

**ADSORPSI ZAT WARNA *METHYLENE BLUE* OLEH TANAH NAPA
DENGAN SISTEM KONTINU**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu
persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains*



AYU MULYA DEWI

NIM 2012/1201544

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2016

PERSETUJUAN SKRIPSI

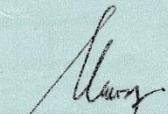
ADSORPSI ZAT WARNA *METHYLENE BLUE* OLEH TANAH NAPA
DENGAN SISTEM KONTINYU

Nama : Ayu Mulya Dewi
NIM : 1201544
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2016

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Dr. Mawardi, M.Si
Nip. 19611123 198903 1 002

Dosen Pembimbing II



Hary Sanjaya, S.Si, M.Si
Nip. 19830428 200912 1 007

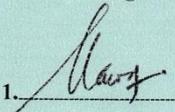
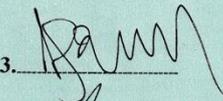
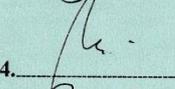
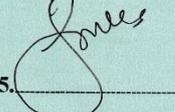
PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

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

Judul : Adsorpsi Zat Warna *Methylene Blue* Oleh Tanah Napa dengan Sistem Kontinyu
Nama : Ayu Mulya Dewi
TM / NIM : 2012/1201544
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2016

Tim Penguji

No.	Jabatan	Nama	Tanda tangan
1.	Ketua	: Dr. Mawardi, M.Si	1. 
2.	Sekretaris	: Hary Sanjaya, S.Si, M.Si	2. 
3.	Anggota	: Drs. Zul Afkar, MS	3. 
4.	Anggota	: Dr. Minda Azhar, M.S	4. 
5.	Anggota	: Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si	5. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayu Mulya Dewi
TM/NIM : 2012/1201544
Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi / 30 Desember 1993
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : MIPA
Alamat : Jl. Situpo Raya No. 20 R1, Bukittinggi
No. Hp/Telepone : 085278180525
Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna *Methylene Blue* oleh Tanah Napa dengan sistem Kontinu

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil 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 daftar pustaka.
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 dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Februari 2014
Yang membuat pernyataan.



Ayu Mulya Dewi
NIM : 1201544

ABSTRAK

Ayu Mulya Dewi. 2016. “Adsorpsi Zat Warna *Methylene blue* oleh Tanah Napa dengan Sistem Kontinu” *Skripsi*. Padang: Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Tanah napa berpotensi sebagai adsorben zat warna *methylene blue* karena kandungan aluminasilika yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kapasitas adsorpsi zat warna *methylene blue* oleh tanah napa. Metode yang digunakan yaitu adsorpsi dengan metode kontinu. Parameter penelitian ini adalah konsentrasi awal larutan (10,40,80,120,160 dan 200 ppm), pH awal larutan (1,2,3,4,5 dan 6), ukuran partikel (75, 150, dan 250 μm) dan laju alir (20,30,40,50, dan 60 tetes/menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan optimum terjadi pada konsentrasi 120 ppm, untuk pengaruh pH diperoleh kondisi optimum pada pH 5, ukuran partikel optimum kapasitas serapannya pada ukuran 75 μm dan pada laju alir diperoleh penyerapan optimum pada laju alir 30 tetes/menit. Pada kondisi optimum tanah napa yang dimurnikan lebih kecil kapasitas serapannya dibandingkan tanah napa *fresh*, untuk tanah napa yang dimurnikan diperoleh kapasitas serapan sebesar 1,4726 mg/g, sedangkan untuk tanah napa *fresh* diperoleh kapasitas serapan sebesar 1,560 mg/g.

Kata kunci: Zat Warna, Methylene blue, Tanah Napa, Adsorpsi, Metode Kontinu

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis. Shalawat dan salam tidak lupa kita kirimkan untuk nabi besar Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita jalani, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Adsorpsi Zat Warna *Methylene blue* oleh Tanah Napa dengan Sistem Kontinu**”.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka untuk memperoleh Sarjana S-1 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 dan Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Hary Sanjaya, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr.rer.nat Jon Efendi, M.Si, Ibu Dr. Minda Azhar, M.Si, dan Bapak Drs. Zul Afkar, M.Si sebagai dosen pembahas.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Prodi Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.

5. Kedua Orang Tua penulis tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam melakukan setiap aktivitas penelitian.
6. Teman-teman kimia tahun 2012 yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian.

Untuk kesempurnaan skripsi dan penelitian yang telah penulis lakukan, 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, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. <i>Methylene blue</i>	6
B. Tanah Napa	7
C. Mineral Alumina Silika.....	9
D. Teori Adsorpsi	11
E. Spektrofotometri UV-Vis.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
B. Variabel Penelitian.....	20
C. Alat dan Bahan.....	20
D. Preparasi Tanah Napa	21
E. Analisis Kandungan <i>Methylene blue</i>	21
F. Perlakuan Penelitian Dengan Sistem <i>Kontinu</i>	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan Terhadap Daya Serap Tanah Napa	24
B. Pengaruh pH Awal Larutan terhadap Daya Serap Tanah Napa.....	26
C. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Tanah Napa	28

D. Pengaruh Laju Alir Terhadap Daya Serap Tanah Napa.....	29
E. Penyerapan <i>Methylene blue</i> oleh Tanah Napa Fresh dan Tanah Napa dimurnikan pada Kondisi Optimum	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
A. Kesimpulan	32
B. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisis Kandungan Tanah Napa dengan XRF	8
2. Data warna berdasarkan panjang gelombang.....	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rumus Molekul <i>Methylene blue</i>	6
2. Spektra FT-IR Tanah Napa Kec. 50 Kota (Sundari R, 2014)	9
3. Struktur Kimia Substitusi Si oleh Al (Martin Martis, 2011)	11
4. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Oscik,1982)	14
5. Skema Instrumen Spektrofotometer UV-Vis	17
6. Pendispersi Cahaya	18
7. Pengaruh konsentrasi terhadap serapan <i>methylene blue</i> oleh tanah napa	24
8. Kurva Langmuir	26
9. Pengaruh pH Larutan Terhadap Serapan <i>methylene blue</i> oleh Tanah.	27
10. Pengaruh ukuran partikel terhadap serapan <i>methylene blue</i> oleh tanah.....	28
11. Pengaruh laju alir terhadap serapan <i>methylene blue</i> oleh tanah napa	29
12. Perbandingan penyerapan tanah napa dengan tanpa perlakuan, tanah napa dengan pemurnian,	30

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri tidak hanya memberikan dampak positif tetapi juga diiringi dampak negatif seperti limbah yang dihasilkan. Limbah tersebut dapat merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan jika dibuang langsung ke lingkungan, baik itu tergolong organik maupun anorganik. Salah satu senyawa organik yang berbahaya dalam limbah adalah zat warna.

Industri tekstil menggunakan sumber daya air dan zat warna dengan jumlah yang sangat banyak untuk proses produksinya, sehingga limbah utama yang dihasilkan merupakan limbah zat warna. Zat warna yang sering digunakan adalah zat warna sintesis, karena pemakaiannya yang lebih mudah dan tahan lama. Zat warna ini umumnya tergolong senyawa aromatik yang beracun dan menimbulkan masalah bagi lingkungan karena sifat yang *non-biodegradable*. Selain itu, kelarutannya yang tinggi serta struktur molekul aromatik yang kompleks menyebabkan penghilangan zat warna di perairan menjadi sulit. Salah satu zat warna yang umum digunakan dalam industri tekstil adalah *Methylene blue*.

Methylene blue merupakan pewarna yang banyak digunakan dalam industri tekstil, karena kelarutannya yang sangat baik dalam air dan merupakan warna dasar. Dalam proses pewarnaan hanya 5% *methylene blue* yang terikat, sisanya yang 95% akan terbuang sebagai limbah zat warna. Limbah *methylene*

blue dalam limbah cair industri tekstil sesuai dengan keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No 51 Tahun 1995 adalah 10 mgL^{-1} .

Penghilangan zat warna dan senyawa organik yang ada dalam pengolahan limbah cair industri tekstil dapat dilakukan secara kimia, fisika, biologi ataupun gabungan dari ketiganya (Lara Abraiman dan Houssam El-Rassy, 2000). Secara fisika pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan cara adsorpsi, filtrasi dan sedimentasi. Adsorpsi dilakukan dengan penambahan adsorben seperti karbon aktif, zeolit alam, dan tanah liat. (Aksu, 2004).

Beberapa metoda telah dilaporkan dalam usaha mengurangi pencemaran air oleh *Methylene blue*. Metoda fotodegradasi dengan katalis TiO_2 dan ZnO telah dilaporkan dapat mengurangi kadar *Methylene blue* sebesar 92,84% (Rusmidah Ali dan Ooi Boon Siew, 2006). Selain itu metoda adsorpsi secara kontinu menggunakan karbon aktif juga telah dilaporkan dalam proses adsorpsi *Methylene blue* dari air limbah hasil yang diperoleh pada sistem ini cukup baik (Sachin M. Kanawade dan R.W. Gaikwa, 2011). Selain adsorpsi kontinu, *Methylene blue* juga diadsorpsi dengan *batch system* menggunakan karbon aktif dari batang *lantana camara* sebagai adsorben. Dalam *batch sistem* ini karbon aktif menyerap *methylene blue* sebesar 85% (Omotayo Sarafadeen Amuda, dkk, 2014). Penyerapan *Methylene blue* juga dapat digunakan dengan zeolit alam yang berasal dari Brazil dimana daya serap mencapai 80-94% (Denise A. Fungaro, 2010). Kemampuan Tanah Napa sebagai adsorben telah dilaporkan pada ion ammonium dengan presentasi penyerapan mencapai 86% (Rahayu, 2014).

Dalam penelitian ini *Methylene blue* diserap menggunakan adsorben Tanah Napa dengan sistem kontinu. Pada sistem kontinu adsorben langsung dikontakan dengan larutan segar, sehingga adsorben dapat menyerap optimal sampai mencapai titik jenuhnya (Aksu,2003). Tanah Napa merupakan sebutan masyarakat Sumatera Barat merujuk kepada sejenis material alam yang biasa digunakan sebagai obat sakit perut dan diare. 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. (Mawardi, et al 2015) Berdasarkan komposisi yang terkandung dalam Tanah Napa, tanah ini memiliki kandungan silika alumina yang tinggi, sehingga berpotensi sebagai adsorben. Oleh karena itu pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adsorpsi zat warna *methylene blue* menggunakan adsorben Tanah Napa sehingga nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penyediaan adsorben untuk menanggulangi zat pewarna sintetik baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala industri.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka masalah dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. *Methylene blue* merupakan zat warna yang umum digunakan dalam industri tekstil. Limbah industri yang mengandung *methylene blue* umumnya dibuang langsung ke perairan dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Ambang batas yang aman bagi *methylene blue* di perairan adalah 10 mg/L. Oleh sebab itu diperlukan metode yang dapat menanggulangi pencemaran *methylene blue*.

2. Tanah napa merupakan tanah yang mengandung alumina silika yang tinggi. Daya adsorpsi tanah napa telah diuji pada beberapa logam. Oleh karena itu potensi tanah napa sebagai adsorben akan diuji pada penyerapan *methylene blue*.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Pemakaian adsorben yaitu tanah napa, serta penentuan pengaruh kapasitas serap, konsentrasi awal larutan, pH awal larutan, ukuran partikel adsorben, dan laju alir.
2. Penentuan kapasitas serapan maksimum dari tanah napa terhadap *methylene blue*.

D. Rumusan Masalah

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

1. Berapa kondisi optimum parameter konsentrasi awal larutan, pH awal larutan, ukuran partikel, laju alir yang mempengaruhi proses adsorpsi dalam adsorpsi larutan *methylene blue* menggunakan Tanah Napa?
2. Berapa kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap zat warna *methylene blue*?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan kondisi optimum parameter konsentrasi awal larutan, pH awal larutan, ukuran partikel, laju alir yang mempengaruhi proses adsorpsi dalam adsorpsi larutan *methylene blue* menggunakan Tanah Napa.
2. Menentukan kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap zat warna *methylene blue*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

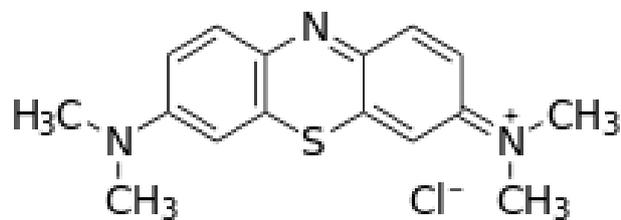
1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang kapasitas serapan maksimum Tanah Napa terhadap zat warna *methylene blue* yang merupakan pewarna sintetik yang bersifat karsinogenik.
2. Dapat dijadikan sebagai sumber ide dan referensi untuk penelitian selanjutnya.
3. Dapat memberikan wawasan kepada pembaca.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. *Methylene blue*

Methylene blue yang memiliki rumus kimia $C_{16}H_{18}ClN_3S$, adalah senyawa aromatik yang beracun dan merupakan zat warna kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Pada umumnya *methylene blue* digunakan sebagai pewarna sutra, wool, tekstil, kertas, peralatan kantor dan kosmetik. Senyawa ini berupa kristal berwarna hijau gelap. Ketika dilarutkan, *methylene blue* dalam air atau alkohol akan menghasilkan larutan berwarna biru. *Methylene blue* memiliki massa molekul relatif 319,86, dengan titik lebur pada $105^{\circ}C$ dan daya larut dalam air sebesar $4,36 \times 10^4$ mg/L (Endang Palupi, 2006).

Penggunaan *methylene blue* dapat menimbulkan beberapa efek, seperti sianosis jika terhirup, dan iritasi pada kulit jika tersentuh dan jika *methylene blue* masuk keperairan dan dikonsumsi dapat menyebabkan iritasi saluran pencernaan. (Hamdaoui and Chiha, 2006). Ambang batas maksimum *methylene blue* dalam limbah cair industri tekstil adalah berdasarkan sesuai dengan keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No 51 Tahun 1995 adalah 10 mg L^{-1} .



Gambar 1. Rumus Molekul *Methylene blue*

Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna. Zat organik tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatik antara lain senyawa hidrokarbon aromatik dan turunannya, fenol dan turunannya serta senyawa-senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen (Renita Manurung, Rosdanelli Hasibuan, dan Irvan, 2004).

Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna.. Kromofor zat warna reaktif biasanya merupakan sistem azo dan antrakuinon dengan berat molekul relatif kecil. Daya serap terhadap serat tidak besar. Sehingga zat warna yang tidak bereaksi dengan serat mudah dihilangkan. Gugus-gugus penghubung dapat mempengaruhi daya serap dan ketahanan zat warna terhadap asam atau basa. Gugus-gugus reaktif merupakan bagian-bagian dari zat warna yang mudah lepas. Dengan lepasnya gugus reaktif ini, zat warna menjadi mudah bereaksi dengan serat kain. Pada umumnya agar reaksi dapat berjalan dengan baik maka diperlukan penambahan alkali atau asam sehingga mencapai pH tertentu (Renita Manurung, Rosdanelli Hasibuan, dan Irvan, 2004).

B. 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 napa yang berasal dari Sumatera Barat umumnya adalah kelompok mineral alumina silikat dengan perbandingan $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ berkisar antara 1.25-3.43, terutama berupa mineral kaolin. Data hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa tanah napa mempunyai komponen utama berupa SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Fe_2O_3

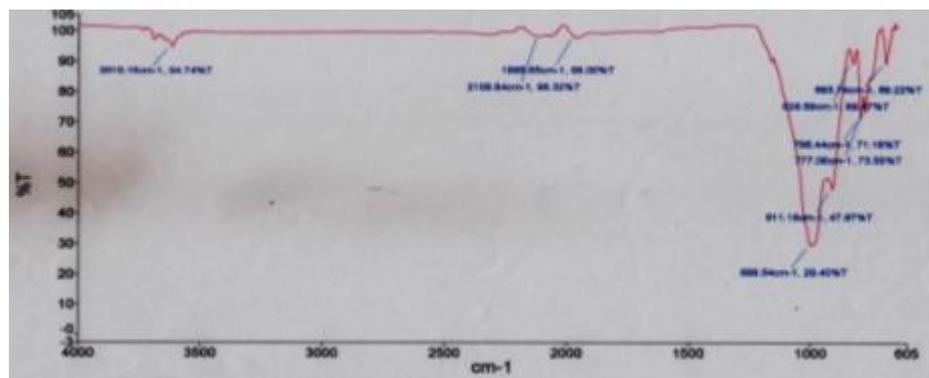
dan CaO, juga terlihat bahwa mineral tanah napa mengandung komponen penukar kation yaitu K dan Ca (Mawardi, et al 2015).

Komposisi kimia Tanah Napa yang berasal dari Kec. X Koto Kabupaten Solok mempunyai kandungan rata-rata SiO₂; Al₂O₃; Fe₂O₃; TiO₂; CaO; K₂O dan Na₂O masing-masing 70,43% ; 20,52% ; 3,67% ; 0,40% ; 2,70%;1.26% dan trace. Sebagai pembanding, komposisi kimia natural zeoli clinoptilolite yang diproduksi oleh industri Gravis Mining Co kandungan SiO₂; Al₂O₃; Fe₂O₃; TiO₂; CaO; K₂O dan Na₂O masing-masing 65-72%; 10-12%; 0,8-1,9%;-; 2,5-3,7%; 2.3%-3.5% dan trace. Untuk kandungan produk komersial kaolin dari Selandia Baru masing-masing adalah 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. Situjuh 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, et al 2015) juga diperoleh komposisi beberapa Tanah Napa sesuai lokasinya di Sumatera Barat dari analisis XRF sebagai berikut :

Tabel 1. Analisis Kandungan Tanah Napa dengan XRF

Lokasi Tanah Napa	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
Kec. Situjuh Kab. 50 kota	68.70	21.24	2.168	0.743	Trace	6.358	Trace	3.23
Kec. Sarilamak Kab. 50 kota	66.21	19.42	2.982	0.913	Trace	9.832	Trace	3.40
Kec. Lintau Kab. Tanah Datar	64.42	24.99	5.976	0.654	2.331	0.892	Trace	2.58
Kec. Batang Kapeh	51.70	41.52	2.129	3.201	0.426	0.156	Trace	1.24

Rini Sundari (2014) telah melakukan penelitian tentang karakteristik tanah napa Kab. 50 Kota dengan data spektra FT-IR yang dapat dilihat pada Gambar 2. Dari data tersebut diperoleh gugus-gugus fungsi yang ada pada tanah napa. Pada daerah puncak serapan 3619.16 cm^{-1} terjadi vibrasi ulur gugus $-\text{OH}$ 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-asimetris dari O-Si-O atau O-Al-O.



Gambar 2. Spektra FT-IR Tanah Napa Kec. 50 Kota (Sundari R, 2014)

C. Mineral Alumina Silika

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+} . Ion 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, Matthew And Brian O'cornor, 1987).

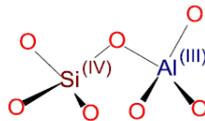
Mineral yang mengandung ion silikat $[SiO_4]^{4-}$ disebut dengan mineral silikat yang merupakan mineral yang dominan pada kerak bumi. Zeolit merupakan aluminosilikat dengan struktur kerangka yang mempunyai pori-pori berisi kation-kation berukuran besar (Ca^{2+} , Na^+ , K^+) dan molekul air. Tetrahedra $[SiO_4]^{4-}$ terdapat secara independen dalam beberapa mineral tetapi juga dapat membentuk ikatan dengan satu, dua, tiga atau keempat atom oksigennya dengan anion pada mineral lain. (Wilson, 2010).

Zeolit yang merupakan kristal mikro pori aluminosilikat hidrat yang dibangun dari jaringan tiga dimensi oleh $[SiO_4]^{4-}$ dan $[AlO_4]^{5-}$ tetrahedral yang terhubung satu sama lain dengan berbagi atom-atom oksigen. Secara umum, struktur tersebut dapat dikatakan sebagai polimer anorganik yang terbentuk dari unit-unit TO_4 , dimana T adalah ion Si^{4+} atau Al^{3+} . Setiap atom O dibagi antara dua atom T. Struktur formula zeolit berdasarkan sel unit kristalnya adalah: $M_{x/n} [(AlO_2)_x(SiO_2)_y] \cdot wH_2O$. Dimana M adalah kation alkali atau alkali tanah, n adalah valensi kation tersebut, w adalah jumlah molekul air per unit sel, x dan y adalah total jumlah tetrahedral per unit sel, dan rasio y/x biasanya 1-5, meskipun untuk zeolit silika y/x berkisar 10-100 (Georgiev D. dkk, 2009).

Zeolit banyak ditemukan dalam batuan. Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral AlO_4^{5-} dan SiO_4^{4-} yang saling berhubungan melalui atom O dan di dalam struktur, Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} . Ikatan Al-O-Si membentuk struktur kristal sedangkan logam alkali atau alkali tanah

merupakan sumber kation yang dapat dipertukarkan. Bagian bermuatan dibangun oleh ion aluminium yang kecil dan oksigen. Dalam bagian ini terjadi penggantian ion pusat silikon bervalensi empat dengan kation aluminium yang bervalensi tiga, sehingga setiap penggantian ion silikon dan ion aluminium memerlukan satu ion logam alkali atau alkali tanah yang monovalen atau setengah ion logam divalen, seperti : Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , dan lain-lain untuk menetralkan muatan listriknya (Lestari, 2010).

Kerangka zeolit silika murni bermuatan netral. Muatan negatif terjadi pada kerangka aluminosilikat yang dihasilkan dari substitusi Si (IV) oleh Al (III). Struktur dasar aluminosilikat dapat dilihat pada Gambar 3 (Martin Martis, 2011).



Gambar 3. Struktur Kimia Substitusi Si oleh Al (Martin Martis, 2011)

D. 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 menadsorpsi disebut adsorben (Kasmadi, 2002).

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 energy bebasnya (Sukarjo, 1997).

Peristiwa adsorpsi dapat terjadi pada adsorben yang pada umumnya beberapa zat padat. Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisik (*fisisorpsi*) dan adsorpsi kimia (*chemisorpsi*). Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya *van der Waals* dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisik terjadi pada temperatur rendah. (Adamson, 1990). 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, 1990). 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 fisik menjadi adsorpsi kimia (Triyatno, 2004). Bentuk lapisannya biasanya monolayer. Pada adsorpsi fisika energinya lebih rendah yaitu 5-10 kkal/mol adsorbat dibandingkan dengan adsorpsi kimia yaitu 10-100 kkal/mol adsorbat (Sukarjo, 1997).

Menurut Noll,et al.(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.

Terdapat dua metode adsorpsi, yaitu *batch* dan *fixed bed*. Pada metode *batch* larutan zat yang diserap dicampur dan dikocok dengan adsorben sampai tercapai kesetimbangan. Jerapan 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 adsorbat pada adsorben dengan terlebih dahulu mengeluskannya dengan pelarut atau mengukur zat sisa pada filtrat untuk penetapan kondisi kesetimbangan (Agustiningtyas Z., 2012).

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

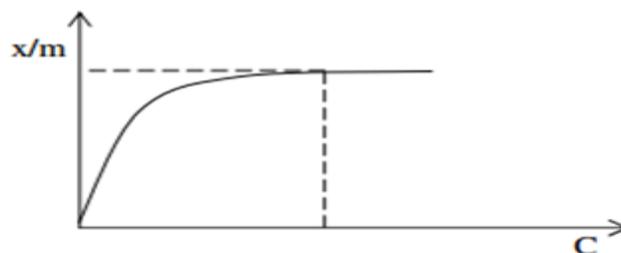
disebut efluen. Adsorbat dialirkan ke kolom hingga padatan adsorben tersebut mendekati jenuh dan pemisahan yang diinginkan tidak dapat diperoleh lagi. Aliran tersebut kemudian dialirkan ke kolom berikutnya hingga adsorpsi jenuh dapat digantikan atau diregenerasi (Agustiningtyas Z., 2012).

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 J 1994). Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekulmolekul zat yang tidak teradsorpsi. Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut.

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

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

4.



Gambar 4. 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 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*).

E. 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, absorbans larutan sampel sebanding dengan panjang lintasan cahaya (d) dan konsentrasi larutannya (c).

Yang mana dikenal sebagai Hukum Lambert-Beer. Selanjutnya Hukum ini merumuskan hubungan antara absorbans, konsentrasi dan panjang sel. Absorbans suatu senyawa pada suatu panjang gelombang tertentu bertambah dengan banyaknya molekul yang mengalami transisi. Oleh karena itu absorbans

bergantung pada struktur elektronik senyawanya, konsentrasi sampel, dan panjang sel (Levine, 2009).

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”. Perbedaannya terletak pada panjang gelombang yang digunakan.

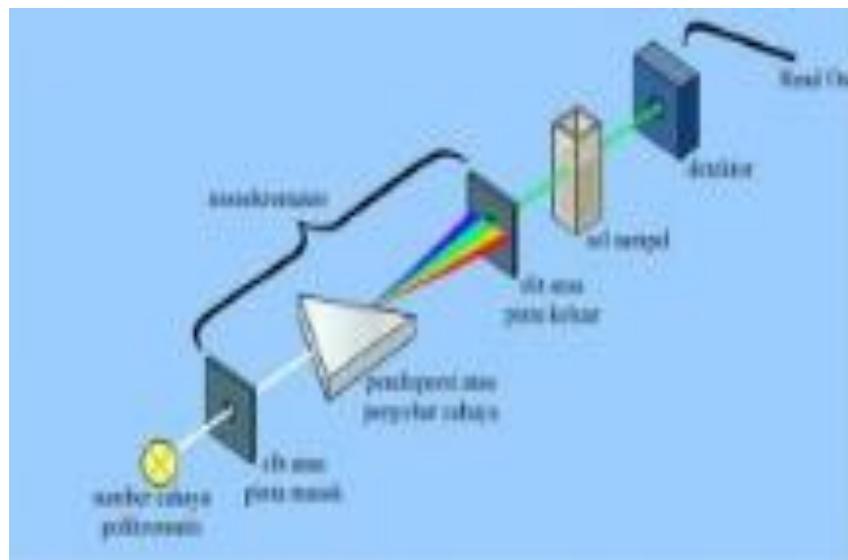
Tabel 2. Data warna berdasarkan panjang gelombang

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 absorban.

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



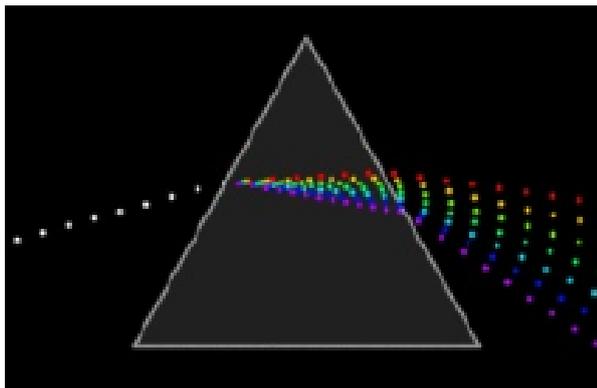
Gambar 5. Skema Instrumen Spektrofotometer UV-Vis

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.

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 6. 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). Cuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm.

4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik.
5. Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi optimum penyerapan *methylene blue* oleh tanah napa adalah pada konsentrasi 120 ppm, pH optimum pada 5, ukuran partikel tanah napa 75 μm dan laju alir 30 tetes/ menit.
2. Tanah napa tanpa perlakuan memiliki efisiensi penyerapan dan kapasitas serapan lebih besar dibandingkan tanah napa dengan perlakuan dimurnikan yaitu sebesar 1,4726 mg/g dan 1,5600 mg/g .

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan disarankan agar melakukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari gugus fungsi yang berperan dalam proses adsorpsi zat warna, khususnya *methylene blue* oleh tanah napa sehingga dapat ditentukan adsorpsi zat warna ini termasuk adsorpsi fisika atau adsorpsi kimia.