

**PENGARUH MASSA ADSORBEN, WAKTU ADSORPSI, DAN
KONSENTRASI PEWARNA TERHADAP DAYA ADSORPSI
BENTONIT PADA PEWARNA *DIRECT RED* TEKNIS**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta untuk Memenuhi
Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains



Oleh:

RR YETTY PUSPITASARI

NIM. 07307144047

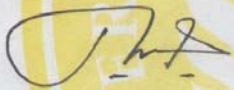
**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2012**

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah Memenuhi Persyaratan dan Siap untuk Diuji
Disetujui pada tanggal

20 Maret 2012

Pembimbing Utama



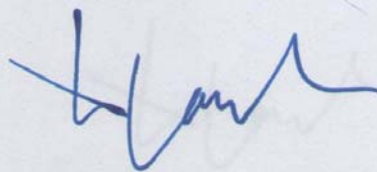
Regina Tutik Padmaningrum, M.Si
NIP. 19650911 199101 2 001

Pembimbing Pendamping



Dr. Endang Widjajanti LFX
NIP. 19621203 198601 2 001

Koordinator Tugas Akhir Skripsi
Program Studi Kimia



Dr. Endang Widjajanti LFX
NIP. 19621203 198601 2 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rr. Yetty Puspitasari

NIM : 07307144047

Program studi : Kimia

Fakultas : MIPA

Judul Penelitian : Pengaruh Massa Adsorben, Waktu Adsorpsi, Dan Konsentrasi Pewarna Terhadap Daya Adsorpsi Bentonit Pada Pewarna *Direct Red* Teknis

Menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian studi di perguruan tinggi lain kecuali pada bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dan dinyatakan dalam teks. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, April 2012

Yang menyatakan,

Rr. Yetty Puspitasari

NIM. 07307144047

MOTTO

HENRY ADAMS BROOKS

"MAN IS AN IMPERCEPTIBLE ATOM ALWAYS TRYING TO
BECOME ONE WITH GOD"



"MANUSIA ADALAH ATOM YANG TAK TERLIHAT YANG SELALU
BERUSAHA MENJADI SATU
DAN BERSATU DENGAN TUHAN".

GEORGE NORMAN DOUGLAS

"PARA PAHLAWAN, ORANG SUCI, DAN ORANG BIJAK MEREKA ADALAH
ORANG-ORANG YANG BERANI MENGHADAPI DUNIA SENDIRIAN"

"WILLIAM BLAKE"

"JIKA PERSAMAAN $A = X + Y + Z$ KITA IBARATKAN SEBAGAI FORMULA
SUKSES, MAKA X: ADALAH KERJA KERAS, Y: WAKTU UNTUK
BERSANTAI, DAN Z: JANGAN BANYAK BICARA."

FRANK GELETT BURGESS

"DUNIA TIDAK AKAN MAJU TANPA ORANG FANATIK, ORANG
ESENTRIK, ORANG ANEH, DAN ORANG BID'AH"

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Skripsi ini kepada:

✚ *ALLAH SWT*

Terima kasih ya-ALLAH ya Tuhanku: engkau telah memberikan anugrah, rahmat dan hidayah-Mu hingga terselesainya skripsi ini dengan baik. Alhamdulillah...^ ^

✚ *Kedua Orang Tuaku Tercinta*

Tak ada kata lain, selain Trima kasih yang se-BESAR-BESARnya Untuk doa, Motivasi dan Kasih Syank yang telah diberikan. Perjuangan suka maupun duka untuk penyelesaian Skripsi dan Kelulusanq ini aq persembahkan untuk kalian. (dalam Sujud-Ku, doa-Ku, Harapan-Ku, dan Cita-cita-Ku slalu menyertai kalian. Semoga kalian sllu diberi angrah, rezki,kesehatan, dan umur yang panjang yang akan sllu memdidik dam membimbingku samapi hari tuaku esok. Amiiin...

✚ *Kakak-kakakku Tercinta dan Tersayang*

Mbk Titiek, mbk Erna, mas Heri, mbk Wiwin, dam mas Widi: kalian adalah kakak2ku yang terbaik dan sayang kepadaku yang slalu mengalah masalah keuangan demi terselesainya kuliahku ini. Suatu saat kita akan menjadi keluarga besar yang akan membanggakan orang tua. Amiiin doain yah adikmu ini. ©

✚ Ka Cipto

Trima kasih atas perhatian dan motivasi yang telah diberikan kepada-Ku

✚ Mas Edo Cahya

Terima kasih atas perhatian dan motivasi yang telah diberikan kepada-Ku. Semoga aku bisa menjadi orang yang berguna dan bisa membaggakan orang tua sama seperti-Mu. Miss U ©

✚ Sahabat Terbaik dan Seperjuangan Baik Suka Maupun Duka

Dyah, Ifan, dan Eko trima kasih atas persahabatan kita selama 4 tahun. Kita sudah seperti keluarga baik suka maupun duka, dan tak terasa waktu trus berjalan hingga saatnya kini kita telah berpisah kekampung halaman masing2. Aku sangat bahagia mengenal kalian yang tlah mengajarkan-Ku arti persahabatan.

✚ Teman-teman kocak

Nurul emansi tukang cubit, Aya yang hobby bercanda, mbk Risma yang super jujur, Rizki yang sulit ditebak hatinya, Tanti yang murah senyum, Anindita, Rikah dan Dita Erdianti yang slalu mengingatkan-Ku kejalan ALLAH SWT.

✚ Teman-teman USNR'07

USNR'07 makasih atas kekompakkan kalian selama 4 tahun, sedih dan tawa kalian slalu ada dalam benakku. Semoga cita-cita

kita berhasil dan sukses dimanapun kita berada. Takkan aku lupakan semua kenangan yang telah kita lalui dan telah kita tempuh.©

✚ Teman –teman Kos

Kos Gejayan (Kang Cokro ketua organisasi, mas Budi ketua HMI, mas Eka mantan ketua HMI, mas Dinar ketua pemuda dan Seni Budaya mahasiswa & mahasiswi, dan mbk Isti) aku senang mengenal kalian yang sudah mengajarkan-Ku bernyanyi, bermain gitar, drama, puisi dll, juga mengajarkan-Ku menjadi mahasiswi yang lebih mandiri. Kos Kuningan (Wahyu, Desi, Neng, Eren, Azif, Dhini, dan Dian) trima kasih atas persahabatan kita yang selalu saling memberi, saling mengasihi dan saling menghargai hingga kos kita damai, tenang, sejahtera dan senang tentunya. Kos Samirono (Suci, mbk Rhere, Lintang, Poppy, gendut dan Wardasih) kalian semua sudah mengajarku masak. Kos Karangmalang C 14b (Ika, Nurul, mbk Devita, Karin dan Riza) trima kasih atas kekompakan, kebersamaan dan dukungannya. Semoga kita semua sukses dan berhasil. Buat Tretya makasi atas bantuan dan semangat yang diberikan kepada-Ku kamu selalu membuatku tersenyum ©. Buat Rani dan Hanifah semangat yah kuliah dan tugas2nya semoga sukses selalu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Pengaruh Massa Adsorben, Waktu Adsorpsi, dan Konsentrasi Pewarna Terhadap Daya Adsorpsi Bentonit pada Pewarna *Direct Red* Teknis” dengan baik. Tugas Akhir Skripsi ini disusun berdasarkan hasil kegiatan penulis selama melaksanakan penelitian di Laboratorium Kimia FMIPA UNY. Pengalaman yang didapat selama menyusun dan melakukan penelitian memberikan manfaat yang sangat besar bagi penulis. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini telah mendapat bimbingan, bantuan, dan arahan berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dr. Hari Sutrisno, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Dr. Eli Rohaeti, selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Kimia.
4. Dr. Endang Widjajanti LFX, selaku Koordinator Tugas Akhir Skripsi Prodi Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, dan selaku pembimbing pendamping yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis mulai dari awal penelitian sampai dengan penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Regina Tutik Padmaningrum, M.Si, selaku pembimbing utama yang dengan penuh kesabaran telah membimbing dan membantu penulis mulai dari awal penelitian sampai dengan penyusunan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
6. Susila Kristianingrum, M.Si, selaku penguji utama yang telah memberikan banyak saran dan kritik hingga selesainya skripsi ini.
7. Endang Dwi Siswani, MT, selaku penguji pendamping yang telah memberikan saran dan kritik hingga selesainya skripsi ini.

8. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu besar harapan untuk memperoleh kritik, saran, dan arahnya untuk menjadikannya lebih baik. Semoga Tugas Akhir Skripsi bermanfaat bagi pembaca dan almamater tercinta.

Yogyakarta, April 2012

Penulis,

Rr.Yetty Pupitasari

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Pembatasan Masalah	3
D. Perumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II KERANGKA TEORI	
A. Deskripsi Teori	
1. Adsorpsi	5
2. Bentonit	7
3. Zat warna <i>Direct Red</i>	
4. Spektrofotometri Sinar tampak	9
B. Penelitian yang Relevan	10
C. Kerangka Berpikir	12
	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Subyek dan Obyek Penelitian	15
B. Variabel Penelitian	15
C. Alat dan Bahan	15
D. Skema Kerja	16
E. Analisis Data	18
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	22
B. Pembahasan	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	32
B. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Warna asli dan warna komplementer	11
Tabel 2. Data absorbansi larutan standar pewarna direct red pada berbagai konsentrasi	23
Tabel 3. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai massa adsorben	24
Tabel 4. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai waktu kontak	25
Tabel 5. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai konsentrasi pewarna <i>direct red</i>	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bentonit Alam montmorilonit	8
Gambar 2. Struktur monmorilonit menurut Edelman dan Favajee	8
Gambar 3. Struktur <i>Direct red</i>	10
Gambar 4. Grafik absorbansi terhadap konsentrasi untuk larutan ideal	12
Gambar 5. Kurva hubungan antara absorbansi dan konsentrasi	23
Gambar 6. Kurva hubungan antara daya adsorpsi dan massa adsorben	28
Gambar 7. Kurva hubungan antara waktu adsorpsi terhadap daya Adsorpsi	29
Gambar 8. Kurva hubungan antara konsentrasi pewarna terhadap daya adsorpsi	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Larutan Standar <i>Direct Red</i> dan Perhitungannya	35
Lampiran 2. Data Absorbansi dan Daya Adsorpsi untuk Variasi Massa Adsorben, Waktu Adsorpsi dan Konsentrasi	39
Lampiran 3. Perhitungan Daya Adsorpsi Adsorben Bentonit Terhadap Pewarna <i>Direct Red</i> Teknis	41
Lampiran 4. Harga-harga r produk momen pada Tarif Signifikansi 5% dan 1%	52
Lampiran 5. Nilai Angka Banding Variansi F dengan Taraf Signifikansi 1% (deret bawah) dan 5% (deret atas)	53
Lampiran 6. Data Hasil Rekaman Alat Spektrofotometer UV-Vis	54
Lampiran 7. Gambar hasil penelitian	62

**PENGARUH MASSA ADSORBEN, WAKTU ADSORPSI, DAN
KONSENTRASI PEWARNA TERHADAP DAYA ADSORPSI
BENTONIT PADA PEWARNA *DIRECT RED* TEKNIS**

Oleh

Rr. Yetty Puspitasari
07307144047

Pembimbing Utama : Regina Tutik Padmaningrum, M.Si
Pembimbing Pendamping : Dr. Endang Widjajanti LFX

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa adsorben, waktu adsorpsi, dan konsentrasi pewarna terhadap daya adsorpsi bentonit pada pewarna *direct red* teknis.

Subjek dalam penelitian ini adalah bentonit teknis yang dijual di toko kimia. Objeknya adalah daya adsorpsi bentonit terhadap pewarna *direct red* teknis. Bentonit teknis direndam menggunakan *Akuabides*. kemudian dikeringkan dan dikalsinasi menggunakan *muffle furnace* pada suhu 400 °C selama \pm 1 jam. Proses adsorpsi dilakukan dengan mengkondisikan variasi massa adsorben, waktu adsorpsi dan konsentrasi pewarna *direct red* teknis. Setelah diadsorpsi, larutan *direct red* teknis dianalisis secara kuantitatif dengan spektrofometer UV-Vis. Daya adsorpsi bentonit dinyatakan dalam mg/g yaitu selisih konsentrasi pewarna sebelum dan setelah adsorpsi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar massa bentonit yang ditambahkan ke dalam larutan pewarna *direct red* maka daya adsorpsi bentonit makin kecil, semakin lama waktu perendaman bentonit dalam larutan pewarna maka daya adsorpsi bentonit makin kecil dan semakin besar konsentrasi pewarna maka daya adsorpsi bentonit semakin besar.

**THE INFLUENCE OF ADSORBENT MASS, ADSORPTION TIME, AND
DYE CONCENTRATION TOWARDS ADSORPTION CAPACITY OF
BENTONITE TO TECHNICAL GRADE
DIRECT RED DYE**

By

**Rr. Yetty Puspitasari
07307144047**

**Main Supervisor : Regina Tutik Padmaningrum, M.Si
Co-supervisor : Dr. Endang Widjajanti LFX**

ABSTRACT

This research aims to know the influence of adsorbent mass, bentonite adsorption time and dye concentration towards adsorption capacity of technical grade of direct red dye.

The subject of this research is technical bentonite sold in market. The object is the adsorption capacity of bentonite. Technical grade bentonite is washed using Aquabidest. Then it is dried calcined and calcinated using muffle furnace at 400 °C for ± 1 hour. The adsorption process is conducted by conditioning the adsorbent mass variations, adsorption agitation time, and dye concentration. Adsorption capacity of bentonite calculated from the different dye concentration between initial and after adsorption, the concentration of dye is measured using visible spectrophotometer.

The results of this research show that the more the bentonite mass add in direct red solution, the less the bentonite adsorption capacity. The longer the dye soaking time, the less the bentonite adsorption capacity. The bigger the dye concentration, the bigger the bentonite adsorption capacity.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Zat warna merupakan senyawa organik yang mengandung gugus kromofor terkonjugasi. Zat warna yang reaktif merupakan zat warna yang banyak digunakan untuk pewarnaan tekstil. Beberapa zat warna reaktif yang sering digunakan antara lain, *Direct Red*, *Rhemazol brilliant Orange 3R*, *Rhemazol Golden yellow RNL*, dan *Rhemazol Black B*. Zat warna reaktif sangat larut dalam air dan tidak terdegradasi pada kondisi aerob biasa. Dampak yang ditimbulkan pada kesehatan antara lain adalah iritasi pada kulit dan sakit perut (Catanho, 2006: 1-23).

Senyawa *direct red* merupakan salah satu pewarna reaktif. Oleh sebab itu perusahaan industri batik harus memperhatikan masalah pembuangan limbah zat warna tersebut. Salah satu zat warna yang harus diperhatikan dalam pengolahan limbahnya adalah pewarna *direct red*. Untuk itu perlu dipikirkan bagaimana mengurangi atau menghilangkan kadar pewarna *direct red* dalam air buangan agar tidak membahayakan lingkungan di sekitar industri tersebut. Salah satu caranya adalah menggunakan adsorben untuk menarik *direct red* dari limbah, misalnya dengan memanfaatkan bentonit.

Metode pengolahan limbah cair baik secara biologi, kimia, fisika, maupun kombinasi antara ketiga proses tersebut banyak digunakan untuk mengolah limbah. Beberapa penelitian penghilangan warna dan senyawa organik yang ada dalam limbah cair industri batik telah banyak dilakukan, misalnya dengan cara kimia antara lain degradasi warna dengan reaksi oksidasi, reaksi anaerob, dan reaksi fotokatalisis (Rashed dan EL-Amin, 2007: 73-81). Ada beberapa adsorben yang dapat digunakan untuk adsorpsi antara lain: bentonit, karbon aktif, silika, dan biomaterial (Mondal, 2008: 1-2).

Bentonit merupakan sumber daya alam yang cukup banyak tersedia di alam Indonesia dan dapat dijumpai di beberapa propinsi seperti Jawa

Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Sumatra Utara, Sumatra Selatan dan Jambi yang masih memiliki cadangan hingga ratusan juta ton. Bentonit merupakan salah satu lempung dari kelompok smektit, yang mengandung 85 % montmorilonit. Rumus umum dari bentonit adalah $(OH)_4.Si_2.Al_{14}.O_{20}.xH_2O$. Montmorilonit adalah suatu nama lempung yang dikhususkan untuk spesies silikat aluminium terhidrasi dengan sedikit substitusi dan banyak mengandung logam-logam alkali dan alkali tanah. Bentonit akan mempunyai daya adsorpsi yang tinggi jika diaktivasi baik dengan menggunakan asam-asam mineral (asam klorida, asam sulfat dan asam nitrat) maupun dengan pemanasan pada suhu tinggi. Pengasaman pada bentonit berfungsi untuk menghilangkan pengotor-pengotor pada bentonit (logam alkali, alkali tanah) yang tidak dapat dihilangkan dengan cara pemanasan. Aktivasi bentonit dengan pemanasan pada suhu tinggi dapat menyebabkan pembentukan struktur kristal pada bentonit dan menghilangkan zat-zat volatil sehingga luas permukaan bentonit bertambah dan mempunyai daya serap yang baik.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap adsorpsi adalah:

1. Karakter fisika dan kimia dari adsorben, antara lain: luas permukaan, ukuran pori, dan komposisi kimia.
2. Karakter fisika dan kimia dari adsorbat, antara lain: luas permukaan, polaritas, dan komposisi kimia.
3. Konsentrasi adsorbat di dalam fasa cair
4. Karakter fasa cair, antara lain: pH dan temperatur
5. Waktu adsorpsi

Berdasarkan uraian di atas, perlu diadakan suatu penelitian tentang kemampuan bentonit dalam menyerap konsentrasi zat pewarna *direct red* dalam serbuk kemudian dilarutkan melalui larutan simulasi. Bentonit yang akan digunakan adalah bentonit teknis yang dikalsinasi pada suhu 400 °C. Variabel yang dipelajari adalah massa adsorben, waktu adsorpsi, dan konsentrasi pewarna *direct red* teknis.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Jenis adsorben yang digunakan untuk mengurangi limbah cair.
2. Jenis pewarna yang digunakan dalam penelitian ini adalah pewarna *direct red* teknis.
3. Suhu kalsinasi bentonit
4. Variasi massa adsorben, waktu kontak adsorben, dan konsentrasi pewarna.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas, maka dapat dikemukakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Adsorben yang digunakan adalah bentonit teknis yang mudah diperoleh di toko kimia di Yogyakarta dalam bentuk serbuk.
2. Jenis pewarna yang digunakan dalam penelitian ini adalah pewarna *direct red* teknis.
3. Suhu kalsinasi bentonit yang digunakan adalah 400 °C
4. Variasi massa adsorben yang digunakan adalah 1 , 2, 4, dan 5 gram dengan volume larutan *direct red* teknis adalah 25 ml, waktu kontak adsorben dengan zat warna yaitu: 2, 4, 8, 24 jam dan konsentrasi pewarna: 100, 200, 400, dan 500 ppm.

D. Perumusan Masalah

Pada penelitian ini dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh massa adsorben bentonit terhadap daya adsorpsi zat warna *direct red* teknis ?
2. Bagaimana pengaruh waktu adsorpsi bentonit terhadap daya adsorpsi zat warna *direct red* teknis ?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi pewarna terhadap daya adsorpsi zat warna *direct red* teknis ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui pengaruh massa adsorben terhadap daya adsorpsi bentonit terhadap zat warna *direct red* teknis.
2. Mengetahui pengaruh waktu adsorpsi bentonit terhadap daya adsorpsi bentonit terhadap zat warna *direct red* teknis.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi zat warna terhadap daya adsorpsi zat warna *direct red* teknis.

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu informasi mengenai kemampuan bentonit terhadap daya serap zat warna *direct red* teknis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teoritik

1. Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan suatu zat baik berupa gas ataupun berupa zat cair pada permukaan adsorben. Dalam dunia industri penerapan prinsip adsorpsi ini banyak dijumpai sebagai penyerap dalam bahan-bahan pengotor dan material berwarna di dalam gula dan produk-produk organik lainnya. Beberapa mineral alam yang biasa digunakan untuk adsorben diantaranya adalah zeolit, arang aktif dan lempung, baik yang sudah diaktivasi maupun yang belum diaktivasi. Adsorpsi terjadi pada permukaan padatan sebagai akibat gaya-gaya valensi atau gaya-gaya atraktif lainnya, dimana jika dalam keadaan setimbang ikatan molekul antar pasangan elektron akan saling tolak menolak dalam permukaan. Suatu zat padat dapat menarik molekul gas atau zat cair pada permukaannya. Hal ini disebabkan adanya keseimbangan atau gaya residu pada permukaan padatan (Elaine M. McCash, 2001: 53).

Apabila ditinjau dari sebuah atom atau molekul di dalam padatan, maka atom atau molekul tersebut menerima gaya tarik yang seimbang dari atom-atom atau molekul-molekul sekitarnya. Untuk atom atau molekul pada permukaan padatan gaya tarik yang dialami tidak sama ke segala arah, sehingga sebagai kompensasinya atom-atom atau molekul-molekul tersebut bersifat adsorptif terhadap adsorbat (C. Heald and A.C.K. Smith, 1982: 341).

Secara umum adsorpsi terbagi atas dua macam yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Pada adsorpsi fisik gaya yang menyebabkan adsorpsi tersebut sama dengan gaya yang menyebabkan kondensasi dari suatu gas membentuk cairan. Panas yang dibebaskan relatif kecil dan adsorpsi ini bersifat reversibel. Adsorpsi fisik dapat membentuk lapisan adsorbat dengan ketebalan beberapa lapis molekul.

Pada adsorpsi kimia panas yang dibebaskan cukup besar dan lapisan adsorbat yang terbentuk umumnya hanya terdiri dari satu lapis. Pada adsorpsi ini antara adsorbat dengan adsorben membentuk sistem homogen. Adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia dibedakan oleh energi adsorpsi, reversibilitas dan ketebalan lapis adsorben. Adsorpsi fisika memiliki energi adsorpsi kecil ($-AH_f^{\circ}$ fisisorpsi < 35 kJ/mol), sedangkan adsorpsi kimia menghasilkan panas adsorpsi yang lebih tinggi ($-AH_k^{\circ}$ kemisorpsi > 35 kJ/mol) (G. Attar and Colin Barnes, 1998: 9-10).

Adsorpsi kimia hanya membentuk lapisan tunggal pada permukaan zat energi yang terlibat pada adsorpsi kimia jauh lebih besar dari pada adsorpsi fisik. Pemanfaatan proses adsorpsi pada proses kimia misalnya dalam industri mempunyai beberapa keuntungan, antara lain biayanya rendah, tidak ada efek samping zat beracun, dan mampu menghilangkan bahan-bahan organik lebih baik dibandingkan dengan perlakuan secara biologi yang konvensional. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah struktur dan konsentrasi adsorben, pH media, ukuran partikel, kapasitas pertukaran elektron dan suhu (Connel Miller, 1995: 25).

Proses adsorpsi biasanya dinyatakan sebagai suatu isoterm adsorpsi. Kurva hubungan antara konsentrasi adsorbat dalam kesetimbangan yang digambarkan sebagai konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi pada suatu temperatur yang tetap disebut isoterm adsorpsi. Persamaan isoterm yang sering digunakan adalah isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich.

Proses Adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Konsentrasi

Proses adsorpsi dapat digunakan untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi rendah dari campuran yang mengandung bahan lain dengan konsentrasi tinggi.

b. Luas Permukaan

Proses adsorpsi tergantung pada banyaknya tumbukan yang terjadi antara partikel-partikel adsorbat dan adsorben. Tumbukan efektif antara partikel itu akan meningkat dengan meningkatnya luas permukaan. Jadi, semakin luas permukaan adsorben maka adsorpsi akan semakin besar.

c. Suhu

Adsorpsi akan lebih cepat berlangsung pada suhu rendah. Meskipun demikian pengaruh suhu terhadap adsorpsi zat cair tidak sebesar pada adsorpsi gas.

d. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel yang diadsorpsi maka proses adsorpsinya akan berlangsung lebih cepat.

e. pH

pH mempunyai pengaruh dalam proses adsorpsi, proses adsorpsi akan maksimal pada pH optimum. pH optimum dari suatu proses adsorpsi dapat ditetapkan melalui uji laboratorium.

f. Waktu kontak

Pada proses adsorpsi dibutuhkan waktu untuk kesetimbangan. Pada proses adsorpsi waktu kontak berpengaruh terhadap jumlah zat yang teradsorpsi. Waktu yang lama akan memungkinkan proses difusi dan penempellan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Banyak hasil penelitian yang cenderung menunjukkan bahwa makin besar (lama) waktu kontak maka makin meningkat pula daya adsorpsinya dan suatu ketika diperoleh hasil yang maksimum. Hasil ini diperkuat dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Endang Widjajanti dan Heru Pratomo (1994: 8) yaitu bahwa daya adsorpsi bentonit terhadap ion besi meningkat seiring waktu.

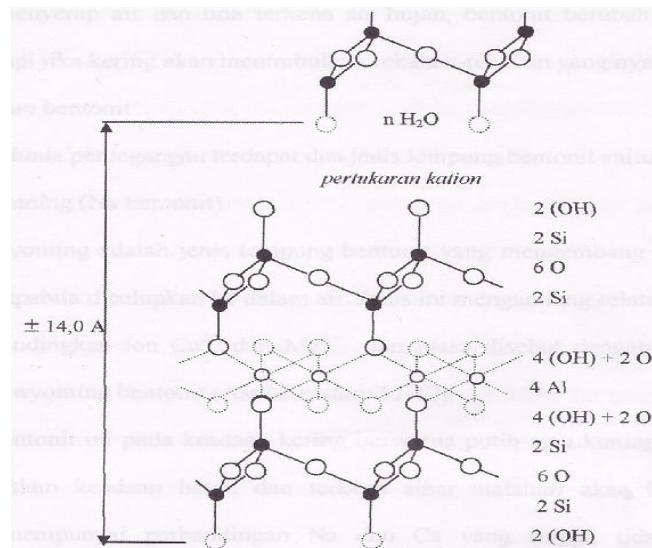
2. Bentonit

Bahan galian bentonit dikenal di Indonesia sejak dimulainya aktifitas pengeboran minyak bumi yakni kira-kira 100 tahun yang lalu. Nama bentonit pertama kali dipergunakan dalam dunia perdagangan pada tahun 1896 oleh Knight. Bentonit adalah istilah yang digunakan di dalam dunia perdagangan untuk sejenis lempung yang mengandung mineral monmorilonit. Bentonit didefinisikan sebagai lempung halus yang mengandung 85 mg/ml montmorilonit (Asril Riyanto, 1994: 2).

Bentonit tersusun dari mineral alumina silikat yang mempunyai struktur kristal berlapis dan berpori. Lempung bentonit mempunyai kemampuan mengembang (*swellability*) karena ruang antar lapis (*interlayer*) yang dimilikinya, dan dapat mengakomodasi ion-ion atau molekul dengan ukuran tertentu (<http://ppsdms.org/lempung-kita-yang-terlupakan-2.htm> diakses pada tanggal 23 Mei 2008). Bentuk dan model struktur bentonit dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Bentonit Alam



Gambar 2. Struktur monmorilonit menurut Edelman dan Favajee (Ralph E. Grim, 1953: 63).

Montmorilonit merupakan sejenis mineral yang tergolong dalam smektit dan mempunyai komposisi yang beragam. Permukaannya dapat dibagi ke dalam 3 kategori yaitu :

- a. Permukaan yang terbentuk oleh Si-O-Si dari tetrahedron silika
- b. Permukaan yang terbentuk oleh O-Al-OH dari oktahedron alumina
- c. Permukaan yang terbentuk oleh -Si-OH atau -Al-OH dari senyawa-senyawa amorf (Tan, 1991: 108)

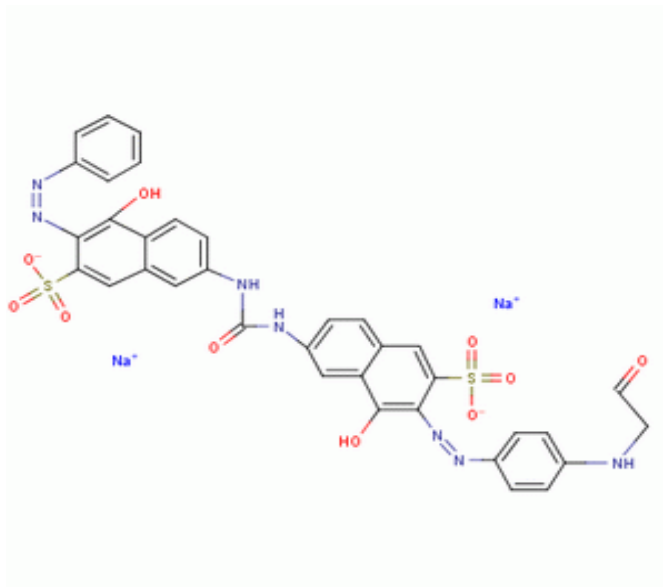
Bentonit terdiri dari 1 lembar *gibbsite* yang diapit oleh 2 lembar silika. Partikel bentonit atau monmorilonit mempunyai dimensi mendatar dari 1000-5000 °A dan ketebalan 10-50 °A, luas permukaan sekitar 800 nm²/gram, berat spesifik sekitar 2,65-2,8 mg. Ikatan antara lapisan terutama diakibatkan oleh gaya Van der Waals. Oleh karena itu ikatan ini lemah dibanding dengan ikatan hidrogen atau yang lainnya.

3. Zat warna *direct red*

Zat warna merupakan senyawa organik yang mengandung gugus kromofor terkonjugasi. Bila kromofor berikatan dengan sistem aromatik akan diperoleh senyawa yang berwarna, contohnya azo benzena berwarna orange, gabungan sistem aromatik dan kromofor tersebut disebut kromogen (Dede Karyana, 2010: 1-2).

Kromogen seperti azo benzena belum bisa dipakai sebagai zat warna karena intensitas warnanya rendah dan belum mempunyai daya celup tetapi bila dimasukkan satu atau lebih gugus aoksokrom maka akan menjadi zat warna. Dilthey dan wizinger mengemukakan bahwa aoksokrom ada yang bersifat donor-donor elektron dan ada juga yang bersifat penarik elektron. Bila aoksokrom pemberi elektron diletakkan pada arah berlawanan dengan aoksokrom penarik elektron dalam struktur molekul zat warna maka akan memperbesar sistem konyugasi zat warna, sehingga selain meningkatkan intensitas zat warna juga akan menimbulkan efek bathokromik, yaitu panjang gelombang maksimum (λ maks) zat warnanya akan semakin besar (Dede Karyana, 2010: 1-2).

Zat warna yang reaktif merupakan zat warna yang banyak digunakan untuk pewarnaan tekstil. Beberapa zat warna reaktif yang sering digunakan antara lain, *Direct Red*, *Rhemazol brilliant Orange 3R*, *Rhemazol Golden yellow RNL*, dan *Rhemazol Black B* (Catanho, 2006: 1-23). Zat warna reaktif sangat larut dalam air dan tidak teroksidasi pada kondisi aerob biasa (Pavlostathis, 2006: 7-8). Dampak yang ditimbulkan pada kesehatan antara lain adalah iritasi pada kulit dan sakit perut. Struktur *direct red* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur *Direct red*

Direct red merupakan pewarnaan tekstil yang mempunyai sifat reaktif. Sisa zat warna pada proses pewarna pada umumnya merupakan limbah organik yang sering dinyatakan dalam parameter BOD (kebutuhan oksigen biologi), COD (kebutuhan oksigen kimia), TSS (total padatan tersuspensi), dan pH. Industri tekstil dengan parameter BOD dan COD secara berturut-turut tidak boleh melebihi 85 mg/L dan 250 mg/L.

<http://digilib.its.ac.id/detil.php?id=13083:undergradute>.

4. Spektrofotometri Sinar tampak

Spektrofotometri merupakan metode analisis kimia yang tergolong spektroskopi tampak dan atau cahaya ultra violet oleh suatu larutan berwarna (Sumar Hendyana, 1994: 5).

Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum sinar tampak yang kontinyu, monokromator, sel pengadsorpsi untuk larutan sampel atau blangko dan alat untuk mengukur perbedaan adsorpsi antara sampel dan blangko. Tabel 1 mencantumkan jenis warna dan warna komplementer dari spektrum yang menghasilkan cahaya putih yang mereka campur (Tan, 1991: 7-8).

Tabel 1. Warna asli dan warna komplementer

Panjang gelombang (nm)	Warna	Warna Komplementer
400-435	Violet	Hijau kekuningan
435-480	Biru	Kuning
480-490	Biru Kehijauan	Jingga
490-500	Hijau kebiruan	Merah
500-560	Hijau	Ungu kemerahan
560-580	Hijau kekuningan	Ungu
595-610	Jingga	Biru kehijauan
610-680	Merah	Hijau kebiruan
680-700	Ungu	Hijau

Spektrofotometer sinar tampak merupakan teknik analisis yang dapat digunakan untuk menganalisis suatu senyawa secara kualitatif maupun kuantitatif. Sumber sinar dari teknik ini berada pada daerah panjang gelombang 400 – 800 nm. Adsorpsi elektromagnetik pada sampel menyebabkan terjadinya transisi elektron dari orbital $n \rightarrow \pi^*$ maupun $\pi \rightarrow \pi^*$, sisa radiasi elektromagnetik yang diteruskan akan diukur oleh alat. Perbandingan antara intensitas sinar yang diteruskan dan sinar awal dinyatakan sebagai absorbansi (A).

Pengukuran dengan spektroskopi UV-VIS memiliki keuntungan yang selektif, yaitu gugus-gugus karakteristik dapat dikenal dalam molekul-molekul

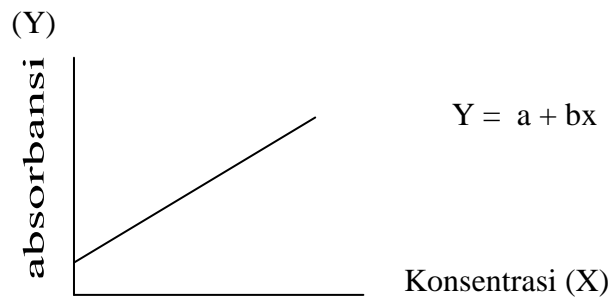
yang sangat kompleks. Sebagian besar dari molekul yang relatif kompleks mungkin transparan dalam ultraviolet sehingga kita mungkin memperoleh spektrum yang semacam dari molekul yang sederhana (Tan, 1991: 11). Secara matematik, bila sistem ideal akan diperoleh satu garis lurus antara absorbansi dengan konsentrasi menurut hukum lambert Beer yang dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$A = \epsilon.b.c$$

Keterangan :

- A : absorbansi
- ϵ : tetapan adsorptifitas
- b : jarak tempuh optik
- c : konsentrasi

Hukum Lambert – Beer dapat diterapkan hanya untuk radiasi monokromatik. Secara matematis persamaan 1 dapat digambarkan seperti Gambar 4.



Gambar 4. Grafik absorbansi terhadap konsentrasi untuk larutan ideal.

Persamaan garis tersebut mempunyai harga *slope* sebesar ϵ . Dengan mengalurkan harga absorbansi untuk beberapa larutan dengan konsentrasi tertentu akan didapatkan persamaan grafik larutan standar. Konsentrasi larutan sampel dapat ditentukan menggunakan kurva larutan standar ini.

B. Penelitian yang Relevan

Penelitian Karna Wijaya yang berjudul Studi Kestabilan Termal dan Asam Lempung Bentonit menyebutkan bahwa penambahan asam sulfat dengan konsentrasi 2 dan 3 M dengan waktu perendaman 24 jam mengakibatkan berkurangnya daya serap bentonit karena terjadi perubahan pada ikatan Si-O-Si (Karna Wijaya, 2002: 20-25).

Telah dilakukan penelitian oleh Nur Syazana Binti Azizan (2009), yang telah melakukan adsorpsi *direct red* dengan penjerapan $ZnAlNO_3$ menggunakan spektrofotometer FTIR dan membandingkan hasilnya antara isoterm Freundlich dan isoterm Langmuir. Dari penelitian tersebut diperoleh penjerapan yang maksimal pada isoterm langmuir yaitu sebesar 36,364 mg/g, sedangkan isoterm Freundlich sebesar 22,831 mg/g.

C. Kerangka Berpikir

Proses industri pasti akan menghasilkan suatu hasil buangan yang berupa limbah. Limbah merupakan buangan yang kehadirannya pada suatu waktu dan tempat tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomis. Dalam suatu proses industri, sebagian besar limbah yang dihasilkan berupa bahan-bahan beracun dan berbahaya bagi lingkungan (A.K.Prodjosantoso, 1991: 27). Salah satu industri yang limbahnya cukup berbahaya bagi lingkungan adalah industri pewarna kain dan batik. Zat warna yang banyak digunakan saat ini khususnya pada industri-industri penghasil kain terbesar adalah pewarna yang berkualitas, tidak mudah luntur, awet dan tahan lama. Para pengrajin batik modern biasanya tidak lepas dari zat warna *direct red* karena keawetannya. Salah satu cara mengurangi kadar zat warna dalam limbah cair adalah dengan penyerapan oleh bentonit.

Untuk meningkatkan aktivitas bentonit ini, maka perlu adanya aktivasi terlebih dahulu. Pengaktifan bentonit dilakukan dengan cara merendam bentonit dalam larutan asam nitrat 1 M selama 1 jam. Bentonit hasil aktivasi dengan larutan asam nitrat 1 M kemudian dikalsinasi pada suhu 450 °C selama 1 jam.

Tujuan pengasaman dengan larutan asam nitrat adalah untuk menghilangkan pengotor-pengotor pada bentonit yaitu logam-logam alkali dan alkali tanah.

Pada penelitian ini tidak dilakukan perendaman dengan asam melainkan dikalsinasi, yakni dengan kalsinasi dengan suhu 400 °C. Kalsinasi tersebut bertujuan untuk menghilangkan kandungan air, zat - zat volatil dan membentuk struktur kristal pada bentonit serta memperbesar luas permukaan pori-pori bentonit sehingga mempunyai kemampuan adsorpsi yang baik.

Bentonit yang telah diaktivasi, digunakan untuk mengadsorpsi larutan pewarna *direct red* pada konsentrasi 100 ppm dengan variasi massa adsorben yaitu 1, 2, 4, dan 5 gram. Massa adsorben yang bervariasi ini digunakan untuk memperoleh massa yang mempunyai daya adsorpsi maksimal. Massa ini selanjutnya digunakan untuk mengadsorpsi larutan pewarna *direct red* pada berbagai konsentrasi. Penelitian ini ingin menentukan pengaruh massa adsorben, waktu adsorpsi, dan konsentrasi pewarna terhadap daya adsorpsi bentonit pada pewarna *direct red* teknis yang dapat menghasilkan daya adsorpsi maksimal.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Subjek Penelitian dan Objek Penelitian

1. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah bentonit teknis yang diperoleh di toko *Chemic* di Yogyakarta.

2. Objek penelitian

Objek penelitian adalah daya adsorpsi bentonit terhadap zat warna *direct red* teknis.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah;

1. Variabel bebas : a. Massa adsorben dengan zat warna: 1, 2, 4, dan 5 gram.
b. Waktu kontak adsorben dengan zat warna: 2, 4, 8, dan 24 jam.
c. Konsentrasi adsorbat: 100,200,400, dan 500 ppm.
d. Variabel terikat: Daya adsorpsi bentonit terhadap zat warna *direct red* teknis.

C. Alat dan Bahan

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut;

1. Alat yang digunakan :
 - a. 1 set UV-Vis Shimadzu 2450
 - b. Oven Eyela WFO-450 ND
 - c. Timbangan analitik (Ohaus Pioneer)
 - d. Magnetic stirrer (Wiggen Hauser)
 - e. Ayakan 100 mesh
 - f. Lumpang dan mortar
 - g. Sentrifugator

- h. Peralatan antara lain: beker gelas 500 dan 1000 ml, gelas ukur 50 dan 100 ml, labu ukur 100 dan 250 ml, pipet tetes, pipet volume 5 dan 10 ml, corong kaca, kaca arloji, dan spatula).
2. Bahan-bahan yang digunakan :
 - a. Zat warna *direct red* teknis
 - b. Bentonit teknis
 - c. akuades
 - d. Kertas saring
 - e. *Akuabides steril water for irrigation U.S.P non pyrogenic*

D. Prosedur Kerja

1. Pencucian bentonit + kalsinasi

Sebanyak 150 gram direndam dbentonit alam 3 L *Akuabides steril water for irrigation U.S.P non pyrogenic* sambil diaduk dengan menggunakan pengaduk magnetik selama 24 jam. Setelah pengadukan selama 24 jam, bentonit dibiarkan mengendap dan selanjutnya bentonit disaring dengan menggunakan kertas saring. Bentonit hasil penyaringan ini kemudian dioven pada suhu 100 °C selama 3 jam untuk menghilangkan kandungan airnya. Kemudian bentonit kering dikalsinasi pada suhu 400 °C selama 1 jam.

2. Pembuatan Larutan Induk *direct red* 1000 ppm

Menimbang kristal pewarna *direct red* sebanyak 0,25 gram dilarutkan dengan akuades dan diencerkan hingga 250 ml dalam labu takar 250 ml, sehingga didapatkan larutan zat warna dengan konsentrasi 1000 ppm.

3. Pembuatan Larutan Standar Pewarna *direct red*

Mengambil larutan induk masing-masing sebanyak 1; 2; 2,5; 3; 3,5; dan 4 gram. kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml. Selanjutnya masing-masing larutan ini diencerkan dengan akuades hingga mencapai tanda baca (tanda etsa). Dari hasil pengenceran, didapatkan larutan standar dengan konsentrasi warna 10, 20, 25, 30, 35, dan 40 ppm.

4. Penentuan panjang gelombang maksimum

Mengukur absorbansi larutan *direct red* 5 ppm pada panjang gelombang 350-700 nm. Kemudian dibuat kurva absorbansi vs panjang gelombang (nm).

5. Pembuatan Larutan Pewarna *direct red* sebagai larutan adsorbat

Larutan pewarna *direct red* 1000 ppm masing-masing diambil sebanyak 10, 20, 40 dan 50 ml dimasukkan dalam labu takar 100 ml. Masing-masing larutan diencerkan dengan akuades sampai tanda etsa sehingga didapatkan larutan dengan konsentrasi warna 100, 200, 400, dan 500 ppm. Selanjutnya larutan ini diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum 350-700 nm (sebelumnya di cari panjang gelombang maksimum), kemudian dibuat kurva kalibrasi. Panjang gelombang maksimum adalah 350-700 nm.

6. Membuat kurva kalibrasi

Mengukur absorbansi larutan *direct red* dengan konsentrasi; 10, 20, 25, 30, 35 dan 40 ppm pada panjang gelombang maksimal yaitu 494 nm. Kemudian dibuat kurva kalibrasi yaitu hubungan antara absorbansi dan konsentrasi untuk larutan standar.

7. Penentuan pengaruh massa bentonit terhadap daya adsorpsi

Bentonit yang telah dikalsinasi ditimbang sebanyak 1, 2, 4, dan 5 gram. Masing-masing bentonit dimasukkan ke dalam gelas beker 100 ml yang sudah berisi 25 ml larutan zat warna 100 ppm sambil diaduk dengan pengaduk magnetik selama 1 jam, kemudian didiamkan selama 1 jam. Selanjutnya bentonit disaring dan diambil filtratnya untuk dianalisis dengan alat spektrofotometer sinar tampak dan dihitung daya adsorpsinya.

8. Penentuan pengaruh waktu bentonit terhadap daya adsorpsi

Sebanyak 5 gram bentonit hasil kalsinasi dimasukkan ke dalam beker 100 ml yang berisi 25 ml larutan zat warna pada konsentrasi 500 ppm diaduk masing-masing selama 1 jam. Kemudian dibiarkan hingga 2, 4, 8, dan 24 jam.

Setelah disaring kemudian mengukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer. Menentukan waktu kontak *direct red* yang maksimum.

9. Penentuan pengaruh konsentrasi zat warna *direct red* terhadap daya adsorpsi

Sebanyak 5 gram bentonit, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker 100 ml yang berisi 25 ml larutan zat warna dengan konsentrasi 100, 200, 400, dan 500 ppm sambil diaduk dengan pengaduk magnetik selama 1 jam, kemudian didiamkan selama 1 jam. Setelah itu disaring dan filtratnya diambil untuk diukur absorbansinya dengan menggunakan alat spektrofotometer sinar tampak dan dihitung daya adsorpsinya.

E. Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian adalah data kuantitatif berdasarkan hasil spektrofotometri Uv-Vis guna mengetahui absorbansi larutan standar dan absorbansi larutan sisa adsorpsi. Dari data spektrum Uv-Vis dapat diketahui besarnya daya adsorpsi bentonit terhadap zat warna *direct red* teknis. Data dianalisis secara deskriptif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Penentuan Persamaan Garis Regresi.

berikut Grafik hubungan antara absorbansi dan konsentrasi larutan standar secara umum mempunyai persamaan garis regresi yang diprediksi sebagai berikut:

$$Y = aX + b$$

$$a = \frac{n \sum XY - \sum X (\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{Y (\sum X^2) - (\sum X) (\sum XY)}{n \sum x^2 - \sum X^2}$$

Keterangan:

Y = absorbansi larutan

X = konsentrasi sisa larutan sampel

a = koefisien kemiringan / slope

b = tetapan larutan standar / intersep

n = jumlah larutan sampel

2. Penentuan signifikansi korelasi X (konsentrasi) dengan Y (absorbansi)

Untuk menentukan korelasi antara variabel X dan variabel Y dicari dengan teknik korelasi *product moment*, dengan rumus sebagai berikut:

$$r^2 = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{(n \sum X^2 - \sum X^2) (n \sum Y^2 - \sum Y^2)}$$

Harga r kemudian dikonsultasikan dengan tabel *product moment* dengan jumlah data 6 pada taraf signifikansi 1%. Ada korelasi antara konsentrasi larutan standar *direct red* teknis (X) dan absorbansi (Y) yang bermakna jika r hitung > r tabel.

3. Uji linieritas Garis Regresi

Linieritas garis regresi dari kurva standar diuji dengan uji F dengan rumus sebagai berikut:

$$JK_{\text{reg}} = \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2}$$

$$db_{\text{reg}} = 1$$

$$RJK_{\text{reg}} = \frac{JK_{\text{reg}}}{db_{\text{reg}}}$$

$$JK_{\text{res}} = \sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2}$$

$$Db_{\text{res}} = N-2$$

$$RJK_{\text{res}} = \frac{JK_{\text{res}}}{db_{\text{res}}}$$

$$F_{\text{reg}} = \frac{RJK_{\text{reg}}}{RJK_{\text{res}}}$$

Keterangan:

RK_{reg} = rerata kuadrat garis regresi

RK_{res} = rerata kuadrat residu

F_{reg} = harga bilangan F untuk garis regresi

N = cacah kasus

R = koefisien korelasi antara kriterium dan prediktor-prediktor

JK = jumlah kuadrat

Db = derajat bebas

Sumber: Sutrisno Hadi, 1982: 13-23

Jika F ukur lebih besar dari F tabel berarti dapat disimpulkan bahwa persamaan garis regresinya adalah linier dan dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi pewarna *direct red* teknis.

4. Penentuan Konsentrasi Pewarna

Untuk menentukan konsentrasi pewarna *direct red* teknis akhir setelah proses adsorpsi dapat dilakukan dengan mensubstitusikan pada persamaan garis regresi linear yang sudah di peroleh. Selanjutnya masing-masing harga absorbansi dari larutan sampel dimasukkan kedalam persamaan:

$$Y = aX + b, \text{ sehingga } X = \frac{(y-b)}{a}$$

Keterangan:

Y = Absorbansi larutan standar *direct red* teknis

X = Konsentrasi larutan standar *direct red* teknis

a = Slope (kemiringan garis)

b = Intersep (perpotongan garis)

Berdasarkan rumus perhitungan tersebut maka konsentrasi pewarna *direct red* teknis dalam larutan dapat di tentukan. Perhitungan ini di lakukan secara otomatis oleh program komputerisasi dari alat spektrometer UV-VIS.

5. Penentuan daya adsorpsi bentonit terhadap zat warna *direct red*

Untuk menghitung daya adsorpsi bentonit terhadap pewarna *direct red* teknis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = \frac{C_0 - C_a}{w} \times V$$

Dimana:

D = daya adsorpsi

C₀ = konsentrasi awal pewarna (ppm=mg/L)

C_a = konsentration setelah adsorpsi (ppm=mg/L)

V = volume adsorbat (L)

w = massa adsorben (g)

Penentuan kurva hubungan daya adsorpsi dan massa adsorben, waktu adsorpsi. Dari pengamatan tersebut kemudian dibuat kurva hubungan antara persentase daya adsorpsi sebagai sumbu Y dan massa adsorben, waktu adsorpsi, dan konsentrasi pewarna *direct red* sebagai sumbu X.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Pencucian bentonit dan kalsinasi

Bentonit yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentonit teknis. Bentonit teknis tersebut pertama-tama direndam dengan akuabides *steril Water For Irrigation U.S.P non pyrogenic* sambil diaduk terus menerus dengan pengaduk magnetik stirer selama 24 jam. Kemudian disaring dengan alat pompa vakum dan dikeringkan dengan suhu $100^{\circ}\text{C} \pm 3$ jam untuk menghilangkan kandungan airnya. Dari perlakuan tersebut terbentuk bentonit yang berupa bongkahan-bongkahan berwarna coklat. Bongkahan tersebut kemudian siap untuk dikalsinasi.

Bentonit yang telah dibersihkan dan dikeringkan selanjutnya dikalsinasi dengan menggunakan *muffle furnace* pada suhu 400°C selama 1 jam. Kemudian bentonit hasil kalsinasi ini selanjutnya diayak dengan ukuran 100 mesh agar diperoleh butiran/partikel yang sama. Setelah di ayak, bentonit hasil kalsinasi tersebut siap digunakan untuk proses selanjutnya yakni proses adsorpsi zat warna *direct red* teknis.

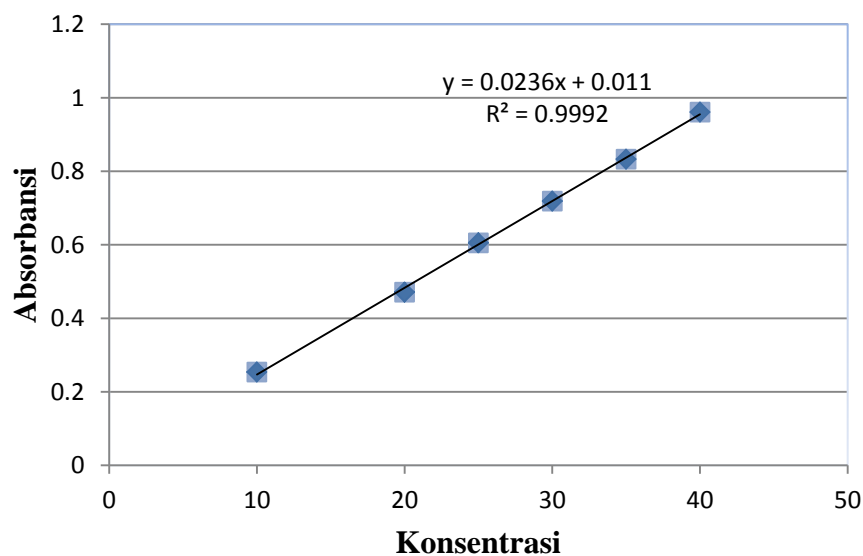
2. Pembuatan kurva standar *direct red* teknis

Analisis dengan menggunakan Spektrometer pertama-tama yang harus dilakukan adalah menentukan panjang gelombang maksimum. Larutan *direct red* teknis 5 ppm diukur absorbansinya, dan didapat panjang gelombang maksimum adalah 494,00 nm dengan absorbansi 0,71. Secara rinci penentuan panjang gelombang maksimum dapat dilihat pada lampiran 3.

Kemudian dibuat larutan standar *direct red* teknis pada konsentrasi 10, 20, 25, 30, 35, dan 40 ppm. Absorbansi larutan standar *direct red* teknis tersebut diukur menggunakan Spektrometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 494,00 nm, kemudian dibuat kurva kalibrasi antara absorbansi dan konsentrasi larutan standar seperti terlihat pada tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Data absorbansi larutan standar pewarna *direct red* pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
10	0,254
20	0,471
25	0,605
30	0,719
35	0,833
40	0,961



Gambar 5. Kurva hubungan antara absorbansi dan konsentrasi larutan standar pewarna *direct red*.

Dengan menggunakan program excel pada komputer maka kurva kalibrasi larutan standar *direct red* teknis tersebut mempunyai persamaan garis linear $Y = 0,023X + 0,011$, dengan $r^2 = 0,999$, $r = \sqrt{0,999} = 0,999$.

Uji signifikansi korelasi antara x dan y menunjukkan bahwa $r_{tabel} = 0,917 < r_{hitung} = 0,999$ pada taraf signifikansi 1%, maka persamaan garis regresi ini menunjukkan hubungan positif antara serapan dengan konsentrasi. Uji linieritas garis regresi menunjukkan bahwa $F_{hitung} = (27864)$ pada taraf signifikansi 1%, sehingga persamaan garis regresi ini dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi pewarna *direct red* teknis.

3. Pengaruh massa adsorben terhadap daya adsorpsi bentonit pada pewarna *direct red* teknis.

Penentuan massa adsorben optimum dilakukan dengan memvariasi massa adsorben yaitu sebesar 1, 2, 4, dan 5 gram. Adsorben dengan massa tertentu direndam dalam larutan pewarna *direct red* teknis dengan konsentrasi tetap yaitu 126,283 ppm (teoritis 100 ppm), kemudian diaduk selama 1 jam dan didiamkan selama 1 jam dengan waktu adsorpsi total yaitu 2 jam. Kemudian endapannya disaring dan filtratnya diambil untuk diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada λ maks 494,00 nm. Absorbansi hasil pengukuran dikonsultasikan dengan kurva kalibrasi, sehingga didapat konsentrasi sisa untuk masing-masing massa adsorben. Konsentrasi digunakan untuk menghitung daya adsorpsinya. Secara lengkap perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 3. Hasil optimasi massa adsorben dan daya adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai massa adsorben.
(Waktu kontak: 2 jam ; konsentrasi: 126,283 ppm).

Massa bentonit (gram)	Daya Adsorpsi rata-rata (mg/g)
1	29,555
2	15,359
4	7,758
5	6,214

Dari data pada tabel 3 didapat massa optimum adalah 1 gram.

4. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap daya adsorpsi bentonit pada pewarna *direct red* teknis.

Penentuan waktu adsorpsi terbaik dilakukan dengan memvariasikan waktu adsorpsi yaitu dengan variasi waktu selama 2, 4, 8, dan 24 jam. Waktu adsorpsi yaitu waktu yang digunakan selama proses perendaman. Konsentrasi larutan pewarna *direct red* teknis yang digunakan untuk perendaman adalah konsentrasi optimum 500 ppm dan massa terpilih 5 gram. Kemudian endapannya disaring dan filtratnya diambil untuk diukur absorbansinya dengan spektrofotometer Visibel

pada λ maks 494,00 nm. Hasil pengukuran dikonsultasikan dengan kurva kalibrasi, sehingga didapat konsentrasi sisa. Konsentrasi tersebut kemudian dihitung daya adsorpsinya. Data daya adsorpsi bentonit terhadap pewarna *direct red* teknis pada berbagai variasi waktu kontak dilihat pada Tabel 4. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai waktu kontak (Massa adsorben: 5 g ; konsentrasi: 465,28 ppm).

Waktu kontak zat warna <i>direct</i> dengan bentonit (jam)	Daya adsorpsi rata-rata (mg/g)
2	2,2898
4	2,2786
8	2,2179
24	2,1304

Waktu kontak daya dengan daya adsorpsi terbesar adalah 2 jam.

5. Pengaruh konsentrasi pewarna terhadap daya adsorpsi bentonit pada pewarna *direct red* teknis.

Pengaruh konsentrasi dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi pewarna yaitu 100, 200, 400, dan 500 ppm. Pemilihan konsentrasi tersebut adalah untuk memudahkan dalam proses pengenceran karena larutan tersebut berasal dari larutan induk 1000 ppm, masing-masing diambil volumenya sebesar 10, 20, 40 dan 50 ml. Kemudian diencerkan ke dalam labu takar 100 ml sampai tanda batas. Massa adsorben (5 gram) dan waktu perendaman terbaik (2 jam) yang digunakan dalam proses adsorpsi ini. Setelah proses adsorpsi selesai, kemudian endapannya disaring dan filtratnya diambil dan diukur absorbansinya. Daya adsorpsi terbesar untuk variasi konsentrasi adalah 500 ppm (konsentrasi terukur 465,28). Daya adsorpsi bentonit pada berbagai variasi konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 5. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 5. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai konsentrasi pewarna *direct red* (waktu kontak: 2 jam ; massa bentonit: 5 g).

Konsentrasi pewarna (ppm)	Daya adsorpsi rata-rata (mg/g)
100	0,2672
200	0,8936
400	1,6428
500	2,2454

Daya adsorpsi terbesar untuk bentonit selama waktu kontak 2 jam didapat pada konsentrasi pewarna 465,28 ppm (teoritis 500 ppm).

1. Pembahasan

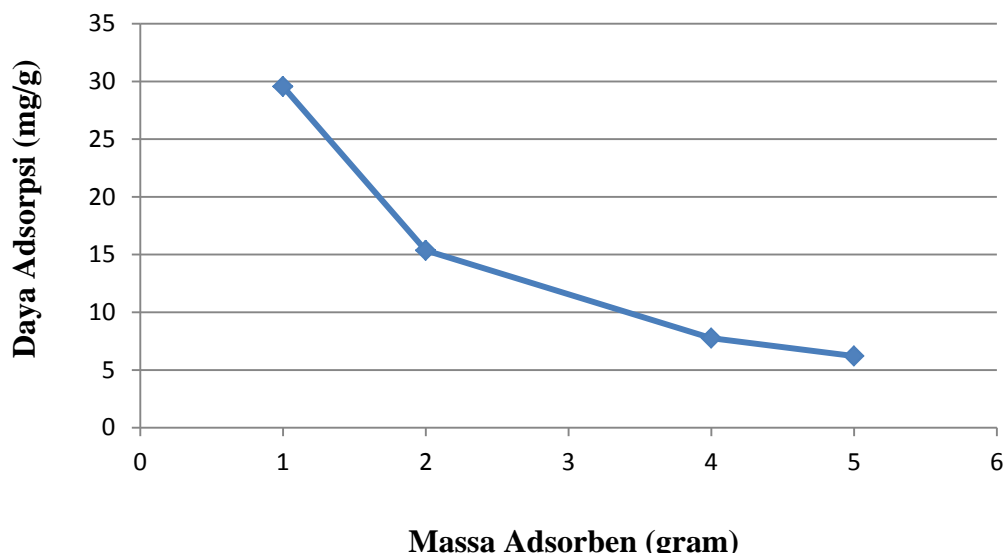
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya adsorpsi bentonit terhadap pewarna *direct red* teknis. Proses adsorpsi ini dilakukan dengan cara pertama-tama bentonit yang telah dicuci dengan akuabides *Steril Water For Irrigation U.S.P non pyrogenic* di aduk dan dikeringkan dengan oven pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3$ jam. Setelah itu dikalsinasi pada suhu $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh, agar memiliki butiran/partikel yang sama. Setelah itu bentonit siap dipakai sebagai adsorben. Tujuan kalsinasi pada bentonit tersebut adalah untuk mempercepat proses serapan/daya serap, yakni dalam penelitian ini adsorbatnya adalah pewarna *direct red* teknis.

Pada penelitian ini menggunakan adsorbat pewarna *direct red* teknis, artinya tingkat kemurnian dari pewarna ini tidak diketahui. Pewarna ini banyak digunakan dalam industri kerajinan bambu dan industri batik. Limbah pewarna ini sangat berbahaya apabila terbuang ke lingkungan, karena pewarna *direct* khususnya *direct red* teknis merupakan senyawa azo dan turunannya. Gugus azo umumnya merupakan gugus turunan mengandung cincin benzena yang sulit terbiodegradasi. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan kovalen yang kuat antara atom karbon dari zat warna dengan atom O, N atau S dari gugus hidroksi, amino atau thiol dari polimer (Christie, 2001: 135). Oleh sebab itu limbah

pewarna *direct red* perlu dikurangi atau dihilangkan dengan cara tertentu, dalam penelitian dipilih cara adsorpsi. Pemilihan bentonit teknis sebagai adsorben dilatar belakangi oleh karakter bentonit yang mempunyai kemampuan menyerap yang tinggi terhadap zat cair maupun zat padat yang berada dalam larutan (Austin, 1996: 140).

1. Pengaruh massa adsorben terhadap daya adsorpsi bentonit pada pewarna *direct red* reknis

Gambar 6 di bawah ini menunjukkan hubungan antara massa adsorben terhadap daya adsorpsi. Berdasarkan gambar 6, dalam penelitian ini dapat ditentukan massa adsorben optimum adalah 1 gram dengan konsentrasi 100 ppm (teoritis sebenarnya 126,283).



Gambar 6. Kurva hubungan antara daya adsorpsi dan massa adsorben

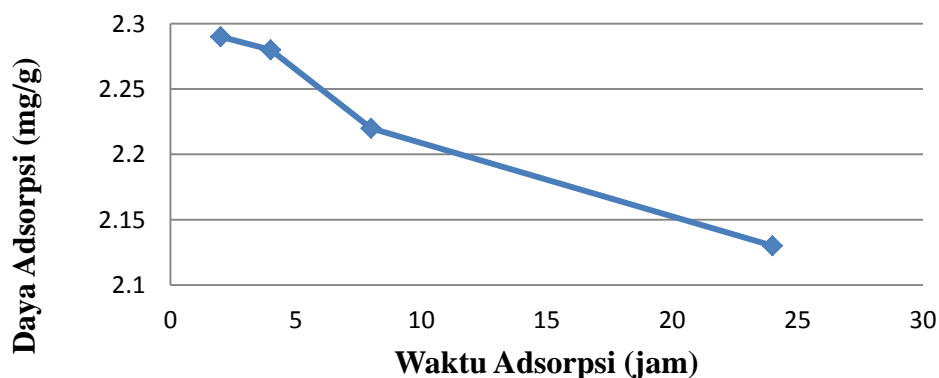
Hasil perhitungan dan grafik menunjukkan bahwa ada pengaruh massa bentonit pada proses adsorpsi pewarna *direct red* dengan bentonit. Dari variasi massa bentonit pada penelitian ini dicapai massa bentonit optimum yang dicapai adalah 1 gram dengan daya adsorpsi rata-rata sebesar 29,552 mg/g.

Ternyata makin sedikit massa adsorben maka makin besar daya adsorpsinya. Kemampuan mengadsorpsi pewarna terbatas, karena permukaan

adsorben akan saling tumpah tindih saling menutupi, sehingga adsorbat (gugus pewarna) menjadi terbatas gerakannya dalam memperebutkan permukaan. Daya adsorpsi bentonit terhadap pewarna *direct red* pada variasi massa bentonit mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya massa bentonit. Pada massa bentonit yang besar proses adsorpsinya akan berlangsung dengan cepat dan telah mencapai titik kejenuhan. sehingga pada suatu saat, kecepatan adsorpsinya lebih besar dari kecepatan desorpsinya, sehingga adsorbat mudah lepas dari permukaan adsorben. Akibatnya pada massa bentonit yang semakin bertambah maka adsorbat semakin mudah terdesorpsi. Dengan demikian daya adsorpsi dipengaruhi juga oleh massa bentonit, sehingga pada penelitian ini massa bentonit optimum adalah 1 gram dengan daya adsorpsi rata-rata sebesar 29,552 mg/g.

2. Pengaruh waktu adsorpsi zat warna terhadap daya adsorpsi bentonit

Untuk mengetahui waktu adsorpsi optimum dari bentonit terhadap pewarna *direct red* teknis, dilakukan penelitian dengan memvariasikan waktu adsorpsi yakni selama 2, 4, 8, dan 24 jam dengan massa adsorben tetap yaitu 5 gram dengan konsentrasi tetap 500 ppm. Waktu adsorpsi yaitu waktu yang digunakan selama proses perendaman. Gambar 7 memperlihatkan hubungan antara waktu adsorpsi dan daya adsorpsi.



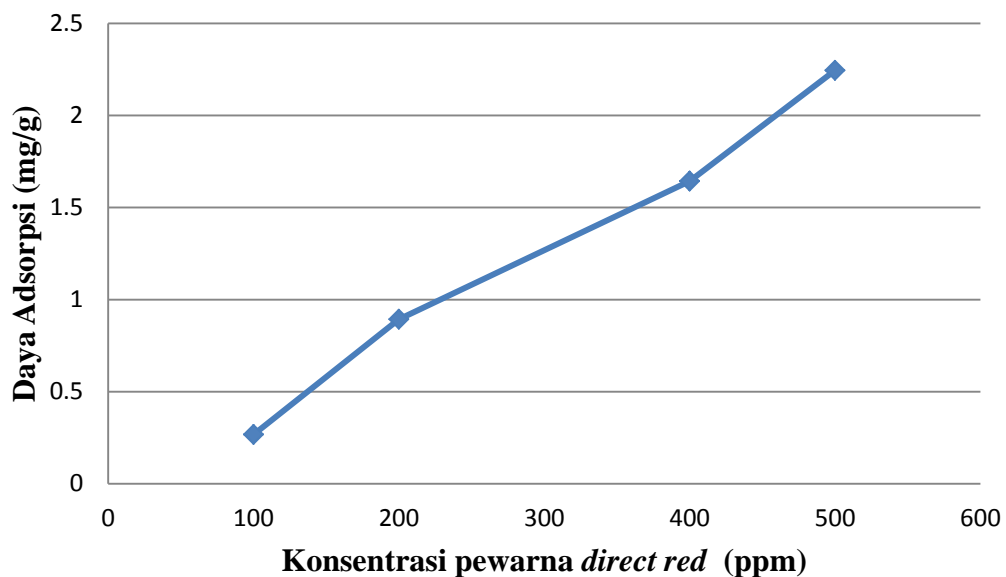
Gambar 7. Kurva hubungan antara waktu adsorpsi terhadap daya adsorpsi

Gambar 7 di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman bentonit maka semakin kecil daya adsorpsinya. Sebaliknya semakin sedikit waktu perendaman maka semakin besar daya adsorpsinya. Hal dapat dijelaskan bahwa

melekatnya molekul adsorbat pada permukaan adsorben mungkin disebabkan fisisorpsi sehingga dengan tekanan dari adsorbat yang terus menerus maka akan terjadi desorpsi dari permukaan sehingga pada kesetimbangan laju adsorpsi sama besar dengan laju desorpsi. Makin lama perendaman ternyata laju desorpsi makin membesar atau laju adsorpsi menurun.

3. Pengaruh konsentrasi pewarna terhadap daya adsorpsi bentonit

Untuk mengetahui kemampuan daya adsorpsi bentonit terhadap pewarna *direct red* teknis dilakukan penelitian dengan memvariasikan konsentrasi pewarna yaitu sebesar 100, 200, 400 dan 500 ppm. Massa adsorben dan waktu perendaman yang digunakan selama proses adsorpsi adalah (5 gram) dan waktu perendaman optimum (2 jam). Gambar 8 menunjukkan hubungan antara konsentrasi pewarna terhadap daya adsorpsi.



Gambar 8. Kurva hubungan antara konsentrasi pewarna terhadap daya adsorpsi

Gambar 8 di atas menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi pewarna maka semakin besar pewarna *direct red* teknis yang terserap kepermukaan adsorben/bentonit. Dari perhitungan dan grafik diperoleh konsentrasi optimum pewarna *direct red* adalah 500 ppm (konsentrasi terbaca 465,28). Tetapi pada

konsentrasi 100, 200, dan 400 ppm diperoleh daya adsorpsi yang kecil. Hal ini dikarenakan pada permukaan adsorben yang berinteraksi masih mampu untuk mengikat gugus azo dari pewarna *direct red*, sehingga makin besar konsentrasi pewarna maka semakin banyak pewarna *direct red* teknis yang terserap kepermukaan adsorben.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar massa bentonit yang ditambahkan ke dalam larutan pewarna *direct red* daya adsorpsi bentonit makin kecil.
2. Semakin lama waktu perendaman pewarna *direct red* maka daya adsorpsi bentonit makin kecil.
3. Semakin besar konsentrasi pewarna *direct red* maka daya adsorpsi bentonit makin besar.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang:

1. Variasi massa bentonit yang lebih kecil, karena bentonit merupakan adsorben yang memiliki daya serap yang tinggi.
2. Variasi konsentrasi pewarna *direct red* yang lebih besar untuk memaksimalkan kemampuan bentonit.

DAFTAR PUSTAKA

- A.K. Prodjosantoso. (1991). *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Asril Riyanto. (1994). *Bahan Galian Industri Bentonit*. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Austin, T George. (1996). *Industri Proses Kimia*. Jakarta: erlangga.
- Catanho. (2006). Pengaruh Zat Warna Reaktif Terhadap Pencenaran Lingkungan. *Jurnal penelitian kimia*. 1-2
- C. Heald and A. C. K. Smith. (1982). *Applied Physical Chemistry*. London and Basingstoke Company and Representative Throughout world : The Macmillan Press. LTd.
- Christie, R. M. (2001). *Colour Chemistr*. London: RSC Paperback, The Royal Society of Chemistry, UK.
- Connel, D.W. & Miller, GJ. (1995). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: UI – Press.
- Dede Karyana. (2010). *Pengantar Kimia Zat Warna*. Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil.
- Elaine M. Mc.Cash. (2001). *Surface Chemistry*. MPG Book LTd, bodmin, Connwall, UK.
- Endang Widjayanti. (2003). *Daya Adsorpsi Zeolit dan Bentonit terhadap Alkil Linier Benzena Sulfonat dalam Deterjen*. Penelitian Iptek dan Humaniora (1 tahun 1. 61-71).
- Endang Wijayanti. (2009). *Kajian Penggunaan Adsorben sebagai Alternative Pengolahan Limbah Zat Pewarna Tekstil*. Proseding Seminar Nasional Kimia, 17 Oktober 2009
- Endang W. Dan Heru P. (1994). Pemanfaatan Bentonit pada Adsorpsi dalam Air Sumur. *Penelitian Ilmiah*. Yogyakarta: FMIPA IKIP.
- G. Attar and Colin Barnes. (1998). *Surfaces*. OXFORD New York Toronto: UGM Press.

<http://www.indonetwork.co.id/selloffers/Kimia/0/pewarna.html>.

<http://digilib.its.ac.id/detil.php?id=13083:undergradute>.

<http://ppsdms.org/lempung-kita-yang-terlupakan-2.htm> diakses pada tanggal 23 Mei 2008

Mondal, S. (2008). Methods of Dye Removal from Dye House Effluent. *Jurnal Enviromental Engineering*. Vol. 25 (3). Hal 1-2.

Nur Syazana Binti Azizan. (2009). Adsorpsi Penjerapan Pewarna *Direct Red* Pada Senyawa ZnAlNO₃. *Jurnal Penelitian Kimia*. Mara: Universitas Teknologi Mara.

Karna Wijaya, dkk. (2002). *Studi Kestabilan Termal dan Asam Lempung Bentonit*. Indonesia Journal of Chemistry. 2 (1) : 20 – 25.

Nuryantini, Siti Isnijah dan Tasrif. (1992). *Studi Potensi Bentonit dari Daerah Karang Nunggal, Nanggulan, Boyolali dan Pacitan untuk Bahan Baku Aditif Cat*. Prosiding

Pavlostathis, G. (2006). Biological Decolorization and Reuse of Spent Reactive Dyebaths, *Annual Report FY 01*.

Ralph E. Grim (1953). *Clay Mineralogi*. United of America: Mcgraw Hill Book Company, inc.

Rashed M.N. dan El-Amin A.A. (2007). Photocatalytic Degradation of Methyl Orange in Aqueous Under Different Solar Irradiation Sources. *Jurnal Of Physical Sciences* Vol. 2 (3). Hal. 073-081.

Sumar Hendyana, dkk, dan Buchari (pendamping). (1994). *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi kesatu. Semarang: IKIP Semarang Press.

Tan, Kim H. (1991). *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Data Larutan Standar *Direct Red* dan Perhitungannya

A. Data Adsorbansi Larutan Standar *Direct Red* Teknis

Tabel 6. Data adsorbansi larutan standar pewarna *direct red* pada berbagai konsentrasi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
10	0,254
20	0,471
25	0,605
30	0,719
35	0,833
40	0,961

Keterangan: Panjang gelombang maksimum 494,00 nm (5 ppm)

B. Persamaan Garis Regresi

Tabel 7. Statistik dasar perhitungan persamaan garis regresi untuk larutan standar *direct red*

n	X (ppm)	Y (abs)	X ²	Y ²	XY
1	10	0,254	100	0,06542	2,54
2	20	0,471	400	0,22184	9,42
3	25	0,605	625	0,36602	15,125
4	30	0,719	900	0,51681	21,570
5	35	0,833	1225	0,69389	29,155
6	40	0,961	1600	0,92352	38,440
∑	160	3,843	4850	2,78680	116,25

Dari tabel 7. Dapat ditentukan persamaan regresi larutan standar *direct red* teknis

$$a = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum x^2 - X^2}$$

$$a = \frac{6 \cdot 116,25 - 160 \cdot (3,843)}{6 \cdot 4850 - (160)^2}$$

$$a = \frac{82,62}{3500}$$

$$a = 0,023$$

$$b = \frac{Y(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n \sum x^2 - \sum X^2}$$

$$b = \frac{3,843 \cdot 4850 - 160 \cdot (116,25)}{6 \cdot 4850 - (160)^2}$$

$$b = \frac{82,62}{3500}$$

$$b = 0,011$$

Keterangan:

X = konsentrasi larutan standar *direct red* teknis

Y = nilai absorbansi

a = koefisien kemiringan/slope

b = tetapan larutan standar/intersep

n = jumlah larutan sampel

C. Uji Signifikansi korelasi X dan Y

$$r^2 = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{(n \sum X^2 - \sum X^2)(n \sum Y^2 - \sum Y^2)}$$

$$r^2 = \frac{6 \cdot 116,25 - 160 \cdot (3,843)}{(6(4850) - (160)^2)(6(2,7868) - (3,843)^2)}$$

$$r^2 = \frac{82,62}{6832,525}$$

$$r = 0,999$$

Harga r kemudian dikonsultasikan dengan tabel *product moment* dengan jumlah data 6 pada taraf signifikansi 1%. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh bahwa harga r hitung (0,999) lebih besar dari harga r tabel (0,917). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa ada korelasi antara konsentrasi larutan standar *direct red* (X) dan absorbansi (Y).

D. Uji linearitas Persamaan Garis Regresi Linear Larutan Standar Pewarna *Direct Red*

Untuk menentukan linearitas garis larutan standar pewarna *direct red* teknis dapat dilakukan dengan cara menghitung F regresinya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$JK_{\text{reg}} = \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} = \frac{(116,25)^2}{4850} = 2,786$$

$$db_{\text{reg}} = 1$$

$$RJK_{\text{reg}} = \frac{JK_{\text{reg}}}{db_{\text{reg}}} = \frac{2,7864}{1} = 2,7864$$

$$JK_{\text{res}} = \sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} = 2,7868 - \frac{(116,25)^2}{160^2}$$

$$= 2,7868 - \frac{(13514,0625)}{4850}$$

$$= 0,0004$$

$$Db_{\text{res}} = N-2$$

$$= 6-2 = 4$$

$$RJK_{\text{res}} = \frac{JK_{\text{res}}}{db_{\text{res}}} = \frac{0,0004}{4} = 1 \times 10^{-4}$$

$$F_{\text{reg}} = \frac{RJK_{\text{reg}}}{RJK_{\text{res}}} = \frac{2,7864}{1 \times 10^{-4}} = 27864$$

Harga F hitung (27864) kemudian dikonsultasikan dengan harga F tabel dengan db(4) pada taraf signifikansi 1% yaitu 21,20, maka dapat disimpulkan bahwa persamaan garis regresinya adalah linier dan dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi pewarna *direct red* teknis.

Lampiran 2

Data Absorbansi dan Daya Adsorpsi untuk Variasi Massa Adsorben, Waktu Adsorpsi dan Konsentrasi.

1. Tabel 8. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai massa adsorben.

Massa bentonit (gram)	Daya Adsorpsi rata-rata (mg/g)
1	29,555
2	15,359
4	7,758
5	6,214

2. Tabel 9. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai waktu kontak

Waktu kontak zat warna <i>direct</i> dengan bentonit (jam)	Daya adsorpsi rata-rata (mg/g)
2	2,2898
4	2,2786
8	2,2179
24	2,1304

3. Tabel 10. Daya adsorpsi bentonit pada berbagai konsentrasi pewarna *direct red*.

Konsentrasi pewarna (ppm)	Daya adsorpsi rata-rata (mg/g)
100	0,2672
200	0,8936
400	1,6428
500	2,2454

LAMPIRAN 3

Perhitungan Daya Adsorpsi Adsorben Bentonit Terhadap Pewarna *Direct Red* Teknis

1. Pembuatan Larutan Induk 1000 ppm

Menimbang kristal pewarna *direct red* sebanyak 0,1 gram dilarutkan dengan akuades & diencerkan ke dalam labu takar hingga volume 100 ml, sehingga didapatkan larutan zat warna dengan konsentrasi 1000 ppm.

2. Pembuatan Larutan Standar pewarna *direct red*

Rumus pengenceran:

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

Keterangan:

V_1 = volume larutan standar

M_1 = konsentrasi larutan yang diencerkan

V_2 = volume larutan hasil pengenceran

M_2 = konsentrasi larutan hasil pengenceran

✚ untuk 5 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 5 \times 100$$

$$V_1 = \frac{500}{1000} = 0,5 \text{ ml}$$

✚ untuk 10 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \times 100$$

$$V_1 = \frac{1000}{1000} = 1 \text{ ml}$$

✚ untuk 20 ppm

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 20 \times 100$$

$$V_1 = \frac{2000}{1000} = 2 \text{ ml}$$

✚ untuk 25 ppm

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 25 \times 100$$

$$V_1 = \frac{2500}{1000} = 2,5 \text{ ml}$$

✚ untuk 30 ppm

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 30 \times 100$$

$$V_1 = \frac{3000}{1000} = 3 \text{ ml}$$

✚ untuk 35 ppm

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 35 \times 100$$

$$V_1 = \frac{3500}{1000} = 3,5 \text{ ml}$$

✚ untuk 40 ppm

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 40 \times 100$$

$$V_1 = \frac{4000}{1000} = 4 \text{ ml}$$

Keterangan: Panjang gelombang maksimum 494 nm ($A = 0,71$).

3. Pembuatan larutan pewarna *direct red* sebagai larutan adsorbat

✚ untuk 100 ppm sebelum

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 100 \times 100$$

$$V_1 = \frac{10000}{1000} = 10 \text{ ml}$$

✚ untuk 200 ppm sebelum

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 200 \times 100$$

$$V_1 = \frac{20000}{1000} = 20 \text{ ml}$$

✚ untuk 400 ppm

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 400 \times 100$$

$$V_1 = \frac{40000}{1000} = 40 \text{ ml}$$

✚ untuk 500 ppm

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 500 \times 100$$

$$V_1 = \frac{50000}{1000} = 50 \text{ ml}$$

4. Penentuan Pengaruh massa bentonit terhadap daya adsorpsi

Untuk menghitung daya adsorpsi bentonit terhadap pewarna *direct red* teknis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = \frac{C_0 - C_a}{w} \times V$$

Dimana:

D = daya adsorpsi

C₀ = konsentrasi awal pewarna (ppm=mg/L)

C_a = konsentrasi setelah adsorpsi (ppm=mg/L)

V = volume adsorbat (L)

w = massa adsorben (g)

a. Massa 1 gram

$$\begin{aligned} D &= \frac{(126,283-9,084) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{1000 \text{ mg}} \times 25 \text{ ml} \\ &= \frac{(126,283-9,084) \frac{\text{mg}}{1 \text{ g}}}{1 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 29,299 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

b. Massa 2 gram

$$\begin{aligned} D &= \frac{(126,283-3,219) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{2000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{(123,064) \frac{\text{mg}}{2 \text{ g}}}{1} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 15,383 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

c. Massa 4 gram

$$\begin{aligned} D &= \frac{(126,283-0,812) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{4000 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{(125,471) \frac{\text{mg}}{4 \text{ g}}}{1} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 7,842 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

d. Massa 5 gram

$$\begin{aligned} \text{✚ D} &= \frac{(126,283-0,698) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{125,585 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 6,279 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Pengaruh variasi massa bentonit duplo

a. Massa 1 gram

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{Co-Ca}{w} \times V \\ \text{✚ D} &= \frac{126,283-7,040 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{1000 \text{ mg}} \times 25 \text{ ml} \\ &= \frac{119,243}{1 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 29,811 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

b. Massa 2 gram

$$\begin{aligned} \text{✚ D} &= \frac{(126,283-0,698) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{2000 \text{ mg}} \times 25 \text{ ml} \\ &= \frac{122,683 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{2 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 15,335 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

c. Massa 4 gram

$$\text{✚ D} = \frac{(126,283-3,500) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{4000 \text{ mg}} \times 25 \text{ ml}$$

$$= \frac{122,783 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{4 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l}$$

$$= 7,674 \text{ mg/g}$$

d. Massa 5 gram

$$\text{D} = \frac{(126,283 - 3,312) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l}$$

$$= \frac{122,971 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l}$$

$$= 6,1485 \text{ mg/g}$$

5. Adsorpsi daya bentonit pada berbagai konsentrasi zat warna *direct red*

$$D = \frac{Co - Ca}{w} \times V$$

a. Konsentrasi: 100 ppm

$$\text{D} = \frac{(7,284 - 1,947) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 25 \text{ ml}$$

$$D = \frac{5,337 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l}$$

$$= 0,2668 \text{ mg/g}$$

b. Konsentrasi: 200 ppm

$$\text{D} = \frac{20,158 - 2,258 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l}$$

$$= \frac{17,9 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l}$$

$$= 0,895 \text{ mg/g}$$

c. Konsentrasi: 400 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{35,966 - 3,177 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{32,789 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 1,6394 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

d. Konsentrasi: 500 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{48,673 - 3,809 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{44,864 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 2,2432 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Variasi Konsentrasi Duplo

a. Konsentrasi: 100 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{7,284 - 1,934 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{5,35 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 0,2675 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

b. Konsentrasi: 200 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{20,158 - 2,315 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{17,843 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 0,8922 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

c. Konsentrasi: 400 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{35,966 - 3,041 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{32,925 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 1,6462 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

d. Konsentrasi: 500 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{48,673 - 3,721 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{44,952 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 2,2476 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

6. Adsorpsi zat warna dengan bentonit pada berbagai waktu kontak

a. Waktu kontak: 2 jam, massa 5 gram, dan konsentrasi 500 ppm

$$\text{D} = \frac{\text{Co} - \text{Ca}}{w} \times V$$

$$\begin{aligned}
 \text{D} &= \frac{(46,528 - 0,636) \text{ ppm}}{5 \text{ g}} \times 25 \text{ ml} \\
 &= \frac{45,892 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\
 &= 2,2946 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

b. Waktu kontak: 4 jam, massa 5 gram, dan konsentrasi 500 ppm

$$\begin{aligned}
 \text{D} &= \frac{46,528 - 0,940 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\
 &= \frac{45,588 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\
 &= 2,2794 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

c. Waktu kontak: 8 jam, massa 5 gram, dan konsentrasi 500 ppm

$$\begin{aligned}
 \text{D} &= \frac{46,528 - 1,921 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\
 &= \frac{44,607 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\
 &= 2,2303 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

d. Waktu kontak: 24 jam, massa 5 gram, dan konsentrasi 500 ppm

$$\begin{aligned}
 \text{D} &= \frac{46,528 - 4,231 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\
 &= \frac{42,297 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\
 &= 2,1148 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

Variasi waktu duplo

a. Waktu kontak: 2 jam, massa 5 gram, dan konsentrasi 500 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{46,528 - 0,830 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= \frac{45,698 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 2,2850 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

b. Waktu kontak: 8 jam, massa 5 gram, dan konsentrasi 500 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{(46,528 - 0,972) \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times V \\ &= \frac{45,556 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ gr}} \times 25 \text{ ml} \\ &= \frac{45,556 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 2,2778 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

c. Waktu kontak: 8 jam, massa 5 gram, dan konsentrasi 500 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{46,528 - 2,418 \frac{\text{mg}}{1000 \text{ ml}}}{5000 \text{ mg}} \times V \\ &= \frac{44,11 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 2,2055 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

d. Waktu kontak: 24 jam, massa 5 gram, dan konsentrasi 500 ppm

$$\begin{aligned} \text{D} &= \frac{46,528 - 3,606 \frac{\text{mg}}{\text{l}}}{5 \text{ g}} \times 0,25 \text{ l} \\ &= 2,1461 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

Lampiran 4

Tabel 18. Harga-harga r produk momen pada Tarif Signifikansi 5% dan 1%

N	5%	1%
3	0,997	0,999
4	0,950	0,909
5	0,878	0,959
6	0,811	0,917
7	0,754	0,874
8	0,707	0,834
9	0,666	0,798
10	0,632	0,765
11	0,602	0,732
12	0,576	0,708
13	0,553	0,684
14	0,532	0,661
15	0,514	0,641
16	0,497	0,623
17	0,482	0,606
18	0,468	0,590
19	0,456	0,575
20	0,444	0,561
21	0,443	0,549
22	0,432	0,537
23	0,413	0,526
24	0,404	0,515
25	0,396	0,505
26	0,388	0,496
27	0,381	0,487
28	0,374	0,478
29	0,367	0,470
30	0,361	0,463

Lampiran 5

Tabel 19. Nilai Angka Banding Variansi F dengan Taraf Signifikansi 1% (deret bawah) dan 5% (deret atas).

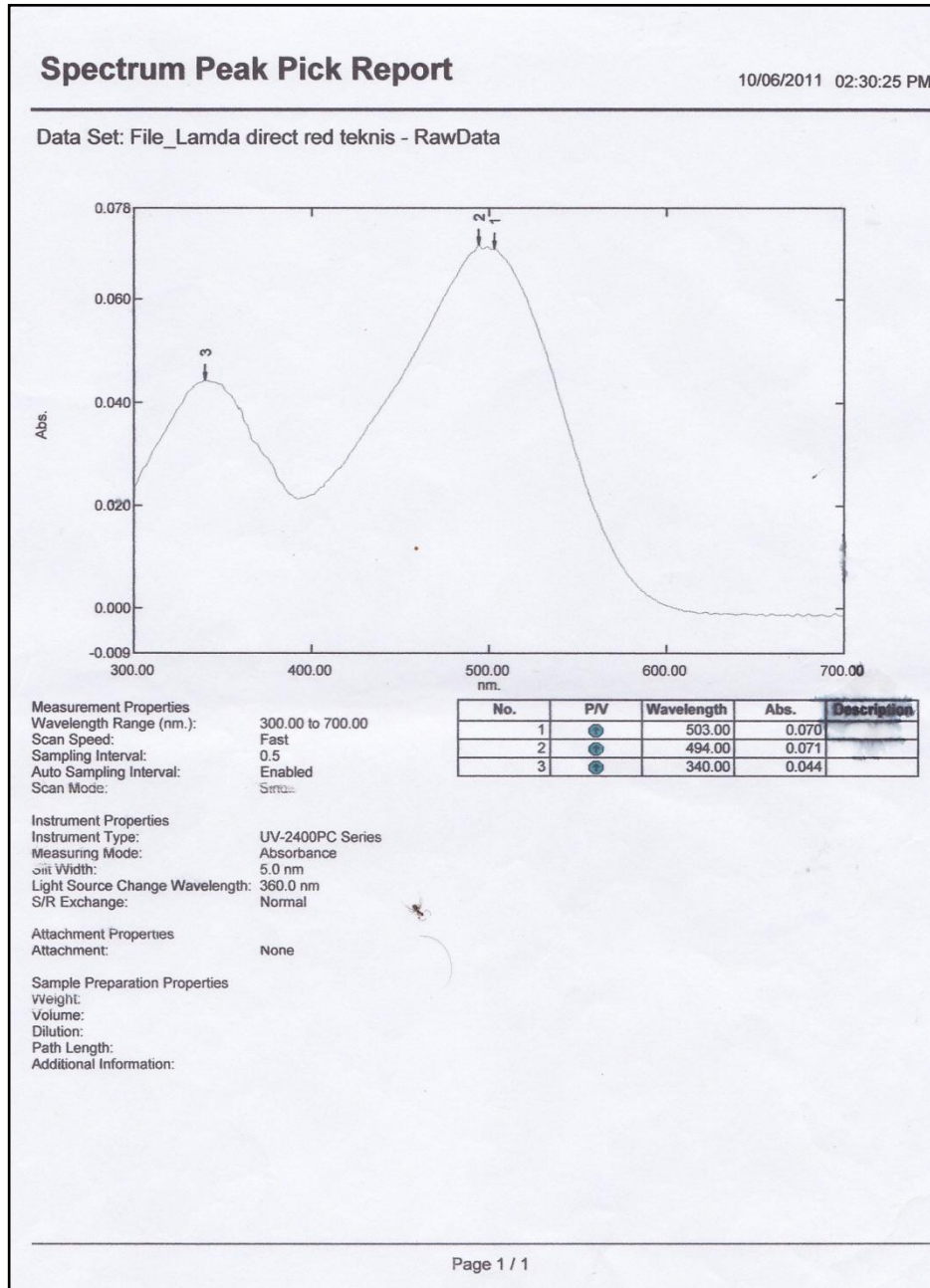
DB untuk RK pembagi	DB untuk rerata kuadrat				
	1	2	3	4	5
1	161	200	216	225	230
	4052	4999	5403	5625	5764
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30
	98,49	99,00	99,17	99,25	99,30
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01
	34,12	30,88	29,46	28,71	28,24
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26
	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05
	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39
	13,75	10,93	9,78	9,15	8,75
7	5,99	4,74	4,35	4,12	3,97
	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69
	11,26	9,55	7,59	7,01	6,63
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48
	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33
	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64

Lampiran 6

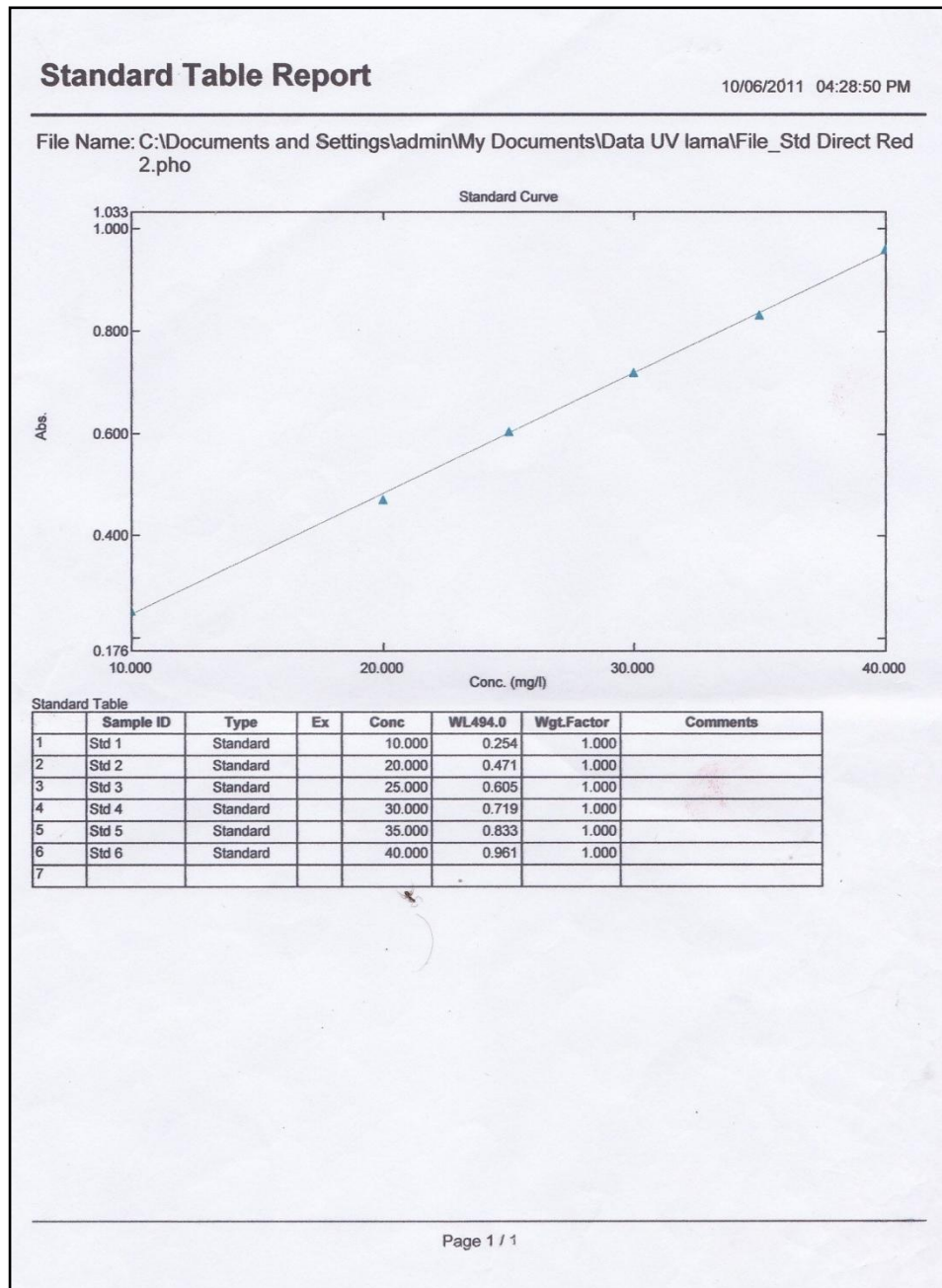
Data Hasil Rekaman Alat Spektrofotometer UV-Vis

1. Data dari alat Spektrofotometer UV-Vis

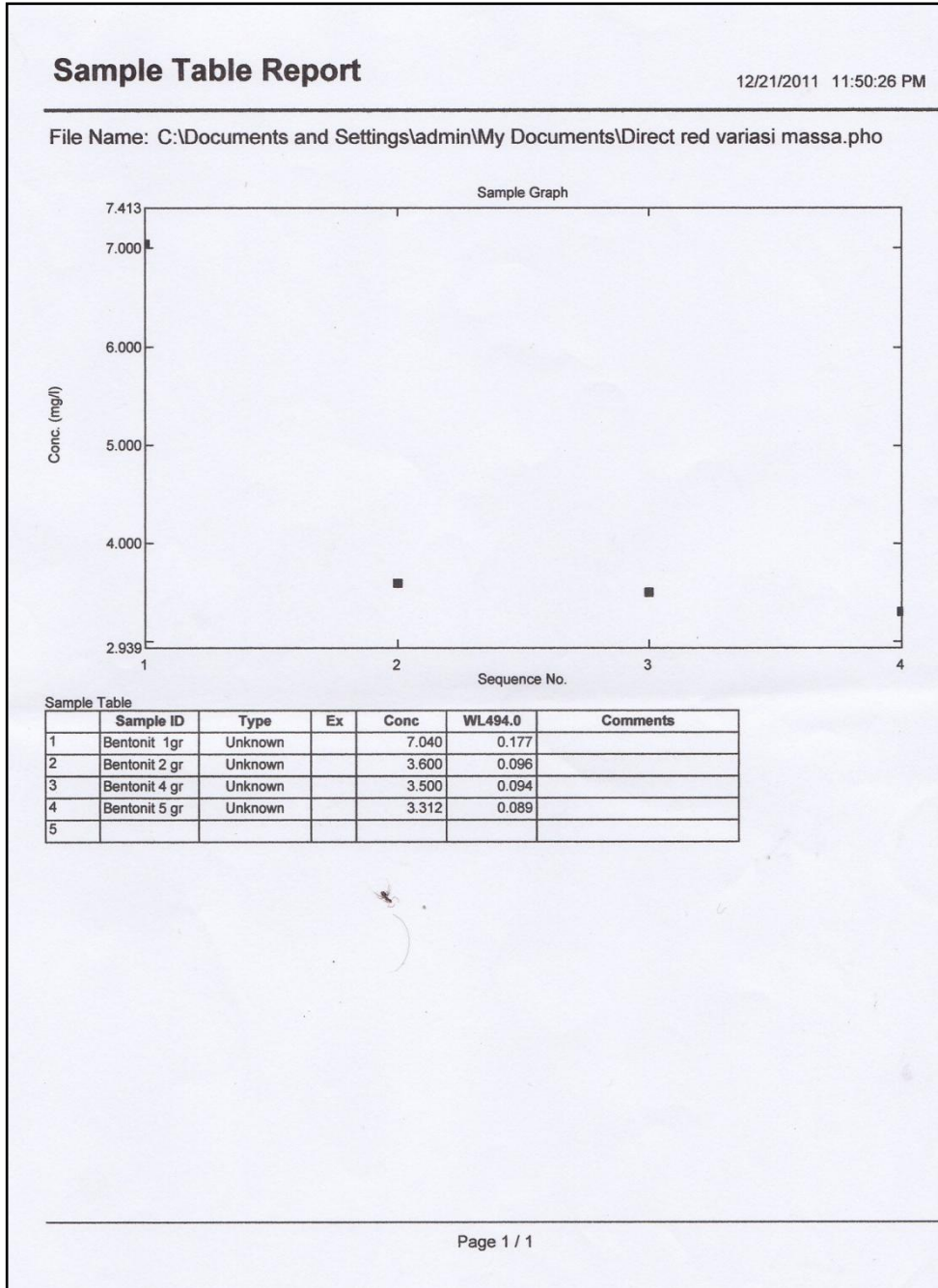
- a. Data panjang gelombang maksimum larutan *direct red* teknis



b. Larutan standar *direct red* teknis



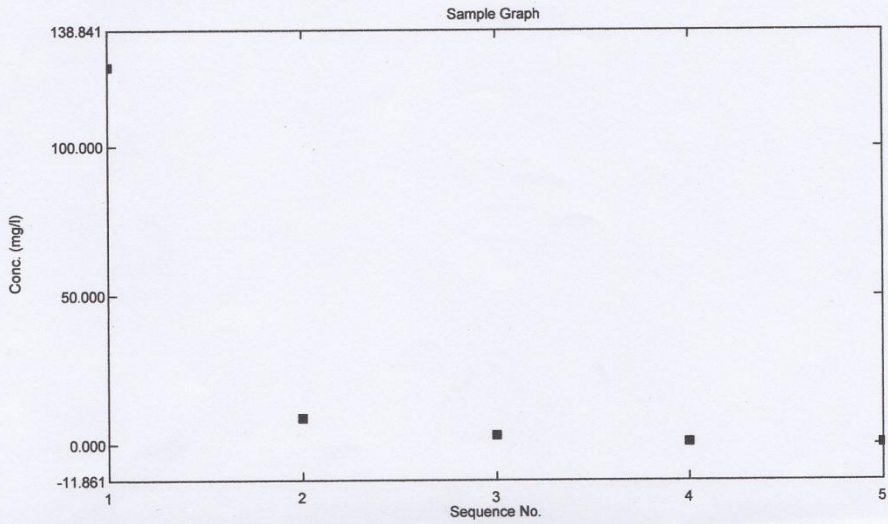
c. Data untuk variasi massa adsorben bentonit



Sample Table Report

12/21/2011 11:45:10 PM

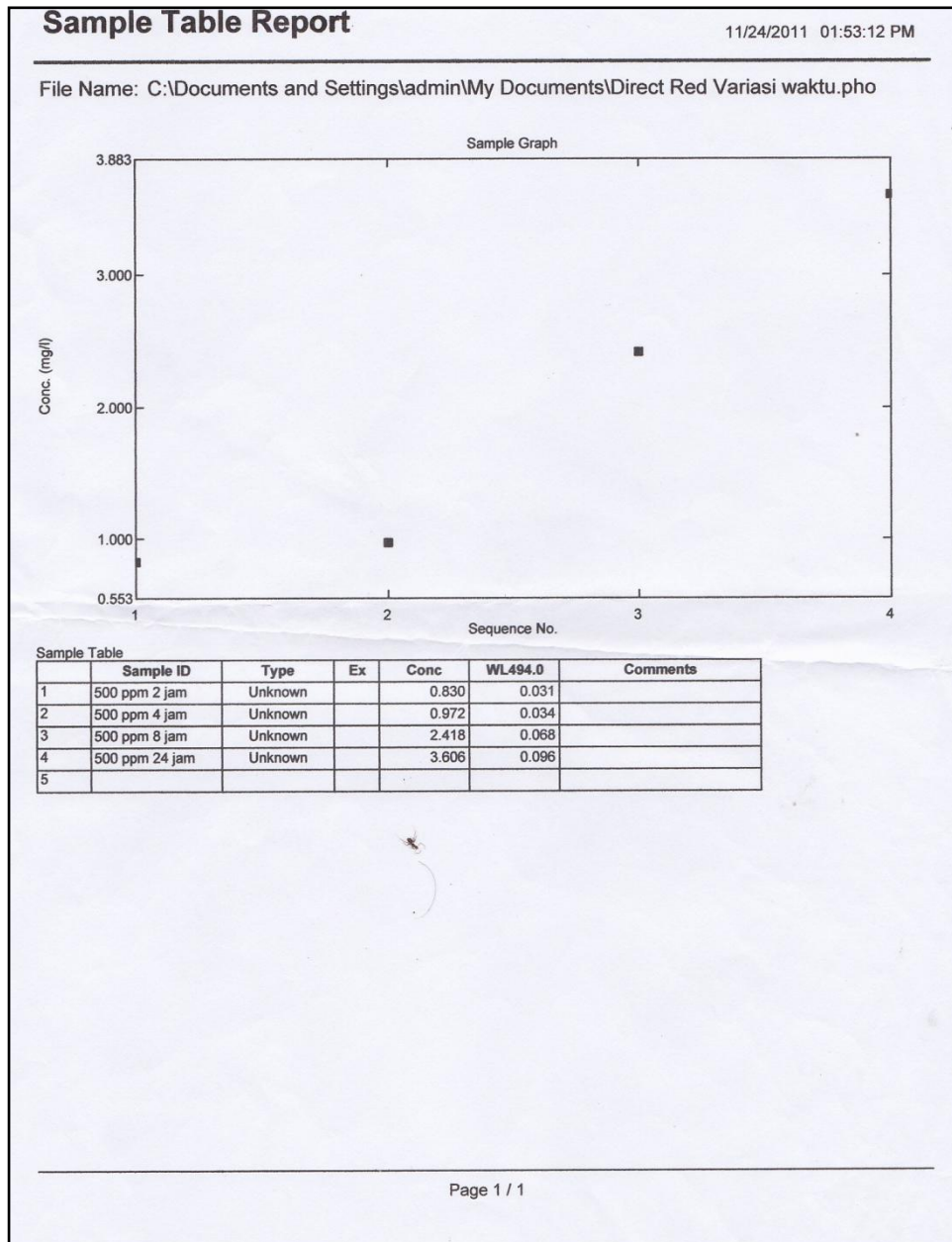
File Name: C:\Documents and Settings\admin\My Documents\Data UV lama\File_Std Direct Red 2.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL494.0	Comments
1	Sblm Adsorpsi	Unknown		126.283	2.992	
2	Bentonit 1 gr	Unknown		9.084	0.226	
3	Bentonit 2 gr	Unknown		3.219	0.087	
4	Bentonit 4 gr	Unknown		0.812	0.030	
5	Bentonit 5 gr	Unknown		0.698	0.028	
6						

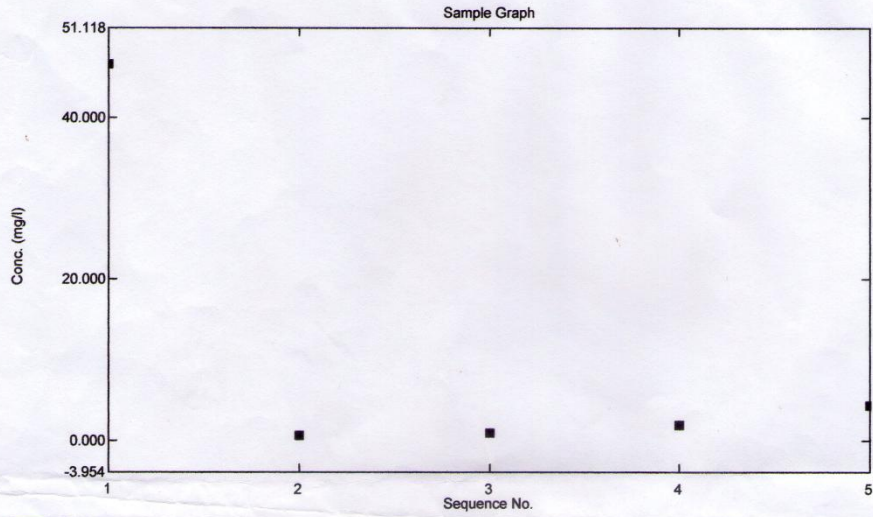
d. Data untuk variasi waktu adsorpsi



Sample Table Report

11/24/2011 02:03:26 PM

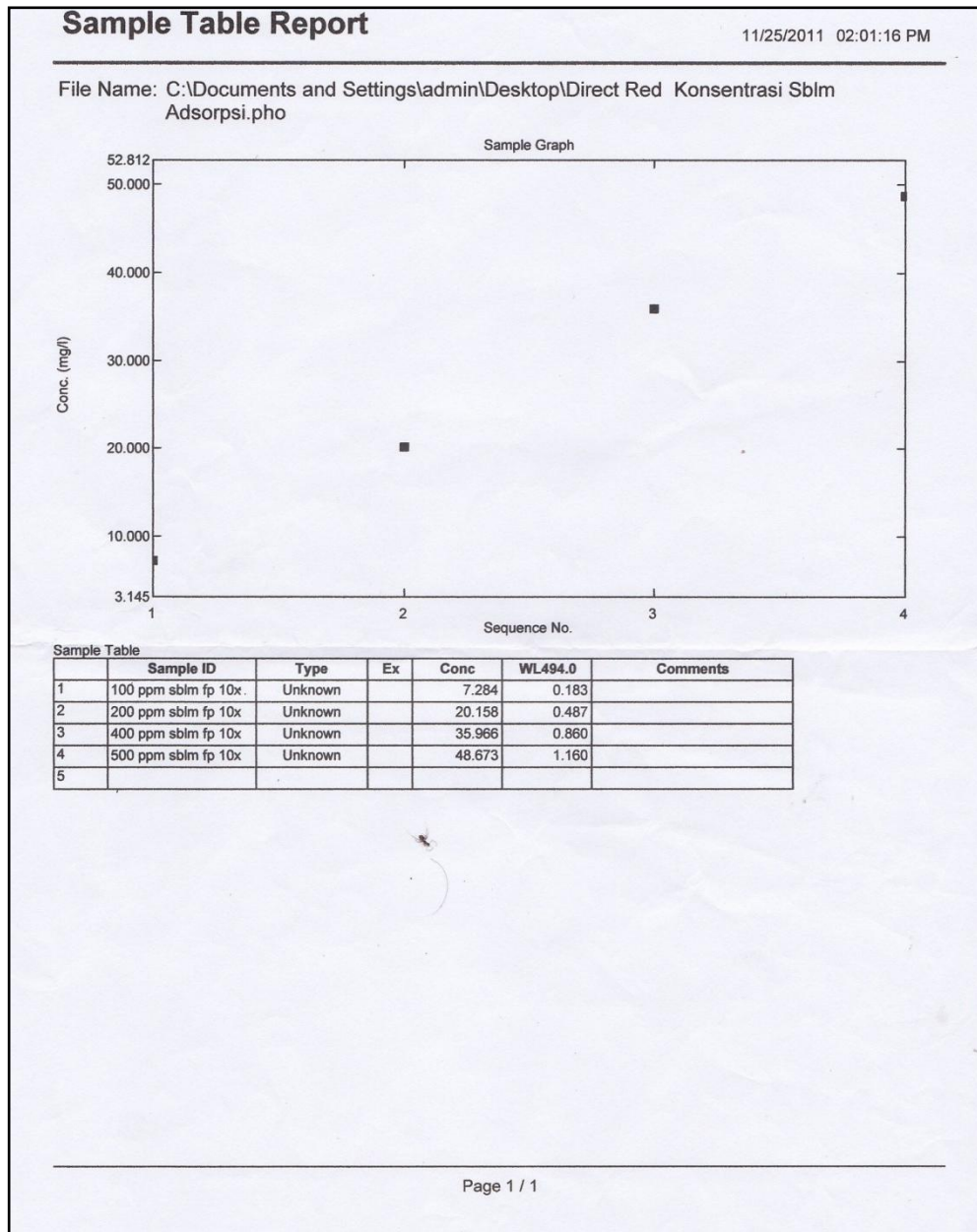
File Name: C:\Documents and Settings\admin\Desktop\Direct Red Variasi waktu 2.pho



Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL494.0	Comments
1	500 ppm sbim fp 10x	Unknown		46.528	1.109	
2	500 ppm 2 jam 2	Unknown		0.636	0.026	
3	500 ppm 4 jam 2	Unknown		0.940	0.033	
4	500 ppm 8 jam 2	Unknown		1.921	0.056	
5	500 ppm 24 jam 2	Unknown		4.231	0.111	
6						

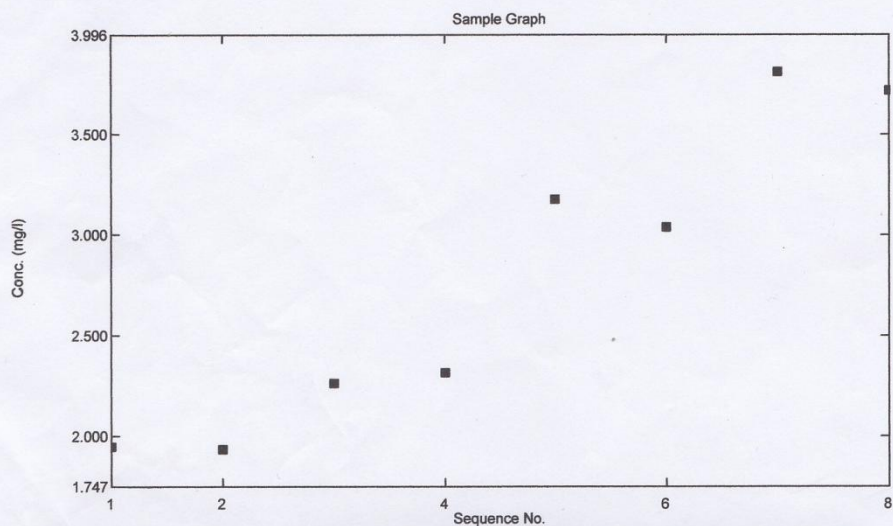
e. Data untuk variasi konsentrasi pewarna *direct red* teknis



Sample Table Report

11/25/2011 02:28:39 PM

File Name: C:\Documents and Settings\admin\Desktop\Direct RedaVariasi konsentrasi.pho

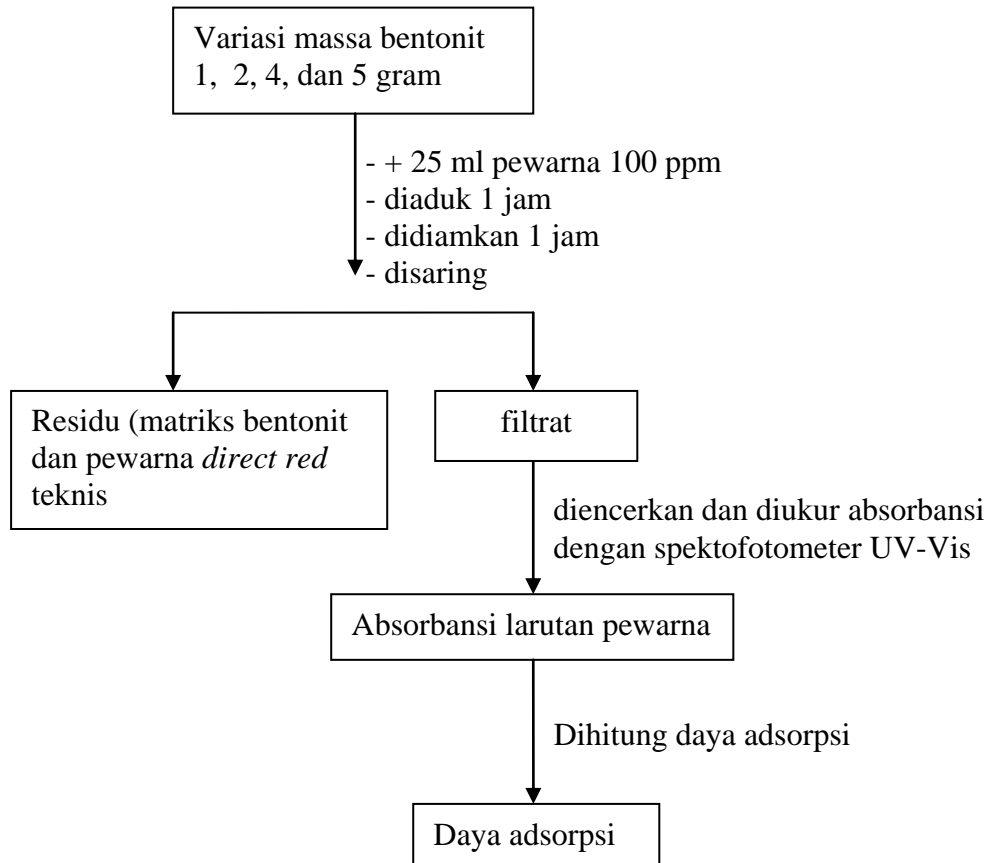


Sample Table

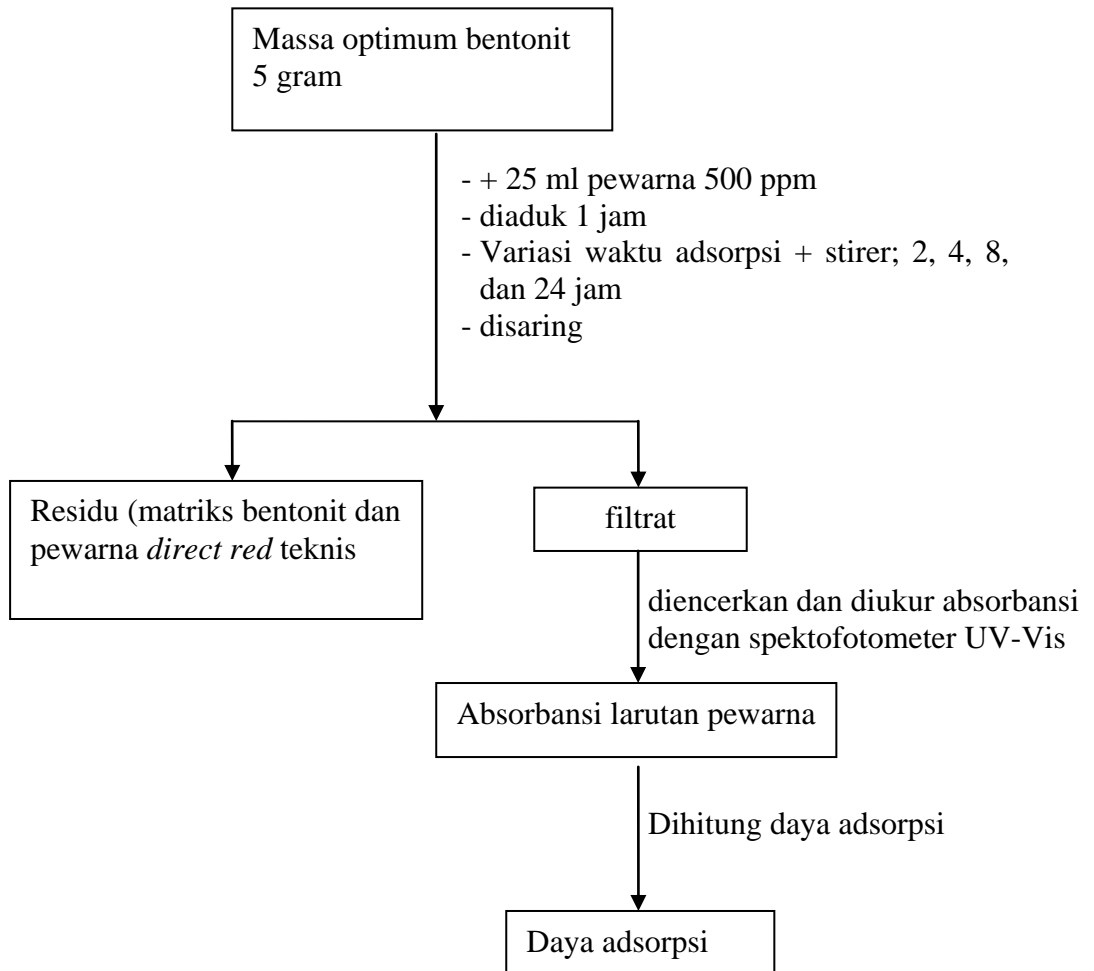
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL494.0	Comments
1	100 ppm 1	Unknown		1.947	0.057	
2	100 ppm 2	Unknown		1.934	0.057	
3	200 ppm 1	Unknown		2.258	0.064	
4	200 ppm 2	Unknown		2.315	0.066	
5	400 ppm 1	Unknown		3.177	0.086	
6	400 ppm 2	Unknown		3.041	0.083	
7	500 ppm 1	Unknown		3.809	0.101	
8	500 ppm 2	Unknown		3.721	0.099	
9						

Lampiran 7

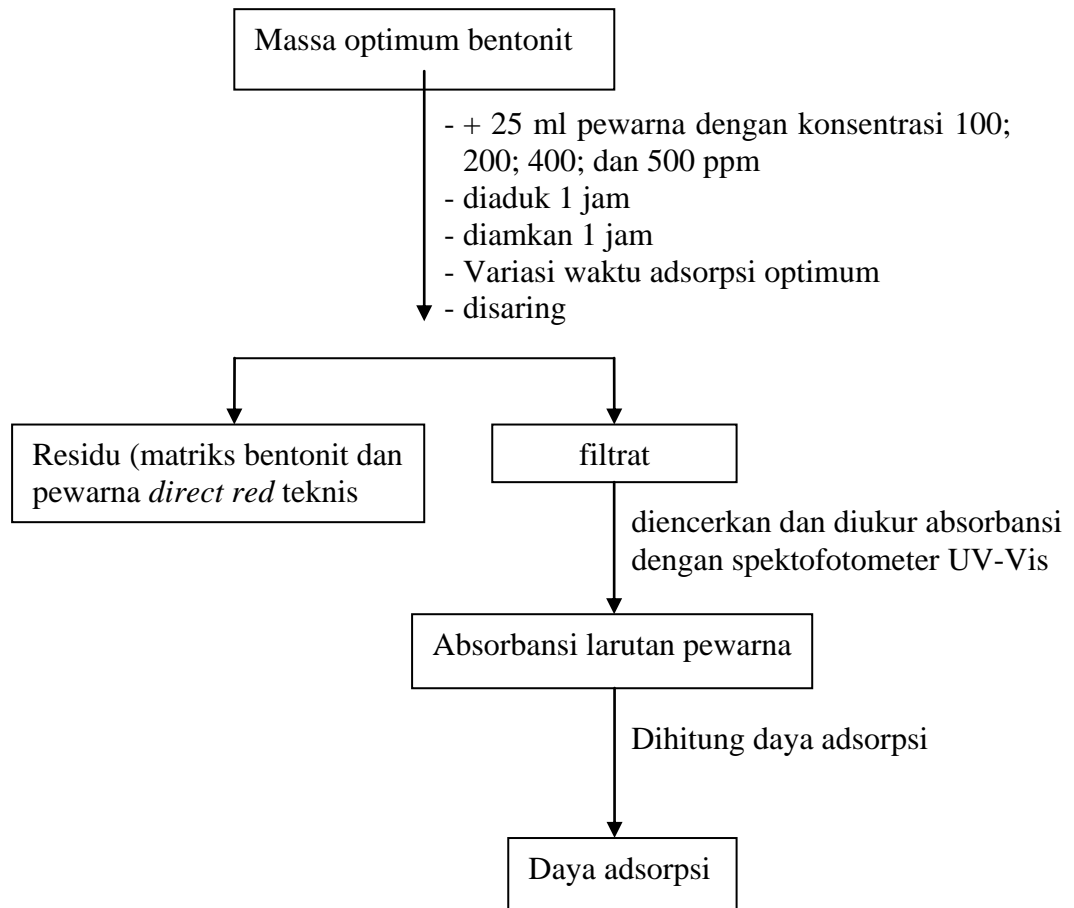
1. Skema Penentuan Massa Bentonit Terhadap Daya Adsorpsi



2. Skema Adsorpsi Zat Warna Dengan Bentonit Pada Berbagai Waktu Kontak



3. Skema Penentuan Pengaruh Konsentrasi Zat Pewarna *Direct Red* Terhadap Daya Adsorpsi



Lampiran 8

Gambar hasil penelitian



Bentonit teknis



Direct red teknis



Pencucian bentonit



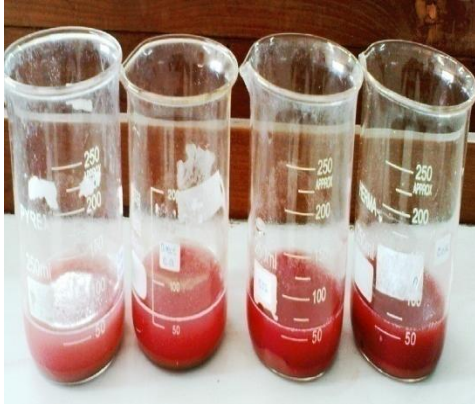
Hasil pengeringan



Hasil kalsinasi



Hasil pengayakkan



Proses adsorpsi



Pengenceran pewarna *direct red*



Variasi massa sesudah adsorpsi



Variasi waktu sesudah adsorpsi



Variasi konsentrasi sesudah adsorpsi



Spektroskopi UV-Vis