ADSORPSI ZAT WARNA *METHYLENE BLUE* OLEH TANAH NAPA DAN KARBON AKTIF SEBAGAI ADSORBEN DENGAN SISTEM KONTINU

SKRIPSI

Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains

HERLINALI MANIK
NIM 2012/1201534

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 DAN KARBON AKTIF SEBAGAI ADSORBEN DENGAN SISTEM KONTINYU

Nama	: Herlinali Manik
NIM/TM	: 1201534/2012
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 02 Agustus 2016

Disetujui Oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr.Mawardi, M.Si	Umar Kalmar Nizar, M.Si. Ph.D
NIP. 19611123 198903 1 002	NIP. 19770311 200312 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi

Program Studi Kimia Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Judul	**: Adsorpsi Zat Warna *Methylene Blue* oleh Tanah Napa dan Karbon Aktif sebagai Adsorben dengan Sistem Kontinu**
Nama	: HERLINALI MANIK
NIM	: 1201534
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Faultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 2 Agustus 2016

Tim Penguji

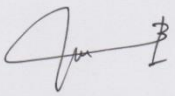
	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr.Mawardi, M.Si	1.
2. Sekretaris	: Umar Kalmar Nizar, M.Si. Ph.D	2.
3. Anggota	: Drs. Bahrizal M.Si	3.
4. Anggota	: Dr. Rahadian Z, S.Pd. M.Si	4.
5. Anggota	: Edi Nasra, S.Si. M.Si	4.

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, dengan judul Adsorpsi Zat Warna *Methylene Blue* oleh Tanah Napa dan Karbon Aktif sebagai Adsorben dengan Sistem Kontinu adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Negeri Padang maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah saya yang disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan yang berlaku.

Padang, Agustus 2016
Saya yang Menyatakan,



Herlinali Manik
NIM. 1201534

ABSTRAK

Herlinali Manik. 2016. "Adsorpsi Zat Warna *Methylene Blue* oleh Tanah Napa dan Karbon Aktif sebagai Adsorben dengan Sistem Kontinu" *Skripsi*. Padang: Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kapasitas adsorpsi zat warna *methylene blue (*MB*)* oleh karbon aktif dan tanah napa. Metoda yang digunakan adalah adsorpsi dengan menggunakan sistem kontinu. Pada penelitian ini diuji 5 variasi konsentrasi awal larutan (10,50,100,150,200 dan 250 ppm), 5 variasi pH awal larutan (1,2,3,4,5 dan 6), 3 jenis 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 200 ppm, pH 3, ukuran partikel lolos ayakan 75μm dan laju alir 30 tetes/menit. Kapisatas optimum serapan tanah napa yang dimurnikan lebih kecil dari tanah napa yang *fresh* yaitu masing-masing 1,8143 mg/g dan 1,8235 mg/g.

Kata kunci: Zat Warna, Methylene blue, Tanah Napa, Karbon Aktif, Adsorpsi

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Tuhan YME yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul **"Adsorpsi Zat Warna *Methylene blue* oleh Tanah Napa dan Karbon Aktif sebagai Adsorben dengan Sistem Kontinyu"**

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 mengucapkanterima 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 Umar Kalmar Nizar, M.Si., Ph.D selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si., Bapak Dr. Rahadian, M.Si, dan Bapak Edi Nasra, 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, April 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR ix

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 3

C. Batasan Masalah 4

D. Rumusan Penelitian 4

E. Tujuan Penelitian 5

F. Manfaat Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

A. Methylene Blue (MB) 6

B. Tanah Napa 7

C. Karbon Aktif 8

D. Teori Adsorpsi 11

E. Spektrofotometer UV-Vis 14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 20

A. Waktu dan Tempat Penelitian 20

B. Tahapan Penelitian Secara Umum 20

C. Alat dan Bahan 20

D. Preparasi Tanah Napa 21

E. Preparasi Adsorben dan Pengemasan Kolom 21

F. Analisis Kandungan *MB* 22

G. Penentua Kapasitas Serapan Maksimum Tanah Napa dan Karbon Aktif ... 22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 25

A. Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan terhadap Daya Serap Karbon Aktif dan Tanah Napa 25

B. Pengaruh pH Awal Larutan terhadap Daya Tanah Napa 27

C. Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Daya Serap Karbon Aktif dan Tanah Napa 28

D. Pengaruh Laju Alir terhadap Daya Serap Karbon Aktif dan Tanah Napa .30

E. Penyerapan *MB* olehTanah Napa Fresh dan Tanah Napa dimurnikan pada Kondisi Optimum..... 31

F. Desorpsi Zat Warna *MB* dengan kondisi optimum 33

G. Aplikasi pada Limbah……..... 34

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 36

A. Kesimpulan 36

B. Saran 36

DAFTAR PUSTAKA 37

LAMPIRAN 40

DAFTAR GAMBAR

1. Struktur *MB* 6
2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir 14
3. Skema Instrumen Spektrofotometer UV-Vis 17
4. Pendispersi Cahaya 18
5. Pengaruh Konsentrasi terhadap Serapan *MB* oleh Karbon Aktif dan Tanah Napa 25
6. Kurva Langmuir 26
7. Pengaruh pH Larutan Terhadap Serapan *MB* oleh Karbon Aktif dan Tanah Napa 27
8. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Serapan *MB* oleh Karbon Aktif dan Tanah Napa 29
9. Pengaruh Laju Alir Terhadap Serapan *MB* oleh Karbon Aktif dan Tanah Napa 30
10. Perbandingan penyerapan Karbon Aktif dan Tanah Napa dengan dan tanpa perlakuan dengan Karbon Aktif dan Tanah Napa dengan Pemurnian 32
11. Hasil desorpsi *MB* dari Karbon Aktif dan Tanah Napa menggunakan HCl 33
12. Pemekatan MB menggunakan aquades 35

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dunia industri mengalami perkembangan yang semakin pesat, seiring dengan kemajuan sains dan teknologi. Salah satunya yang berkembang adalah industri tekstil. Umumnya industri ini menghasilkan limbah cair yang dibuang langsung ke perairan. Limbah cair tersebut berasal dari proses pencelupan dan pencapan industri tekstil serta mengandung zat warna yang dapat mencemari perairan. Salah satu zat warna tekstil yang berbahaya jika berada dalam perairan adalah *(Methylene blue)* MB .

MB adalah salah satu zat warna azo yang sering digunakan sebagai pewarna dalam industri tekstil, karena harganya ekonomis dan mudah diperoleh. Zat warna ini digunakan sebagai zat warna dasar dalam proses pewarnaan kulit, kain mori dan kain katun. Penggunaan MB dapat menimbulkan beberapa efek, seperti sianosis jika terhirup, dan iritasi pada kulit jika tersentuh. Jika MB masuk keperairan dan terkonsumsi dapat menyebabkan iritasi saluran pencernaan (Hamdaoui and Chiha, 2006). Ambang batas maksimum MB dalam limbah cair industri tekstil adalah berdasarkan sesuai dengan keputusan Kementerian Lingkungan Hidup No 51 Tahun 1995 adalah 10 mg L^{-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, 2002). Beberapa metoda telah dilaporkan dalam usaha mengurangi pencemaran air oleh MB . Metoda fotodegradasi dengan katalis TiO_2 dan ZnO telah dilaporkan dapat mengurangi kadar MB sebesar 92,84% (Rusmidah Ali dan Ooi Boon Siew, 2006). Selain itu metoda adsorbsi secara kontinyu menggunakan karbon aktif juga telah dilaporkan dalam proses adsorpsi MB dari air limbah hasil yang diperoleh pada sistem ini cukup baik (Sachin M.Kanawade dan R.W.Gaikwa, 2011). Selain adsorpsi kontinyu, MB juga diadsorpsi dengan *batch system* menggunakan karbon aktif dari batang *lantana camara* sebagai adsorben. Dalam *batch sistem* ini karbon aktif menyerap MB sebesar 85% (Omotayo Sarafadeen Amuda, dkk, 2014). Penyerapan MB 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 penyerpan mencapai 86% (Rahayu, 2014). Untuk meningkatkan adsorpsi dari tanah napa, maka dalam penelitian ini akan di*support* dengan karbon aktif. Karbon aktif atau sering juga disebut sebagai arang aktif, adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar (Idrus Rosita, 2013) sehingga diharapkan bisa meningkatkan daya serap adsorpsi tanah napa dalam menyerap MB .

B. Identifikasi Masalah

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

1. MB merupakan zat warna yang umum digunakan dalam industry tekstil. Limbah industri yang mengandung MB pada umumnya dibuang langsung ke perairan dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Ambang batas yang aman bagi MB di perairan adalah 10 mg L^{-1}. Jika melebihi ambang batas dan terkonsumsi oleh manusia dapat menyebabkan iritasi saluran pencernaan. Oleh sebab itu digunakan metoda adsorpsi yang dapat menanggulangi pencemaran MB .
2. Daya adsorpsi tanah napa telah diuji pada ion ammonium dan beberapa logam. Oleh karena itu, potensi tanah napa sebagai adsorben akan diuji pada penyerapan MB , yang didukung oleh karbon aktif.

C. Batasan Masalah

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

1. Penentuan kapasitas serapan maksimum dari tanah tapa dan karbon aktif terhadap MB .
2. Pemakaian adsorben yaitu tanah napa dan karbon aktif, serta penentuan pengaruh kapasitas serap, ukuran partikel adsorben (75, 100, dan 150 mesh),

konsentrasi MB (5mg/L,10 mg/L, 15 mg/L, dan 20mg/L), pH larutan (4, 7, dan 9) ,dan laju alir (20, 40 dan 60 tetes/menit).

D. Rumusan Masalah

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

1. Berapa kondisi optimum dengan parameter konsentrasi awal larutan, pH awal larutan, ukuran partikel, laju alir yang mempengaruhi proses adsorpsi dalam adsorpsi larutan MB menggunakan Karbon Aktif dan Tanah Napa?
2. Berapa kapasitas serapan maksimum Karbon Aktif dan Tanah Napa terhadap zat warna MB ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

F. Manfaat Penelitian

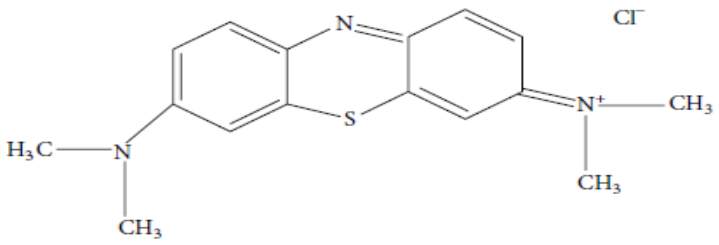
Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang kapasitas serapan maksimum Tanah Napa dan Karbon Aktif.
2. Dapat dijadikan sebagai sumber ide dan referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

*A. Methylene blue (*MB*)*

MB yang memiliki rumus kimia $C_{16}H_{18}ClN_3S$, adalah senyawa hidrokarbon aromatik yang beracun dan merupakan zat warna kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Pada umumnya MB digunakan sebagai pewarna sutra, wool, tekstil, kertas, peralatan kantor dan kosmetik. Senyawa ini berupa kristal berwarna hijau gelap. Ketika dilarutkan, MB dalam air atau alkohol akan menghasilkan larutan berwarna biru. MB memiliki berat molekul 319,86 gr/mol, dengan titik lebur di 105°C dan daya larut sebesar 4,36 x 104 mg/L (Endang Palupi, 2006:6).



Gambar 1. Struktur MB

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. Dilaporkan oleh (Mawardi et all, 2015) ternyata tanah napa yang berasal dari Sumatera Barat umumnya adalah kelompok mineral alumina silikat dengan perbandingan SiO_2/Al_2O_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. Tanah napa yang

diperoleh dari daerah Kabupaten Solok Sumatera Barat. Berdasarkan data komposisi kimia yang diperoleh bahwa kandungan rata-rata SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; CaO; K_2O dan Na_2O masing-masing 70,43%; 20,52%; 3,67%; 0,40%; 2,70%; 1.26% dan *trace*. Sebagai pembanding, komposisi kimia *natural zeolit clinoptilolite* yang diproduksi oleh industri *Gravis Mining Co* kandungan SiO_2; Al_2O_3; Fe_2O_3; TiO_2; CaO; K_2O dan Na_2O masing-masing 65-72%; 10-12%; 0,8-1,9%;-; 2,5-3,7%; 2.3%-3.5% dan *trace*. Ciri fisik dari tanah napa ini yaitu mempunyai pori-pori besar dan berwarna putih keabu-abuan. Selain tanah napa yang berasal dari kabupaten solok tanah sejenis juga terdapat di beberapa daerah seperti yang dilampirkan di tabel 1, beserta komposisinya (Mawardi, et al 2015).

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 (Wilson, 2010).

Tetrahedral $[SiO_4]^{4-}$ 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 dibawah ini (Wilson, 2010).

C. Karbon Aktif (Arang Aktif)

Karbon aktif atau sering juga disebut sebagai arang aktif, adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Hal ini bias dicapai dengan

mengaktifkan karbon atau arang tersebut. Hanya dengan satu gram dari karbonaktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m. Biasanya pengaktifan hanya bertujuan untuk memperbesar luas permukaannya saja, namun beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif itu sendiri (Idrus Rosita,2013).

Karbon aktif tersedia juga secara komersial dibuat dari bahan yang memiliki kandungan karbon yang tinggi seperti batubara, lignit, kayu, gambut, kulit biji, tempurung kelapa, lignin, kokas minyak bumi, dan polimer tinggi sintetik. Proses manufaktur terdiri dari dua tahap, karbonisasi dan aktivasi.

Arang aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85-90% karbon yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi, sehingga mempunyai dayaserap/adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Karbon aktif merupakan suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya jerap (adsorbsi) yang baik. Karbon aktif digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penyerap gas, penyerap logam, dan sebagainya. Dari bahan tersebut yang paling sering dipergunakan sebagai bahan adsorben adalah activated carbon (Rahayu, 2004). Pemilihan bahan baku dari karbon aktif

ditentukan berdasarkan besarnya kandungan karbon pada bahan tersebut. Pembuatan karbon aktif berlangsung tiga tahap yaitu proses dehidrasi, proses karbonisasi dan proses aktivasi :

1) proses dehidrasi;
2) proses aktivasi;
3) proses karbonisasi.

Karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menyerap logam dan zat warna. Penyerapan logam menggunakan karbon aktif pada tembaga dengan prekonsentrasi menggunakan 1-Nitroso-2-Nafol dengan sistem kontinyu juga pernah dicobakan. Penyerpan yang terjadi mencapai 95% (Seung-Hyoun Lee dan Hee-Seon Choi , 2003). Penyerapan zat warna MB meggunakan karbon aktif yang bersal dari *lantana camara* mampu menyerap 85 % zat warna (Omotayo Sarafadeen Amuda, dkk, 2014).

Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktiffaktor bahan-bahan kimia atau pun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik organik atau anorganik, tetapi yang biasa beredar di pasaran berasal dari tempurung kelapa, kayu dan batubara.

D. Teori Adsorpsi

Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*solute*) yang ada dalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan fisika antara substansi dengan penyerapannya. Adsorpsi adalah gejala penggumpalan molekul-molekul suatu zat pada permukaan zat lain, sabagai akibat dari ketidak jenuhan gaya-gaya pada permukaan tersebut. Isoterm adsorpsi adalah hubungan yang menunjukkan distribusi adsorben antara fasa teradsorpsi pada permukaan dengan fasa ruang saat kesetimbangan pada suhu tertentu.

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). Peristiwa adsorpsi dapat terjadi pada adsorben yang ada pada umumnya beberapa zat padat. Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. *Adsorbsi secara kimia.*

Adsorbsi secara kimia ini melibatkan panas adsorbsi yang cukup besar yaitu antara 10000 kal/mol sampai 20000 kal/mol. Hal ini disebabkan adanya reaksi kimia yang biasanya terjadi dan menyebabkan adanya ikatan antara adsorban dan adsorbat menjadi lebih kuat. Hubungan antara jumlah substansi yang diserap oleh adsorban dan tekanan atau konsentrasi pada kesetimbangan pada suhu konstan disebut adsorbsi isothermis.

2. *Adsorbsi secara fisika*

Adsorbsi secara fisika ini mempunyai karakteristik antara lain panas reaksi yang rendah yaitu 10000 kal/mol atau kurang. Hal ini disebabkan oleh ikatan yang terlibat dalam adsorbsi itu ikatan yang lemah, yakni gaya Van der Waals. Adsorpsi fisika disebabkan oleh gaya *van der waals* . Pada adsorpsi fisik, molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan dengan ikatan yang lemah. Adsorpsi fisik umumnya terjadi pada temperatur rendah dan dengan bertambahnya temperatur jumlah adsorpsi berkurang dengan mencolok (Adamson, 1990).

Teori Langmuir dan Freundlich yaitu dimana banyaknya zat yang diadsorpsi pada temperatur tetap oleh suatu adsorben tergantung dari konsentrasi dan keaktifan adsorbat untuk mengadsorpsi zat-zat tertentu.

Disamping persamaan Freundlich terdapat persamaan yang lebih baik untuk menyatakan adsorbsi isothermis yaitu persamaan Langmuir. Langmuir berpendapat bahwa gas diadsorbsi pada permukaan solid dan membentuk tidak lebih dari satu lapis ketebalannya.

Pada adsorbsi isothermis ini, persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan diturunkan dari teori Langmuir, dengan asumsi-asumsi :

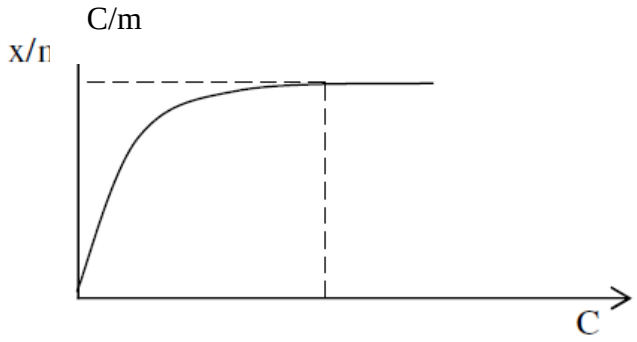
1. Seluruh permukaan adsorban memiliki aktivitas adsorbsi yang sama atau seragam.
2. Tidak terjadi interaksi antara molekul-molekul adsorbat.
3. Mekanisme adsorbsi yang terjadi seluruhnya sama.
4. Hanya terbentuk satu lapisan adsorbat yang sempurna di permukaan adsorban.

Teori Langmuir menggambarkan proses adsorbsi terdiri dari dua proses berlawanan, yaitu kondensasi molekul-molekul fase teradsorbsi menuju permukaan dan evaporasi/penguapan molekul-molekul dari permukaan kembali ke dalam larutan.

Isoterm langmuir merupakan isoterm paling sederhana yang didasarkan pada asumsi bahwa setiap tempat adsorbsi adalah ekivalen dan kemampuan partikel untuk terikat di tempat itu tidak bergantung pada kedekatan tempat (Atkins, 1990). 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:

$$\frac{\boldsymbol{C}}{\boldsymbol{m}} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{bK}} + \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{b}}\boldsymbol{C}$$

C adalah konsentrasi kesetimbangan, m adalah jumlah zat yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g), b adalah kapasitas serapan maksimum (mg/g) dan K adalah tetapan kesetimbangan (afinitas serapan). Bila data yang diperoleh memenuhi persamaan tersebut di atas, maka plot C/m terhadap C akan menghasilkan garis lurus dengan slope 1/b dan intersep 1/bK. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir (Oscik,1982).

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain:

A. Ukuran molekul adsorben

B. pH

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

C. Temperatur

D. Waktu kontak antara adsorben dan adsorbat (C. Pujiastuti, dkk, 2008).

E. Spektrofotometer 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, spetroskopi 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).

Hukum 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. 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).

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 molekulyang lain yang ada bersama dalam satu larutan.
3. Penyerapan terjadi di dalam volume larutan yang luas penampang (tebal kuvet) yang sama.

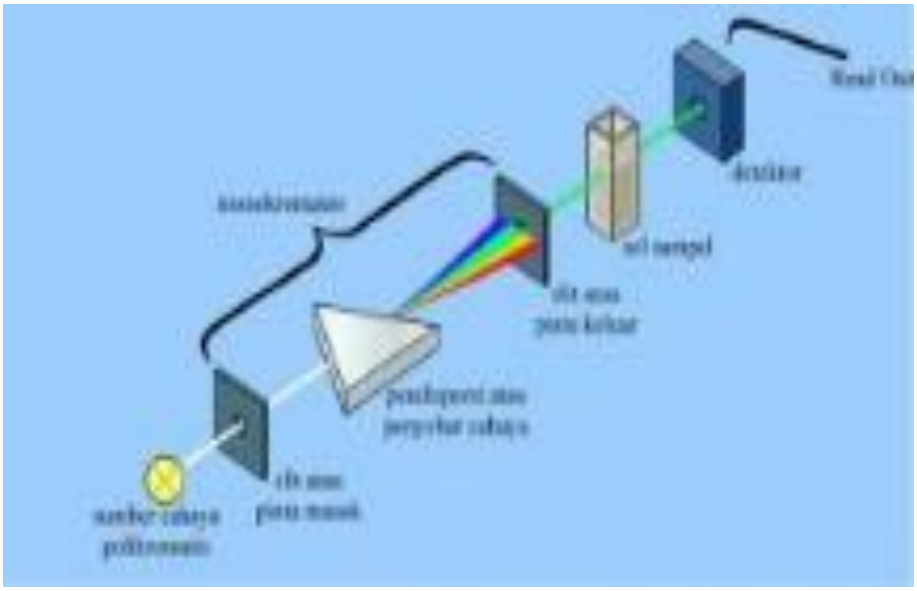
4. Penyerapan tidak menghasilkan pemancaran sinar pendafluor. Artinya larutan yang diukur harus benar-benar jernih agar tidak terjadi hamburan cahaya oleh partikel-partikel koloid atau suspensi yang ada di dalam larutan.
5. Konsentrasi analit rendah. Karena apabila konsentrasi tinggi akan menggangu kelinearan 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 adsorpsi.

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 absorbans.

Secara sederhana Instrumen spektrofotometri yang disebut spektrofotometer terdiri dari :

Sumber cahaya – monokromator – sel sampel – detektor– *read out* (pembaca)

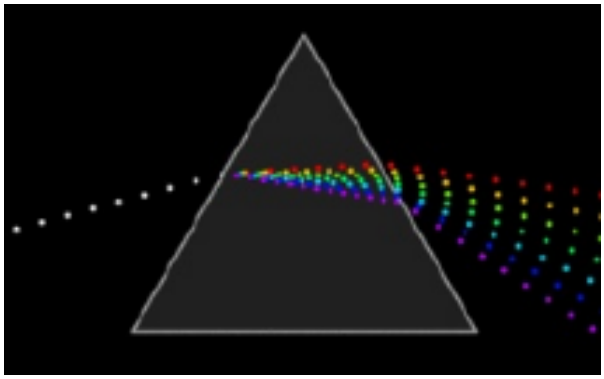


Gambar 3. Skema Instrumen Spektrofotometer UV-Vis

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 heavi hydrogen.
    - VIS menggunakan lampu tungsten yang sering disebut lampu wolfram.
    - UV-VIS menggunan 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 monaokromatis. Jenis monokromator yang saat ini banyak digunakan adalah *gratting* atau lensa prisma dan filter optik.

Jika digunakan grating maka cahaya akan dirubah menjadi spektrum cahaya. Sedangkan filteroptik berupa lensa berwarna sehingga cahaya yang diteruskan sesuai dengan warnya lensa yang dikenai cahaya. Ada banyak lensa warna dalam satu alat yang digunakan sesuai dengan jenis pemeriksaan.



Gambar 4. Pendispersi Cahaya

Pada gambar di atas disebut sebagai pendispersi atau penyebar cahaya. dengan adanya pendispersi hanya satu jenis cahaya atau cahaya dengan panjang gelombang tunggal yang mengenai sel sampel. Pada gambar di atas hanya cahaya hijau yang melewati pintu keluar. Proses dispersi atau penyebaran cahaya seperti yang tertera pada gambar.

3. Sel sampel berfungsi sebagai tempat meletakan sampel

- UV, VIS dan UV-VIS menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuatdari 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 UVsehingga penggunaannya hanya pada

spektrofotometer sinar tampak (VIS). Cuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm.

- IR, untuk sampel cair dan padat (dalam bentuk pasta) biasanya dioleskan pada dua lempengnatrium klorida. Untuk sampel dalam bentuk larutan dimasukan ke dalam sel natriumklorida. Sel ini akan dipecahkan untuk mengambil kembali larutan yang dianalisis, jika sampel yang dimiliki sangat sedikit dan harganya mahal.

4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadiarus 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.

   Macam-macam detektor :

   - Detektor foto (*Photo detector*)
   - Photocell, misalnya CdS.
   - *Phototube*
   - Hantaran foto
   - Dioda foto
   - Detektor panas

5. Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi optimum penyerapan MB oleh karbon aktif dan tanah napa adalah pada konsentrasi 200 ppm, dengan pH optimum 3, ukuran partikel tanah napa 75 µm dan laju alir 30 tetes/ menit.
2. Tanah napa tanpa perlakuan memliki kapasitas adsorbansi lebih besar dibandingkan tanah napa dengan perlakuan dimurnikan yaitu sebesar 1,8209 mg/g dan 1,8143 mg/g.
3. Tipe adsorpsi yang terjadi pada adsorpsi MB oleh tanah napa dan karbon aktif merupakan adsorpsi dengan jenis fisika.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan disarankan pada proses pemurnian menggunakan metoda yang lebih baik lagi, agar penggunaan tanah napa sebagai adsorben lebih efektif lagi dalam penyerapan MB.

DAFTAR PUSTAKA

Adamson, A. W. (1990). *Physical Chemistry of Surface*. Fifth edition. New York : John Wiley and Sons, Inc.

Adnan, (2006). *Adsorpsi Reactiv Blue dan Azo Dye Orange Menggunak Aantitania Aerogel dan Bentonit.* Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Aksu, Z., Gonen, H., Demircan, (2002), *Biosorption of Chromium (VI) Ions by Mowital®B30H Resin Immobilized Activated Sludge in a Packed Bed: Comparison with Granular Activated Carbon*, Process Biochem, 38: 175–186

Atkins, P. W, (1990). *Physical Chemistry. 4th ed*. New York: W.H. Freema

Barrow, G.M. (1998). *Physical Chemistry*. Mc Graw Hill International, Singapore.

C. Pujiastuti dkk (2008). Adsorpsi Logam Timbal Dalam Limbah Elektroplating dengan Sekam Padi. ISSN. 1978-0427.

Denise A. Fungaroa, dkk. (2010). *Adsorption of methylene blue from aqueous solution on zeolitic material and the improvement as toxicity removal to living organisms*. Orbital. Vol 2. No. 3.

Hamdaoui, O. dan Chiha, M., (2006). *Removal oMethylene blue from Aqueous Solutionby Wheat Bran*, Acta Chim. 54 : 407–418

Hendra, Ryan. (2008). Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Indonesia dengan Metode Aktivasi Fisika dan Karakteristiknya. Skripsi. Universitas Indonesia, Jakarta.

Idrus Rosita dkk, (2013).*Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa*. Prisma publikasi riset mahasiswa Vol 1, No 1 .

Khairat, Zultinar.(2011). *Penentuan Daya Serap Perlit Terhadap Zat Warna Methylene Blue Secara Dinamis*. Pekan Baru: Universitas Riau.

Kusmadi, (2001). *Kajian Sifat Adsorpsi Zeolit Terhadap Zat Warna Sintesis dan Optimasinya*. Penelitian Unnes.