

**ADSORPSI DAN DESORPSI METILEN BIRU
MENGUNAKAN KOMPOSIT Fe_3O_4 -ZEOLIT**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA**

Oleh :

SHEILA ABRIYANTI

08081003049



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2013

S
547 Sup 07
She
a
2013

24659/25220

**ADSORPSI DAN DESORPSI METILEN BIRU
MENGUNAKAN KOMPOSIT Fe_3O_4 -ZEOLIT**



SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA**

Oleh :

SHEILA ABRIYANTI

08081003049



JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2013

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**ADSORPSI DAN DESORPSI METILEN BIRU
MENGUNAKAN KOMPOSIT Fe_3O_4 -ZEOLIT**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA**

Oleh :

Sheila Abriyanti

08081003049

Pembimbing :


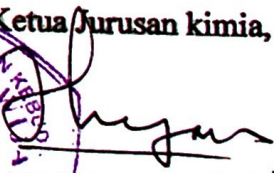
- 1. Dra. Poedji Loekitowati H, M.Si**
- 2. Fahma Riyanti, M.Si**


.....

.....

Indralaya, Maret 2013

Ketua Jurusan kimia,



Dr. Suheryanto, M.Si
NIP.196006251989031006

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Adsorpsi dan Desorpsi Metilen Biru Menggunakan Komposit Fe_3O_4 -zeolit
Nama Mahasiswa : Sheila Abriyanti
NIM : 08081003049
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 Maret 2013. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Maret 2013

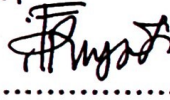
Ketua :

1. Dra. Poedji Loekitowati H, M.Si

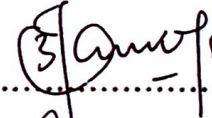
.....


Anggota :

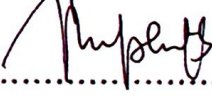
2. Fahma Riyanti, M.Si

.....


3. Dr. Eliza, M.Si

.....


4. Nurlisa Hidayati, M.Si

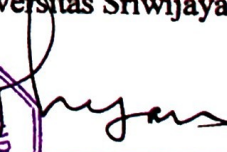
.....


5. Widia Purwaningrum, M.Si

.....


Mengetahui,
Ketua Jurusan kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Unuversitas Sriwijaya




.....
Dr. Suheryanto, M.Si

NIP 196006251989031006

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Sheila Abriyanti
NIM : 08081003049
Fakultas/Jurusan : MIPA/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Maret 2013
Penulis,



Sheila Abriyanti
NIM. 08081003049

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Sheila Abriyanti
NIM : 08081003049
Fakultas/Jurusan : MIPA /Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Adsorpsi dan Desorpsi Metilen Biru Menggunakan Komposit Fe₃O₄-zeolit”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.


Indralaya, Maret 2013
Yang menyatakan,



Sheila Abriyanti
NIM. 08081003049

HALAMAN PERSEMBAHAN

Coretan di dalam cover orange ini ku persembahkan untuk :

- ♥ Allah SWT, yang menciptakanku dan seisi alam semesta ini
- ♥ Ibunda dan Ayahanda Tercinta
- ♥ My Best Sister andita tasya
- ♥ ALMAMATER ku 

*Jangan hanya jadi manusia pemimpi
Terus berusaha dan jangan berhenti berdoa
Maka keberhasilan akan mengelilingi*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT penulis ucapkan karena berkat karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dan Skripsi yang berjudul "*Adsorpsi dan Desorpsi Metilen Biru Menggunakan Komposit Fe_3O_4 -Zeolit*". Adapun skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi syarat menyelesaikan Tugas Akhir serta untuk memperoleh gelar Sarjana Sains jurusan Kimia FMIPA UNSRI.

Penulis Juga ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang berperan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini. Ucapan yang tulus penulis ucapkan kepada :

- Ibu Dra. Poedji Loekitowati H., M.Si sebagai pembimbing utama Tugas Akhir, atas tuntunan dan dukungan yang diberikan kepada penulis selama ini.
- Ibu Fahma Riyanti, M.Si sebagai pembimbing kedua, atas waktu, bimbingan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
- Dosen pembahas, ibu Dr. Eliza, M.Si dan ibu Nurlisa Hidayati, M.Si serta ibu Widia Purwaningrum, M.Si yang telah memberi masukan-masukan yang sangat membangun dalam penulisan skripsi ini.
- Ibu Dr. Muharni, M.Si selaku dosen pembimbing akademik.
- Bapak Dr. Suheryanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Dosen-dosen dan Guru-guru yang amat berjasa dalam memberikan pendidikan dan pengetahuan kepada penulis.

- Para analis jurusan kimia, staf karyawan/i jurusan kimia dari Fakultas MIPA.
- Ibunda dan Ayahanda yang tak pernah berhenti memberikan cinta dan kasih sayang untukku, selalu mengingatkan ketika aku lengah, selalu memberikan perhatian dan motivasi untukku.
- Kakak tersayang Andita Tasya yang selalu memberikan kasih sayang dan keponakanku yg akan segera hadir ke dunia.
- Keluarga besarku yang selalu mendukung dan mendoakan ku.
- “Kamu” yang selalu menginspirasiku selama ini, perhatian dan doanya baik secara langsung atau tidak langsung.
- Sahabatku ketika SMA hingga sekarang olin, tya, ririn, christin. Komunikasi yang tak pernah putus dan kalian telah memberi kenangan terindah yang selalu ku ingat ketika kita berjauhan.
- Sahabat sekaligus teman penelitianku henni, serta kak andre dan kak jadid. Suka duka selama melakukan penelitian kimia fisika-analisa ini.
- Sahabat terbaikku selama 4 tahun ini muthia, lily, febby, citra, winda, dan ine, canda tawa yang selalu hadir disetiap hari kita.
- Keluarga besar kimia'08. Erwin, yooka, fadly, yuda, kiki, tami, desi, linggar, niken, (maav tidak bisa disebutkan satu persatu). Kebersamaan yang paling berarti selama 4 tahun ini.
- Teman dan adik-adikku “farid, ovi, dili, dian, dina (maav tidak bisa disebut satu persatu)”, banyak kenangan setiap harinya yang kita lewati bersama di kostan tercinta “green house bukit”. Terima kasih atas doa dan dukungannya.

Penulis juga menyadari akan kekurangan dalam penyelesaian Skripsi ini, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang mampu menjadikan Skripsi ini menjadi lebih baik. Demikianlah penulis harapkan agar karya ini menjadi lebih berguna bagi kita semua.

Indralaya, Maret 2013

Penulis

ADSORPTION AND DESORPTION OF METHYLENE BLUE USING Fe₃O₄-ZEOLITE COMPOSITE

by :

Sheila Abriyanti

08081003049

ABSTRACT

The research about adsorption and desorption of methylene blue using Fe₃O₄-zeolite composite has been done. The characteristic of the composite was determined by using XRD and SEM. The concentration and the volume of *methylene blue* that was used as part of this research were 50 mg/L and 50 mL. To achieve the optimum condition, the weight of the composite include a variation of 100, 200, 300, 400, 500 mg, the contact time had a variation of 0, 15, 30, 45, 60 minutes and optimum pH with variations of 5, 6, 7, 8, 9 acted as a parameter of adsorption. The final adsorption result of the composite that reached within the optimum condition and then undergo desorption by using boil water 100°C, pH solution 3, 4, 5, 6, 8, etanol and H₂O₂ 30%. The XRD results show an angle of 2θ which indicates the existence of phase Fe₃O₄ and the characterized by SEM shows some of Fe₃O₄ is covered by the zeolite pores. The optimum condition that was achieved in this research has a composite with a weight of 400 mg, a contact time of 15 minutes and pH of 5, the amount of methylene blue concentration that underwent adsorption was 49.914 mg/L with the adsorption percentage of 99.828 %. The highest percentage of desorption was 5.075 % by using etanol.

Keywords : methylene blue, Fe₃O₄-zeolite composite, adsorption, desorption



ADSORPSI DAN DESORPSI METILEN BIRU MENGUNAKAN KOMPOSIT Fe_3O_4 -ZEOLIT

Oleh :

Sheila Abriyanti

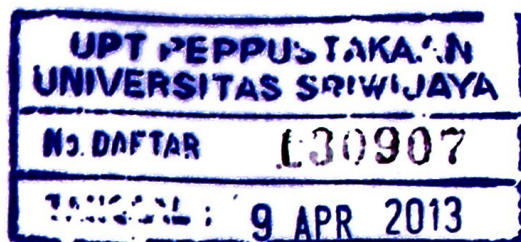
08081003049

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai adsorpsi dan desorpsi metilen biru menggunakan komposit Fe_3O_4 -zeolit. Karakterisasi komposit Fe_3O_4 -zeolit dilakukan dengan XRD dan SEM. Konsentrasi dan volume metilen biru yang digunakan adalah 50 mg/L dan 50 mL. Parameter adsorpsi untuk mendapatkan kondisi optimum meliputi berat komposit dengan variasi 100, 200, 300, 400, 500 mg, waktu kontak dengan variasi 0, 15, 30, 45, 60 menit dan pH optimum dengan variasi 5, 6, 7, 8, 9. Komposit hasil adsorpsi pada kondisi optimum didesorpsi dengan variasi air panas 100°C, pH 3, 4, 5, 6, 8, etanol dan H_2O_2 30 %. Hasil XRD berdasarkan sudut 2θ menunjukkan adanya fasa Fe_3O_4 dan karakterisasi SEM menunjukkan Fe_3O_4 sebagian menutupi pori-pori zeolit. Kondisi optimum yang diperoleh yaitu berat komposit 400 mg, waktu kontak 15 menit dan pH 5, dengan konsentrasi metilen biru teradsorpsi sebesar 49,914 mg/L dan persentase penyerapan sebesar 99,828 %. Persentase desorpsi terbesar adalah 5,075 % menggunakan etanol.

Kata Kunci : metilen biru, komposit Fe_3O_4 -zeolit, adsorpsi, desorpsi

DAFTAR ISI



Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRACT.....	x
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Zat Warna	4
2.2. Metilen Biru	5
2.3. Fe ₃ O ₄ -Zeolit	6
2.3.1. Partikel Fe ₃ O ₄	6
2.3.2. Sintesis Fe ₃ O ₄	7
2.3.3. Zeolit.....	8
2.3.4. Komposit.....	9

2.3.5. Komposit Fe ₃ O ₄ -zeolit	10
2.4. Spektrofotometri UV-Vis	11
2.5. Difraktometer Sinar-X	13
2.6. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	15
2.7. Adsorpsi	17
2.8. Desorpsi.....	19
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Prosedur Penelitian	20
3.3.1. Aktivasi Zeolit Alam	20
3.3.2. Sintesis Fe ₃ O ₄ dan Komposit Fe ₃ O ₄ -zeolit	21
3.3.3. Kondisi Optimum Reaksi	21
3.3.4. Desorpsi Komposit	23
3.4. Analisa Data	23
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Aktivasi Zeolit Aam.....	25
4.2. Karakteristik Hasil Sintesis Menggunakan XRD.....	25
4.3. Karakteristik Hasil Sintesis Menggunakan SEM.....	27
4.4. Kurva Kalibrasi dan Panjang Gelombang Maksimum.....	28
4.5. Kondisi Optimum Adsorpsi.....	29
4.5.1. Pengaruh Berat Komposit.....	29
4.5.2. Pengaruh Waktu Kontak.....	30
4.5.3. Pengaruh pH.....	30
4.6. Desorpsi Komposit Fe ₃ O ₄ -zeolit.....	31
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	33
5.2. Saran.....	33

DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	36
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	56



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Sudut 2θ Fe_3O_4 dan Komposit Fe_3O_4 -zeolit.....	27
Tabel 2. Data Persen Terdesorpsi Komposit.....	32
Tabel 3. Data Panjang Gelombang dan Serapan Larutan Standar Metilen Biru.....	40
Tabel 4. Data Absorbansi Larutan Standar Metilen Biru Variasi Berat.....	41
Tabel 5. Perhitungan Regresi Linier Larutan Standar Metilen Biru Variasi Berat.....	41
Tabel 6. Perhitungan Konsentrasi dan Persen Terserap Variasi Berat Komposit ($t=15$ menit).....	43
Tabel 7. Data Absorbansi Larutan Standar Metilen Biru Variasi Waktu.....	45
Tabel 8. Perhitungan Regresi Linier Larutan Standar Metilen Biru Variasi Waktu.....	45
Tabel 9. Perhitungan Konsentrasi dan Persen Terserap Variasi Waktu Kontak ($W=400\text{mg}$).....	47
Tabel 10. Data Absorbansi Larutan Standar Metilen Biru Variasi pH.....	49
Tabel 11. Perhitungan Regresi Linier Larutan Standar Metilen Biru Variasi pH.....	49
Tabel 12. Perhitungan Konsentrasi dan Persen Terserap Variasi pH ($W=400$ mg dan $t=15$ menit).....	51
Tabel 13. Perhitungan Konsentrasi dan Persen Terdesorpsi.....	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Metilen Biru.....	6
Gambar 2. Spektrofotometer UV-Vis.....	11
Gambar 3. Diagram Alat Difraksi Sinar-X.....	13
Gambar 4. Diagram <i>Scanning Electron Microscope</i>	16
Gambar 5. Zeolit Sebelum dan Sesudah Aktivasi.....	25
Gambar 6. Pola Difraksi Fe_3O_4 dan Komposit Fe_3O_4 -zeolit.....	26
Gambar 7. SEM Zeolit, Fe_3O_4 dan Komposit Fe_3O_4 -zeolit.....	28
Gambar 8. Grafik Persen Terserap Metilen Biru Dengan Variasi Berat Komposit.....	29
Gambar 9. Grafik Persen Terserap Metilen Biru Dengan Variasi Waktu Kontak.....	30
Gambar 10. Grafik Persen Terserap Metilen Biru Dengan Variasi Pengaruh pH.....	31
Gambar 11. Grafik Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru.....	40
Gambar 12. Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Metilen Biru Untuk Variasi Berat Komposit.....	42
Gambar 13. Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Metilen Biru Untuk Variasi Waktu Kontak.....	46
Gambar 14. Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Metilen Biru Untuk Variasi Pengaruh pH.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Karakterisasi XRD.....	36
Lampiran 2. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru....	40
Lampiran 3. Perhitungan Regresi Linier Larutan Standar Metilen Biru Untuk Variasi Berat Komposit.....	41
Lampiran 4. Data Penentuan Konsentrasi Terserap Larutan Metilen Biru Terhadap Komposit Fe_3O_4 -Zeolit Dengan Variasi Berat Komposit.....	43
Lampiran 5. Perhitungan Regresi Linier Larutan Standar Metilen Biru Untuk Variasi Waktu Kontak.....	45
Lampiran 6. Data Penentuan Konsentrasi terserap Larutan Metilen Biru Terhadap Komposit Fe_3O_4 -Zeolit Dengan Variasi Waktu Kontak.....	47
Lampiran 7. Perhitungan Regresi Linier Larutan Standar Metilen Biru Untuk Variasi Pengaruh pH.....	49
Lampiran 8. Data Penentuan Konsentrasi Terserap Larutan Metilen Biru Terhadap Komposit Fe_3O_4 -Zeolit Dengan Variasi Pengaruh pH.....	51
Lampiran 9. Data Desorpsi Komposit.....	53
Lampiran 10. Gambar.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri tekstil umumnya menggunakan zat warna buatan (sintetik) sebagai pewarna bahan tekstil karena keterbatasan zat warna alam. Zat warna sintetik lebih banyak memiliki warna, tahan luntur dan mudah cara pemakaiannya daripada zat warna alam yang makin sulit diperoleh. Industri tekstil akan menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan pewarna. Pengelolaan dan pengolahan limbah tersebut sangat diperlukan, terutama mencegah aspek kerusakan lingkungan karena pengaruh zat warna.

Zat warna dapat digolongkan sebagai zat warna asam, basa, dispersi, pigmen, reaktif, belerang, bejana dan lain-lain. 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. Demikian juga untuk zat warna reaktif yang dapat mewarnai bahan kapas dengan baik. Salah satu zat warna yang sering dipakai dalam industri adalah metilen biru. Penggunaan metilen biru mudah dan murah didapat, namun senyawa ini juga merupakan zat warna yang cukup berbahaya (Iqmal dkk, 2004).

Saat ini sintesis dan studi mengenai partikel besi oksida khususnya magnetik (Fe_3O_4) menarik perhatian para ilmuwan. Hal ini antara lain karena sifat

super paramagnetis yang dimiliki membuat partikel magnetik bermanfaat dalam berbagai aplikasi.

Zeolit memiliki struktur yang berongga sehingga mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Zeolit alam dikenal memiliki sifat-sifat utama, yaitu dehidrasi (melepaskan molekul H_2O) apabila dipanaskan, adsorben dan penyaring molekul, katalisator dan penukar ion. Zeolit alam yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi. Dalam bidang industri misalnya, zeolit alam dapat digunakan sebagai bahan pengolah limbah (Yosef dkk, 2009).

Komposit terdiri dari gabungan dua atau lebih bahan yang berbeda sifatnya dan akan membentuk sifat fisis yang baru yang dikehendaki tanpa adanya perubahan struktur kristal dari bahan pembentuknya. Syarat utama terbentuknya komposit adalah adanya ikatan antara *matriks* (bahan perekayasa) dan *filler* (bahan yang direkayasa).

Penelitian ini mempelajari sistem komposit Fe_3O_4 -zeolit. Dalam penelitian ini Fe_3O_4 bertindak sebagai matriks dan zeolit bertindak sebagai filler. Komposit ini diharapkan akan lebih efektif dalam menyerap metilen biru karena pemisahan zeolit yang telah mengikat polutan dapat dilakukan secara magnetik tanpa penyaringan. Dalam penelitian ini juga dipelajari proses desorpsi metilen biru dari komposit agar komposit nantinya dapat diregenerasi dan dipergunakan kembali.

1.2. Rumusan Masalah

Saat ini penggunaan zat warna sintetis semakin berkembang pesat. Pemanfaatan zat warna sintetis semakin banyak digunakan sebagai alternatif pengganti zat warna alami. Salah satu contohnya metilen biru digunakan dalam industri untuk pewarnaan kain karena mudah dan harganya murah. Pada penelitian ini akan dikaji bagaimana kemampuan komposit Fe_3O_4 -zeolit dalam menyerap metilen biru. Penelitian ini juga mempelajari pelarut apa yang sesuai untuk mendesorpsi metilen biru yang telah terikat pada komposit.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Melakukan sintesis komposit Fe_3O_4 -zeolit dan karakterisasinya menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) serta *Scanning Electron Microscope* (SEM).
2. Menentukan kondisi optimum penyerapan zat warna metilen biru dengan variabel berat komposit, waktu kontak, dan pengaruh pH.
3. Menentukan pelarut yang sesuai untuk desorpsi zat warna metilen biru dari komposit Fe_3O_4 -zeolit.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mempelajari proses adsorpsi dan desorpsi komposit Fe_3O_4 -zeolit. Manfaat lainnya adalah memberikan informasi industri terkait untuk pengolahan limbah yang mengandung zat warna.

DAFTAR PUSTAKA

- Akuan, A., 2009, *Analisis Kristal dan Mineral Dengan Difraksi Sinar-X*. Universitas Jendral Ahmad Yani, Bandung
- Anonim, 2004. *Zat Warna*. Tersedia pada <http://repository.upi.edu>. Diakses tanggal 31 Mei 2012
- Anonim, 2010. *Struktur dan Fungsi Zeolit*. Tersedia pada <http://material-sciences.blogspot.com/2010/03/zeolit-struktur-dan-fungsi.html>. Diakses pada 10 Mei 2012
- Anonim, 2012. *Structural Equation Modelling*. Tersedia pada <http://www.infoskopri.com/Theory/Structural-Equation-Modelling-SEM.html>. Diakses tanggal 15 Mei 2012
- Ayunda Wahyuning Januarita, Risa F., Fauziatul Fajaroh, Heru Setyawa., 2010, *Sintesa Nanopartikel Magnetite Dengan Metode Elektrokimia*, Institute Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Benny R.F., 2011. *Sintesis Nanopartikel*. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang
- Boparai H.K, Joseph m, O;Caroll D.M., 2010, Kinetics and Thermodynamics of Cadmium Ion Removal by Adsorption Onto Nano Zero Valent Iron Particles, *Journal Hazard Mater* 18, 324-328, 2010
- Cach Mc. E.M., 2001, *Surface Chemistry*, Oxford University Press, Oxford
- Chrismant.J.Richart, 1988, *Fundamental of Solid State Physics*, John Wiley and Sons, Canada
- Dian Kusuma Rini, Fendy Anthonius L., 2010, Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi, Universitas Diponegoro, Semarang
- Grace Tj. Sulungbudi, Mujamilah dan Ridwan, 2005, *Variasi Komposisi Fe(II)/Fe(III) Pada Proses Sintesis Spion Dengan Metode Presipitasi*. Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) – BATAN
- Hamdani, S., 2011. *Spektrofotometri UV-Vis*, Belajar dan Memahami Kimia.
- Hoag. George.J, John.B.Collin, Jeniifer L. Holcomb, Jessica R. Hoag, Maihkarjuna N.Nadaguoda, Rejender S, Varma, 2009, Degradation of Bromothymol Blue by Greenera Nano-Scale Zero Valent Iron Synthesized using Tea Polyphenols, *Journal Mater. Chem*, 19, 8671-8677, 2009

- Jankwoska, K., Elphinstone, R.D., Murphree, J.S., Cogger, L.L., Hearn, D. and Marklund, G., (1991). The configuration of the auroral distribution for interplanetary magnetic field Bz northward 2. Inospheric convection consistent with Viking observations. *Journal of Geophysical Research* 95(A5); doi: 10.1029/89JA03207, issn: 0148-0227
- Karsa.D, Gitandra Wiradini, Nugroho Pratomo., 2007. *Pembuatan Adsorben Dari Zeolit Alam Dengan Karakteristik Adsorption Properties Untuk Kemurnian Bioetanol*. Institut Teknologi Bandung
- Komojoyo G., 2011. *Spektrofotometer UV-Visible*. Chemistry Science, Jawa Timur
- Munson, R.A., 1974, *Natural Zeolites: Their Properties, Occurences, and Uses*, Mineral, Sci.Eng, Vol. 6
- Sukardjo, 1984, *Kimia Anorganik*, Bina Aksara, Yogyakarta
- Scott.L. Kitley., 1965, *Physical Chemistry*, Publishers Book Sellers, . Barner and Noble,.Inc., New York
- Triani, Lies. 2011. *Desorpsi Ion Tembaga II*. Universitas Negeri Semarang, Semarang
- Yosef Sarwanto, Grace Tj.S., Mujamilah., 2009. *Identifikasi Fase Komposit Oksida Besi-Zeolit Alam Hasil Proses Milling*. Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir – BATAN