200	200 - 450
Pori mikro	18 - 20	Kurang lebih 95 % dari total luas permukaan spesifik

Sumber : Cooksen, 1978 dalam Pohan, 1993

II.4.5 Kegunaan Karbon Aktif

Pada umumnya karbon aktif yang digunakan sebagai bahan penyerap, pembersih atau pemurni. Dalam jumlah kecil juga digunakan sebagai katalisator. Penggunaan karbon aktif di dalam industri sangat luas dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kegunaan karbon aktif

Maksud dan Tujuan	Pemakaian
A. Untuk gas	
1. Pemurnian gas	Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau busuk, asap, pencegah racun.
2. Pengolahan LGN	Desulfurisasi dan penyaringan berbagai bahan mentah dan reaksi gas.
3. Katalisator	Reaksi katalisator atau pengangkut vinil klorida, vinil asetat.
4. Lain-lain	Menghilangkan bau dalam kamar pendingin atau mobil.
B. Untuk zat cair	
1. Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau dan rasa.
2. Minuman ringan, minuman keras	Menghilangkan bau dan warna.
3. Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah dan zat perantara
4. Pembersih air buangan	Pencemaran warna, bau, logam berat
5. Penambakan udang dan benur	Pemurnian, menghilangkan bau dan warna
6. Pelarut	Penarikan kembali pelarut, metanol, etil asetat

Sumber : (Pohan, H.G, 1993)

II.5. Klasifikasi Zat Warna

Zat warna dikarakterisasi oleh kemampuannya menyerap cahaya tampak pada panjang gelombang 400 - 700 nm. Zat warna organik dan anorganik telah digunakan sejak masa prasejarah, tetapi industri zat warna sintetis dimulai sejak ditemukannya Mauvein oleh William H. Perkin tahun 1865 (Djufri, 1973). Saat ini beribu-ribu zat warna dengan komposisi yang berbeda telah diproduksi secara komersial.

I. Zat Warna Sintetis

Zat warna pertama kali disintesis dari senyawa ter batubara. Dalam percobaan, zat warna sintetis ini dibuat dari anilin dengan kalium kromat dan asam sulfat. Hasil yang diperoleh menunjukkan sifat-sifat zat warna. Sejak saat itu zat warna sintetis mulai dikenal dan diproduksi secara besar-besaran (Nasruddin, 2003).

Zat-zat warna sintetis dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Zat warna asam adalah senyawa yang kromofornya merupakan ion negatif (biasanya sulfonat organik RSO_2O^-). Bahan ini dapat digunakan untuk serat protein.
2. Zat warna basa adalah senyawa yang kromofornya berupa bagian dari ion positif. Bahan ini digunakan untuk serat wol dan sutera walaupun agak lebih mudah luntur.
3. Zat warna sulfur adalah zat warna yang diberikan dengan menggunakan larutan natrium sulfida untuk mereduksi dan melarutkan zat warna. Zat warna sulfur digunakan untuk serat selulosa.
4. Zat warna reaktif adalah senyawa yang mengandung gugus yang mampu bereaksi dengan substrat membentuk ikatan kovalen. Bahan ini

menunjukkan substantivitas tinggi dan terutama digunakan untuk serat selulosa (Daintith, 1999).

2. Zat Warna Alam

Sebagian besar berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan. Zat warna yang berasal dari hewan misalnya “cochineal kernes”. Sedangkan zat warna yang berasal dari tumbuhan mempunyai susunan kimia yang berbeda-beda dan banyak tersebar di dalam berbagai macam tumbuhan pada hampir semua bagian dari daun, kulit, kayu, pohon, buah, bunga, dan akar.

3. Zat warna mineral

Pigmen adalah senyawa anorganik yang didapat dari alam atau dibuat secara sintetik dan biasanya mengandung logam serta dapat membentuk garam sehingga warna pigmen berubah.

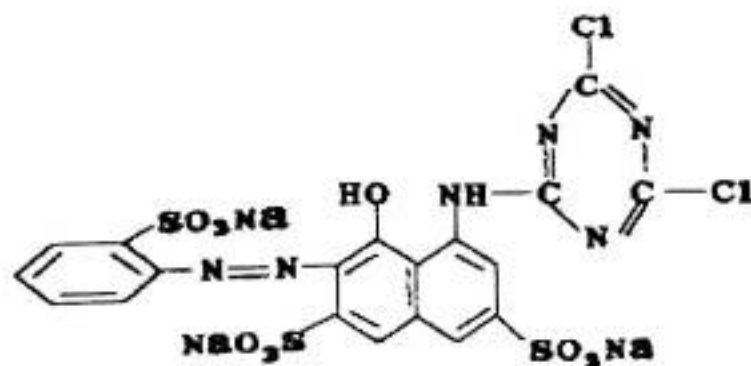
Lakes adalah hasil kombinasi zat warna organik dengan garam logam aluminium atau seng, sedangkan yang berasal dari tumbuhan antara lain “Duth pink”. Warna lakes sangat bervariasi, tetapi jarang digunakan dalam obat-obatan (Buletin Penelitian, 1985).

4. Zat warna tekstil

Zat warna yang digunakan pada industri tekstil saat ini berjumlah sekitar 10.000. Produk zat warna tersebut per tahun adalah lebih dari 7×10^5 ton. Zat warna azo, misalnya merah reaktif, merupakan kelas zat warna komersial yang paling banyak digunakan dan sangat penting. Zat warna azo reaktif dapat menimbulkan masalah lingkungan khusus karena prekursor dan hasil degradasinya seperti amina aromatik dianggap sebagai zat penyebab kanker (Mariana, 2001).

Pada umumnya zat warna merupakan polimer tinggi dengan tingkat biodegradasi rendah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa zat warna azo tidak terdegradasi pada kondisi aerobik. Zat warna tersebut dapat terserap dalam limbah biologi (bioflocs) sehingga lingkungan dapat terkena dampak secara serius. Jadi zat warna azo harus dihilangkan dari limbah tekstil sebelum dibuang (Mariana, 2001). Zat warna reaktif yang tetap berada dalam efluen akan dihidrolisis selama proses pewarnaan sehingga tidak dapat digunakan kembali. Merah reaktif-1 merupakan zat warna reaktif dengan nomor dagang 18050 dengan kelarutan dalam air 25 g/L yang digunakan sebagai zat warna tekstil, kertas dan tinta (www.mst.dk, 1999).

Rumus molekul merah reaktif-1 sesuai dengan gambar 2.1



Gambar 2.1 Rumus molekul merah reaktif-1

II.6. Spektrometri Sinar Tampak

Spektrometri merupakan salah satu metode analisis yang berdasarkan pada hasil interaksi atom atau molekul dengan radiasi elektromagnetik. Interaksi tersebut akan menghasilkan peristiwa berupa hamburan, serapan dan emisi. Pada spektrometri

UV-VIS, daerah radiasi UV adalah 200-300 nm dan daerah radiasi sinar tampak (VIS) adalah 380-790 nm (Hendayana, 1994).

Spektrometri khususnya dalam daerah sinar tampak merupakan salah satu dari metode analisis yang digunakan dengan luas. Metode ini digunakan secara luas karena banyak zat-zat yang dapat diubah selektif menjadi turunannya yang berwarna. Dalam metode spektrometri larutan sampel mengabsorpsi radiasi elektromagnetik dari sumber tertentu dan jumlah yang terabsorpsi berhubungan dengan konsentrasi analit dalam larutan (Hendayana, 1994).

Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum tampak yang kontinyu, monokromator, sel absorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembanding (Khopkar, 1990).

Penyerapan sinar tampak atau ultraviolet oleh suatu molekul dapat menyebabkan terjadinya eksitasi molekul tersebut dari tingkat energi dasar (ground state) ke tingkat energi lebih tinggi (excited state). Absorpsi sinar ultraviolet atau sinar tampak oleh suatu molekul umumnya menghasilkan elektron bonding, akibatnya panjang gelombang absorpsi maksimal dapat dikorelasikan dengan jenis ikatan yang ada dalam molekul yang diselidiki. Olehnya itu spektroskopi serapan molekul bermanfaat untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional dalam suatu molekul, akan tetapi yang penting adalah penggunaan spektroskopi serapan Ultraviolet dan sinar tampak untuk penentuan kuantitatif senyawa-senyawa yang mengandung gugus pengabsorpsi (Hendayana, 1994).

Tahapan-tahapan untuk analisis kuantitatif dengan spektrometri adalah :

1. Pemilihan Pelarut

Pelarut yang digunakan tidak mengabsorpsi radiasi pada panjang gelombang pengukuran sampel, dimana tidak mengandung sistem terkonjugasi pada struktur molekulnya atau tidak berwarna, tidak berinteraksi dengan molekul senyawa yang diukur dan harus mempunyai kemurnian yang tinggi.

2. Pemilihan Panjang Gelombang

Harus dipilih panjang gelombang maksimum, karena pada panjang gelombang ini kepekaan analisis yang maksimal dan bentuk kurva serapannya adalah dasar untuk memenuhi hukum Lambert Beer (Khopkar, 1990).

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Bahan dan Alat yang digunakan

III.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah kakao, sekam padi yang diperoleh dari limbah pertanian di kabupaten Luwu. Akuadest (laboratorium kesehatan), merah reaktif-1, membran ukuran 1,2 μm (Pall Corporation, Michigan), kertas saring Whatman No.42, natrium asetat dan asam asetat untuk pH 4, natrium karbonat dan natrium bikarbonat untuk pH 10.

III.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat gelas yang umum, tanur (Muffle Furnace tipe model 1400), oven (tipe 19200 Sybron), magnetik stirer (Fisher tipe 115), ayakan (200 mesh), neraca (Shimadzu AW 220), cawan porselin, labu semprot plastik, UV-VIS (Shimadzu UV-1601), aluminium foil, lumpang, pompa vakum (XX 5522050 S/N 0294).

III.2 Cara Kerja

III.2.1 Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao

- Tahap penghancuran bahan, kulit buah kakao dikeringkan lalu diarangkan dengan menggunakan sekam padi, arang dipanaskan dalam tanur pada

suhu 350°C selama 1 jam, dihaluskan dan diayak dengan ayakan 200 mesh.

- Tahap aktivasi, serbuk arang diaktivasi dalam tanur yang bersuhu 560°C selama 2 jam.
- Tahap pencucian, arang dikeluarkan dan dicelup dalam air panas selama 3 menit.
- Tahap pengeringan, arang disaring dan dikeringkan kembali dalam oven bersuhu 100°C sampai bobot tetap dan disimpan dalam wadah tertutup.

II.2.2 Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao

Larutan merah reaktif-1 dengan konsentrasi 50 ppm disiapkan. Ke dalam tiap-tiap 100 mL larutan merah reaktif-1 ditambahkan 1 g karbon aktif kulit buah kakao. Tiap-tiap campuran diaduk dengan magnetik stirer selama 1 jam dan disaring dengan menggunakan membran 1,2 μm . Absorbansi filtrat diukur dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 530 nm. Percobaan diulangi dengan variasi waktu pengadukan (2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam). Setiap percobaan dilakukan 3 kali pengulangan.

III.2.3 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao

Larutan merah reaktif-1 dengan konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 300 ppm disiapkan. Ke dalam tiap-tiap 100 mL larutan zat merah

reaktif-1 ditambahkan 1 g karbon aktif kulit buah kakao. Tiap-tiap campuran diaduk dengan magnetik stirer selama waktu optimum dan disaring dengan menggunakan membran 1,2 μm . Absorbansi tiap-tiap filtrat diukur dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 530 nm. Setiap percobaan dilakukan 3 kali pengulangan.

III.2.4 Studi Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao

Larutan merah reaktif-1 dengan konsentrasi 50 ppm disiapkan. Ke dalam 100 mL larutan merah reaktif-1 ditambahkan 1 g karbon aktif dari kulit buah kakao. Campuran diaduk dengan magnetik stirer selama waktu optimum dan disaring dengan menggunakan membran 1,2 μm . Absorbansi filtrat diukur dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 530 nm. Percobaan diulangi dengan variasi pH 4 dan 10. Setiap percobaan dilakukan 3 kali.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

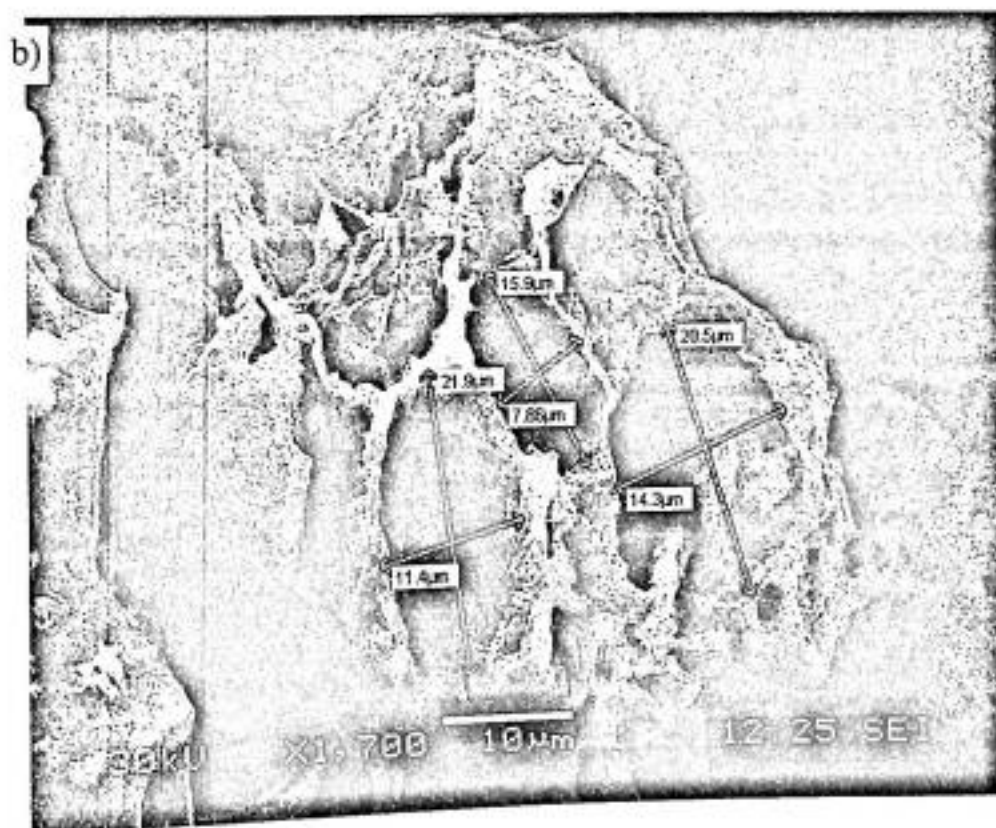
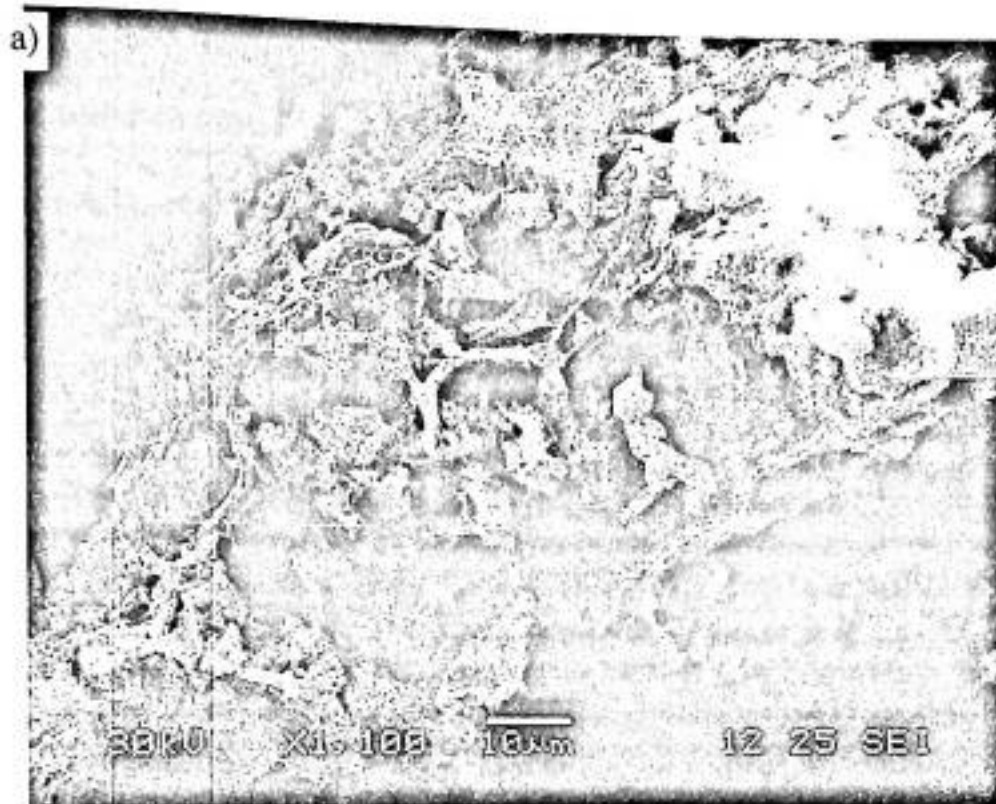
Pada bab ini dibahas data-data hasil penelitian yang berkaitan dengan karakterisasi karbon aktif kulit buah kakao, penentuan waktu optimum, kapasitas adsorpsi pada pH 4, 7 dan 10, penentuan model adsorpsi merah reaktif-I oleh karbon kulit kakao.

IV.1 Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Buah Kakao

Karbon aktif adalah karbon dengan struktur amorf atau mikrokristalin, yang dengan perlakuan khusus (aktivasi) akan memiliki luas permukaan dalam yang besar. Dengan luasnya permukaan dalam inilah yang menyebabkan penyerapannya lebih besar dibanding dengan karbon biasa.

Untuk karakterisasi zat padat dapat digunakan beberapa alat atau metode yaitu SEM (*Scanning Electron Microscope*), difraksi sinar X, Spektroskopi Raman, Spektroskopi Infra Merah dan lain-lain. Dalam penelitian ini, SEM digunakan untuk melihat struktur pori dari karbon kulit kakao sebelum dan sesudah aktivasi. Aktivasi dilakukan pada suhu 560 °C selama 2 jam. Foto SEM karbon aktif dari kulit kakao sebelum dan setelah aktivasi dapat dilihat pada gambar 4.1.

Dari gambar 4.1 terlihat bahwa sebelum aktivasi pori-pori karbon tertutup (gambar 4.1.a) dan setelah aktivasi pori-pori karbon kulit buah kakao menjadi terbuka (gambar 4.1.b). Ini menunjukkan bahwa aktivasi memperluas permukaan dalam karbon aktif kulit buah kakao.



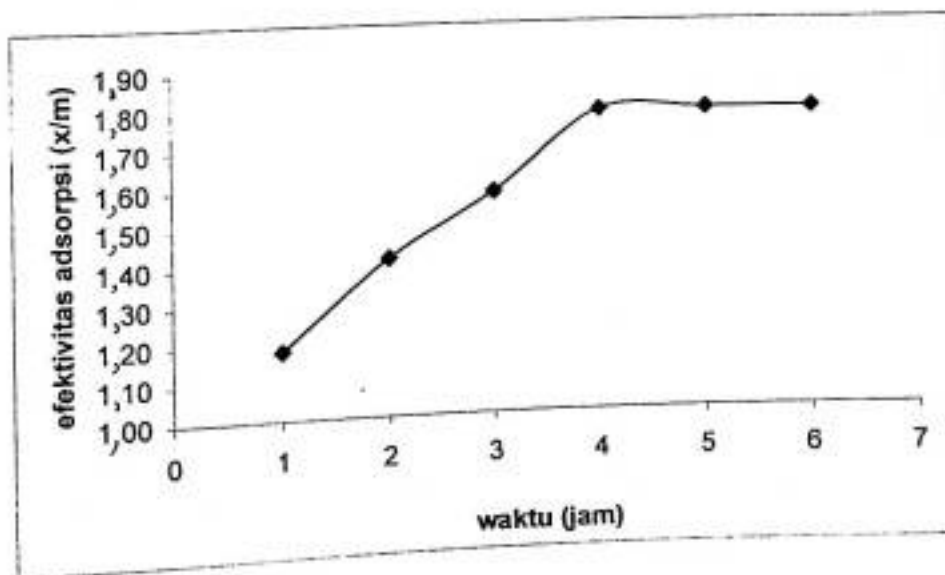
Gambar 4.1. Foto SEM karbon bakau dengan ukuran 150 - 200 mesh
 a) sebelum dan b) setelah diaktivasi pada suhu 560 °C

Ukuran pori karbon aktif kulit buah kakao bervariasi setelah aktivasi. Hal ini mungkin disebabkan karena waktu aktivasi pada suhu 560°C belum cukup untuk terjadinya proses aktivasi secara sempurna atau struktur pori rusak pada pemanasan suhu 560°C .



IV.2 Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif Kulit Buah Kakao dengan Konsentrasi awal 50 mg/L

Pada penentuan waktu optimum adsorpsi, 1 gram karbon aktif kulit kakao dicampur dengan 100 mL larutan merah reaktif -1 dengan konsentrasi 50 mg/L dan diaduk selama 1- 6 jam secara bergantian, kemudian karbon aktif kulit kakao dipisahkan dari larutan dengan menyaringnya dan kandungan merah reaktif-1 dalam larutan dianalisis. Hasil analisis yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran 7 dan gambar 4.2.

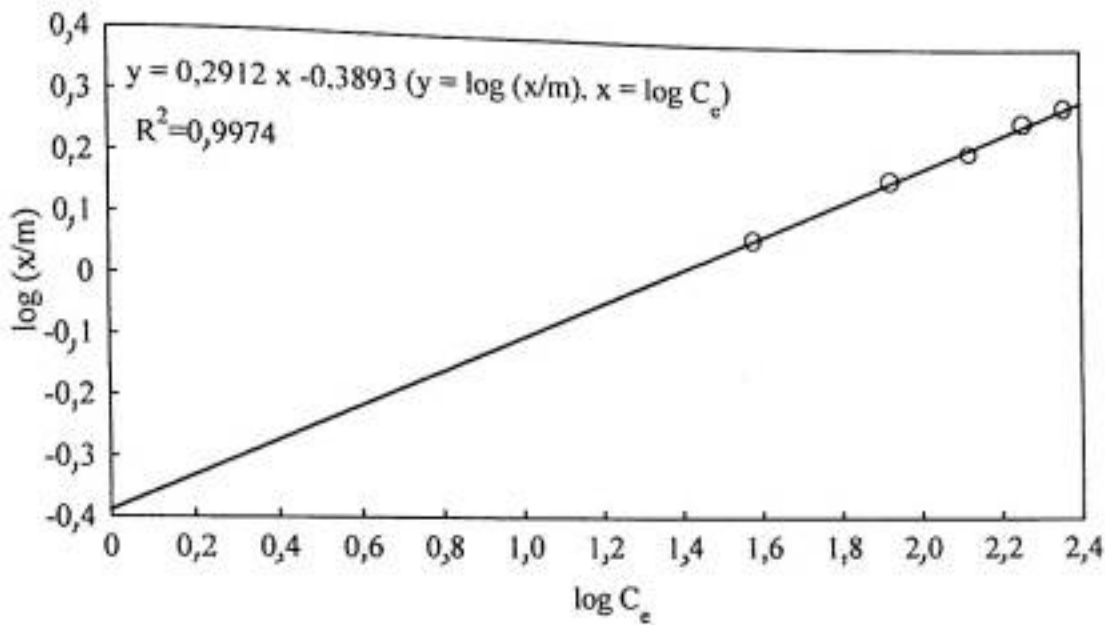


Gambar 4.2. Grafik hubungan antara waktu adsorpsi (jam) dengan efektifitas adsorpsi (mg/g).

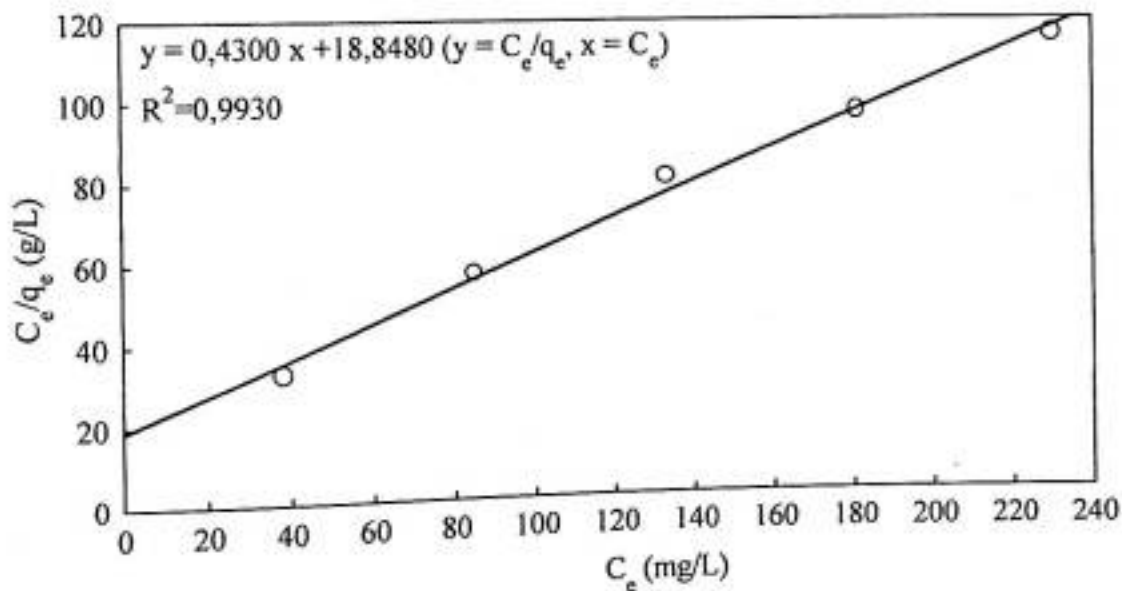
Hasil menunjukkan bahwa banyaknya merah reaktif-1 yang diserap per gram karbon aktif kulit buah kakao setelah pengadukan 1 jam adalah 1,181 mg/g. Jumlah ini lalu meningkat setelah pengadukan 2 jam, 3 jam dan 4 jam dengan jumlah yang terserap berturut-turut 1,413 mg/g, 1,577 mg/g dan 1,786 mg/g. Setelah 4 jam jumlah yang teradsorpsi konstan. Jadi waktu pengadukan 4 jam merupakan waktu optimum dan digunakan untuk percobaan selanjutnya. Hasil ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin lama waktu yang digunakan pada proses kontak antara adsorben dan zat terlarut, maka semakin banyak pula zat terlarut yang teradsorpsi. Namun jumlah zat terlarut yang diadsorpsi akan jenuh dan mencapai nilai batas pada waktu tertentu dimana adsorben tidak mampu lagi mengadsorpsi karena terjadi kejenuhan pada permukaan adsorben (karbon aktif kulit kakao).

IV.3 Penentuan Kapasitas Adsorpsi Merah Reaktif-1 oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao

Pada penentuan kapasitas adsorpsi, 1 g karbon aktif ditambahkan ke dalam larutan yang mengandung 100 mL merah reaktif-1 dengan variasi 50, 100, 150, 200 dan 250 mg/L dan waktu pengadukan 4 jam. Hasil analisis (lampiran 8) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi semakin banyak merah reaktif-1 yang teradsorpsi. Isoterm adsorpsi merah reaktif-1 dipelajari dengan menggunakan persamaan Freundlich dan persamaan Langmuir, hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4.



Gambar 4.3. Isoterm Freundlich untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif kulit buah kakao.



Gambar 4.4. Isoterm Langmuir untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao.

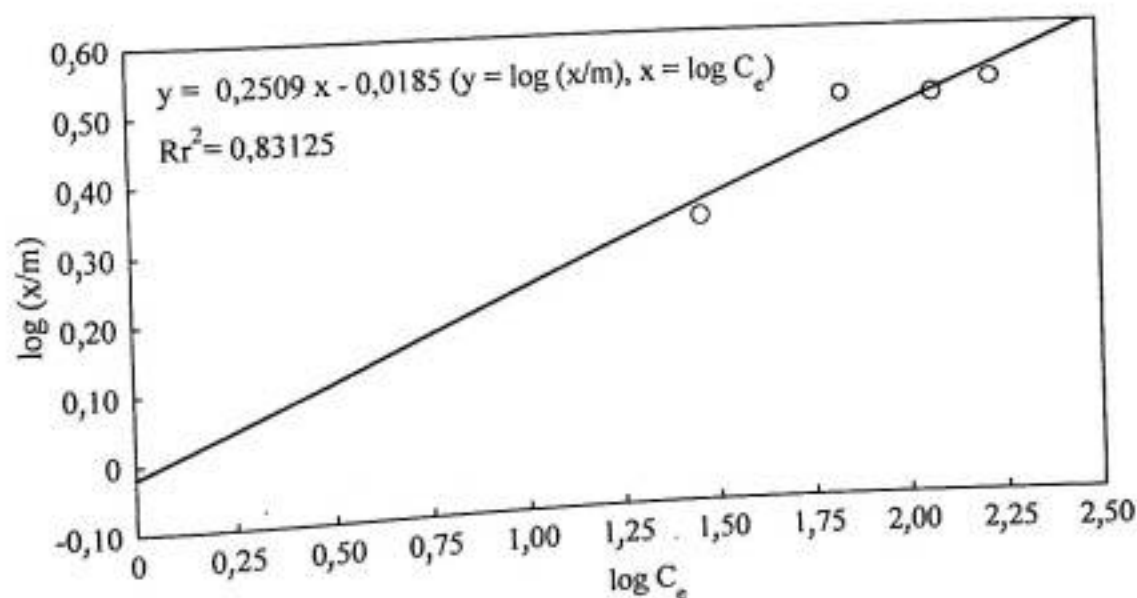
Dengan membandingkan nilai garis kuadrat terkecil, R^2 maka akan diketahui isoterm adsorpsi yang sesuai untuk adsorpsi merah-reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao. Hasil menunjukkan bahwa adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit kakao memenuhi persamaan Freundlich dan persamaan Langmuir

karena nilai garis kuadrat terkecil, R^2 kedua grafik mendekati 1 yakni berturut-turut 0,997 dan 0,993

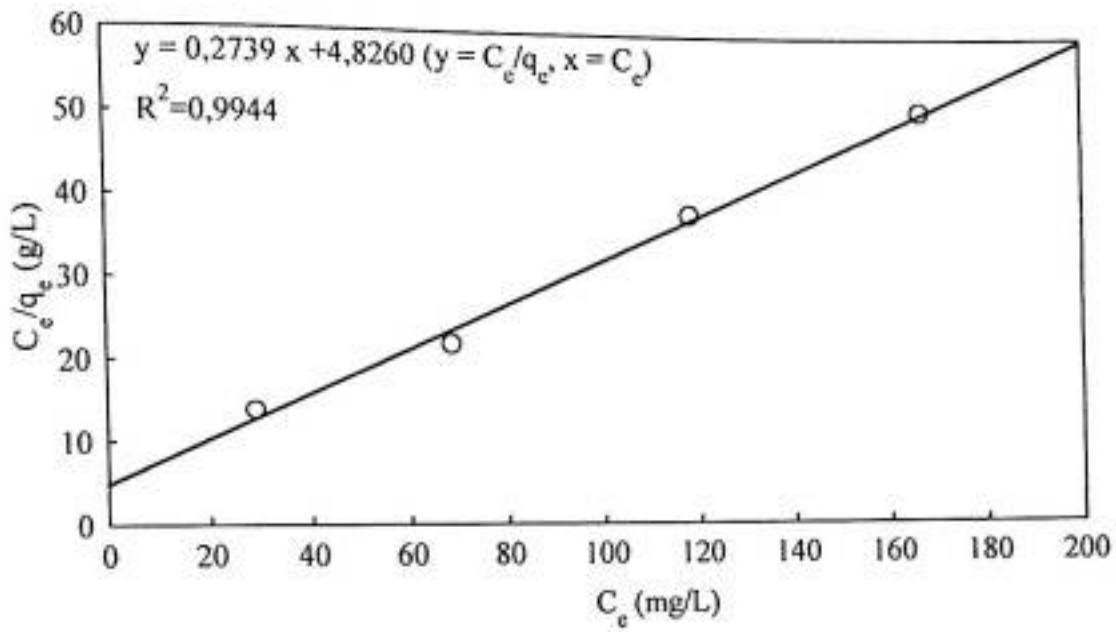
Nilai tetapan Langmuir (Q_0 dan b) dan tetapan Freundlich (K dan n) adalah sebagai berikut: $Q_0 = 2,326$ mg/g, $b = 0,023$ mg/L, $K = 0,408$ mg/g dan $n = 3,434$ mg/L dapat dilihat pada lampiran 11 dan lampiran 12.

IV. 4 Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Merah Reaktif -1 Oleh Karbon Aktif dari Kulit Buah Kakao

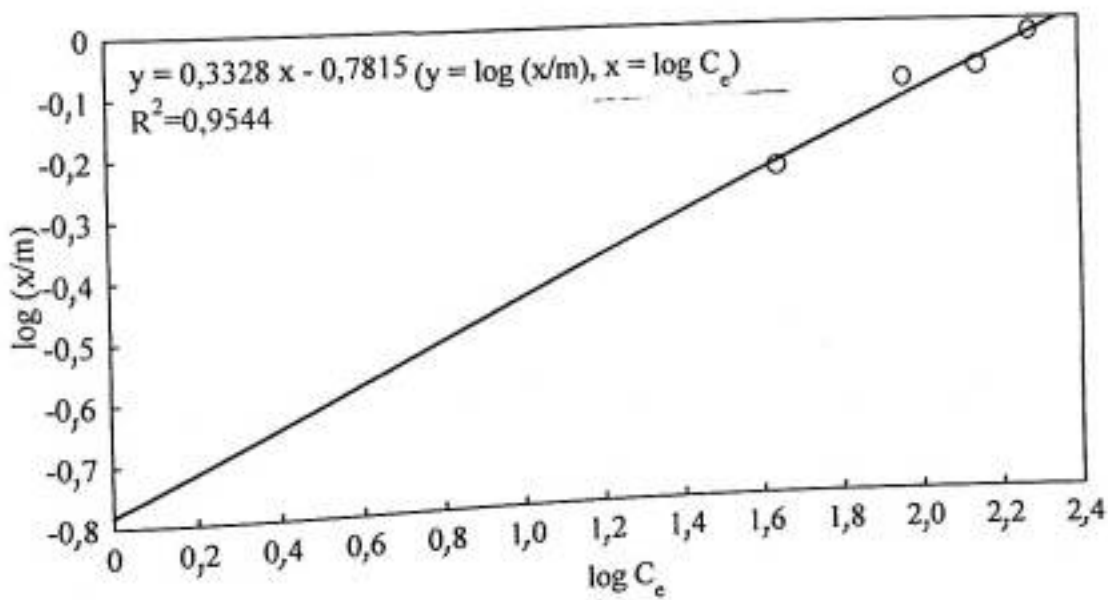
Pengaruh pH terhadap adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao dipelajari dengan memasukkan 1 g karbon aktif ke dalam tiap 100 mL larutan merah reaktif-1 pH 4, 7 dan 10 dengan konsentrasi yang bervariasi yakni 50, 100, 150 dan 200 ppm. Campuran kemudian diaduk selama 4 jam.



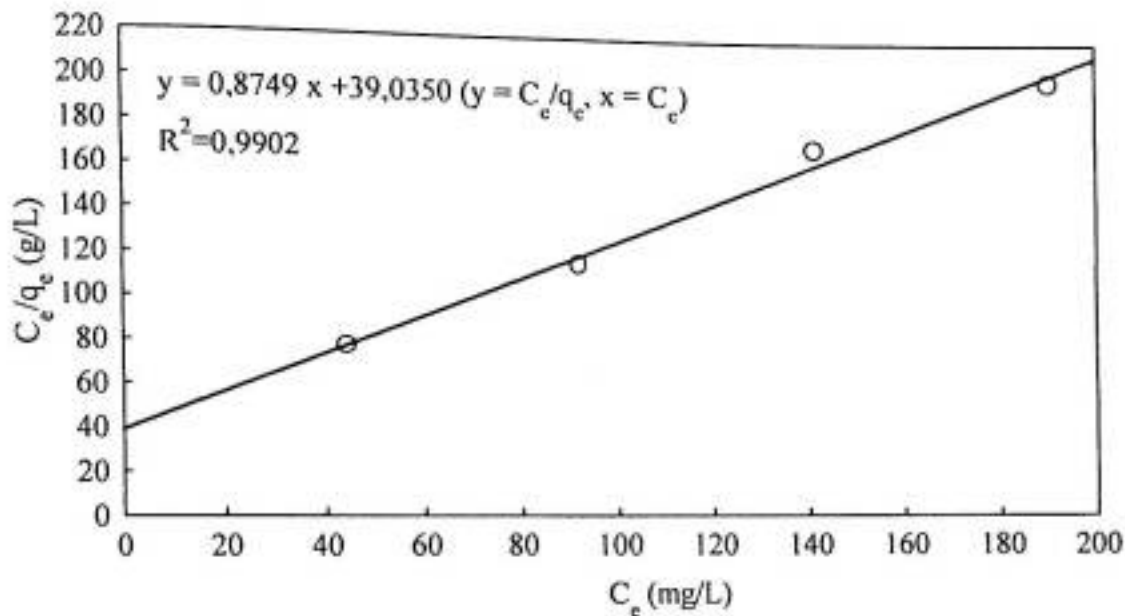
Gambar 4.5. Isoterm Freundlich untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao pada pH 4



Gambar 4.6. Isoterm Langmuir untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao pada pH 4.



Gambar 4.7. Isoterm Freundlich untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao pada pH 10.



Gambar 4.8 Isoterm Langmuir untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao pada pH 10.

Isoterm Freundlich dan Langmuir ditunjukkan oleh gambar 4.5 dan gambar 4.6 dan hasil analisis dapat dilihat pada lampiran 9 untuk pH 4, gambar 4.3 dan gambar 4.4 untuk pH 7 dan gambar 4.7 dan gambar 4.8 hasil analisisnya dapat dilihat pada lampiran 10 untuk pH 10.

Dari grafik di atas tampak bahwa adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao pada pH 7 dan 10 memenuhi persamaan Freundlich dan persamaan Langmuir karena nilai garis kuadrat terkecil, R^2 untuk tiap-tiap isoterm adsorpsi mendekati 1. Tetapi untuk pH 4 adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon lebih sesuai dengan persamaan Langmuir. Nilai Q_0 untuk adsorpsi zat warna tersebut selanjutnya digunakan untuk membandingkan kapasitas adsorpsi pada pH 4, 7 dan 10. Nilai tetapan Langmuir (Q_0 dan b) ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Nilai tetapan Langmuir untuk adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao.

pH	Tetapan Langmuir	
	Q_0 (mg/g)	b (g/L)
4	3,651	0,057
7	2,326	0,023
10	1,143	0,022

Hasil menunjukkan bahwa Q_0 pada pH 4 > pada pH 7 > pada pH 10. Hal ini berarti bahwa kapasitas adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif dari kulit buah kakao pada pH 4 > pada pH 7 > pada pH 10 grafiknya dapat dilihat pada lampiran 13. Hal ini disebabkan karena merah reaktif-1 merupakan zat warna asam, sehingga pada pH 10 terjadi kompetisi antara ion OH^- dengan merah reaktif-1.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

1. Waktu optimum adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif kulit kakao adalah 4 jam.
2. Adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif kulit buah kakao memenuhi persamaan Langmuir pada pH 4, 7, 10.
3. Nilai Q_0 dan b untuk adsorpsi merah reaktif-1 adalah 3,651 mg/g dan 0,057 mg/L untuk pH 4; 2,326 mg/g dan 0,023 mg/L untuk pH 7; 1,143 mg/g dan 0,022 mg/l untuk pH 10. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi yang tertinggi diperoleh pada pH 4.

V.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mempelajari pengaruh temperatur terhadap adsorpsi merah reaktif-1 oleh karbon aktif kakao dan desorpsi merah reaktif-1 dari karbon aktif kulit buah kakao pada berbagai pH.

DAFTAR PUSTAKA

- Agdi, K., A. Boldaid, A., Esteban, A.M., Hernando, P.F., Azmania, A., Camara, C., 2000, **Removal of Authrazine and four Organophosphorus Pesticides from Enviroment Water by Diatomacerus by Remediation Method**, J. Enviro. Monit, 2.240.
- Alberty, R. A., 1980, **Physical Chemistry**, 5 th ed., Version Jonh Wiley and Sons, Inc, New York.
- Alberty, R. A., 1992, **Kimia Fisika**. Edisi ke-5, Erlangga, Jakarta.
- Al-Qodah, J., 2000, **Adsorption of Dyes Shale Oil Ash**, J. Wat. Res., 34 (17), 4295-4303.
- Anonim, 1994, **Pemanfaatan Abu Sekam Padi sebagai Penukar Ion pada Daur Ulang Limbah Industri Logam**, Balai Industri, Makassar.
- Anonim, 1996, **Pengembangan Pemanfaatan Tempurung Biji Pala sebagai Arang Aktif**, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Sulawesi Bagian Utara, Manado.
- Bernasconi, dkk., 1995, **Teknologi Kimia**, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Cheremisinoff, P.N., and Morresi, A. C., 1978, **Carbon Adsorption in; Carbon Adsorption Handbook**, ad By P.N. Cheremisinoff and F. Ellwrbusch Ann Arbor, Ann Arbor Science, 1-53 .
- Djufri, R., Kasoenarno, G.A., Salihima, A., dan Lubis, A., 1973, **Teknologi Penggelantangan, Pencelupan dan Pencapan**, Institut Teknologi Tekstil.
- Hendayana, S. dkk., 1994, **Kimia Analitik Instrumen**, IKIP-Press, Semarang.
- [http:// www.mst.dk](http://www.mst.dk), 1999.
- John, D., 1999, **Kamus Lengkap Kimia**, Erlangga, Jakarta.
- Khopkar, S..M., 1990, **Konsep Dasar Kimia Analitik**, UI-Press, Jakarta.
- Kirch, R.E., and Othmer D.H., 1964, **Encyclopedia of Chemical Tecnology**, (4), New York, John Willey 149 -156 (dalam Margareta, 2001).

- Leung, A.Y., 1980, **Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used In Food, Drugs, and Cosmetics**, John Willey and Sons. New York.
- Margareta, 2001, **Pemanfaatan Arang Aktif dari Kulit Kemiri (*Aleurites molluccana Wild*) sebagai Adsorben Ion Tembaga (II) dalam air**, Skripsi tidak diterbitkan, jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Mariana, N., 2001, **Kinetics of Decolorization and Mineralization of Reaktif Azo Dyes in Aqueous Solution by the UV/ H₂O₂ Oxidation**, 53, (2), 93-99.
- Miftahul, J., 2003, **Adsorpsi Ion Cu²⁺ pada Karbon Aktif dari Kulit Coklat (*Theobroma cacao L*)**, Skripsi tidak diterbitkan, jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Namasivayam, C., and Rhadika, R., 2000, **Uptake of Dyes by of Promising locally Available Agricultural Solid Waste: Coir pith**. Waste Management, 21. 381-387.
- Nasruddin., 2003, **Adsorpsi Zat Warna Eryonil Brill Blue pada Arang Aktif dari Bakau (*Rhizophora, sp*)**, Skripsi tidak diterbitkan jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Noor, A., 1995, **Metode Analisis Kimia Untuk Monitoring Lingkungan Laut**, Pro Buginesia Unhas, Ujung Pandang.
- Nur, Nasrullah., 2003, **Adsorpsi Zat Warna Merah Reaktif-1 pada Arang Aktif dari Kulit Kemiri (*Aleurites molluccana Wild*)**, Skripsi tidak diterbitkan, jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Poedjiwidodo, Y., 1996, **Sambung Samping Kakao**, P.T Trubus Agriwidya, Uagara.
- Pohan, H.G., 1993, **Prospek Penggunaan Karbon Aktif dalam Industri**, Warta 10 (33-34), Bogor.
- Ramakrishna, Konduru R., dan T. Viraraghavan., 1997, **Dye Removal Using Low Cost Adsorbents**, J, Water Science Technologi, 36, 189 – 196.
- Respati., 1986, **Dasar-dasar Ilmu Kimia**, Aksara Baru, Jakarta.
- Rohan, T.A., 1963, **Pemanfaatan Kulit Buah Kakao untuk Bahan Makanan Ternak**, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Surabaya.

- Rosnaenia, H., 2003, **Adsorpsi Ion Cd⁺ pada Karbon Aktif dari Kulit Buah Coklat (*Theobroma cacao* L)**, Skripsi tidak diterbitkan, jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Siregar, T., 1989, **Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Coklat**, Surabaya, Jakarta.
- Snell, F.D., and Hilton, C.L., 1986, **Encyclopedia of Chemical Analysis**, 8, New York, John Willey, 139-161.
- Spillane J.J., 1995, **Komoditi Kakao**, Karnius, Yogyakarta.
- Sukardjo., 1985, **Kimia Anorganik**, Bina Aksara, Yogyakarta.
- Syuwarna., 2004, **Pemanfaatan Karbon Mesopori (CMK-1) untuk Mengurangi Konsentrasi Merah Reaktif-1 dalam Larutan**, Skripsi tidak diterbitkan, jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Widjaya, A.P., dan Somaatmadja D., 1980, **Pembuatan Arang Aktif dengan Cara Destilasi Kering Tempurung Kelapa**. Komunikasi, Balai Penelitian Kimia (190), Balai Penelitian Kimia, Jakarta.
- ., 1986, **Buletin Penelitian**, Departemen Perindustrian Balai Besar Industri Kimia, Jakarta.