KAJIAN ADSORPSI ZAT PENGATUR TUMBUH *NAPHTHALENE ACETIC ACID* (NAA) TERHADAP BENTONIT ALAM

Skripsi

Untuk memenuhi sebagai persyaratan

mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Kimia

Oleh :

Nura Lailatussoimah

09630023

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

2014

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga **FM-UINSK-BM-05-07/R0**

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/381/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul	:	Kajian Adsorpsi Zat Pengatur Tumbuh *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) dengan Menggunakan Bentonit Alam
Yang dipersiapkan dan disusun oleh	:	
Nama	:	Nura Lailatussoimah
NIM	:	09630023
Telah dimunaqasyahkan pada	:	22 Januari 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, 6 Februari 2014
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan

KEMENTERIAN AGAMA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

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

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 : Nura Lailatussoimah

NIM : 09630023

Judul skripsi : Kajian Studi Adsorpsi Zat Pengatur Tumbuh *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) Dengan Menggunakan Bentonit Alam

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 Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami menyampaikan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 20 November 2013

Pembimbing I	Pembimbing II
Pedy Artsanti, S.Si., M.Sc.	Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc.
NIP. 197700630 200 604 2 001	NIP. 19820329 201 101 1 005

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : NOTA DINAS KONSULTASI 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	: Nura Lailatussoimah
NIM	: 09630023
Judul Skripsi	: Kajian Adsorpsi Zat Pengatur Tumbuh *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) dengan Menggunakan Bentonit Alam

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 Februari 2014
Konsultan

Irwan Nugraha, M.Sc.
NIP. 19820329 201 101 1 005

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : NOTA DINAS KONSULTASI 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	: Nura Lailatussoimah
NIM	: 09630023
Judul Skripsi	: Kajian Adsorpsi Zat Pengatur Tumbuh *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) dengan Menggunakan Bentonit Alam

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 Februari 2014
Konsultan

Endaruji Sedyadi, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah :

Nama	:	Nura Lailatussoimah
NIM	:	09630023
Program Studi	:	Kimia
Fakultas	:	Sains dan Teknologi

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

"Kajian Adsorpsi Zat Pengatur Tumbuh *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) Dengan Menggunakan Bentonit Alam"

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 Februari 2014

Penulis

Nura Lailatussoimah

NIM. 09630023

MOTTO

Berangkatlah, baik merasa ringan atau berat, dan berjihadlah dengan harta dan jiwamu "infiruu khifaafaw-watsiqoolaw-wajaahiduu bi amwaalikum wa anfusikum fii sabiilillaah.."

(QS. At-Taubah: 41)

Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah untuk tenang dan sabar (Khalifah 'Umar), karena Ketahuilah bahwa sabar, jika dipandang dalam permasalahan seseorang adalah ibarat kepala dari suatu tubuh. Jika kepalanya hilang maka keseluruhan tubuh itu akan membusuk. Sama halnya, jika kesabaran hilang, maka seluruh permasalahan akan rusak (Khalifah 'Ali)

Pekerjaan besar tidak dihasilkan dari kekuatan, melainkan dari ketekunan, kesabaran dan keikhlasan (Nura Lailatussoimah)

PERSEMBAHAN

Hari takkan indah tanpa mentari dan rembulan, begitu juga hidup takkan indah tanpa tujuan, harapan serta tantangan. Meski terasa berat, namun manisnya hidup justru akan terasa, apabila semuanya terlalui dengan baik, meski harus memerlukan pengorbanan.

Dari semua telah Kau tetapkan hidupku dalam tangan-Mu
Dalam takdir-Mu
Rencana indah yang telah Kau siapkan
Bagi masa depanku yang penuh harapan
Harapan kesuksesan terpangku di pundak
Sebagai janji kepada mereka…
IBU dan BAPAK

Untuk yang pertama Ku persembahakan Skripsi ini kepada Orang Tua Ku yaitu Ibu tercinta. Sosok yang pertama dari tujuan hidupku yang selalu membangkitkan dalam keterpurukan ku. Terimakasih ya Tuhan yang memberikan malaikat-Mu kepada Ku. Sungguh-sunguh terimakasih sujud atas semua yang telah diberikan.

"Never you say give up, do what you can do. everything must have its course. Opportunity only comes once. You must be able to achieve what you want.
Life is a process that must be passed, and how we are going to pass in this process that will be called a success".

Bagi teman-teman yang belum menyelesaikan semoga cepat menyusul. Semoga kita adalah orang yang sukses nantinya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas kasih sayang, rahmat, serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul **"KAJIAN STUDI ADSORPSI ZAT PENGATUR TUMBUH *NAPHTHALENE ACETIC ACID* (NAA) TERHADAP BENTONIT ALAM",** sebagai persyaratan kelulusan tingkat sarjana strata satu program studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Salawat dan salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada junjungan kita, Nabi Agung Muhammmad SAW yang telah menuntun manusia menuju jalan kehidupan yang lebih baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan doa restu dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan dan mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Drs H. Akh. Minhaji, MA, Ph. D. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech. selaku Ketua Progam Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri sunan kalijaga Yogyakarta.
3. Pedy Artsanti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi semangat dan motivasi bagi penulis untuk terus belajar.
4. Irwan Nugraha M.Sc., selaku Dosen Penguji I yang telah memberi arahan dan nasehat bagi penulis untuk terus belajar.
5. Endaruji Sedyadi, M.Sc., selaku Dosen Penguji II yang penuh kesabaran dan keikhlasan membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

6. Orang tua penulis yang senantiasa mencurahkan doa, kasih sayang dan semangat yang tidak ternilai besarnya.
7. Seluruh Dosen Progam studi kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberi Penulis banyak bimbingan selama ini.
8. Wijayanto, S. Si., Bapak Indra Nafiyanto, S. Si., serta Ibu Isni Gustanti, S. Si., selaku laboran Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu membantu dan berbagi pengetahuan serta pengarahan selama melakukan penelitian.
9. Dhimas Nirwana Yudha yang selalu menemani dan membantu, Wiqo, Wafi, Wahyu, Uut, Naila, Ula, lala, Dika, Mbak Devi, Mas Rifai, Mas Ryan, Mas Nuryanto yang selalu meluangkan waktu untuk diskusi selama ini.
10. Tak lupa teman-teman progam studi kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, khususnya angkatan 2009, beberapa adik dan kakaks kelas yang selalu mendukung dan berbagi tawa serta duka.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mohon maaf sebesar-besarnya apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat kesalahan. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 20 November 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL …….i

HALAMAN PERSETUJUAN …….ii

HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN ……..iii

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN …… v

HALAMAN PENGESAHAN …….. vi

HALAMAN MOTTO …….. vii

HALAMAN PERSEMBAHAN ……..viii

KATA PENGANTAR …….. ix

DAFTAR ISI …….. xi

DAFTAR GAMBAR ……xiv

DAFTAR TABEL …….xv

DAFTAR LAMPIRAN …… xvi

ABSTRAK …….xvii

BAB I PENDAHULUAN ……..1

A. Latar Belakang Masalah ……1

B. Perumusan Masalah ……5

C. Tujuan Penelitian …….…….5

D. Manfaat Penelitian ……..6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA …… 7

A. Kajian Pustaka …….. 7

B. Dasar Teori …….. 10

1. Bentonit …….. 10

2. Zat Pengatur Tumbuh ……15

3. Auksin ……16

4. Adsorpsi …….18

5. Isoterm adsorpsi ……..21

6. Spektrofometer Ultra Violet (UV) ……..24

7. *X-Ray Diffraction* (XRD) ……..27

8. *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) ……..29

BAB III METODE ……33

A. Waktu dan Tempat Penelitaan …….33

B. Alat dan Bahan ……33

C. Prosedur Penelitian …….34

1. Penyiapan Sampel …….34

2. Pemurnian Sampel ……..34

3. Pembuatan Larutan Stok NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) …….35

4. Karakterisasi NAA ……..35

5. Pembuatan Kurva Kalibrasi NAA ……..36

6. Optimasi Adsorpsi NAA dengan Bentonit …….36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN …….38

A. Preparasi dan Pemurnian Bentonit ……38

B. Karakterisasi Bentonit ……39

1. Karakterisasi bentonit dengan Spektrofotometer Inframerah …….39

2. Karakterisasi bentonit Difraksi Sinar-X ……..43

C. Karakterisasi NAA ……..46

1. Karakterisasi NAA dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis …...46

2. Karakterisasi NAA dengan Menggunakan Spektrofotometer Inframerah ..47

D. Pembuatan Kurva Standar NAA …….48

E. Variasi Massa Bentonit ……49

F. Penentuan Waktu Kontak Adsorpsi Bentonit Dengan NAA ……51

G. Penentuan Kapasitas dan Isoterm Adsorpsi Bentonit dengan NAA …….53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 61

A. Kesimpulan ……61

B. Saran ……62

DAFTAR PUSTAKA …….63

LAMPIRAN ……..68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Kristal bentonit ……..……..……...11

Gambar 2.2 Naphthalene Acetic Acid ……..……17

Gambar 2.3 Difraksi Sinar-X ……..…….28

Gambar 4.1 Spektra FTIR Bentonit Alam Sebelum Pemurnian dan Bentonit Setelah Pemurnian ……..……40

Gambar 4.2 Difraktogram X-Ray Diffraction (XRD) Bentonit Alam Sebelum Pemurnian dan Bentonit Alam Setelah Pemurnian ……..……..43

Gambar 4.3 Panjang Gelombang Maksimum NAA ……..……..46

Gambar 4.4 Spektra FTIR NAA ……..47

Gambar 4.5 Kurva Standar NAA Pada Panjang Gelombang 281 nm ……..……49

Gambar 4.6 Hubungan Antara Konsentrasi NAA yang Teradsorp dengan Massa Adsorben ……..……...50

Gambar 4.7 Hubungan Antara NAA yang Teradsorp dengan Waktu ……....53

Gambar 4.8 Hubungan Antara % Efisiensi Adsorpsi NAA dengan Konsentrasi NAA…54

Gambar 4.9 Hubungan Antara NAA teradsorp dengan Konsentrasi NAA …….54

Gambar 4.10 Grafik Isoterm Langmuir Bentonit dengan NAA ……56

Gambar 4.11 Grafik Isoterm Freundlich Bentonit dengan NAA ……..56

Gambar 4.12 Difraktogram X-Ray Diffraction (XRD) Bentonit Alam Setelah Adsorpsi NAA ……...……..……..58

Gambar 4.13 Spektra FTIR Bentonit yang telah Dikontakkan dengan NAA ….……59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Puncak Serapan FTIR Bentonit Alam Sebelum Pemurnian dan Bentonit Alam Setelah Pemurnian ……42

Tabel 4.2 Perbandingan Harga 2Ɵ dan Jarak Antar Bidang (d) antara Bentonit Sebelum dan Setelah Pemurnian ……45

Tabel 4.3 Puncak Serapan FTIR NAA ……..48

Tabel 4.4 Kapasitas Adsorpsi Pada Variasi Waktu Kontak ……53

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich pada NAA Dengan Bentonit ……57

Tabel 4.6 Harga 2Ɵ dan Jarak Antar Bidang (d) Bentonit Alam Setelah Pemurnian dan Bentonit Alam Setelah Adsorpsi NAA ……59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data penentuan panjang gelombang maksimum NAA ……..68

Lampiran 2. Data kurva Standar NAA ……69

Lampiran 3. JCPDS Montmorillonit……69

Lampiran 4. JCPDS Kuarsa …….70

Lampiran 5. Difraktogram Sinar X-ray Bentonit Alam Sebelum Pemurnian ……71

Lampiran 6. Difraktogram Sinar X-ray Bentonit Alam Setelah Pemurnian ……...72

Lampiran 7. Difraktogram Sinar X-ray Bentonit Setelah Adsorpsi NAA ……..73

Lampiran 8. Gambar spektra FTIR Bentonit Alam Sebelum Pemurnian……75

Lampiran 9. Gambar spektra FTIR Bentonit Alam Setelah Pemurnian …….76

Lampiran 10. Gambar spektra FTIR NAA ……77

Lampiran 11. Gambar spektra FTIR Bentonit Alam Setelah Adsorpsi NAA ……...78

Lampiran 12. Perhitungan konversi satuan ……...79

Lampiran 13. Perhitungan Isoterm adsorpsi bentonit ……79

ABSTRAK

Kajian studi adsorpsi zat pengatur tumbuh *naphthalene acetic acid* (NAA) dengan menggunakan bentonit alam telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk pempelajari proses pemurnian bentonit, mengetahui parameter yang mempengaruhi kemampuan optimum adsorpsi dan interaksi adsorpsi bentonit terhadap NAA.

Proses pemurnian bentonit dilakukan dengan menambahkan H_2O_2 30% untuk mengoksidasi senyawa organik pada pori-pori bentonit. Parameter adsorpsi yang dipelajari dalam penelitian ini meliputi pengaruh massa adsorben, waktu kontak dan kapasitas adsorpsi dari bentonit alam terhadap NAA. Karakteristik yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometri Inframerah (FTIR) dan Difraksi Sinar-X (XRD). Kapasitas adsorpsi bentonit ditentukan dengan menggunakan model isoterm Langmuir dan model isoterm Freundlich.

Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak massa adsorben pada proses adsorpsi, maka jumlah NAA yang teradsorp semakin banyak. Waktu kontak optimum antara NAA dengan bentonit alam adalah 4 jam pada kondisi pH 4,5 dengan kapasitas adsorpsi $1{,}502 \times 10^{-6}$ mol/g. Kapasitas adsorpsi optimum bentonit terhadap NAA sebesar $1{,}712 \times 10^{-6}$ mol/g. Isoterm adsorpsi NAA dengan bentonit alam termasuk dalam isoterm adsorpsi Freundlich yang mengasumsikan terjadinya ikatan Van der Waals sehingga interaksi antara NAA dengan bentonit bersifat fisik dan heterogen pada permukaan *multilayer*.

Kata kunci : adsorpsi, Zat Pengatur Tumbuh, *Naphthalene Acetic Acid* (NAA), Bentonit

ABSTRAK

KAJIAN ADSORPSI ZAT PENGATUR TUMBUH *NAPHTHALENE ACETIC ACID* (NAA) TERHADAP BENTONIT ALAM

Oleh:

Nura Lailatussoimah

09630023

Pembimbing:

Pedy Artsanti, M. Sc

Irwan Nugraha, M. Sc

Kajian studi adsorpsi zat pengatur tumbuh *naphthalene acetic acid* (NAA) dengan menggunakan bentonit alam telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk pempelajari proses pemurnian bentonit, mengetahui parameter yang mempengaruhi kemampuan optimum adsorpsi dan interaksi adsorpsi bentonit terhadap NAA.

Proses pemurnian bentonit dilakukan dengan menambahkan H_2O_2 30% untuk mengoksidasi senyawa organik pada pori-pori bentonit. Parameter adsorpsi yang dipelajari dalam penelitian ini meliputi pengaruh massa adsorben, waktu kontak dan kapasitas adsorpsi dari bentonit alam terhadap NAA. Karakteristik yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometri Inframerah (FTIR) dan Difraksi Sinar-X (XRD). Kapasitas adsorpsi bentonit ditentukan dengan menggunakan model isoterm Langmuir dan model isoterm Freundlich.

Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak massa adsorben pada proses adsorpsi, maka jumlah NAA yang teradsorp semakin banyak. Waktu kontak optimum antara NAA dengan bentonit alam adalah 4 jam pada kondisi massa bentonit sebanyak 0,5 gram, pH 4,5 dan suhu ruang ($\pm 29^0$C) dengan kapasitas adsorpsi $1{,}502 \times 10^{-6}$ mol/g. Kapasitas adsorpsi optimum bentonit terhadap NAA sebesar $1{,}712 \times 10^{-6}$ mol/g. Isoterm adsorpsi NAA dengan bentonit alam termasuk dalam isoterm adsorpsi Freundlich yang mengasumsikan terjadinya ikatan Van der Waals sehingga interaksi antara NAA dengan bentonit bersifat fisik dan heterogen pada permukaan *multilayer*.

Kata kunci : Adsorpsi, Zat Pengatur Tumbuh, *Naphthalene Acetic Acid* (NAA), Bentonit

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian penduduknya memiliki mata pencaharian sebagai petani. Peningkatan hasil pertanian memerlukan berbagai sarana yang mendukung agar dapat mencapai hasil yang memuaskan. Tujujan peningkatan hasil pertanian yang paling utama adalah untuk mencukupi kebutuhan nasional dalam bidang pangan. Peningkatan hasil pertanian memerlukan sarana-sarana pendukung seperti alat-alat pertanian, pupuk, pestisida, dan hormon pertumbuhan yang biasa disebut zat pengatur tumbuh (ZPT).

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik bukan hara yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisologis tumbuhan, tetapi dalam jumlah yang sangat besar dapat menyebabkan kematian pada tumbuhan (Abidin, 1993).

Berbagai jenis zat pengatur tumbuh banyak digunakan oleh petani sayuran, petani tanaman pangan, petani holtikultura buah-buahan, dan petani tanaman hias. Pemanfaatan lainnya adalah mempercepat pertumbuhan, menambah hasil produksi, menjaga kondisi tanaman agar stabil dengan periode pengendalian yang lebih panjang, mudah dan praktis cara penggunaanya, mudah diproduksi secara besar-besaran serta mudah diangkut dan disimpan.

Pertumbuhan akar tanaman juga dapat dipacu dengan hormon pengakaran, yaitu auksin. Hormon pengakaran berguna untuk meningkatkan persentase

pengakaran, mempercepat inisiasi pengakaran, meningkatkan jumlah dan kualitas dari akar, dan mendorong pengakaran yang seragam (Macdonald, 2002). *Indole-3-acetic acid* (IAA) merupakan satu-satunya auksin alami dan aktif yang ditemukan pada tanaman saat ini (Arteca, 2006).

Menurut Hendaryono dan Wijayani (1994) IAA dapat mengalami degradasi yang disebabkan adanya cahaya atau enzim oksidatif. Oleh karena sifatnya yang tidak stabil, maka IAA jarang digunakan dan hanya merupakan hormon alami yang ada pada jaringan tanaman yang digunakan sebagai pemicu perpanjangan akar. Pada tahun 2006, Arteca menambahkan bahwa IBA (*Indole-3-Butyric Acid*) dan NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) merupakan dua macam auksin sintetik yang paling sering digunakan untuk pembentukan akar adventif.

Dalam hal ini NAA memiliki manfaat yang cukup unggul, karena NAA tidak mudah terurai oleh enzim yang dikeluarkan oleh sel dan tahan terhadap pemanasan pada proses sterilisasi. Saat ini pada kenyataannya di dunia pertanian, ZPT yang biasa digunakan untuk tambahan tanaman masih dalam bentuk cairan. Bentuk cairan kurang efektif karena untuk memperoleh hasil yang maksimal memerlukan proses yang berulang-ulang. ZPT dalam bentuk cair mudah hilang akibat penyiraman maupun air hujan. Oleh karena itu diperlukan mineral-mineral yang mampu menahan ZPT di dalam tanah agar dapat terserap maksimal dan sesuai kebutuhan tumbuhan tersebut.

Saat ini sudah mulai berkembang pemanfaatan material alam sebagai material pembawa dengan teknik imobilisasi dan adsorpsi dalam bidang pertanian untuk meningkatkan efektifitas pemakaian beberapa jenis mikroorganisme

pengikat nitrogen (Slabova dan Nikitin, 2005) dan juga zat pengatur tumbuh (ZPT) *tricontanol* dan *brasinoeteroides* (Sanchez, 2006) dalam peranannya sebagai pupuk biologi (*biofertilizer*) untuk tanaman sebagai alternative pengganti pupuk kimia sehingga lebih ekonomis dan ramah lingkungan (Joshi *et al*., 2007).

Pemanfaatan material pembawa yang akan dipergunakan sebagai matriks pengimobilisasi mempunyai beberapa persyaratan antara lain mempunyai kekuatan mekanik cukup tinggi, resisten terhadap mikroba, stabil terhadap temperatur, mempunyai stabilitas kimia tinggi, murah, mudah diperoleh, fungsional serta mempunyai kapasitas adsorpi cukup tinggi (Kilara, 1981 *cit*. Sunardi, 2009). Proses imobilisasi senyawa dapat dilakukan melalui empat metode, yaitu adsorpsi senyawa dengan material pembawa, penjebakan senyawa dalam matriks gel tak larut termasuk makrokapsul, pengikatan senyawa pada misel kering serta pertukaran ion antara senyawa dan material pembawa (Malcata *et al*., 1990). Imobilisasi melalui metode adsorpsi fisika sampai saat ini merupakan metode yang paling murah. Dalam metode ini, gaya interaksi yang terjadi antara material pembawa dan senyawa dapat merupakan ikatan hidrogen, gaya Van Der Waals serta interaksi hidrifobik (Burn, 1986)

Pada teknik adsorpsi, material pembawa yang biasa digunakan sebagai adsorben diantaranya adalah arang aktif, *bottom ash*, zeolite, maupun mineral lempung. Mineral lempung umumnya ditemukan dalam beberapa kelompok besar, seperti kaolinit, mika, montmorilonit (bentonit), klorit, illit dan vermikulit (Kim H. Tan, 1982). Di alam, mineral montmorilonit ditemukan dalam tanah bentonit. Montmorilonit kualitas komersial sering juga dinamakan bentonit. Tanah bentonit

mengandung kurang lebih 85% montmorilonit, dengan ciri-ciri antara lain: jika diraba licin, lunak, memiliki kilap lilin, berwarna pucat dengan penampakkan putih, hijau muda, kelabu, atau merah muda bila dalam keadaan segar dan jika telah lapuk berwarna coklat kehitaman (Riyanto, 1994).

Kelompok montmorilonit paling banyak menarik perhatian karena montmorilonit memiliki kemampuan untuk mengembang (*swelling*) bila berada dalam air atau larutan organik serta memiliki kapasitas penukar ion yang tinggi sehingga mampu mengakomodasikan kation dalam antarlapisnya dalam jumlah besar (Ogawa, 1992 *cit*. Sekewael, 2008). Dengan memanfaatkan sifat khas dari montmorilonit tersebut, maka antarlapis silikat lempung montmorilonit dapat mengadsorpsi suatu bahan yang lain (misalnya: senyawa organik atau oksida-oksida logam) untuk memperoleh suatu bentuk komposit yang sifatnya lebih baik dibandingkan lempung sebelum dimodifikasi.

Dalam penelitian ini, pemanfaatan mineral bentonit sebagai adsorben zat pengatur tumbuh (ZPT) di satu sisi dapat meningkatkan efektifitas pemakaian dan mampu mempertahankan stabilitas senyawa sehingga aktifitas ZPT dipertahankan. NAA-bentonit dipreparasi melalui proses interkalasi ke dalam antarlapis silikat lempung montmorilonit menggunakan NAA, dan dilanjutkan dengan karakterisasi sifat-sifat fisikokimia yaitu berdasarkan variasi waktu kontak, variasi konsentrasi NAA dan variasi massa bentonit.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pemurnian bentonit untuk memperoleh bentonit alam dengan kemurnian tinggi sebagai bahan *carrier material* untuk hormon auksin NAA?
2. Bagaimana pengaruh variasi massa bentonit, waktu kontak dan variasi konsentrasi NAA terhadap proses adsorpsi?
3. Bagaimana interaksi adsorpsi bentonit terhadap hormon auksin NAA?

C. Tujuan Penelitian

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

1. Mempelajari proses pemurnian bentonit untuk memperoleh bentonit alam dengan kemurnian tinggi sebagai bahan *carrier material* untuk hormon auksin NAA.
2. Mengetahui pengaruh variasi massa bentonit, waktu kontak dan variasi konsentrasi NAA yang teradsorp oleh bentonit.
3. Mengetahui interaksi adsorpsi bentonit terhadap hormon auksin NAA

.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan dukungan ilmiah mengenai penggunaan bentonit sebagai *carrier material* zat pengatur tumbuh hormon auksin NAA (*Naphthalene Acetic Acid*).
2. Memberikan informasi tentang eksplorasi serta modifikasi pemanfaatan mineral lempung bentonit sebagai teknologi alternatif pada dunia pertanian.
3. Memberikan informasi tentang optimalisasi pemanfaatan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) terutama auksin (NAA) yang dibutuhkan untuk pembelahan sel tanaman.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pemurnian untuk memperoleh bentonit alam dengan kemurnian tinggi sebagai bahan *carrier material* untuk hormon auksin NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dapat dilakukan dengan menambahkan H_2O_2 30% pada bentonit untuk mengoksidasi senyawa organik pada pori-pori bentonit. Kemurnian bentonit dapat diketahui dari hasil karakterisasi FTIR dan XRD.
2. Pengaruh variasi massa bentonit terhadap proses adsorpsi adalah semakin banyak massa adsorben menyebabkan daya adsorpsi terhadap NAA semakin bertambah. Pada variasi waktu kontak, keadaan optimum adalah selama 4 jam pada pH 4,5 (asam) dan kapasitas adsorpsi sebesar $1{,}502 \times 10^{-6}$ mol/g. Pada variasi konsentrasi NAA yang dikontakkan dengan bentonit, kapasitas adsorpsi optimum terhadap NAA sebesar $1{,}712 \times 10^{-6}$ mol/g.
3. Interkasi adsorpsi bentonit terhadap hormon auksin NAA termasuk dalam model isoterm adsorpsi Freundlich yang mengasumsikan terjadinya ikatan Van der Waals pada permukaan *multilayer* yang bersifat heterogen, sehingga interaksi bentonit dengan NAA yang terjadi adalah adsorpsi fisik.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, yang perlu dilakukan untuk memperbaiki dan menyempurnakan penelitian ini antara lain adalah:

1. Perlunya dilakukan pemurnian bentonit dengan metode lain agar didapatkan hasil yang lebih maksimal.
2. Perlu adanya studi desorpsi untuk mengetahui seberapa besar kemampuan terlepasnya NAA di lingkungan dan pengaruhnya terhadap tumbuhan.
3. Perlunya studi lanjutan, seperti variasi pH, suhu dan yang lainya dalam mempelajari interaksi antara bentonit dengan NAA agar diperoleh hasil yang lebih valid dalam kinerja adsorpsi.
4. Perlunya dilakukan sintesis *organoclay* (bentonit-sufaktan kationik) untuk memaksimalkan daya adsorpsi bentonit terhadap Zat Pengatur Tumbuh terutama NAA.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, Z,. 1993. *Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Angkasa: Bandung.

Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Fifth Edition. John Wiley and Sons. Inc. New York.

Arteca, R. N. 2006. *Introduction to Horticultural Science*. Thompson Delmar Learning, a part of the Thomson corporation. 514 p.

Atkins, P.W. 1993. *Kimia Fisika Jilid 2*, Edisi keempat. Terjemahan Kartohadiprojo. Penerbit Erlangga : Jakarta.

Bakhtiary, S., Shirvani, M., Shariatmadari, H. 2012. *Adsorption-Desorption Behavior of 2,4-D on NCP-Modified Bentonite and Zeolite*: Implications for Slow-Release Herbicide Formulations. Elsevier. Chemosphere.

Bruce, P.Y. 2001. *Organic Chemistry*. Prentice Hall International, Inc. New Jersey.

Burn, R.G. 1986. *Interraction of Enzymes with Soil Minerals and Organic Colloids,* dalam Huang, P.M. and Schnitzer, M. (Ed). *Interactoin of Soil Materials with Natural Organics and Microbes*. Soil Science Society of America. Madison.

Carretero, M.I. 2002. *Clay Minerals and Their Beneficial effects Upon Human Health. A review*. Appl. Clay Sci, 21.

Chu, B.S., Baharin, Y.B. Che Man, and S.Y. Quek. 2004. *Separation of Vitamin E from Palm Fatty Acid Distillate using Silica*, dalam Skripsi Hayuningtyas, R.I.R. 2007. *Kinetika Adsorpsi Isotermal β-karoten dari Olein Sawit Kasar dengan Menggunakan Bentonit*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Cruz, M.S.R., Andrades, M.S., and Martin, M.JS. 2008. *Significance of the Long-Chain Organic Cation Structure in the Sorption of the Penconazole and Metalaxyl Fungicides by Organoclay*. J. Hazard. Mater.

Dann, S.E. 2000. *Reaction and Characterization of Solids*. Royal Society of Chemistry. UK.

Day, R.A and Underwood, A.,L., 1999. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Alih Bahasa. Soendoro. R., Erlangga: Jakarta.

Djatmiko, B., S. Ketaren and S. Setyahartini. 1985. *Pengolahan Arang dan Kegunaannya*, dalam Hayuningtyas, R.I.R. 2007. *Kinetika Adsorpsi Isotermal β-karoten dari Olein Sawit Kasar dengan Menggunakan Bentonit*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Dombrowski, T. 2000. *The Origin of Kaolinite. Implication for Utilion*, dalam Sunardi, Arryanto Y., Sutarno. 2009. *Adsorption of Gibberellic Acid onto Natural Kaolin from Tatakan, South Kalimantan*. Indo. J. Chem.

Ekose, G.E. 2005. *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry and X-ray Powder Diffractometry as Complementary Technique in Characterizing Clay Size Fraction of Kaolinite*, dalam Sunardi, Arryanto Y., Sutarno. 2009. *Adsorption of Gibberellic Acid onto Natural Kaolin from Tatakan, South Kalimantan*. Indo. J. Chem., 9 (3), 373 – 379.

Fessenden, R.J and Fessenden, J.S. 1982. *Kimia Organik Edisi ketiga*. Erlangga: Jakarta.

Filayati, Rifda dan Rusmini. 2012. *Pengaruh Massa Bentonit Teraktivasi H_2SO_4 Terhadap Daya Adsorpsi Iodium*. Department of Chemistry, Universitas Negeri Surabaya :Surabaya.

Foth, H.D. 1988. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, dalam Nurhayati, Hani. 2010. *Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu*. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.

Kim, H. Tan. 1982. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Edisi Pertama. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Gooowin, J.W. 2004. *Colloids and Interfaces with Surfactant and Polimer*. An Introduction. John Willey & son. Ltd.Sugsex. England.

Gunawan, L.W. 1987. *Teknik Kultur Jaringan. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman*, dalam Suseno, Ambar D. 2007. *Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh NAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Pule Pandak*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Hendaryono, D.P.S dan A. Wijayani. 1994. *Teknik Kultur jaringan Perbanyakan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif*. Kanisius. Yogyakarta.

Joshi, P., Rayalu, S., Bansiwal, A., and Juwarkae, A.A. 2007. *Surface Modifed Zeolit. a novel Carrier Material for Azobacter chroococum, Plants Soil*. Springer.296. 151-158.

Khairi, Syahrul. 2008. *Sintesis Material Mesopori Heksagonal dari Bentonit Alam Pacitan*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

Khasanah, Eliya Nurul. 2009. Adsorpsi Logam Berat. Oseana, Volume XXXIV, Nomor 4, Tahun 2009 : 1-7.

Khopkar. S. M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press: Jakarta

Kilara, A. 1981. *Immobilized Proteases and Lipases. Process,* dalam Sunardi, Arryanto Y., Sutarno. 2009. *Adsorption of Gibberellic Acid onto Natural Kaolin from Tatakan, South Kalimantan*. Indo. J. Chem., 9 (3), 373 - 379

Koestari, Toeti. 2013. *Perbedaan Tiga Jenis Bentonit Ditinjau Dari Tiga Macam Cara Analisis*. Sains and Math. Vol.1. Indonesia.

Kristin. 2007. *Kinetika Adsorpsi Isotermal β-Karoten Olein Sawit Kasar Dengan Menggunakan Atapulgit*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Lisa, Carlson, 2004. *Bentonit Mineralogy*. Posiva. Finland

Macdonald, B. 2002. *Practical Woody Plant Propagation for Nursery Growers*. Volume 1. Timber press, Inc. (portland, orego). 669 p.

Malcata, F.X., Reyes, H.R., Garcia, H.S., Hill, Jr., and Admunsond, S.H. 1990. *Immobilized Lipase Reaction for Modification of Fat and Oils-a review*, J.Am,Chem. Soc. 12(67). 890-910.

Masel, R.L. 1996. *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface*. John Wiley & Sons Inc. New York.

Morris, M.C., McMurdie, H.F., Evans, E.H et al. 1981. *Standar X-ray Diffraction Powder Patterns Section 18 data for 58 Substances*. National Bureau of standards: Washington.

Narayanaswamy. 1994. *Plant Cell and Tissue Culture,* dalam Fitrianti, Alia. 2006. *Efektivitas Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) dan Kinetin pada Medium MS dalam Induksi Kalus Sambiloto dengan Eksplan Potongan Daun*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.

Nasikin, M dan Susanto, B.H. 2010. *Katalisis Heterogen*. UI Press: Jakarta.

Nowara, A,. Burhenne, J., and Spiteller, M. 1997. *Binding of fluoroquinolone in Water Purification*, dalam Sunardi, Arryanto Y., Sutarno. 2009. *Adsorption of Gibberellic Acid onto Natural Kaolin from Tatakan, South Kalimantan*. Indo. J. Chem., 9 (3), 373 – 379

Nurhayati, Hani. 2010. *Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu*. UNS: Surakarta.

Nurwardani, Paristiyanti. 2008. *Teknik Pembibitan Tanaman dan Produksi Benih Jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional: Jakarta.

Ogawa, M., 1992, *Preparation of Clay-Organic Intercalation Compounds by Solid -solid Reaction and Their Application to Photo-Functional Material,* dalam Sekewael, Serly Jordan. 2008. *Karakterisasi Sifat Fisiokimia Komposit Besi Oksida-Montmorillonit Hasil Interkalasi Silikat Lempung Montmorillonit*. Chimica Acta: Indonesia.

Oscik, J. 1982. *Adsorption, Edisi 1*. Ellis Howard Limited Checister.

Pavia, D.L., Lampman, G.M., Goerg, S., and Vyvyan, J.G. 2009. *Introduction to spectroscopy*. Book/Cole Cengage Learning. Washington.

Pierik, R. M. L. 1987. *In Vitro Culture Of Higher Plant*, dalam Suseno, Ambar D. 2007. *Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh NAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Pule Pandak*. Institut Pertanian Bogor: Bogor

Purwaningsih, Eka., Supartono, Harjono. 2012. *Reaksi Transesterifikasi Minyak Kelapa dengan Metanol Menggunakan Katalis Bentonit*. Indo.J.Chem.Sci. Indonesia.

Ramirez, J.H., Vicente, M.A., and Madeira, L.M. 2010. *Heterogeneous photo-Fenton oxidation with pillared clay-based catalysts for wastewater treatment: A review.* Applied Catalysis B: Environmental *98. 10–26.*

Riyanto, A. 1994. *Bahan Galian Industri Bentonit*, 1-15. Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral. Bandung.

Salim, Muhamad. 2012. *Preparasi Organoclay dari Bentonit Merangi Jambi dan Surfaktan Nonionik Serta Aplikasinya Sebagai Adsorben p-Klorofenol Dalam Air*. Tesis. Universitas Indonesia.

Sanches, R.M. 2006. *Polymeric System for The Slow Release of Plants Growth Regulators*. Cuba-UK Symposium on chemistry and life sciences. Havana. January 10th to 12th 2006.

Sastrohamidjojo, H., 2007. *Spektroskopi*. Liberty: Yogyakarta.

Sawyer, C.N., and Mc. Carty, P.C. 1987. *Chemistry for Engineering*, dalam Trisnawati, Titis. 2008. *Studi Adsorpsi Karbon Mesopori Sintetik Terhadap Methilene Blue*. Universitas Brawijaya: Malang.

Sitorus, M. 2009. *Spektroskopi*. Edisi pertama. Graha Ilmu: Yogyakarta.

Slabova, O.I., and Nikiti, D.I., 2005. *Immobization of Oligotrophic Bacteria by Adsorption on Porous Carrier*. Microbiology. 74, 371-373.

Soedjoko T.S., 1987. *Penelitian Pemanfaatan Bentonit di Indonesia*. Buletin PPTM Vol.9, dalam Larosa, Yedid N. 2007. *Studi Pengetsaan Bentonit Terpilar Fe_2O_3*. Universitas Sumatera Utara: Medan.

Sukmana, Widi. 2012. *Studi Daya Adsorpsi Organoclay Tapanuli Terhadap Senyawa Herbisida 2,4 D-dimetil amina*. Universitas Indonesia. Depok.

Sunardi, Arryanto Y., Sutarno. 2009. *Adsorption of Gibberellic Acid onto Natural Kaolin from Tatakan, South Kalimantan*. Indo. J. Chem.

Svarovsky, L. 2000. *Solid-Liquid Separation, Fourth Edition*. Butterworth-Heinemann. Oxford.

Takashashi, T., Yamada, Y., Kataoka, K., and Nagaski, Y. 2005. *Preparation of a novel PEG-Clay Hybrid as a DDS Material*: Dispersion Stability and Sustained Release Profiles. J. Control Release

Tan, K.H. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. UGM Press: Yogyakarta.

Thamzil Las, dkk. 2011. *Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangnunggal*. Valensi Vol. 2 No. 2, Mei 2011 (368-378) ISSN : 1978-8193.

Topallar, H. 1998. *The Adsorption Isoterm of the Bleaching of Sunflower-Seed Oil. Turk*. J. Chem, 22, 143-148

Weaver, J. R. 1972. *Plant Growth in Agriculture*, dalam Yentina, Ester. 2011. *Pengakaran Setek Batang Mawar Mini Menggunakan Kombinasi*

Konsentrasi Auksin (IBA dan NAA) yang Berbeda. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

West, A.R. 1984. *Solid State Chemistry and its Aplication*. John Willey and Sons, Ltd. New York.

Wiryawan, Adam. 2013. *Penyimpangan Hukum Beer*. http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/instrumen_analisis/spektrum_serapan_ultraviolet-*tampak__UV-Vis_/penyimpangan-hukum-beer/.* Diakses pada 15-09-2013

Xue, W., He, H., Zhu, J., and Yuan, P. 2007. *FTIR Investigation of CTAB-Al-Montmorillonite Complexes*. Science Direct,Spectrochimica Acta Part A.

Yuwanti, Riha., Erman N. 2010. *Kesetimbangan Adsorpsi Pb (II) Pada Lempung Alam Desa Talania Kabupaten Kampar*. Universitas Riau. Riau.

Zaer, J. S. and M. O. Mapes. 1985. *Action of growth regulators*, dalam Yentina, Ester. 2011. *Pengakaran Setek Batang Mawar Mini Menggunakan Kombinasi Konsentrasi Auksin (IBA dan NAA) yang Berbeda*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Zong M. C., Yi Li and Zhen Z. 2008. *Plant Growth Regulators Used in Propagation*, dalam Yentina, Ester. 2011. *Pengakaran Setek Batang Mawar Mini Menggunakan Kombinasi Konsentrasi Auksin (IBA dan NAA) yang Berbeda*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Zulkarnaen, Wardoyo S., Marmer D.H. 1990. *Pengkajian Pengolahan dan Pemanfaatan Bentonit dari Kecamatan Pule, Kabupaten Trenggalaek Provinsi Jawa Timur Sebagai Bahan Penyerap dan Bahan Lumpur Bor*. Buletin PPTM Vol. 12, No.6. Jakarta, Hal. 9-12.

Lampiran 1. Data penentuan panjang gelombang maksimum NAA

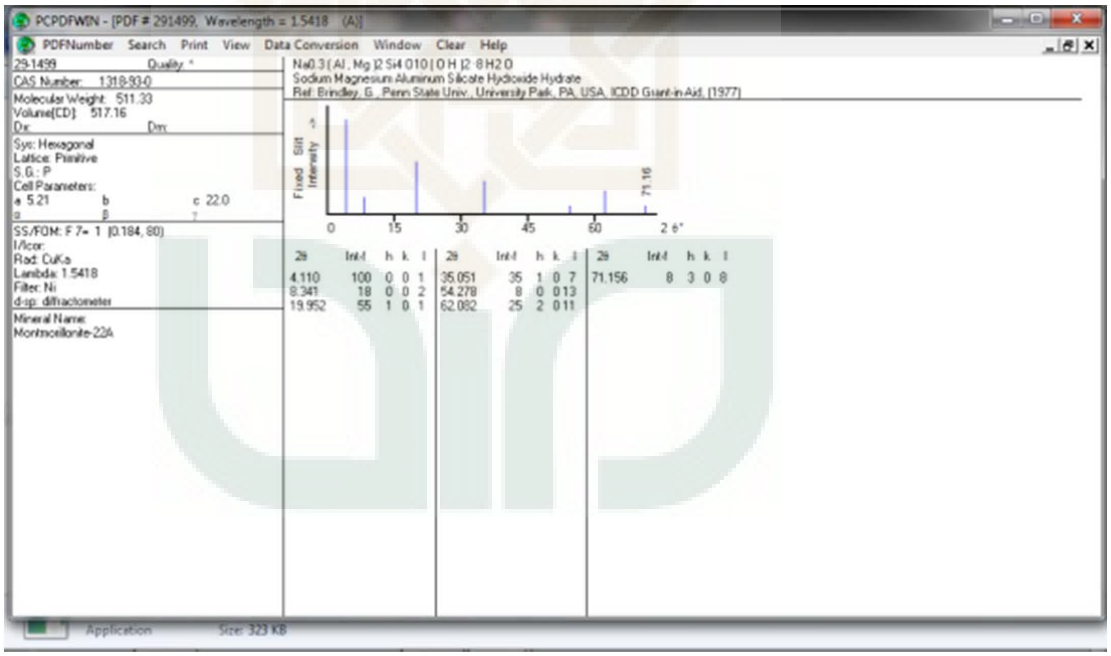
Panjang gelombang (nm)	Absorbansi (5 ppm)	Absorbansi (10 ppm)	Absorbansi (15 ppm)	Absorbansi (20 ppm)	Absorbansi (25 ppm)
241	0,012	0,028	0,077	0,103	0,151
243	0,013	0,028	0,075	0,099	0,128
245	0,018	0,033	0,080	0,106	0,122
247	0,024	0,043	0,093	0,122	0,132
249	0,031	0,057	0,111	0,146	0,151
251	0,039	0,073	0,131	0,173	0,181
253	0,048	0,088	0,151	0,200	0,214
255	0,056	0,104	0,173	0,228	0,247
257	0,066	0,125	0,200	0,264	0,284
259	0,078	0,148	0,234	0,309	0,328
261	0,089	0,172	0,267	0,352	0,385
263	0,096	0,189	0,289	0,382	0,438
265	0,106	0,206	0,314	0,414	0,476
267	0,117	0,231	0,347	0,458	0,517
269	0,131	0,262	0,390	0,514	0,572
271	0,143	0,287	0,425	0,562	0,642
273	0,146	0,294	0,435	0,575	0,703
275	0,147	0,295	0,436	0,576	0,719
277	0,151	0,306	0,451	0,596	0,721
279	0,160	0,326	0,477	0,631	0,746
281	0,167	0,341	0,498	0,659	0,790
283	0,161	0,326	0,479	0,633	0,824
285	0,144	0,291	0,429	0,566	0,792
287	0,130	0,263	0.390	0,513	0,708
289	0,123	0,248	0,369	0,486	0,642
291	0,117	0,238	0,354	0,466	0,607
293	0,109	0,220	0,327	0,430	0,583
295	0,089	0,175	0,268	0,350	0,537
297	0,063	0,121	0,189	0,246	0,434
299	0,042	0,077	0,128	0,166	0,304
301	0,030	0,052	0,093	0,120	0,204
303	0,022	0,037	0,071	0,091	0,147
305	0,016	0,024	0,053	0,068	0,111
307	0,013	0,017	0,042	0,054	0,082
309	0,010	0,012	0,035	0,045	0,065
311	0,009	0,010	0,031	0,041	0,054
313	0,008	0,009	0,028	0,037	0,048
315	0,006	0,004	0,022	0,030	0,044
317	0,004		0,016	0,022	0,034
319	0,002		0,010	0,014	0,025

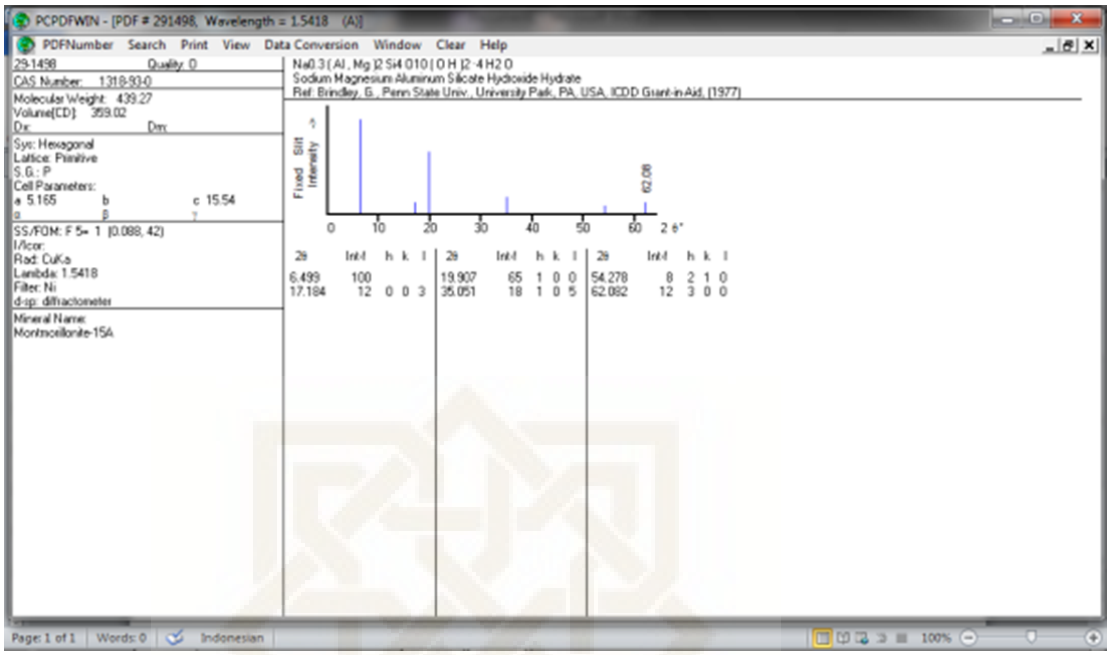
321	0		0,005	0,008	0,015
323			0,003	0,005	0,007
325			0,002	0,003	0,003
327			0,001	0,002	0

Lampiran 2. Data kurva Standar NAA

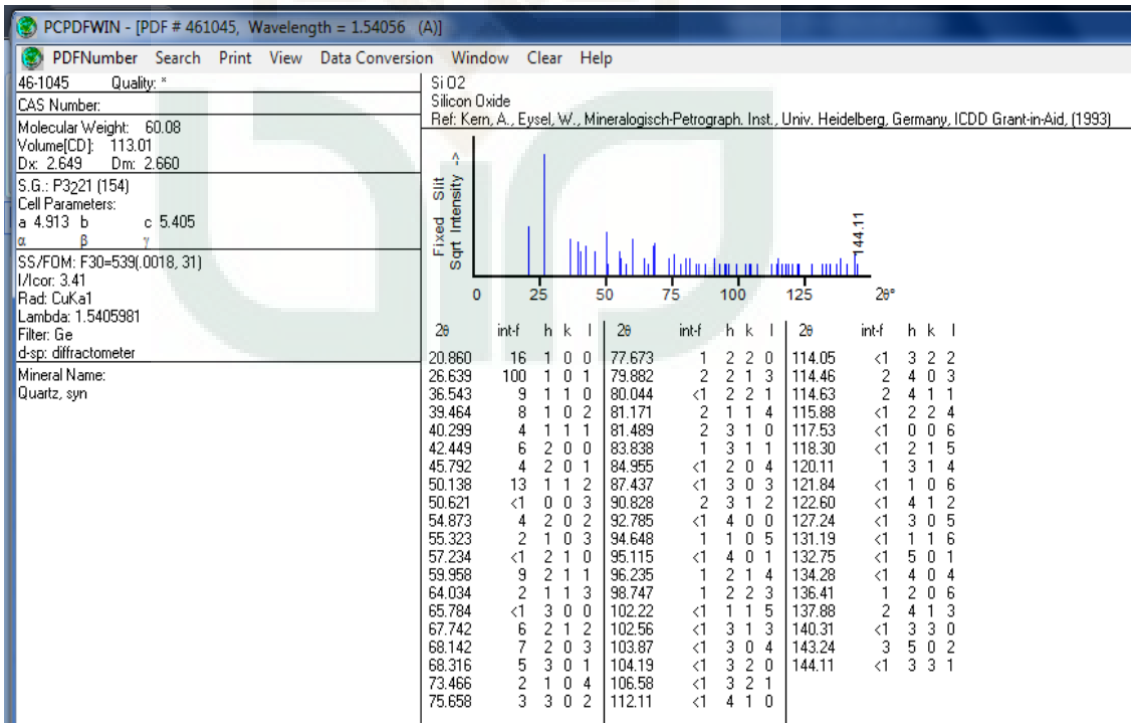
Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (nm)
0	0
5	0.167
10	0.341
15	0.498
20	0.649
25	0.824

Lampiran 3. JCPDS Montmorillonit





Lampiran 4. JCPDS Kuarsa



Lampran 5. Difraktogram Sinar X-ray Bentonit Alam Sebelum Pemurnian

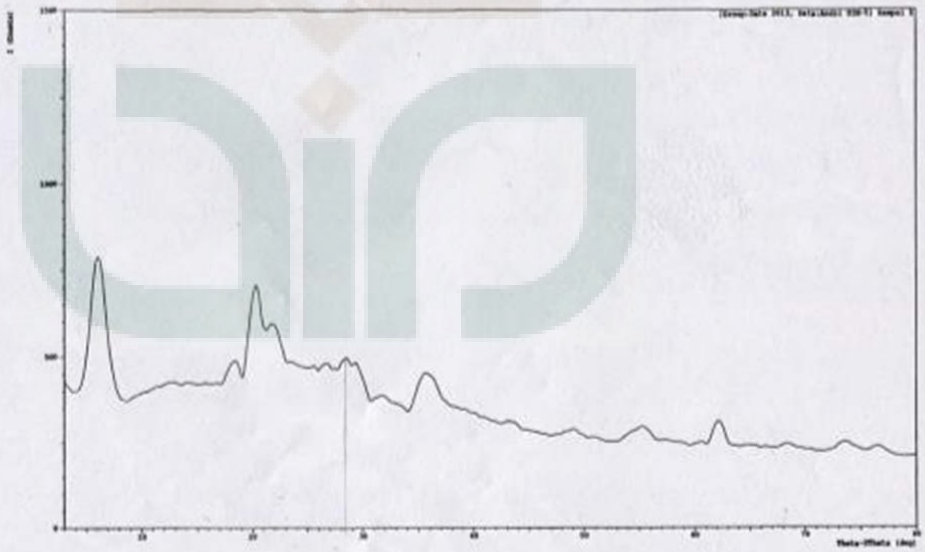
Strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	1	6.0990	14.47968	100	1.57800	264	22379
2	4	20.2681	4.37790	61	1.29040	162	9079
3	5	21.6800	4.09588	31	1.72000	83	6877

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	6.0990	14.47968	100	1.57800	264	22379
2	12.5000	7.07561	3	1.16000	8	901
3	18.2000	4.87044	12	1.04000	31	1714
4	20.2681	4.37790	61	1.29040	162	9079
5	21.6800	4.09588	31	1.72000	83	6877
6	25.6050	3.47622	3	0.35000	8	173
7	26.7200	3.33364	8	0.84000	21	1054
8	28.3800	3.14231	19	1.06000	49	2129
9	29.2400	3.05182	19	1.60000	49	3006
10	31.7550	2.81561	4	0.69000	11	509
11	35.7925	2.50672	25	1.89500	67	6927
12	43.4400	2.08149	4	1.00000	10	511
13	49.0200	1.85681	5	0.72000	12	642
14	55.0500	1.66683	10	1.70000	26	2428
15	62.1000	1.49345	17	1.10000	46	2735
16	68.3300	1.37167	3	0.66000	9	370
17	73.5000	1.28743	6	1.28000	17	1258
18	76.5600	1.24341	5	0.80000	12	621

Condition
X-ray Tube : Cu(1.54060 A) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA
Scan Range : 3.0000 <-> 80.0000 deg Step Size : 0.0200 deg
Count Time : 0.24 sec Slit DS : 1.00 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm



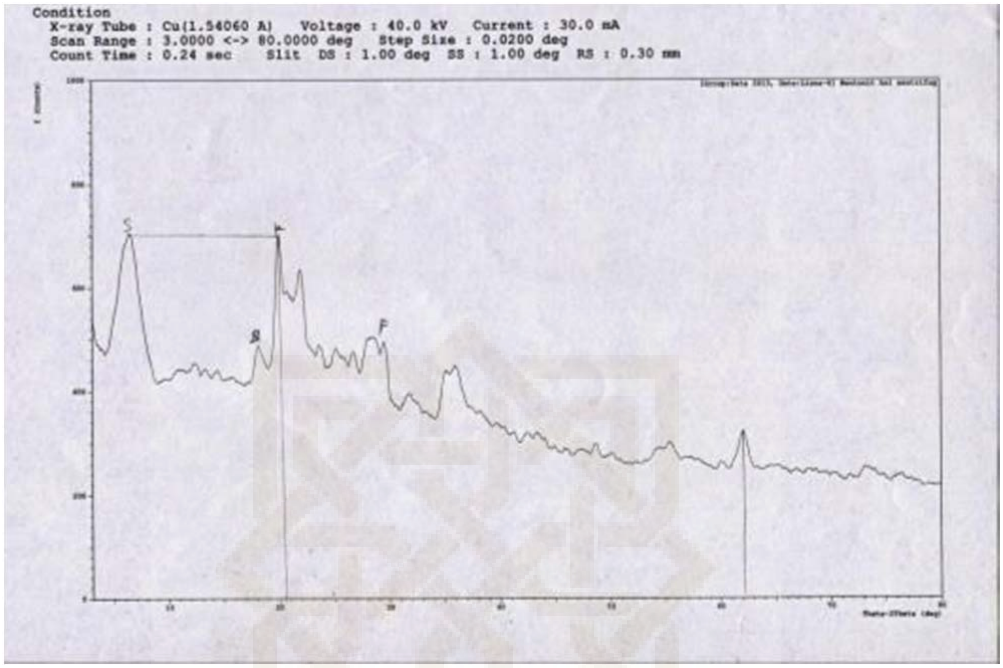
Lampiran 6. Difraktogram Sinar X-ray Bentonit Alam Setelah Pemurnian

Strongest 3 peaks

no.	peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	9	19.9200	4.45362	100	0.65340	170	7204
2	1	6.3966	13.80667	99	2.04670	168	18137
3	11	21.8800	4.05889	71	0.80000	121	7823

Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	6.3966	13.80667	99	2.04670	168	18137
2	10.8800	8.12524	6	0.64000	11	247
3	11.0600	7.99341	6	0.80000	10	318
4	12.3350	7.16989	11	0.57000	18	582
5	13.2400	6.68177	6	0.44000	10	215
6	14.3800	6.15452	8	0.38000	13	288
7	15.6000	5.67584	4	0.08000	6	83
8	18.0800	4.90250	22	0.68000	37	1374
9	19.9200	4.45362	100	0.65340	170	7204
10	20.6600	4.29574	55	0.00000	94	0
11	21.8800	4.05889	71	0.80000	121	7823
12	22.9000	3.88036	8	0.68000	14	659
13	23.6133	3.76473	13	0.53330	22	567
14	25.1250	3.54154	15	0.59000	25	630
15	25.6800	3.46624	10	0.64000	17	505
16	26.6525	3.34193	16	0.53500	27	776
17	28.1600	3.16636	35	1.04000	60	2909
18	28.6000	3.11864	38	0.00000	64	0
19	29.4600	3.02952	41	0.70400	70	3562
20	31.7500	2.81605	11	0.54000	19	774
21	32.5400	2.74946	5	0.00000	8	0
22	35.0800	2.55598	35	0.82000	59	2057
23	35.9200	2.49811	38	1.36000	64	3575
24	37.4400	2.40011	8	0.80000	14	650
25	38.1600	2.35646	9	0.54000	15	488
26	39.8200	2.26197	5	0.32000	9	224
27	40.3200	2.23507	5	0.12000	9	112
28	41.2333	2.18765	5	0.34670	9	164
29	42.4300	2.12867	9	0.66000	15	492
30	43.3600	2.08515	9	0.68000	16	561
31	44.0100	2.05585	8	0.22000	13	173
32	44.9200	2.01629	4	0.12000	7	48
33	45.8200	1.97876	4	0.12000	7	79
34	46.9200	1.93490	4	0.08000	7	47
35	47.4600	1.91414	5	0.40000	8	260
36	48.6216	1.87109	9	0.50330	16	413
37	50.0150	1.82217	5	0.21000	9	188
38	54.0200	1.69615	8	0.48000	13	528
39	54.5000	1.68234	6	0.00000	11	0
40	55.3000	1.65988	14	0.92000	23	1226
41	57.1700	1.60995	4	0.22000	7	167
42	57.9366	1.59046	4	0.15330	7	107
43	59.9700	1.54130	6	0.26000	11	241
44	61.2400	1.51234	7	0.36000	12	325
45	62.0050	1.49551	29	0.85000	50	2034
46	64.5600	1.44235	5	0.24000	8	152
47	65.2200	1.42935	5	0.56000	8	227



Lampiran 7. Difraktogram Sinar X-ray Bentonit Setelah Adsorpsi NAA

Strongest 3 peaks

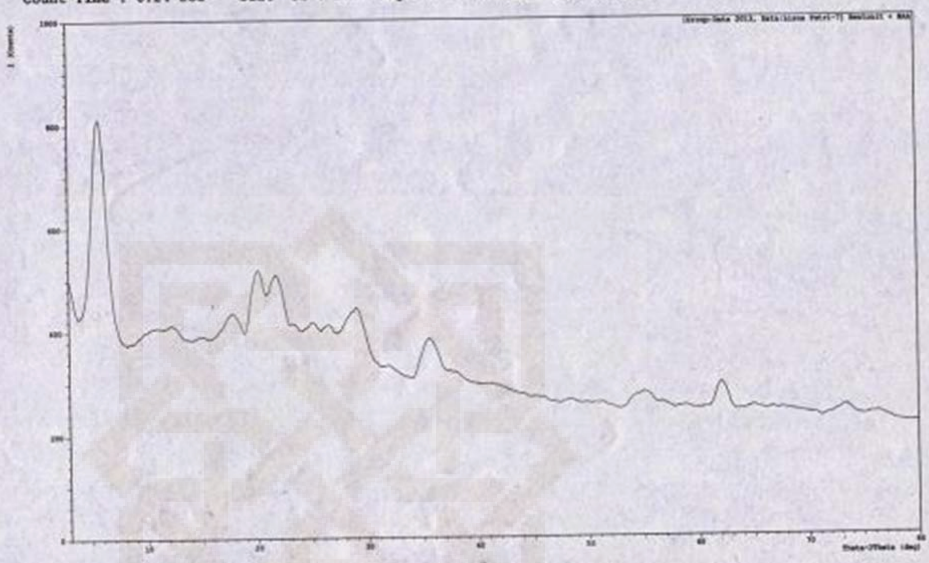
no.	peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	1	5.8186	15.17682	100	1.42930	269	20348
2	5	20.1600	4.40113	27	1.32000	72	4177
3	6	21.7000	4.09215	24	1.58660	64	4763

Peak Data List

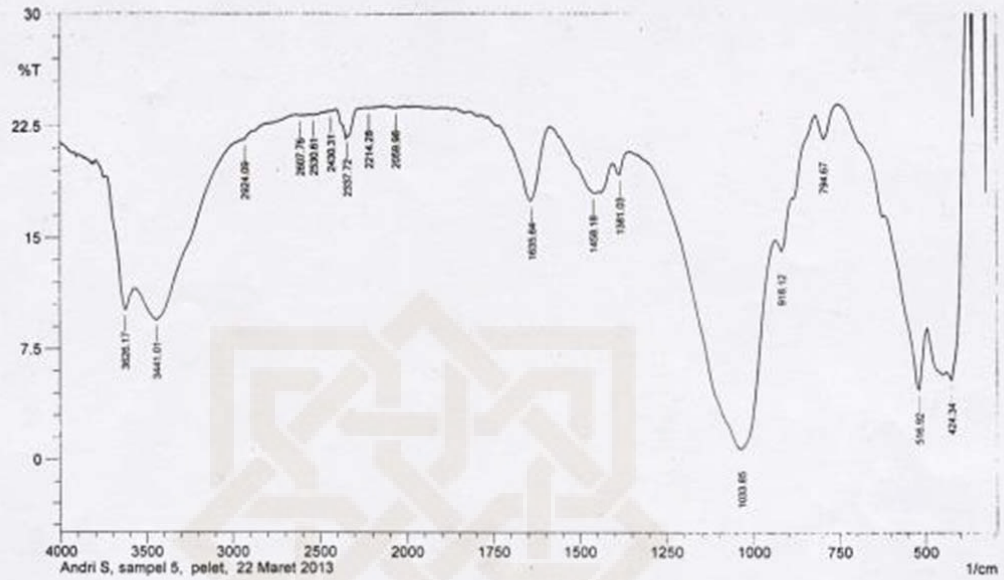
peak no.	2Theta (deg)	d (A)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	5.8186	15.17682	100	1.42930	269	20348
2	10.5600	8.37073	5	1.76000	14	1211
3	12.2800	7.20188	6	1.24000	16	995
4	17.7650	4.98871	9	1.21000	23	1492
5	20.1600	4.40113	27	1.32000	72	4177
6	21.7000	4.09215	24	1.58660	64	4763
7	25.1000	3.54501	5	0.72000	13	575
8	26.5100	3.35957	4	0.78000	11	512
9	28.9950	3.07704	19	1.75000	51	4528
10	35.6600	2.51573	17	1.60000	47	4155
11	54.8500	1.67243	6	1.82000	17	1828
12	62.0500	1.49453	13	1.06000	34	1868
13	73.2700	1.29090	4	0.86000	11	690

*** Multi Plot ***

File Name : Data 2013\Lisna Putri-7
Sample Name : Bentonit + NAA Comment : Bentonit + NAA
Date & Time : 09-11-13 12:35:53
Condition
X-ray Tube : Cu(1.54060 A) Voltage : 40.0 kV Current : 30.0 mA
Scan Range : 3.0000 <-> 80.0000 deg Step Size : 0.0200 deg
Count Time : 0.24 sec Slit DS : 1.00 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm

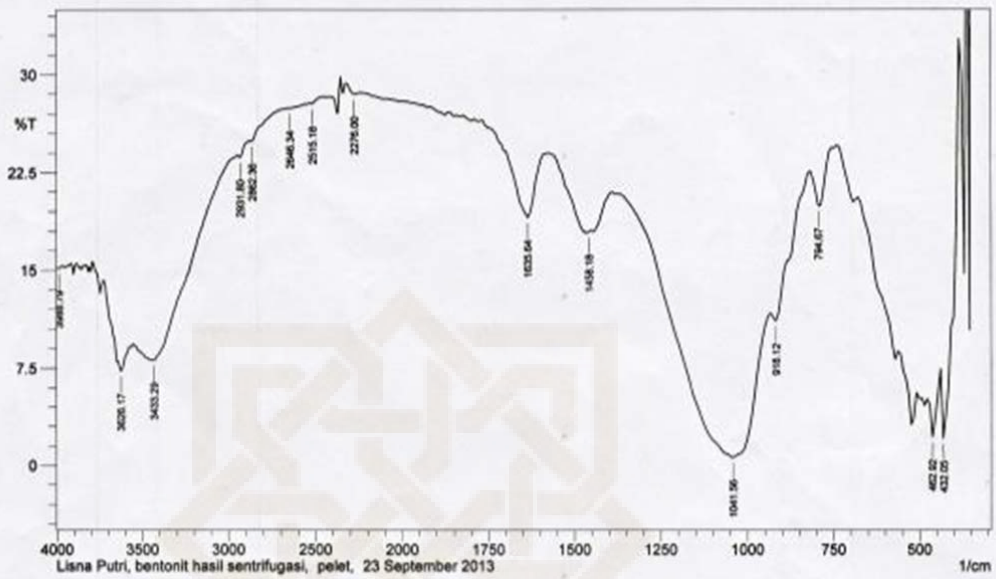


Lampiran 8. Gambar spektra FTIR Bentonit Alam Sebelum Pemurnian



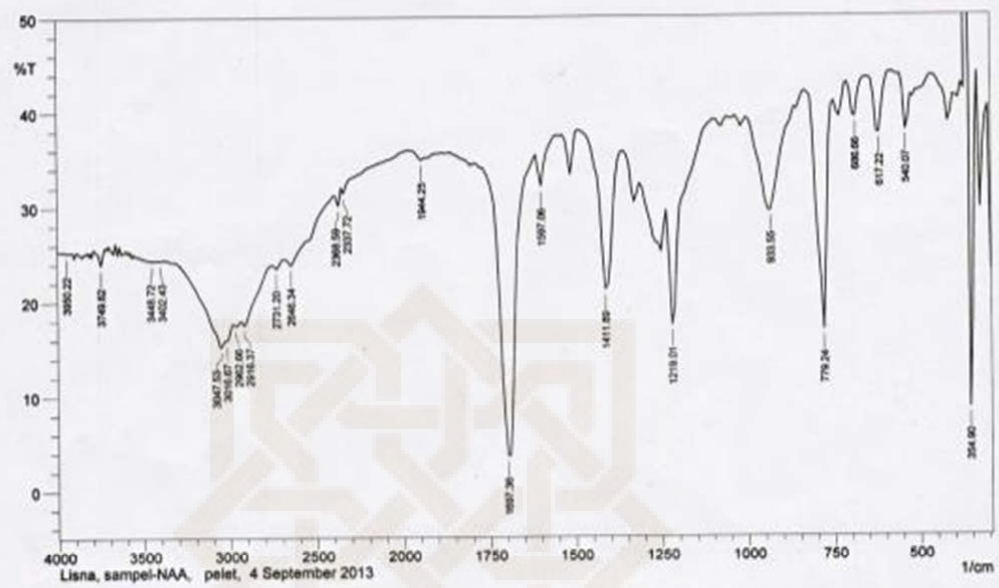
	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	424.34	5.34	7.18	439.77	378.05	57.83	7.77
2	516.92	4.69	4.75	609.51	501.49	112.12	10.14
3	794.67	21.62	1.88	817.82	756.1	39.69	1.01
4	918.12	14.06	1.96	933.55	825.53	79.59	1.43
5	1033.85	0.72	15.37	1350.17	941.26	461.98	152
6	1381.03	19.25	1.03	1396.46	1357.89	26.95	0.35
7	1458.18	18.03	2.72	1573.91	1404.18	120.22	5.5
8	1635.64	17.55	5.12	1759.08	1581.63	121.87	7.86
9	2059.98	23.7	0.09	2113.98	2029.11	52.99	0.08
10	2214.28	23.7	0.02	2222	2121.7	62.59	0.03
11	2337.72	21.8	1.79	2391.73	2229.71	103.73	2.21
12	2430.31	23.46	0.03	2438.02	2399.45	24.25	0.02
13	2530.61	23.22	0.06	2546.04	2476.6	43.94	0.05
14	2607.76	23.18	0.04	2623.19	2546.04	48.94	0.04
15	2924.09	21.57	0.04	2931.8	2630.91	194.3	0
16	3441.01	9.5	3.98	3556.74	2947.23	510.01	26.64
17	3626.17	10.14	3.81	3726.47	3579.88	130.35	8.2

Lampiran 9. Gambar spektra FTIR Bentonit Alam Setelah Pemurnian



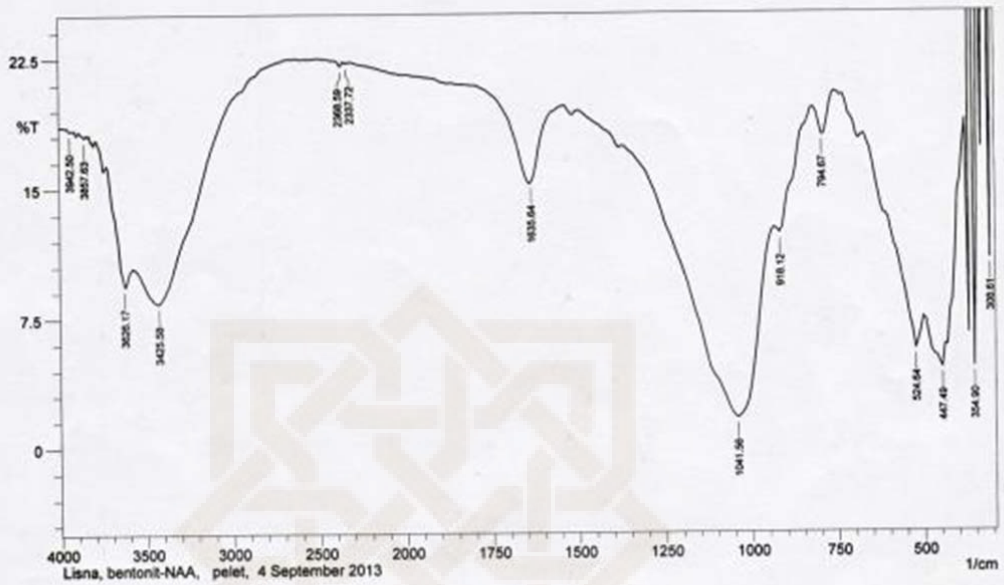
	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	432.05	2.03	8.95	439.77	385.76	57.77	16.58
2	462.92	2.13	2.77	470.63	447.49	33.84	4.06
3	794.67	19.93	3.24	817.82	740.67	50.21	1.93
4	918.12	11.06	2.12	933.55	825.53	85.53	1.6
5	1041.56	0.58	13.04	1365.6	941.26	536.29	190.61
6	1458.18	17.91	4.07	1573.91	1396.46	123.75	8.24
7	1635.64	19.03	5.67	1766.8	1581.63	118.78	7.76
8	2276	28.51	0.45	2314.58	2237.43	41.89	0.32
9	2515.18	27.73	0.17	2530.61	2453.45	42.58	0.05
10	2646.34	27.4	0.05	2654.05	2561.47	51.84	0.07
11	2862.36	24.9	0.12	2870.08	2654.05	124.27	0.03
12	2931.8	23.64	0.44	2947.23	2877.79	42.61	0.17
13	3433.29	8.11	0.29	3441.01	2947.23	398.42	0.8
14	3626.17	7.24	3.48	3726.47	3579.88	150.82	11.73
15	3988.79	15.15	0.11	4004.22	3973.36	25.25	0.06

Lampiran 10. Gambar spektra FTIR NAA



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	354.9	8.55	204.14	362.62	339.47	17.49	14.33
2	540.07	37.83	5.84	555.5	462.92	35.25	1.91
3	617.22	37.55	5.94	640.37	586.36	21.01	1.54
4	686.66	39.26	3.8	709.8	648.08	23.35	0.83
5	779.24	16.83	24.04	833.25	756.1	39.68	9.89
6	933.55	29.39	10.62	995.27	840.96	69.45	8.63
7	1219.01	17.36	13.14	1234.44	1095.57	70	5.61
8	1411.89	21.13	15.36	1489.05	1365.6	62.42	8.67
9	1597.06	32.03	3.88	1612.49	1558.48	24.59	0.92
10	1697.36	3.68	31.01	1789.94	1620.21	113.56	35.5
11	1944.25	34.87	0.93	1975.11	1890.24	38.32	0.41
12	2337.72	31.42	0.76	2353.16	1982.82	172.83	0.19
13	2368.59	30.09	1.6	2391.73	2353.16	19.68	0.43
14	2646.34	23.82	1.39	2677.2	2399.45	157.32	2.53
15	2731.2	23.52	0.45	2746.63	2684.91	38.31	0.25
16	2916.37	17.48	0.97	2931.8	2754.35	121.27	0.87
17	2962.66	17.44	0.29	2978.09	2939.52	29.11	0.17
18	3016.67	15.88	0.38	3024.38	2985.81	30.12	0.31
19	3047.53	15.24	1.36	3317.56	3024.38	208.8	1.72
20	3402.43	24.37	0.07	3417.86	3379.29	23.63	0.03
21	3448.72	24.33	0.1	3471.87	3417.86	33.1	0.05
22	3749.62	23.91	1.78	3788.19	3726.47	37.24	0.8
23	3950.22	25.18	0.13	3965.65	3919.35	27.67	0.05

Lapiran 11. Gambar spektra FTIR Bentonit Alam Setelah Adsorpsi NAA



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	308.61	10.718	31.615	316.33	293.18	13.564	5.072
2	354.9	4.482	64.448	362.62	339.47	20.273	13.28
3	447.49	4.408	7.083	493.78	385.76	121.654	20.103
4	524.64	5.512	3.288	671.23	501.49	165.895	5.56
5	794.67	17.91	1.911	817.82	756.1	44.462	1.304
6	918.12	12.268	0.748	925.83	825.53	79.961	0.436
7	1041.56	1.6	12.15	1365.6	933.55	492.428	132.722
8	1635.64	15.214	4.838	1859.38	1543.05	228.449	9.539
9	2337.72	22.165	0.11	2353.16	2314.58	25.206	0.042
10	2368.59	21.992	0.313	2407.16	2353.16	35.302	0.121
11	3425.58	8.387	3.974	3572.17	2669.48	739.454	28.397
12	3626.17	9.408	2.905	3726.47	3579.88	137.505	7.248
13	3857.63	18.004	0.188	3880.78	3842.2	28.641	0.09
14	3942.5	18.375	0.136	3957.93	3919.35	28.361	0.068

Lapiran 12. Perhitungan konversi satuan

Persamaan garis kurva standar : y = 0,032x + 0,009

Massa Relatif NAA : 186,21 gram/mol

Konsentrasi (ppm)	absorbansi	Konsentrasi berdasarkan UV (ppm)
10	0,341	10,375
15	0,498	15,281
20	0,659	20,312
25	0,824	25,469
30	1,017	31,5
35	1,171	36,312

a. ppm = $\frac{mg/L}{gram/mol}$ = mol/gram

Misal : $\frac{10{,}375\, mg/L}{186{,}21\, gram/mol} = 0{,}0557\ mmol/gram = 5{,}57 \times 10^{-5}\ mol/gram$

b. Kapasitas adsorpsi

$$Q = \frac{V\ (\mathrm{Co} - \mathrm{Ca})}{\mathrm{M}}$$

Q = kapasitas adsorpsi per bobot adsorben (mol/g)

V = volume larutan (L)

Co = konsentrasi awal (sebelum adsorpsi) (mol/L)

Ca = konsentrasi akhir (setelah adsorpsi)

M = massa adsorben (g)

Lampiran 13. Perhitungan Isoterm adsorpsi bentonit

NO	(C0) Konsentrasi awal (mol/L)	(Ce) Konsentrasi setelah kontak (mol/L)	*(Q)* kapasitas adsorpsi (mol/g)	Ce/*Q* (g/L)	Log Ce	Log *Q*
1	$5{,}572 \times 10^{-5}$	$4{,}430 \times 10^{-5}$	$5{,}705 \times 10^{-7}$	77,6512	-4,3536	-6,2437
2	$8{,}206 \times 10^{-5}$	$6{,}293 \times 10^{-5}$	$9{,}566 \times 10^{-7}$	65,7851	-4,2011	-6,0193
3	$1{,}091 \times 10^{-4}$	$8{,}643 \times 10^{-5}$	$1{,}133 \times 10^{-6}$	76,2842	-4,0633	-5,9458
4	$1{,}368 \times 10^{-4}$	$1{,}066 \times 10^{-4}$	$1{,}502 \times 10^{-6}$	71,0586	-3,9717	-5,8458
5	$1{,}677 \times 10^{-4}$	$1{,}334 \times 10^{-4}$	$1{,}712 \times 10^{-6}$	77,9322	-3,8747	-5,7665
6	1.950×10^{-4}	$1{,}627 \times 10^{-4}$	$1{,}616 \times 10^{-6}$	100,7057	-3,7886	-5,7917

Bentonnit yang digunakan sebanyak 0,5 gram dengan lama pengadukan 4 jam pada volume NAA 25 ml dan pada kondisi pH 4,5.

a. Isoterm Langmuir

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

Persamaan Langmuir :

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

Keterangan : Ce= konsentrasi zat dalam larutan (mol/L atau mg/L)

Q = jumlah zat yang telah diadsorpsi oleh adsorben (mol/L atau mg/L)

b = kapasitas adsorpsi (mol/L atau mg/L)

K= konstanta kesetimbangan adsorpsi Langmuir

Y = 191856x + 59,163

Satuan Slope = $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{Ce/Q}{Ce} = \frac{g/L}{mg/L}$ = g/mol

Slope = $\frac{1}{b}$ = 191856 g/mol

b = $\frac{1}{191856\ g/mol}$ = 5,212 $\times 10^{-6}$ mol/g

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

Intersep = $\frac{1}{Kb}$ = 59,163

$$\frac{1}{K} = \frac{59{,}163\ g/L}{1/b}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{59{,}163\ g/L}{191856\ g/mol}$$

K= $\frac{191856\ g/mol}{59{,}163\ g/L}$ = 3242,838 L/mol

b. Isoterm Freundlich

Persamaan Freundlich :

$Q = Kf\ Ce^{1/n}$

log Q = 1/n log Ce + log Kf

keterangan : Q = Jumlah zat yang telah diadsorpsi oleh adsorben (mol/L atau mg/L)

Ce= Konsentrasi zat dalam larutan (mol/L atau mg/L)

K= Konstanta kesetimbangan adsorpsi Freundlich

n = Parameter afinitas adsorpsi

Y = 0,8282x – 2,5839

Slope = $\frac{1}{n} = 0{,}8282\,\frac{L}{g}$

n = $\frac{1}{0{,}8282\ L/g}$ = 1,2074 mol/g

Satuan Intersep = sumbu Y= mol/gram

log Kf = -2,5839 mol/gram

Kf = $10^{-2{,}5839}$ = $2{,}6068 \times 10^{-3}$ mol/gram