

**ADSORPSI ZAT WARNA *MALACHITE GREEN* (MG) OLEH  
KOMPOSIT KITOSAN-BENTONIT**

**Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Kimia**



**Oleh:  
NAILAL MUNA  
09630003**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2014**



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nailal Muna

NIM : 09630003

Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna *Malachite Green* (MG) oleh Komposit Kitosan-Bentonit

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 7 Mei 2014

Pembimbing

Pedy Artsanti



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi  
Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*


Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nailal Muna  
NIM : 09630003  
Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna *Malachite Green* (MG) oleh  
Komposit Kitosan-Bentonit

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 7 Mei 2014  
Konsultan

  
Irwan Nugraha, M.Sc  
19820329 201101 1 005



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :-

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nailal Muna  
NIM : 09630003  
Judul Skripsi : Adsorpsi Zat Warna *Malachite Green* (MG) oleh  
Komposit Kitosan-Bentonit

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 7 Mei 2014

Konsultan

Endaruji Setyadi, S.Si.,M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah :

Nama : Nailal Muna  
NIM : 09630003  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

**“Adsorpsi Zat Warna *Malachite Green* (MG) oleh Komposit Kitosan-Bentonit”**

Adalah hasil karya sendiri dan sepanjang sepengetahuan penulis tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian tertentu yang diambil sebagai bahan acuan yang secara tertulis dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 7 Mei 2014

METERAI  
STEMPET  
DZABDCE15042014  
6000 BJB

Penulis

Nailal Muna  
NIM. 09630003



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1223/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Adsorpsi Zat Warna *Malachite Green* (MG) oleh Komposit Kitosan-Bentonit

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Nailal Muna  
NIM : 9630003  
Telah dimunaqasyahkan pada : 13 Maret 2014  
Nilai Munaqasyah : A  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Pedy Artsanti, M.Sc

Penguji I

Irwan Nugraha, M.Sc  
NIP/19820329 201101 1 005

Penguji II

Endaruji Sedyadi, M.Sc

Yogyakarta, 30 April 2014

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Prof. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D  
NIP. 19580919 198603 1 002

## KATA PENGANTAR

*Bismillaahirrahmaanirrahiim. Alhamdulillahahirabbil'aalamiin.*

Syukur yang teramat dalam, senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang dengan kasih sayang-Nya membimbing diri dan hati ini untuk senantiasa istiqomah di jalan-Nya. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah limpahkan kepada *uswah wa qudwah* Rosullallah Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan orang-orang yang ber-iltizam dalam *diin Al Islam* hingga *yaumul akhir*.

Skripsi dengan judul “Adsorpsi Zat Warna *Malachite Green* (Mg) oleh Komposit KITOSAN-BENTONIT” ditulis sebagai syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan kontribusi, baik berupa bantuan, dukungan, bimbingan maupun kritik yang membangun pada saat persiapan dan pelaksanaan penelitian. Penulis dengan penuh kerendahan hati ingin memberikan ucapan terimakasih sekaligus permohonan maaf dalam kesempatan ini kepada:

1. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, MA, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
3. Ibu Esti Wahyu Widowati, M. Si. M. Biotech., selaku ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Pedy Artsanti, M.Sc., selaku pembimbing skripsi yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang ikut membantu.
6. Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isnı Gustanti, S.Si. selaku laboran Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan dorongan selama melakukan penelitian.
7. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu urusan administrasi dengan baik.
8. Abah, Umi, Kakak, dan Adik-adik tercinta, yang tak henti-hentinya mendoakan penulis dan dengan ikhlas memberikan motivasi, nasihat, serta dukungan.
9. Teman-teman semua angkatan kimia UIN Sunan Kalijaga, terkhusus untuk kimia 2009.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

*Baarokallahu fikum.* Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan balasan yang tiada tara kepada semua yang telah membantu penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini. Penulis hanya dapat mendo'akan semoga amal ibadah diterima Allah sebagai amal mulia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, walaupun penulis sudah berusaha semaksimal mungkin untuk membuat yang terbaik. Untuk itu dengan segala kerendahan hati dan dengan tangan terbuka penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan penulisan selanjutnya. Semoga penulisan skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya, Amiiin ya Rabbal Alamiin!!!.

Yogyakarta, 20 Januari 2014

Penulis





## **PERSEMBAHAN**

**Karya ini, ku persembahkan untuk:**

**ALLAH SWT**

**Ummi, Abah, Kakak dan Adik-adikku tercinta, yang telah ikhlas  
memberi segala kasih sayang.**

**Sahabat- sahabatku, terimakasih atas dukungan dan motivasinya**

**serta**

**Untuk Almamaterku Tercinta  
Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN NOTA DINAS PEMBIMBINGAN .....	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Kegunaan Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	6
B. Landasan Teori.....	7
1. Bentonit.....	7
2. Kitosan.....	11
3. Komposit kitosan-bentonit.....	14
4. <i>Malachite Green</i> (MG).....	15
5. Adsorpsi.....	16
6. Karakterisasi Komposit kitosan-bentonit .....	21
a. <i>Analisis Fourier Transform Infrared(FT-IR)</i> .....	21
b. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	23
7. Spektrofotometri <i>UV-Visible</i> .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
C. Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
D. Alat Penelitian.....	29
E. Bahan Penelitian.....	29
F. Cara Kerja Penelitian.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
G. Isolasi Kitin dari Cangkang Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> ).....	35
H. Preparasi Kitosan.....	37

I. Karakterisasi Kitin dan Kitosan dengan <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	39
J. Pencucian Bentonit Alam .....	41
K. Karakterisasi Bentonit Alam.....	42
L. Preparasi Komposit Kitosan-Bentonit.....	48
M. Karakterisasi Komposit kitosan-bentonit .....	49
N. Uji Adsorpsi Komposit kitosan-bentonit terhadap Zat Warna <i>Malachite Green (MG)</i> .....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	
O. Kesimpulan .....	60
P. Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN .....	66

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Daerah Serapan Gugus Fungsi.....	25
Table 2.2 Daerah Serapan Gugus Fungsi Senyawa Anorganik.....	26
Tabel 4.1 Gugus Fungsi Spektra IR Kitin dan Kitosan .....	41
Tabel 4.2 Puncak serapan FTIR Bentonit Alam dan Bentonit Hasil Purifikasi ...	45
Tabel 4.3 Harga $2\theta$ , Jarak Antar Bidang (d) dan Bidang Kisi Kristal hkl Bentonit Alam dan Bentonit Hasil Purifikasi.....	47
Tabel 4.4 Harga $2\theta$ dan Jarak Antar Bidang (d) antara bentonit alam dan kitosan bentonit.....	51
Tabel 4.5 Data Parameter Isoterm Adsorpsi .....	60

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Struktur Bentonit.....	10
Gambar 2.2 Transformasi Kitin Menjadi Kitosan.....	13
Gambar 2.3 Struktur <i>Malachite Green</i> (MG).....	16
Gambar 2.4 Pantulan Sinar-X oleh Bidang Atom.....	22
Gambar 2.5 Diagram Spektrofotometer UV-Vis.....	28
Gambar 4.1 Mekanisme Reaksi Deproteinasi Kitin.....	36
Gambar 4.2 Mekanisme Reaksi Deasetilasi.....	38
Gambar 4.3 Spektra IR Kitin dan Kitosan.....	39
Gambar 4.4 Spektra IR Bentonit Alam dan Bentonit Hasil Purifikasi.....	43
Gambar 4.5 Difraktogram XRD Bentonit Alam dan Bentonit Hasil Purifikasi..	46
Gambar 4.6 Ikatan Hidrogen antara Kitosan dengan Bentonit.....	48
Gambar 4.7 Spektra FTIR Bentonit Hasil Purifikasi dan Kitosan-Bentonit.....	49
Gambar 4.8 Difraktogram XRD Bentonit dan Kitosan-Bentonit.....	50
Gambar 4.9 Kurva Adsorpsi Lambda Maksimum <i>Malachite Green</i> (MG).....	52
Gambar 4.10 Kurva Kalibrasi <i>Malachite Green</i> (MG).....	53
Gambar 4.11 % Adsorpsi versus Waktu kontak Bentonit dengan MG.....	54
Gambar 4.12 % Adsorpsi versus konsentrasi MG dengan Kitosan-Bentonit.....	56
Gambar 4.13 Grafik Persamaan Isoterm Adsorpsi oleh Bentonit.....	57
Gambar 4.14 Grafik Persamaan Isoterm Adsorpsi oleh Kitosan-Bentonit.....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perhitungan Derajat Deasitilasi Kitin Cangkang Kerang Hijau .....	66
Lampiran 2 Perhitungan Derajat Deasitilasi Kitosan Cangkang Kerang Hijau ...	67
Lampiran 3 Perhitungan Isoterm Adsorpsi Bentonit Alam.....	68
Lampiran 4 Perhitungan Isoterm Adsorpsi Komposit Kitosan-Bentonit.....	70
Lampiran 5 JCPDS Bentonit .....	72
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian.....	73



## INTISARI

### ADSORPSI ZAT WARNA MALACHITE GREEN (MG) OLEH KOMPOSIT KITOSAN-BENTONIT

Oleh:

Nailal Muna  
09630003

Pembimbing:

Pedy Artsanty, S.Si, M.Sc.

Pada penelitian ini telah diisolasi kitosan dari cangkang kerang hijau (*Perna varidis*) dengan derajat deasetilasi sebesar 84,58% yang dikompositkan dengan bentonit. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mensintesis adsorben dari bahan limbah cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) dan bentonit untuk mengadsorp limbah tekstil dengan *low cost*.

Sintesis komposit kitosan-bentonit dilakukan dengan mereaksikannya pada suhu 60 °C selama 24 jam. Komposit hasil sintesis dikarakterisasi dengan FTIR dan XRD. Aplikasi komposit kitosan-bentonit untuk adsorpsi *Malachite Green* (MG) dengan mengkaji pengaruh waktu kontak dan konsentrasi MG.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi *Malachite Green* (MG) oleh komposit kitosan-bentonit optimum pada konsentrasi 100 mg/L selama 60 menit dengan jumlah adsorben sebesar 0,1 gram. Adsorpsi *Malachite Green* (MG) menggunakan komposit kitosan-bentonit mengikuti pola isoterm adsorpsi Freundlich dengan  $R^2 = 0,896$  dan interaksi terjadi secara fisik dengan energi sebesar 24,73 KJ/mol.

Kata kunci: *Adsorpsi, Komposit kitosan-bentonit, Malachite Green (MG)*.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT) merupakan salah satu bidang yang sangat berkembang di Indonesia. Saat ini TPT bahkan menjadi sumber besar terhadap pemasukan devisa negara. Industri tekstil di Indonesia tumbuh sebagai komoditi ekspor yang diandalkan dan menjadi sektor strategis untuk terus dikembangkan. Namun terlepas dari peranannya yang menguntungkan, industri tekstil ternyata juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Dalam produksi tekstil selalu dihasilkan limbah, salah satunya adalah limbah zat warna.

Limbah zat warna menimbulkan kerusakan lingkungan apabila dilepas tanpa penanganan yang benar-benar aman. Limbah zat warna sukar terurai, bersifat resisten, senyawa organik *non-biodegradable*, dan toksik (Manurung *et al.*,2004). Dalam industri tekstil, *Malachite Green* (MG) merupakan zat warna yang sering digunakan secara luas untuk pewarnaan. *Malachite Green* (MG) termasuk zat warna kationik yang umumnya digunakan dalam pewarnaan katun, wol, sutera, goni, kertas, dan juga secara luas digunakan dalam penyulingan untuk pewarnaan (Bulut *et al.*,2008).

Zat warna *Malachite Green* (MG) dapat menimbulkan efek bahaya apabila tercampur dalam badan air. Limbah cair zat warna *Malachite Green* (MG) akan mengganggu ekosistem di perairan dan dapat menyebabkan kerusakan pada hati, insang, ginjal, dan usus hewan laut (Srivastava *et al.*, 2004). *Malachite Green* (MG) dapat menyebabkan iritasi sistem pencernaan pada manusia apabila



mengonsumsi ikan yang terkontaminasi oleh zat tersebut. Zat warna *Malachite Green* (MG) juga diketahui sangat beracun terhadap sel mamalia dan berpotensi menyebabkan tumor. Akan tetapi, meski sejumlah data sudah memaparkan zat warna ini sangat toksik dan berbahaya, *Malachite Green* (MG) tetap saja digunakan dalam akuakultur dan Industri-industri (Bulut *et al.*,2008).

Beberapa penanganan limbah zat warna telah banyak dikembangkan untuk mengurangi pencemaran dan bahaya senyawa organik pada zat warna, diantaranya koagulasi, oksidasi, ozonisasi, dan adsorpsi. Adsorpsi merupakan cara pengolahan yang mudah dilakukan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi dibandingkan dengan metode-metode yang lainnya. Adsorpsi juga diketahui sebagai salah satu metode yang efektif digunakan untuk menghilangkan warna pada limbah tekstil. Pemisahan dengan adsorpsi dapat menggunakan berbagai macam adsorben seperti zeolit, *silica gel*, karbon aktif, grafit, kitosan, dan bentonit (Panda, 2012).

Bentonit merupakan material potensial yang dapat digunakan untuk menanggulangi masalah pencemaran limbah zat warna (Hu *et al.*, 2006). Bentonit digunakan sebagai adsorben karena memiliki daya mengembang yang besar akibat adanya dua lapisan interlayer yang berbeda di dalam struktur bentonit dan kemampuan tukar kationnya yang tinggi. Selain itu, bentonit bersifat stabil secara kimia, murah dan ketersediaannya cukup melimpah di alam.

Bentonit memiliki kapasitas adsorpsi yang besar terhadap senyawa anorganik dan logam-logam berat. Namun demikian bentonit diketahui memiliki kapasitas adsorpsi yang kecil untuk mengadsorpsi senyawa organik. Untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi bentonit terhadap senyawa organik dilakukan

modifikasi bentonit menggunakan asam, basa, surfaktan kationik dan kation polihidroksi (Manohar *et al.*, 2006). Bentonit yang telah dimodifikasi menggunakan surfaktan atau polimer ini dinamakan organo-bentonit.

Penggunaan surfaktan sebagai senyawa untuk memodifikasi bentonit dikhawatirkan dapat menimbulkan masalah baru terhadap lingkungan, karena surfaktan dapat menghasilkan polutan dari residunya (Anna *et al.*, 2011). Oleh karena itu dilakukan modifikasi terhadap bentonit menggunakan bahan organik alam seperti kitosan. Kitosan dapat dibuat dari kitin yang merupakan biopolimer alami paling melimpah kedua setelah selulosa (Wang *et al.*, 2005). Indonesia merupakan negara bahari yang sangat melimpah akan sumber-sumber kitosan seperti udang, kepiting dan kerang. Limbah cangkang kerang di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimum.

Meskipun kitosan memiliki daya adsorpsi yang besar tetapi memiliki gaya berat spesifik yang kecil sehingga tidak maksimal jika digunakan dalam adsorpsi. Sifat fisik kitosan yang kurang baik dapat diperbaiki apabila dikompositkan pada bentonit (Anna *et al.*, 2011).

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi Na-bentonit dengan penambahan polimer kitosan isolasi, sehingga terbentuk menjadi komposit kitosan-bentonit untuk mengadsorpsi zat warna *Malachite Green* (MG). Penambahan kitosan pada bentonit dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi terhadap adsorbat. Kitosan yang dikompositkan dengan bentonit dapat mengadsorpsi *Malachite Green*(MG) secara baik dan tidak menimbulkan masalah baru terhadap lingkungan.

## **B. Batasan Masalah**

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

1. Kitosan yang digunakan diisolasi dari limbah cangkang kerang hijau (*Perna varidis*).
2. Bentonit yang digunakan adalah Na-bentonit.
3. Preparasi komposit kitosan-bentonit menggunakan metode pertukaran ion.
4. Karakterisasi komposit kitosan-bentonit menggunakan FTIR dan XRD.
5. Adsorbat yang digunakan adalah zat warna *Malachite Green* (MG).

## **C. Rumusan Masalah**

Dari uraian di atas, untuk mempermudah pembahasan, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah proses pembuatan komposit kitosan-bentonit?
2. Bagaimana karakterisasi komposit kitosan-bentonit menggunakan XRD dan FTIR ?
3. Bagaimanakah kondisi optimum adsorpsi zat warna *Malachite Green* (MG) oleh komposit kitosan-bentonit yang meliputi waktu kontak dan konsentrasi larutan adsorbat ?
4. Bagaimana pola isoterm adsorpsi pada adsorpsi komposit kitosan-bentonit terhadap zat warna *Malachite Green* (MG) ?

## **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui proses pembuatan komposit kitosan-bentonit.

2. Mengetahui karakter komposit kitosan-bentonit menggunakan XRD dan FTIR.
3. Mengetahui kondisi optimum adsorpsi komposit kitosan-bentonit pada zat warna *Malachite Green* (MG) yang meliputi pengaruh waktu kontak, dan konsentrasi larutan adsorbat.
4. Mengetahui pola isoterm adsorpsi pada adsorpsi komposit kitosan-bentonit terhadap zat warna *Malachite Green* (MG).

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan masukan atau informasi mengenai salah satu cara pembuatan komposit kitosan-bentonit.
2. Memberikan alternatif baru dalam metode pengolahan limbah yang efektif dan efisien.
3. Menambah referensi dalam penanganan masalah pencemaran lingkungan, terutama polutan zat warna.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembuatan komposit kitosan-bentonit dilakukan dengan pengadukan selama 24 jam pada temperatur kamar.
2. Karakter komposit kitosan-bentonit yang diperoleh dari pengujian XRD dan FTIR menunjukkan bahwa kitosan masuk ke dalam *interlayer* dan *outlayer* bentonit dengan adanya pergeseran *basal spacing* yang lebih besar.
3. Adsorpsi kitosan-bentonit terhadap zat warna *Malachite Green* (MG) optimum dilakukan pada menit ke 60 dengan konsentrasi  $100 \text{ mg L}^{-1}$ .
4. Pola isoterm adsorpsi pada adsorpsi komposit kitosan-bentonit terhadap zat warna *Malachite Green* (MG) adalah isoterm Freundlich.

#### B. SARAN

1. Preparasi kitosan sebaiknya menggunakan metode yang lebih ramah lingkungan, yaitu dengan menggunakan *microwave* sehingga tidak menggunakan pelarut dalam jumlah yang banyak.
2. Deasetilasi sebaiknya dilakukan lebih dari satu kali untuk meningkatkan derajat deasetilasi sehingga kelarutan dalam asam lebih tinggi.
3. Komposit kitosan-bentonit sebaiknya dibuat dalam bentuk plastik agar setelah proses adsorpsi lebih mudah untuk diambil.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, W.; Diana C. D. Penentuan Surfaktan Anionik Menggunakan Ekstraksi Sinergis Campuran Ion Asosiasi Malasit Hijau dan Metilen Biru Secara Spektrofotometri Tampak, 2009, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Anna, P.; Della; Zackiyah. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia UNY*, Yogyakarta, November 2011.
- Anna, P.; Wiwi; Irnawati. Uji Kinerja KITOSAN-Bentonite Terhadap Logam Berat dan Diazinon Secara Simultan. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. **2010**, 2, 1, 121-134.
- Arif. Sintesis Nanokomposit Poliester-Lempung Berbahan Baku Organolempung dari Bentonit Indonesia. Tesis, FIMPA Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2008.
- Atkins, P. W. *Kimia Fisika*. Jilid 2 Edisi ke Empat. Diterjemahkan oleh Irma I Kartohadiprojo. Erlangga, Jakarta, 1999; vol. 29; pp 427-442.
- Baek, M. H.; Ijagbemi, C. O.; Se-Ji O.; Kim, D. S. Removal of Malachite Green from Aqueous Solution Using Degreased Coffee Bean. *Journal of Hazardous Material*. **2010**, 176, 820-828.
- Bulut, E.; Ozacar, M.; Sengil, I. A. Adsorption of Malachite Green Onto Bentonite; Equilibrium Kinetic Studies and Process Design, *J. Microporous and Mesoporous Material Turkey*, **2008**, 115, 234-246.
- Crini, G., N. H.; Peindy, F.; Gimber, C.; Robert. Removal of C.I Basic Green 4 (Malachite Green) from Aqueous Solution by Adsorption Using Cyclodextrinbased Adsorbent: Kinetik and Equilibrium Studies. *Sep. Purif. Technol*, **2007**, 53, 97-110.
- Culp, S. J.; Beland, F. A. Malachite Green: a Toxicological Review, *J. Am. Colloid Toxicol*, **1996**, 15, 219-238.
- Dann, S.E., Reaction and Characterization of Solids. *Royal Society of Chemistry*, UK, 2000.
- Day, R.A.; Underwood, A.L. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Diterjemahkan oleh Iis Sopyan, Erlangga: Jakarta, 1998.
- Fessenden, R.J.; Fessenden J. S. *Kimia Organik*. Diterjemahkan oleh Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Jilid 1. Edisi Ketiga; Erlangga: Jakarta, 1986.

- Fikri, M. E.; Kusumadewi, R. Regenerasi Bentonit Bekas Secara Kimia Fisika dengan Aktivator Asam Klorida dan Pemanasan Pada Proses Pemucatan Cpo., *PKMI2-2-1.*, **2010**.
- Gandjar, I.; Rahman, A. *Kimia Farmasi Analisis*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2007.
- Ginting, M. Hendra S. *Pengendalian Bahan Komposit*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Sumatra Utara, 2006.
- Gooday, GW. The Ecology of Chitin Degradation. *Kluwer Acad Pub Netherlands*, **1990**, 374-430.
- Hristodor, C. M.; Vrinceanu, N.; Pui, A.; Novac, O.; Violeta E. C.; Popovici, E. Textural and Morphological Characterzation of Chitosan/Bentonite Nanocomposite, *Environmental Engineering and Management J.*, **2012**, 11, 573-578.
- Hu, Q. H.; Qiao, S. Z.; Haghseresht, F.; Wilson, M. A.; Lu, G. Q. Adsorption Study for Removal of Basic Red Dye Using Bentonite. *Journal of Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2006**, 45, 733-738.
- Kaban, J. Modifikasi Kimia dari Kitosan dan Aplikasi yang Dihasilkan. *Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap Dalam Bidang Kimia Organik Sintesis*, 2009, Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatra Utara (USU), Medan.
- Kamelia, S. Pengaruh Derajat Deasetilasi Nanokitosan untuk Menyerap Ion  $Zn^{2+}$  dari Limbah Cair Industri Karet. Tesis, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatra Utara (USU), Medan, 2009.
- Khan, T. A.; Peh, K. K.; Hung, S.C. Reporting Degree of Deacetylation Values of Chitosan: The Influence Analytical Methods. *J Pharm Pharmaceut Sci*, [Online] 2013, [www. ulberta.ca/-csps](http://www.ulberta.ca/-csps) (diakses 23 Agustus, 2013).
- Khoerunnisa, F. Kajian adsorpsi dan Desorpsi  $Ag(S_2O_3)_2$  dalam Limbah Fotografi pada dan dari Adsorben Kitin dan Asam humat Termobilisasi pada Kitin. *Tesis*, Program Studi Ilmu Kimia UGM, Yogyakarta, 2005.
- Khopkar, S.M. *Konsep dasar Kimia Analitik*. Diterjemahkan oleh A. Saptorahardjo. Jakarta: UI-press, 2003.
- Kolodziejska, I.; Wojtasz-Pajak, A.; Ogonowska, G.; Sikorski, Z.E. *Deacetylation of Chitin in two-stage Chemical and Enzymatic Proces*; Bulletin of Sea Fisheries Institute, 2, 15-24, 2000.

- Kurniawan, A.; Hogiarta S.; Felycia E. S.; Suryadi I. *Modifikasi Bentonit Pacitan dengan Menggunakan Surfaktan Alami dari Buah Sapindus rarak DC untuk Proses Adsorpsi Zat Warna Metil Biru*. Jurnal dari National Conference : Design and Application of Technology, UKWM, Surabaya, 2010.
- Laksono, E. W. Kajian Penggunaan Adsorben sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Zat Pewarna Tekstil. *Jurdik Kimia*. FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta (UNY), Yogyakarta.
- Larosa, Y. N. Studi Pengetsaan Bentonit Terpillar-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Skripsi, FMIPA. Universitas Sumatera Utara (USU), Medan, 2007.
- Lertsutthiwong, P., K. Noomun and Khuthon, S. Influence of Chitosan Characteristic on The Properties of Biopolymeric Chitosan-Montmorillonite. *Progress in Natural Science: Materials International*, **2012**, 22, 5, 502-508.
- Manohar, D. M.; Noeline, F. B.; Anirudhan, T. S. Adsorption Performance of Al-Pillared Bentonite Clay for The Removal of Cobalt (II) from Aqueous Phase. *Journal of Chemistry*, **2006**, 44, 6676-6684.
- Manurung; Renita; Hasibuan; Rosdanelli; Irvan. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob. *e-USU Repository*. [Online] **2004**. (diakses 9 Agustus, 2013).
- Mastuti, E. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Suhu pada Proses Deasetilasi Khitin dari Kulit Udang. *Jurnal Ekuilibrium*, **2005**, 4, 1, 24-25.
- Monvisade, P.; P. Siriphannon. Chitosan Intercalated Montmorillonite: Preparation, Characterization and Cationic Dye Adsorption. *Applied Clay Science*. **2009**, 42, 427-431.
- Morris, M.C.; McMurdie, H.F.; Evans, E.H. Standar X-ray Diffraction Powder Patterns Section 18 data for 58 Substances. *National Bureau of standards*. **1981**.
- Muzzarelli, R.A.A. Chitosan as Dietary Food Additive in Aplication of Chitin and Chitosan. *Technol Lanc*. **1997**, 115-127.
- Nurlamba, N. S.; Zackiyah; Siswaningsih, D.. Kajian Kinetika Interaksi Kitosan-Bentonit dan Adsorpsi Diazinon Terhadap Kitosan-Bentonit. Program Studi Kimia, Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. **2010**, 2, 1, 159-169.



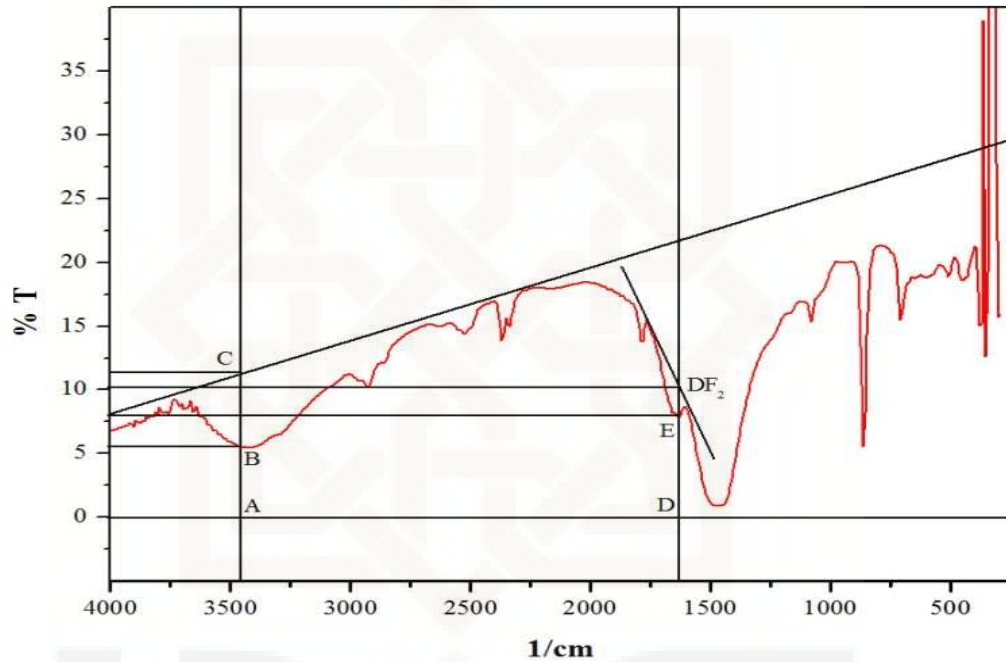
- Ościk, J. *Adsorption*, John Wiley & Sons: New York, 1982.
- Panda, D. R. Modifikasi Bentonit Terpillar Al dengan Kitosan untuk Adsorpsi Ion Logam. Skripsi, Fakultas MIPA Universitas Indonesia (UI). Jakarta, 2012.
- Ray, S.S.; Okamoto, M., Polymer/layered Silicate Nanocomposites: a Review from Preparation to Processing, *Prog Polym Sci.* 2003, 28, 1539–1641.
- Rhazi, M.; Desbrieres, J.; Tolaimate, A.; Alagui, A.; Vottero, P. Investigation of Different Natural Sources of Chitin: Influence of The Source and Deacetylation Process on The Physicochemical Characteristics of Chitosan. *Polymer International.* **2004**, 49, 4, 337-44.
- Rifa'I, D.N.R. Isolasi dan Identifikasi Kitin, Kitosan dari Cangkang Hewan Mimi (Horseshoe crab) Menggunakan Spektrofotometer Inframerah. Skripsi, FST Universitas Islam Negeri (UIN), Malang, 2007.
- Robert. Bentonit Pilarisasi Cr dan Zeolit HZSM-5 Sebagai Katalis Pada Proses Konversi Ethanol Menjadi Biogasolin. Tesis, Program Studi Ilmu Material Pascasarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Salemba, 2012.
- Ruswanti. I.; Khabibi; Lusiana, R. A. Membran Kitosan Padat dari Cangkang Rajungan (*Portunus palagitus*) dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Mangan (II) dan Besi (II). *Jurnal Universitas Diponegoro.* **2007**.
- Sastrohamidjojo, H. *Spektroskopi Inframerah*. Liberty: Yogyakarta, 1992.
- Sastrohamidjojo, H.. *Spektroskopi*. Liberty: Yogyakarta 2007.
- Shahidi, J.; A., KV.; Joen Y.J. Food Application of Chitin and Chitosan. *Trend in Food Sci. Technol.* **1999**, 10, 37-51.
- Soejoko, T. S. *Penelitian Pemanfaatan Bentonit di Indonesia*. Buletin PPTM. 2, 9: Jakarta, 1987.
- Srivastava, A.; Simmonds, A. J.; Garg, A., Fossheim, L.; Campbell, S.D.; Bell, J.B. Molecular and Functional Analysis of scalloped Recessive Lethal Alleles in *Drosophila melanogaster*. *Genetics.* **2004**, 166, 4, 1833-1843.
- Srivastava, S.; Rangana, S.; Roy, D. Toxicological Effect of Malachite green, *Aquat. Toxicol.* **2004**, 15, 219-238.
- Subechi, Akhmad A. Studi Degradasi Metilen Biru oleh Komposit Kitosan-TiO<sub>2</sub>. Skripsi. Fak. Saintek UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta, 2011.

- Sunardi, Arryanto Y.; Sutarno. Adsorption of Gibberellic Acid onto Natural Kaolin from Tatakan, South Kalimantan. *Indo. J. Chem.* **2009**, 9, 3, 373 – 379.
- Tahir, H.; Uzma H.; Sultan, M.; Jahanzeb, Q. Batch Technique for The Removal of Malachite Green and Fast Green Dyes. *Journal of Biotechnology.* **2010**, 48, 9, 8206-8214.
- Tan, Kim H. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Diterjemahkan oleh Didiek Hadjar Goenadi dan Bostang Radjagukguk; Gadjah Mada University Press: Yogyakarta, 1982.
- Tsugita. Chitin/ chitosan and their application. Biosci Res Lab Katokichi Lt., 1997.
- Wan, Ngah W.S.; Fatinathan. Adsorption of Cu(II) Ions in Aqueous Solutions Using Chitosan Bead. Chitosan-GLA Beads and Chitosan-Alganite Beads. *Journal of Chemical Engineering.* **2008**, 143, 62-72.
- Wang, L.; Wang, A.. Adsorption Characteristic of Chongo Red onto The Chitosan/Montmorillonite Nanocomposite. [Online] **2007**. [www.Elsevier.com](http://www.Elsevier.com) (diakses 15 Juli, 2013).
- Wang, S. F.; Shen, Y. J.; Tong, L.; Chen, I. Y.; Phang, P. Q.; Lim; Liu, T. X.. Biopolymer Chitosan/Montmorillonite Nanocomposite: Preparation and Characterization. *Polymer Degradation and Stability.* **2005**, 90, 123-131.
- Zulkarnaen; Wardoyo, S.; Marmer, D.H. Pengkajian Pengolahan dan Pemanfaatan Bentonit dari Kecamatan Pule, Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur sebagai Bahan Penyerap dan Bahan Lumpur Bor. *Bulletin PPTM*; 6, 12, Jakarta, 1990.

## LAMPIRAN

## Lampiran 1

Perhitungan Derajat Deasetilasi Kitin Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*)



$$DD = 100 - [(A_{1635} / A_{3425}) \times 115]$$

$$AB = 5,25$$

$$AC = 11$$

$$DE = 8$$

$$DF_2 = 10$$

$$A_{1635} = \log \frac{DF_2}{DE} = 0,09$$

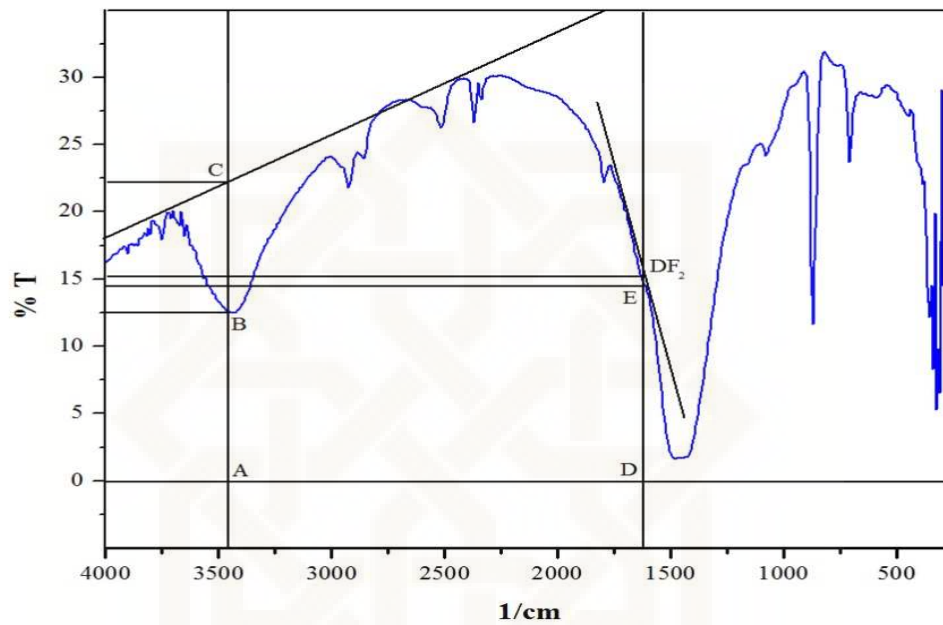
$$A_{3425} = \log \frac{AC}{AB} = 0,32$$

$$DD = 100 - [(0,09 / 0,32) \times 115]$$

$$= 65,28$$

## Lampiran 2

### Perhitungan Derajat Deasetilasi Kitosan Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*)



$$DD = 100 - [(A_{1625} / A_{3448}) \times 115]$$

$$AB = 12,05$$

$$AC = 22$$

$$DE = 14,05$$

$$DF_2 = 15,25$$

$$A_{1625} = \log \frac{DF_2}{DE} = 0,03$$

$$A_{3425} = \log \frac{AC}{AB} = 0,26$$

$$DD = 100 - [(0,03/0,26) \times 115]$$

$$= 84,58$$

### Lampiran 3

#### Perhitungan Isoterm Adsorpsi Bentonit Alam

Berat bentonit alam = 0,1 gram

Volume *Malachite Green* = 25 mL

No	(C <sub>0</sub> ) Konsentrasi Awal (mol/L)	(C <sub>e</sub> ) Konsentrasi setelah kontak (mol/L)	Q Kapasitas adsorpsi (mol/g)	Ce/Q (g/L)	Log Ce	Log Q
1	1,08 x 10 <sup>-5</sup>	1,76 x 10 <sup>-6</sup>	2,26 x 10 <sup>-6</sup>	0,78	-5,75	-5,64
2	2,16 x 10 <sup>-5</sup>	2,78 x 10 <sup>-6</sup>	4,69 x 10 <sup>-6</sup>	0,59	-5,56	-5,33
3	3,24 x 10 <sup>-5</sup>	2,92 x 10 <sup>-6</sup>	7,36 x 10 <sup>-6</sup>	0,39	-5,53	-5,13
4	4,32 x 10 <sup>-5</sup>	3,22 x 10 <sup>-6</sup>	9,98 x 10 <sup>-6</sup>	0,32	-5,49	-5,00
5	6,47 x 10 <sup>-5</sup>	3,31 x 10 <sup>-6</sup>	1,53 x 10 <sup>-5</sup>	0,21	-5,48	-4,81
6	1,08 x 10 <sup>-4</sup>	5,59 x 10 <sup>-6</sup>	2,56 x 10 <sup>-5</sup>	0,22	-5,48	-4,59
7	1,62 x 10 <sup>-4</sup>	6,06 x 10 <sup>-6</sup>	3,89 x 10 <sup>-5</sup>	0,16	-5,21	-4,41
8	2,16 x 10 <sup>-4</sup>	7,69 x 10 <sup>-6</sup>	5,20 x 10 <sup>-5</sup>	0,15	-5,11	-4,28

Misal :  $y = 0,074x + 0,004$

$$0,125 = 0,074x + 0,004$$

$$x = 1,63 \text{ mg/L}$$

$$C_e = \frac{1,63 \text{ mg/L}}{927 \text{ gram/mol}} = 1,76 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$C_e/Q = 0,78 \text{ gram/L}$$

$$C_{\text{teradsorp}} = 1,08 \times 10^{-5} - 1,76 \times 10^{-6}$$

$$= 9,04 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$Q = \frac{9,04 \times 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,025 \text{ L}}{0,1 \text{ gram}}$$

$$= 2,26 \times 10^{-6} \text{ mol/gram}$$

#### ✚ Isoterm Langmuir

$$\text{Satuan } Q = \frac{\frac{\text{mol} \times \text{L}}{\text{L}}}{\text{g}} = \text{mol/g}$$

Persamaan Langmuir

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{1}{b} C_e + \frac{1}{Kb}$$

$$Y = -87732x + 0,717$$

$$\text{Satuan slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{C_e/Q}{C_e} = \frac{\text{g/L}}{\text{mol/L}} = \text{g/mol}$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{b} = -87732 \text{ g/mol}$$

$$b = \frac{1}{-87732 \text{ g/mol}} = -1,1398 \times 10^{-5} \text{ mol/g}$$

$$\text{Satuan Intersep} = \text{sumbu } Y = \frac{\text{mol/L}}{\text{mol/g}} = \text{g/L}$$

$$\text{Intersep} = \frac{1}{Kb} = 0,717 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{0,717 \text{ g/L}}{1/b}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{0,717 \text{ g/L}}{-87732 \text{ g/mol}}$$

$$0,717 \text{ g/L} \times K = -87732 \text{ g/mol}$$

$$K = \frac{-87732 \text{ g/mol}}{0,717 \text{ g/L}}$$

$$= -122 \text{ L/mol}$$

#### ✚ Isoterm Freundlich

Persamaan Freundlich :

$$Q = K_f C_e^{1/n}$$

$$\log Q = 1/n \log C_e + \log K_f$$

$$Y = 2,147x + 6,747$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 2,147$$

$$n = \frac{1}{2,147 \text{ L/g}} = 0,466$$

Satuan intersept = sumbu Y = L/mol

$$\log K_f = 6,747 \text{ L/mol}$$

$$K_f = 10^{6,747} \text{ L/mol}$$

$$= 5,584 \times 10^3 \text{ L/mol}$$

Energi adsorpsi pada persamaan Freundlich

$$\Delta E \text{ adsorpsi} = -\Delta G = RT \ln K$$

Dimana : R = 8,314 J/K.mol

$$T = 302,15 \text{ }^\circ \text{K}$$

$$K = K_f = 5,584 \times 10^3 \text{ L/mol}$$

Maka

$$\Delta E \text{ adsorpsi} = RT \ln K$$

$$\Delta E \text{ adsorpsi} = 8,314 \text{ J/K.mol} \times 302,15 \text{ }^\circ \text{K} \times \ln (5,584 \times 10^3)$$

$$= 21,67 \text{ KJ/mol}$$

#### Lampiran 4

#### Perhitungan Isoterm Adsorpsi Komposit Kitosan-Bentonit

Berat kitosan-bentonit = 0,1 gram

Volume *Malachite Green* = 25 mL

No	(C <sub>0</sub> ) Konsentrasi Awal (mol/L)	(C <sub>e</sub> ) Konsentrasi setelah kontak (mol/L)	Q Kapasitas adsorpsi (mol/g)	C <sub>e</sub> /Q (g/L)	Log C <sub>e</sub>	Log Q
1	1,08 x 10 <sup>-5</sup>	1,92 x 10 <sup>-6</sup>	2,22 x 10 <sup>-6</sup>	0,86	-5,72	-5,65
2	2,16 x 10 <sup>-5</sup>	3,44 x 10 <sup>-6</sup>	4,53 x 10 <sup>-6</sup>	0,76	-5,46	-5,34
3	3,24 x 10 <sup>-5</sup>	3,45 x 10 <sup>-6</sup>	7,23 x 10 <sup>-6</sup>	0,48	-5,46	-5,15
4	4,32 x 10 <sup>-5</sup>	3,55 x 10 <sup>-6</sup>	9,89 x 10 <sup>-6</sup>	0,36	-5,45	-5,00
5	6,47 x 10 <sup>-5</sup>	4,84 x 10 <sup>-6</sup>	1,50 x 10 <sup>-5</sup>	0,32	-5,31	-4,82
6	1,08 x 10 <sup>-4</sup>	4,85 x 10 <sup>-6</sup>	2,57 x 10 <sup>-5</sup>	0,19	-5,59	-4,59
7	1,62 x 10 <sup>-4</sup>	9,82 x 10 <sup>-6</sup>	3,80 x 10 <sup>-5</sup>	0,26	-5,01	-4,42
8	2,16 x 10 <sup>-4</sup>	1,18 x 10 <sup>-5</sup>	5,09 x 10 <sup>-5</sup>	0,23	-4,93	-4,29

$$\text{Misal : } y = 0,074x + 0,004$$

$$0,136 = 0,074x + 0,004$$

$$x = 1,78 \text{ mg/L}$$

$$C_e = \frac{1,78 \text{ mg/L}}{927 \text{ gram/mol}} = 1,92 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$C_e/Q = 0,78 \text{ gram/L}$$

$$C_{\text{teradsorp}} = 1,08 \times 10^{-5} - 1,92 \times 10^{-6}$$

$$= 8,86 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$Q = \frac{8,86 \times 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,025 \text{ L}}{0,1 \text{ gram}}$$

$$= 2,22 \times 10^{-6} \text{ mol/gram}$$

#### Isoterm Langmuir

$$\text{Satuan } Q = \frac{\frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \text{L}}{\text{g}} = \text{mol/g}$$

Persamaan Langmuir

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{1}{b} C_e + \frac{1}{Kb}$$

$$Y = -4772x + 0,69$$

$$\text{Satuan slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{C_e/Q}{C_e} = \frac{\text{g/L}}{\text{mol/L}} = \text{g/mol}$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{b} = -4772 \text{ g/mol}$$

$$b = \frac{1}{4772 \text{ g/mol}} = 2,095 \times 10^{-4} \text{ mol/g}$$

$$\text{Satuan Intersep} = \text{sumbu } Y = \frac{\text{mol/L}}{\text{mol/g}} = \text{g/L}$$

$$\text{Intersep} = \frac{1}{Kb} = 0,69 \text{ g/L}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{0,69 \text{ g/L}}{1/b}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{0,69 \text{ g/L}}{4772 \text{ g/mol}}$$

$$0,69 \text{ g/L} \times K = -4772 \text{ g/mol}$$

$$K = \frac{-4772 \text{ g/mol}}{0,69 \text{ g/L}}$$

$$K = -6915,94 \text{ L/mol}$$

#### Isoterm Freundlich

Persamaan Freundlich :

$$Q = K_f C_e^{1/n}$$

$$\log Q = 1/n \log C_e + \log K_f$$

$$Y = 1,772 x + 4,275$$

$$\text{Slope} = \frac{1}{n} = 1,772$$

$$n = \frac{1}{1,772 \text{ L/g}} = 0,56 \text{ mol/gram}$$

Satuan intersept = sumbu Y = L/mol

$$\log K_f = 4,275 \text{ L/mol}$$

$$K_f = 10^{4,275} \text{ L/mol}$$

$$= 1,884 \times 10^4 \text{ L/mol}$$

Energi adsorpsi pada persamaan Freundlich

$$\Delta E \text{ adsorpsi} = -\Delta G = RT \ln K$$

Dimana : R = 8,314 J/K.mol

$$T = 302,15 \text{ }^\circ \text{K}$$

$$K = K_f = 1,884 \times 10^4 \text{ L/mol}$$

Maka

$$\Delta E \text{ adsorpsi} = RT \ln K$$

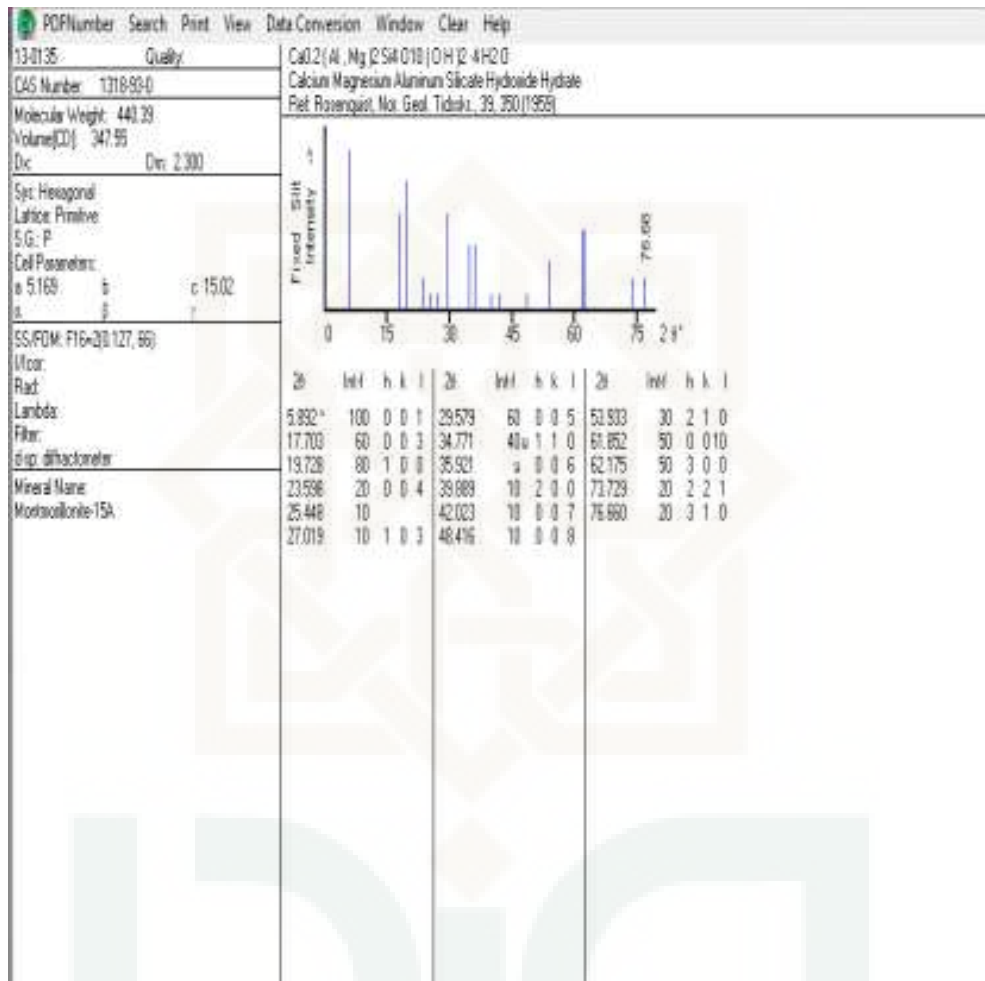
$$\Delta E \text{ adsorpsi} = 8,314 \text{ J/K.mol} \times 302,15 \text{ }^\circ \text{K} \times \ln (1,884 \times 10^4)$$

$$= 24.728,208 \text{ J/mol}$$

$$= 24,728 \text{ KJ/mol}$$



## Lampiran 5 JCPDS Bentonit



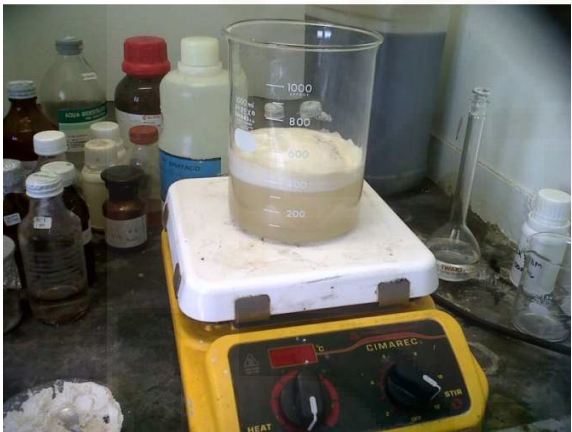
**Lampiran 6**  
**Dokumentasi Penelitian**



(a) Cangkang kulit kerang hijau



(b) Suspensi Bentonit



(c) Demineralisasi



(d) Deasetilasi



(e) Netralisasi



(f) Kitosan