

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT  
KALSIUM BENTONIT-XANTHAN GUM SEBAGAI  
PUPUK LEPAS LAMBAT Fe(III)**

Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1



Oleh:  
**Lia Anggraeni**  
**15630035**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2019**



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1987/Un.02/DST/PP.00.9/05/2019

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan Gum Sebagai Pupuk Lepas Lambat Fe(III)


yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LIA ANGGRAENI  
Nomor Induk Mahasiswa : 15630035  
Telah diujikan pada : Rabu, 15 Mei 2019  
Nilai ujian Tugas Akhir : A


dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR


Ketua Sidang

  
Irwan Nygraha, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19820329 201101 1 005

Penguji I

  
Dr. Esti Wahyu Widowati, M.Si  
NIP. 19760830 200312 2 001

Penguji II

  
Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc  
NIP. 19811111 201101 1 007

Yogyakarta, 15 Mei 2019  
UN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
DEKAN



Dr. Murtong, M.Si.  
NIP. 1969122 200003 1 001



## 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 : Lia Anggraeni  
NIM : 15630035  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan Gum sebagai Pupuk Lepas Lambat Fe(III)

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

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 3 Mei 2019  
Pembimbing

Irwan Nugraha, S.Si, M.Sc.

NIP: 19820329 201101 1 005

## NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

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 berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Lia Anggraeni  
NIM : 15630035  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan Gum  
Sebagai Pupuk Lepas Lambat Fe(III)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 29 Mei 2019  
Konsultan



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
Dr. Esti Wahyu Widowati, M. Si  
NIP: 19760830 200312 2 001

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Lia Anggraeni  
NIM : 15630035  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Sintesis Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan Gum Sebagai Pupuk Lepas Lambat Fe(III)” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta 03 Mei 2019



Lia Anggraeni  
NIM 15630035

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

*Half time-learner, half time-actor, full timer prayer and  
dreamer*

(Lia Anggraeni)

*Use your experience in your experiment to achive your  
expectation*

(Lia Anggraeni)

Khoirunnas anfa'uhum linnas

Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi  
manusia lain

(HR. Thabrani dan Daruquthni)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Karya ini aku persembahkan untuk :

Ayah dan Mamah tercinta. Kedua orang terhebat yang menyayangi, membesarkan, dan tidak pernah henti mendoakan yang terbaik

Kakak dan keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa. Semoga ilmu yang diperoleh dapat bermanfaat dan menjadi pelita penerang kehidupan didunia maupun diakhirat

Untuk Almamater,

Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga

Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan Gum Sebagai Pupuk Lepas Lambat Fe(III)” ini dapat terselesaikan dengan baik dan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terimakasih kepada semua yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terimakasih tersebut secara khusus disampaikan kepada :

1. Dr. Murtono, M. Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Susy Yunita Prabawati, S. Si., selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
3. Irwan Nugraha, S. Si., M. Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah ikhlas meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan dan memberikan motivasi.
4. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang sudah memberikan ilmu yang bermanfaat.



5. Wijayanto, S. Si., Isni Gustanti, S. Si., dan Indra Nafiyanto, S.Si., selaku laboran Laboratorium UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Ayah dan Mamah tercinta, yang tidak pernah lelah mendoakan yang terbaik. Terimakasih atas doa, dukungan dan motivasi tiada henti. Aku bersyukur menjadi anak dari orang tua terhebat seperti Ayah dan Mamah.
7. Kakak-kakak ku tercinta; Teh Acih, Teh Sumi; Teh Elin; A Nunu; dan A Willy yang selalu memberikan dukungan dan semangat tiada henti.
8. Sahabat-sahabat ku Alkena Project; Dini, Ayu, Dike, dan Yoga. Terimakasih atas dukungan, ide-ide kreatif dan canda tawa dikala menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat-sahabat ku Nike, Noviar, Nai, Dede Ifa, Zia, dan Pipit terimakasih untuk selalu menemani, memotivasi dan mendoakan dalam menjalani proses ini.
10. Seluruh tim bimbingan skripsi 2015 Bapak Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc. Hatfina, Deta, Rifda, Sita, dan Sella yang telah memberikan saran dan motivasi.
11. Teman-teman Kimia angkatan 2015 yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, sahabat seperjuangan dari sejak awal sampai akhir, terimakasih untuk tetap saling memahami.

12. Teman-teman KKN angkatan 96 kelompok 40 Dusun Plampang I Al-barbarriyah terimakasih telah memberikan motivasi kepada penulis.
13. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta 21 April 2019

Lia Anggraeni

15630035

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
NOTA DINAS KONSULTASI .....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
ABSTRAK .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	8
C. Rumusan Masalah .....	8
D. Tujuan Penelitian .....	8
E. Manfaat Penelitian .....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	10
A. Tinjauan Pustaka .....	10
B. Landasan Teori .....	14
1. Pupuk Lepas Lambat .....	14
2. Mekanisme Pelepasan Terkendali .....	16

3. Bentonit .....	17
4. Xanthan Gum.....	21
5. Unsur Fe .....	23
6. Komposit.....	27
7. Adsorpsi.....	28
8. Isoterm Adsorpsi.....	29
9. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	32
10. <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)</i> .....	35
11. Spektrofotometer UV-Vis.....	37
12. <i>X-Ray Fluorescence</i> .....	38
C. Hipotesis.....	40
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	42
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	42
B. Alat-Alat Penelitian.....	42
D. Cara Kerja Penelitian.....	43
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....	51
A. Aktivasi Ca-Bentonit.....	51
B. Karakterisasi Material Awal Ca-Bentonit Alam dan Ca-Bentonit Teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1 M.....	52
1. Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)</i> .....	52
2. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	56
3. Karakterisasi Sifat Fisika .....	60
C. Karakterisasi Material Xanthan Gum.....	65
1. Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)</i> .....	65
2. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	67

D. Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan gum.....	69
1. Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR) .....	69
2. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	74
E. Adsorpsi Fe(III) Menggunakan Metode Kurva Standar Secara Spektrofotometri.....	77
1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	77
2. Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	81
3. Penentuan kapasitas Adsorpsi Maksimum Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan gum dengan Variasi Konsentrasi Adsorbat Fe(III).....	83
4. Uji Isoterm Adsorpsi.....	88
F. Karakterisasi Komposit Kalsium Bentonit – Xanthan Gum Teradsorpsi Fe(III).....	93
1. Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR) .....	93
2. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	95
3. Karakterisasi <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	98
4. Uji Kinerja Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan Gum Teradsorpsi Fe(III) Sebagai Material Pupuk Lepas Lambat.....	102
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	109
A. Kesimpulan.....	109
B. Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA .....	111
LAMPIRAN .....	119
CURRICULUM VITAE.....	129

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kristal Montmorillonit .....	17
Gambar 2.2 Situs Asam Bronsted dan Asam Lewis pada Permukaan Bentonit .....	20
Gambar 2.3 Struktur Xanthan Gum.....	22
Gambar 2.4 Grafik Spesiasi Fe Terhadap Fungsi. ....	24
Gambar 2.5 Skema Alat XRD).....	34
Gambar 2.6 Skema Alat Spektroskopi FT-IR.....	36
Gambar 4.1 Spektra FT-IR (a) Ca-bentonit Alam dan (b) Ca-bentonit Teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1 M.....	53
Gambar 4.2 Difaktogram XRD (a) Ca-bentonit Alam dan (b) Ca-bentonit Teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1 M.....	57
Gambar 4.3 Spektra FT-IR Polimer Xanthan Gum.....	66
Gambar 4.4 Difaktogram XRD Polimer Xanthan Gum.....	68
Gambar 4.5 Spektra FT-IR (a) Ca-bentonit Teraktivasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (b) Xanthan Gum (c) Komposit .....	70
Gambar 4.6 Difaktogram XRD (a) Kalsium Bentonit Teraktivasi (b) Xanthan Gum (c) Komposit .....	75
Gambar 4.7 Kurva Panjang Gelombang Maksimum Larutan [Fe(SCN) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup> .....	80
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Konsentrasi (ppm) Vs Absorbansi (A).....	82

Gambar 4.9 Grafik Hubungan Konsentrasi Adsorbat (ppm) Vs Konsentrasi Adsorbat Teradsorpsi (ppm).....	84
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Konsentrasi Fe(III) (ppm) dengan Massa Fe(III) Teradsorpsi 0,5 gram Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan gum ( $X_m/m$ ).....	86
Gambar 4.11 Grafik Persamaan Langmuir .....	89
Gambar 4.12 Grafik Persamaan Freundlich .....	91
Gambar 4.13 Spektra FT-IR (a) Komposit (b) Komposit Teradsorpsi Fe (III) .....	94
Gambar 4.14 Difaktogram Komposit Teradsorpsi Fe(III) (a) Komposit (b) Komposit-Teradsorpsi Fe(III).....	96
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Waktu Desorpsi dengan Konsentrasi Filtrat Desorpsi pada Panjang Gelombang Maksimum 478 nm .....	103

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Harga $2\theta$ Jarak Bidang ( $d$ ) dan Jenis Mineral Ca-Bentonit Alam dan Ca-Bentonit Teraktivasi $H_2SO_4$ 1 M.....	59
Tabel 4.2 Perbandingan Sifat Fisik Ca-Bentonit Alam dan Ca-Bentonit Teraktivasi $H_2SO_4$ 1 M.....	63
Tabel 4.3 Intepretasi Spektra FT-IR Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan Gum Dibandingkan dengan Spektra FT-IR Matriks Ca-Bentonit Aktivasi.....	72
Tabel 4.4 Perbandingan $2\theta$ dan <i>Basal Spacing</i> pada Kalsium Bentonit Teraktivasi dan Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan Gum.....	75
Tabel 4.5 Data Kapasitas Adsorpsi Komposit Kalsium Bentonit – Xanthan Gum.....	83
Tabel 4.6 Harga Konstanta Langmuir dan Freundlich.....	93
Tabel 4.7 Data XRF Kandungan Unsur Mayor dan Unsur Minor Kalsium Bentonit Alam dan Komposit Kalsium Bentonit-Xanthan gum Teradsorpsi Fe (III).....	100

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data spektrofotometer UV-Vis .....	119
Lampiran 2. Data Karakterisasi Sifat Fisik.....	120
Lampiran 3. Perhitungan .....	123
Lampiran 4. Uji Kemampuan Desorpsi .....	128



## ABSTRAK

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT KALSIMUM BENTONIT-XANTHAN GUM SEBAGAI PUPUK LEPAS LAMBAT Fe(III)

Oleh :

Lia Anggraeni  
15630035

**Pembimbing**

**Irwan Nugraha, S. Si., M. Sc.**

Sintesis komposit kalsium bentonit-xanthan gum telah berhasil dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gugus fungsi, kristalinitas dan kandungan unsur mayor dan unsur minor komposit serta mengetahui kapasitas adsorpsi dan desorpsi pada komposit kalsium bentonit-xanthan gum terhadap Fe(III). Karakterisasi pada komposit kalsium bentonit-xanthan gum dilakukan menggunakan FT-IR, XRD, dan XRF. Parameter yang diteliti meliputi pengaruh konsentrasi dan pengaruh waktu kontak.

Komposit kalsium bentonit-xanthan gum disintesis melalui metode dispersi dengan waktu selama 3 jam. Karakteristik komposit kalsium bentonit-xanthan gum bilangan gelombang  $779,24\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya vibrasi Si-O-OH dan bilangan gelombang  $3425,58\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi Al-O-OH pada lapisan oktahedral. Karakterisasi XRD menunjukkan adanya kenaikan *basal spacing*  $16,56\text{ \AA}$  pada  $2\theta=5,33^\circ$  yaitu interaksi fisik antara matriks bentonit dan xanthan gum. Hasil karakterisasi menggunakan XRF menunjukkan adanya kandungan  $\text{SiO}_2$  62,82 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  15,63% dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  11,48%.

Uji kemampuan adsorpsi komposit kalsium bentonit-xanthan gum terhadap Fe(III) dilakukan selama 1 jam dengan variasi konsentrasi adsorbat 18, 21, 24, 27, dan 30 ppm. Hasil uji kemampuan adsorpsi komposit kalsium bentonit-xanthan gum diketahui adsorpsi maksimum komposit pada 27 ppm. Kesetimbangan kimia mengikuti model isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar 10,548 mg/g. Uji lepas lambat menggunakan metode desorpsi dengan pelarut akuades terhadap komposit kalsium bentonit-xanthan gum pada konsentrasi 27 ppm. Uji lepas lambat menggunakan variasi waktu 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, dan 180 menit. Hasilnya Fe(III) dapat keluar dari struktur pori-pori bentonit. Puncak waktu desorpsi Fe(III) 30 menit dengan jumlah Fe(III) yang terdesorpsi sebesar 4,64 ppm. Selanjutnya desorpsi bersifat konstan.

Kata kunci : *komposit, kalsium bentonit-Xanthan gum, Fe(III), adsorpsi, desorpsi*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pertanian dan perkebunan merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh sebagian besar penduduk di Indonesia sebagai sumber mata pencaharian mereka. Keberhasilan kegiatan pertanian dan perkebunan salah satunya diukur dari hasil panen yang didapatkan. Kegiatan pertanian maupun perkebunan tentu tidak bisa dipisahkan dari komponen yang disebut dengan pupuk, karena pupuk merupakan faktor penentu keberhasilan dalam perolehan hasil dari kegiatan pertanian. Adanya pemupukan merupakan upaya untuk mencukupi kebutuhan unsur hara bagi tanaman yang dapat meningkatkan produktivitas tanah.

Kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh keberadaan unsur hara tanah, baik unsur makro, unsur hara sekunder maupun unsur hara mikro. Unsur hara makro meliputi nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) serta karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang diambil dari udara dan air. Sedangkan unsur hara sekunder meliputi kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S). Adapun unsur mikro antara lain, besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), boron (B), molibdenum (Mo) dan khlor (Cl). Fungsi unsur hara ini tidak dapat digantikan oleh unsur lain dan apabila tidak

terdapat suatu unsur hara tanaman, maka kegiatan metabolisme ini akan terganggu atau akan berhenti sama sekali. (Sudarmi, 2013).

Unsur besi (Fe) merupakan mikronutrisi yang memiliki peranan penting bagi tanaman. Unsur Fe terlibat dalam proses fotosintesis, respirasi mitokondria, asimilasi nitrogen, biosintesis hormon, osmoproteksi, dan pertahanan terhadap patogen. Unsur Fe merupakan unsur yang jumlahnya melimpah dipermukaan bumi, namun tidak semua Fe dapat larut dalam air. Unsur Fe dalam tanah ditemukan dalam bentuk oksida (geotit, hematit, ferrihidrit) yang memiliki nilai Ksp sangat rendah  $10^{-37}$ -  $10^{-44}$  (Schwertmann, 1991).

Perhatian terhadap unsur mikro dewasa ini meningkat pesat, karena kekurangan dan kelebihan unsur mikro dalam tanaman dapat menyebabkan pertumbuhan tidak normal. Sejumlah unsur Fe yang tidak cukup bagi tanaman dapat menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil dan fungsi beberapa enzim menjadi tidak sempurna, gejala ini ditandai dengan menguningnya daun muda. Kekurangan unsur Fe pada tanaman di atasi dengan pemupukan langsung pada akar menggunakan garam  $\text{FeSO}_4$  dan penyemprotan langsung pada daun. Akan tetapi kedua metode tersebut memiliki kelemahan yaitu menyebabkan masalah lingkungan seperti pencemaran air dan penghilangan nutrisi oleh air. Unsur Fe

yang diberikan tidak terserap kedalam sistem tanaman akan terbuang ke lingkungan disebabkan karena terbawa aliran air dan penguapan. Oleh sebab itu, pemanfaatan pemupukan langsung memiliki kelarutan yang tinggi dalam air sehingga efisiensinya rendah.

Kelebihan unsur Fe pada tanaman ditandai dengan pertumbuhan kerdil tepi daun bernoda, dan sistem perakaran yang buruk. Kelebihan unsur besi disebabkan oleh penyerapan Fe yang berlebihan dari dalam tanah dan umumnya terjadi pada lahan yang tergenang. Kelebihan atau keracunan besi umumnya terjadi pada tanah sulfat masam dan tanah rawa, karena pada tanah tersebut banyak mengandung senyawa pirit ( $\text{FeS}_2$ ). Adanya oksidasi pirit merupakan penyebab utama munculnya kelebihan besi. Konsentrasi besi dalam jaringan tanaman dinyatakan normal pada kisaran 100-200 ppm. Apabila kadar besi dalam tanah berada pada konsentrasi lebih dari 300 ppm maka kondisi ini menyebabkan keracunan pada tanaman (Krik, 2004).

Proses pemupukan dalam dosis yang tepat akan lebih bermanfaat bagi tanaman, karena setiap tanaman memerlukan jumlah nutrisi yang berbeda dalam setiap tahap pertumbuhannya. Untuk meningkatkan efektivitas penggunaan unsur Fe dan mengurangi pencemaran lingkungan, maka perlu dilakukan modifikasi pupuk Fe sehingga pelepasan Fe dalam air dapat dikontrol. Salah satu

usaha untuk mengurangi kehilangan unsur Fe yaitu dengan pemerangkapan unsur Fe melalui proses adsorpsi menggunakan suatu adsorben yang berfungsi sebagai material penyimpanan. Adsorpsi bertujuan untuk menyimpan unsur Fe ke dalam struktur permukaan dan pori-pori adsorben. Kemudian dilepaskan kembali dengan pelarut secara terkendali. Artinya pupuk dapat melepaskan unsur hara secara perlahan dan terus-menerus dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan kebutuhan tanaman, peristiwa pelepasan unsur hara seperti ini disebut sebagai *slow-release fertilizer* (Utomo dkk, 2010).

Pupuk lepas lambat (*slow-release fertilizer*) adalah salah satu pilihan teknologi yang tepat untuk meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi yang ada dalam pupuk. Peneliti sudah banyak mengembangkan pupuk lepas lambat atau *slow-release fertilizer* sejak tahun 1990. Pupuk lepas lambat adalah pupuk yang menyediakan nutrisi tanaman dengan waktu penyediaan lebih lama dibandingkan pupuk konvensional karena pelepasan pupuk lepas lambat lebih bersifat terkontrol (Trenkel, 2010). Sukma dkk (2015) berhasil mensintesis komposit alginat-zeolit-Fe, pelepasan Fe(III) dari komposit dilakukan dengan merendam komposit dalam asam sitrat 0,33M.

Material yang digunakan untuk pembuatan pupuk lepas lambat salah satunya adalah lempung atau tanah liat

dengan nama dagang bentonit. Pemilihan jenis material ini karena bentonit merupakan sumber daya alam yang melimpah, namun belum optimal penggunaannya di Indonesia. Bentonit banyak digunakan sebagai adsorben, katalis, penukar ion, reagen penghilang warna dan lain-lain tergantung pada sifat-sifat spesifiknya. Bentonit sebagai adsorben memiliki struktur yang berlapis sehingga memiliki sifat yang mudah mengembang (*swelling*) didalam air yang mampu memudahkannya terjadi pertukaran ion. Bentonit memiliki struktur yang terdiri atas tiga lembar, yaitu satu lembar aluminol ( $AlO_6^{2-}$ ) berbentuk oktahedral pada bagian tengah yang diapit oleh dua buah lembar silanol ( $SiO_4^{2-}$ ) berbentuk tetrahedral. Diantara lapisan-lapisan silikat tersebut terdapat ruang antar lapisan yang berisi kation monovalen maupun bivalen yang dapat dipertukarkan, seperti  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , dan  $Mg^{2+}$  (Syuhada dkk, 2009). Hal ini memberikan kemungkinan pemanfaatan bentonit sebagai material pupuk lepas lambat mikronutrisi.

Bentonit berdasarkan tipenya dibagi menjadi dua, yaitu natrium bentonit dan kalsium bentonit. Menurut Murray (2007) natrium bentonit mempunyai daya mengembang hingga delapan kali lipat jika dimasukkan kedalam air dan akan tetap terdispersi beberapa waktu didalam air. Adapun kalsium bentonit mempunyai sifat mengembang (*swelling*) yang rendah apabila dimasukkan kedalam air. Dalam



penelitian ini digunakan kalsium bentonit, hal ini disebabkan karena kalsium bentonit memiliki kemampuan *swelling* yang rendah. Apabila menggunakan bentonit dengan tingkat *swelling* yang tinggi kemungkinan akan merusak struktur media tanaman tersebut sehingga mengurangi tingkat kesuburan tanah.

Modifikasi kalsium bentonit juga dapat dilakukan dalam rangka meningkatkan sejumlah mikronutrisi yang terikat pada bentonit. Salah satu modifikasi dapat dilakukan melalui aktivasi kimia dari material bentonit menggunakan  $H_2SO_4$ . Proses aktivasi menggunakan asam karena menghasilkan situs aktif dan keasaman permukaan yang lebih besar dibandingkan sebelum aktivasi sehingga menghasilkan bentonit dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi.

Sebagai upaya untuk meningkatkan sifat *barrier* dari kalsium bentonit teraktivasi asam yaitu dengan penambahan material polimer seperti xanthan gum. Xanthan gum merupakan polisakarida ekstraseluler yang diproduksi oleh *Xhantomonas campenstris*. Struktur kimia xanthan gum mempunyai rantai utama dengan ikatan  $\beta$  (1,4) D-glukosa, yang menyerupai selulosa. Rantai cabang terdiri dari mannose asetat, mannose, dan asam glukoranat (Sukamto, 2010). Xanthan gum memiliki karakteristik yang unik karena larut dalam air, stabil pada kondisi asam dan basa serta viskositasnya *reversible* pada suhu 10-80°C. Selain itu,

xanthan gum juga diketahui tahan terhadap degradasi enzimatik dan menunjukkan interaksi sinergis dengan hidrokoloid lainnya (Benny dkk, 2014). Xanthan gum dalam penelitian ini digunakan sebagai *binder* atau bahan pengikat. Sistem *binder* adalah pelepasan unsur hara yang disesuaikan dengan ketersediaan air dilapangan karena adanya pengikat. Adanya gugus aktif  $-\text{COOH}$  dan  $-\text{OH}$  memungkinkan terjadinya ikatan secara fisik dengan kalsium bentonit. Selain itu, pemanfaatan kalsium bentonit dan xanthan gum sebagai material pengemban didasarkan atas sifat alami keduanya yang mampu mengikat kation Fe.

Pemanfaatan kalsium bentonit dan xanthan gum dalam mengendalikan pupuk lepas lambat mikronutrisi memang belum pernah dikembangkan. Akan tetapi, keduanya memiliki potensi sebagai material pengemban Fe dan memiliki kemampuan lepas lambat Fe. Berdasarkan latar belakang tersebut maka pada penelitian ini akan dibuat komposit kalsium bentonit-xanthan gum sebagai material pengemban pupuk lepas lambat  $\text{Fe}^{3+}$ . Komposit diharapkan mampu meningkatkan jumlah adsorpsi  $\text{Fe}^{3+}$  dan memiliki kemampuan pelepasan  $\text{Fe}^{3+}$  terkendali (*controlled release*) yaitu sedikit demi sedikit sesuai dengan kebutuhan tanaman.

## B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Adsorben yang digunakan adalah tipe kalsium bentonit yang berasal dari Punung, Pacitan, Jawa Timur.
2. Mineral asam yang digunakan untuk proses aktivasi adalah  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 M.
3. Xanthan gum standar dari PT. Brataco Bandung.
4. Adsorbat yang digunakan adalah larutan  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  pada kondisi pH 2-4.
5. Karakterisasi sifat kimia digunakan instrumen, FT-IR (*Fourier transform infrared*) spektrofotometer UV-Vis, *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *X-Ray Power Diffraction* (XRD).

## C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakterisasi kimia dari komposit kalsium bentonit-xanthan gum yang meliputi gugus fungsi dan kristalinitas komposit kalsium bentonit-xanthan gum?
2. Bagaimana kinerja komposit kalsium bentonit-xanthan gum pada proses adsorpsi Fe(III) dan desorpsi Fe(III)?

## D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakterisasi kimia dari komposit kalsium bentonit-xanthan gum yang meliputi gugus fungsi dan kristalinitas komposit kalsium bentonit-xanthan gum.
2. Mengetahui kinerja komposit kalsium xanthan gum pada proses adsorpsi Fe(III) dan desorpsi Fe(III).

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

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yaitu sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan dan wawasan yang lebih terhadap aplikasi lempung jenis bentonit sebagai material adsorben.
2. Memberikam informasi tentang pemanfaatan material bentonit dan xanthan gum sebagai komposit dalam pupuk lepas lambat unsur Fe(III).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Komposit kalsium bentonit xanthan gum telah berhasil disintesis hal ini ditandai dengan gugus fungsi pada bilangan gelombang  $779,24 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya vibrasi Si-O-OH dan bilangan gelombang  $3425,58 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi Al-O-OH pada lapisan oktahedral. Adanya interaksi fisik antara kalsium bentonit dan xanthan gum ditandai dengan kenaikan jarak antar bidang kristal  $d=16,56\text{\AA}$  pada  $2\theta=5,33^\circ$ .
2. Nilai kapasitas adsorpsi maksimum komposit kalsium bentonit-xanthan gum  $10,548 \text{ mg/g}$ . Interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat adalah kemisorpsi mengikuti model isoterm Langmuir. Hasil desorpsi pada komposit kalsium bentonit-xanthan gum menunjukkan puncak desorpsi maksimum pada waktu 30 menit dengan Fe(III) yang berhasil dikeluarkan sebesar  $4,64 \text{ ppm}$ .

**B. Saran**

1. Perlu dilakukan karakterisasi luas permukaan komposit menggunakan GSA pada komposit untuk mengetahui kapasitas tukar kation dan kemampuan adsorpsi pada komposit
2. Uji lepas lambat perlu dilakukan kajian lebih jauh hal lagi ini disebabkan adsorbat yang keluar dari adsorben keluar relatif sedikit dalam waktu singkat. Dengan demikian perlu dilakukan desorpsi dengan variasi pelarut dan waktu yang lebih lama sehingga adsorbat dapat keluar secara perlahan dengan waktu yang lebih lama.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, R.A., and F. Daniel. 1987. *Physical Chemistry*, 5th ed, SI Version. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Anam, Choirul., dan Sirojudin. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji Bensin dan Spirtus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR. *Bekala Fisika*. Vol 10, No. 1. 79-85.
- Anbuselvi, S., M. Sathish K., M. Vikram., dan Padmaja. 2012. *A Comparative Study on Biosynthesis of Xanthan gum Using Three different Xhantomonas Strain Isolated From Disaseed Plant*. *Int J Pharm Bio Sci*, 3 (3); 1-6.
- Arifianto A Sigit. 2009. Penumbuhan Lapisan PbTe dengan Metode CSVT menggunakan Substrat InP. Bandung: *Central Library Institute Technology Bandung*.
- Atkins PW. 1999. *Kimia Fisika Jilid II*. Kartohadiprodjo, penerjemah; Rohhadyan Utama T, editor. Oxford University Press. Terjemahan dari: *Physical Chemistry*.
- Aviantri, Firdas., dan Maharani, Dina Kartika. 2017. Pelepasan Nitrogen Pada Pupuk Slow Release Urea Dengan Menggunakan Matriks Kitosan-Bentonit. *UNESA Journal of Chemistry* Vol. 6, No. 1.
- Bath. D. S., 2012. Penggunaan Tanah Bentonit sebagai Adsorben Logam Cu, *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. No.1
- Benny, I. S., Gunasekar, V., dan Ponnusami, V. 2014. *Review on Application of Xanthan gum in Drug Delivery*. 6(4), 1322-1326.
- Burton, A. W. (auth), Chester, A. W., dan Derouane, E. G. (eds). *Zeolite Characterization and Catalyst*. Springer Bussines Media B. V., USA.
- Celik, H., Asik, B. B., Gurel, S. And Katkat, A.V. 2010. *Effect Of Pottasium And Iron On Macro Element Uptake Of Maize*. *Zemdirbyste Agriculture* 97, 11-22. Effendy. 2007. *Kimia Koordinasi Jilid 1*. Malang : Banyumedia Publishing

- Franck Millero. 2001. *Speciation of Metals in Natural Waters*. Journal Geochemistry. The Royal Society of Chemistry.
- Gultom, Erika Mulyana., dan Lubis, M. Turmuzi. 2014. Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator  $H_3PO_4$  Untuk Penyerapan Logam Berat Cd dan Pb. Jurnal teknik Kimia USU. Vol. 30, No. 1.
- Hansch, R., and Mendel, R.R. 2009. *Physiological Functions of Mineral Micronutrients* (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). J.Pbi. 12. 259-266.
- Hesty, W. 2013. Penggunaan Bahan Adsoben dan Pengikat pada Proses Pemurnian Minyak Kayu Putih (*Malaleuca leucadendron* LINN) Kabupaten Buru. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor. Hal 12.
- Hidayat, Muhammad Taufik., dan Nugraha, Irwan. 2018. Kajian Kinerja Ca-Bentonit Kabupaten Pacitan-Jawa Timur Teraktivasi Asam Sulfat Sebagai Material Lepas Lambat (*Slow Release Material*) Pupuk Organik Urin Sapi. Indonesian Journal of Chemistry. Vol. 1, No. 1, hal. 27-37.
- Jantzen, G. M., dan Robinson, J. R. 1996. In *Modern Pharmaceutics*, 3<sup>rd</sup>. Banker, G. S., Rhodes, C. T., Eds. New York : Marcel Dekker.
- Kedar, Jyoti Ashok., dan Bholay. A. D. 2014. *Ecofriendly and Biosynthesis of Xanthan Gum By Xanthomonas campestris*. *Wrld Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*. Volume 3, No. 7. Hal 1341-1355.
- Khasanah, E. N., 2009. Adsorpsi Logam Berat. *Osenana*, 34 (4), 1-7.
- Khopkar SM. 2010. Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta: UI Press.
- Koestriari, T., 2014. Karakter Bentonit Terpillar Logam Alumunium pada Variasi Suhu Kalsinasi. Jurnal Ilmiah Kimia Molekul. Vol. 9, No. 2.



- Krik, G. J. D . 2004. *The Biogeo Chemistry of Submerged Soils*. Jhon Wiley & Sons, Ltd., Chinchester. p 215.
- Kumar Amit Singh, Dubey Vivek, A. V. 2012. *Role of Natural Polymers Used In Floating Drug Delivery System*. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation I* (June), 11-95.
- Leiwakabessy F. M., U. M. Wahjudin, dan Suwarno. 2003. *Bahan Kuliah Kesuburan Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Lindsay, W. L. 1979. *Chemical Equilibria in Soil*. New York: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Linhard, R. J. 1989. *Biodegradable Polymers for Controlled Release of Drug in P. Roshoff (ed). Controlled Release of drugs*. *Polymers and Aggregate Systems*. Vol. 165 (3): 211-215.
- Mahmudha, Siti., dan Nugraha, Irwan. 2016. Pengaruh Penggunaan Bentonit Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Terhadap Peningkatan Kandungan Senyawa Isopulgenol Pada Minyak Sereh Wangi Kabupatrn Gayo Lues Aceh. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Mehraban, P., Zadeh, A.A. dan Sideghipour, H.R. 2008. *Iron toxicity in rice (Oryza sativa L) Under Different Potassium Nutrition*. *Asian Journal of Plant Science*. No. 7., hal 251-259.
- Mirik, M., Ahmed, S., D., Tuncay, G., dan Muhammed, A. (2011). *Xanthan gum Production Under Different Operational Conditions by Xhantomonas axonopodis pv vesicatoria Isolated from Pepper Plant*. *Food Sci Bioethanol*, 20 (5); 1243-1247.
- Motlagh, M. M. K., Youzbashi, A. A., Rigi, Z. M. 2011. *Effect Ofacid Activation on Structurland Bleaching Properties Ofbentonite*. *Iranian of Journal Materials Science and Engineering*. 4, 8, 50-56.
- Mudoi P., Bharali P, & Komwa B.K. 2013. *Study on The Effect of pH, Temperature and Aeration on the Celullar Growth and Xhantan Production by*

- Xhantomonas Campestris Using Wate Residual Molasses. Bioprocess and Biotechnique.* 3(2): 1-6.
- Munasir dkk, 2012. Uji XRD dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas ( $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ ). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya.* Vol 2 No.1.
- Munir, Moch. 1996. *Geologi dan Minearlogi.* Jakarta: PT Dunia Pustaka Jaya.
- Murray, Haydn H. 2007. *Applied Clay Mineralogy.* Amsterdam, The Netherlands Press.
- Musnamar, Effi Ismawati, 2003. *Pupuk Organik Padat, Pembuatan dan Aplikasi.* Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nafsiyah, Nurhyatu., Shofiyani, A., dan Syahbanu, Intan. 2017. Studi Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Fe(III) pada Bentonit Teraktivasi Asam Sulfat. *JKK Tahun 2017.* Vol 6 (1), hal. 57-63.
- Ningwulan, M. P. S., 2012. Pembuatan Biokomposit Edible Film dari Gelatin/Bacterial (BCMC): Variasi Konsentrasi Matriks, Filler dan Waktu Sonikasi. *Skripsi.* Jurusan Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Noto darmoho, S., 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah.* ITB Press. Bandung.
- Nugraha, I., dan Somantri, Andri. 2012. Karakterisasi bentonit Alam Indonesia Hasil Pemurnian Dengan Menggunakan Spektroskopi IR, XRD dan SSA. *Prosiding Seminar Nasional Kimia: Kimia dan Kimia Pendidikan dalam Rangka Mencapai kemandirian Bangsa.* Yogyakarta (ID): 441-448
- Oktaviani, Evi. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Organoclay Terinterkalasi Surfaktan Kationik ODTMABr dan Aplikasinya sebagai Adsorben Fenol. *Skripsi.* Kimia FMIPA. Universitas Indonesia,
- Oscik, J. 1982. *Adsorption.* John Willey & Sons, Inc. New York.
- Panda, R. D. 2012. "Modifikasi Bentonit Terpilair Al Dengan Kitosan Untuk Adsorpsi Logam Berat. *Skripsi.* Depok : Universitas Indonesia.

- Purwaningsih, Eka., Supartono., Harjono. 2012. Reaksi Transesterifikasi Minyak Kelapa dengan Metanol Menggunakan Katalis Bentonit. *Indonesian Journal of Chemical Science*.
- Rochelle., Cornell., dan Schwertmann. 2003. *The Iron Oxides : Structures, Properties, Reactions, Occurrences and Uses*. Wiley-VCH.
- Roslam, S., dan R., England. 2005. *Review of Xanthan gum Production From Unmodified Strachosby Xantomonas campestris sp. Enzym and Microbial Technology*.
- S. W., Webb, D.A. Stanley., B.J. Scheiner.,1986.*An Infrared Examination of Ion Exchanged Montmorillonite, Treated with Polyethylene Oxide*. Report Investigation 9038. Bureau of Mines.
- Sahan, dkk., 2012. Penentuan Daya Jerap Bentonit dan Kesetimbangan Adsorpsi Bentonit Terhadap Ion Cu (II). *Teknik Kimia USU Vol.1*.
- Sahri, Y. 2014. Studi Adsorpsi Ion Merkuri dan Tembaga Menggunakan Abu Basar Termodifikasi Ditizon. *Tesis*. FMIPA UGM: Yogyakarta.
- Saikia, N.J., D.J. Bharali, P. Sengputa, D. Bordoloi, R.L. Goswame., P.C. Saikia, & P.C. Borthakur. 2003. Characterization, Benefication and Utilization of a Kaolint Clay from Assam. India. *App. clay Sci*. 24:93-103.
- Saputri, Widya T.S., dan Nugraha, Irwan. 2017. Pengaruh Penambahan Montmorillonit terhadap Interaksi Fisik dan Laju Transmisi Uap Air Komposit Edible Film Xanthan gum-Montmorillonit. *Jurnal Kimia Valensi No. 3 (2)*. Halaman 142-151.
- Sari, Novita Chandra., dan Nugraha, Irwan. 2017. *Study Of Batik Treatment Using PAC (Poly Aluminum Chloride) as Coagulant and Organoclay (Montmorillonit-Polydadmac) as Flocculant to Reduce Total Suspended Solid (TSS) and Total Dissolved Solid (TDS)*. *Prociding Internat Confrence Science Engineering No (1)*. 125-130.

- Sastrohamidjojo, H., 1985. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty
- Schwertmann, U. 1991. *Solubility and Dissolution of Iron Oxides. Plant Soil*. 130, 1-25.
- Sidarta, Yuan., 2016. Adsorpsi dan Desorpsi Logam Cu(II) Menggunakan Zeolit hasil Sintesis Dari Abu Dasar Batu Bara Termodifikasi Ditizon. *Skripsi*. Prodi Kimia. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Sintia, I.N., suarya, P. & Santi. S.R. 2015. Adsorpsi Ion Fosfat oleh Lempung Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Kimia*. 9(2): 217-225.
- Skog, D.A., 1981. *Fundamental of Analytical Chemistry*, 7th Edition. New York: Saunders College Publishing.
- Smallman, R. E. & Bishop, R. J. 1999. *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering Science, process, applications Sixth Edition*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Suarya, P. 2012. Karakterisasi Adsorben Komposit Alumina Oksida pada Lempung Teraktivasi Asam. *Jurnal Kimia* 6 (1): 93-100. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Sudarmi. 2013. Pentingnya Unsur Hara Mikro Bagi Pertumbuhan Tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo. *Journal Widyatama No.2 Volume 22*.
- Sukanto. 2010. Perbaikan Tekstur dan Sifat Organoleptik Roti yang Dibuat dari Bahan Baku Tepung Jagung Dimodifikasi Oleh Gum Xanthan. *Agrika* 4(1): 54-59.
- Sukma, Silvia N., Aryyanto, Y., dan Sutarno. 2016. *Characterization and Study of Iron(III)-Released From Alginate/Zeolite/Fe Composite*. Departemen Kimia. Universitas Gajah Mada. *Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*.
- Syafi'i, Imam. 2016. Sintesis Komposit Montmorillonit-TiO<sub>2</sub> Dengan Variasi Suhu Kalsinasi dan Aplikasinya untuk Pengolahan Zat Warna *Remazol Red*. *Skripsi*. Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta.

- Syuhada, Rahmat W, Jayatin, Saeful R. 2009. Modifikasi Bentonit (*Clay*) Menjadi *Organoclay* dengan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. Vol. 2:1.
- Taftazani, A. 2013. *Kimia Instrumen Analisis 2*. Yogyakarta: Batan
- Tisdale, S. L., and W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizer. 4th ed.* New York. The Macmillan Co., 367 p.
- Trankel, M.E. 2010. *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture*. International Fertilizer Industry Association. Paris.
- Ulfah, Fajriyah., dan Nugraha, Irwan. 2014. Pengaruh Penambahan Montmorillonit Terhadap Sifat Mekanik Komposit Film Karagenan-Montmorillonit. *Jurnal Ilmiah Molekul*, 9(2), pp. 154-165.
- Umaniyah, Lilik., Murwani, Irmania., dan Prasetyoko, Didik. 2010. Peningkatan Kualitas Kayu Intsia bijuga Dengan Adsorpsi Senyawa Kompleks Fe-SCN. *Prosiding Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Utomo, M. Pranjonto, Endang Widjajanti, Kun Sri budiasih. 2014. Adsorpsi Nitrogen dari Urin dengan Zeolit. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Velu, Selvi., Velayutham, Vijaygopal., dan Manickkam. S., 2014 *Optimization of Fermentation Media for Xanthan gum Production From Xanthomonas campestris using Response Surface methodology and Artificial Neural Network technisques*. *Indian Journal Chemistry Technology*. Vol. 23., No. 353-361.
- Wardani, F. 2013. Pengaruh Waktu Lama Refluks Terhadap Hasil Sintesis Zeolit Dari Bahan Abu Dasar Batubara Dengan Metode Hidrotermal. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Wendestri, Faizah, H., dan Noviar H. 2016. Penambahan Beberapa Konsentrasi Xanthan gum Terhadap Mutu

- Saus Tomat (*Salmun lycopersicum linn*). Jom Faperta, 3 (1).
- Yamamoto, Cintia F., dkk. 2015. *Slow Release Fertilizers Based on Urea/Urea Formaldehyde Polymer Nanocomposit*. Chemical Engineering journal 390-397.
- Zakaria, 2003. Analisis Kandungan Mineral Magnetik pada Batuan Beku dari Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Metode X-Ray Difrraction. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Haluleo.

