

**OPTIMASI ADSORPSI CONGO RED MENGGUNAKAN TANAH NAPA
SEBAGAI ADSORBEN DENGAN METODE BATCH**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Jurusan Kimia FMIPA UNP untuk memenuhi
sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains*



WAYAN PRATAMA

1101519 - 2011

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2016

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

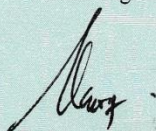
OPTIMASI ADSORPSI *CONGO RED* MENGGUNAKAN TANAH NAPA SEBAGAI ADSORBEN DENGAN METODA *BATCH*

Nama : Wayan Pratama
NIM : 1101519
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2016

Disetujui oleh,

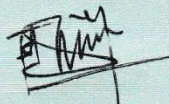
Pembimbing I



Dr. Mawardi, M.Si

NIP. 19611123 198903 1 002

Pembimbing II



Drs. Bahrizal, M.Si

NIP. 19551231 198903 1 003

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Judul : **Optimasi Adsorpsi Congo Red Menggunakan Tanah Napa sebagai Adsorben dengan Metoda Batch.**

Nama : Wayan Pratama

TM/NIM : 2011 / 1101519

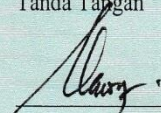
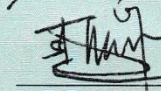
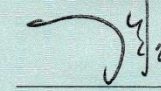
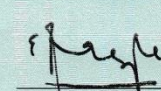
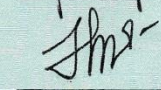
Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2016

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Mawardi, M.Si	
2. Sekretaris	: Drs. Bahrizal, M.Si	
3. Anggota	: Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D	
4. Anggota	: Edi Nasra, S.Si., M.Si	
5. Anggota	: Hary Sanjaya, S.Si., M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wayan Pratama
NIM/TM : 1101519/2011
Tempat, Tanggal Lahir : Koto Baru, 28 Mei 1993
Program Studi/ Jurusan : Kimia/ Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Alamat : Jorong Simpang Ampek Koto Baru,
Kec. IV Nagari, Kab. Sijunjung
No. Hp : 0813 7239 4703
Judul Skripsi : Optimasi Adsorpsi *Congo Red* menggunakan
Tanah Napa sebagai Adsorben dengan Metoda
Batch

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia diproses dan menerima **sanksi akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Agustus 2016

Yang Membuat Pernyataan



Wayan Pratama
NIM. 1101519

ABSTRAK

Wayan Pratama : Optimasi Adsorpsi *Congo Red* Menggunakan Tanah Napa sebagai Adsorben dengan Metode *Batch*

Telah dilakukan penelitian tentang optimasi adsorpsi *congo red* menggunakan tanah napa sebagai adsorben dengan metode *batch*. Tujuan penelitian ini adalah mengoptimasi beberapa parameter yang mempengaruhi daya serap tanah napa serta mengkaji perbedaan kapasitas adsorpsi pada dua jenis tanah napa yang berbeda perlakuan. Banyak metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar pencemaran zat warna, khususnya *congo red* pada perairan, salah satunya metode adsorpsi menggunakan tanah napa sebagai adsorben alternatif yang lebih mudah didapatkan dan juga murah dibandingkan adsorben lainnya. Pada penelitian ini, digunakan spektrofotometer UV-Vis sebagai instrument pengukuran. Penelitian diawali dengan memurnikan tanah napa dengan metoda refluks, kemudian tanah napa tersebut dioptimasi pada empat parameter yang mempengaruhi kapasitas serapan, yaitu konsentrasi awal, pH, waktu kontak, dan massa adsorben. Kapasitas serapan tanah napa yang dimurnikan kemudian dibandingkan dengan tanah napa tanpa perlakuan (*fresh*). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kondisi optimum (konsentrasi 25 ppm, pH 6, waktu kontak 90 menit, dan massa adsorben sebanyak 0.2 g/L) dengan kapasitas serapan 16.2 mg/g untuk tanah napa yang dimurnikan, sedangkan untuk tanah napa *fresh* pada kondisi yang sama didapatkan kapasitas serapan 20.475 mg/g. Penelitian ini memenuhi isotherm adsorpsi Freundlich dengan mengasumsikan bahwa proses adsorpsi terjadi secara tidak homogen.

Kata Kunci : Tanah Napa, Adsorpsi, *Congo Red*, Metoda *Batch*, Isoterm Freundlich.

KATA PENGANTAR

Dengan memuji kebesaran-Nya, Tuhan seluruh umat manusia dengan segala kekuasaan, kehendak, kasih sayang, petunjuk, dan kemudahan yang diberikan-Nya serta ni'mat yang tiada terkira sehingga telah memberikan kesempatan untuk dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Adsorpsi Congo Red Menggunakan Tanah Napa sebagai Adsorben dengan Metode Batch”**. Shalawat dan salam untuk nabi akhir zaman, nabi Muhammad SAW. Sosok yang mulia, suri teladan dalam segala sisi kehidupan.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka untuk memperoleh Sarjana Sains pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku pembimbing I sekaligus Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP yang telah memberikan kesempatan untuk diikutsertakan dalam penelitian serta bimbingan dan arahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Drs Bahrizal, M.Si selaku pembimbing II sekaligus penasehat akademik (PA), orang tua di kampus, yang telah memberikan kemudahan, bimbingan dan arahan hingga selesainya skripsi ini.
3. Dosen pembahas/penguji, Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D., Bapak Edi Nasra, S.Si., M.Si., dan Hary Sanjaya, M.Si sekaligus Ketua Prodi Kimia

yang telah memberikan kritikan dan masukan agar penelitian ini lebih disempurnakan lagi.

4. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmunya selama mengikuti perkuliahan di Universitas Negeri Padang umumnya dan jurusan kimia khususnya.
5. Laboran di laboratorium KOPERTIS dan Jurusan Kimia dan yang telah membantu memberikan saran dan mendampingi penulis sehingga selesainya penelitian ini.
6. Kedua Orang Tua penulis serta keluarga yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam melakukan setiap aktivitas penelitian.
7. Terima kasih kepada guru inspirasi, Ibu Dra. Dahlianis yang selalu memotivasi untuk tetap semangat dan tidak berputus asa dalam menyelesaikan penelitian ini.
8. Teman-teman Kimia tahun 2011 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian.
9. Terima kasih kepada Pertamina Foundation yang telah memberikan dana pendidikan selama lebih kurang 2 tahun dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah ikut andil membantu sampai pada tahap ini.
10. Terima kasih juga kepada rekan-rekan Keluarga Bakti '45 yang hangat dan peduli, Teman-teman Kabinet Solutif '34 dan Kawan-kawan DuBesPaT

serta personil FORSIA yang ikut menyemangati dan memberikan dukungan moril.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis haturkan terima kasih.

Padang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah Napa.....	7
B. Mineral Alumina Silikat	10
C. Teori Adsorpsi	12
D. Limbah Zat Warna Tekstil.....	16
E. Zat warna azo sebagai zat warna reaktif.....	18
F. <i>Congo Red</i> sebagai zat warna azo	20

D.	Metode <i>Batch</i>	21
E.	Teori Asam Basa Keras dan Lunak (HSAB).....	22
F.	Spektrofotometri UV-Vis	24

BAB III. METODE PENELITIAN

A.	Waktu dan Tempat Penelitian	31
B.	Tahapan Penelitian Secara Umum.....	31
C.	Alat dan Bahan	31
	1. Alat	31
	2. Bahan	32
D.	Sampling.....	32
E.	Preparasi Tanah Napa.....	32
	Pemurnian Tanah Napa	32
F.	Analisis Kandungan <i>Congo Red</i>	32
G.	Penentuan Kapasitas Serapan Maksimum Tanah Napa terhadap <i>Congo Red</i>	33
	1. Penentuan konsentrasi awal <i>Congo Red</i> Optimum	33
	2. Penentuan pH Optimum	33
	3. Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	34
	4. Penentuan Massa Adsorben Optimum	34

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Panjang Gelombang maksimum	35
B. Penentuan Konsentrasi Awal Optimum	36
C. Penentuan pH Optimum	37
D. Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	42
E. Penentuan Massa Adsorben Optimum	44
F. Perbedaan Daya Serap Tanah Napa pada Kondisi Optimum	46
G. Model Isoterm Adsorpsi	48

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	53
B. Saran	53

KEPUSTAKAAN	54
--------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	58
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanah Napa (a) Kab. Solok (b) Kab. Tanah Datar	7
2. Spektra FT-IR tanah napa Kec. 50 Kota	9
3. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Oscik, 1982)	15
4. Kurva adsorpsi isoterm Freundlich	16
5. Wujud <i>congo red</i>	20
6. Struktur <i>congo red</i>	20
7. Skema Instrumen Spektrofotometer UV-Vis	28
8. Pendispersi Cahaya	29
9. Panjang gelombang <i>Congo Red</i>	35
10. Grafik pengaruh konsentrasi <i>Congo Red</i> terhadap kapasitas serapan Tanah Napa (0.5 g adsorben, pH = 5)	37
11. Mekanisme Protonasi <i>Congo Red</i>	39
12. Grafik pengaruh pH larutan terhadap kapasitas serapan adsorben (0.5 g Tanah Napa, 50 mL larutan <i>Congo red</i> 25 ppm)	40
13. Model interaksi <i>Congo Red</i> dengan Silanol dan Siloksan pada Permukaan Tanah Napa pada pH 6.	42
14. Grafik pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas serapan (0.5 g Tanah Napa, 50 mL larutan <i>Congo red</i> 25 ppm, pH 6)	44
15. Grafik pengaruh massa adsorben terhadap kapasitas serapan (0.5 g Tanah Napa, 50 mL larutan <i>Congo red</i> 25 ppm, pH 6, waktu kontak 90 menit) ...	45

16. Perbedaan serapan Tanah Napa pada kondisi optimum (Konsentrasi 25 ppm, pH 6, waktu kontak 90 menit, massa adsorben 0.2 g/L)	46
17. Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir Adsorben Tanah Napa yang dimurnikan.	50
18. Grafik Isoterm Adsorpsi Freundlich Adsorben Tanah Napa yang dimurnikan	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbedaan Komposisi Tanah Napa dengan Produk Komersial.....	8
2. Analisis Kandungan Tanah Napa dari Beberapa Daerah di Sumbar dengan XRF (Mawardi dkk, 2015)	9
3. Struktur-struktur Mineral Silikat	11
4. Nama dan Struktur Kimia Kromofor	19
5. Beberapa Ion dan Senyawa Asam Menurut Prinsip HSAB (Pearson, 1968)	23
6. Beberapa Ion dan Senyawa Basa Menurut Prinsip HSAB (Pearson, 1968)	24
7. Data warna berdasarkan panjang gelombang	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Kerja	58
2. Kurva Kalibrasi Larutan <i>Congo Red</i>	64
3. Perhitungan Matematis	65
4. Studi Adsorpsi.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi dipengaruhi oleh banyak sektor, salah satunya adalah sektor industri. Industri tidak hanya menjadi indikator pertumbuhan ekonomi, tetapi juga menjadi penopang perekonomian negara. Banyak industri yang berkembang di Indonesia, diantaranya adalah industri tekstil. Industri tekstil merupakan industri yang banyak menghasilkan limbah cair (Saranraj, 2010). Salah satu produk dari industri tekstil di Indonesia adalah batik. Batik merupakan salah satu hasil budaya asli nusantara yang diakui oleh dunia. Proses pembuatan batik identik dengan proses pembuatan motif dan pewarnaan kain. Limbah cair dari industri batik memiliki kandungan warna yang tinggi serta bahan sintetik yang sulit larut dan diuraikan. Limbah warna yang dihasilkan dari industri dapat mengganggu nilai estetika lingkungan dan mengurangi penetrasi cahaya ke dasar perairan sehingga laju fotosintesis menurun (Namdhari B.S., 2012).

Congo red merupakan zat warna yang biasa digunakan dalam industri tekstil. Keberadaan zat warna *congo red* di lingkungan air dapat merusak berbagai spesies makhluk hidup. Selain itu pembuangan limbah cair yang mengandung *congo red* tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menimbulkan masalah yang serius. Hal ini dikarenakan sifat zat tersebut yang sulit didegradasi dan mempunyai toksisitas yang cukup tinggi. *Congo red* yang terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan fungsi hati, ginjal dan syaraf

(Wardhana, 2004). Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan untuk mengeliminasi keberadaan zat warna congo red dalam lingkungan perairan.

Banyak metode yang digunakan untuk menurunkan kadar zat warna *congo red* dalam air antara lain metode oksidasi dan adsorpsi (Rachakornkij, 2004). Metode oksidasi dapat menghilangkan karbon organik dengan sempurna, tetapi hanya efektif untuk konsentrasi rendah. Metode adsorpsi merupakan suatu teknik yang efisien untuk menghadapi masalah kontaminasi limbah cair domestik dan industri, karena dapat menghilangkan bau serta menurunkan kadar zat warna dari larutan dengan sempurna tanpa mengubahnya menjadi senyawa yang lebih berbahaya, selain itu penggunaan adsorben memiliki beberapa keuntungan diantaranya : memiliki pori-pori yang luas, hidrofob, stabil dalam temperatur tinggi dan hidrotermal, tidak memiliki aktivitas katalitik dan mudah diregenerasi (Wahab, Nemr, & Khalled, 2005).

Adsorben yang digunakan pada pengolahan limbah industri tekstil umumnya menggunakan karbon aktif. Karbon aktif lebih banyak dipilih karena luas permukaannya yang besar, memiliki struktur pori-pori yang halus, dan kapasitas adsorpsinya tinggi. Namun harga karbon aktif yang mahal seringkali membuat industri tekstil enggan mengeluarkan biaya untuk mengolah limbah. Mahalnya harga karbon aktif ini memicu penelitian dan pengembangan jenis adsorben lain. Syarat yang harus dimiliki adsorben adalah kapasitas adsorpsi yang baik, murah, dan melimpah di alam.

Tanah napa dapat dijadikan salah satu adsorben alternatif sebagai pengganti karbon aktif. Tanah napa merupakan sebutan masyarakat Sumatera

Barat merujuk kepada sejenis material alam yang biasa digunakan sebagai obat sakit perut dan diare. Setelah diteliti oleh (Mawardi dkk, 2015) ternyata tanah napa yang berasal dari Sumatera Barat umumnya adalah kelompok mineral aluminasilikat dengan rasio perbandingan $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ berkisar antara 1.25-3.43. Secara umum, kandungan yang paling banyak dari tanah napa adalah silica dan alumina, sebagian kecil terkandung oksida-oksida logam lainnya, seperti Fe_2O_3 , CaO , MgO , dll.

Berdasarkan komposisi kimia dari tanah napa yang memiliki kandungan silika alumina, diharapkan tanah napa merupakan material anorganik yang sangat berharga dan potensial sehingga dapat dimanfaatkan untuk penelitian perkembangan material anorganik seperti adsorben, katalisator, dan bahan aditif pada industri semen.

Mengingat melimpahnya ketersediaan tanah napa di Sumatera Barat (terdapat di Kabupaten 50 Kota, Tanah Datar, Pesisir Selatan, Solok, dll) yang sangat potensial untuk digunakan terutama sebagai material/bahan penyerap (adsorben) serta masih minimnya penelitian yang dilakukan tentang tanah napa, sehingga sangat memungkinkan untuk melakukan penelitian untuk menguji kapasitas/daya serap tanah napa terhadap zat warna celupan tekstil (seperti *Congo Red*).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Tanah napa merupakan tanah yang banyak terdapat di Sumatera Barat dan belum dimanfaatkan dengan baik.
2. Tanah napa merupakan mineral alam yang mengandung senyawa alumina silikat yang tinggi seperti zeolite, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai material penyerap (adsorben).

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, maka perlu dilakukan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Adsorben yang digunakan adalah tanah napa yang berasal dari Lintau, Kab. Tanah Datar.
2. Senyawa/material yang akan diadsorpsi adalah *Congo Red*
3. Penentuan kapasitas serapan tanah napa terhadap *Congo Red* menggunakan spektrofotometer Uv-Vis.
4. Variabel yang akan diteliti adalah pengaruh pH larutan, penentuan waktu kontak, konsentrasi awal larutan dan massa adsorben.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian diatas, maka penulis merumuskan suatu masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi, pH larutan, waktu kontak, dan massa adsorben pada daya serap tanah napa terhadap senyawa *Congo Red* ?
2. Berapakah kapasitas serapan maksimum tanah napa terhadap senyawa *Congo Red* menggunakan metode *batch* ?

E. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kapasitas maksimum serapan dari tanah napa. Secara khusus tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh beberapa parameter terhadap serapan tanah napa terhadap *Congo Red*.
2. Mengetahui kondisi optimum dari masing-masing parameter yang digunakan.
3. Mengetahui karakteristik tanah napa sehingga dapat digunakan sebagai adsorben.
4. Mengetahui kadar *Congo Red* yang dapat teradsorpsi oleh tanah napa.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada pembaca bahwa tanah napa dapat dijadikan sebagai adsorben.
2. Menambah wawasan pembaca tentang karakteristik tanah napa.
3. Dapat dijadikan sebagai sumber ide dan referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah Napa

Tanah napa yang merupakan sebutan masyarakat Sumatera Barat merujuk kepada sejenis material alam yang biasa digunakan sebagai obat sakit perut dan diare. Tanah ini berasal dari pelapukan batuan *feldspatik* yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen kerak. Adapun warna jenis tanah napa ini adalah abu-abu kecoklatan. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tanah Napa (a) Kab. Solok (b) Kab. Tanah Datar

Setelah diteliti oleh (Mawardi dkk, 2015) ternyata tanah napa yang berasal dari Sumatera Barat umumnya adalah kelompok mineral aluminasilikat dengan perbandingan $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ berkisar antara 1.25-3.43. Data hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa tanah napa mempunyai komponen utama berupa SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Fe_2O_3 dan CaO , juga terlihat bahwa mineral tanah napa mengandung komponen penukar kation yaitu K dan Ca.

(Mawardi dkk, 2015) telah melakukan penelitian terhadap tanah napa yang diperoleh dari daerah Kabupaten Solok Sumatera Barat. Berdasarkan data komposisi kimia yang diperoleh dibandingkan dengan komposisi kimia *natural zeolite clinoptilolite* yang diproduksi oleh industri Gravis Mining Co dan produk komersial kaolin dari Selandia Baru sebagaimana yang dinyatakan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Komposisi Tanah Napa dengan Produk Komersial

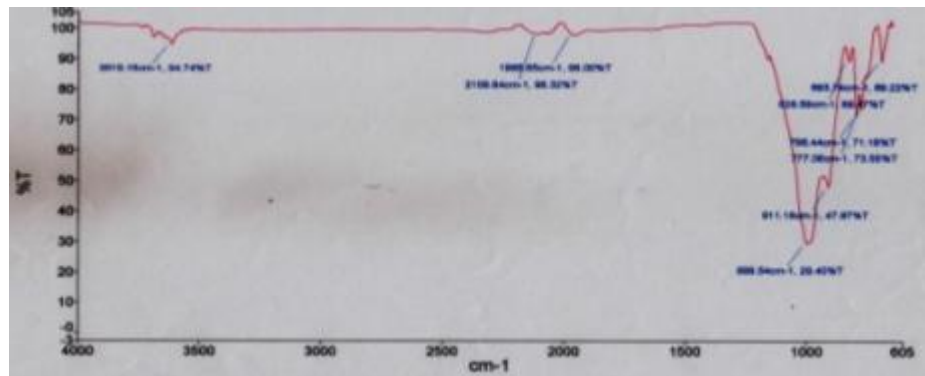
Lokasi tanah napa	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	CaO (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)
Kec. X Koto Kabupaten Solok	70.43	20.52	3.67	0.40	2.70	1.26	Trace
<i>natural zeolit clinoptilolite</i> (Gravis Minang Co)	65-72	10-12	0.8- 1.9	2.5- 3.7	2.3- 3.5	Trace	Trace
Kaolin komersial (Selandia Baru)	49.50	35.50	0.29	0.09	Trace	Trace	Trace

Ciri fisik dari tanah napa ini yaitu mempunyai pori-pori besar dan berwarna putih keabu-abuan. Sejenis tanah yang sama juga terdapat di perbukitan Cubadak Kec. Situjuah Limo Nagari Kab. 50 Kota, yang memiliki sifat fisik yang sama dengan tanah napa Kabupaten Solok, masyarakat setempat juga menyebutnya tanah napa. Dari hasil penelitian oleh (Mawardi dkk, 2015) juga didapatkan komposisi beberapa tanah napa sesuai lokasinya di Sumatera Barat dari analisis XRF sebagai berikut :

Tabel 2. Analisis Kandungan Tanah Napa dari Beberapa Daerah di Sumbar dengan XRF (Mawardi dkk, 2015)

Lokasi tanah napa	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	CaO (%)	K ₂ O (%)	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
Kec. Situjuh Kab. 50 kota	68.70	21.24	2.168	0.743	Trace	6.358	3.23
Kec. Sarilamak Kab. 50 kota	66.21	19.42	2.982	0.913	Trace	9.832	3.40
Kec. Lintau Kab. Tanah Datar	64.42	24.99	5.976	0.654	2.331	0.892	2.58
Kec. Batang Kapeh Kab. Pesisir Selatan	51.70	41.52	2.129	3.201	0.426	0.156	1.24
Kec. X Koto Kabupaten Solok	70.43	20.52	3.67	0.40	2.70	1.26	3.43

(Rini Sundari, 2014) telah melakukan penelitian tentang karakteristik tanah napa Kab. 50 Kota dengan data spektra FT-IR yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Spektra FT-IR tanah napa Kec. 50 Kota

Dari gambar diatas dapat ditentukan gugus-gugus fungsi yang ada pada tanah napa sebagai berikut. Pada daerah puncak serapan 3619.16 cm^{-1} terjadi vibrasi ulur gugus -OH yang terikat pada atom Al oktahedral pada permukaan atau pada antar lapis silikat. Pada daerah 693.74 cm^{-1} terjadi vibrasi ulur Si-O dan

daerah 911.18 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur Al-O-H. pada daerah puncak serapan 828.59 cm^{-1} dan 999.54 cm^{-1} terjadi regangan simetris dan asimetris dari O-Si-O atau O-Al-O.

B. Mineral Alumina Silikat

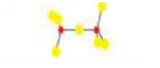
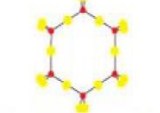
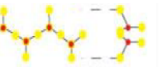
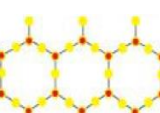
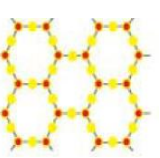
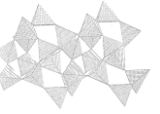
Alumina (Al_2O_3) dan silika (SiO_2) adalah dua mineral yang paling banyak dari kerak bumi. Kelas mineral yang mengandung aluminium oksida dan oksida silikon dikenal dengan sebutan aluminosilikat. Mineral aluminosilikat terbentuk dari penggantian beberapa ion Si^{4+} dalam silikat oleh ion Al^{3+} . Atom aluminium menggantikan atom silikon dalam tetrahedral atau menempati lubang oktahedral atom oksigen, membuat struktur yang lebih kompleks. Substitusi silikon tetravalen dengan aluminium trivalen menyebabkan kekurangan muatan yang harus dikompensasi dengan kation lain seperti H^+ , Na^+ , Ca^{2+} , dan sebagainya (Rowles, 1987).

Mineral yang mengandung ion silikat $[\text{SiO}_4]^{4-}$ disebut dengan mineral silikat yang merupakan mineral yang dominan pada kerak bumi. Zeolit merupakan aluminosilikat dengan struktur kerangka yang mempunyai pori-pori berisi kation-kation berukuran besar (Ca^{2+} , Na^+ , K^+) dan molekul air (Wilson, 2010).

Tetrahedra $[\text{SiO}_4]^{4-}$ terdapat secara independen dalam beberapa mineral tetapi juga dapat membentuk ikatan dengan satu, dua, tiga atau keempat atom oksigennya dengan anion pada mineral lain. Kemungkinan ini memberikan

beberapa struktur dari silikat yang dapat dilihat pada tabel 3 dibawah (Wilson, 2010).

Tabel 3. Struktur-struktur Mineral Silikat

No	Tipe Ikatan		Formula dan Valensi	Si:O		Contoh Mineral	Kecenderungan umum
1	Neso-	Tetrahedral terpisah	$[\text{SiO}_4]^{4-}$	1:4		Olivine $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$	Struktur terbuka meningkat Densitas menurun Terdapat gugus (OH)- Meningkatnya ruang untuk kation besar cth.K
2	Soro-	Double Tetrahedral	$[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$	1:3.5		Tidak Biasa	
3	Cyclo-	Cincin {3,4- & 6-tetrahedral	$[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$	1:3		Beryl $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	
4	Ino-	Rantai Single	$[\text{SiO}_3]^{2-}$	1:3		Pyroxene var. Diopside $\text{CaMg}[\text{SiO}_3]_2$	
5	Ino-	Rantai Double	$[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$	1:2.75		Amphibole var. Tremolite $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$	
6	Phyllo-	Lembaran (Sheets)	$[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$	1:2.5		Mica Var.Muscovite $\text{KAl}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ Biotite $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	
7	Tecto-	Kerangka tiga dimensional	SiO_2	1:2		Feldspars cth.Orthoclase $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ Silikon dioksida. Quartz SiO_2	

C. Teori Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan pada permukaan suatu adsorben, misalnya adsorpsi zat padat terhadap gas atau zat cair. Zat yang teradsorpsi disebut sebagai adsorbat dan zat yang mengadsorpsi disebut adsorben (Kasmadi, 2002). Adsorpsi terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat. Molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair, mempunyai gaya tarik ke arah dalam, karena tidak ada gaya-gaya lain yang mengimbangi. Adanya gaya-gaya ini menyebabkan zat padat dan zat cair, mempunyai gaya adsorpsi. Adsorpsi berbeda dengan absorpsi. Pada absorpsi zat yang diserap masuk ke dalam absorbens sedangkan pada adsorpsi zat yang diserap hanya terdapat pada permukaannya.

Adsorpsi terjadi karena setiap molekul pada permukaan mempunyai energi yang besar sehingga membentuk tegangan permukaan, akibatnya molekul pada permukaan mempunyai energi bebas yang lebih besar dibandingkan molekul di bawah permukaan. Molekul pada permukaan selalu berusaha mendapatkan energi bebas serendah mungkin, maka permukaan akan menyerap fasa yang tegangan permukaannya lebih rendah untuk menurunkan energi bebasnya (Sukarjo, 1997).

Peristiwa adsorpsi dapat terjadi pada adsorbent yang pada umumnya beberapa zat padat. Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisis (*fisisorpsi*) dan adsorpsi kimia (*chemisorpsi*). Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya *van der Waals*. Adsorpsi fisik umumnya terjadi pada permukaan dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisik umumnya terjadi pada temperatur rendah dengan bertambahnya temperatur jumlah adsorpsi berkurang dengan mencolok

(Adamson, 1989). Adsorpsi fisika bersifat *reversible* dengan interaksi yang lemah antara adsorben dan adsorbat. Lapisan yang terbentuk pada permukaan adsorben dapat berupa lapisan *monolayer* dan *multilayer* (Atkins, 1997).

Pada adsorpsi kimia, molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan bereaksi secara kimia, sehingga terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan (Adamson, 1989). Ikatan antara adsorben dan adsorbat dapat cukup kuat sehingga spesies aslinya tidak dapat ditemukan kembali. Adsorpsi ini bersifat *irreversibel* dan diperlukan energi yang besar untuk melepas adsorbat kembali dalam proses adsorpsi. Pada peristiwa *chemisorpsi*, umumnya kapasitas adsorpsi akan bertambah dengan bertambahnya temperatur. Kenaikan temperatur cukup tinggi memungkinkan terjadinya perubahan adsorpsi fisis menjadi adsorpsi kimia (Triyatno, 2004). Bentuk lapisannya biasanya monolayer. Pada adsorpsi fisika mempunyai energi yang lebih rendah yaitu 5-10 kkal/mol adsorbat dibandingkan dengan adsorpsi kimia yaitu 10-100 kkal/mol adsorbat (Sukarjo, 1997)

Menurut (Noll, 1992), maka adsorpsi fisik dapat dibedakan dari adsorpsi kimia sebagai berikut:

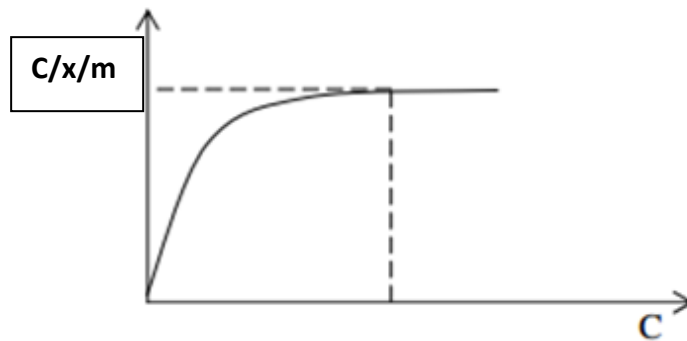
- a. Adsorpsi fisik tidak melibatkan transfer elektron dan selalu mempertahankan individualitas dari senyawa yang berinteraksi. Interaksi yang terjadi adalah *reversible*, yang memungkinkan terjadinya desorpsi pada temperatur yang sama, walaupun proses terjadi secara lambat akibat efek difusi. Adsorpsi kimia melibatkan ikatan kimia dan bersifat *irreversible*.

- b. Adsorpsi fisik tidak bersifat site spesifik, molekul yang terserap bebas menutupi seluruh permukaan. Hal ini memungkinkan dilakukannya pengukuran luas area solid adsorbent. Sebaliknya, adsorpsi kimia bersifat site spesifik, molekul hanya terserap pada tempat-tempat tertentu saja.
- c. Adsorpsi fisik lebih rendah dibandingkan dengan panas dari adsorpsi kimia.

Isoterm adsorpsi Langmuir didasarkan atas beberapa asumsi, yaitu (a) adsorpsi hanya terjadi pada lapisan tunggal (*monolayer*), (b) panas adsorpsi tidak tergantung pada penutupan permukaan, dan (c) semua situs dan permukaannya bersifat homogen (Oscik, 1982). Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul molekul zat yang tidak teradsorpsi. Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{C}{x/m} = \frac{1}{(x/m)_{\text{mak}} k} + \frac{1}{(x/m)_{\text{max}}} C \quad (1)$$

C merupakan konsentrasi adsorbat dalam larutan, x/m adalah konsentrasi adsorbat yang terserap per gram adsorben, k adalah konstanta yang berhubungan dengan afinitas adsorpsi dan $(x/m)_{\text{mak}}$ adalah kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar 3.



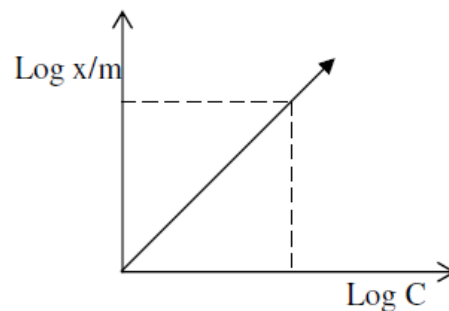
Gambar 3. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Oscik, 1982)

Langmuir menggambarkan bahwa pada permukaan adsorben terdapat sejumlah tertentu pusat aktif (*active site*) yang sebanding dengan luas adsorben. Pada setiap pusat aktif hanya satu molekul yang diserap. Bila plot $C/x/m$ versus C berupa garis lurus, maka dapat dikatakan bahwa data yang diperoleh memenuhi persamaan adsorpsi isoterm Langmuir dan hal tersebut berarti antara zat terserap dan pusat aktif penyerap, membentuk lapisan tunggal pada permukaan penyerap (*monolayer adsorption*).

Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich didasarkan atas terbentuknya lapisan monolayer dari molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Namun pada adsorpsi Freundlich situs-situs aktif pada permukaan adsorben bersifat heterogen. Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\text{Log } (x/m) = \text{log } K + 1/n \text{ log } C \quad (2)$$

sedangkan kurva isoterm adsorpsinya disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva adsorpsi isotherm Freundlich

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain:

1. Ukuran molekul adsorben
2. pH

pH pada proses adsorpsi mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap tingkat adsorpsi tertentu hal ini disebabkan adanya ion hidrogen yang dapat teradsorpsi secara kuat pada adsorben.

3. Temperatur
4. Waktu kontak antara adsorben dan adsorbat (C. Pujiasturi, dkk, 2008).

D. Limbah Zat Warna Tekstil

Limbah tekstil merupakan limbah yang dihasilkan dalam proses pengankjian, penghilangan kanji, penggelantangan, pemasakan, merserisasi, pewarnaan, pencetakan dan proses penyempurnaan. Proses-proses ini menghasilkan limbah cair dengan volume besar, pH yang sangat bervariasi dan beban pencemaran yang tergantung pada proses dan zat kimia yang digunakan. Pewarnaan dan pembilasan menghasilkan air limbah yang berwarna dengan COD tinggi dan bahan-bahan lain dari zat warna yang dipakai, seperti fenol dan logam.

Secara penampakan fisik air limbah industri tekstil terlihat keruh, berwarna, panas dan berbusa. Kualitas limbah cair sangat tergantung pada jenis proses yang dilakukan.

Pada umumnya limbah cair bersifat basa dan mengandung bermacam-macam senyawa baik organik maupun anorganik. Limbah cair tersebut terutama berasal dari cairan bekas proses pewarnaan dan proses pencelupan serta proses lain yang berhubungan dengan proses tekstil industri. Cairan bekas pencelupan tersebut mengandung zat warna dan zat pengikat warna. Pengolahan limbah zat warna menjadi sulit karena struktur aromatik pada zat warna yang sulit dibiodegradasi, khususnya zat warna reaktif karena terbentuknya ikatan kovalen yang kuat antara atom C dari zat warna dengan atom O, N atau S dari gugus hidroksi, amina atau thiol dari polimer (Christie, 2001 : 135).

Zat warna reaktif adalah zat warna yang dapat mencelup serat selulosa dalam kondisi tertentu dan membentuk reaksi kovalen dengan serat. Munculnya limbah zat warna reaktif yang berasal dari proses industri tekstil menyebabkan lingkungan sekitar semakin tercemar sehingga perlu pengolahan lebih lanjut. Beberapa macam perlakuan yang dilakukan untuk pengolahan air limbah yaitu proses filtrasi, flokulasi, penghilangan warna dan adsorpsi. Proses adsorpsi dilakukan untuk proses penyerapan senyawa yang mengganggu dalam analisis, pada umumnya digunakan untuk proses pengolahan limbah. (www.thesis-ilmiah.com).

Pada proses pencelupan, zat warna yang digunakan pada umumnya tidak akan masuk seluruhnya ke dalam bahan tekstil, sehingga efluen yang dihasilkan

masih mengandung residu zat warna. Hal inilah yang menyebabkan efluen tekstil menjadi berwarna-warni dan mudah dikenali pencemarannya apabila dibuang langsung ke perairan umum. Selain itu kandungan residu zat warna dan zat-zat pembantu pencelupan yang digunakan akan memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap total beban efluen industri tekstil. Masalah lingkungan yang utama dalam industri tekstil adalah limbah dari proses pencelupan. Zat warna, logam berat dan konsentrasi garam yang tinggi merupakan polutan air. Usaha utama yang perlu dilakukan guna mengurangi bahan kimia tersebut adalah penghilangan material toksik dari efluen (Balai Besar Tekstil, 2005).

Residu zat warna maupun garam dalam efluen akan menyebabkan polusi dan residu zat warnanya adalah cukup tinggi, yaitu sekitar 20-50% dari zat warna yang digunakan. Diketahui pula apabila digunakan pada pencelupan dengan sistem perendaman, maka zat warna yang terdapat dalam effluen adalah sekitar 60 – 70 mg/l. Pengolahan efluen yang mengandung zat warna tersebut, baik dari segi penurunan beban cemaran maupun warnanya adalah sangat sulit, karena sukar didegradasi baik secara metoda kimia maupun biologi (Balai Besar Tekstil, 2005).

E. Zat warna azo sebagai zat warna reaktif

Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Diketahui bahwa gugus benzena sangat sulit didegradasi, walaupun dimungkinkan dibutuhkan waktu yang lama. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan, akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogen dan mutagenik. Karena itu perlu dicari alternatif efektif untuk

menguraikan limbah tersebut. Zat warna azo adalah senyawa yang paling banyak terdapat dalam limbah tekstil, yaitu sekitar 60 % - 70 % (Waite, *et al.*, 2006). Senyawa azo memiliki struktur umum $R-N=N-R'$. Senyawa ini memiliki gugus $-N=N-$ yang dinamakan struktur azo. Senyawa azo dapat berupa senyawa aromatik atau alifatik. Senyawa azo aromatik bersifat stabil dan mempunyai warna menyala. Senyawa azo alifatik seperti dimetildiazin lebih tidak stabil. Senyawa azo digunakan sebagai bahan celup, yang dinamakan *azo dyes* (Maria Christinajfn, 2007).

Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna dengan serat. Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna.

Tabel 4. Nama dan Struktur Kimia Kromofor

Nama Gugus	Struktur Kimia
Nitroso	NO atau (-N-OH)
Nitro	No ₂ atau (NN-OOH)
Grup Azo	-N N-
Grup Etilen	-C = C-
Grup Karbonil	-C = O-
Grup Karbon – Nitrogen	-C=NH ; CH=N-
Grup Karbon Sulfur	-C=S ; -C-S-S-C-

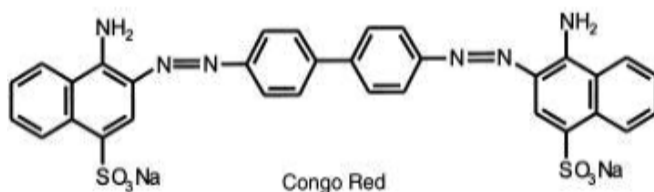
Zat warna azo merupakan jenis zat warna sistetis yang cukup penting. Zat warna yang berkromofor azo ini yang paling banyak adalah zat warna reaktif. Zat warna reaktif terikat pada serat dengan ikatan kovalen yang sifatnya lebih kuat daripada ikatan lainnya sehingga sukar dilunturkan. Lingkungan zat warna azo sangat luas, dari warna kuning, merah, jingga, biru AL (Navy Blue), violet dan hitam. Jenis yang paling banyak digunakan saat ini adalah zat warna reaktif dan

zat warna dispersi. Hal ini disebabkan produksi bahan tekstil dewasa ini adalah serat sintetik seperti serat poliamida, poliester dan poliakrilat. Bahan tekstil sintetik ini, terutama serat poliester, kebanyakan hanya dapat dicelup dengan zat warna dispersi (Renita Manurung, 2004).

F. *Congo Red* sebagai zat warna azo

Congo Red merupakan bahan kimia yang memiliki potensi bahaya terhadap kesehatan tubuh manusia, diantaranya bila tertelan dapat mengakibatkan rasa mual pada lambung, muntah dan diare. Bahan ini juga bila terkena mata dan teradsorpsi pada kulit dapat menyebabkan iritasi, dapat mengakibatkan kerusakan sistem pernapasan, menyebabkan kanker serta menyebabkan gangguan reproduksi dan janin. *Congo red* yang terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan fungsi hati, ginjal dan syaraf (Wardhana, 2004).

Congo Red (CR) yang memiliki rumus molekul $C_{32}H_{22}N_6O_6S_2Na_2$ juga dikenal dengan nama natrium difenil-bis-alfa-naftilamin sulfonat. Rumus struktur *congo red* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6. Struktur *congo red*



Gambar 5. Wujud
congo red

Congo Red berbentuk bubuk berwarna merah kecoklatan, di dalam air akan berwarna

merah kekuningan, sedangkan jika dilarutkan dalam etanol berwarna orange. Kelarutannya dalam air adalah sebesar 25 g/L, dan pH sekitar 6,7 pada temperatur 20°C. Pada konsentrasi rendah, spektrum adsorpsi UV-Vis menunjukkan intensitas puncak sekitar 498 nm dalam larutan. Selain dapat larut dalam air *Congo Red* juga dapat larut dalam alkohol dan sedikit larut dalam aseton namun tidak larut dalam eter. *Congo Red* selain sering digunakan sebagai zat warna atau pencelup juga biasa digunakan sebagai indikator, zat warna biologis dan bahkan untuk keperluan diagnostik (Lachheb, 2002).

D. Metode *Batch*

Salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan zat pencemar dari air limbah adalah adsorpsi (Diantariani NP, 2008). Terdapat dua metode adsorpsi, yaitu perendaman (*batch*) dan kolom (*fixed bed*). Pada metode *batch* larutan contoh dicampur dan dikocok dengan bahan penyerap sampai tercapai kesetimbangan. Serapan fase padat ini mencapai kesetimbangan saat adsorben telah jenuh oleh adsorbat. Zat yang tidak teradsorpsi selanjutnya dipisahkan dari campuran dengan penyaringan. Setelah kesetimbangan tercapai, dilakukan pengukuran konsentrasi zat sisa pada filtrat untuk penetapan kondisi kesetimbangan.

Metode *fixed bed* merupakan metode adsorpsi dengan menempatkan adsorben dalam kolom dan adsorbat dialirkan ke dalam kolom tersebut. Larutan yang keluar dari kolom merupakan sisa larutan yang tidak teradsorpsi yang disebut efluen. Adsorbat dialirkan ke kolom hingga padatan adsorben tersebut mendekati jenuh dan pemisahan yang diinginkan tidak dapat diperoleh lagi.

Aliran tersebut kemudian dialirkan ke kolom berikutnya hingga adsorpsi jenuh dapat digantikan atau diregenerasi (Agustiningtyas Z., 2012).

E. Teori Asam Basa Keras dan Lunak (HSAB)

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. Kekuatan interaksi juga dipengaruhi oleh sifat keras-lunaknya dari adsorbat maupun adsorben.

Asam dan basa keras lunak merupakan teori yang digunakan untuk mengelompokkan substansi kimia dan bagaimana interaksinya satu dengan lain. Pengertian asam basa menurut teori lewis; basa merupakan donor elektron dan asam merupakan aseptor elektron. Inti dari teori ini adalah asam keras berinteraksi kuat dengan basa keras sedangkan asam lunak berikatan kuat dengan basa lunak. Asam keras dicirikan dengan keelektronegatifan yang rendah, ukuran yang kecil dan muatan yang tinggi. Sedangkan asam lunak mempunyai keelektronegatifan yang sedang sampai tinggi, ukuran yang besar dan karenanya sering terpolarisasi. Basa keras dikarakterisasi dengan ukuran yang kecil dan keelektronegatifan yang sangat tinggi. Basa lunak mempunyai keelektronegatifan sedang dan ukuran yang besar sehingga mudah terpolarisasi (Bigelius J., 2013).

Muatan yang tinggi dan polarisasi yang rendah menghasilkan konfigurasi elektron dimana elektron akan berada dekat dengan nukleus sehingga sulit untuk

dipakai bersama. Interaksi keras-keras dipresentasikan sebagai ikatan ion sementara interaksi lunak-lunak disebut dengan ikatan kovalen (Bigelius J., 2013). Pengelompokan substansi kimia menurut teori asam dan basa keras lunak dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Beberapa Ion dan Senyawa Asam Menurut Prinsip HSAB (Pearson, 1968)

Keras	Lunak
H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+	Cu^+ , Ag^+ , Au^+ , Tl^+ , Hg^+
Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Mn^{2+}	Pd^{2+} , Cd^{2+} , Pt^{2+} , Hg^{2+} , CH_3Hg^+ , $Co(CN)_5^{2-}$, Pt^{4+} , Te^{4+}
Al^{3+} , Sc^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , La^{3+}	Tl^{3+} , $Tl(CH_3)_3$, BH_3 , $Ga(CH_3)_3$
N^{3+} , Cl^{3+} , Gd^{3+} , Lu^{3+}	$GaCl_3$, GaI_3 , $InCl_3$
Cr^{3+} , Co^{3+} , Fe^{3+} , As^{3+} , CH_3Sn^{3+}	RS^+ , RSe^+ , RTe^+
Si^{4+} , Ti^{4+} , Zr^{4+} , Th^{4+} , U^{4+} , Pu^{4+} , Ce^{3+} , Hf^{4+} , WO^{4+} , Sn^{4+}	I^+ , Br^+ , HO^+ , RO^+
UO_2^{2+} , $(CH_3)_2Sn^{2+}$, VO^{2+} , MoO^{3+}	I_2 , Br_2 , ICN
$BeMe_2$, BF_3 , $B(OR)_3$	Trinitrobenzen
$Al(CH_3)_3$, $AlCl_3$, AlH_3	Kloranil, quinines
RPO_2^+ , $ROPO_2^+$	Tetrasianoetilen
RSO_2^+ , $ROSO_2^+$, SO_3	O, Cl, Br, I, N, RO, RO_2
I^{7+} , I^{5+} , Cl^{7+} , Cr^{6+}	CH_2 , karbena
RCO^+ , CO_2 , NC^+	
HX (molekul dengan ikatan hidrogen)	
<i>Borderline</i>	
Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Sb^{3+} , Bi^{3+} , Rh^{3+} , Ir^{3+} , $B(CH_3)_3$, SO_2 , NO^+ , Ru^{2+} , Os^{2+} , R_3C^+ , $C_6H_5^+$, GaH_3	

Tabel 6. Beberapa Ion dan Senyawa Basa Menurut Prinsip HSAB (Pearson, 1968)

Keras	Lunak
H ₂ O, OH ⁻ , F ⁻	R ₂ S, RSH, RS ⁻
CH ₃ CO ₂ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻	I ⁻ , SCN ⁻ , S ₂ O ₃ ²⁻
Cl ⁻ , CO ₃ ²⁻ , ClO ₄ ⁻ , NO ₃ ⁻	R ₃ P, R ₃ As, (RO) ₃ P
ROH, RO ⁻ , R ₂ O	CN ⁻ , RNC, CO
NH ₃ , RNH ₂ , N ₂ H ₄	C ₂ H ₄ , C ₆ H ₆
	H ⁺ , R ⁺
<i>Borderline</i>	
C ₆ H ₅ NH ₂ , C ₅ H ₅ N, N ³⁻ , Br ⁻ , NO ₂ ⁻ , SO ₃ ²⁻ , N ₂	

F. Spektrofotometri UV-Vis

Umumnya spektroskopi dengan sinar ultraviolet (UV) dan sinar tampak (Vis) dibahas bersama karena sering kedua pengukuran dilakukan pada waktu yang sama. Karena spektroskopi UV-Vis berkaitan dengan proses berenergi tinggi yakni transisi elektron dalam molekul, informasi yang didapat cenderung untuk molekul keseluruhan bukan bagian-bagian molekulnya. Metoda ini sangat sensitif dan dengan demikian sangat cocok untuk tujuan analisis. Lebih lanjut, spektroskopi UV-Vis sangat kuantitatif dan jumlah sinar yang diserap oleh sampel diberikan oleh ungkapan hukum Lambert-Beer. Menurut hukum ini, absorbansi larutan sampel sebanding dengan panjang lintasan cahaya (d) dan konsentrasi larutannya (c).

Hukum Lambert-Beer, yang merupakan kombinasi hukum Lambert dan hukum Beer. Hukum Lambert menyatakan bahwa sebagai radiasi dari frekuensi yang diberikan melewati media (yang mengandung molekul sampel), intensitasnya berkurang secara eksponensial dalam bentuk:

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad \text{atau} \quad \ln \frac{I_0}{I} = \alpha x \quad (3)$$

Dimana I_0 adalah intensitas berkas cahaya mula-mula sedangkan I adalah intensitas berkas cahaya setelah melewati sampel x , dan α adalah kostanta yang di ketahui sebagai koefisien absorpsi. Jika kita menggunakan logaritma umum (basis 10), persamaan diubah menjadi:

$$I = I_0 \times 10^{-kx} \quad \text{atau} \quad \log \frac{I_0}{I} = kx \quad (4)$$

Dimana $K = \alpha/2.303$ adalah kostanta extinction. Hukum Beer menyatakan bahwa absorpsi sebanding dengan konsentrasi zat, yaitu, $K = \epsilon c$. Dimana ϵ adalah absorpsivitas molar, c = konsentrasi sampel (molar) dan b = panjang sel (cm). Sehingga di peroleh kombinasi dari kedua hukum tersebut adalah:

$$\log \frac{I_0}{I} = \epsilon cx \quad \text{atau} \quad \log \frac{I_0}{I} = \epsilon cb \quad (5)$$

Yang mana dikenal sebagai Hukum Lambert-Beer. Selanjutnya Hukum ini merumuskan hubungan antara absorbansi, konsentrasi dan panjang sel. Absorbansi suatu senyawa pada suatu panjang gelombang tertentu bertambah dengan banyaknya molekul yang mengalami transisi. Oleh karena itu absorbansbergantung pada struktur elektronik senyawanya, konsentrasi sampel, dan panjang sel (Levine, 2009).

Secara eksperimen hukum Lambert-beer akan terpenuhi apabila peralatan yang digunakan memenuhi kriteria-kriteria berikut:

1. Sinar yang masuk atau sinar yang mengenai sel sampel berupa sinar dengan dengan panjang gelombang tunggal (monokromatis).
2. Penyerapan sinar oleh suatu molekul yang ada di dalam larutan tidak dipengaruhi oleh molekul yang lain yang ada bersama dalam satu larutan.

3. Penyerapan terjadi di dalam volume larutan yang luas penampang (tebal kuvet) yang sama.
4. Penyerapan tidak menghasilkan pemancaran sinar pendafluor. Artinya larutan yang diukur harus benar-benar jernih agar tidak terjadi hamburan cahaya oleh partikel-partikel koloid atau suspensi yang ada di dalam larutan.
5. Konsentrasi analit rendah. Karena apabila konsentrasi tinggi akan mengganggu kelinieran grafik absorbansi versus konsentrasi

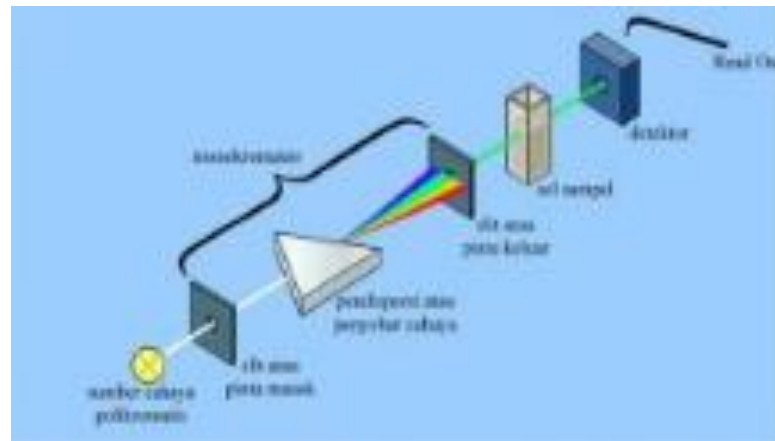
Pada spektrofotometer sinar tampak, sumber cahaya biasanya menggunakan lampu tungsten yang sering disebut lampu wolfram. Wolfram merupakan salah satu unsur kimia, dalam tabel periodik unsur wolfram termasuk golongan unsur transisi tepatnya golongan VIB atau golongan 6 dengan simbol W dan nomor atom 74. Wolfram digunakan sebagai lampu pada spektrofotometri tidak terlepas dari sifatnya yang memiliki titik didih yang sangat tinggi yakni 5930°C . Interaksi antara materi dengan cahaya disini adalah terjadi penyerapan cahaya, baik cahaya UV-Vis maupun IR oleh materi sehingga spektrofotometri disebut juga sebagai spektroskopi absorpsi. Dari 4 jenis spektrofotometri ini (UV-Vis dan IR) memiliki prinsip kerja yang sama yaitu adanya interaksi antara materi dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Perbedaananya terletak pada panjang gelombang yang digunakan.

Tabel 7. Data warna berdasarkan panjang gelombang

Panjang gelombang (nm)	Warna warna yang diserap	Warna komplementer (warna yang terlihat)
400 – 435	Ungu	Hijau kekuningan
435 – 480	Biru	Kuning
480 – 490	Biru kehijauan	Jingga
490 – 500	Hijau kebiruan	Merah
500 – 560	Hijau	Ungu kemerahan
560 – 580	Hijau kekuningan	Ungu
580 – 595	Kuning	Biru
595 – 610	Jingga	Biru kehijauan
610 – 800	Merah	Hijau kebiruan

Spektrum ultraviolet dan sinar tampak biasanya diperoleh dengan melewatkan cahaya pada panjang gelombang tertentu (200-750 nm) melalui larutan encer senyawa tersebut dalam pelarut yang tidak menyerap, misalnya air, etanol, maupun heksana. Dalam spektroskopi UV dan sinar tampak absorpsi energi direkam sebagai absorbansi.

Secara sederhana Instrumen spektrofotometri yang disebut spektrofotometer terdiri dari : Sumber cahaya – monokromator – sel sampel – detektor– read out (pembaca)



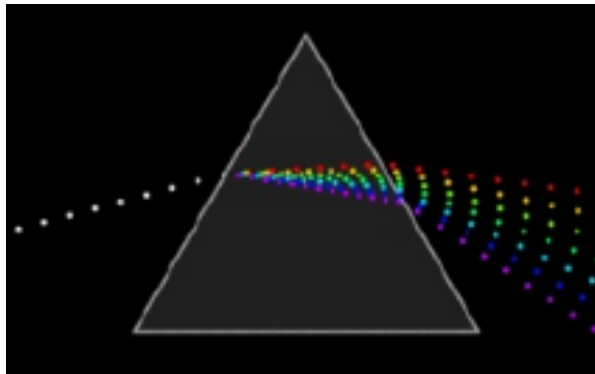
Gambar 7. Skema Instrumen Spektrofotometer UV-Vis

Fungsi masing-masing bagian:

1. Sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang. Untuk spektrofotometer :
 - UV menggunakan lampu deuterium atau disebut juga heavy hidrogen
 - Vis menggunakan lampu tungsten yang sering disebut lampu wolfram
 - UV-Vis menggunakan *photodiode* yang telah dilengkapi monokromator.
 - Infra merah, lampu pada panjang gelombang IR.
2. Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Jenis monokromator yang saat ini banyak digunakan adalah grating atau lensa prisma dan filter optik.

Jika digunakan grating maka cahaya akan dirubah menjadi spektrum cahaya. Sedangkan filter optik berupa lensa berwarna sehingga cahaya

yang diteruskan sesuai dengan warna lensa yang dikenai cahaya. Ada banyak lensa warna dalam satu alat yang digunakan sesuai dengan jenis pemeriksaan.



Gambar 8. Pendispersi Cahaya

3. Sel sampel berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel

UV, Vis dan UV-Vis menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas, namun kuvet dari kuarsa yang terbuat dari silika memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini disebabkan yang terbuat dari kaca dan plastik dapat menyerap UV sehingga penggunaannya hanya pada spektrofotometer sinar tampak (Vis). Kuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm.

4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Syarat-syarat sebuah detektor :

- Kepekaan yang tinggi
- Perbandingan isyarat atau signal dengan bising tinggi
- Respon konstan pada berbagai panjang gelombang.
- Waktu respon cepat dan signal minimum tanpa radiasi.

- Signal listrik yang dihasilkan harus sebanding dengan tenaga radiasi.
5. Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanah napa yang berasal dari Lintau Kabupaten Tanah Datar banyak berupa silika dan alumina sehingga berpotensi dijadikan sebagai adsorben alternatif yang sangat potensial.
2. Tanah napa *fresh* mempunyai kapasitas serapan sebesar 20. 475 mg/g sedangkan tanah napa yang telah dimurnikan mempunyai kapasitas serapan yang lebih rendah, yaitu 16.2 mg/g.
3. Penelitian ini memenuhi isotherm adsorpsi Freundlich dan diasumsikan bahwa proses adsorpsi berlangsung secara tidak homogen.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, masyarakat Sumatera Barat diharapkan mulai melirik potensi mineral alami yang dimiliki oleh tanah napa yang mempunyai kemampuan sebagai bahan penyerap (adsorben) untuk mengurangi pencemaran zat warna celupan tekstil seperti *congo red* di perairan.

KEPUSTAKAAN

- Acemioglu, B. (2004). Adsorption of Congo red from aqueous solution onto calcium-rich fly ash . *J. Coll. Int. Sci.*, 274, 371-579.
- Adamson, A. (1989). *Physical Chemistry of Surface*. New York: Wiley Interscience.
- Agustiningtyas Z. (2012). Optimisasi Adsorpsi Ion Pb(II) Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Ditizon. *Skripsi*, Bogor: IPB.
- Alias MY, N. N. (2009). Removal of Cr (IV) and As (V) from aqueous solution by HDTMA-modified zeolite Y . *J Hazard Mater* 162 , 1019-1024.
- Allen, S. a. (2005). Decolourisation of water/Wastewater Using Adsorption. *Journal of The University of Chemical Technology and Metallurgy*, 175-192.
- Anonim. *Adsorpsi Limbah Zat Warna Tekstil Jenis Procion Red MX 8B oleh Kitosan dan Kitosan Sulfat Hasil Deasetilasi Kitin*. (u.d.). Hämtat från www.thesis-ilmiah.com. den 25 September 2009
- Atkins, P. (1997). *Kimia Fisika Jilid I Edisi Ke Empat*. Jakarta: Erlangga.
- Balai Besar Tekstil. (2005). *Penggunaan Larutan Sisa Pencelupan*. Bandung: Balai Besar Tekstil.
- Bigelius J. (2013). Study of Stationary Phases for Chromatographic Separation of Lanthanides. *Disertasi*, Sweden: Department of Chemical Engineering, Lund University.
- Bulut, E. O. (2008). Equilibrium and kinetic data and process design for adsorption of Congo Red onto bentonite . *J. Haz. Mat.*, 154 (1-3), 613–622.
- Diantariani NP, S. I. (2008). Proses biosorpsi dan desorpsi ion Cr(VI) pada bioserben rumput laut *Euclima spinosum*. *J Kimia* 2(1), 45-52.
- Fessenden, R. J. (1985). *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Gupta, V. K. (2007). Adsorption studies on the removal of Vertigo Blue 49 and Orange DNA 13 from aqueous solutions using carbon slurry developed rom a waste material . *J. Colloid Interface Sci.*, 315 (1), 87-93.