

**STUDI PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI ZAT
WARNA RHODAMIN B OLEH BENTONIT TERAKTIVASI
ASAM**

SKRIPSI

oleh :

MAHMED VINCENT ATHOILLAH ALFAZLU FAISHOL

0510920038-92



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**STUDI PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI ZAT
WARNA RHODAMIN B OLEH BENTONIT TERAKTIVASI
ASAM**

SKRIPSI

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

oleh :

MAHMED VINCENT ATHOILLAH ALFAZLU FAISHOL
0510920038-92



JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B OLEH BENTONIT TERAKTIVASI ASAM

oleh :

MAHMED VINCENT ATHOILLAH ALFAZLU FAISHOL
0510920038-92

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

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Tutik Setianingsih, M.Si
NIP. 132 085 943

Dra. Sri Wardhani, M.Si
NIP. 131 993 381

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Sasangka Prasetyawan, MS
NIP. 131 653 134

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **Mahmed Vincent Athoillah Alfazlu Faishol**
NIM : **0510920038**
Jurusan : **Kimia**
Penulis skripsi berjudul :

” Studi Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Oleh Bentonit Teraktivasi Asam”

Dengan ini menyatakan bahwa :

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

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,

Yang menyatakan,

(Mahmed Vincent Athoillah Alfazlu Faishol)
NIM. 0510920038

STUDI PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI ZAT WARNA RHODAMIN B OLEH BENTONIT TERAKTIVASI ASAM

ABSTRAK

Rhodamin B merupakan salah satu sumber polusi organik yang sangat penting dihilangkan dari perairan. Salah satu penanggulangan yang dapat dilakukan adalah dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben bentonit. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh pH terhadap adsorpsi rhodamin B oleh bentonit hasil aktivasi asam serta menentukan kondisi pH optimum adsorpsi. Variabel yang diuji dalam penelitian ini adalah pH. Aktivasi dilakukan dengan menggunakan 25 gram bentonit, 100 mL larutan HCl 2,4 M, lama pengocokan 4 jam dan kecepatan pengocokan 150 rpm. Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan 0,1 gram bentonit hasil aktivasi asam, 25 mL larutan rhodamin B 100 ppm, pH 1-7, lama pengocokan 2 jam dan kecepatan pengocokan 150 rpm. Konsentrasi sisa rhodamin B ditentukan secara spektrofotometri ultraviolet-tampak (UV-VIS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH berpengaruh terhadap nilai adsorpsi. Kondisi pH optimum dicapai pada pH 2 dan nilai adsorpsi sebesar $93,07 \pm 0,45\%$ atau $23,27 \pm 0,11\text{ mg/g}$.

Kata kunci : *pH, rhodamin B, adsorpsi, bentonit*

STUDY OF pH INFLUENCE TO RHODAMINE B ADSORPTION WITH ACID ACTIVATED BENTONITE

ABSTRACT

Rhodamin B is one of the organic pollutans which must be removed from water. One of the solutions is adsorption with adsorbent of bentonite. Goal of this research is to study the influence of pH toward rhodamin B adsorption on the acid activated bentonite and to determine the optimum pH condition of the adsorption. Variable that observed of this research is pH. The activation was conducted with 25 grams of the bentonite, 100 mL of HCl solution 2.4 M, shaking speed of 150 rpm for 4 hours. The adsorption was performed with : 0.1 gram of the activated bentonite, 25 mL of rhodamine B solution 100 ppm, pH 1-7, shaking speed of 150 rpm for 2 hours. The remained concentration of rhodamine B was analyzed with Ultraviolet-Visible spectrophotometry. The pH influenced the adsorption value. The optimum pH was at pH 2 yielding in the adsorption value of $93.07 \pm 0.45\%$ or $23.27 \pm 0.11\text{ mg/g}$.

Keywords: *pH, rhodamine B, adsorption, bentonite*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul "**Studi Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Oleh Bentonit Teraktivasi Asam**" yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang kimia di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

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

1. Dra. Tutik Setianingsih, MSi selaku Dosen Pembimbing I dan Dra. Sri Wardhani, M.S selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan kesabaran yang diberikan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Dra. Anna Roosdiana, M.App. Sc selaku penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan selama kuliah.
3. Bapak/Ibu Dosen penguji atas waktu dan sarannya.
4. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.
5. Seluruh dosen dan karyawan jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan bantuan yang diberikan
6. Bapak, Ibu, Kakak dan Adik tercinta yang terus-menerus memberikan dukungan dan doa.
7. Teman-teman Kimia 2005 khususnya kelas B atas bantuan, kebersamaan, kekompakan dan segala kenangan indah.
8. Pihak yang tidak tersebutkan yang selalu hidup dalam hati

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

Malang, Juni 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bentonit sebagai adsorben	4
2.2 Aktivasi Bentonit	8
2.3 Rhodamin B	8
2.4 Adsorpsi	9
2.5 Penentuan Rhodamin B Dengan Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS	10
2.6 Penentuan Gugus Fungsional Permukaan Bentonit Aktivasi dengan Spektrofotometri Inframerah	11
 BAB III METODOLOGI	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Bahan Penelitian	14
3.3 Alat Penelitian.....	14
3.4 Tahapan Penelitian.....	14
3.5 Prosedur Penelitian	15
3.5.1 Preparasi dan Aktivasi Bentonit	15

3.5.2 Karakterisasi Bentonit Sebelum dan Setelah Aktivasi	15
3.5.2.1 Penentuan Gugus Fungsi Permukaan Sebelum Aktivasi Secara Spektrofotometri Inframerah	15
3.5.2.2 Penentuan Gugus Fungsi Permukaan Setelah Aktivasi Secara Spektrofotometri Inframerah	15
3.5.3 Uji Adsorpsi	16
3.5.3.1 Uji Adsorpsi Rhodamin B Variasi pH	16
3.5.4 Penentuan Rhodamin B secara Spektrofotometri UV-VIS	16
3.5.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	16
3.5.4.2 Penentuan Kurva Baku	16
3.5.4.3 Penentuan Kadar Rhodamin B dalam Larutan Sampel dengan Metode Adisi Standar	17
3.5.5 Perhitungan Rhodamin B yang Teradsorpsi....	17
3.5.6 Analisis Data	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Permukaan Bentonit Sebelum dan Setelah Aktivasi.....	19
4.2 Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Rhodamin B oleh Bentonit Hasil Aktivasi Asam.....	22

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran.....	25

DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Natrium Bentonit	7
Tabel 4.1 Interpretasi Spektra Inframerah Bentonit Hasil Aktivasi	21
Tabel L.2.2 Pembuatan Larutan Baku Rhodamin B	37
Tabel L.2.5 Pembuatan Larutan HCl	38
Tabel L.2.6 Pembuatan Larutan NaOH	39
Tabel L.3.1 Data Absorbansi Larutan Rhodamin B Konsentrasi 70 ppm pada Berbagai Panjang Gelombang	42
Tabel L.3.2 Data Penentuan Kurva Baku Larutan Rhodamin B pada Berbagai Konsentrasi dengan 3 kali Pengulangan	43
Tabel L.4.1 Pengolahan Data Variasi pH terhadap % Adsorpsi Rhodamin B oleh Bentonit Teraktivasi Asam	44
Tabel L.4.2 Pengolahan Data Variasi pH terhadap Qc (mg/g)	45
Tabel L.5.2 Data % Rhodamin B yang Teradsorpsi pada Variasi pH	48
Tabel L.5.3 Hasil Analisa Sidik Ragam Pengaruh pH	50
Tabel L.5.4 Hasil Uji BNT Pengaruh pH	51
Tabel L.6.1 Data Perbandingan $[ArCOOH]/[ArCOO^-]$ dan $[ArCOO^-]/[ArCOOH]$ pada Berbagai pH	52
Tabel L.7.1 Data pH Sebelum dan Setelah Adsorpsi	53
Tabel L.8.1 Data Analisis Kation dalam Filtrat HCl Setelah Aktivasi	54
Tabel L.9.1 Uji Kualitatif Jenis Bentonit	55
Tabel L.9.2 Data analisis pH natrium bentonit sebelum dan setelah aktivasi	55

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Struktur Kimia Montmorilonit	4
Gambar 2.2	Struktur Kuarsa (a), Kaolinit (b), Klorit (c) dan Feldspar (d)	5
Gambar 2.3	Struktur Rhodamin B	9
Gambar 4.1	Spektra Inframerah Bentonit Sebelum Aktivasi...	19
Gambar 4.2	Spektra Inframerah Bentonit Hasil Aktivasi	20
Gambar L.3.1	Spektra Rhodamin B	42
Gambar L.3.2	Kurva Baku Larutan Rhodamin B	43



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Diagram Alir Penelitian

L.1.1	Tahapan Penelitian	32
L.1.2	Preparasi Bentonit sebagai Adsorben	33
L.1.3	Penentuan Gugus Fungsi Permukaan Bentonit Sebelum Aktivasi dengan Spektrofotometer Inframerah	33
L.1.4	Penentuan Gugus Fungsi Permukaan Bentonit setelah aktivasi dengan Spektrofotometer Inframerah	34
L.1.5	Penentuan Panjang Gelombang (λ) Maksimum.....	34
L.1.6	Penentuan Persamaan Regresi Kurva Baku	35
L.1.7	Uji Adsorpsi Rhodamin B pada Berbagai pH	36

Lampiran 2 Pembuatan Larutan dan Perhitungan

L.2.1	Pembuatan Larutan Stok Rhodamin B 400 ppm	37
L.2.2	Pembuatan Larutan Baku Rhodamin B 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95 ppm	37
L.2.3	Perhitungan Molaritas Larutan HCl Teknis 32 %	38
L.2.4	Perhitungan Pembuatan Larutan HCl 2,4 M	38
L.2.5	Perhitungan Pembuatan Larutan HCl 5,0 M; 1,0 M; 0,1 M; dan 0,01 M	38
L.2.6	Perhitungan Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M dan 0,01 M	39
L.2.7	Pembuatan Larutan HCl pH 1 dan 2	39
L.2.8	Pembuatan Larutan HCl pH 3, 4 dan 5	40
L.2.9	Pembuatan dan Perhitungan Larutan Rhodamin B 400 ppm pH 1-5	40
L.2.10	Pembuatan Larutan NaOH pH 6 dan 7	40
L.2.11	Pembuatan dan Perhitungan Larutan Rhodamin B 400 ppm pH 6	41
L.2.12	Pembuatan dan Perhitungan Larutan Rhodamin B 400 ppm pH 7	41

Lampiran 3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Baku Rhodamin B

L.3.1	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	42
L.3.2	Penentuan Kurva Baku Larutan Rhodamin B	43

Lampiran 4 Pengolahan Data % Adsorpsi dan Qc (mg/g)

Rhodamin B oleh Bentonit Teraktivasi Asam

L.4.1 Pengolahan Data % Adsorpsi Rhodamin B oleh Bentonit Teraktivasi Asam	44
L.4.2 Pengolahan Data Qc (mg/g) Adsorpsi Rhodamin B oleh Bentonit Teraktivasi Asam	45

Lampiran 5 Uji Statistik

L.5.1 Uji Statistik Penentuan pH Optimum	48
--	----

Lampiran 6 Perhitungan Banyaknya Gugus pada

Rhodamin B yang Terdisosiasi

L.6.1 Perhitungan Banyaknya Gugus Karboksilat pada Rhodamin B yang Terdisosiasi	52
--	----

Lampiran 7 Hubungan pH dan Δ pH 53

**Lampiran 8 Analisis Kation dalam Filtrat
HCl Setelah Aktivasi** 54

Lampiran 9 Analisis pH bentonit

L.9.1 Uji Kualitatif jenis bentonit	55
L.9.2 Data analisis pH natrium bentonit sebelum dan setelah aktivasi	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan sektor industri, selain memberi berbagai kemudahan bagi manusia, misalnya : efisiensi waktu, tenaga, dan biaya; ternyata juga telah memberi dampak negatif bagi kehidupan manusia itu sendiri, misalnya pencemaran air oleh senyawa-senyawa organik berwarna ataupun ion-ion logam berat. Industri tekstil merupakan industri yang paling banyak menyumbangkan polutan zat warna di perairan. Sebanyak 10-15% dari jumlah zat warna yang dikonsumsi industri tekstil terbuang ke lingkungan. Jumlah tersebut setara dengan 0,01-0,25 g zat warna/liter air (Burlianty dkk., 2005).

Pada umumnya zat warna dirancang agar tahan terhadap pengaruh lingkungan antara lain pH, cahaya, dan serangan mikroba. Oleh karena itu, keberadaannya di lingkungan perairan sangat tidak dikehendaki, disamping gangguan secara estetika juga berbahaya karena bersifat karsinogenik (Albanis dkk, 2000). Keberadaan zat warna di perairan juga mengganggu transmisi sinar matahari sehingga mengganggu proses fotosintesis (Longhinnotti dkk., 1998). Suatu zat warna dikatakan menjadi polutan di perairan apabila konsentrasi melebihi 10 mg/L (Hidayat, 2008).

Di antara semua jenis bahan pewarna, yang sebagian besar berasal dari industri tekstil, rhodamin B merupakan salah satu pewarna yang paling sering dipakai karena kestabilannya yang baik sebagai pewarna. Pewarna tersebut telah menjadi sumber polusi organik yang sangat penting di perairan (Murat dkk., 2006). Bahan organik di perairan berakibat meningkatkan COD dan BOD.

Perlu dilakukan usaha pengendalian dan penanggulangan pencemaran lingkungan oleh zat warna agar dapat memenuhi baku mutu. Menurut SK Gubernur no.413 Tahun 1987 baku mutu limbah cair yang ditetapkan adalah dalam batas 3-6 mg/liter untuk BOD dan 10-25 mg/liter untuk COD (Sardiyoko, 1987). Salah satu teknologi alternatif pengolahan limbah berbahaya yang dikembangkan adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan cara pengolahan limbah sederhana, mudah dilakukan, tidak ada efek dari substansi toksik dan tidak memerlukan biaya yang tinggi dibandingkan dengan metode – metode yang lainnya (Rosseau, 1987) dan merupakan salah satu

metode efektif yang digunakan untuk menghilangkan warna pada limbah tekstil (Moreira dkk., 1998).

Adsorben yang sedang banyak dikembangkan saat ini adalah adsorben mineral alam, yang banyak tersedia di Indonesia dan harganya sangat murah. Adsorben tersebut diantaranya adalah bentonit. Lempung ini mempunyai struktur berlapis dengan kemampuan mengembang (*swelling*) dan memiliki kation-kation yang dapat ditukarkan (Katti dan Katti, 2001). Oleh sebab itu bentonit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekul, katalisator, penukar ion dan adsorben.

Bentonit memiliki kandungan SiO_2 yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan beberapa mineral alam yang lain. Kandungan SiO_2 dari bentonit sebesar 78,2% (Aziz, 2003). Mineral lain seperti kaolin memiliki kandungan SiO_2 sebesar 60,6% (Saleh, 1998), pasir laut sebesar 70-75% (Lilya, 2008) dan zeolit alam Turen sebesar 64,63% (Suyartono dan Hussaini, 1991). Dengan adanya kandungan SiO_2 yang lebih tinggi, maka mineral tersebut lebih tahan terhadap asam. Bentonit juga mempunyai luas permukaan yang lebih besar dibandingkan mineral alam yang lain. Sebagai contoh bentonit alam Pacitan mempunyai luas permukaan 737,29 m^2/gram (Harsini, 1995) sedangkan pasir laut Tuban sebesar 9,5432 (Lilya, 2008) dan zeolit alam Turen sebesar 24,78 m^2/gram . Oleh karena itu, bentonit memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik dibanding mineral alam yang lain.

Proses aktivasi lempung menggunakan asam akan menghasilkan lempung dengan situs aktif lebih banyak dan keasamaan permukaan yang lebih besar, sehingga akan dihasilkan lempung dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan sebelum diaktivasi (Komadel, 2003). Pada penelitian Suarya (2008) dibuktikan bahwa bentonit pada kondisi optimum aktivasi menggunakan larutan H_2SO_4 1,2 M mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi bentonit terhadap pengotor minyak daun cengkeh. Pada penelitian ini akan dilakukan aktivasi bentonit menggunakan larutan HCl sebagai pengganti larutan H_2SO_4 karena pada proses pertukaran kation, pelepasan ion H^+ dari HCl lebih mudah dibandingkan H_2SO_4 .

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain kecepatan pengocokan, lama pengocokan, konsentrasi adsorbat dan pH. Hasil penelitian Lilya (2008) tentang uji adsorpsi rhodamin B

terhadap pasir laut teraktivasi asam menunjukkan kecepatan pengocokan optimum adsorpsi sebesar 150 rpm. Lama pengocokan optimum adsorpsi menurut Suarya (2008) selama 2 jam. Kecepatan dan lama pengocokan berpengaruh terhadap interaksi adsorbat dan adsorben. pH merupakan salah satu faktor yang harus ditentukan sebab pengaruh pH merupakan fenomena kompleks, antara lain menyebabkan perubahan muatan gugus fungsi adsorben, muatan gugus fungsi adsorbat, dan perubahan komposisi larutan (Jankowska, 1991). Pada kasus adsorpsi rhodamin B oleh bentonit, diperkirakan pH akan mempengaruhi muatan gugus karboksil, gugus ammonium kuarter dan gugus amina pada rhodamin B serta perubahan muatan gugus aluminol pada bentonit. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikaji tentang pengaruh pH terhadap kemampuan bentonit yang telah diaktifasi dengan asam dalam mengadsorpsi rhodamin B.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang timbul adalah bagaimana pengaruh pH terhadap kemampuan bentonit dalam mengadsorpsi zat warna rhodamin B.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Aktivasi bentonit menggunakan larutan asam klorida 2,4 M.
2. Bentonit yang digunakan adalah bentonit perdagangan merk *Brataco chemika*.
3. Kondisi adsorpsi dibatasi pada kecepatan pengocokan 150 rpm dan lama pengocokan 2 jam.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh pH terhadap kondisi adsorpsi bentonit hasil aktivasi terhadap rhodamin B.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan untuk pemanfaatan mineral alam, khususnya bentonit sebagai adsorben untuk zat warna rhodamin B dengan kondisi optimum pH adsorpsi hasil penelitian ini.

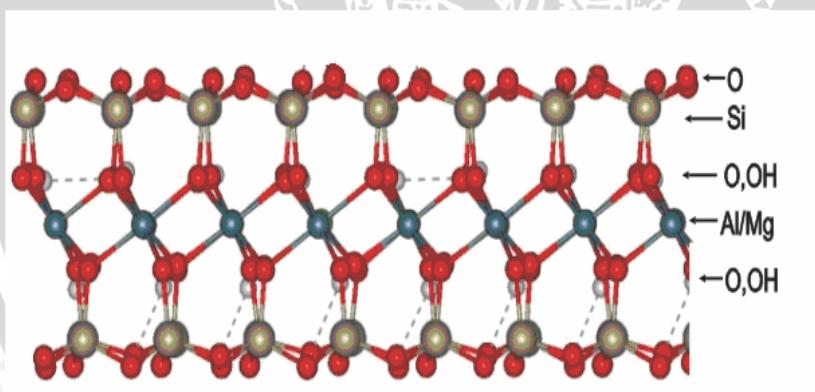
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bentonit Sebagai Adsorben

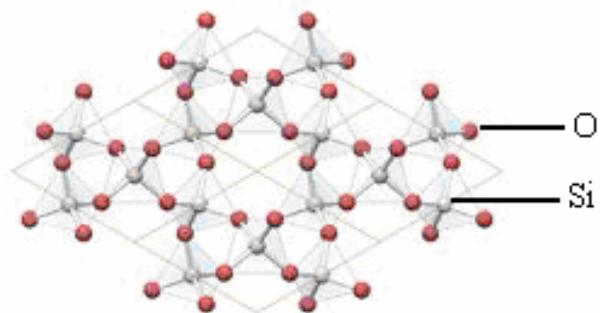
Bentonit adalah suatu istilah dalam dunia perdagangan sejenis lempung plastis yang mempunyai kandungan mineral montmorilonit lebih dari 85 % dengan rumus kimianya $\{[Al_{1,56}(Fe^{3+})_{0,03} Mg_{0,41}] [Si_{3,74}Al_{0,26}] O_{10} (OH)_2\} (M^+)^{0,67}$ (Samsuri, 2001). Sisanya mineral lain meliputi kaolinit ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), kuarsa $n(SiO_2)$, feldspars ($KAlSi_3O_8$) dan klorit $(Mg,Fe,Al)_6 (Si,Al)_4 O_{10} (OH)_8$ (Sapova, 2005). Montmorilonit ini dimasukkan ke dalam kelompok Smektit sub kelompok *smektit dioktahedral* (heptaphyllitic) bersama dengan beidelit dan nontronit. Bentonit dapat diamati secara langsung dengan ciri khas : mempunyai kilap lilin, lunak, berwarna abu-abu kecoklatan sampai kehijauan (Papke, 2008).

Struktur kimia montmorilonit ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Tunega, 2002) dan struktur kimia mineral pengotor montmorilonit ditunjukkan pada Gambar 2.2 :

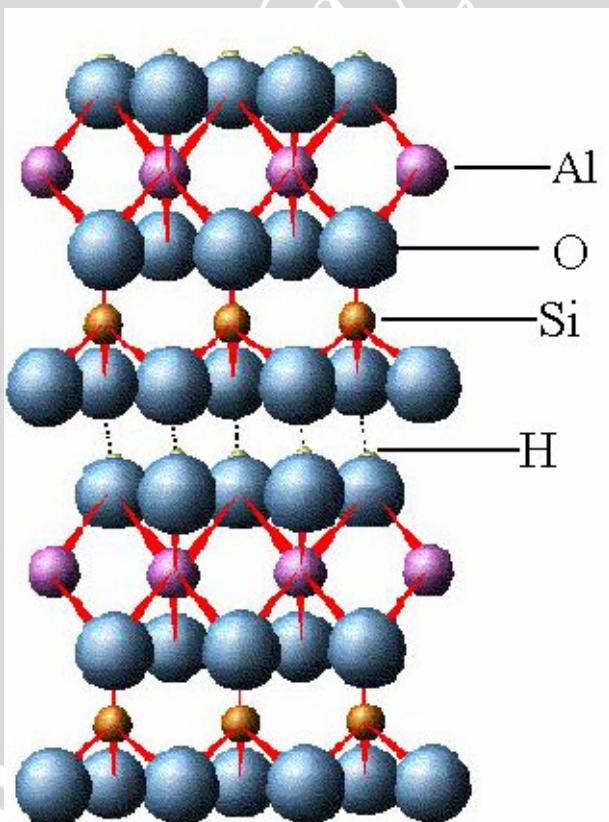


Gambar 2.1 Struktur kimia montmorilonit

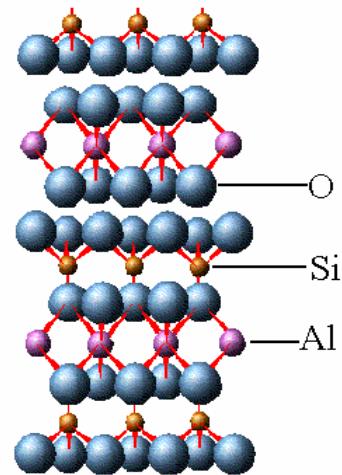
(a) Struktur kuarsa $n(\text{SiO}_2)$



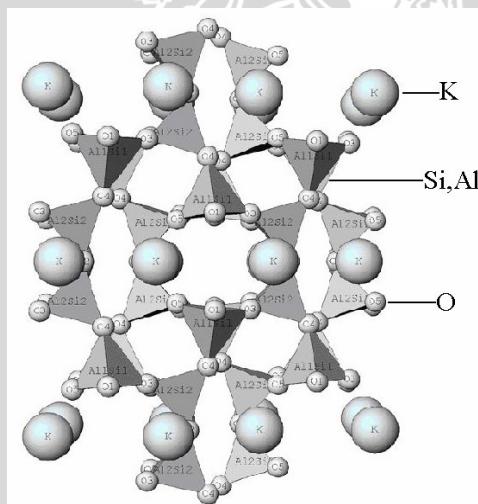
(b) Struktur kaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)



(c) Struktur klorit $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$



(d) Struktur feldspar $(\text{KAlSi}_3\text{O}_8)$



Gambar 2.2 Struktur kuarsa (a), kaolinit (b), klorit (c) dan feldspar (d)

Montmorillonit memiliki struktur lembaran yang terdiri atas lembar tetrahedral dari silika dan lembar oktahedral, yang kebanyakan diisi oleh alumina. Ruang antara lembaran-lembaran itu

diisi oleh air serta kation yang dapat dipertukarkan, terutama Na^+ atau Ca^{2+} . Bergantung pada banyak air yang terserap, maka jarak antara lembaran berubah-ubah. Hanya dengan memanaskan bentonit ini pada suhu tertentu, maka air yang ada di dalamnya dapat dikeluarkan tanpa merusak struktur lembaran dan lapisan pada bentonit, sehingga bisa diperoleh bahan adsorben (Haerudin, 2007).

Bentonit ada dua macam, yaitu natrium bentonit dan kalsium bentonit. Natrium bentonit disebut juga bentonit jenis *Wyoming*, mengandung ion Na^+ relatif lebih banyak jika dibandingkan dengan ion (Ca^{2+} dan Mg^{2+}). Secara kasat mata natrium bentonit mempunyai sifat mengembang apabila dicelupkan ke dalam air hingga 8 x lipat dari volume semula, sehingga dalam suspensinya akan menambah kekentalan. pH suspensi berkisar antara 8,5 - 9,8 (bersifat basa). Dalam keadaan kering natrium bentonit berupa padatan berwarna putih atau cream, pada keadaan basah dan terkena sinar matahari akan berwarna mengkilap. Kandungan Na_2O dalam natrium bentonit umumnya lebih besar dari 2 %. Karena sifat-sifat tersebut maka mineral ini sering dipergunakan untuk lumpur pemboran, penyumbat kebocoran bendungan pada teknik sipil, bahan pencampur pembuatan cat, bahan baku farmasi, dan perekat pasir cetak pada industri pengecoran logam (Riyanto, 2004). Komposisi kimia natrium bentonit menurut Aziz (2003) ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi kimia natrium bentonit

Senyawa kimia	Kadar (%)
SiO_2	78,2
Al_2O_3	8,87
Fe_2O_3	1,67
MgO	0,77
CaO	0,70
Na_2O	3,30
K_2O	2,29
LOI	3,76

Perbedaan antara natrium bentonit dan kalsium bentonit dapat dilihat dari pH dan kemampuan mengembangnya. Natrium bentonit bersifat basa (8,5-9,8) sedangkan kalsium bentonit bersifat asam (4,0-7,0). Selain itu, kemampuan mengembang natrium bentonit (8x lipat dari volume semula) lebih besar daripada kalsium bentonit (Riyanto, 2004).

2.2 Aktivasi Bentonit

Lempung bentonit sangat berguna untuk adsorpsi, namun kemampuan adsorpsinya terbatas (Cool dan Vassant, 1998). Kelemahan tersebut dapat diatasi melalui proses aktivasi menggunakan asam (HCl) sehingga dihasilkan lempung dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi (Kumar dan Jasra, 1995).

Aktivasi lempung menggunakan asam akan menghasilkan lempung dengan situs aktif lebih besar dan keasamaan permukaan yang lebih besar, sehingga akan dihasilkan lempung dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan sebelum diaktivasi (Komadel, 2003).

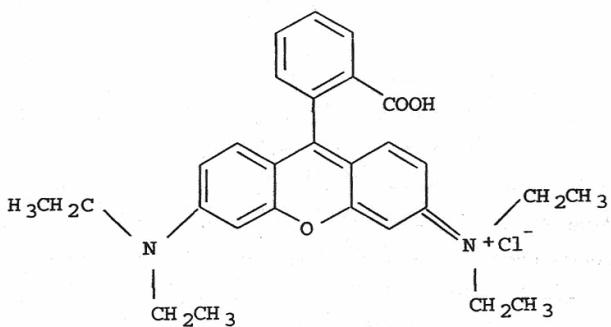
Montmorilonit mempunyai struktur bertingkat dan kapasitas pertukaran ion yang aktif di bagian dasar. Penambahan asam dapat menyebabkan penggantian ion-ion K^+ , Na^+ dan Ca^{2+} dengan H^+ dalam ruang interlamelar, serta akan melepaskan ion-ion Al^{3+} , Fe^{3+} dan Mg^{2+} dari strukturnya sehingga menjadikan lempung lebih aktif (Johnson, 1981).

Suarya (2008) telah melakukan penelitian tentang uji adsorpsi bentonit teraktivasi asam pada proses penjernihan minyak daun cengkeh. Dalam penelitiannya, bentonit yang digunakan untuk proses aktivasi sebanyak 25 gram dengan aktuator 100 mL larutan H_2SO_4 variasi konsentrasi 0 - 2,0 M. Kondisi optimum dicapai pada konsentrasi larutan H_2SO_4 1,2 M dan waktu adsorpsi selama 2 jam serta menghasilkan nilai adsorpsi sebesar 284,2 mg/g.

2.3 Rhodamin B

Rhodamin-B dengan rumus molekul $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$ merupakan salah satu pewarna penting dari kelompok xanthene dan sering digunakan dalam proses industri, antara lain pewarna kertas, tekstil dan pewarna material laser (Soares, 2006). Rhodamin B merupakan zat warna kation, memiliki pKa 3,22 (Kannan, 2007) dan berukuran molekul sebesar $19 \times 15 \text{ \AA}$ (Klika dkk., 2004). Panjang gelombang maksimum zat warna rhodamin B adalah pada 554 nm (Yamada, 2003).

Struktur Rhodamin B tersaji pada Gambar 2.3. Struktur ini menjelaskan bahwa rhodamin B merupakan rantai karbon aromatis dengan gugus-gugus yang berikatan pada atom C-nya (Akarsu dkk., 2006).



Gambar 2.3 Struktur Rhodamin B

2.4 Adsorpsi

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

Pada adsorpsi fisika adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga dapat bergerak dari satu bagian adsorben ke bagian yang lain. Sifat adsorpsinya adalah *reversible* yaitu dapat balik atau dilepaskan kembali dengan adanya penurunan konsentrasi larutan (Larry, 1982). Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang melibatkan ikatan valensi sebagai hasil pemakaian bersama elektron oleh adsorben dan adsorbat. Adsorpsi kimia berkaitan dengan pembentukan senyawa kimia yang melibatkan adsorben pada permukaan zat yang diserap (Oscik, 1991). Adsorpsi ini biasanya tidak *reversible*. Untuk memisahkan adsorbat dan adsorben harus dipanaskan pada suhu tinggi (Larry, 1982). Menurut Adamson (1990), adsorpsi oleh material berpori umumnya adalah adsorpsi fisika. Setelah kesetimbangan tercapai, serapannya cenderung tetap atau bahkan menurun.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah konsentrasi larutan, jumlah adsorben, ukuran adsorben dan temperatur adsorpsi (Vaisya dan Gupta, 2002). Adsorpsi juga dapat dipengaruhi oleh pH, jenis adsorben, ukuran partikel adsorben (Ninova dkk., 2002),

interaksi yang ada dalam larutan (adsorbat) serta adanya ion lain (Lee dkk., 2001).

Lilya (2008) telah melakukan kajian adsorpsi rhodamin B dengan menggunakan adsorben pasir laut Tuban. Adsorpsi dilakukan pada berbagai pH larutan rhodamin B (pH 1 – pH 13), lama pengocokan (1 – 5 jam), kecepatan pengocokan (100 – 200 rpm), dan konsentrasi larutan rhodamin B (5 – 40 ppm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi terjadi pada pH 2, waktu kesetimbangan 3 jam, kecepatan pengocokan 150 rpm dan konsentrasi rhodamin B 15 ppm dengan nilai adsorpsi $92,94 \pm 1,78\%$. Sedangkan, Setyaningtyas (2009) melakukan penelitian dengan parameter yang sama tetapi adsorben yang digunakan adalah zeolit alam Turen. Hasil yang diperoleh kondisi optimum adsorpsi terjadi pada pH 2, waktu kesetimbangan 4 jam, kecepatan pengocokan 150 rpm dan konsentrasi rhodamin B 40 ppm dengan nilai persen adsorpsi $98,96 \pm 0,15\%$ dan kapasitas adsorpsi $9,90 \pm 0,02$ mg/g.

2.5 Penentuan Kadar Rhodamin B dengan Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS

Spektrofotometer UV-VIS merupakan alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang (Skoog dkk., 1985)

Metode spektrofotometri didasarkan pada interaksi antara energi radiasi elektromagnetik dengan molekul. Interaksi tersebut menyebabkan terjadinya penyerapan energi radiasi elektromagnetik dengan molekul dimana serapan karakteristik atau spesifik untuk setiap molekul (Silverstein, 2005).

Radiasi elektromagnetik yang digunakan sebagai sumber sinar pada spektrofotometer adalah sinar ultraviolet dengan bilangan gelombang 200-400 nm dan sinar tampak meliputi daerah dengan bilangan gelombang berkisar 400 nm (cahaya ungu) sampai 700 nm (cahaya merah) dan terdiri dari bermacam-macam warna (polikromatis) dengan kuantitatif energi yang diserap oleh suatu senyawa berbanding terbalik dengan panjang gelombang radiasi (Day dan Underwood, 1996).

Aspek kuantitatif spektrofotometri diketahui menggunakan hukum Lambert–Beer pada Persamaan 2.1 dengan menggabungkan dua faktor yang mempengaruhi besarnya intensitas cahaya yang keluar setelah melewati medium larutan yaitu tebal kuvet dan konsentrasi larutan.

$$\text{Log} \left[\frac{I_o}{I_t} \right] = k \times h \times c \quad (2.1)$$

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

I_o = intensitas awal (cm)

I_t = intensitas akhir cahaya yang keluar (cm)

c = konsentrasi (mol L^{-1})

Menurut hukum Lambert-Beer, absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang menyerap dan panjang lintasan radiasi dalam medium. Hal ini dapat dituliskan melalui Persamaan 2.2 (Bassett dkk., 1994):

$$A = a b c \quad (2.2)$$

Dimana, A = Absorbansi

a = absorptivitas ($\text{L mg}^{-1} \text{cm}^{-1}$)

b = tebal medium penyerap (cm)

c = konsentrasi larutan (mg L^{-1})

Penggunaan metode instrumental sering memerlukan prosedur kalibrasi (baku) dengan menggunakan beberapa sampel (standar) yang masing-masing konsentrasinya diketahui dari analit yang akan ditentukan. Kurva kalibrasi (baku) dibuat dengan mengukur sinyal instrumental (absorbansi) dari masing-masing sampel (standar) dan diplotkan hasilnya terhadap konsentrasi. Kondisi percobaan yang sama digunakan untuk pengukuran larutan standar dan untuk uji sampel yang belum diketahui, konsentrasi akhir sampel dapat ditentukan dari kurva baku melalui interpolasi grafik (Vogel, 1989).

2.6 Penentuan Gugus Fungsi dengan Spektrofotometri Inframerah

Spektrofotometer inframerah adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur serapan radiasi inframerah pada bilangan gelombang $600\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$. Spektrofotometri inframerah dapat digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi senyawa karena setiap gugus fungsi yang diradiasi inframerah akan bervibrasi secara

spesifik. Gambar yang menyatakan intensitas serapan lawan bilangan gelombang atau panjang gelombang disebut spektrum inframerah (Day dan Underwood, 1996).

Tiga komponen pokok dalam spektrofotometer inframerah antara lain (Sastrohamidjojo, 1992):

1. Sumber radiasi infra merah yang berfungsi untuk memancarkan sinar yang mengenai cuplikan.
2. Monokromator yang berfungsi mendispersikan energi sinar awal menjadi banyak frekuensi dan setelah melalui serangkaian celah yang menyeleksi frekuensi tertentu yang akan dideteksi oleh detektor.
3. Detektor yang berfungsi mengubah energi dari frekuensi serapan menjadi sinyal listrik yang kemudian diperkuat hingga cukup untuk dicatat.

Atom-atom di dalam suatu molekul tidak diam, melainkan bergetar (bervibrasi). Bila radiasi inframerah dilewatkan melalui suatu cuplikan, maka molekul-molekulnya akan menyerap energi dan terjadilah transisi di antara tingkat vibrasi dasar (*ground state*) dan tingkat vibrasi tereksitasi (*excited state*) (Silverstein, 2005).

Perubahan energi vibrasi (ΔE) dapat dinyatakan sebagai $\Delta E = h\nu$ dengan h menyatakan tetapan Planck ($6,624 \times 10^{-34}$ J.det) dan ν menyatakan frekuensi dalam Hertz (Hz). Hubungan antara frekuensi dengan panjang gelombang (λ) dinyatakan dalam Persamaan 2.3 (Sastrohamidjojo, 1992) :

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \quad (2.3)$$

Dimana, c = Kecepatan cahaya (3×10^{10} cm det $^{-1}$)
 λ = Panjang gelombang (cm)

Jumlah gelombang per cm dinyatakan dalam bilangan gelombang (ν) pada Persamaan 2.4, yaitu :

$$\nu = \frac{1}{\lambda} \quad (2.4)$$

Hukum Hooke pada Persamaan 2.5 dapat menghitung frekuensi vibrasi dari ikatan dengan cukup teliti, yaitu :

$$\nu = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{K}{\mu}} \quad (2.5)$$

Sedangkan massa tereduksi (μ) dirumuskan dalam Persamaan 2.6 :

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \quad (2.6)$$

dengan :

K = Tetapan gaya untuk ikatan (dyne.cm^{-1}), c = kecepatan cahaya ($3 \times 10^{10} \text{ cm.det}^{-1}$) dan m = massa atom relatif (gr.mol^{-1}).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik, Instrumen dan Biokimia Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang pada bulan 22 Januari 2009 – 22 April 2009.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan - bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentonit perdagangan merk *Brataco Chemika* jenis natrium bentonit, rhodamin B p.a, akuades, larutan HCl teknis (32%, bj 1,13 g/mL), dan NaOH teknis.

3.3 Alat Penelitian

Alat – alat yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri dari seperangkat alat gelas, ayakan dengan ukuran 250 dan 300 mesh, cawan porselen, kertas saring halus, pengaduk magnetik, pH meter Merk Orion model 710A, oven (Memmert U 30), pengocok elektrik merk Edmund Buhler SM 25, neraca analitik (Mettler AE 50), desikator, mortar, botol semprot, spektrofotometer UV-Vis (merk shimadzu UV-1601) dan spektrofotometer inframerah (merk Shimadzu FTIR-8400S)

3.4 Tahapan Penelitian

1. Preparasi awal bentonit dan aktivasi bentonit dengan larutan asam klorida 2,4 M.
2. Karakterisasi bentonit sebelum dan setelah aktivasi.
 - Penentuan gugus fungsi dengan spektrofotometer inframerah FTIR.
3. Uji adsorpsi pada berbagai pH
4. Analisa data

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi dan Aktivasi Bentonit

Bentonit dalam bentuk serbuk diayak menggunakan ayakan berukuran 250 mesh. Padatan yang lolos diayak kembali dengan menggunakan ayakan berukuran 300 mesh. Bentonit yang tertahan pada ayakan 300 mesh tersebut kemudian dihomogenkan. Bentonit yang telah homogen digunakan untuk proses aktivasi.

Sebanyak 25 gram sampel bentonit dikocok dengan 100 mL larutan HCl 2,4 M pada suhu kamar dengan kecepatan pengocokan 150 rpm selama 4 jam. Kemudian campuran disaring menggunakan kertas saring halus, dan residunya (padatan) dicuci dengan akuades sampai filtratnya memiliki pH sama dengan pH akuades (pH 5,61). Kemudian padatan dikeringkan pada suhu 105 °C hingga diperoleh berat konstan.

3.5.2 Karakterisasi Bentonit Sebelum dan Setelah Aktivasi

3.5.2.1 Penentuan Gugus Fungsi Permukaan Sebelum Aktivasi Secara Spektrofotometri Infra merah

Sebanyak 0,2 g serbuk bentonit tanpa aktivasi dicampur dengan bubuk KBr pada perbandingan 1 : 10. Campuran digerus sampai halus dan homogen, kemudian dibentuk pelet dan selanjutnya sampel yang sudah berbentuk pelet diukur menggunakan spektrofotometer inframerah FTIR-8400S. Kemudian spektra yang diperoleh dicocokkan dengan bilangan gelombang gugus-gugus fungsi dari referensi.

3.5.2.2 Penentuan Gugus Fungsi Permukaan Setelah Aktivasi Secara Spektrofotometri Infra merah

Sebanyak 0,2 g serbuk bentonit teraktivasi dicampur dengan bubuk KBr pada perbandingan 1 : 10. Campuran digerus sampai halus dan homogen, kemudian dibentuk pelet dan selanjutnya sampel yang sudah berbentuk pelet diukur menggunakan spektrofotometer inframerah FTIR-8400S. Kemudian spektra yang diperoleh dicocokkan dengan bilangan gelombang gugus-gugus fungsi dari referensi.

3.5.3 Uji Adsorpsi

3.5.3.1 Uji Adsorpsi Rhodamin B Pada Berbagai pH

Larutan rhodamin B 100 ppm dengan pH masing-masing 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 (hasil preparasi pada Lampiran L.2.9 dan L.2.11) dipipet sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmenyer 250 mL kemudian ditambahkan 0,1 g bentonit hasil aktivasi pada sub bab 3.5.1. Campuran dikocok dengan pengocok elektrik pada kecepatan 150 rpm selama 2 jam pada suhu kamar. Setelah itu campuran disaring menggunakan kertas saring. Filtrat hasil penyaringan digunakan untuk penentuan konsentrasi rhodamin B sisa secara spektrofotometri UV-VIS seperti pada sub bab 3.5.4.3. Konsentrasi sisa tersebut digunakan untuk menentukan nilai adsorsi sebagaimana diolah pada Lampiran 4 dengan rumus perhitungan pada sub bab 3.5.5. Kondisi pH optimum ditentukan berdasarkan % rhodamin B teradsorpsi terbesar.

3.5.4 Penentuan Rhodamin B Secara Spektrofotometri UV-VIS

3.5.4.1 Penentuan Panjang Gelombang maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum ini diperoleh dengan cara mengukur larutan rhodamin B 70 ppm pada berbagai variasi panjang gelombang yaitu 530-560 nm dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-VIS. Kemudian dibuat kurva hubungan antara panjang gelombang dan absorbansi (Lampiran L.3.2). Panjang gelombang maksimum ditentukan dari panjang gelombang yang memberikan absorbansi terbesar.

3.5.4.2 Penentuan Persamaan Regresi Kurva Baku

Larutan rhodamin B 100 ppm dipipet sebanyak 17,5 mL; 22,5 mL; 27,5 mL; 32,5 mL; 37,5 mL; 42,5 mL; 47,5 mL. Setelah itu masing-masing larutan dimasukkan ke dalam labu takar 50 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas. Lalu larutan dikocok dan diukur pH-nya dengan pH meter, kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum (554 nm). Dari pengukuran absorbansi, dibuat kurva hubungan antara konsentrasi rhodamin B (ppm) sebagai sumbu x dengan absorbansi sebagai sumbu y sehingga diperoleh persamaan regresi (Lampiran L.3.2).

3.5.4.3 Penentuan kadar rhodamin B dalam larutan sampel dengan metode adisi standar

Filtrat rhodamin B dari perlakuan pada sub bab 3.5.3.1 diukur pH-nya menggunakan pH meter (data pH terdapat pada Lampiran L.7.1). Sebanyak 10 mL larutan filtrat dipipet ke dalam gelas beker dan ditambah dengan 25 mL larutan standar rhodamin B 100 ppm. Kemudian pH larutan disamakan dengan pH larutan kurva baku (pH 5,00) dengan menambahkan NaOH (0,1 M atau 0,01 M) jika pH-nya 1-5 atau HCl (0,1 M atau 0,01 M) jika pH-nya 6-7 dan akuades, kemudian larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambah dengan larutan HCl pH 5,00 hingga tanda batas. Larutan dikocok dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Hasil absorbansi kemudian diplotkan ke dalam kurva baku rhodamin B dan dihitung konsentrasi sisa dengan persamaan regresi (Lampiran L.4.1).

3.5.5 Perhitungan rhodamin B yang teradsorpsi

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

$$\begin{aligned} \text{■ } C_{\text{pengukuran}} &= \frac{A}{\text{slope}} \\ \text{■ } C_{\text{sisa}} &= C_{\text{pengukuran}} \times fp \\ \text{■ } \% \text{ Adsorpsi Rhodamin B} &= \frac{(C_o - C_s)}{C_o} \times 100\% \end{aligned} \quad (3.1)$$

Dimana: C_o = konsentrasi rhodamin B sebelum adsorpsi (ppm)

C_s = konsentrasi rhodamin B setelah adsorpsi (ppm)

fp = faktor pengenceran = Volume saat pengukuran
Volume cuplikan

3.5.6 Analisis Data

Data spektra inframerah dicocokkan dengan data referensi, sedangkan data % adsorpsi rhodamin B rata-rata yang diperoleh diuji statistik melalui uji F dan BNT.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan adsorpsi zat warna rhodamin B dengan menggunakan bentonit hasil aktivasi asam. Adsorben bentonit sebelum digunakan untuk adsorpsi, dilakukan preparasi terlebih dahulu yang tahapannya meliputi pengayakan (250 dan 350 mesh), homogenisasi serta aktivasi. Tujuan pengayakan ini adalah untuk mempersempit range ukuran partikel. Beda ukuran partikel yang kecil diharapkan akan memberikan beda luas permukaan yang kecil pula, sehingga beda kemampuan adsorpsi tiap partikel relatif kecil pula.

Homogenisasi bentonit dilakukan untuk meratakan pendistribusian ukuran partikel, karena dalam hal ini ukuran partikelnya masih dalam bentuk kisaran. Selain itu, bentonit alam yang digunakan mengandung bermacam-macam mineral, sehingga homogenisasi juga berguna untuk meratakan pendistribusian jenis-jenis mineral, yaitu montmorillonit, muskovit, kaolinit, kuarsa dan feldspar (sebagaimana disebutkan dalam sub bab 2.1).

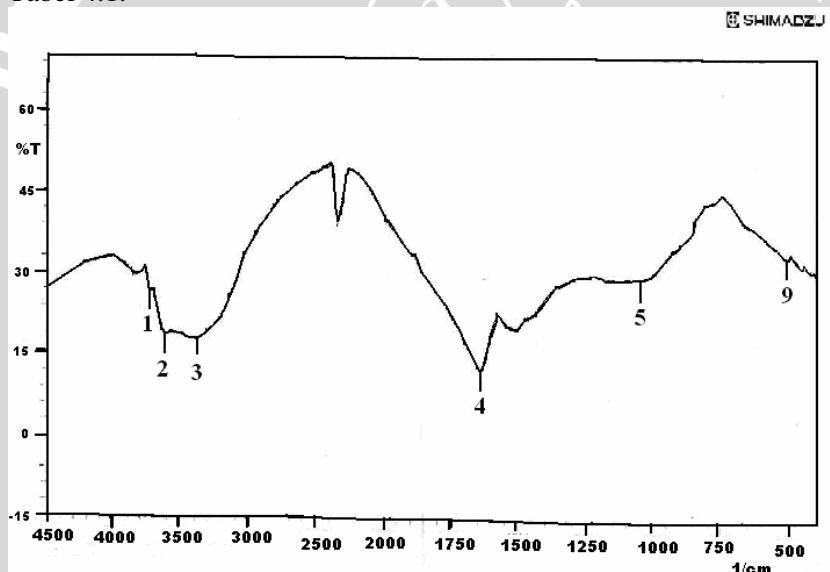
Proses aktivasi dengan larutan HCl 2,4 M bertujuan untuk mempertukarkan ion-ion alkali atau alkali tanah seperti Na^+ dan Ca^{2+} dengan H^+ pada bentonit sebagaimana disebutkan dalam tinjauan pustaka sub bab 2.2. Pertukaran ini menyebabkan luas permukaan internal semakin besar karena ukuran H^+ lebih kecil dari Na^+ dan Ca^{2+} , sehingga pori akan mampu mengadsorpsi adsorbat lebih banyak. Menurut Volkov (1997), jari-jari ion ion H^+ terhidrasi (280 pm) lebih kecil daripada ion Na^+ (358 pm) dan Ca^{2+} (412 pm). Pengocokan selama 2 jam dengan kecepatan 150 rpm bertujuan untuk meningkatkan kontak antara partikel bentonit dengan H^+ sehingga pertukaran ion tersebut berjalan efektif.

Bentonit sebelum dan setelah aktivasi asam selanjutnya dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer inframerah FTIR yang dibahas pada sub bab 4.1. Di samping itu, bentonit yang telah diaktivasi asam selanjutnya digunakan untuk uji adsorpsi yang dibahas pada sub bab 4.2.

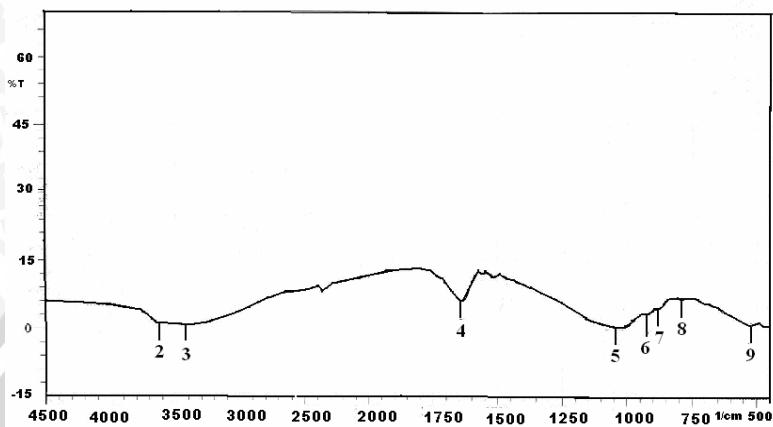
4.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Permukaan Bentonit Sebelum dan Setelah Aktivasi

Karakterisasi dengan spektrofotometer inframerah FTIR bertujuan untuk mengetahui perbedaan gugus fungsi yang terdapat pada permukaan bentonit sebelum dan setelah aktivasi. Gugus fungsi permukaan bentonit setelah aktivasi juga berguna untuk memperkirakan jenis interaksi adsorbat dan adsorben pada kajian adsorpsi yang dibahas pada sub bab 4.1.

Data bilangan gelombang spektra inframerah bentonit sebelum aktivasi ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan bentonit hasil aktivasi ditunjukkan pada Gambar 4.2. Hasil interpretasi spektranya pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Spektra inframerah bentonit sebelum aktivasi

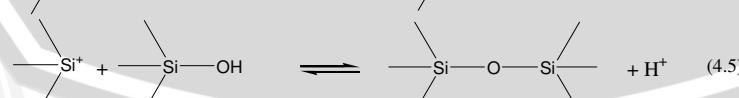
**Gambar 4.2** Spektra inframerah bentonit hasil aktivasi**Tabel 4.1** Interpretasi spektra inframerah bentonit hasil aktivasi

No puncak	Bilangan gelombang (cm^{-1})		Interpretasi	Data dari referensi
	Sebelum aktivasi	Setelah aktivasi		
1	3740,68	-	OH silanol	3650-3750 (Hay dan Hema,1998) 3200-3700 (Silverstein, 2005)
2	3629,68	3628,82	Ultr OH dari Al-OH	(Webb,1986)
3	3389,66	3423,41	Ultr OH dari air yang teradsorpsi OH ikatan H pada air	(Webb,1986) 3400-3500 (Hay dan Hema,1998) (Silverstein, 2005)
4	1641,31	1644,20	Tekuk H-O-H dari air yang teradsorpsi Tekuk OH	1500-1650 (Sastrohamidjojo, 1992) (Webb,1986)
5	1047,27	1042,45	Ultr Si-O Tekuk Si-O-Si asimetri internal	950-1100 (Hay dan Hema,1998) (Webb,1986)
6	-	920,95	Tekuk Al-OH	(Deravane,1992)
7	-	880,44	Vibrasi rentangan simetri eksternal Si-O-Si	(Deravane,1992)
8	-	792,69	Vibrasi rentangan simetri internal Si-O-Si	(Webb,1986)
9	513,99	522,67	Tekuk Si-O-Al atau tekuk Si-O	

Berdasarkan Gambar 4.2 diketahui adanya penurunan serapan gugus fungsi permukaan bentonit akibat aktivasi asam (puncak nomor 2, 3, 4 dan 5), bahkan ada gugus yang tidak muncul (puncak nomor 1). Gugus-gugus yang mengalami penurunan serapan antara lain serapan ulur OH dari Al-OH, ulur OH dan tekuk OH dari air yang teradsorpsi. Penurunan serapan gugus Al-OH kemungkinan disebabkan terjadinya reaksi dealuminasi pada saat aktivasi asam. Hal ini dibuktikan data analisis kation dalam filtrat HCl setelah aktivasi pada Lampiran L.8.1. Dealuminasi dapat terjadi pada mineral montmorilonit maupun mineral pengotornya seperti feldspar, klorit dan kaolinit. Reaksi dealuminasi ditunjukkan pada Persamaan 4.1 :



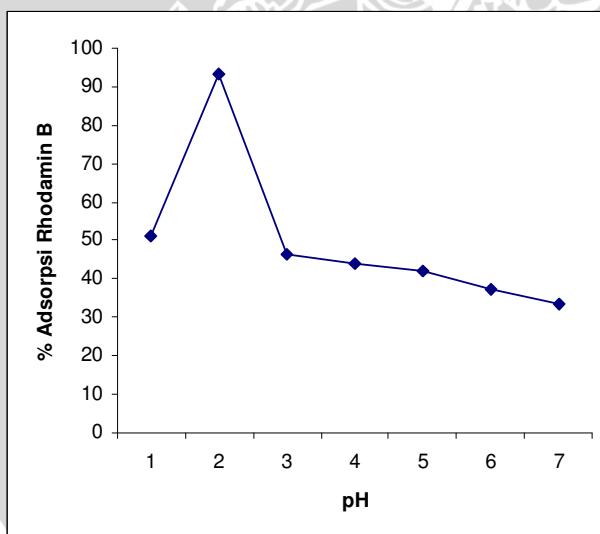
Bentonit hasil aktivasi juga tidak mengandung gugus polar Si-OH. Hal tersebut dikarenakan tidak ditemukannya pita serapan pada daerah bilangan gelombang 3740 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur dari Si-OH (Silverstain, 2005). Kemungkinan gugus silanol mengalami reaksi kondensasi selama aktivasi. Menurut Nuryono dan Narsito (2004) H^+ dapat bereaksi dengan $\text{Si}-\text{O}^-$ sehingga membentuk silanol (Si-OH) maupun ion silikonium (Si^+). Pada kasus bentonit, reaksi H^+ dengan SiO^- terjadi saat pertukaran ion H^+ dengan Na^+ / Ca^{2+} . Pembentukan gugus-gugus tersebut menyebabkan terjadinya reaksi kondensasi yang ditunjukkan pada Persamaan 4.2-4.5 :



4.1 Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Rhodamin B oleh Bentonit Hasil Aktivasi Asam

Kajian pengaruh pH pada adsorpsi zat warna rhodamin B oleh bentonit hasil aktivasi dilakukan pada berbagai pH. Kajian berbagai pH bertujuan untuk mempelajari pengaruh pH terhadap adsorpsi rhodamin B serta mengetahui pH optimum. Kisaran pH ditetapkan hanya 1 s/d 7 karena pada suasana basa ($\text{pH} > 7$), struktur utama bentonit (silikat dan aluminat) diperkirakan akan cenderung rusak akibat bereaksi dengan hidroksida. Menurut Brady (1984), oksida Si dan oksida Al bereaksi dengan basa. Hasil uji adsorpsi yang telah dilakukan dengan variasi pH 1-7, ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Berdasarkan hasil analisa data statistik menggunakan RAL dengan uji F didapatkan nilai $F_{\text{hitung}} (3617,103) > F_{\text{tabel}} (2,85)$ yang menunjukkan bahwa pH berpengaruh terhadap persen adsorpsi rhodamin B. Dari hasil uji BNT pada taraf kesalahan 5% pada Lampiran 5 Tabel L.5.4 juga diketahui bahwa pH 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 memberikan nilai adsorpsi yang berbeda nyata.



Gambar 4.3 Kurva pengaruh pH terhadap adsorpsi rhodamin B oleh bentonit hasil aktivasi asam.

Kondisi pH berpengaruh terhadap muatan adsorben dan muatan adsorbat sehingga mempengaruhi mekanisme interaksinya. Pengaruh pH terhadap rhodamin B berkaitan dengan perubahan muatan gugus fungsi karboksil. Gugus -COOH pada rhodamin B dapat terdeprotonasi menjadi -COO^- dan H^+ . Menurut Kannan (2007), rhodamin B memiliki harga pK_a sebesar 3,22. Makna dari harga pK_a tersebut yaitu pada $\text{pH} = \text{pK}_a$ (3,22) konsentrasi -COOH sama dengan konsentrasi -COO^- . Sedangkan pada $\text{pH} < 3,22$ konsentrasi $\text{-COOH} > \text{-COO}^-$ (dibuktikan pada perhitungan Lampiran 6).

Pengaruh pH terhadap bentonit diperkirakan terkait dengan perubahan muatan pada gugus aluminol bentonit. Dari data pH pada Lampiran 7 menunjukkan bahwa pada pH 1 terdapat sedikit peningkatan pH setelah adsorpsi. Hal ini berarti bahwa ada pengurangan H^+ dari fasa ruah selama adsorpsi berlangsung. Kemungkinan hal tersebut terjadi karena pengikatan H^+ oleh aluminol bentonit sehingga bermuatan positif. Reaksi terbentuknya aluminol terprotonasi ditunjukkan pada Persamaan 4.6 :



Pembentukan aluminol terprotonasi bermuatan positif cenderung memberi efek tolak-menolak dengan gugus ammonium kuarter dan gugus amina tersier terprotonasi rhodamin B (potensi terprotonasinya gugus amina tersier disebabkan karena atom N memiliki dua elektron bebas), akibatnya nilai adsorpsi pada pH 1 cenderung rendah. Selain itu, ada kemungkinan ikut teradsorpsinya ion Cl^- dari HCl yang berinteraksi dengan muatan positif bentonit sehingga mengurangi ruang rongga pori bentonit. Interaksi yang terjadi antara adsorbat dan adsorben pada pH 1 diperkirakan melalui gaya London antara rantai silika bentonit dengan aromatik rhodamin B serta ikatan hidrogen antara aluminol yang tidak terdeprotonasi dengan gugus karboksil (-COOH) rhodamin B.

Pada pH 2 mengalami sedikit penurunan pH setelah adsorpsi, hal ini berarti ada penambahan H^+ ke dalam fasa ruah selama proses adsorpsi. Penambahan H^+ kemungkinan berasal dari deprotonasi aluminol akibat pertukaran ion H^+ dari aluminol dengan ammonium kuarter rhodamin B. Proses pertukaran ion tersebut

meningkatkan interaksi rhodamin B dengan bentonit, sehingga adsorpsi pH 2 > pH 1. Interaksi yang terjadi pada pH 2 diperkirakan melalui gaya London antara rantai silika bentonit dengan aromatik rhodamin B, ikatan hidrogen antara aluminol bentonit dengan gugus karboksil rhodamin B, serta interaksi ionik antara amonium kuartener rhodamin B dengan gugus aluminol terdeprotonasi (Al-O^-).

Pada pH 3 terjadi penurunan pH setelah adsorpsi (ditunjukkan pada Lampiran 7) lebih besar daripada pH 2, artinya jumlah H^+ yang dilepas ke fasa ruah lebih banyak dan kemungkinan aluminol terdeprotonasi makin banyak. Namun, nilai adsorpsi justru lebih rendah daripada pH 2. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya gaya tolak-menolak antara aluminol terdeprotonasi dengan COO^- dari rhodamin B. Pada pH 3, jumlah $-\text{COO}^-$ lebih banyak daripada pH 2. Jenis interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat cenderung sama dengan pH 2.

Pada pH 4-7 nilai adsorpsi semakin turun. Jika dilihat dari data perubahan pH pada Lampiran 7, semua nilai pH setelah adsorpsi lebih kecil daripada sebelum adsorpsi. Penurunan pH juga semakin besar dari pH 4-7. Hal ini berarti pelepasan H^+ dari bentonit (gugus aluminol) semakin besar. Dengan demikian proses pertukaran kation juga makin besar. Namun demikian pada pH 4-7 gugus $-\text{COO}^-$ pada rhodamin B lebih dominan dibandingkan gugus $-\text{COOH}$ (hasil perhitungan pada Lampiran 6). Gugus $-\text{COO}^-$ cenderung tolak menolak dengan gugus aluminol terdeprotonasi (Al-O^-) bentonit, akibatnya menyulitkan proses adsorpsi. Interaksi yang mungkin terjadi pada proses adsorpsi pH 4-7 antara lain gaya London antara rantai silika bentonit dengan aromatik rhodamin B, interaksi ionik antara amonium kuartener rhodamin B dengan gugus aluminol terdeprotonasi (Al-O^-) serta interaksi ion dipol antara gugus aluminol (Al-OH) bentonit dengan gugus $-\text{COO}^-$ rhodamin B.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan bahwa pH berpengaruh terhadap nilai adsorpsi (pH 1-2 adsorpsi meningkat dan pH 2-7 adsorpsi menurun). Kondisi pH optimum adsorpsi diperoleh pada pH 2 dengan nilai adsorpsi sebesar $93,07 \pm 0,45\%$ atau $23,27 \pm 0,11$ mg/g, pada kondisi adsorpsi kecepatan pengocokan 150 rpm, lama pengocokan 2 jam dan konsentrasi rhodamin B 100 ppm.

5.2 Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kondisi adsorpsi yang lain, misalnya lama pengocokan, kecepatan pengocokan dan konsentrasi adsorbat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. 4th ed. John Wiley & Sons. New York.
- Albanis, T.A., D.G. Hela, T.M. Sakellarides and T.G. Danis. 2000. *Removal of Dyes From Aqueous Solutions of Fly Ash and Soil in Batch and Column Techniques*. *Int. J Global Nest*. 2. (3) : 237-244.
- Aziz, M. 2003. *Pemanfaatan Mineral Al-Silikat Untuk Bahan Katalis Hydrocarbon Cracking Minyak Bumi*, <http://wm@tekmira.esdm.go.id>. diakses tanggal 15 Oktober 2008.
- Basset, J., R.C. Denney, G.H. Jeffrey and J. Mendham, 1994, *Vogel's Text Book of Quantitative Inorganic Analysis*. 4th ed. Alih bahasa A. Hadyana P. dan Ir. L. Setiono. Penerbit Buku EGC. Jakarta. hal 545-546.
- Burlianty, V., I.W. Edi, A. Hanafi dan L. Hanafi. 2005. *Peningkatan Kapasitas Adsorpsi Sorben Serbuk Gergaji Albasia terhadap Zat Warna Anionik dengan Cara Aminasi*. Kelompok Studi lingkungan (KSL) Indonesia. Surabaya.
- Chen, F., J. Zhao and H. Hidaka. 2003. *Highly Selective Deethylation of Rhodamine B: Adsorption and Photooxidation Pathways of the Dye on the TiO₂/SiO₂ Composite Photocatalyst*. *Int. J. Pho.* Japan.
- Cool, P. and E.F. Vansant. 1988. “*Pillared Clays : Preparation, Characterization and Application*”. Moleculer Sieves. Springer.
- Day Jr., R.A., dan A.L. Underwood. 1996. *Analisis Kimia Preparatif*. Edisi Kelima. Penerjemah : A.H. Pudjatmaka. Erlangga. Jakarta. hal.553.

Deravane. 1992. *Aluminosilicates : Synthesis, Structure and Reactivity*. Kluwer Academic Publisher. Netherland. 193-223.

Haerudin, H. 2007. *Tanah Liat: dari Gerabah Hingga Material Mutakhir*. Pusat Penelitian Kimia LIPI. PUSPIPTEK Serpong. Tangerang.

Harsini, M. 1995. *Kimia Bentonit Pacitan dan Upaya Penanganan Mutunya*. ITB press. Bandung.

Hidayat, W. 2008. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Majari Magazine. Jakarta.

Jankowska, H., A. Swiatkowski, dan J. Choma. 1991. *Activated Carbon*. Ellis Horwood limited. pp 29-85.

Johnson, W.M., and Maxwell, J.A. 1981. *Rock and Mineral Analysis*. Edisi Kedua. John Willey and Sons Inc. New York.

Kannan, N. and S. Murugavel. 2007. *Column Studies on The Removal of Dyes Rhodamine-B, Congo Red and Acid Violet by Adsorption on Various Adsorbents*. *Electronic Journal of Environment, Agricultural and Food Chemistry*. pp 1860-1868.

Katti, K. and D. Katti. 2001. *Effect of Clay-Water Interactions on Swelling in Montmorillonite Clay*. Department of Civil Engineering and Construction North Dakota State University. New York.

Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Alih Bahasa A. Saptorahardjo. Universitas Indonesia. Jakarta. Vol. 6, 1176.

Klika, Z., H. Weissmannova, P. Capkova and M. Pospiyil. 2004. *The Rhodamine B Intercalation of Montmorillonite*. *J. Col.and Int. Scienc*. 275 : 243-250.

- Komadel, P. 2003. *Chemically Modified Smectites*. Slovac Academy of Sciences. Slovakia. . *Int. J Global Nest.* 38 : 127-138.
- Kumar, P. and R.V. Jasra. 1995. *Evolution of Porosity and Surface Acidity in Montmorillonite Clay on Acid Activation*. *Ind. Eng. Chem. Res.* 34 : 1440 – 1448.
- Larry. 1982. *Adsorption Mechanism*. 3rd ed. Mc. Graw Hill Book Company. New York. pp 202-206.
- Lee, O. J., J.W. Chao and H. Kang. 2001. *Adsorption of Lead and Nickel Ions by a Ca-Bentonite*. www.mrs.org/publication/epubs/proceeding/fall_2001/jj. diakses tanggal 16 Oktober 2008.
- Lilya, P. 2008. *Studi Pengaruh Kondisi Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B oleh Pasir Laut Teraktivasi*. Skripsi Jurusan Kimia. Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Malang.
- Longhinnotti, E., F. Pozza, L. Furian and M. Klug. 1998. *Adsorption of Anionic Dyes on Biopolymer Chitin*. *J.Braz.Chem.Soc.* 9(5): 2.
- Lowell and Shields. 1984. *Power Surface Area and Porosity*. 2nd ed. Chapman and All Inc. London. pp 14-16.
- Moreira, R.F.P.M., M.G. Peruch, and N.C. Kuhnhen.1998. *Adsorption of Textile Dyes on Alumina Equilibrium Studies and Contact Time Effects*. *Braz. J. Chem. Eng.* 15(1) : 20-25.
- Murat. 2006. *A Novel Approach to the Hydrothermal Synthesis of Anatase Titania Nanoparticles and the Photocatalytic Degradation of Rhodamin B*. *Chem.* pp 333-343.
- Ninova, K.V., N. Nonokova and M. Morinov. 2002. *Investigation The Adsorption Properties of the Natural Adsorbents Zeolite and Bentonite towards Copper Ions*, *Mining and Mineral Processing*. 44 (2) : 93-97.

- Nuryono and Narsito. 2004. *Effect of Acid Concentration on Characters of Silica Gel Synthesized from Sodium Silicate*. *Ind. J. Chem.* Department of Chemistry. Gajahmada University Yogyakarta. Indonesia. 5(1) 23-30.
- Oscik, J. 1991. *Adsorption*. Hasted press a division of John Willey and Sons. New York.
- Papke, K.G. 2008. *Montmorillonite, Bentonite and Fuller's Earth Deposits in Nevada*. Nevada Bureau of Mines Bulletin 76. Mackay School of Mines. University of Nevada-Reno. New York.
- Riyanto, A. 2004. *Bahan Galian Industri Bentonit*. Dirjen Pertambangan Umum. PPTM. Bandung.
- Rosseau. 1987. *Handbook of Separation Process Technology*. John Willey and Sons Inc. United States.
- Saleh, S.A. 1998. *Catalytic Debutylation of Tert-butylphenols by Some Natural Clays. Reaction Kinetics and Catalysis Letters*. 64 : 373-380.
- Samsuri, A. 2001. *The Utilization Of Malaysian Local Bentonite As An Extender And Free Water Controller In Oil-Well Cement Technology*. SPE. pp 68674.
- Sapova, E.V. 2005. *Changes in the Mineralogical Composition of Bentonite Clay Under the Cyanobacterial Activity*. Institute of Palaentology RAS. Moscow.
- Sardiyoko. 1987. *Menciptakan Lingkungan Hidup Yang Sehat dan Aman*. <http://www.jatim.co.id>. diakses tanggal 4 Juni 2009.
- Sastrohamidjojo, H. 1992. *Spektroskopi Inframerah*. Edisi pertama. Liberty. Yogyakarta. hal. 46, 64-65.

Setyaningtyas, D.E. 2009. *Studi Adsorpsi Rhodamin B oleh Zeolit Alam Hasil Aktivasi Asam*. Skripsi Jurusan Kimia. Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Malang.

Silverstein, R.M., G.C. Bassler and T.C. Morril. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. 7th ed. John Wiley and Sons. Inc. USA.

Skoog, D.A., D.M. West, and J.F. Hollen. 1985. *Analytical Chemistry*. 5th ed. Saunders College Pub. Philadelphia. pp 408-409.

Soares, E.T., M.A. Lansarin, dan C.C. Moro, 2006. *A Study of Process Variables for the Photocatalytic Degradation of Rhodamine B*. Chemical Engineering Department. Brazil.

Suarya, P. 2008. *Adsorpsi Pengotor Minyak Daun Cengkeh Oleh Lempung Teraktivasi Asam*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. Bukit Jimbaran.

Susanto, B.T.A. 2007. *Studi Kemampuan Zeolit pada Pengendalian Hilangnya Nitrogen dalam Pupuk Kandang*. Skripsi Jurusan Kimia. Universitas Brawijaya. 51.

Suyartono dan Hussaini. 1991. *Tinjauan Terhadap Kegiatan Penelitian Karakteristik dan Pemanfaatan Zeolit*. Buletin PPTM 13 (4) : 1-3.

Tan, K.H. 1991. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. UGM Press. Yogyakarta. hal 116-118.

Tunega, D. 2002. *Institute for Theoretical Chemistry and Structural Biology*. http://www.univie.ac.at/qccd/hpsc/2002/Tunega/itc_files/f1.jpg. diakses tanggal 15 Januari 2009.

Vaisya, C.R and K.S. Gupta. 2002. *Modelling Arsenic (III) Adsorption from Water by Sulphate – Modified Iron-Coated Sand (Smioscs)*. *J.Chem Tech & Biotech*. 78: 73-80.

Vogel. 1989. *A Textbook of Quantitative Chemical Analysis*. 5th ed.
Longman Group UK Ltd. London.

Yamada, K., K. Haraguchi and C.C. Gacho. 2003. *Removal of Dyes From Aqueous Solution by Sorption with Coal Fly Ash*, *International Ash Utilization Symposium*. Center For applied Energy Research. University of Kentucky. New York.

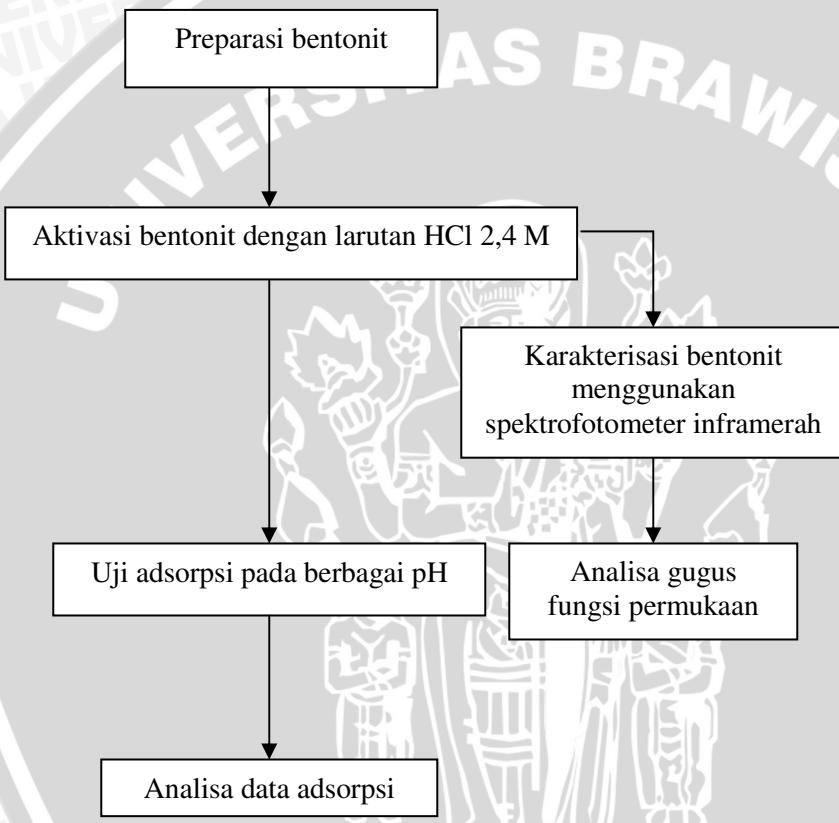


LAMPIRAN

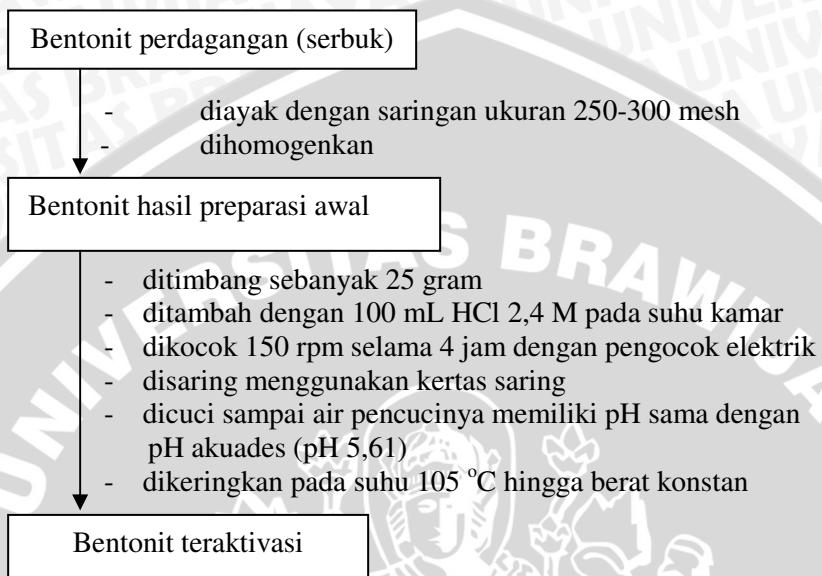
Lampiran 1

Diagram Alir Penelitian

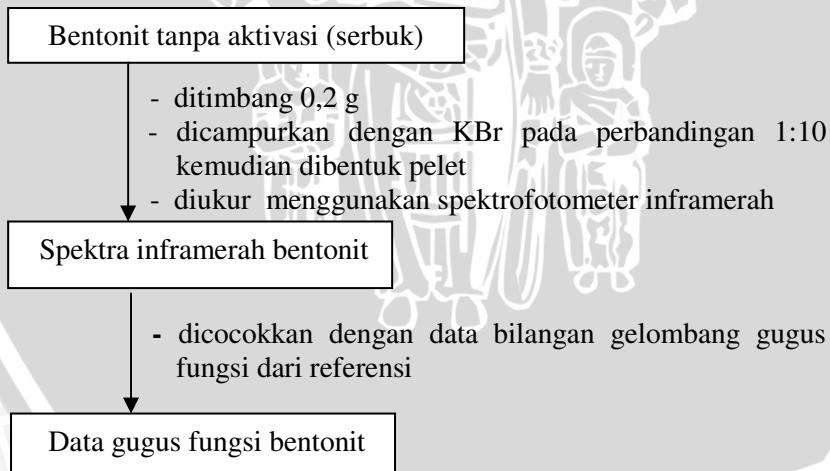
L.1.1 Tahapan Penelitian



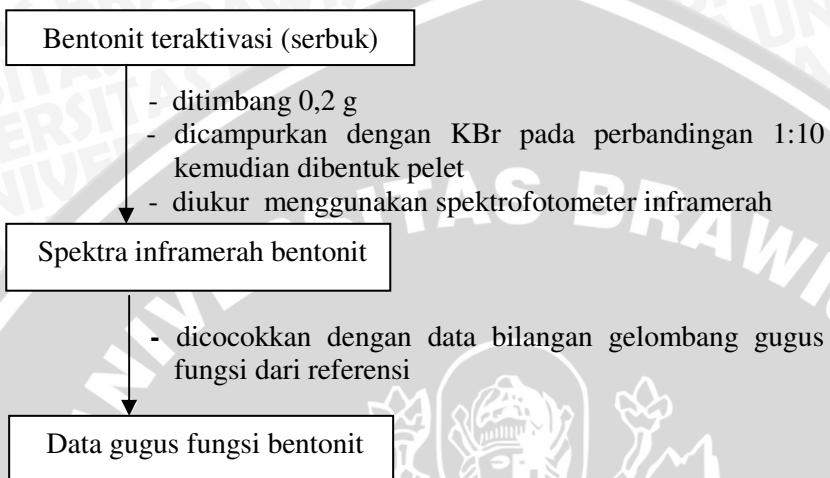
L.1.2 Preparasi Bentonit Sebagai Adsorben



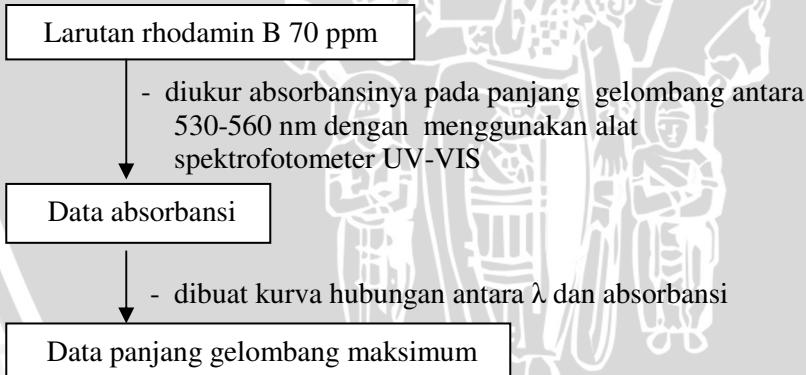
L.1.3 Penentuan Gugus Fungsi Permukaan Bentonit Sebelum Aktivasi dengan Spektrofotometer Inframerah



L.1.4 Penentuan Gugus Fungsi Permukaan Bentonit Setelah Aktivasi dengan Spektrofotometer Inframerah



L.1.5 Penentuan Panjang Gelombang (λ) Maksimum



L.1.6 Penentuan Persamaan Regresi Kurva Baku

Larutan rhodamin B 100 ppm

- dipipet sebanyak 17,5 mL; 22,5 mL; 27,5 mL; 32,5 mL; 37,5 mL; 42,5 mL; 47,5 mL
- dimasukkan masing-masing larutan ke dalam labu takar 50 mL
- ditambah dengan akuades hingga tanda batas dan dikocok

Larutan rhodamin B 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95 ppm

- diukur pH-nya
- kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum

Data absorbansi

- dibuat kurva baku hubungan antara konsentrasi dan absorbansi

Persamaan regresi

L.1.7 Uji Adsorpsi Rhodamin B pada Berbagai pH

Larutan rhodamin B 400 ppm

- dipipet sebanyak 25 mL
- dilakukan pengaturan pH menjadi pH 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 dengan larutan HCl atau NaOH
- dituang dalam labu ukur 100 mL
- ditambah dengan larutan HCl atau NaOH dengan pH sesuai sampai 100 mL dalam labu ukur

Larutan rhodamin B 100 ppm berbagai pH

- diambil sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer
- ditambahkan 0,10 g bentonit teraktivasi
- dikocok dengan pengocok elektrik pada kecepatan 150 rpm selama 2 jam pada suhu kamar
- disaring menggunakan kertas saring

Filtrat

Residu

- diukur pH-nya menggunakan pHmeter
- diambil 10 mL dan dipindahkan ke dalam gelas beker
- ditambah dengan 25 mL larutan standar rhodamin B 100 ppm
- disamakan pH-nya dengan pH larutan kurva baku (pH 5,00) dengan menambahkan larutan HCl 0,1 M dan 0,01 M atau larutan NaOH 0,1 M dan 0,01 M dan akuades
- dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambah dengan larutan HCl (pH 5,00) hingga tanda batas
- diukur absorbansinya menggunakan spektofotometer UV-VIS

Data absorbansi

- dihitung konsentrasi sisa dengan persamaan regresi
- dihitung nilai adsorpsi

Data % adsorpsi

Lampiran 2

Pembuatan Larutan dan Perhitungan

L.2.1 Pembuatan Larutan Stok Rhodamin B 400 ppm

Serbuk Rhodamin B ditimbang sebanyak 0,4 gram dan dilarutkan dalam gelas beaker 50 mL dengan akuades. Larutan kemudian dipindahkan dalam labu ukur 1 L dan ditambah sampai tanda batas.

Cara perhitungan :

$$400 \text{ ppm} = 400 \text{ mg/L}$$

ketika $V = 1 \text{ L}$

$$\frac{400 \text{ mg}}{1\text{L}} = \frac{W}{1 \text{ L}}$$

$$W = 400 \text{ mg} = 0,4000 \text{ g}$$

L.2.2 Pembuatan Larutan Baku Rhodamin B 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95 ppm

Larutan stok rhodamin B 100 ppm dipipet sebanyak 17,5 mL; 22,5 mL; 27,5 mL; 32,5 mL; 37,5 mL; 42,5 mL; 47,5 mL, masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian ditambah dengan akuades sampai tanda batas.

Tabel L.2.2 Pembuatan larutan baku rhodamin B

M_1 (ppm)	V_1 (mL)	M_2 (ppm)	V_2 (mL)
100	17,5	35	50
100	22,5	45	50
100	27,5	55	50
100	32,5	65	50
100	37,5	75	50
100	42,5	85	50
100	47,5	95	50

Cara perhitungan :

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

Dengan :

M_1 = Konsentrasi larutan Rhodamin B awal yang dipipet

V_1 = Volume larutan Rhodamin B awal yang dipipet

M_2 = Konsentrasi larutan Rhodamin B akhir

V_2 = Volume larutan Rhodamin B akhir

L.2.3 Perhitungan Molaritas Larutan HCl Teknis 32 %

Berat jenis larutan HCl teknis = 1,13 g/mL

Kadar larutan HCl teknis = 32 % (b/v)

BM HCl = 36,461 g/mol

Maka konsentrasi larutan HCl teknis :

$$M_{HCl} = \frac{1,13 \text{ g/mL}}{36,461 \text{ g/mol}} \times 0,32 \times 1000 \text{ mL} = 9,9 \text{ M}$$

L.2.4 Perhitungan Pembuatan Larutan HCl 2,4 M

Larutan HCl 9,9 M diambil sebanyak 60,6 mL, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL yang telah berisi akuades sekitar 100 mL kemudian ditambah dengan akuades sampai tanda batas

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$9,9 \text{ M} \times V_1 = 2,4 \text{ M} \times 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = 60,6 \text{ mL}$$

Dengan :

M_1 = Konsentrasi larutan HCl awal yang dipipet (M)

V_1 = Volume larutan HCl awal yang dipipet (mL)

M_2 = Konsentrasi larutan HCl akhir (M)

V_2 = Volume larutan HCl akhir (mL)

L.2.5 Perhitungan Pembuatan Larutan HCl 5,0 M; 1,0 M; 0,1 M; dan 0,01 M

Larutan HCl 9,9 M diambil sebanyak V_1 mL, lalu dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang telah berisi akuades sekitar 25 mL kemudian ditambah dengan akuades sampai tanda batas

Tabel L.2.5 Pembuatan larutan HCl

M_1 (M)	V_1 (mL)	M_2 (M)	V_2 (mL)
9,9	50,5	5,0	100
9,9	10	1,0	100
9,9	1	0,1	100
0,1	10	0,01	100

Keterangan :

M_1 = Konsentrasi larutan HCl awal yang dipipet (M)

V_1 = Volume larutan HCl awal yang dipipet (mL)

M_2 = Konsentrasi larutan HCl akhir (M)

V_2 = Volume larutan HCl hasil pengenceran (mL)

L.2.6 Perhitungan Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M dan 0,01 M

Pada pembuatan larutan NaOH 10,0 M ditimbang sebanyak 40 g NaOH padat, dilarutkan dalam gelas beaker, kemudian ditambah dalam labu ukur 100 mL.

$$\begin{aligned}\text{Mol NaOH} &= [\text{NaOH}] \times \text{volum NaOH} \\ &= 10,0 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 1 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa NaOH} &= \text{mol NaOH} \times \text{Mr NaOH} \\ &= 1 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} \\ &= 40 \text{ g}\end{aligned}$$

Tabel L.2.6 Pembuatan larutan NaOH

M_1 (M)	V_1 (mL)	M_2 (M)	V_2 (mL)
10,0	1	0,1	100
0,1	10	0,01	100

Keterangan :

M_1 = Konsentrasi larutan NaOH awal yang dipipet (M)

V_1 = Volume larutan NaOH awal yang dipipet (mL)

M_2 = Konsentrasi larutan NaOH akhir (M)

V_2 = Volume larutan NaOH hasil pengenceran (mL)

L.2.7 Pembuatan Larutan HCl pH 1 dan 2

Larutan HCl 0,1 M disiapkan sebanyak 100 mL kemudian diukur pH larutan menggunakan pH meter (terukur pH ~ 1,00). Larutan HCl 0,01 M disiapkan sebanyak 100 mL kemudian diukur pH larutan menggunakan pH meter (terukur pH ~ 2,00).

L.2.8 Pembuatan Larutan HCl pH 3, 4 dan 5

Akuades disiapkan sebanyak 100 mL kemudian ditempatkan di dalam gelas beaker 250 mL kemudian diukur pH larutan menggunakan pH meter (terukur pH = 5,61). Diatur pH larutan menjadi pH 3 dengan menambahkan larutan HCl 0,1 M dan 0,01 M sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Hal yang sama dilakukan pada pembuatan larutan HCl pH 4 dan 5.

L.2.9 Pembuatan dan Perhitungan Larutan Rhodamin B 400 ppm pH 1-5

Larutan rhodamin B 400 ppm disiapkan sebanyak 25 mL kemudian ditempatkan di dalam gelas beaker 100 mL lalu diukur pH larutan menggunakan pH meter (terukur pH = 6,16). Kemudian pH larutan diatur menjadi pH 1 dengan menambahkan larutan HCl 10,0 M; 0,1 M dan 0,01 M sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik.

Larutan rhodamin B yang pH-nya telah diatur dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL kemudian ditambah dengan larutan HCl pH 1 hingga tanda batas, larutan kemudian dikocok. Hal yang sama dilakukan pada preparasi larutan rhodamin B pH 2, 3, 4 dan 5. Perhitungan pengenceran larutan rhodamin B sebagai berikut:

$$\begin{aligned}M_1 \cdot V_1 &= M_2 \cdot V_2 \\400 \text{ ppm} \times V_1 &= 100 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= 25 \text{ mL}\end{aligned}$$

Dengan :

C_1 = Konsentrasi larutan Rhodamin B awal yang dipipet (ppm)

V_1 = Volume larutan Rhodamin B awal yang dipipet (mL)

C_2 = Konsentrasi larutan Rhodamin B akhir (ppm)

V_2 = Volume larutan Rhodamin B akhir (mL)

L.2.10 Pembuatan Larutan NaOH pH 6 dan 7

Akuades disiapkan sebanyak 100 mL kemudian ditempatkan di dalam gelas beaker 250 mL kemudian diukur pH larutan menggunakan pH meter (terukur pH = 5,61). Diatur pH larutan menjadi pH 6 dengan menambahkan larutan NaOH 0,01 M sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik.

L.2.11 Pembuatan dan Perhitungan Larutan Rhodamin B 400 ppm pH 6

Larutan rhodamin B 400 ppm disiapkan sebanyak 25 mL ditempatkan di dalam gelas beaker 100 mL kemudian diukur pH larutan menggunakan pH meter (terukur pH = 6,16). Kemudian pH diatur menjadi pH 6 dengan menambahkan larutan HCl 0,01 M sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik.

Larutan rhodamin B yang pH-nya telah diatur dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL, kemudian ditambah dengan larutan NaOH pH 6 hingga tanda batas, kemudian larutan dikocok.

L.2.12 Pembuatan dan Perhitungan Larutan Rhodamin B 400 ppm pH 7

Larutan rhodamin B 400 ppm disiapkan sebanyak 25 mL ditempatkan di dalam gelas beaker 100 mL kemudian diukur pH larutan menggunakan pH meter (terukur pH = 6,16). Kemudian pH diatur menjadi pH 7 dengan menambahkan larutan NaOH 0,01 M sambil diaduk menggunakan pengaduk magnetik.

Larutan rhodamin B yang pH-nya telah diatur dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL, kemudian ditambah dengan larutan NaOH pH 7 hingga tanda batas, kemudian larutan dikocok. Perhitungan pengenceran larutan rhodamin B sebagai berikut:

$$\begin{aligned}M_1 \cdot V_1 &= M_2 \cdot V_2 \\400 \text{ ppm} \times V_1 &= 100 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= 25 \text{ mL}\end{aligned}$$

Dengan :

M_1 = Konsentrasi larutan Rhodamin B awal yang dipipet (ppm)

V_1 = Volume larutan Rhodamin B awal yang dipipet (mL)

M_2 = Konsentrasi larutan Rhodamin B akhir (ppm)

V_2 = Volume larutan Rhodamin B akhir (mL)

Lampiran 3

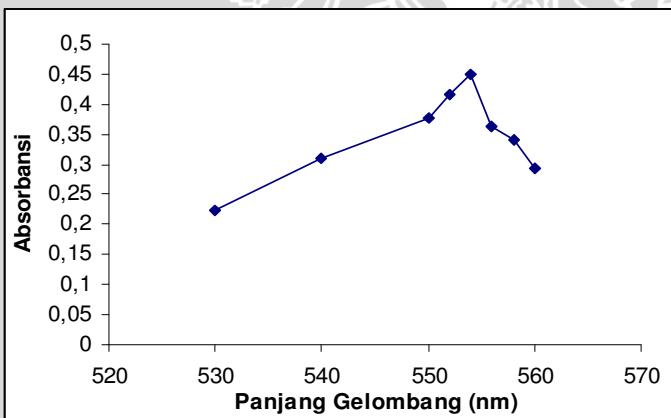
Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Baku Rhodamin B

L.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

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

λ (nm)	Absorbansi
530	0,2225
540	0,3113
550	0,3757
552	0,4167
554*	0,4494
556	0,3635
558	0,3406
560	0,2937

Keterangan * = adalah panjang gelombang maksimum rhodamin B

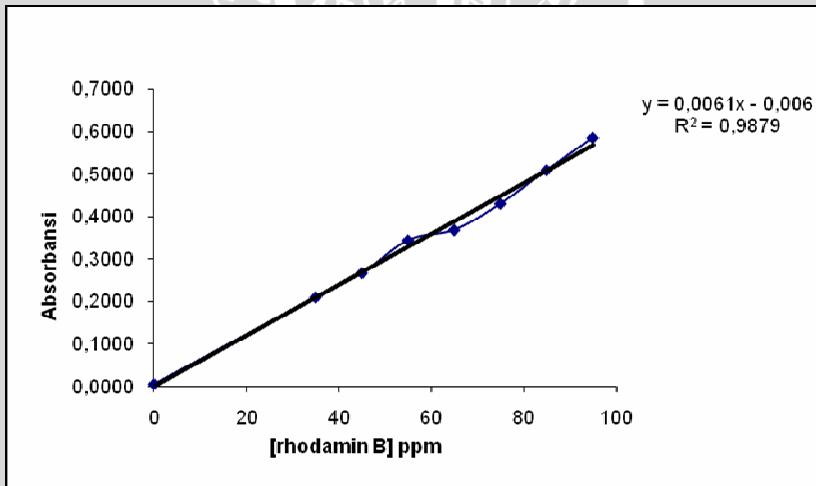


Gambar L.3.1 Spektra rhodamin B

L.3.2 Penentuan Kurva Baku Larutan Rhodamin B

Tabel L.3.2 Data penentuan kurva baku larutan rhodamin B pada berbagai konsentrasi dengan 3 kali pengulangan

Rh B (ppm)	A1	A2	A3	Arata2
0	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060
35	0,2168	0,2065	0,2065	0,2099
45	0,2437	0,2734	0,2838	0,2670
55	0,3303	0,3407	0,3613	0,3441
65	0,3923	0,3716	0,3407	0,3682
75	0,3923	0,4439	0,4542	0,4301
85	0,5162	0,5058	0,5058	0,5093
95	0,5884	0,5988	0,5678	0,5850



Gambar L.3.2 Kurva baku larutan rhodamin B

Lampiran 4

Pengolahan Data % Adsorpsi dan Qc (mg/g) Rhodamin B oleh Bentonit Teraktivasi Asam

L.4.1 Pengolahan Data % Adsorpsi Rhodamin B oleh Bentonit Teraktivasi Asam

Tabel L.4.1 Pengolahan data variasi pH terhadap % adsorpsi rhodamin B oleh bentonit teraktivasi asam

pH	C ukur awal(ppm)	Abs	slope	intersep	C ukur adisi standar(ppm)	A std 50 ppm	C ukur std 50 ppm	fp	C sisa (ppm)	% adsorpsi	Rerata % ads	SD % ads
1	104,5246	0,3754	0,0061	0,006	62,5246	0,3128	52,2623	5	51,3115	50,91	51,25	0,32
	104,5246	0,3749	0,0061	0,006	62,4426	0,3128	52,2623	5	50,9016	51,30		
	104,5246	0,3746	0,0061	0,006	62,3934	0,3128	52,2623	5	50,6557	51,54		
2	104,5246	0,3210	0,0061	0,006	53,6066	0,3128	52,2623	5	6,7213	93,57	93,07	0,45
	104,5246	0,3218	0,0061	0,006	53,7377	0,3128	52,2623	5	7,3770	92,94		
	104,5246	0,3221	0,0061	0,006	53,7869	0,3128	52,2623	5	7,6230	92,71		
3	104,5246	0,3806	0,0061	0,006	63,3770	0,3128	52,2623	5	55,5738	46,83	46,28	0,59
	104,5246	0,3812	0,0061	0,006	63,4754	0,3128	52,2623	5	56,0656	46,36		
	104,5246	0,3821	0,0061	0,006	63,6230	0,3128	52,2623	5	56,8033	45,66		
4	104,5246	0,3853	0,0061	0,006	64,1475	0,3128	52,2623	5	59,4262	43,15	43,85	0,64
	104,5246	0,3842	0,0061	0,006	63,9672	0,3128	52,2623	5	58,5246	44,01		
	104,5246	0,3837	0,0061	0,006	63,8852	0,3128	52,2623	5	58,1148	44,40		
5	104,5246	0,3869	0,0061	0,006	64,4098	0,3128	52,2623	5	60,7377	41,89	42,18	0,32
	104,5246	0,3866	0,0061	0,006	64,3607	0,3128	52,2623	5	60,4918	42,13		
	104,5246	0,3861	0,0061	0,006	64,2787	0,3128	52,2623	5	60,0820	42,52		
6	104,5246	0,3915	0,0061	0,006	65,1639	0,3128	52,2623	5	64,5082	38,28	37,53	0,83
	104,5246	0,3923	0,0061	0,006	65,2951	0,3128	52,2623	5	65,1639	37,66		
	104,5246	0,3936	0,0061	0,006	65,5082	0,3128	52,2623	5	66,2295	36,64		
7	104,5246	0,3972	0,0061	0,006	66,0984	0,3128	52,2623	5	69,1803	33,81	33,63	0,69
	104,5246	0,3967	0,0061	0,006	66,0164	0,3128	52,2623	5	68,7705	34,21		
	104,5246	0,3984	0,0061	0,006	66,2951	0,3128	52,2623	5	70,1639	32,87		

Pengolahan Data Qc (mg/g)

L.4.2 Pengolahan Data Qc (mg/g) Adsorpsi Rhodamin B oleh Bentonit Teraktivasi Asam

Tabel L.4.2 Pengolahan data variasi pH terhadap Qc (mg/g)

pH	C ukur awal 100 ppm	Abs	slope	intersep	C ukur adisi standar(ppm)	A std 50 ppm	C ukur std 50 ppm	fp	C sisa (ppm)	W adsorben (g)	Vol Rh B (L)	Qc (mg/g)	rerata Qc (mg/g)	SD Qc
1	104,5246	0,3754	0,0061	0,006	62,5246	0,3128	52,2623	5	51,3115	0,10	0,025	12,73	12,81	0,08
	104,5246	0,3749	0,0061	0,006	62,4426	0,3128	52,2623	5	50,9016	0,10	0,025	12,83		
	104,5246	0,3746	0,0061	0,006	62,3934	0,3128	52,2623	5	50,6557	0,10	0,025	12,88		
2	104,5246	0,3210	0,0061	0,006	53,6066	0,3128	52,2623	5	6,7213	0,10	0,025	23,39	23,27	0,11
	104,5246	0,3218	0,0061	0,006	53,7377	0,3128	52,2623	5	7,3770	0,10	0,025	23,24		
	104,5246	0,3221	0,0061	0,006	53,7869	0,3128	52,2623	5	7,6230	0,10	0,025	23,18		
3	104,5246	0,3806	0,0061	0,006	63,3770	0,3128	52,2623	5	55,5738	0,10	0,025	11,71	11,57	0,15
	104,5246	0,3812	0,0061	0,006	63,4754	0,3128	52,2623	5	56,0656	0,10	0,025	11,59		
	104,5246	0,3821	0,0061	0,006	63,6230	0,3128	52,2623	5	56,8033	0,10	0,025	11,41		
4	104,5246	0,3853	0,0061	0,006	64,1475	0,3128	52,2623	5	59,4262	0,10	0,025	10,79	10,96	0,16
	104,5246	0,3842	0,0061	0,006	63,9672	0,3128	52,2623	5	58,5246	0,10	0,025	11,00		
	104,5246	0,3837	0,0061	0,006	63,8852	0,3128	52,2623	5	58,1148	0,10	0,025	11,10		
5	104,5246	0,3869	0,0061	0,006	64,4098	0,3128	52,2623	5	60,7377	0,10	0,025	10,47	10,54	0,08
	104,5246	0,3866	0,0061	0,006	64,3607	0,3128	52,2623	5	60,4918	0,10	0,025	10,53		
	104,5246	0,3861	0,0061	0,006	64,2787	0,3128	52,2623	5	60,0820	0,10	0,025	10,63		
6	104,5246	0,3915	0,0061	0,006	65,1639	0,3128	52,2623	5	64,5082	0,10	0,025	9,57	9,38	0,21
	104,5246	0,3923	0,0061	0,006	65,2951	0,3128	52,2623	5	65,1639	0,10	0,025	9,41		
	104,5246	0,3936	0,0061	0,006	65,5082	0,3128	52,2623	5	66,2295	0,10	0,025	9,16		
7	104,5246	0,3972	0,0061	0,006	66,0984	0,3128	52,2623	5	69,1803	0,10	0,025	8,45	8,41	0,17
	104,5246	0,3967	0,0061	0,006	66,0164	0,3128	52,2623	5	68,7705	0,10	0,025	8,55		
	104,5246	0,3984	0,0061	0,006	66,2951	0,3128	52,2623	5	70,1639	0,10	0,025	8,22		

Cara perhitungan salah satu persen adsorpsi pH 1 pada Tabel L.4.1

$$fp = \frac{50 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} = 5$$

$$\begin{aligned} C_{\text{ukur Adisi standar}} &= \frac{\text{Absorbansi adisi standar} + \text{intersep}}{\text{slope}} \\ &= \frac{0,3754 + 0,006}{0,0061} \\ &= 62,5246 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{ukur larutan standar } 50 \text{ ppm}} &= \frac{\text{Absorbansi larutan standar } 50 \text{ ppm} + \text{intersep}}{\text{slope}} \\ &= \frac{0,3128 + 0,006}{0,0061} \\ &= 52,2623 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{ukur awal } 100 \text{ ppm}} &= C_{\text{ukur larutan standar } 50 \text{ ppm}} \times 2 \\ &= 52,2623 \times 2 \\ &= 104,5256 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{sisa}} &= (C_{\text{ukur Adisi standar}} - C_{\text{larutan standar } 50 \text{ ppm}}) \times fp \\ &= (62,5246 \text{ ppm} - 52,2623 \text{ ppm}) \times 5 = 51,3115 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ adsorpsi} &= \frac{(C_o - C_s)}{C_o} \times 100\% \\ &= \frac{104,5256 - 51,3115}{104,5256} \times 100\% \\ &= 50,91\% \end{aligned}$$

Dimana: C_o = Konsentrasi ukur rhodamin B sebelum adsorpsi (ppm)

C_s = Konsentrasi ukur rhodamin B setelah adsorpsi (ppm)

$$\text{Rerata \% Adsorpsi} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3} = \frac{50,91 + 51,30 + 51,54}{3} = 51,25$$

$$\begin{aligned} SD &= \sqrt{\frac{(X_1 - X_{\text{rata-rata}})^2 + (X_2 - X_{\text{rata-rata}})^2 + (X_3 - X_{\text{rata-rata}})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(50,91 - 51,25)^2 + (51,30 - 51,25)^2 + (51,54 - 51,25)^2}{3-1}} \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

Cara perhitungan salah satu Qc (mg/g) pH 1 pada Tabel L.4.2

$$Qc = \frac{\% \text{ adsorpsi} \times \text{volume rhodamin B (L)}}{W \text{ adsorben (g)}}$$

$$= \frac{50,91 \times 0,025}{0,10}$$

$$= 12,73 \text{ mg/g}$$

$$\text{Rerata } Qc = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3} = \frac{12,73 + 12,83 + 12,88}{3} = 12,81$$

$$\begin{aligned} SD &= \sqrt{\frac{(X_1 - X_{\text{rata}})^2 + (X_2 - X_{\text{rata}})^2 + (X_3 - X_{\text{rata}})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{(12,73 - 12,81)^2 + (12,83 - 12,81)^2 + (12,88 - 12,81)^2}{3-1}} \\ &= 0,08 \end{aligned}$$

Lampiran 5

Uji Statistik

L.5.1 Uji statistik penentuan pH optimum

Tabel L.5.1 Data % rhodamin B yang teradsorpsi pada variasi pH

pH	% adsorpsi			Total	Rerata % adsorpsi	SD
	1	2	3			
1	50.91	51.30	51.54	153.75	51.25	0.32
2	93.57	92.94	92.71	279.22	93.07	0.45
3	46.83	46.36	45.66	138.85	46.28	0.59
4	43.15	44.01	44.40	131.56	43.85	0.64
5	41.89	42.13	42.52	126.54	42.18	0.32
6	38.28	37.66	36.64	112.58	37.53	0.83
7	33.81	34.21	32.87	100.89	33.63	0.69

Ada tidaknya pengaruh pH terhadap jumlah rhodamin B yang teradsorpsi oleh bentonit teraktivasi maka dilakukan uji F dengan langkah- langkah sebagai berikut:

1. Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{\left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n (Y_{ij}) \right]^2}{\sum_{i=1}^p ni} \\ \text{FK} &= \frac{[153,75 + 279,22 + \dots + 100,89]^2}{21} \\ &= \frac{(1043,39)^2}{21} \\ &= 51841,08 \end{aligned}$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

a) Jumlah Kuadrat Total

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

$$\begin{aligned} &= [(50,91)^2 + (51,30)^2 + \dots + (32,87)^2] - 51841,08 \\ &= 59023,18 - 51841,08 \\ &= 7182,099 \end{aligned}$$

b) Jumlah Kuadrat perlakuan

$$\begin{aligned} JK_{\text{perlakuan}} &= \frac{\left[\sum_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 \right]}{n_i} - FK \\ &= \frac{[(153,75)^2 + (279,22)^2 + \dots + (100,89)^2]}{3} - 51841,08 \\ &= 177055,6 - 51841,08 \\ &= 7177,468 \end{aligned}$$

c) Jumlah Kuadrat Galat Percobaan

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

$$\begin{aligned} &= 7182,099 - 7177,468 \\ &= 4,6301 \end{aligned}$$

3. Analisa Sidik Ragam (Uji F)

a) $KT_{\text{perlakuan}} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{perlakuan}}} = \frac{7177,468}{6} = 1196,245$

$$\text{b) } KT_{\text{galat percobaan}} = \frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{galat percobaan}}} = \frac{4,6301}{14} = 0,3307$$

c) Menghitung Nilai F

$$F_{\text{hitung}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}} = \frac{1196,245}{0,3307} = 3617,103$$

Tabel L.5.2 Hasil analisa sidik ragam pengaruh pH

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}
Perlakuan	6	7177,468	1196,245	3617,103	2,85
Galat	14	4,6301	0,3307		
Total	20	7182.0985			

Berdasarkan tabel L.5.3 menunjukkan bahwa $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, berarti ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan yang berbeda dilakukan uji BNT dengan taraf kesalahan 5 %.

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

$$BNT_{(0,05)} = t_{(0,025; 14)} \sqrt{\frac{2 \times 0,3307}{3}}$$

$$= 2,145 \times 0,469 = 1,006$$

Tabel L.5.3 Hasil uji BNT pengaruh pH

pH	% adsorpsi	1	2	3	4	5	6	7
		51,25	93,07	46,28	43,85	42,18	37,53	33,63
1	51,25	0	41,82	4,97	7,4	9,07	13,72	17,62
2	93,07		0	46,79	49,22	50,89	55,54	59,44
3	46,28			0	2,43	4,1	8,75	12,65
4	43,85				0	1,67	6,32	10,22
5	42,18					0	4,65	8,55
6	37,53						0	3,9
7	33,63							0

Lampiran 6

Perhitungan Banyaknya Gugus pada Rhodamin B yang Terdisosiasi

L.6.1 Perhitungan banyaknya gugus karboksilat pada rhodamin B yang terdisosiasi

Diketahui : pK_a rhodamin B = 3,22



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

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

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

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

Tabel L.6.1 Data perbandingan $[\text{ArCOOH}]/[\text{ArCOO}^-]$ dan $[\text{ArCOO}^-]/[\text{ArCOOH}]$ pada berbagai pH

pH awal larutan	$\frac{[\text{ArCOOH}]}{[\text{ArCOO}^-]}$	pH awal larutan	$\frac{[\text{ArCOO}^-]}{[\text{ArCOOH}]}$
1,00	$1,66 \cdot 10^2$	1,00	$6,02 \cdot 10^{-3}$
2,00	$1,66 \cdot 10^1$	2,00	$6,02 \cdot 10^{-2}$
3,00	1,66	3,00	$6,02 \cdot 10^{-1}$
*3,22	1,00	3,22	1,00
4,00	$1,66 \cdot 10^{-1}$	4,00	6,02
5,00	$1,66 \cdot 10^{-2}$	5,00	$6,02 \cdot 10^1$
6,00	$1,66 \cdot 10^{-3}$	6,00	$6,02 \cdot 10^2$
7,00	$1,66 \cdot 10^{-4}$	7,00	$6,02 \cdot 10^3$

Keterangan:

* = pK_a rhodamin B

Jadi pada $pH > 3$ rhodamin B berada sebagai ionnya dan pada $pH < 3$ sebagai molekulnya

Lampiran 7

Hubungan pH dan ΔpH

Tabel L.7.1 Data pH sebelum dan setelah adsorpsi

pH	pH sebelum adsorpsi	pH setelah adsorpsi	ΔpH	$\Delta\text{pH rata2}$
1a	1.00	1.05	-0.05	-0.06
1b	1.00	1.08	-0.08	
1c	1.00	1.04	-0.04	
2a	2.00	1.94	0.06	0.06
2b	2.00	1.96	0.04	
2c	2.00	1.93	0.07	
3a	3.03	2.96	0.07	0.11
3b	3.03	2.89	0.14	
3c	3.03	2.92	0.11	
4a	4.02	3.76	0.26	0.21
4b	4.02	3.82	0.20	
4c	4.02	3.84	0.18	
5a	5.05	4.36	0.69	0.70
5b	5.05	4.32	0.73	
5c	5.05	4.38	0.67	
6a	6.06	4.05	2.01	2.01
6b	6.06	4.09	1.97	
6c	6.06	4.02	2.04	
7a	7.02	4.44	2.58	2.58
7b	7.02	4.46	2.56	
7c	7.02	4.42	2.60	

Lampiran 8

Analisis Kation dalam Filtrat HCl Setelah Aktivasi

Tabel L.8.1 Data analisis kation dalam filtrat HCl setelah aktivasi

No.	Kation	Absorbansi	fp	Absorbansi
1.	K	1,4551	1	Spektrofotometri Serapan atom
2.	Ca	1,7341	1	Spektrofotometri Serapan atom
3.	Mg	2,1519	1	Spektrofotometri Serapan atom
4.	Na	1,8440	1	Spektrofotometri Serapan atom
5.	Fe	1,3418	1	Spektrofotometri Serapan atom
6.	Al *	0,28	50	Spektrofotometri Sinar Tampak

* pereaksi utama : aluminon



Lampiran 9

Analisis pH bentonit

Tabel L.9.1 Uji kualitatif jenis bentonit

No.	Bahan	pH	Hasil interpretasi
1.	Bentonit + 25 mL akuades	8 - 9	Natrium bentonit

Tabel L.9.2 Data analisis pH natrium bentonit sebelum dan setelah aktivasi

No.	Bahan	pH
1.	Akuades	5,6
2.	Akuades (25 mL) + natrium bentonit sebelum aktivasi (1 g)	8
3.	Akuades (25 mL) + natrium bentonit setelah aktivasi (1 g)	4