



**PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI LIGNIN TERHADAP
RHODAMIN B DALAM SISTEM DINAMIS**

SKRIPSI

Oleh

**Agus Wahyudi
NIM 111810301005**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI LIGNIN TERHADAP
RHODAMIN B DALAM SISTEM DINAMIS**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Agus Wahyudi
NIM 111810301005

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Suwondo tercinta dan Ibunda Sriani tercinta, terima kasih untuk doa, motivasi, kesabaran serta cinta kasih sayang yang tiada henti tercurahkan;
2. Adik tercinta Sya'diatul Markhamah serta keluarga besar, terima kasih untuk doa, motivasi dan dorongan semangat yang tiada henti;
3. Guru-guru di SDN 118 Ramayana, SMPN 1 Mappedeceng, SMAN 1 Mappedeceng serta dosen-dosen di Jurusan Kimia FMIPA UNEJ yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater tercinta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
5. Teman tim kerja Resty Rukmi Kharismaningrum, terima kasih atas kerja sama, *sharing*, dorongan semangat dan perhatian yang diberikan selama ini;
6. Sahabat karib tercinta Maulidfia Rahmi dan Rose Mutiara Aktaviani, terima kasih atas kerja sama, *sharing*, dorongan semangat, perhatian dan kebersamaan dikala suka dan duka yang diberikan selama ini;
7. Teman-teman seperjuangan Anis Najmatul K, Sarifatun Nahariah, Siti Aisyatus sa'idatul adawiyah, Nehemia Fernandes, Faizatur rofi'ah, Maganda Ananda Kristi, Marga Romadhona dan Putri Zakiatul N, terima kasih atas kerjasama dan bantuannya;
8. Teman-teman angkatan 2011 (*Solvent*), terima kasih atas semangat, bantuan, saran, dan kenangan yang telah diberikan;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

MOTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”
(Terjemahan surat Al-Insyiroh ayat 6-7)*

“Jika orang berpegang pada keyakinan, maka hilanglah kesangsian. Tetapi jika orang sudah berpegang pada kesangsian, maka hilanglah keyakinan”
(Sir Francis Bacon)**



*) Kitab Suci Al Qur'an. 1975. Al Qur'an dan Terjemahannya. Jakarta: PT. Bumi Restu.

**) Decaprio, R. 2012. Kisah Inspiratif Proses Belajar Ilmuan-Ilmuan Dunia. Jogjakarta: DIVA Press.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Agus Wahyudi

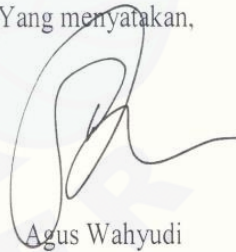
NIM : 111810301005

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Kapasitas Adsorpsi Lignin Terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 November 2016

Yang menyatakan,



Agus Wahyudi

NIM 111810301005

SKRIPSI

**PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI LIGNIN TERHADAP
RHODAMIN B DALAM SISTEM DINAMIS**

Oleh

Agus Wahyudi

NIM 111810301005

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

: Asnawati, S.Si, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota

: Tri Mulyono, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Kapasitas Adsorpsi Lignin Terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari : **SELASA**

tanggal : **15 NOV 2016**

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji;

Ketua (DPU),



Asnawati, S.Si, M.Si
NIP.196808141999032001

Sekretaris (DPA),



Tri Mulyono S.Si, M.Si
NIP. 196810201998021002

Penguji I,



Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D
NIP.196605291993031003

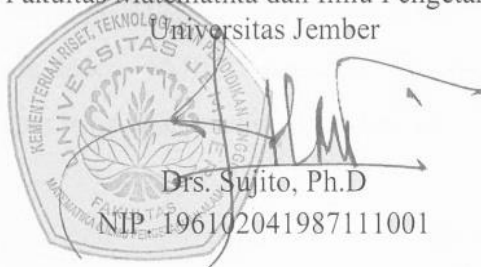
Penguji II,



Dr. Donatus Setyawan P. H, S.Si, M.Si
NIP. 196808021994021001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember



Drs. Sujito, Ph.D
NIP. 196102041987111001

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Kapasitas Adsorpsi Lignin Terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

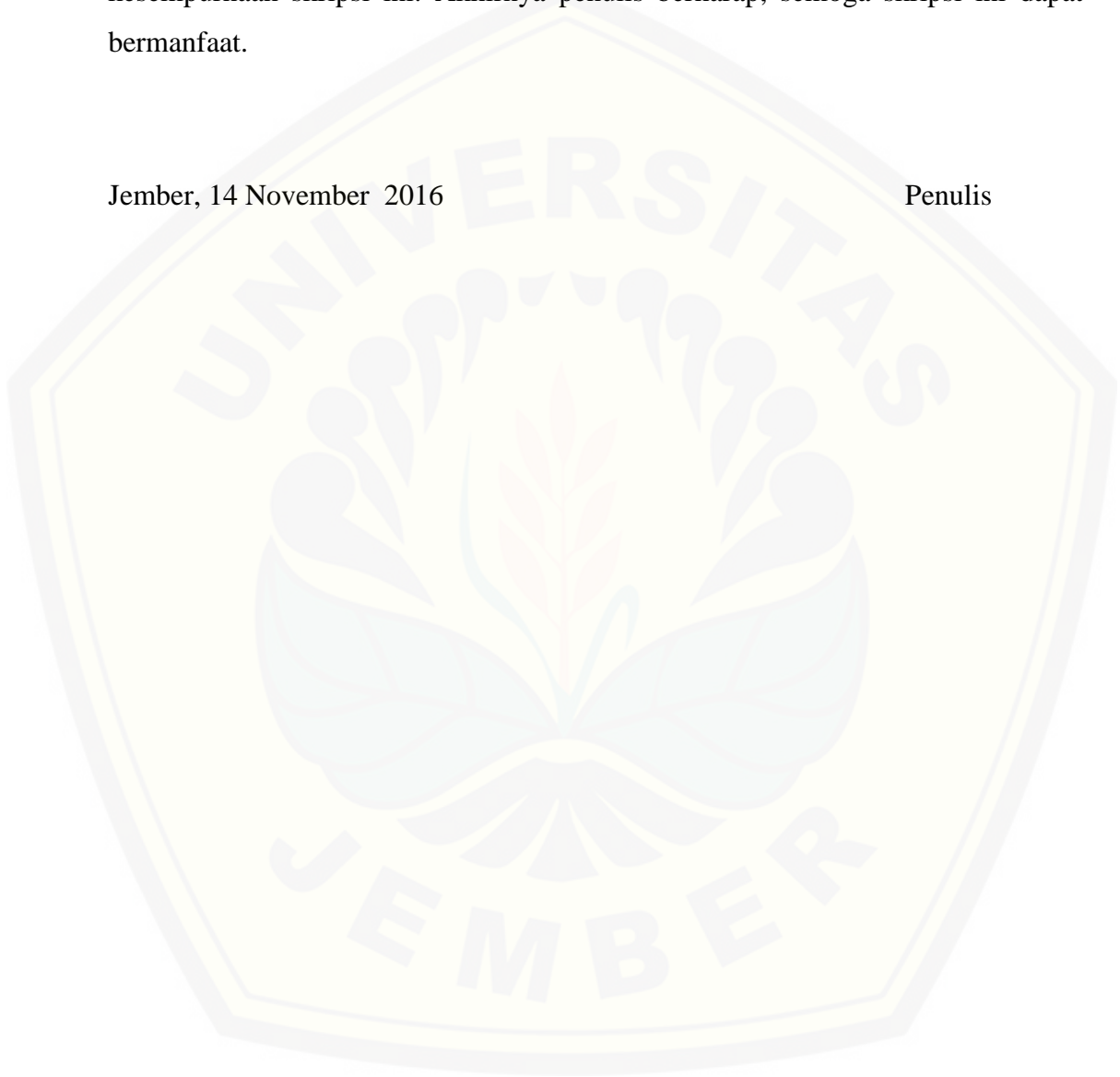
1. Drs. Sujito, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si, selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Yeni Maulidah Muflihah, S.Si, M.Si, selaku kepala Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. Asnawati, S.Si, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Tri Mulyono, S.Si, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Penguji I dan Dr. Donatus Setyawan Purwo Handoko, S.Si, M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktunya guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
7. I Nyoman Adi Winata, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama menjadi mahasiswa;
8. Bapak/ibu dosen-dosen FMIPA terutama dosen-dosen Jurusan Kimia Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan;

9. Bapak/ibu Tehnisi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan kemudahan fasilitas laboratorium selama penelitian.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 14 November 2016

Penulis

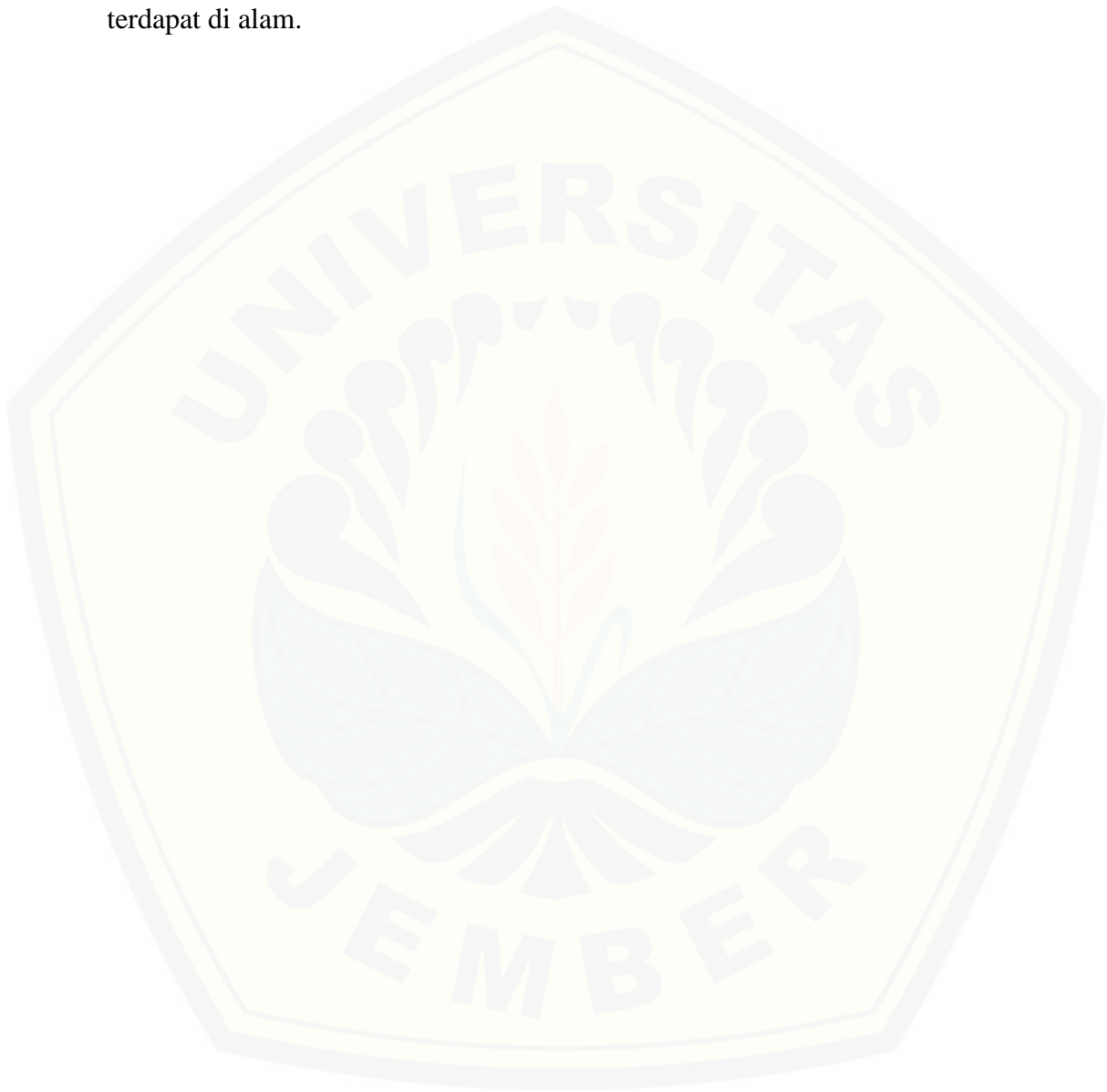


RINGKASAN

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Lignin Terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis; Agus Wahyudi, 111810301005; 2016: 49 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Rhodamin B merupakan zat warna sintetik yang berbahaya di lingkungan karena bersifat toksik dan karsinogenik. Ada beberapa metode pengolahan limbah zat warna Rhodamin B, salah satunya adalah metode adsorpsi. Metode adsorpsi dengan menggunakan bahan alam telah banyak dilakukan untuk mengurangi Rhodamin B di lingkungan dengan melibatkan senyawa aktif yang terdapat dalam adsorben alam tersebut. Lignin merupakan salah satu senyawa aktif yang terdapat dalam adsorben alam selain selulosa dan hemiselulosa. Kapasitas lignin dalam menyerap berbagai jenis adsorben telah diketahui namun, kapasitas adsorpsi lignin dalam menyerap Rhodamin B belum diketahui, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menentukan kapasitas adsorpsi lignin terhadap Rhodamin B. Penelitian ini dilakukan dengan sistem dinamis, dimana larutan Rhodamin B mengalir melewati lignin yang berada dalam kolom dengan kecepatan alir 0,08 mL/menit. Penggunaan sistem dinamis melibatkan efisiensi penggunaan kolom dimana pada penelitian ini menggunakan metode *fixed bed column* untuk mengetahui efektifitas kolom. Penelitian ini menggunakan dua variasi optimasi yaitu optimasi massa adsorben dan variasi pH larutan influen. Variasi massa adsorben yang digunakan adalah 0,1 g, 0,2 g dan 0,3 g, sedangkan variasi pH larutan influen yang digunakan adalah pH 5, pH 6 dan pH 7. Hasil optimasi yang diperoleh terhadap variasi massa adsorben yang dilakukan yaitu massa optimum 0,3 gram yang memiliki nilai kapasitas adsorpsi sebesar 8,29 mg/g, sedangkan untuk variasi pH larutan influen hasil yang didapatkan yaitu pH optimum adalah pH 7 yang memiliki nilai kapasitas adsorpsi sebesar 7,87 mg/g. Proses pengikatan adsorben Rhodamin B pada permukaan adsorbat lignin melibatkan interaksi ikatan hidrogen yang melibatkan sisi aktif pada lignin dan Rhodamin B. Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan diketahui bahwa kapasitas

optimum adsorpsi lignin terhadap Rhodamin B adalah sebesar 7,94 mg/g. Saran dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap lignin murni yang dicampur dengan selulosa dan hemiselulosa murni untuk dapat diketahui perbandingan kapasitas adsorpsi senyawa murni dengan sampel yang terdapat di alam.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Rhodamin B	5
2.2 Selulosa.....	6
2.3 Hemiselulosa.....	7
2.4 Lignin.....	9
2.5 Adsorpsi	11
2.5.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi.....	12
2.5.2 Mekanisme Adsorpsi	14
2.5.3 Studi <i>Fixed Bed Column</i>	15
2.6 Spektrofotometer UV-Vis.....	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2 Alat Penelitian dan Bahan Penelitian.....	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	22

3.3 Rancangan Penelitian.....	23
3.3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.3.2 Desain Kolom Kerja.....	24
3.4 Preparasi Bahan	24
3.4.1 Larutan Stok Rhodamin B 100 ppm	24
3.4.2 Filtrasi Lignin.....	25
3.4.3 Larutan Standar Rhodamin B.....	25
3.4.4 Pembuatan Larutan Asam Oksalat 0,1 M	25
3.4.5 Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M	25
3.4.6 Pembuatan Larutan CH ₃ COOH 0,1 M.....	26
3.4.7 Larutan KH ₂ PO ₄ 0,1 M.....	26
3.4.8 Larutan CH ₃ COONa 0,1 M.....	26
3.4.9 Larutan Buffer pH 4 Sampai 8.....	26
3.4.10 Larutan Sampel Rhodamin B 10 ppm.....	27
3.5 Pembuatan Kolom	27
3.6 Pembuatan Kurva Kalibrasi	27
3.7 Optimasi Parameter Adsorpsi	28
3.7.1 Penentuan Massa Adsorben Paling Baik	28
3.7.2 Penentuan pH Larutan Influen Paling Baik	28
3.8 Pengukuran Kapasitas Adsorpsi dari Adsorben.....	28
3.9 Penentuan kapasitas Adsorpsi dari Adsorben.....	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Kurva Kalibrasi untuk Penentuan Konsentrasi Rhodamin B	30
4.2 Optimasi Parameter Adsorpsi	31
4.2.1 Penentuan Massa Adsorben Paling Baik.....	31
4.2.2 Penentuan pH Influen Paling Baik	36
4.3 Kapasitas Adsorpsi Optimum Adsorben.....	43
BAB 5. PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	50



DAFTAR TABEL

Tabel B.1	Data Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B untuk Proses Adsorpsi dengan Variasi Massa Adsorben	56
Tabel C.1	Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi massa 0,1 gram.....	57
Tabel C.2	Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi massa 0,2 gram.....	62
Tabel C.3	Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi massa 0,3 gram.....	66
Tabel D.1	Data Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B untuk Proses Adsorpsi dengan Variasi pH larutan influen.....	70
Tabel E.1	Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi pH 5.....	71
Tabel E.2	Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi pH 6.....	75
Tabel E.3	Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi pH 7.....	79
Tabel F.1	Data Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B untuk Proses Penentuan kapasitas optimum adsorben	83
Tabel G.1	Data penentuan kapasitas adsorpsi adsorben lignin.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Rhodamin B.....	5
Gambar 2.2	Struktur selulosa	7
Gambar 2.3	Struktur Hemiselulosa	8
Gambar 2.4	Unit Dasar Penyusun Lignin	10
Gambar 2.5	Struktur Kimia Lignin	11
Gambar 2.6	Mekanisme Adsorpsi dengan metode pembentukan kompleks.....	14
Gambar 2.7	Pengikatan gugus N Rhodamin B pada gugus OH monomer Lignin	14
Gambar 2.8	Ilustrasi pergerakan zona adsorpsi pada <i>fixed bed column</i> dan kurva <i>Breakthrough</i> yang dihasilkan	17
Gambar 3.1	Skema set alat eksperimen	25
Gambar 4.1	Kurva Kalibrasi Hubungan antara Absorbansi Versus Konsentrasi Rhodamin B	30
Gambar 4.2	Grafik Konsentrasi Efluen Rhodamin B Versus Volume Efluen Rhodamin B pada pH 7 dan massa 0,1 g, 0,2 g dan 0,3 g	31
Gambar 4.3	Kurva <i>Breakthrough</i> dari adsorpsi Rhodamin B pada kolom Berisi Lignin pada pH 7 dengan massa 0,1 g, 0,2 g dan 0,3 g	33
Gambar 4.4	Grafik Hubungan antara Volume Efluen Rhodamin B Versus $\ln[(C_0/C_e)-1]$ pada pH 7 dengan massa 0,1 g, 0,2 g dan 0,3 g.....	34
Gambar 4.5	Grafik kapasitas adsorpsi versus massa adsorben dengan pH 7.....	36
Gambar 4.6	Grafik Konsentrasi efluen versus volume efluen pada pH 5, 6 dan 7 dengan massa adsorben 0,3 gram	37
Gambar 4.7	Kurva <i>breakthrough</i> hasil optimasi variasi pH 5, 6 dan 7 dengan Massa Adsorben 0,3 gram.....	38
Gambar 4.8	Grafik hubungan antara Volume efluen versus $[\ln(C_0/C_e)-1]$ pada pH 5, 6 dan 7 dengan massa adsorben 0,3 gram	39
Gambar 4.9	Grafik kapasitas adsorpsi versus pH influen dengan massa 0,3 g.....	40
Gambar 4.10	Mekanisme protonasi gugus OH pada lignin pada suasana asam	41
Gambar 4.11	Mekanisme reaksi proses pengikatan Rhodamin B pada lignin.....	42
Gambar 4.12	Kurva <i>breakthrough</i> penentuan kapasitas adsorben optimum pada pH 7 dan massa adsorben 0,3 gram	43

Gambar 4.13 Grafik hubungan antara volume efluen versus $\ln[(C_0/C_e)-1]$ pada pH 7 dengan massa adsorben 0,3 gram..... 44



DAFTAR LAMPIRAN

A.	Pembuatan Larutan	50
B.	Data dan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B untuk Proses Adsorpsi dengan Variasi Massa Adsorben.....	56
C.	Data Proses Penentuan Kapasitas Adsorpsi Lignin dengan Variasi Massa Adsorben	57
D.	Data dan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B untuk Proses Adsorpsi dengan Variasi pH Influen	70
E.	Data Proses Penentuan Kapasitas Adsorpsi Lignin dengan Variasi pH Larutan Influen	71
F.	Data dan Kurva Kalibrasi Larutan Standart Rhodamin B untuk Proses Penentuan Kapasitas Optimum Adsorben Lignin	83
G.	Data Proses Penentuan Kapasitas Adsorpsi Adsorben Lignin.....	84

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya penggunaan zat warna sintetis pada berbagai bidang industri menyebabkan limbah cair zat warna muncul dalam jumlah besar. Pembuangan limbah zat warna secara langsung menyebabkan masalah yang serius terhadap lingkungan karena zat warna sintetis yang bersifat karsinogenik dan toksik (Nurmasari dkk, 2014). Zat warna sintetis merupakan salah satu pencemar organik yang non biodegradabel. Zat warna sintetis umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya dari gugus benzena. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan, akan menjadi sumber penyakit karena bersifat karsinogenik dan mutagenik. Contoh zat warna sintetis yang mengandung azo antara lain *remazol black B*, *naphtol blue black* dan *Rhodamin B*. Bahaya Rhodamin B di lingkungan dapat menimbulkan iritasi pada saluran pernafasan, kulit, mata, dan saluran pencernaan (Mukaromah, 2012). Pewarna ini terbuat dari *dietillaminophenol* dan *phthalic anhydride* dimana kedua bahan baku ini sangat toksik bagi manusia (Purwaningsih, 2004). Ada beberapa metode pengolahan limbah zat warna tersebut, antara lain yaitu degradasi dengan *advanced oxidation process* (Mukaromah, 2012), elektrolisis dengan katoda dan anoda Platinum (Pt) (Amaliasani, 2013), elektrokoagulasi (Rahmawati, 2009) dan adsorpsi.

Metode adsorpsi pada umumnya menggunakan karbon aktif sebagai adsorben, namun pemanfaatan limbah sebagai adsorben merupakan suatu metode baru yang dapat digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang relatif murah, dan menggunakan bahan yang mudah didapatkan dan tersedia di Indonesia dalam jumlah yang cukup besar, sehingga muncul beberapa penelitian adsorpsi Rhodamin B dengan menggunakan adsorben selain karbon aktif, yaitu menggunakan adsorben humin (Nurmasari dkk, 2014), daun teh hitam (Hossain, 2012), serbuk bambu (Harry dkk, 2013), bonggol jagung (Imroatul, 2012), dan serabut kelapa dan ampas tebu (pamela dkk, 2006). Namun, semua penelitian tersebut tidak melakukan analisis terhadap senyawa aktif yang berperan penting

dalam proses adsorpsi, sehingga tidak diketahui daya adsorpsi senyawa aktif yang berperan langsung dalam proses adsorpsi tersebut.

Nurmasari dkk (2014) menyatakan bahwa kapasitas adsorpsi senyawa aktif pada humin terhadap Rhodamin B sebesar 4,201 mg/g dan pada bonggol jagung sebesar 3,73 mg/g (Imroatul, 2012). Berdasarkan penelitian tersebut muncul gagasan untuk melakukan analisis terhadap senyawa aktif yang berperan pada adsorpsi tersebut. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa senyawa aktif yang berperan penting dari masing-masing adsorben tersebut adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin.

Lignin adalah zat yang bersama-sama dengan selulosa pada satu sel yang terdapat dalam kayu. Lignin merupakan molekul kompleks yang tersusun dari unit *phenylpropane* yang terikat di dalam struktur tiga dimensi, karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi. Dilihat dari strukturnya, lignin mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai adsorben karena gugus OH yang dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat (Surakarta, 2008). Penelitian kemampuan adsorpsi senyawa lignin untuk mengadsorpsi telah beberapa kali dilakukan diantaranya yaitu, adsorpsi ion logam Cu (II) menggunakan lignin dari limbah serbuk kayu gergaji (Lelifajri, 2010), Adsorpsi ion logam menggunakan lignin (Guo *et al.*, 2008), adsorpsi cromium dengan lignin (Lalvani *et al.*, 2000) dan perbedaan adsorpsi lignin terhadap enzim (Fenfeng *et al.*, 2014). Namun, kemampuan optimum adsorpsi senyawa lignin untuk zat warna terutama Rhodamin B hingga saat ini belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap kemampuan adsorpsi optimal dari senyawa lignin sebagai adsorben untuk adsorpsi zat warna Rhodamin B.

Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan sistem *batch* (statis) maupun sistem *continue* (dinamis). Proses adsorpsi menggunakan sistem *continue* yaitu adsorben selalu mengalami kontak dengan adsorbat yang dikondisikan mengalir melewati adsorben tersebut (Hadiwidodo, 2008). Sistem dinamis memiliki kelebihan yaitu memungkinkan proses pengolahan limbah skala besar, sehingga lebih mudah dan efektif jika diaplikasikan pada proses industri dengan diintegrasikan pada sistem

alir (Meneghetti *et al.*, 2010). Proses adsorpsi secara umum dipengaruhi oleh pH larutan, luas permukaan adsorben, temperatur proses, jumlah adsorben, dan waktu kontak proses (Zheng *et al.*, 2010). Meneghetti *et al.* (2010) menyatakan bahwa pada sistem dinamis, kapasitas adsorpsi juga dipengaruhi oleh laju alir efluen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi senyawa lignin untuk adsorpsi Rhodamin B pada sistem dinamis. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah massa adsorben dan pH larutan. Analisis data dilakukan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi senyawa lignin dalam menyerap Rhodamin B.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Berapa massa adsorben yang dapat menyerap Rhodamin B secara optimum?
- b. Berapa pH larutan influen yang diperlukan agar lignin dapat menyerap Rhodamin B secara optimum?
- c. Berapa kapasitas adsorpsi maksimum Rhodamin B oleh Lignin?

1.2 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas, maka diambil pembatasan masalah sebagai berikut:

- a. Diameter kolom yang digunakan sebesar 8 mm.
- b. Lignin yang digunakan yaitu Lignin dari Sigma Aldrich dengan massa jenis sebesar $1,3 \text{ g/cm}^3$.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Mengetahui massa adsorben yang dapat menyerap Rhodamin B secara optimum.

- b. Mengetahui pH larutan influen yang diperlukan agar lignin dapat menyerap Rhodamin B secara optimum.
- c. Mengetahui besarnya kapasitas adsorpsi maksimum Rhodamin B oleh lignin.

1.4 Manfaat

Penelitian ini dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

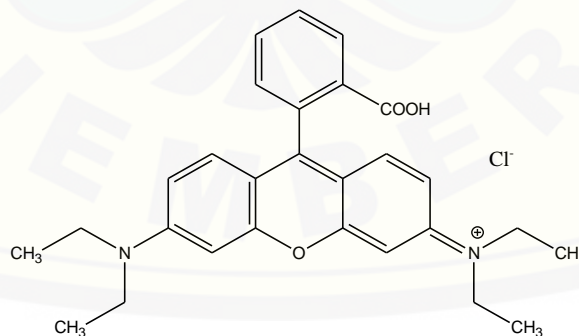
- a. Memberikan informasi bahwa lignin dapat digunakan untuk mengadsorpsi Rhodamin B.
- b. Penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya macam-macam adsorben yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi zat warna Rhodamin B.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rhodamin B

Rhodamin B merupakan zat pewarna sintesis berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, dalam bentuk larutan pada konsentrasi tinggi berwarna merah keunguan dan konsentrasi rendah berwarna merah terang, termasuk golongan pewarna *xanthenes basa*, dan terbuat dari metadiaminofenol dan ftalik anhidrida. Rhodamin B merupakan suatu bahan yang tidak bisa dimakan serta sangat berfluoresensi (Purnamasari, 2013). Rhodamin B sangat larut dalam air dan alkohol, serta sedikit larut dalam asam klorida dan natrium hidroksida. Rhodamin B sering digunakan sebagai pewarna untuk tekstil, dan sebagai reagensia (Hastomo, 2008).

Rhodamin B memiliki berbagai nama lain, yaitu: *Tetra ethyl Rhodamin*, *Rheonine B*, *D & C*, *Food Red 15*, *ADC Rhodamine B*, *Aizan Rhodamone* dan *Briliant Pink B*. Nama kimia Rhodamin B adalah *N-[9-(carboxyphenyl)-6-(diethylamino)-3-xanten-3-ylidene]-N-ethylethanaminium chloride*. Rumus molekul dari Rhodamine B adalah $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$ dengan berat molekul sebesar 479 g/mol. Sangat larut dalam air yang akan menghasilkan warna merah kebiru-biruan dan berfluorensi kuat (Evelyn, 2009).



Gambar 2.1 Struktur Rhodamin B

Rhodamin B termasuk senyawa atau molekul yang memberikan warna akibat adanya gugus kromofor, dimana gugus kromofor tersebut yaitu quinoid. Kuantitas warna yang ditimbulkan Rhodamin B sangat tajam, hal ini disebabkan

oleh adanya dua gugus aoksokrom, dimana gugus aoksokrom tersebut adalah dimetil amin (Ariani, 2014). Rhodamine B terdapat ikatan dengan klorin (Cl) yang dimana senyawa klorin ini merupakan senyawa anorganik yang reaktif dan juga berbahaya. Reaksi untuk mengikat ion klorin disebut sebagai sintesis zat warna, disini dapat digunakan Reaksi Friedl-Crafts untuk mensintesis zat warna seperti triarilmetana dan xentana. Reaksi antara ftalat anhidrida dengan resorsinol dengan keberadaan seng klorida menghasilkan fluorescein. Apabila resorsinol diganti dengan N-N-dietilaminofenol, reaksi ini akan menghasilkan Rhodamine B (Purnamasari, 2013). Selain terdapat ikatan Rhodamine B dengan klorin terdapat juga ikatan konjugasi. Ikatan konjugasi dari Rhodamine B inilah yang menyebabkan Rhodamine B berwarna merah. Bahaya yang sama ditemukan antara Rhodamine B dan klorin membuat adanya kesimpulan bahwa atom klorin yang ada pada Rhodamine B menyebabkan terjadinya efek toksik bila masuk ke dalam tubuh manusia. Atom Cl yang ada adalah termasuk dalam halogen, dan sifat halogen yang berada dalam senyawa organik akan menyebabkan toksik dan karsinogenik (Purnamasari, 2013).

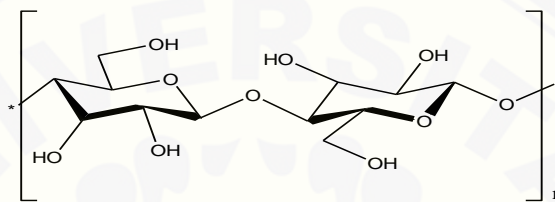
Penggunaan Rhodamin B di kalangan masyarakat hanya untuk pewarna tekstil dan pewarna pada kertas. Penggunaan Rhodamine B pada penelitian bertujuan untuk staining atau pengecatan karena sifatnya sebagai pewarna berfluoresensi. Rhodamine B sejauh ini berfungsi sebagai reagen untuk *biological stain* logam-logam berat seperti antimoni, bismut, kobalt, niobium, emas, mangan, merkuri, molibdenum, tantalum, thallium, dan tungsten. Rhodamin B juga dipakai dibidang kesehatan, untuk *fluorence microscopy*, *flow cytometry*, dan ELISA karena faktor fluoresennya (Budiawan, 2013).

2.2 Selusosa

Selulosa merupakan polimer linier yang terbentuk dari monomer-monomer D-glukosa yang terhubung melalui ikatan β -1,4-glikosida. Rantai panjang yang terbentuk berinteraksi melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals. Rumus kimia selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$. Variabel dan jumlah unit

pengulangan glukosa, disebut sebagai derajat polimerisasi (DP). Selulosa dalam kayu mempunyai nilai derajat polimerisasi rata-rata 3500 (Pérez *et al.*, 2002).

Struktur selulosa yang linier menyebabkan beberapa rantai selulosa dapat digabungkan bersama membentuk struktur kristal yang teratur (selulosa kristalin). Struktur selulosa yang tidak teratur (selulosa amorf) juga terdapat dalam kayu, namun dalam jumlah kecil (Pérez *et al.*, 2002). Struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Selulosa

Selulosa adalah senyawa yang umumnya tidak berada dalam keadaan murni. Selulosa berkaitan dengan lignin dan hemiselulosa membentuk bagian-bagian tanaman seperti kayu, batang, daun, dan sebagainya (Cowling, 1975).

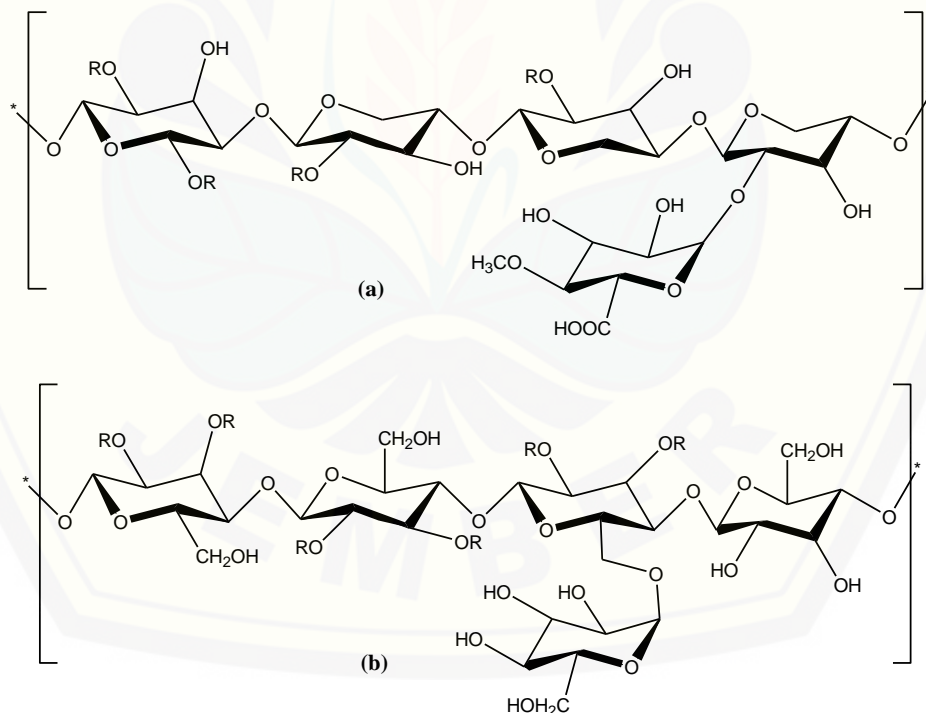
Molekul-molekul selulosa berikatan secara paralel dengan jembatan hidrogen membentuk mikrofibril. Beberapa mikrofibril saling berikatan membentuk komponen makrofibril (Ramos *et al.*, 1993). Bagian mikrofibril yang banyak mengandung jembatan hidrogen antar molekul selulosa bersifat sangat kuat dan tidak dapat ditembus dengan air. Bagian ini disebut sebagai bagian berkrystal dari selulosa, sedangkan bagian lainnya yang sedikit atau sama sekali tidak mengandung jembatan hidrogen disebut bagian amorf.

2.3 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polisakarida non selulosa yang pokok, terdapat dalam serat dengan berat molekul 4000–15.000 (Soenardi, 1976). Hemiselulosa merupakan polisakarida lain yang terdapat dalam serat dan tergolong senyawa organik. Kadar hemiselulosa antara 15–18% (dalam kayu jarum), 22–34% (dalam kayu daun) dan 22-26% (dalam TKKS). Hemiselulosa terdapat di dinding sel

bersamaan dengan selulosa, terutama di daerah amorf dan juga dalam lamella tengah (Soenardi, 1976).

Hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun, berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun dari glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon 5 (C-5) dan 6 (C-6), misalnya: xylosa, mannosya, glukosa, galaktosa, arabinosa, dan sejumlah kecil rhamnosa, asam glukoroat, asam metal glukoronat, dan asam galaturonat. Komponen utama hemiselulosa pada *hardwood* adalah glukuronoxylan, sedangkan komponen utama hemiselulosa pada *softwood* adalah glukomanan (dapat dilihat pada gambar 2.3). Perbedaan utama antara selulosa dengan hemiselulosa adalah hemiselulosa memiliki cabang yang terdiri dari komponen gula yang berbeda dari rantai utama (Pérez *et al.*, 2002).



(a): O-asetil-4-O-metilglukuronoxylan; R: atom H atau gugus asetil; (b): O-asetil-galaktoglukosamanan; R: atom H atau gugus asetil

Gambar 2.3 Struktur hemiselulosa (Sumber: Perez *et al.*, 2002).

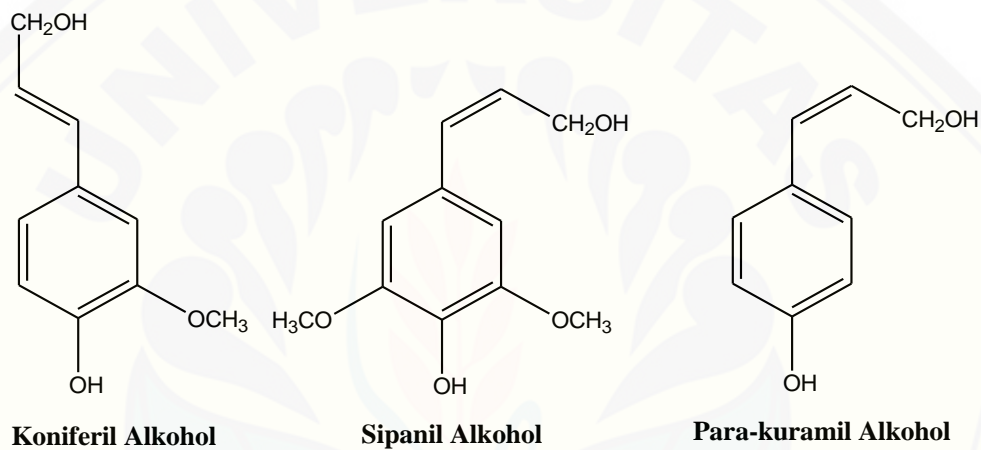
Hemiselulosa merupakan heteropolisakarida yang tergolong polimer organik dan relatif mudah dioksidasi oleh asam menjadi komponen-komponen

monomer yang terdiri dari D-Glukosa, D-manosa, D-xylosa, L-arabinosa dan sejumlah kecil L-ramnosa disertai oleh asam D-glukuronat, asam 4-O-metil-D-glukoronat dan asam D-galakturonat (Sjostrom, 1981). Sjostrom (1981) menyatakan bahwa hemiselulosa bersifat non kristalin dan tidak bersifat serat, mudah mengembang, oleh karena itu hemiselulosa sangat berpengaruh terhadap terbentuknya jalinan antar serat pada saat pembentukan lembaran. Hemiselulosa lebih mudah larut dalam pelarut alkali dan lebih mudah dihidrolisis dengan asam. Perbedaan hemiselulosa dengan selulosa yaitu hemiselulosa mudah larut dalam alkali tapi sukar larut dalam asam, sedang selulosa adalah sebaliknya. Hemiselulosa juga bukan merupakan serat-serat panjang seperti selulosa. Hasil hidrolisis selulosa akan menghasilkan D-glukosa, sedangkan hasil hidrolisis hemiselulosa akan menghasilkan D-xylosa dan monosakarida lainnya (Winarno, 1984).

2.4 Lignin

Lignin merupakan polimer yang memiliki kelimpahan paling besar di alam setelah selulosa. Lignin terdapat pada dinding sel, berkontribusi terhadap struktur tanaman, impermeabilitas, resistensi terhadap serangan mikroba serta tekanan oksidatif. Struktur lignin menyebabkan lignin bersifat heteropolimer amorf dan tidak larut air. Lignin tersusun dari unit-unit fenilpropanoid yang terikat bersama melalui jenis ikatan yang berbeda-beda. Polimer lignin disintesis melalui pembentukan radikal bebas yang terbentuk dari dehidrogenasi tiga fenil propena alkohol yang diinisiasi oleh peroksida. Tiga fenil propena (Gambar 2.4) tersebut adalah koniferil alkohol (guaiasil propanol), para-kumaril alkohol (p-hidroksifenil propanol), dan sinapil alkohol (siringil propanol) (Pérez *et al.*, 2002). Ketiganya tersusun secara random membentuk polimer lignin yang amorfus (tidak beraturan). Ketidakteraturan struktur lignin ini menyebabkan proses degradasi menjadi sangat kompleks (Arifin, 2007). Proses polimerisasi ini menghasilkan struktur heterogen yang terhubung oleh ikatan C-C dan ikatan aril-eter. Struktur yang dominan terbentuk yaitu aril-gliserol β -aril eter (Pérez *et al.*, 2002). Lignin merupakan polimer alami dan tergolong ke dalam senyawa rekalsitran karena

tahan terhadap degradasi atau tidak terdegradasi dengan cepat di lingkungan. Molekul lignin adalah senyawa polimer organik kompleks yang terdapat pada dinding sel tumbuhan dan berfungsi memberikan kekuatan pada tanaman. Pulping kimia dan proses pemutihan akan menghilangkan lignin tanpa mengurangi serat selulosa secara signifikan. Dalam industri kertas keberadaan lignin dalam bahan baku tidak diinginkan. Hartoyo (1989) menyatakan bahwa lignin mempengaruhi warna pulp dan menghasilkan serat berkualitas jelek sehingga di dalam pengolahan pulp kimia lignin dibuang sebanyak mungkin.

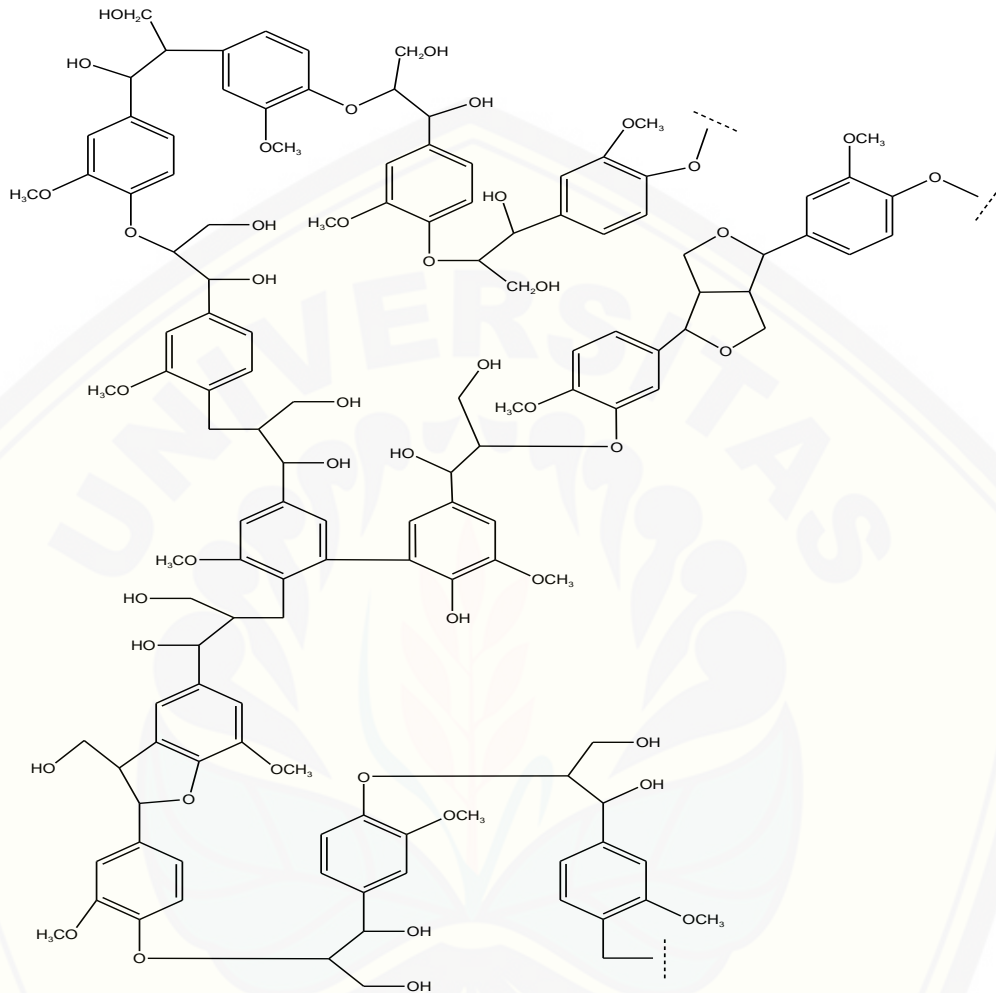


Gambar 2.4 Unit Dasar Penyusun Lignin

Lignin sangat mudah mengalami oksidasi, bahkan dalam keadaan lemah dapat terurai menjadi asam aromatik seperti asam benzoat dan asam protokatekuat. Jika oksidasinya terlalu keras akan membentuk asam–asam formiat, asetat, oksalat dan suksinat. Lignin dalam keadaan oksidasi sedang yang banyak terdapat dalam proses pemutihan lignin diubah menjadi produk yang dapat larut air atau alkali (Oedijono, 1991).

Berdasarkan dari strukturnya, lignin mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai adsorben karena gugus OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Adanya gugus OH menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut, dengan demikian lignin lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar (Yantri 1998). Lignin memiliki beberapa gugus fungsional seperti alkohol, aldehide, keton, asam penol hidroksida dan eter, sehingga pada lignin dapat terjadi adsorpsi kimia

(*Chemisorption*) baik yang berupa ikatan kimia maupun ion exchange (Ho *et al.*, 2005).



Gambar 2.5 Struktur Kimia Lignin

2.5 Adsorpsi

Salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan zat pencemar dari air limbah adalah adsorpsi (Rios *et al.*, 1999). Adsorpsi merupakan terjeratnya suatu zat (molekul atau ion) pada permukaan adsorben. Mekanisme penyerapan tersebut dapat dibedakan menjadi dua yaitu, jeratan secara fisika (fisorpsi) dan jeratan secara kimia (kemisorpsi). Adsorpsi pada proses fisorpsi gaya yang mengikat adsorbat oleh adsorben adalah gaya van der Waals. Molekul terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relatif rendah

sekitar 20 kJ/mol (Castellan, 1982). Adsorpsi pada proses kemisorpsi merupakan interaksi adsorbat dengan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia. Kemisorpsi terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekati ke permukaan adsorben melalui gaya van der Waals atau melalui ikatan hidrogen, kemudian diikuti oleh adsorpsi kimia yang terjadi setelah adsorpsi fisika. Proses adsorpsi kimia partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen), dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat (Atkins 1999).

Adsorpsi merupakan proses penyerapan suatu materi oleh zat penyerap pada bagian permukaan zat penyerap tersebut. Zat yang berfungsi sebagai penyerap disebut sebagai adsorben sedangkan zat yang diserap disebut adsorbat. Adsorpsi pada permukaan padatan terjadi karena adanya gaya tarik molekul pada permukaan zat padat. Adsorpsi melibatkan proses perpindahan massa dan menghasilkan kesetimbangan distribusi antara adsorbat dengan permukaan adsorben (Atkins dan Paula, 2006).

2.5.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Kekuatan interaksi adsorbat dengan adsorben dipengaruhi oleh sifat dari adsorbat maupun adsorbennya. Gejala yang umum dipakai untuk meramalkan komponen mana yang diadsorpsi lebih kuat adalah kepolaran adsorben dengan adsorbatnya. Apabila adsorbennya bersifat polar, maka komponen yang bersifat polar akan terikat lebih kuat dibandingkan dengan komponen yang kurang polar (Surakarta, 2008).

Kekuatan interaksi juga dipengaruhi oleh sifat keras-lemahnya dari adsorbat maupun adsorben. Sifat keras untuk kation dihubungkan dengan istilah *polarizing power cation*, yaitu kemampuan suatu kation untuk mempolarisasi anion dalam suatu ikatan. Kation yang mempunyai *polarizing power cation* besar cenderung bersifat keras. Sifat *polarizing power cation* yang besar dimiliki oleh ion-ion logam dengan ukuran (jari-jari) kecil dan muatan yang besar. Sebaliknya sifat *polarizing power cation* yang rendah dimiliki oleh ion-ion logam dengan ukuran besar namun muatannya kecil, sehingga diklasifikasikan ion lemah.

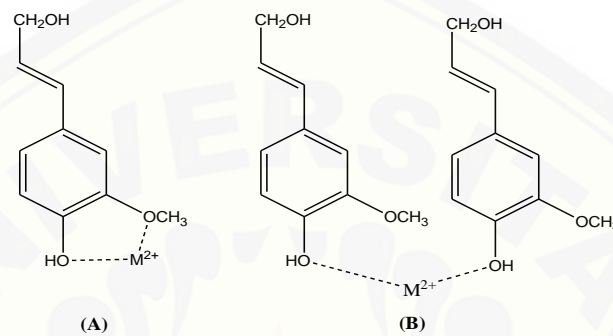
Pengertian keras untuk anion dihubungkan dengan istilah *polarisabilitas anion* yaitu, kemampuan suatu anion untuk mengalami polarisasi akibat medan listrik dari kation. Anion bersifat keras adalah anion berukuran kecil, muatan besar dan elektronegativitas tinggi, sebaliknya anion lemah dimiliki oleh anion dengan ukuran besar, muatan kecil dan elektronegativitas yang rendah. Ion logam keras berikatan kuat dengan anion keras dan ion logam lemah berikatan kuat dengan anion lemah (Atkins *et al.*, 1990).

Porositas adsorben juga mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben. Adsorben dengan porositas yang besar mempunyai kemampuan menjerat yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben yang memiliki porositas kecil. Meningkatkan porositas dapat dilakukan dengan mengaktifasi secara fisika seperti mengalirkan uap air panas ke dalam pori-pori adsorben, atau mengaktifasi secara kimia. Salah satu cara mengaktifasi adsorben secara kimia adalah aktivasi selulosa melalui penggantian gugus aktif -OH pada selulosa dengan gugus HSO_3^- melalui proses sulfonasi. Selulosa yang teraktivasi dengan cara sulfonasi memberikan daya adsorpsi yang meningkat dua kali lipat dibandingkan daya adsorpsi selulosa yang tidak diaktivasi (Setiawan *et al.* 2004).

Jumlah zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben merupakan proses berkesetimbangan, sebab laju peristiwa adsorpsi disertai dengan terjadinya desorpsi. Awal reaksi, peristiwa adsorpsi lebih dominan dibandingkan dengan peristiwa desorpsi, sehingga adsorpsi berlangsung cepat. Mencapai waktu tertentu peristiwa adsorpsi cenderung berlangsung lambat, dan sebaliknya laju desorpsi cenderung meningkat. Waktu ketika laju adsorpsi adalah sama dengan laju desorpsi, sering disebut sebagai keadaan berkesetimbangan. Keadaan kesetimbangan tidak teramati perubahan secara makroskopis. Waktu tercapainya keadaan setimbang pada proses adsorpsi adalah berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh jenis interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat. Secara umum waktu tercapainya kesetimbangan adsorpsi melalui mekanisme fisika (fisorpsi) lebih cepat dibandingkan dengan melalui mekanisme kimia atau kemisorpsi (Castellans, 1982).

2.5.2 Mekanisme Adsorpsi

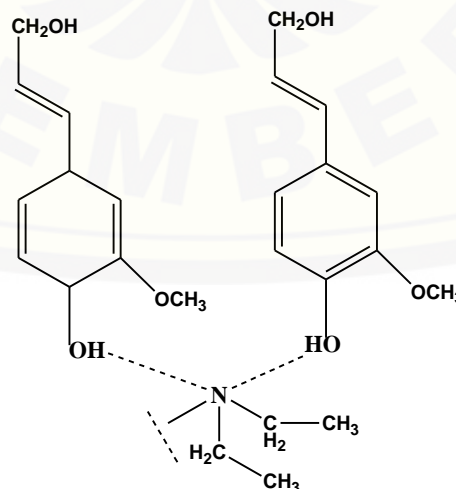
Tahap-tahap berlangsungnya adsorpsi, yaitu (difusi) transfer massa molekul-molekul adsorbat menuju permukaan luar adsorben, difusi adsorbat dari mulut pori melalui pori-pori adsorben menuju daerah sekitar permukaan bagian dalam adsorben, dan adsorpsi (fisisorpsi atau kemisorpsi) reaktan pada permukaan adsorben (Atkins dan Paula, 2006).



(A): Mekanisme adsorpsi melibatkan gugus -OH dalam satu unit monomer lignin, dan (B): Mekanisme adsorpsi melibatkan gugus -OH dalam unit-unit monomer lignin yang berbeda.

Gambar 2.6 Mekanisme adsorpsi dengan model pembentukan kompleks (Sumber: Al-Ghouthi *et al.*, 2010)

Mekanisme adsorpsi dengan model pembentukan kompleks dapat melibatkan gugus-gugus -OH yang letaknya berdekatan dalam satu unit monomer lignoselulosa atau melibatkan gugus-gugus -OH yang letaknya berdekatan dari unit-unit monomer lignoselulosa yang berbeda (Al-Ghouthi *et al.*, 2010).



Gambar 2.7 Pengikatan gugus N Rhodamin B pada gugus OH monomer Lignin

Mekanisme adsorpsi zat warna Rhodamin B pada senyawa lignin terjadi karena adanya adsorpsi kimia (*Chemisorption*) pada permukaan lignin. Adsorpsi kimia terjadi karena lignin memiliki gugus OH yang mampu membentuk ikatan dengan zat warna. Ketika proses adsorpsi, bentuk molekul Rhodamin B akan terionisasi dalam bentuk kation. Rhodamin B memiliki gaya tarik molekul dengan air cukup rendah yang menyebabkan Rhodamin B akan mudah diadsorpsi oleh adsorben. Mekanisme adsorpsi Rhodamin B pada lignin dapat dilihat pada gambar 2.7 yang menunjukkan terjadinya ikatan hidrogen antara gugus OH pada monomer lignin dengan gugus N pada Rhodamin B (Perez *et. al.*, 2002).

2.5.3 Studi *Fixed Bed Column*

Fixed bed column yang digunakan dalam proses adsorpsi sistem dinamis (*continuously system*) dapat dioperasikan secara tunggal, rangkaian seri, maupun dalam rangkaian paralel. Ada dua model aliran influen yang digunakan pada sistem dinamis menggunakan *fixed bed column*, yaitu *down flow* dan *up flow*. *Down flow* merupakan model aliran dari arah atas ke bagian bawah kolom sedangkan *up flow* merupakan model aliran dari arah bawah ke bagian atas kolom. Penelitian penggunaan kolom dalam skala kecil dilakukan sebagai bentuk simulasi potensi kinerja dari adsorben dan hasil yang didapatkan dapat evaluasi atau diaplikasikan untuk rancangan reaktor kolom skala besar (Li, 2008).

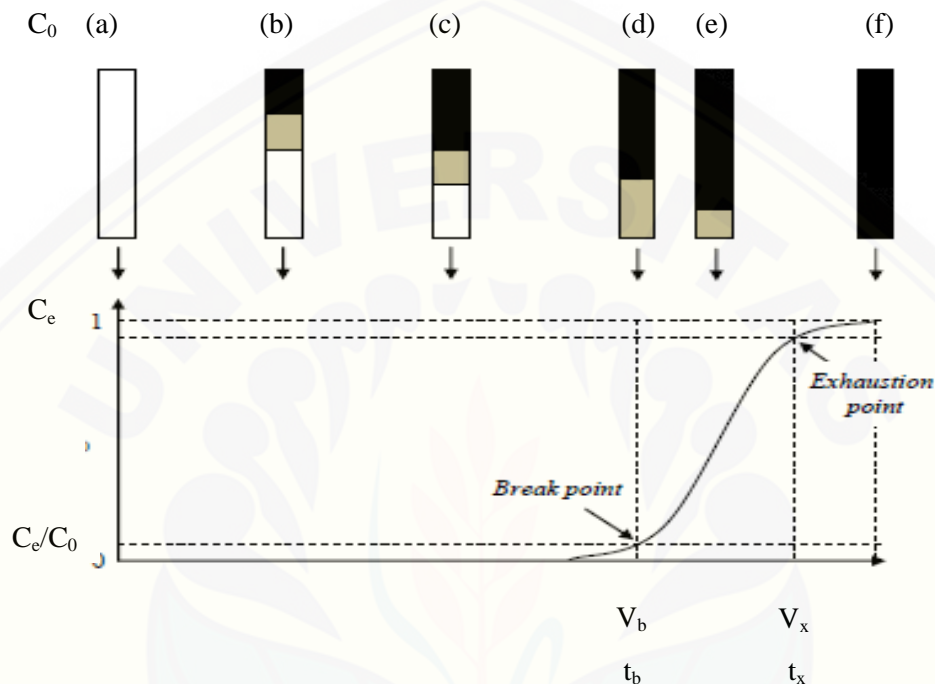
Kurva *breakthrough* merupakan karakteristik penting untuk mendeskripsikan proses pengoperasian *fixed bed column*. Kurva *breakthrough* merupakan kurva yang menggambarkan profil rasio antara konsentrasi efluen dan konsentrasi influen (C_e/C_0) per volume efluen (V_{eff}) atau per waktu keluarnya efluen (t_{eff}). Kurva *breakthrough* dapat digunakan untuk menentukan waktu optimum penggunaan kolom (*service time*) atau volume total efluen (*service volume*) hingga sistem mencapai *break point* dan *exhaustion point* (Vassilis, 2010). *Break point* merupakan titik saat konsentrasi efluen mencapai batas maksimal yang diizinkan yaitu 5% dari konsentrasi influen. *Exhaustion point* merupakan titik saat konsentrasi efluen mencapai 95% dari konsentrasi influen

(Medvidović *et al.*, 2006). Gambaran umum kurva breakthrough untuk model aliran down flow dapat dilihat pada gambar 2.7.

Distribusi adsorbat di dalam kolom diilustrasikan pada gambar kolom, dimana bagian yang berwarna hitam dan abu-abu menggambarkan distribusi relatif adsorbat di dalam kolom. Warna hitam menunjukkan lapisan kolom yang jenuh oleh adsorbat, warna abu-abu menunjukkan lapisan kolom yang mengandung adsorbat namun masih dapat mengadsorpsi adsorbat atau disebut zona adsorpsi, sedangkan warna putih menunjukkan lapisan kolom yang masih bebas dari adsorbat (Hatzikioseyan *et al.*, 1996).

Larutan influen yang dialirkan pertama kali melewati kolom akan berinteraksi dengan adsorben yang masih bebas dari adsorbat. Larutan akan teradsorpsi secara cepat dan efektif pada permukaan lapisan atas adsorben, dan sebagian kecil adsorbat yang tersisa dari proses adsorpsi pada lapisan adsorben sebelumnya akan diserap oleh lapisan adsorben selanjutnya. Efluen yang keluar dari kolom akan bebas dari kandungan adsorbat, ditunjukkan pada rasio C_e/C_0 yang bernilai nol. Lapisan atas adsorben merupakan lapisan dimana terjadi kontak secara langsung dengan larutan pada konsentrasi tertinggi (C_0), sedangkan lapisan adsorben selanjutnya akan menyerap larutan dengan konsentrasi yang lebih rendah, demikian seterusnya. Seiring dengan semakin banyaknya larutan influen yang melewati kolom, lapisan teratas akan relatif jenuh dan efisiensi penyerapannya berkurang sehingga lapisan berikutnya akan menggantikan fungsinya. Lapisan penyerap ini disebut *adsorption zone*. Zona adsorpsi akan bergerak turun mengurangi daerah adsorben yang masih bersih dari adsorbat. Gambar (d) menunjukkan bahwa posisi bawah zona adsorpsi telah mencapai bagian dasar kolom, dan rasio C_e/C_0 telah mencapai nilai yang mendekati 5% untuk pertama kalinya, dengan kata lain sistem telah mencapai *breakthrough point*. Konsentrasi adsorbat di dalam efluen kemudian meningkat secara cepat seiring berkurangnya zona adsorpsi. Gambar (e) menunjukkan bahwa C_e/C_0 telah mencapai 50%, jika proses adsorpsi kembali diteruskan maka rasio C_e/C_0 mendekati 95% yang menunjukkan sistem telah mencapai *exhaustion point*. Gambar (f) menunjukkan seluruh adsorben dalam kolom telah jenuh oleh adsorbat

yang ditunjukkan dengan rasio C_e/C_0 bernilai 1. Hal ini berarti bahwa adsorben telah jenuh sehingga tidak dapat lagi menyerap adsorbat dari larutan influen dan menyebabkan larutan efluen memiliki konsentrasi larutan efluen yang sama dengan larutan influen (Hatzikioseyan *et al.*, 1996).



Gambar 2.8 Ilustrasi pergerakan zona adsorpsi pada *fixed bed column* dan kurva breakthrough yang dihasilkan (Sumber: Hatzikioseyan *et al.*, 1996).

Potensi kinerja dari adsorben yang dikemas dalam *fixed bed column* dapat dilihat dari kapasitas adsorpsi adsorben pada kolom tersebut. Kapasitas adsorpsi menunjukkan banyaknya adsorbat (milligram) yang diserap oleh 1 gram adsorben (Lelifajri, 2010). Kapasitas adsorpsi dalam proses adsorpsi sistem dinamis dapat ditentukan menggunakan persamaan Thomas atau yang juga dikenal dengan persamaan *bed depth service time* (BDST). Bentuk dari persamaan Thomas yaitu:

$$\frac{C_e}{C_0} = \frac{1}{1 + e^{\left[\frac{K_{Th}}{Q} (q_0 M - C_0 V_{eff}) \right]}} \quad (2.1)$$

dengan K_{Th} adalah konstanta laju Thomas (L/menit.mg); q_0 adalah kapasitas adsorpsi (mg/g); M adalah massa adsorben dalam kolom (g); V_{eff} adalah volume efluen yang keluar dari kolom (L); C_0 adalah konsentrasi influen (mg/L); C_e

adalah konsentrasi efluen per volume pengambilan (mg/L); serta Q adalah laju alir influen (L/menit) (Nwabanne dan Igbokwe, 2012). Persamaan Thomas dapat diturunkan ke dalam bentuk persamaan garis linier menghasilkan persamaan (2.6), sehingga mempermudah proses penentuan kapasitas adsorpsi.

$$\frac{1}{C_e/C_0} = 1 + e^{\left[\frac{K_{Th}}{Q}(q_0M - C_0V_{eff})\right]} \quad (2.2)$$

$$\frac{C_0}{C_e} = 1 + e^{\left[\frac{K_{Th}}{Q}(q_0M - C_0V_{eff})\right]} \quad (2.3)$$

$$\frac{C_0}{C_e} - 1 = e^{\left[\frac{K_{Th}}{Q}(q_0M - C_0V_{eff})\right]} \quad (2.4)$$

$$\ln\left(\frac{C_0}{C_e} - 1\right) = \frac{K_{Th}}{Q}(q_0M - C_0V_{eff}) \quad (2.5)$$

$$\ln\left(\frac{C_0}{C_e} - 1\right) = \frac{K_{Th}q_0M}{Q} - \frac{K_{Th}C_0}{Q}V_{eff} \quad (2.6)$$

(Nwabanne dan Igbokwe, 2012).

2.6 Spektrofotometer Ultraviolet-Visibel (UV-Vis)

Spektroskopi adalah cabang ilmu yang mempelajari interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan materi, sedangkan spektrofotometri merupakan aplikasi spektroskopi dalam bidang pengukuran, khususnya dalam interaksi gelombang cahaya (foton) dengan materi (Khopkar, 2008). Analisis spektrofotometri adalah salah satu metode analisis dalam ilmu kimia yang didasarkan pada identifikasi dan kuantifikasi spesies analit berdasarkan interaksi antara gelombang cahaya dengan spesies analit. Gelombang cahaya (foton) dimanfaatkan sebagai entitas perantara untuk analisis kualitatif dan kuantitatif ketika berinteraksi dengan spesies analit yang dapat melalui proses absorpsi, emisi, fluoresensi, atau proses lainnya (Khopkar, 2008).

Spektrofotometri sangat berhubungan dengan pengukuran besarnya absorbansi energi cahaya oleh suatu sistem kimia sebagai fungsi panjang

gelombang atau pengukuran absorbansi energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada suatu panjang gelombang tertentu. Analisis suatu komponen maupun multikomponen secara spektrofotometri menggunakan landasan hukum Lambert-Beer. Hukum ini mengemukakan tentang serapan sinar atau energi radiasi oleh spesies kimia secara kuantitatif (Day dan Underwood, 1998).

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380) dan sinar tampak (380-780) dengan memakai instrumen spektrofotometer (Mulja dan Suharman, 1995). Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif ketimbang kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995). Spektrofotometer terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blangko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blangko ataupun pembanding (Khopkar, 1990).

Hukum Lambert-Beer (*Beer's law*) adalah hubungan linearitas antara absorben dengan konsentrasi larutan analit (Dachriyanus, 2004). Menurut hukum Lambert, serapan (A) berbanding lurus dengan ketebalan lapisan (b) yang disinari:

$$A = k \cdot b \quad (2.7)$$

Bertambahnya ketebalan lapisan, serapan akan bertambah. Menurut Hukum Beer, yang hanya berlaku untuk cahaya monokromatis dan larutan yang sangat encer, serapan (A) dan konsentrasi (c) adalah proporsional:

$$A = k \cdot c \quad (2.8)$$

Jika konsentrasi bertambah, jumlah molekul yang dilalui berkas sinar akan bertambah, sehingga serapan juga bertambah. Kedua persamaan ini digabungkan

dalam hukum Lambert-Beer, maka diperoleh bahwa serapan berbanding lurus dengan konsentrasi dan ketebalan lapisan:

$$A = k \cdot c \cdot b \quad (2.9)$$

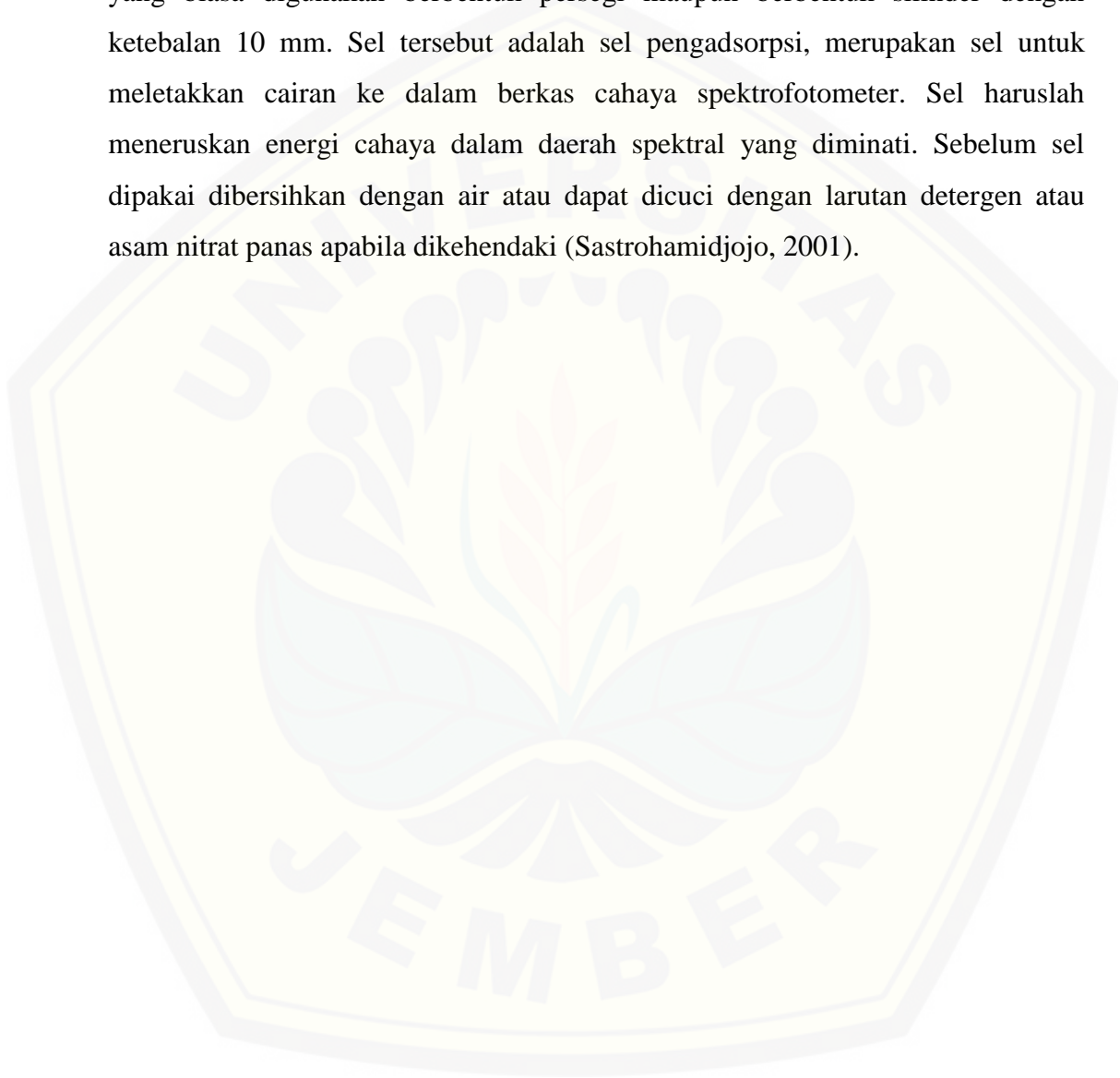
Umumnya digunakan dua satuan c (konsentrasi zat yang menyerap) yang berlainan, yaitu gram per liter atau mol per liter. Nilai tetapan (K) dalam hukum Lambert-Beer tergantung pada sistem konsentrasi mana yang digunakan. Bila c dalam gram per liter, tetapan tersebut disebut dengan absorptivitas (a) dan bila dalam mol per liter tetapan tersebut adalah absorptivitas molar (ϵ). Jadi dalam sistem yang direkombinasikan, Hukum Lambert-Beer dapat mempunyai dua bentuk:

$$A = a \cdot b \cdot c_{\text{gram/liter}} \quad \text{atau} \quad A = \epsilon \cdot b \cdot c_{\text{mol/liter}} \quad (2.10)$$

Penandaan lain untuk a adalah ekstingsi spesifik, koefisien ekstingsi, dan absorpsi spesifik, sedangkan ϵ adalah koefisien ekstingsi molar (Day and Underwood, 1999).

Serapan cahaya oleh molekul dalam daerah spektrum ultraviolet dan visibel tergantung pada struktur elektronik dari molekul. Serapan ultraviolet dan visibel dari senyawa-senyawa organik berkaitan erat transisi-transisi diantara tingkatan-tingkatan tenaga elektronik, disebabkan karena hal ini, maka serapan radiasi ultraviolet atau terlihat sering dikenal sebagai spektroskopi elektronik. Transisi-transisi tersebut biasanya antara orbital ikatan antara orbital ikatan atau orbital pasangan bebas dan orbital non ikatan tak jenuh atau orbital anti ikatan. Panjang gelombang serapan merupakan ukuran dari pemisahan tingkatan-tingkatan tenaga dari orbital yang bersangkutan. Spektrum ultraviolet adalah gambar antara panjang gelombang atau frekuensi serapan lawan intensitas serapan (transmitasi atau absorbansi). Sering juga data ditunjukkan sebagai gambar grafik atau tabel yang menyatakan panjang gelombang lawan serapan molar atau log dari serapan molar, E_{max} atau $\log E_{\text{max}}$ (Sastrohamidjojo, 2001). Sumber tenaga radiasi terdiri dari benda yang tereksitasi menuju ke tingkat yang lebih tinggi oleh sumber listrik bertegangan tinggi atau oleh pemanasan listrik. Monokromator adalah suatu

piranti optis untuk memencilkan radiasi dari sumber berkesinambungan, digunakan untuk memperoleh sumber sinar monokromatis. Alat dapat berupa prisma atau grating (Khopkar, 1990). Pengukuran pada daerah UV harus menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada daerah ini. Sel yang biasa digunakan berbentuk persegi maupun berbentuk silinder dengan ketebalan 10 mm. Sel tersebut adalah sel pengadsorpsi, merupakan sel untuk meletakkan cairan ke dalam berkas cahaya spektrofotometer. Sel haruslah meneruskan energi cahaya dalam daerah spektral yang diminati. Sebelum sel dipakai dibersihkan dengan air atau dapat dicuci dengan larutan detergen atau asam nitrat panas apabila dikehendaki (Sastrohamidjojo, 2001).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2016 hingga Mei 2016 di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

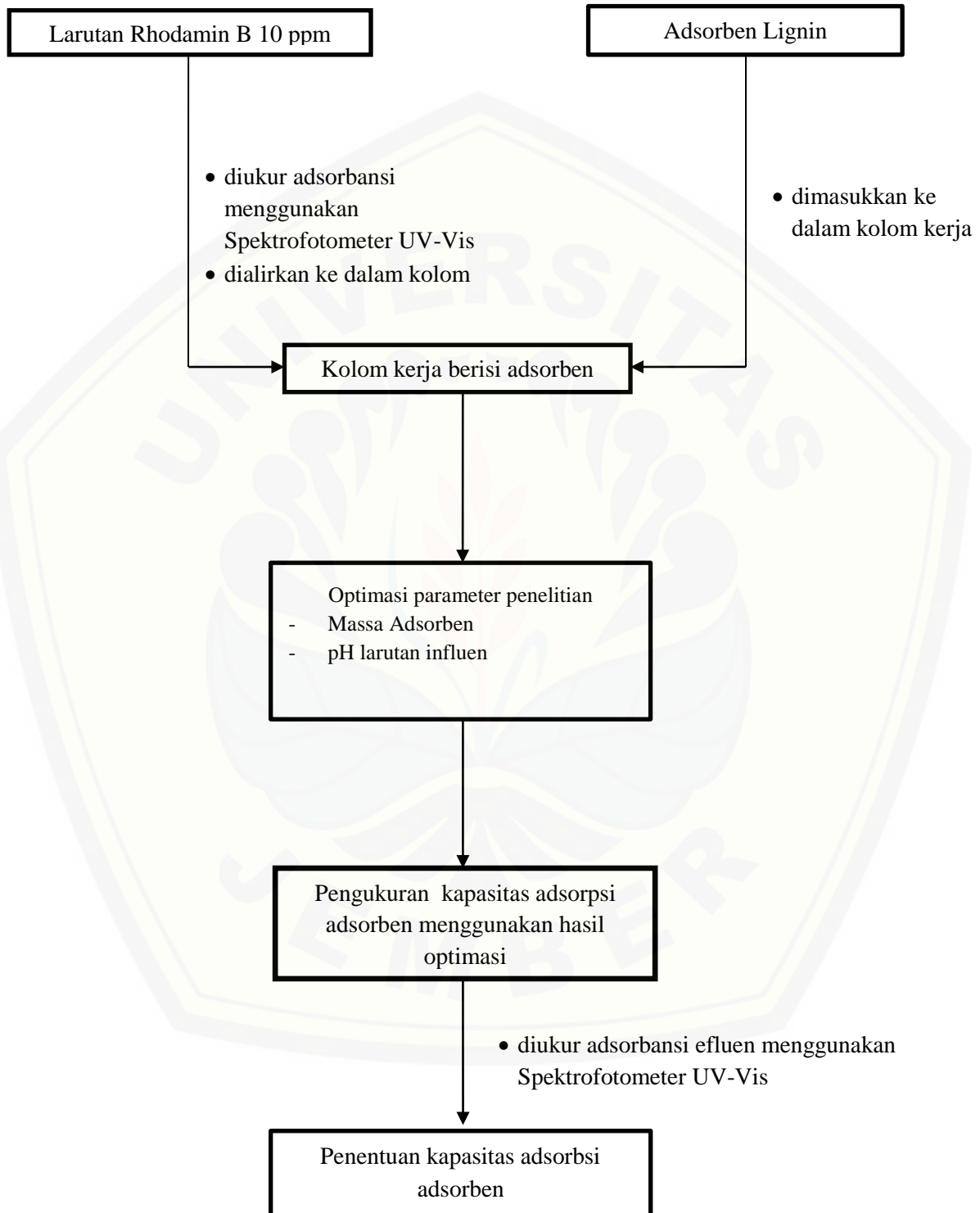
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, kolom vertikal berdiameter 8 mm dan panjang 30 cm, spektrofotometer UV-Vis, pH meter, pipet mohr, pipet volume, pipet tetes, beaker gelas, gelas ukur, ball pipet, set alat infus, neraca analitik, labu ukur, desikator, statif, botol semprot, buret, corong dan kaca arloji.

3.2.2 Bahan

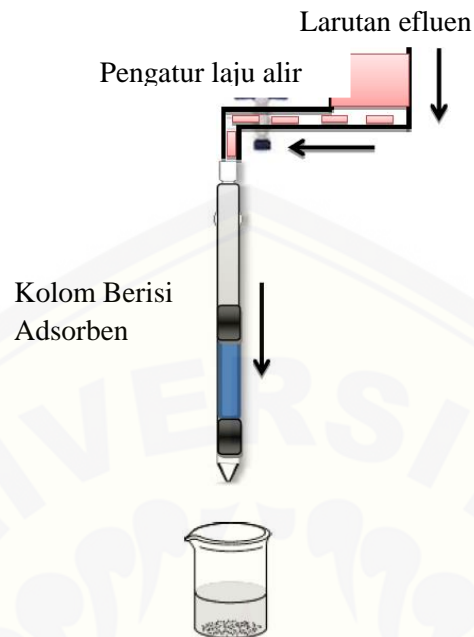
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lignin (Sigma-aldrich), Rhodamin B (Sigma-aldrich, 479,02 g/mol), CH_3COONa (Merck, 82,03 g/mol), CH_3COOH 99,7% (Merck, 60,05 g/mol), KH_2PO_4 (Sigma-aldrich, 136,08 g/mol), NaOH (Merck, 34 g/mol), $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Merck, 126,07 g/mol) dan Aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Penelitian



3.3.2 Desain Kolom Kerja



Gambar 3.1 Skema set alat eksperimen

Proses adsorpsi dilakukan berdasarkan gambar 3.1 yang dapat dijelaskan bahwa larutan influen yang berupa Rhodamin B dengan konsentrasi 10 ppm di masukkan ke dalam kantong infus yang berada diatas kolom kerja, kemudian Rhodamin B dialirkan melewati kolom kerja yang terbuat dari pipa kaca dengan diameter kolom 8 mm dan panjang kolom 30 cm yang berisi lignin dan glasswool yang di masukkan pada bagian dasar kolom dan atas kolom. Glasswool yang di masukan kedalam kolom ditimbang dengan massa masing-masing 0,1 gram. Larutan Rhodamin B yang telah melewati kolom ditampung dengan beaker gelas sebanyak 50 mL secara berkala.

3.4 Preparasi Bahan

3.4.1 Larutan Stok Rhodamin B 100 ppm

Sebanyak 100 mg Rhodamin B dimasukkan ke dalam beaker glass kemudian dilarutkan dengan akuades. Larutan selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 100 ppm.

3.4.2 Filtrasi Lignin

Lignin ditimbang sebanyak 10 g dengan neraca analitik kemudian dimasukkan ke dalam beaker gelas 250 mL dan ditambahkan dengan akuades secukupnya. Larutan lignin disaring dengan menggunakan kertas saring sebanyak 5 kali penyaringan atau sampai warna filtrat konstan. Penyaringan terakhir lignin dicuci dengan larutan buffer pH 5, 6 dan 7 untuk mendapatkan filtrat dengan variasi pH yang berbeda. Filtrat hasil filtrasi ditampung dengan beaker gelas dan residu hasil filtrasi di oven pada suhu 100°C selama 5 jam.

3.4.3 Larutan Standar Rhodamin B

Larutan Rhodamin B 100 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL sebanyak 10 mL, selanjutnya diencerkan sampai tanda batas sehingga didapatkan larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 10 ppm. Rhodamin B 10 ppm tersebut dipipet sebanyak 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, 1 mL, 1,2 mL, 1,4 mL, 1,6 mL, 1,8 mL dan 2 mL ke dalam labu ukur 10 mL, selanjutnya diencerkan sampai tanda batas dengan akuades, sehingga didapatkan larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,6 ppm, 0,8 ppm, 1 ppm, 1,2 ppm, 1,4 ppm, 1,6 ppm, 1,8 ppm dan 2 ppm.

3.4.4 Pembuatan Larutan Asam Oksalat 0,1 M

Asam oksalat dihirat dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 100 menit, kemudian ditimbang dengan teliti sebanyak 1,26 gram dengan menggunakan neraca analitik. Asam oksalat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen. Larutan asam oksalat tersebut kemudian dimasukkan ke dalam buret 50 mL.

3.4.5 Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M

Padatan NaOH ditimbang dengan teliti sebanyak 1 gram. Selanjutnya padatan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas sehingga didapatkan larutan NaOH 0,1 M. Larutan NaOH

yang didapatkan dipipet sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer dan ditambahkan 2-3 tetes indikator phenophtalein, kemudian dititrasi dengan menggunakan larutan asam oksalat tersebut hingga larutan NaOH mengalami perubahan warna yang konstan. Volume asam oksalat yang didapatkan dicatat dan dilakukan titrasi NaOH sebanyak tiga kali pengulangan.

3.4.6 Pembuatan Larutan CH_3COOH 0,1 M

Larutan CH_3COOH 99,7% dipipet sebanyak 2,9 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL kemudian diencerkan sampai tanda batas menggunakan akuades sehingga didapatkan larutan CH_3COOH 0,1 M.

3.4.7 Larutan KH_2PO_4 0,1 M

Serbuk KH_2PO_4 dikeringkan di oven dengan suhu 105°C selama 1 jam dan dikeringkan dengan desikator, kemudian ditimbang dengan teliti sebanyak 6,81 gram dan di larutkan dengan akuades di dalam beaker glass. Larutan KH_2PO_4 tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan KH_2PO_4 0,1 M.

3.4.8 Larutan CH_3COONa 0,1 M

Serbuk CH_3COONa ditimbang dengan teliti menggunakan neraca analitik sebanyak 2 gram dan dilarutkan dengan aquades di dalam beaker gelas. Larutan CH_3COONa tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan diencerkan sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan CH_3COONa 0,1 M.

3.4.9 Larutan Buffer pH 4 Sampai 8

a. Larutan buffer pH 5

Larutan buffer pH 5 diperoleh dengan mencampurkan 141 mL larutan CH_3COONa 0,1 M dan 59 mL larutan CH_3COOH 0,1 M ke dalam beaker gelas, selanjutnya diaduk agar homogen.

b. Larutan buffer pH 6

Larutan buffer pH 6 diperoleh dengan mencampurkan 300 mL larutan KH_2PO_4 0,1 M dan 28 mL larutan NaOH 0,1 M ke dalam labu ukur 500 mL, selanjutnya diencerkan menggunakan akuades sampai tanda batas.

c. Larutan buffer pH 7

Larutan buffer pH 7 diperoleh dengan mencampurkan 240 mL larutan KH_2PO_4 0,1 M dan 110 mL larutan NaOH 0,1 M ke dalam labu ukur 500 mL, selanjutnya diencerkan menggunakan akuades sampai tanda batas.

Larutan buffer diukur menggunakan pH meter untuk memastikan bahwa pH yang diinginkan sesuai.

3.4.10 Larutan Sampel Rhodamin B 10 ppm

Larutan Rhodamin B 100 ppm dipipet sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan diencerkan dengan buffer pH 5; 6 dan 7 hingga tanda batas dan didapatkan larutan sampel Rhodamin B dengan konsentrasi 10 ppm dalam berbagai variasi pH.

3.5 Pembuatan Kolom

Sebanyak 0,1 gram glasswool di masukkan ke bagian bawah kolom. Adsorben ditimbang dengan teliti dan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam kolom. Adsorben selanjutnya dipadatkan dengan bantuan batang pengaduk panjang, dan bagian atas ditutup kembali dengan glasswool.

3.6 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan membuat larutan standar Rhodamin B dengan konsentrasi 0,2 sampai 2 ppm dan dilakukan *scanning* pada panjang gelombang 400-700 nm menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Larutan blanko menggunakan larutan residu hasil filtrasi lignin. Nilai absorbansi di dapatkan, selanjutnya dibuat kurva kalibrasi dengan memplotkan

konsentrasi dan nilai absorbansi. Plot tersebut akan menghasilkan persamaan garis linear $y = mx + C$. koefisien y menyatakan nilai adsorbansi, dan x menyatakan besarnya konsentrasi larutan.

3.7 Optimasi Parameter Adsorpsi

3.7.1 Penentuan Massa Adsorben Paling Baik

Adsorben lignin ditimbang dengan teliti sebanyak 0,1 g, 0,2 g dan 0,3 g. Sebanyak 500 mL larutan Rhodamin B 10 ppm dengan pH 7 dialirkan ke dalam kolom dengan kecepatan alir 1 mL/12 menit. Efluen ditampung setiap 50 mL dan absorbansi Rhodamin B pada efluen ditentukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengambilan influen dihentikan hingga konsentrasi influen dan efluen sama. Percobaan diulang sebanyak 3 kali untuk masing-masing variasi massa.

3.7.2 Penentuan pH Larutan Influen Paling Baik

Larutan Rhodamin B 10 ppm yang telah dikondisikan pada pH 5, 6 dan 7 masing-masing dialirkan ke dalam kolom sebanyak 500 mL dengan kecepatan alir 1 mL/12 menit yang berisi adsorben lignin serat sebanyak massa adsorben optimum. Efluen ditampung setiap 50 mL dan absorbansi Rhodamin B pada efluen ditentukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengambilan influen dihentikan hingga konsentrasi influen dan efluen sama. Percobaan diulang masing-masing variasi pH sebanyak 3 kali.

3.8 Pengukuran Kapasitas Adsorpsi dari Adsorben

Larutan Rhodamin B 10 ppm terlebih dahulu diukur adsorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Adsorben berupa lignin disiapkan dengan massa sesuai massa optimum. Larutan Rhodamin B 10 ppm yang telah dikondisikan pada pH optimum dialirkan dengan laju alir 1 mL/12 menit ke dalam kolom yang telah berisi adsorben. Efluen ditampung dan diambil secara berkala setiap 50 mL penetesan. Konsentrasi Rhodamin B didalam efluen diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengambilan efluen dihentikan bila

adsorbansi efluen sama dengan adsorbansi yang dimiliki oleh larutan Rhodamin B 10 ppm. Percobaan diulang 3 kali dengan menggunakan lignin yang baru.

3.9 Penentuan kapasitas Adsorpsi dari Adsorben

Kapasitas adsorpsi lignin terhadap Rhodamin B ditentukan pada proses adsorpsi dengan kondisi optimum. Penentuan kapasitas adsorpsi menggunakan model pendekatan Thomas dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{C_e}{C_0} = \frac{1}{1 + e^{\left[\frac{K_{Th}}{Q}(q_0 M - C_0 V_{eff})\right]}}$$

Dengan K_{Th} adalah konstanta laju Thomas (L/menit.mg); q_0 adalah kapasitas adsorpsi (mg/g); M adalah massa adsorben dalam kolom (g); V_{eff} adalah volume efluen yang keluar dari kolom (L); C_0 adalah konsentrasi influen (mg/L); C_e adalah konsentrasi efluen per volume pengambilan (mg/L); serta Q adalah laju alir efluen (L/menit) (Nwabanne dan Igbokwe, 2012).

Bentuk linear dari model Thomas adalah:

$$\ln\left(\frac{C_0}{C_e} - 1\right) = \frac{K_{Th}q_0M}{Q} - \frac{K_{Th}C_0}{Q}V_{eff}$$

Kapasitas adsorpsi kolom q_0 dapat ditentukan dari plot V_{eff} vs $\ln[(C_0/C_e)-1]$ pada laju alir tertentu. Nilai intersep grafik digunakan untuk menentukan nilai kapasitas adsorpsi sedangkan nilai gradient digunakan untuk menentukan nilai konstanta Thomas sesuai dengan persamaan linear dengan memasukkan semua nilai yang telah diketahui ke dalam persamaan tersebut (Nwabanne dan ignokwe, 2012).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan uraian hasil dan pembahasan antara lain:

1. Massa adsorben yang dapat menyerap Rhodamin B secara optimum pada sampel sebesar 0,3 gram dengan diameter kolom sebesar 8 mm.
2. pH larutan influen yang diperlukan agar lignin dapat menyerap Rhodamin B secara optimum yaitu pada pH 7.
3. Kapasitas adsorpsi lignin dalam mengurangi Rhodamin B dengan konsentrasi 10 ppm yaitu sebesar 7,94 mg/g adsorben.

5.2 Saran

Hal-hal yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya berdasarkan uraian hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Kondisi optimum proses adsorpsi perlu diterapkan pada sampel yang terdapat di alam sehingga bisa diketahui efisiensi penerapan metode tersebut pada sampel alam.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap lignin murni yang dicampur dengan selulosa dan hemiselulosa murni untuk dapat diketahui perbandingan kapasitas adsorpsi senyawa murni dengan sampel yang terdapat di alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ghouthi, Li, Salamh, Al-Laqtah, Walker, dan Ahmad. 2010. Adsorption Mechanism of Removing Heavy Metals and Dyes from Aqueous Solution using Date Pits Solid Adsorbent. *J. Hazardous Materials*. 176 (1-3): 510-520.
- Amalia, Rizqi. 2013. Pengolahan Limbah Batik dengan Menggunakan Metode Elektrolisis dengan katoda dan anoda platinum (Pt). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Ariani. 2004. *Studi Toksisitas dan Bioakumulasi Senyawa Rhodamine B*. Skripsi Kimia. Depok: Universitas Indonesia
- Arifin. 2007. *Tinjauan dan Evaluasi Proses Kimia (Koagulasi, Netralisasi, Desinfeksi) di Instalasi Pengolahan Air Minum Cikokol, Tangerang*. Tangerang: PT. Tirta Kencana Cahaya mandiri
- Atkins PW, Shriver DF, and Langford C. 1990. *Inorganic Chemistry*. Oxford University Press.
- Atkins PW. 1999. *Kimia Fisika*. "Ed ke-2 Kartahadiprojo Irma I, penerjemah; Indarto Purnomo Wahyu, editor. Jakarta Erlanga. Terjemahan dari: Physical Chemistry.
- Atkins, P. & Paula, J. 2006. *Physical Chemistry Eight Edition*. New York: Oxford University Press.
- Budiawan, P. Saebani. 2013. pengaruh rhodamine b peroral dosis bertingkat selama 12 minggu terhadap gambaran histopatologi hepar tikus wistar. *Undergraduate thesis*. Diponegoro University.
- Castellan GW. 1982 *Physical Chemistry. Third Edition*. New York: General Graphic Servies
- Cowling, E. B. 1975. Physical and Chemical Constraints in the Hydrolysis of Cellulose and Lignicellulosic Materials. *Biotechnol. Bioeng. Symp.* 5, 163-181
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi. Cetakan I*. Padang: Andalas University Press
- Day, R. A. & Underwood, A.L. 1998. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Evelyn C. Pearce. 2009. *Anatomi Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta : PT GRAMEDIA ; p.199-200

- Fenfen, Wenjing, Wan, Xuezhi, Feifei, jian. 2014. Differences in the adsorption of enzymes onto lignins from diverse types of lignocellulosic biomass and the underlying mechanism. *Bio. Tech.* 7:38
- Guo, Shuzhen, xiao-quan. 2008. Adsorption of metal ions on lignin. *Journal Hazardous Material.* 151 : 134-142
- Hadiwidodo, M. 2008. Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben dalam Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Logam Cu. *Tehnik.* 29 (1): 55-63
- Harry, Permatasari, Rizka. 2013. Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa apus*). *Jurnal Pendidikan Kimia.* Palembang: Universitas Sriwijaya
- Hartoyo, Hudaya. N. 1989. *Hasil Destilasi Kayu Kering Kayu dan Nilai Kalor dari Beberapa Jenis Kayu Indonesia.* Bogor: Pusat Penelitian Hasil Hutan
- Hastomo, A.E. 2008. Analisis Rhodamin B dan Metanil Yellow di Kotamadya Surakarta dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Laporan Penelitian Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah, Surakarta.*
- Hatzikioseyan, A., Mavituna, F., dan Tsezos, M. 1996. Modeling of Fixed Bed Biosorption Column in Continuous Metal Ion Removal Processes: The Case of Single Solute Local Equilibrium. *Poly. Tech.* 9: 429-448.
- Ho, Y., S., Chiang, T.,H., Hsueh, Y.,M., 2005. Removal of bBasic Dye from Aquos Using Tree Fern as A Biosorbent. *Process Biochemistry.* 40. Hal 119-124.
- Hossaid, Abul, Mohammad, . 2012. Adsorption kinetics of Rhodamine-B on used black tea leaves. *Iran J Environ Health Sci Eng.*
- Imroatul, Munawaroh. 2012. Pemanfaatan bonggol jagung sebagai adsorben Rhodamin B dan Metanil yellow. *Jurnal Kimia.* Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Khopkar, S.M. 2008. *Konsep Dasar Kimia Analitik.* Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Lalvani, Hubner, Wiltowski. 2000. Chromium Adsorption by Lignin. *Energy Source.* 22 : 24-56
- Lelifajri. 2010. Adsorpsi Ion Logam Cu(II) menggunakan Lignin dari LimbaH Serbuk Kayu Gergaji. *J. Rek. Kimia Ling.* 7 (3): 126-129.
- Li, C. 2008. "Batch and Bench-Scaled Fixed-Bed Column Evaluations of Heavy Metal Removals from Aqueous Solutions and Synthetic Landfill Leachate

- using Low-Cost Natural Adsorbents". Tidak Diterbitkan. *Tesis*. Kanada: Queen University.
- Medvidović, N. V., Perić, J., dan Trgo, M. 2006. Column Performance in Lead Removal from Aqueous Solutions by Fixed Bed of Natural Zeolite-Clinoptilolite. *Separation. Purific. Tech.* 49: 237-244.
- Meneghetti, E., Baroni, P., dan Vieira, R. S. 2010. Dynamic Adsorption of Chromium Ions onto Natural and Crosslinked Chitosan Membranes for Wastewater Treatment. *Materials Res.* 13 (1): 422-425
- Mukaromah, Ana, Hidayah. 2012. Degradasi zat warna Rhodamin B secara Advanced Oxidation Process Metode Fenton Berdasarkan Variasi konsentrasi H₂O₂. *Jurnal Kimia*. Bandung: Universitas Pasundan
- Mulja, M. Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya: Airlangga University Press
- Nurmasari, Ratna. 2014. Kajian Adsorpsi Rhodamin B pada Humin. *Jurnal Kimia*. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat
- Nwabanne, J. T. & Igbokwe, P. K. 2012. Adsorption Performance of Packed Bed Column for the Removal of Lead (II) using oil palm fibre. *Int. J. App. Sci. Tech.* 2 (5): 106-115.
- Oedijono. 1991. *Serat Rayon dari Pulp Alfa Kayu Eucalyptus urophylla*. *Berita Selulosa*. Halaman 204-208
- Pamela, Iryanti, Wijarnoko . 2006. Kinetika Adsorben Zat Warna Congo Red dan Rhodamin B dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Tebu. *Jurnal tehnik Kimia*. Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala
- Pérez, Muñoz-Dorado, de la Rubia, dan Martínez. 2002. Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemicellulose, and Lignin: An Overview. *Int. Microbiol.* 5: 53-63.
- Purnamasari, Dewi Sri. Saebani. 2013. Pengaruh Rhodamin B Peroral Dosis Bertingkat Selama 12 Minggu Terhadap Gambaran Histomorfometri Limpa : Studi pada Diameter Folikel Pulpa Putih, Diameter Centrumgerminativum dan Jarak Zona Marginalis Limpa Tikus Wistar. *Tesis Biologi*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Purwaningsih, Prasmitasari. 2012. Degradasi Zat Warna Rhodamin B dengan AOPs (Advanced Oxidation Process) Metode Fenton Berdasarkan Variasi H₂O₂. *Jurnal Kimia*. Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang
- Puspitasari, Miranti. 2014. Optimasi Parameter Adsorpsi Logam Pb oleh Serbuk Kayu Pohon Mangga (*Mangifera indica*) dalam Sistem Dinamis. *Skripsi Kimia*. Jember: Universitas Jember

- Rahmawati, Ika., Noni. 2009. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Metoda Elektrokoagulasi Menggunakan Seng Bekas Sebagai Elektroda. *Jurnal Kimia*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Ramos. L.P., Nazhad. M. M., and Saddler, J. N. 1993. Effect of Enzymatic Hydrolysis on the Morphology and Fine Structure of Pretreated Cellulosic Residues. *Enzyme Microb. Technol.* 15. 1821-183
- Rios JP, Bess-Oberto L, Tiemann KJ, and Gardea-Torresdey. 1999. Investigation of Metal Ion Binding by Agricultural by Products. *Proceedings of the 1999 Conference on Hazardous Waste Research*
- Sastrohamidjojo, H. 2001. *Dasar-dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Setiawan HA, Wiloso, EI, Soleha V, Barliati IF, Anggraeni. 2004. Peningkatan Kemampuan Daya serap Sorben Serbuk Gergaji Kayu Albizia dengan Pingsulfonasi dan Pengujiannya dengan Zat Warna Tekstil Kationik, *Alchery* Vol.3, Hal. 10-15.
- Simanjuntak, H. M. 1994. Mempelajari Pengaruh Komposisi Larutan Pemasak dan Suhu Pemasakan pada Pengolahan Pulp Acetosolv Kayu Eucalyptus Deglupta. *Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB*. Bogor. 76 hlm
- Sjostrom, E. 1981. *Wood Chemistry: Fundamentals and Applications*. Academic Press: New York. 1969-189
- Surakarta, I Nyoman. 2008. Adsorpsi ion Cr_3^{3+} Oleh Serbuk Gergaji Kayu Albezia (*Albezzia falcata*): Studi Pengembangan Bahan Alternatif Penyerap Limbah Logam Berat. *Tesis Kimia*. Bogor: IPB
- Terada K, Matsumoto K & Kimura H. 1983. Sorption Of Copper(II) By Some Complexing Agents Loaded On Varioussupport. *Anal. Chim. Acta* 153: 273-247.
- Vassilis, I. J. 2010. Ion Exchange and Adsorption Fixed Bed Operations for Wastewater Treatment – Part I: Modeling Fundamentals and Hydraulics Analysis. *J. Eng. Stud. Res.* 16 (3): 29-41.
- Winarno, F.G., 1984. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Yantri Ni Ketut. 1998. Pemanfaatan Jerami Padi (*Oryza Sativa*) Sebagai Bahan Penyerap Ion Cu^{2+} , Cd^{2+} dan Pb^{2+} Pada Limbah Pencelupan Perusahaan Garmen. *Skripsi. PSP Kimia Jurusan MIPA*. STKIP Negeri Singaraja.
- Zheng, Li, Zhu, Kuang, Xu, dan Ma. 2010. Cryfish Carapea Micro-powder (CCM): A novel and Efficient Adsorbent for Heavy Metal Ion Removal from Wastewater. *Water*: 2: 257-272

LAMPIRAN A. PEMBUATAN LARUTAN

1. Larutan Rhodamin B 100 ppm

Larutan induk Rhodamin B dibuat dengan cara melarutkan 0,1 g serbuk Rhodamin B dengan akuades sebanyak 250 mL hingga larut kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 1 liter dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas sehingga diperoleh larutan induk Rhodamin B dengan konsentrasi 100 ppm.

Menurut perhitungan : 1=1 atau jika ingin membuat larutan 1000 ppm dalam 1 L maka dibutuhkan massa sebanyak 1000 mg atau 1 g.

2. Larutan Rhodamin B 10 ppm dari larutan induk Rhodamin B 100 ppm

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$100 \text{ ppm} \cdot V_1 = 10 \text{ ppm} \cdot 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ ppm} \cdot 250 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

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

Larutan ini digunakan sebagai larutan sampel atau adsorbat.

3. Larutan Asam Oksalat 0,1 M

$$\text{Mr } \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 126,07 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{n}{L}$$

$$0,1 \text{ M} = \frac{n}{0,1 \text{ L}}$$

$$n = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n = \frac{g}{\text{Mr}}$$

$$0,01 \text{ mol} = \frac{g}{126,07 \text{ g/mol}}$$

$$g = 0,01 \text{ mol} \times 126,07 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$g = 1,26 \text{ g}$$

Larutan asam oksalat ini digunakan untuk standarisasi larutan NaOH sebelum digunakan sebagai larutan buffer.

4. Larutan NaOH 0,1 M

$$\text{Mr NaOH} = 40 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{n}{L}$$

$$0,1 = \frac{n}{0,25 \text{ L}}$$

$$n = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,25 \text{ L}$$

$$n = 0,025 \text{ mol}$$

$$n = \frac{g}{\text{Mr}}$$

$$0,025 \text{ mol} = \frac{g}{40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$g = 0,025 \text{ mol} \times 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

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

5. Larutan CH₃COOH 0,1 M dari Larutan CH₃COOH 99,7%

$$\text{Mr CH}_3\text{COOH} = 60 \text{ g/mol}$$

$$\rho \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,05 \text{ g/cm}^3$$

99,7 % berarti dalam 100 mL larutan terdapat 99,7 mL CH₃COOH = 0,997 L

$$\begin{aligned} M \text{ CH}_3\text{COOH} &= \frac{\% (\rho) (1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}})}{\text{Mr}} \\ &= \frac{0,997 \text{ L} (1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}) (1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}})}{60 \text{ g/mol}} \end{aligned}$$

$$M \text{ CH}_3\text{COOH} = 17,15 \text{ M}$$

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$17,15 \text{ M} \cdot V_1 = 0,1 \text{ M} \cdot 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \text{ M} \cdot 500 \text{ mL}}{17,15 \text{ M}}$$

$$V_1 = 2,9 \text{ mL}$$

6. Larutan KH_2PO_4 0,1 M

$$\text{Mr KH}_2\text{PO}_4 = 136 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{n}{L}$$

$$0,1 \text{ M} = \frac{n}{0,5 \text{ L}}$$

$$n = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,5 \text{ L}$$

$$n = 0,05 \text{ mol}$$

$$n = \frac{g}{\text{Mr}}$$

$$0,05 \text{ mol} = \frac{g}{136 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$g = 0,05 \text{ mol} \times 136 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$g = 6,8 \text{ g}$$

7. Larutan CH_3COONa 0,1 M

$$\text{Mr CH}_3\text{COONa} = 82 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{n}{L}$$

$$0,1 \text{ M} = \frac{n}{0,25 \text{ L}}$$

$$n = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,25 \text{ L}$$

$$n = 0,025 \text{ mol}$$

$$n = \frac{g}{Mr}$$

$$0,025 \text{ mol} = \frac{g}{82 \frac{g}{\text{mol}}}$$

$$g = 0,025 \text{ mol} \times 82 \frac{g}{\text{mol}}$$

$$g = 2,05 \text{ g}$$

Larutan NaOH, KH_2PO_4 dan CH_3COONa digunakan untuk membuat larutan buffer pH 5, 6 dan 7 untuk optimasi variasi pH larutan influen.

8. Larutan Standar Rhodamin B 0,2 - 2 ppm dari Larutan induk 10 ppm

- $M_1V_1 = M_2V_2$
 $10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 0,2 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$
 $V_1 = \frac{2 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$
 $V_1 = 0,2 \text{ mL}$
- $M_1V_1 = M_2V_2$
 $10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 0,4 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$
 $V_1 = \frac{4 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$
 $V_1 = 0,4 \text{ mL}$
- $M_1V_1 = M_2V_2$
 $10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 0,6 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$
 $V_1 = \frac{0,6 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$
 $V_1 = 0,6 \text{ mL}$
- $M_1V_1 = M_2V_2$

$$10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 0,8 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{8 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,8 \text{ mL}$$

- $M_1V_1 = M_2V_2$

$$10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 1 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

- $M_1V_1 = M_2V_2$

$$10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 1,2 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{12 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,2 \text{ mL}$$

- $M_1V_1 = M_2V_2$

$$10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 1,4 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{14 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,4 \text{ mL}$$

- $M_1V_1 = M_2V_2$

$$10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 1,6 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{16 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,6 \text{ mL}$$

- $M_1V_1 = M_2V_2$

$$10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 1,8 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{18 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,8 \text{ mL}$$

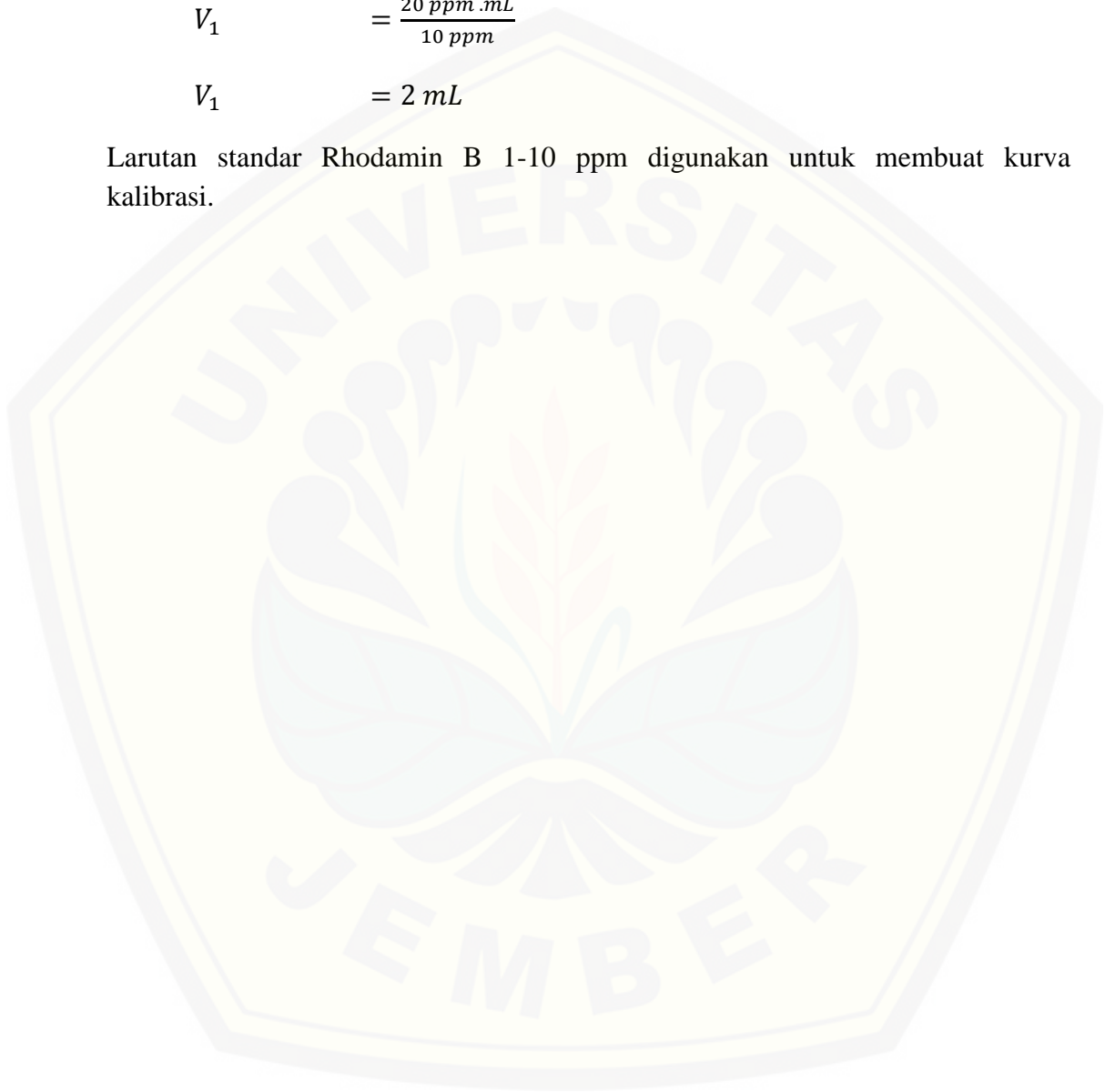
- $M_1V_1 = M_2V_2$

$$10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 2 \text{ ppm} \cdot 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{20 \text{ ppm} \cdot \text{mL}}{10 \text{ ppm}}$$

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

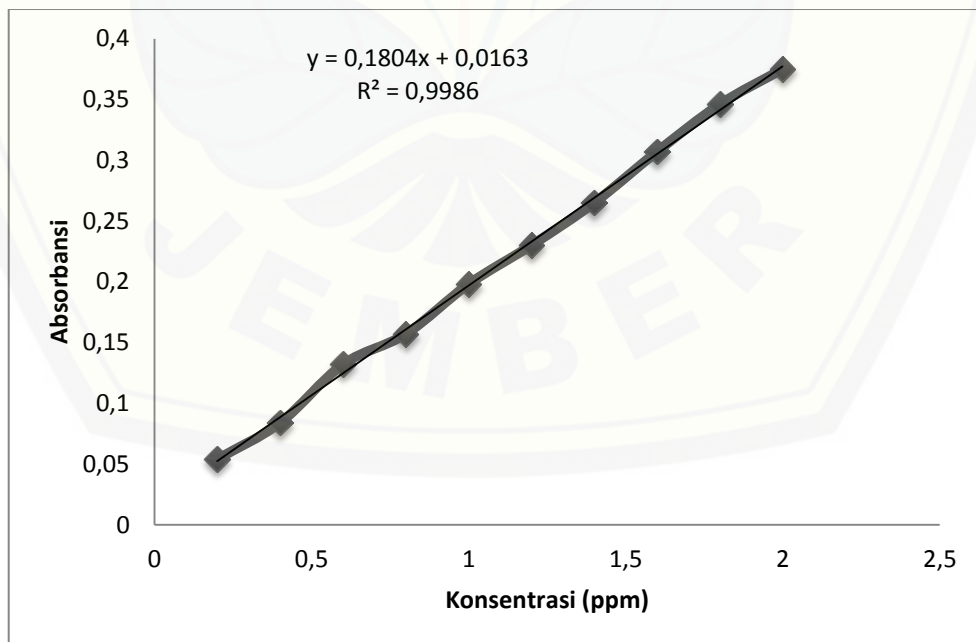
Larutan standar Rhodamin B 1-10 ppm digunakan untuk membuat kurva kalibrasi.



**LAMPIRAN B. DATA DAN KURVA KALIBRASI LARUTAN STANDART
RHODAMIN B UNTUK PROSES ADSORPSI DENGAN
VARIASI MASSA ADSORBEN**

Tabel B.1 Data Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B untuk Proses Adsorpsi dengan Variasi Massa Adsorben

Konsentrasi Rhodamin B (ppm)	Absorbansi
0,2	0,054
0,4	0,084
0,6	0,132
0,8	0,157
1	0,198
1,2	0,230
1,4	0,265
1,6	0,307
1,8	0,346
2	0,375



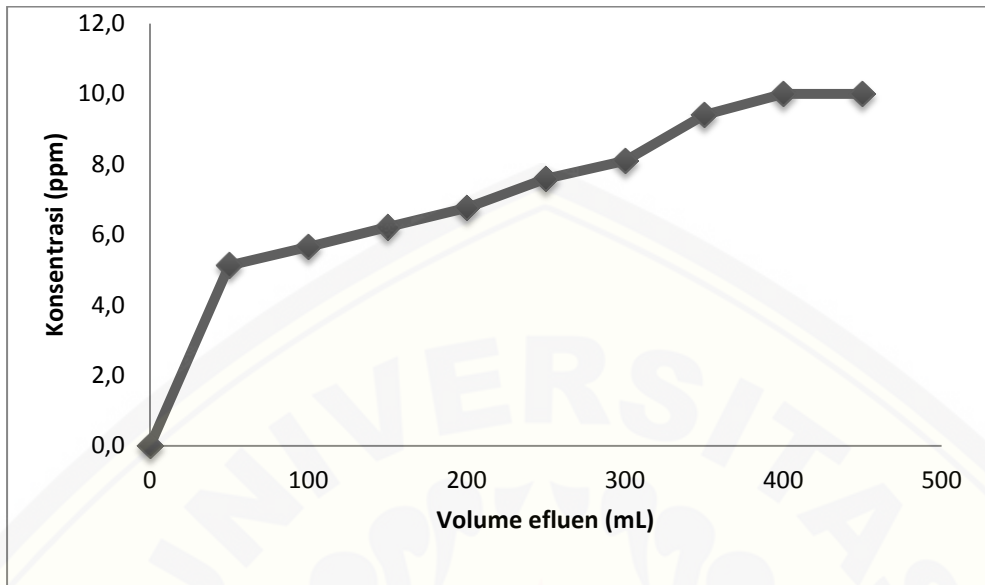
Gambar B.2 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B

LAMPIRAN C. DATA PROSES PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI LIGNIN DENGAN VARIASI MASSA ADSORBEN

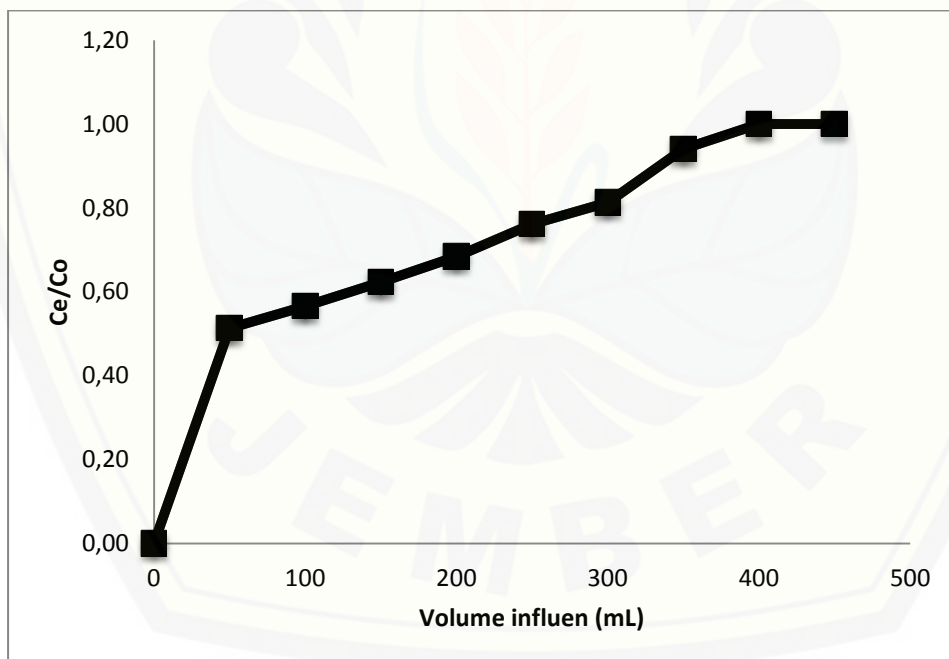
1. Massa Adsorben 0,1 g

Tabel C.1 Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi massa 0,1 gram.

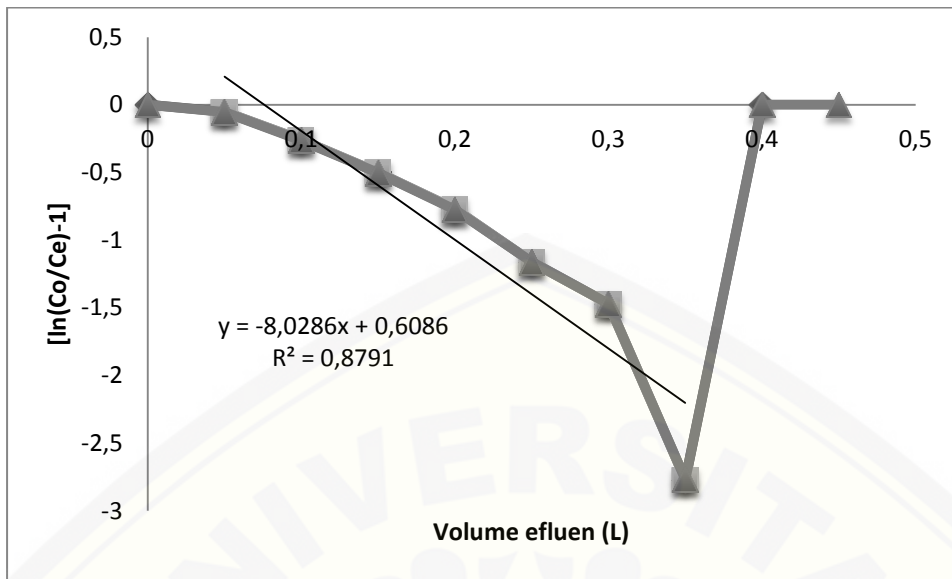
Data Absorbansi Pengenceran 5 kali				Ce	Faktor Pengencer (Fp)	Ce*fp	Volume (mL)	Ce/Co	(Co/Ce)-1	ln[(Co/Ce)-1]
ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata							
0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	0	0,0	0	0,00	0,00	0,00
0,201	0,201	0,202	0,201	1,0	5	5,1	50	0,51	0,95	-0,05
0,221	0,220	0,220	0,220	1,1	5	5,7	100	0,57	0,77	-0,26
0,241	0,241	0,240	0,241	1,2	5	6,2	150	0,62	0,61	-0,50
0,260	0,260	0,261	0,260	1,4	5	6,8	200	0,68	0,46	-0,77
0,290	0,291	0,290	0,290	1,5	5	7,6	250	0,76	0,31	-1,16
0,309	0,309	0,308	0,309	1,6	5	8,1	300	0,81	0,23	-1,47
0,356	0,355	0,356	0,356	1,9	5	9,4	350	0,94	0,06	-2,77
0,377	0,377	0,378	0,377	2,0	5	10,0	400	1,00	0,00	∞
0,377	0,377	0,378	0,377	2,0	5	10,0	450	1,00	0,00	∞



Gambar C.1 Kurva konsentrasi dengan volume influen pada massa 0,1 g



Gambar C.2 Kurva *Breakthrough* massa adsorben 0,1 g



Gambar C.3 Kurva Grafik hubungan antara volume efluen dengan $\ln[(C_0/C_e)-1]$ massa 0,1 g

Persamaan garis yang didapatkan dari grafik hubungan antara volume efluen (L) dengan $\ln[(C_0/C_e)-1]$ adalah $y = -8,0286x + 0,6086$ dengan R^2 sebesar 0,8791 sehingga nilai kapasitas adsorpsi dihitung menggunakan persamaan garis tersebut.

a. Perhitungan Nilai Konstanta Laju Thomas (K_{th})

$$\ln\left(\frac{C_0}{C_e} - 1\right) = \frac{K_{th}q_0M}{Q} - \frac{K_{th}C_0}{Q}V_{eff}$$

$$y = C + mx$$

$y = -8,0286 + 0,6086$

dengan:

$Q = 8 \times 10^{-5}$ L/menit

$C_0 = 10$ mg/L

Nilai gradient grafik digunakan untuk menentukan nilai konstanta laju Thomas, sehingga:

$$\begin{aligned}
 mx &= -\frac{K_{th}C_0}{Q}V_{eff} \\
 -8,0286 (0,4) &= -\frac{K_{th} \times 10 \frac{mg}{L}}{8 \times 10^{-5} \frac{L}{menit}} \times 0,4 L \\
 8,0286 &= \frac{K_{th} \times 10 \frac{mg}{L}}{8 \times 10^{-5} \frac{L}{menit}} \times \frac{0,4 L}{0,4} \\
 10 \text{ mg} \cdot K_{th} &= 8,0286 \times 8 \times 10^{-5} L/menit \\
 K_{th} &= \frac{64,23 \times 10^{-5} L/menit}{10 \text{ mg}} \\
 K_{th} &= 6,42 \times 10^{-5} L/menit \cdot mg
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Nilai Kapasitas Adsorpsi Kolom

Nilai intersept grafik digunakan untuk menentukan nilai kapasitas adsorpsi, dengan:

$$M = 0,1 \text{ gram}$$

$$Q = 8 \times 10^{-5} L/menit$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

$$K_{th} = 6,42 \times 10^{-5} L/menit \cdot mg$$

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{K_{th}q_0M}{Q} \\
 0,6086 &= \frac{6,41 \times 10^{-5} L/menit \cdot mg \times q_0 \times 0,1 g}{8 \times 10^{-5} \frac{L}{menit}}
 \end{aligned}$$

$$0,642 \times 10^{-5} g \cdot L /menit \cdot mg \times q_0 = 8 \times 10^{-5} \frac{L}{menit} \times 0,6086$$

$$q_0 = \frac{4,87 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}}}{0,642 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot L / \text{menit} \cdot \text{mg}}$$

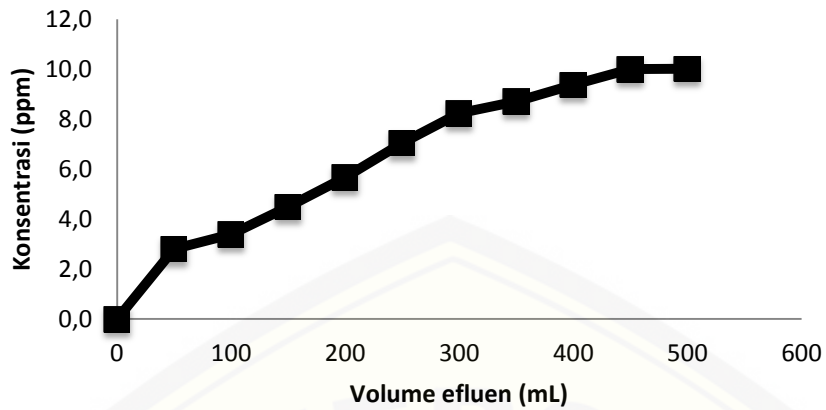
$$q_0 = 7,59 \text{ mg/g}$$



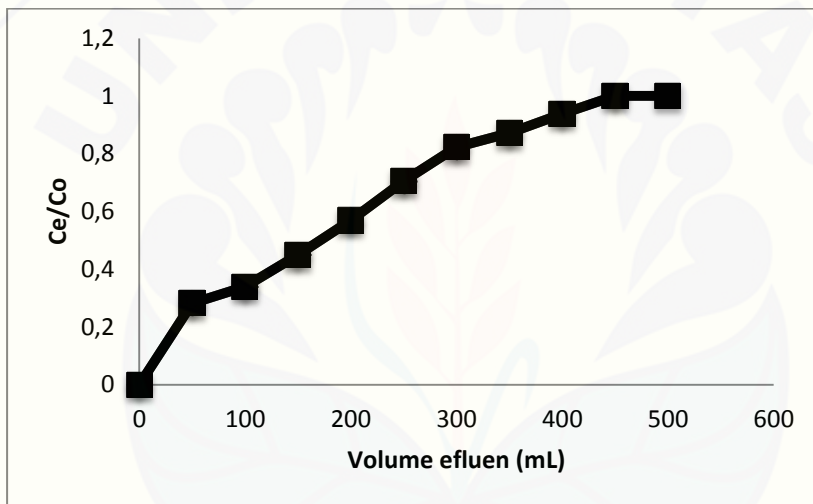
2. Massa Adsorben 0,2 g

Tabel C.2 Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi massa 0,2 gram

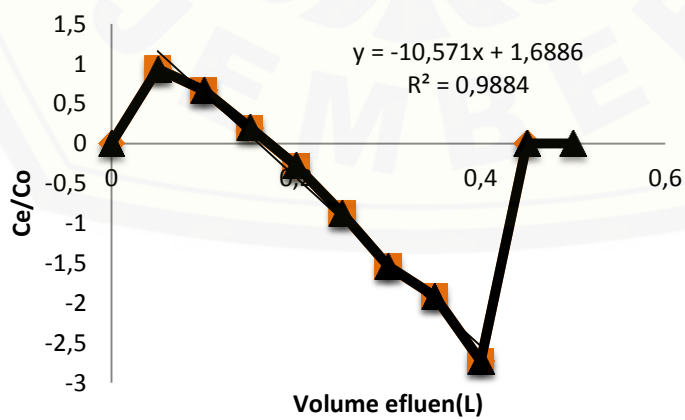
Data Absorbansi Pengenceran 5 kali				Ce	Faktor pengencer (fp)	Ce*fp	Volume (mL)	Ce/Co	(Co/Ce)-1	ln[(Co/Ce)-1]
Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata							
0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0	0,0	0	0,00	0,00	0,00
0,117	0,117	0,118	0,117	0,56	5	2,8	50	0,28	2,57	0,94
0,139	0,139	0,138	0,139	0,68	5	3,4	100	0,34	1,95	0,67
0,178	0,179	0,178	0,178	0,90	5	4,5	150	0,45	1,23	0,21
0,220	0,222	0,221	0,221	1,13	5	5,7	200	0,57	0,76	-0,27
0,270	0,271	0,270	0,270	1,41	5	7,0	250	0,70	0,42	-0,87
0,314	0,313	0,313	0,313	1,65	5	8,2	300	0,82	0,21	-1,54
0,331	0,331	0,330	0,331	1,74	5	8,7	350	0,87	0,15	-1,91
0,354	0,355	0,354	0,354	1,87	5	9,4	400	0,94	0,07	-2,70
0,377	0,377	0,377	0,377	2,00	5	10,0	450	1,00	0,00	∞
0,378	0,377	0,378	0,378	2,00	5	10,0	500	1,00	0,00	∞



Gambar C.4 Kurva Konsentrasi dengan volume influen pada massa 0,2 g



Gambar C.5 Kurva *Breakthrough* massa adsorben 0,2 g



Gambar C.6 Kurva Grafik hubungan antara volume efluen dengan $\ln[(C_0/C_e)-1]$ massa 0,2 g

a. Perhitungan Nilai Konstanta Laju Thomas (K_{th})

$$y = -10,571x + 1,6886$$

dengan:

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} mx &= -\frac{K_{th}C_0}{Q}V_{eff} \\ -10,571(0,45) &= -\frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times 0,45 \text{ L} \\ 10,569 &= \frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times \frac{0,45 \text{ L}}{0,45} \\ 10 \text{ mg} \cdot K_{th} &= 10,571 \times 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \\ K_{th} &= \frac{84,57 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{10 \text{ mg}} \\ K_{th} &= 8,46 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \cdot \text{mg} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Nilai Kapasitas Adsorpsi Kolom

dengan:

$$M = 0,2 \text{ gram}$$

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

$$K_{th} = 8,46 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \cdot \text{mg}$$

Sehingga:

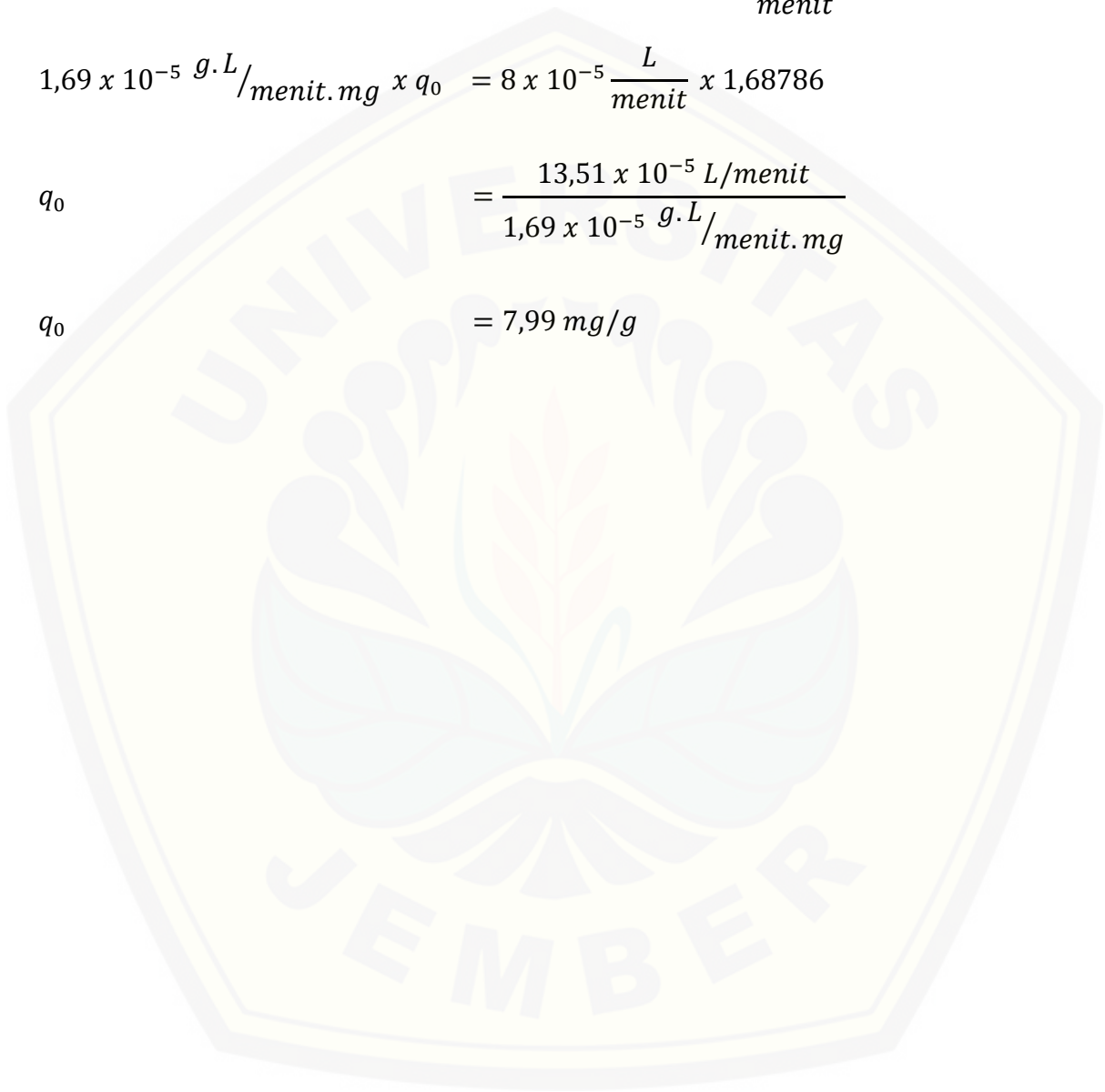
$$C = \frac{K_{th} q_0 M}{Q}$$

$$1,6886 = \frac{8,46 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \cdot \text{mg} \times q_0 \times 0,2 \text{ g}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}}$$

$$1,69 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{L/menit} \cdot \text{mg} \times q_0 = 8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}} \times 1,68786$$

$$q_0 = \frac{13,51 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{1,69 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{L/menit} \cdot \text{mg}}$$

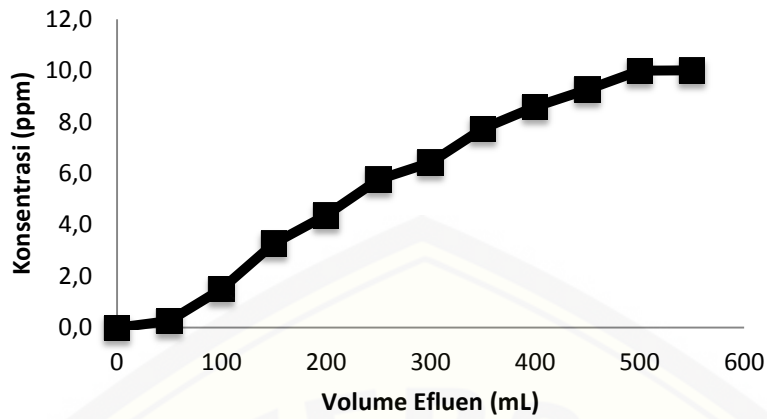
$$q_0 = 7,99 \text{ mg/g}$$



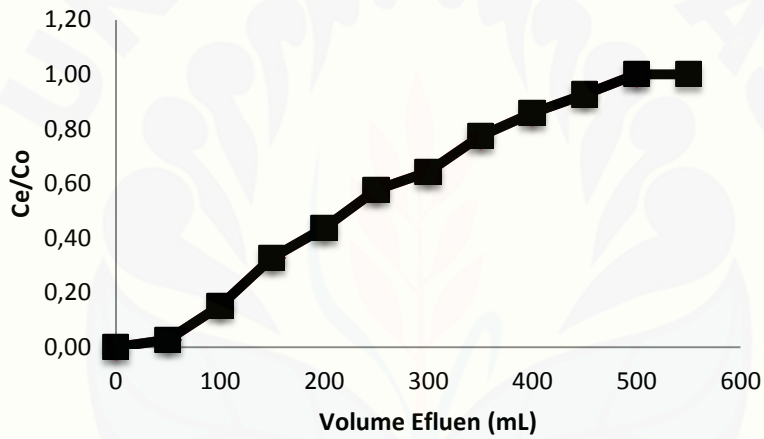
3. Massa Adsorben 0,3 g

Tabel C.3 Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi massa 0,3 gram

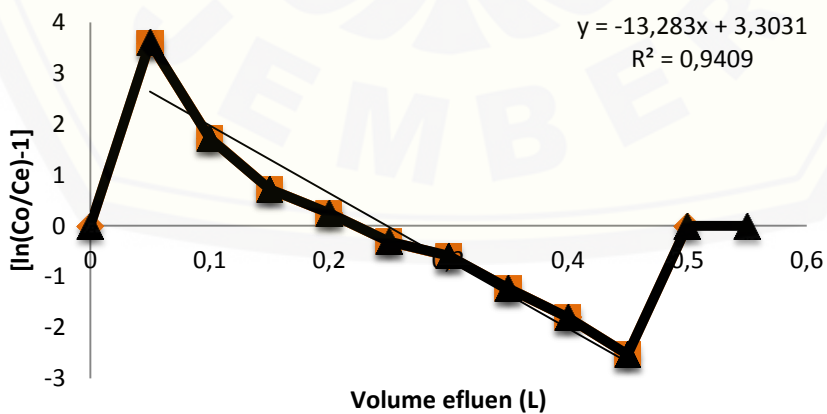
Data Absorbansi Pengenceran 5 kali				Ce	Faktor pengencer (fp)	Ce*fp	Volume (mL)	Ce/Co	(Co/Ce)-1	ln[(Co/Ce)-1]
Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	rata-rata							
0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0	0,0	0	0,00	0,0	0,00
0,026	0,025	0,026	0,026	0,05	5	0,3	50	0,03	37,9	3,60
0,071	0,070	0,071	0,071	0,30	5	1,5	100	0,15	5,7	1,73
0,134	0,134	0,134	0,134	0,65	5	3,3	150	0,33	2,1	0,72
0,174	0,173	0,174	0,174	0,87	5	4,4	200	0,44	1,3	0,25
0,224	0,224	0,224	0,224	1,15	5	5,8	250	0,58	0,7	-0,31
0,248	0,248	0,248	0,248	1,29	5	6,4	300	0,64	0,6	-0,59
0,296	0,295	0,295	0,295	1,55	5	7,7	350	0,77	0,3	-1,23
0,327	0,326	0,326	0,326	1,72	5	8,6	400	0,86	0,2	-1,80
0,351	0,350	0,351	0,350	1,85	5	9,3	450	0,93	0,1	-2,53
0,377	0,377	0,377	0,377	2,00	5	10,0	500	1,00	0,0	∞
0,377	0,378	0,377	0,377	2,00	5	10,0	550	1,00	0,0	∞



Gambar C.7 Kurva Konsentrasi dengan volume influen pada massa 0,3 g



Gambar C.8 Kurva *Breakthrough* massa adsorben 0,3 g



Gambar C.9 Kurva Grafik hubungan antara volume efluen dengan $\ln[(C_0/C_e)-1]$ massa 0,2 g

a. Perhitungan Nilai Konstanta Laju Thomas (K_{th})

$$y = -13,283x + 3,3031$$

dengan:

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} mx &= -\frac{K_{th}C_0}{Q}V_{eff} \\ -13,283(0,5) &= -\frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times 0,5 \text{ L} \\ 13,283 &= \frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times \frac{0,5 \text{ L}}{0,5} \\ 10 \text{ mg} \cdot K_{th} &= 13,283 \times 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \\ K_{th} &= \frac{106,26 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{10 \text{ mg}} \\ K_{th} &= 10,62 \times 10^{-5} \text{ L/menit.mg} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Nilai Kapasitas Adsorpsi Kolom

dengan:

$$M = 0,3 \text{ gram}$$

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

$$K_{th} = 10,62 \times 10^{-5} \text{ L/menit.mg}$$

Sehingga:

$$C = \frac{K_{th} q_0 M}{Q}$$
$$3,3031 = \frac{10,62 \times 10^{-5} \text{ L/menit.mg} \times q_0 \times 0,3 \text{ g}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}}$$

$$3,19 \times 10^{-5} \text{ g.L/menit.mg} \times q_0 = 8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}} \times 3,2031$$

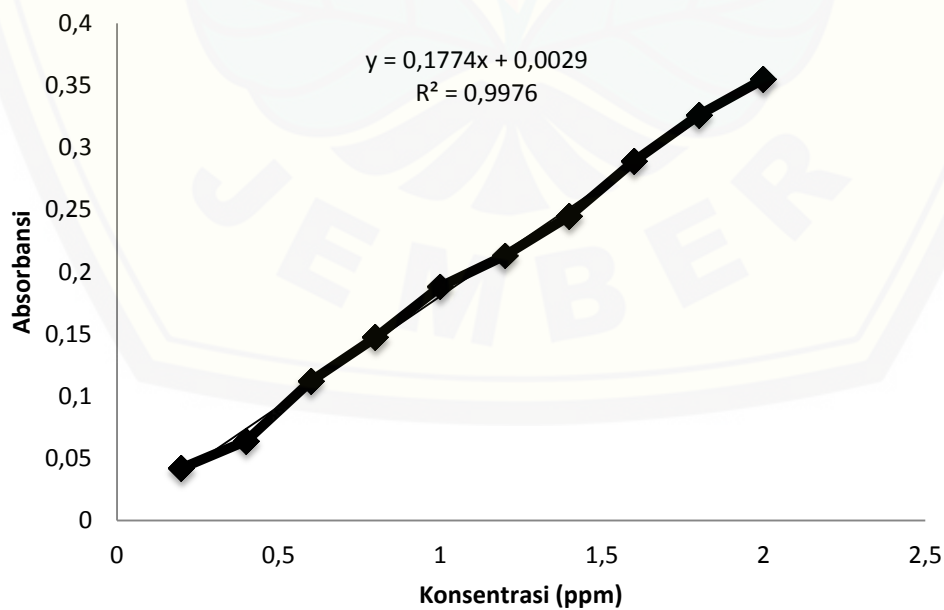
$$q_0 = \frac{25,62 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{3,19 \times 10^{-5} \text{ g.L/menit.mg}}$$

$$q_0 = 8,29 \text{ mg/g}$$

LAMPIRAN D. DATA DAN KURVA KALIBRASI LARUTAN STANDART RHODAMIN B UNTUK PROSES ADSORPSI DENGAN VARIASI pH INFLUEN

Tabel D.1 Data Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B untuk Proses Adsorpsi dengan Variasi pH larutan influen

Konsentrasi Rhodamin B (ppm)	Absorbansi
0,2	0,042
0,4	0,064
0,6	0,112
0,8	0,147
1	0,188
1,2	0,213
1,4	0,245
1,6	0,289
1,8	0,326
2	0,355



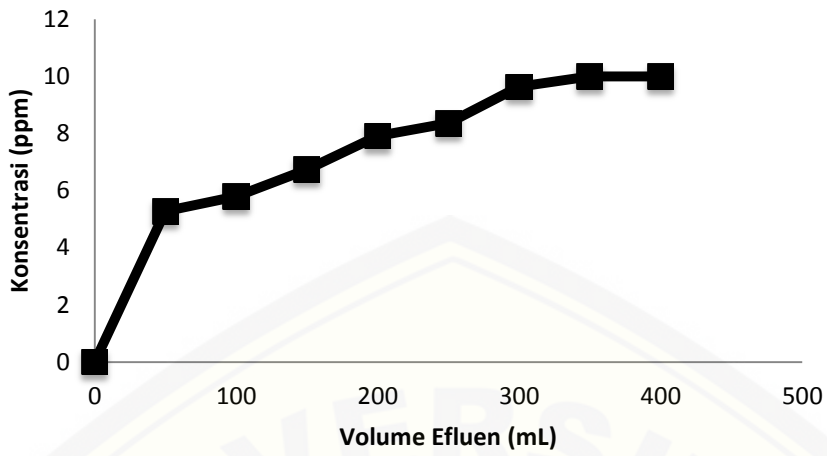
Gambar D.2 Kurva Kalibrasi larutan standar Rhodamin B

LAMPIRAN E. DATA PROSES PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI LIGNIN DENGAN VARIASI pH LARUTAN INFLUEN

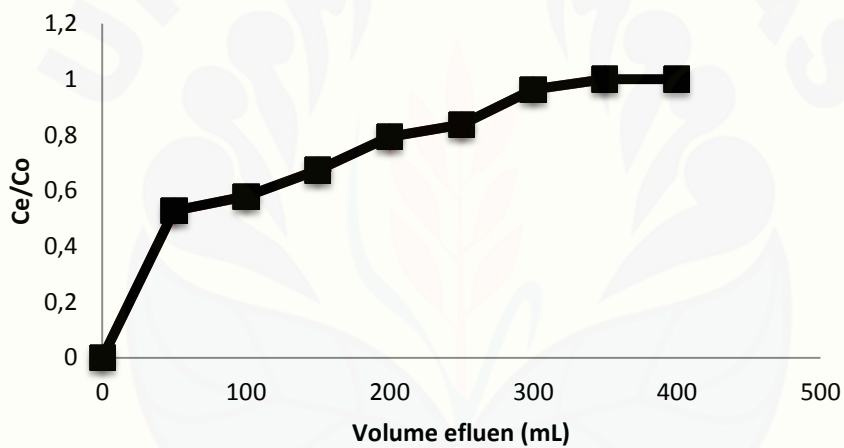
1. Influen pH 5

Tabel E.1 Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi pH 5

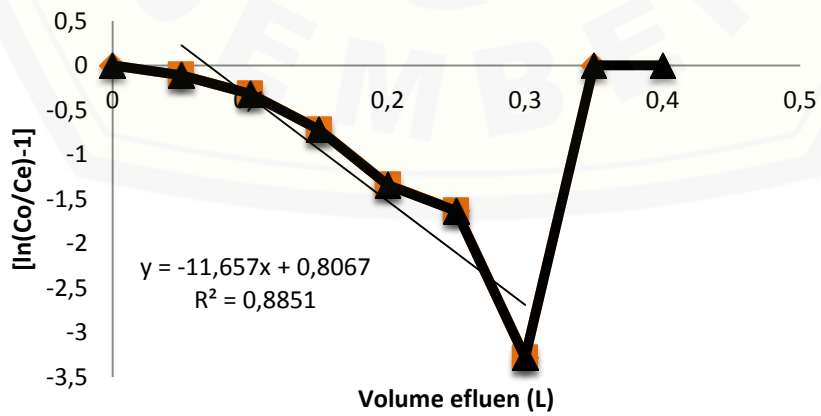
Data absorbansi Pengenceran 5 kali				Ce encer	Faktor pengencer (Fp)	Ce*fp	Volume (mL)	Ce/Co	(Co/Ce)-1	ln[(Co/Ce)-1]
Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	rata- rata							
0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	0	0,0	0	0,00	0,00	0,00
0,191	0,190	0,190	0,190	1,1	5	5,3	50	0,53	0,89	-0,11
0,209	0,208	0,208	0,208	1,2	5	5,8	100	0,58	0,73	-0,32
0,242	0,241	0,242	0,242	1,3	5	6,7	150	0,67	0,49	-0,72
0,283	0,284	0,284	0,284	1,6	5	7,9	200	0,79	0,26	-1,34
0,300	0,299	0,300	0,300	1,7	5	8,4	250	0,84	0,20	-1,63
0,345	0,344	0,345	0,345	1,9	5	9,6	300	0,96	0,04	-3,28
0,358	0,357	0,358	0,358	2,0	5	10,0	350	1,00	0,00	∞
0,358	0,357	0,358	0,358	2,0	5	10,0	400	1,00	0,00	∞



Gambar E.1 Kurva Konsentrasi dengan volume influen pada pH 5



Gambar E.2 Kurva Breakthrough pada pH 5



Gambar E.3 Kurva Grafik hubungan antara volume efluen dengan $\ln[(C_0/C_e)-1]$ pH 5

a. Perhitungan Nilai Konstanta Laju Thomas (K_{th})

$$y = -11,657x + 0,8067$$

dengan:

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} mx &= -\frac{K_{th}C_0}{Q}V_{eff} \\ -11,657(0,35) &= -\frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times 0,35 \text{ L} \\ 11,657 &= \frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times \frac{0,35 \text{ L}}{0,35} \\ 10 \text{ mg} \cdot K_{th} &= 11,657 \times 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \\ K_{th} &= \frac{93,26 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{10 \text{ mg}} \\ K_{th} &= 9,33 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Nilai Kapasitas Adsorpsi Kolom

dengan:

$$M = 0,3 \text{ gram}$$

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

$$K_{th} = 9,33 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \cdot \text{mg}$$

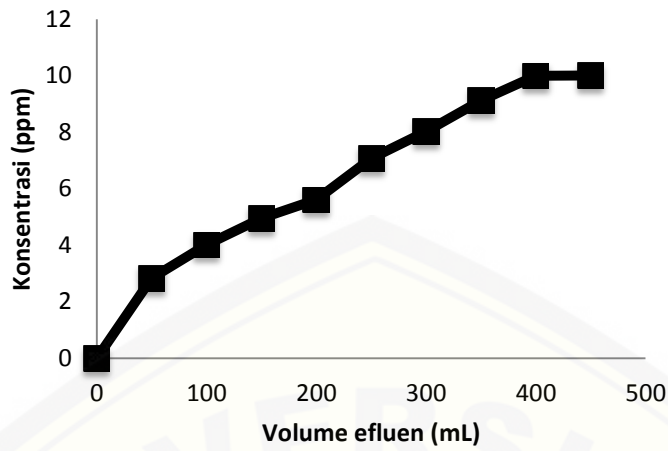
Sehingga:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{K_{th} q_0 M}{Q} \\
 0,8067 &= \frac{9,33 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \times q_0 \times 0,3 \text{ g}}{8 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}}} \\
 2,79 \times 10^{-5} \frac{\text{g} \cdot L}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \times q_0 &= 8 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}} \times 0,8067 \\
 q_0 &= \frac{6,45 \times 10^{-5} L/\text{menit}}{2,802 \times 10^{-5} \frac{\text{g} \cdot L}{\text{menit} \cdot \text{mg}}} \\
 q_0 &= 2,31 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

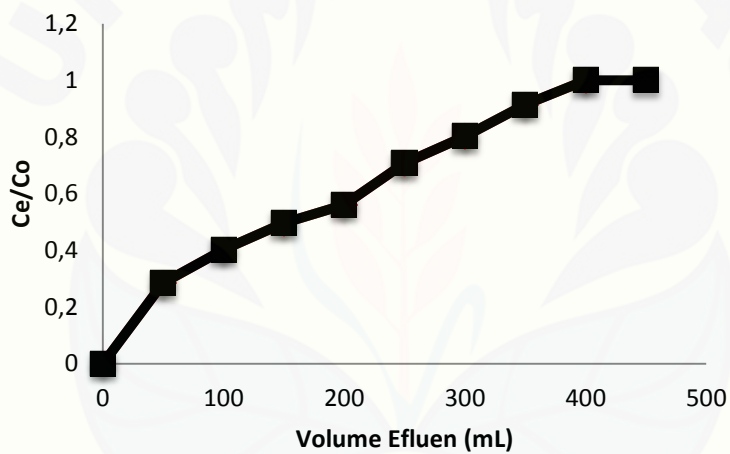
2. Influen pH 6

Tabel E.2 Dta penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi pH 6

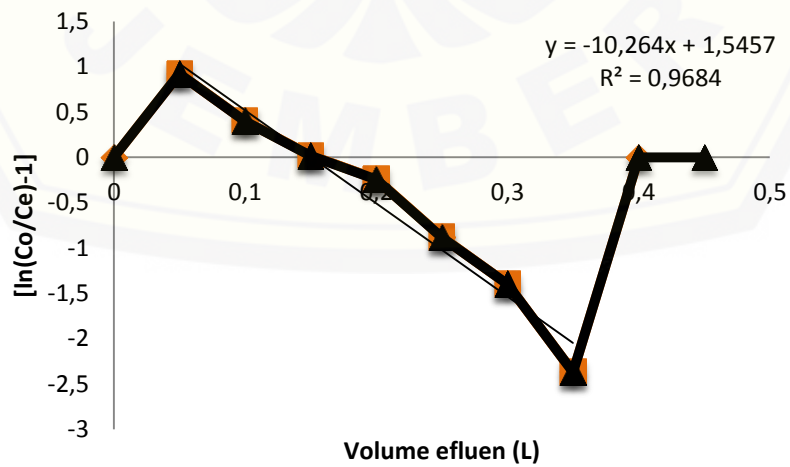
Data Absorbansi Pengenceran 5 kali				Ce encer	Faktor pengencer (fp)	Ce*fp	Volume (mL)	Ce/Co	(Co/Ce)-1	ln[(Co/Ce)-1]
Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	rat-rata							
0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0	0,0	0	0,00	0,00	0,00
0,104	0,103	0,104	0,104	0,57	5	2,8	50	0,28	2,52	0,92
0,145	0,145	0,146	0,145	0,80	5	4,0	100	0,40	1,49	0,40
0,179	0,178	0,179	0,179	0,99	5	5,0	150	0,50	1,02	0,02
0,203	0,201	0,202	0,202	1,12	5	5,6	200	0,56	0,78	-0,24
0,253	0,254	0,254	0,254	1,41	5	7,1	250	0,71	0,41	-0,88
0,288	0,287	0,288	0,288	1,61	5	8,0	300	0,80	0,25	-1,40
0,326	0,327	0,327	0,327	1,83	5	9,1	350	0,91	0,10	-2,37
0,358	0,357	0,358	0,358	2,00	5	10,0	400	1,00	0,00	∞
0,359	0,357	0,358	0,358	2,00	5	10,0	450	1,00	0,00	∞



Gambar E.4 Kurva absorbansi dengan volume influen pada pH 6



Gambar E.5 Kurva Breakthrough pada pH 6



Gambar E.6 Kurva Grafik hubungan antara volume efluen dengan $\ln[(C_0/C_e)-1]$ pH 6

a. Perhitungan Nilai Konstanta Laju Thomas (K_{th})

$$y = -10,264x + 1,5457$$

dengan:

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} mx &= -\frac{K_{th}C_0}{Q}V_{eff} \\ -10,264(0,40) &= -\frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times 0,40 \text{ L} \\ 10,264 &= \frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times \frac{0,40 \text{ L}}{0,40} \\ 10 \text{ mg} \cdot K_{th} &= 10,264 \times 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \\ K_{th} &= \frac{82,11 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{10 \text{ mg}} \\ K_{th} &= 8,21 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Nilai Kapasitas Adsorpsi Kolom

dengan:

$$M = 0,3 \text{ gram}$$

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

$$K_{th} = 8,21 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \cdot \text{mg}$$

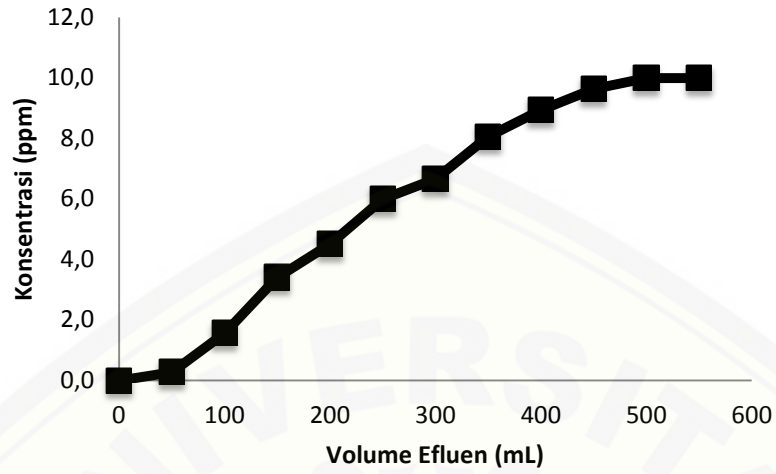
Sehingga:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{K_{th} q_0 M}{Q} \\
 1,5457 &= \frac{8,21 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \times q_0 \times 0,3 \text{ g}}{8 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}}} \\
 2,46 \times 10^{-5} \frac{g \cdot L}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \times q_0 &= 8 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}} \times 1,5457 \\
 q_0 &= \frac{12,37 \times 10^{-5} L/\text{menit}}{2,46 \times 10^{-5} \frac{g \cdot L}{\text{menit} \cdot \text{mg}}} \\
 q_0 &= 5,02 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

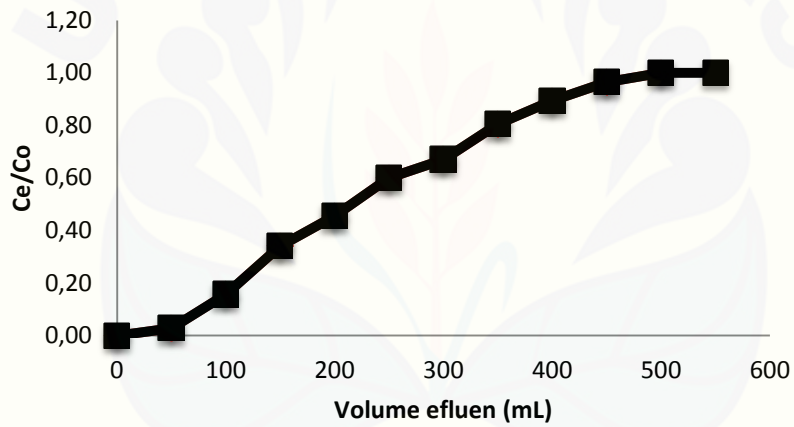
3. Influen pH 7

Tabel E.3 Data penentuan kapasitas adsorpsi dengan variasi pH 7

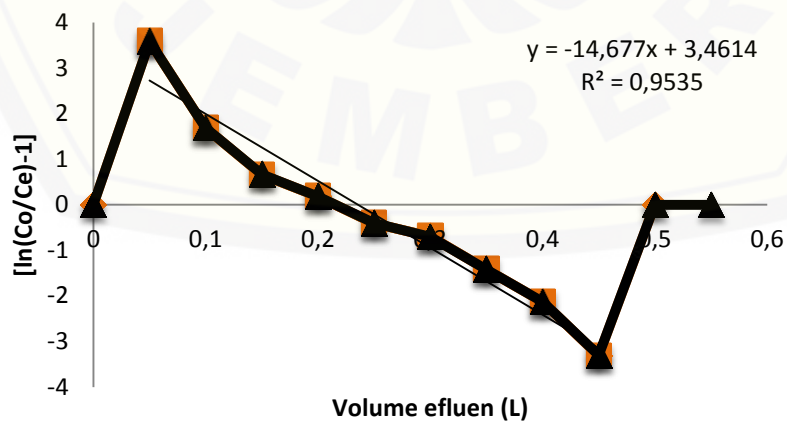
Data Absorbansi Pengenceran 5 kali				Ce encer	Faktor pengencer (Fp)	Ce*fp	Volume (mL)	Ce/Co	(Co/Ce)-1	ln[(Co/Ce)-1]
Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	rata- rata							
0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	0	0,0	0	0,00	0,00	0,00
0,013	0,012	0,013	0,013	0,1	5	0,3	50	0,03	35,33	3,58
0,058	0,058	0,059	0,058	0,3	5	1,6	100	0,16	5,40	1,68
0,124	0,123	0,124	0,124	0,7	5	3,4	150	0,34	1,94	0,66
0,162	0,164	0,162	0,163	0,9	5	4,5	200	0,45	1,22	0,18
0,216	0,215	0,216	0,216	1,2	5	6,0	250	0,60	0,67	-0,41
0,238	0,240	0,239	0,239	1,3	5	6,7	300	0,67	0,50	-0,70
0,289	0,288	0,289	0,289	1,6	5	8,1	350	0,81	0,24	-1,42
0,319	0,320	0,321	0,320	1,8	5	8,9	400	0,89	0,12	-2,13
0,345	0,343	0,346	0,345	1,9	5	9,6	450	0,96	0,04	-3,31
0,357	0,357	0,358	0,357	2,0	5	10,0	500	1,00	0,00	∞
0,358	0,357	0,358	0,357	2,0	5	10,0	550	1,00	0,00	∞



Gambar E.7 Kurva absorbansi dengan volume influen pada pH 7



Gambar E.8 Kurva Breakthrough pada pH 7



Gambar E.9 Kurva Grafik hubungan antara volume efluen dengan $\ln[(C_0/C_e)-1]$ pH 7

a. Perhitungan Nilai Konstanta Laju Thomas (K_{th})

$$y = -14,677 + 3,4614$$

dengan:

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} mx &= -\frac{K_{th}C_0}{Q}V_{eff} \\ -14,677 (0,5) &= -\frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times 0,5 \text{ L} \\ 14,677 &= \frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times \frac{0,5 \text{ L}}{0,5} \\ 10 \text{ mg} \cdot K_{th} &= 14,677 \times 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \\ K_{th} &= \frac{117,42 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{10 \text{ mg}} \\ K_{th} &= 11,74 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Nilai Kapasitas Adsorpsi Kolom

dengan:

$$M = 0,3 \text{ gram}$$

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

$$K_{th} = 11,74 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \cdot \text{mg}$$

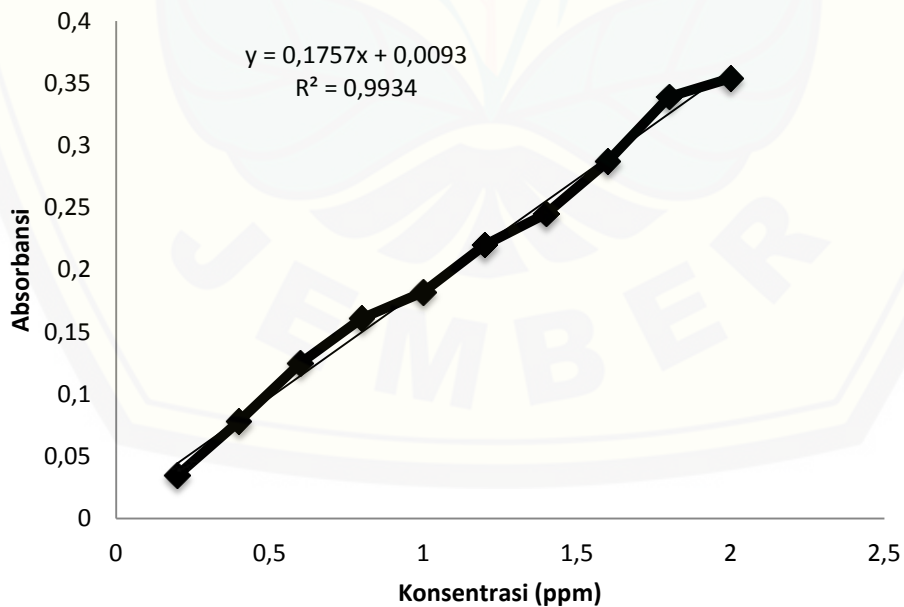
Sehingga:

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{K_{th} q_0 M}{Q} \\
 3,4614 &= \frac{11,74 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit. mg}} \times q_0 \times 0,3 \text{ g}}{8 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}}} \\
 3,52 \times 10^{-5} \frac{g \cdot L}{\text{menit. mg}} \times q_0 &= 8 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}} \times 3,4614 \\
 q_0 &= \frac{27,69 \times 10^{-5} L/\text{menit}}{3,52 \times 10^{-5} \frac{g \cdot L}{\text{menit. mg}}} \\
 q_0 &= 7,87 \text{ mg/g}
 \end{aligned}$$

**LAMPIRAN F. DATA DAN KURVA KALIBRASI LARUTAN STANDART
RHODAMIN B UNTUK PROSES PENENTUAN
KAPASITAS OPTIMUM ADSORBEN LIGNIN**

Tabel F.1 Data Kalibrasi Larutan Standar Rhodamin B untuk Proses penentuan kapasitas optimum adsorben

Konsentrasi Rhodamin B (ppm)	Absorbansi
0,2	0,035
0,4	0,078
0,6	0,125
0,8	0,161
1	0,182
1,2	0,220
1,4	0,245
1,6	0,287
1,8	0,339
2	0,354



Gambar F.2 Kurva kalibrasi larutan standar Rhodamin B

LAMPIRAN G. DATA PROSES PENENTUAN KAPASITAS ADSORPSI ADSORBEN LIGNIN

Tabel G.1 Data penentuan kapasitas adsorpsi adsorben lignin

Data absorbansi Pengenceran 5 kali				Ce	Faktor pengencer (fp)	Ce*fp	Volume (mL)	Ce/Co	(Co/Ce)-1	ln[(Co/Ce)-1]
Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	rata-rata							
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,0	0	0,00	0,00	0,00
0,019	0,018	0,019	0,019	0,05	5	0,3	50	0,03	36,52	3,56
0,064	0,064	0,063	0,064	0,31	5	1,5	100	0,15	5,46	1,68
0,125	0,124	0,125	0,125	0,66	5	3,3	150	0,33	2,05	0,72
0,173	0,174	0,173	0,173	0,93	5	4,7	200	0,47	1,14	0,12
0,219	0,217	0,218	0,218	1,19	5	5,9	250	0,59	0,68	-0,38
0,236	0,235	0,236	0,236	1,29	5	6,4	300	0,64	0,55	-0,59
0,283	0,283	0,284	0,283	1,56	5	7,8	350	0,78	0,28	-1,27
0,324	0,324	0,325	0,324	1,79	5	9,0	400	0,90	0,12	-2,17
0,347	0,346	0,347	0,347	1,92	5	9,6	450	0,96	0,04	-3,17
0,360	0,360	0,361	0,360	2,00	5	10,0	500	1,00	0,00	∞
0,360	0,360	0,361	0,360	2,00	5	10,0	550	1,00	0,00	∞

a. Perhitungan Nilai Konstanta Laju Thomas (K_{th})

$$y = -14,403x + 3,4348$$

dengan:

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} mx &= -\frac{K_{th}C_0}{Q}V_{eff} \\ -14,403(0,5) &= -\frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times 0,5 \text{ L} \\ 14,403 &= \frac{K_{th} \times 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{8 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit}}} \times \frac{0,5 \text{ L}}{0,5} \\ 10 \text{ mg} \cdot K_{th} &= 14,403 \times 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \\ K_{th} &= \frac{115,22 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{10 \text{ mg}} \\ K_{th} &= 11,52 \times 10^{-5} \frac{\text{L}}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Nilai Kapasitas Adsorpsi Kolom

dengan:

$$M = 0,3 \text{ gram}$$

$$Q = 8 \times 10^{-5} \text{ L/menit}$$

$$C_0 = 10 \text{ mg/L}$$

$$K_{th} = 11,52 \times 10^{-5} \text{ L/menit} \cdot \text{mg}$$

Sehingga:

$$C = \frac{K_{th}q_0M}{Q}$$

$$3,4348 = \frac{11,52 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \times q_0 \times 0,3 \text{ g}}{8 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}}}$$

$$3,46 \times 10^{-5} \frac{\text{g} \cdot \text{L}}{\text{menit} \cdot \text{mg}} \times q_0 = 8 \times 10^{-5} \frac{L}{\text{menit}} \times 3,4348$$

$$q_0 = \frac{27,48 \times 10^{-5} \text{ L/menit}}{3,46 \times 10^{-5} \frac{\text{g} \cdot \text{L}}{\text{menit} \cdot \text{mg}}}$$

$$q_0 = 7,94 \text{ mg/g}$$

