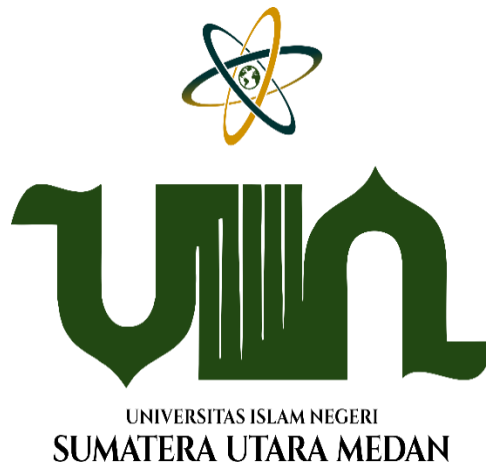


**PENGARUH VARIASI MASSA *GREEN SYNTHESIZED*
NANOKOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ MENGGUNAKAN EKSTRAK
DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) UNTUK DEGRADASI METILEN BIRU**

SKRIPSI

**DINDA AGELIA BR SITUMORANG
NIM. 0705202018**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

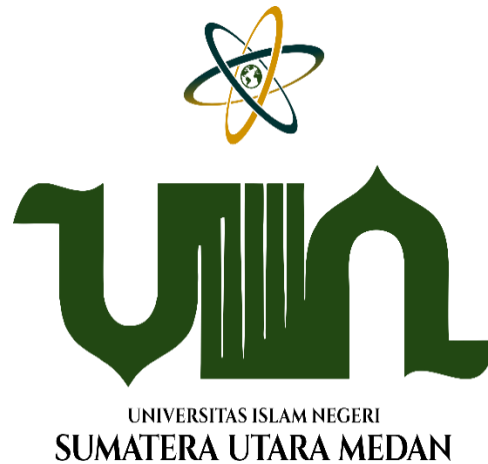
**PENGARUH VARIASI MASSA *GREEN SYNTHESIZED*
NANOKOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ MENGGUNAKAN EKSTRAK
DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) UNTUK DEGRADASI METILEN BIRU**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Dalam Bidang Ilmu Fisika*

DINDA AGELIA BR SITUMORANG

NIM. 0705202018



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta melakukan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama : Dinda Agelia Br Situmorang

NIM : 0705202018

Program Studi : Fisika

Judul : Pengaruh Variasi Massa *Green Synthesized* Nanokomposit
 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ Menggunakan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Untuk Degradasi Metilen Biru

dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

Medan, 11 November 2024 M
9 Jumadil Awal 1446 H

Komisi Pembimbing;

Pembimbing I



Ridwan Yusuf Lubis, M.Si.
NIP. 199012182019031008

Pembimbing II



Miftahul Husnah, S.Pd., M.Si.
NIP. 199202032019032024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Dinda Agelia Br Situmorang
NIM : 0705202018
Program Studi : Fisika
Judul : Pengaruh Variasi Massa *Green Synthesized* Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ Menggunakan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Untuk Degradasi Metilen Biru

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya yang berlaku.

Medan, 11 November 2024



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

Dinda Agelia Br Situmorang
NIM. 0705202018

LEMBAR PENGESAHAN

Nomor: B 784/ ST/ ST.V.2/ PP.01.1/12/2024

Judul : Pengaruh Variasi Massa *Green Synthesized* Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ Menggunakan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Untuk Degradasi Metilen Biru
Nama : Dinda Agelia Br Situmorang
NIM : 0705202018
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara dan dinyatakan **LULUS**.

Pada Hari/Tanggal : Jumat, 15 November 2024
Tempat : Kampus IV Tuntungan Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah
Ketua,



Lailatul Husna Br. Lubis, M.Sc.
NIP. 199005272019032020

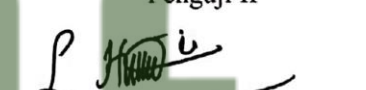
Dosen Penguji,

Penguji I



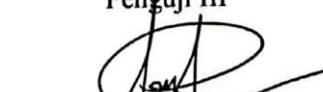
Ety Jumiati, S.Pd., M.Si.
NIB. 1100000072

Penguji II



Lailatul Husna Br. Lubis, M.Sc.
NIP. 199005272019032020

Penguji III



Ridwan Yusuf Lubis, M.Si.
NIP. 199012182019031008

Penguji IV



Miftahul Husnah, S.Pd., M.Si.
NIP. 199202032019032024

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara



**PENGARUH VARIASI MASSA *GREEN SYNTHESIZED*
NANOKOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ MENGGUNAKAN EKSTRAK
DAUN KELOR (*Moringa oleifera*) UNTUK DEGRADASI METILEN BIRU**

ABSTRAK

Air limbah telah menjadi masalah global yang signifikan, terutama disebabkan oleh industri seperti tekstil, air limbah yang berasal dari sektor tekstil mengandung pewarna organik kompleks seperti metilen biru. Fotokatalis menjadi salah satu pengolahan air limbah yang populer dikarenakan efektivitas biaya, teknik yang mudah, dalam menghilangkan metilen biru dari air limbah. Aktivitas fotokatalis nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ (hasil *green synthesized*) dalam mendegradasi zat pewarna metilen biru telah berhasil dilakukan. Material nanokomposit ini disintesis menggunakan metode kopresipitasi. Sampel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ dengan variasi massa FTMO2:1, FTMO1:1, dan FTMO1:2. Karakterisasi dilakukan menggunakan parameter pengujian *X-ray diffractometry* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) *Spectroscopy*, dan *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis) *Spectrofotometry*. Hasil pengujian XRD menunjukkan bahwa variasi massa berpengaruh pada ukuran kristal, dengan nilai ukuran kristal 30,71 nm; 28,38 nm; dan 28,59 nm, dan untuk ukuran d_{hkl} tidak berpengaruh yang dimana ukuran d_{hkl} pada semua sampel memiliki ukuran yang relatif sama yaitu dengan nilai 2,52 Å. Hasil pengujian SEM menunjukkan terjadi lebih banyak penggumpalan pada variasi massa FTMO1:2 dan memiliki ukuran partikel rata-rata 0,22 μm . Hasil pengujian FTIR mengidentifikasi adanya gugus fungsi C-H, C=O, C=C, dan C-N yang menunjukkan keberhasilan *green synthesized*, selain itu juga menunjukkan gugus fungsi H-O-H *bending*, O-H *stretching* pada puncak serapan bilangan gelombang sekitar 1635-1548 cm^{-1} dan 3415-3442 cm^{-1} , Fe-O dan Ti-O yang menunjukkan bahwa nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ berhasil terbentuk pada puncak serapan 599-610 cm^{-1} dan dalam kisaran puncak serapan 450-468 cm^{-1} . Hasil pengujian UV-Vis sampel yang terbaik diperoleh pada sampel FTMO1:2 menampilkan nilai absorbansi tertinggi, memiliki nilai energi gap sebesar 2,38 eV dan persentase degradasi sebesar 97,80%. Material fotokatalis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ dapat digunakan untuk mendegradasi metilen biru dengan hasil terbaik berdasarkan pengujian terdapat pada sampel FTMO1:2.

Kata kunci: Nanokomposit, $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$, *green synthesized*, fotokatalis, metilen biru

**THE EFFECT OF MASS VARIATION OF GREEN SYNTHESIZED
 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ NANOCOMPOSITES USING (*Moringa Oleifera*) LEAF
EXTRACT FOR METHYLENE BLUE DEGRADATION**

ABSTRACT

Wastewater has become a significant global issue, largely due to industries like textiles. Wastewater from the textile sector contains complex organic dyes, such as methylene blue. Photocatalysis has become a popular wastewater treatment method due to its cost-effectiveness and straightforward technique for removing methylene blue. The photocatalytic activity of $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ nanocomposites (produced through green synthesis) in degrading methylene blue dye has been successfully demonstrated. This nanocomposite material was synthesized using the coprecipitation method. $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ samples with varying mass ratios, FTMO2:1, FTMO1:1, and FTMO1:2, were tested. Characterization was performed using X-ray diffractometry (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), Fourier Transform Infra-Red (FTIR) Spectroscopy, and Ultraviolet-Visible (UV-Vis) Spectrophotometry. The XRD test results showed that mass variation affects crystal size, with crystal sizes of 30.71 nm, 28.38 nm, and 28.59 nm, while the d_{hkl} size remained unaffected, with all samples showing a similar d_{hkl} size of 2.52 Å. SEM results indicated more agglomeration in the FTMO1:2 mass variation, with an average particle size of 0.22 µm. FTIR analysis identified functional groups C-H, C=O, C=C, and C-N, confirming successful green synthesis, as well as H-O-H bending and O-H stretching peaks at wavenumbers around 1635-1548 cm^{-1} and 3415-3442 cm^{-1} , and Fe-O and Ti-O peaks at 599-610 cm^{-1} and 450-468 cm^{-1} , showing the successful formation of the $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ nanocomposite. The UV-Vis analysis found that the FTMO1:2 sample exhibited the highest absorbance, with an energy gap of 2.38 eV and a degradation percentage of 97.80%. $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ photocatalyst material can be used to degrade methylene blue, with the best results observed in the FTMO1:2 sample.

Keywords: Nanocomposite, $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$, green synthesized, photocatalyst, methylene blue

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan berkah, rahmat, serta hidayah-Nya atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaimana mestinya.

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Massa *Green Synthesized* Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ Menggunakan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Untuk Degradasi Metilen Biru” disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Nurhayati, M.A, selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan.
2. Bapak Dr. Zulham, S.H.I.,M.Hum., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Ibu Lailatul Husna Br. Lubis, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan. Dan Bapak Nazaruddin Nasution, M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan yang telah membimbing, dan memberikan arahan serta membantu selama proses perkuliahan.
4. Ibu Ety Jumiati, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Penasihat Akademis yang telah membimbing serta mendorong setiap langkah mahasiswanya.
5. Bapak Ridwan Yusuf Lubis, M.Si., dan Ibu Miftahul Husnah, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Skripsi I dan II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dengan penuh kesabaran, memberi ide dan arahan serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Seluruh Dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan yang telah membimbing dan berbagi ilmunya kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Kepada kedua orang tua tercinta Bapak JP Situmorang dan Ibu Sarmini yang telah Ridho membesarkan, mendidik, membimbing, melindungi, dan doa yang tidak pernah putus, serta selalu memberikan dukungan baik moril maupun materilnya selama penulis menempuh pendidikan dari kecil hingga sekarang.
8. Kepada Nanang Sukanti, selaku abang yang telah memberikan banyak dukungan dan membantu biaya dalam meraih gelar sarjana yang di impikan, serta dorongan untuk melangkah lebih jauh untuk menjadikan penulis anak yang kelak dapat membantu keluarga.
9. Kepada sahabat seperjuangan Ikhwan Pasha S, Sri Hartati, Nurma Lenni, Hilwa Salsabila Lubis, Annisa Wulan Dhari Nasution, Siti Nuraisyah, serta keluarga besar Fisika stambuk 2020 atas bantuan, dukungan semangat dan doa dalam pengerjaan skripsi ini.
10. Kepada mbak Nurul Imani Istiqomah, selaku kakak pembimbing secara online yang telah memberikan banyak masukan dan arahan berharga selama penelitian berlangsung.
11. Kepada 9 member Exo, khususnya Park Chanyeol dan Oh Sehun serta Lee Jenyo member Nct Dream yang telah menjadi sumber inspirasi dan semangat melalui karya-karya mereka, musik dan dedikasi memberikan energi positif bagi penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
12. Penulis (Dinda Agelia Br Situmorang), terima kasih sudah percaya pada diri sendiri bahwa bisa menyelesaikannya sampai pada tahap ini, telah bertahan dengan banyaknya kekurangan, dan berjuang serta do'a atas keyakinan kepada Allah SWT untuk mengharapkan Rahmat dan Ridho-Nya. Kamu tangguh tanpa kamu sadari sudah melangkah sejauh ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu, dan semoga skripsi ini membawa manfaat bagi penulis dan bagi para pembacanya. Penulis juga menyadari bahwa isi skripsi ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi materi maupun dari bentuk

penyajian. Penulis sudah berusaha dan berupaya semaksimal mungkin untuk menyusun skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis juga meminta maaf apabila terdapat kesalahan kata maupun bentuk penulisan dari skripsi ini. Dengan demikian, penulis sangat menghargai setiap kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun guna perbaikan di masa yang akan datang.

Wassalaamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Medan, 18 Oktober 2024

Penulis,



Dinda Agelia Br Situmorang
NIM. 070520218



DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$	6
2.1.1 Magnetit (Fe_3O_4).....	7
2.1.2 Titanium Dioksida (TiO_2)	8
2.2 Degradasi Metilen Biru	9
2.3 Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	10
2.4 <i>Green Synthesized</i>	11
2.5 Fotokatalis	13
2.6 Metode Kopresipitasi	14
2.7 Karakteristik Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$	15
2.7.1 <i>X-Ray Diffractometer (XRD)</i>	15
2.7.2 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	17
2.7.3 <i>Fourier Transform Infra-R (FTIR) Spectroscope</i>	17
2.7.4 <i>Ultraviolet-Visible (UV-Vis) Spektrofotometer</i>	18
2.8 Penelitian Relevan	18

2.9	Hipotesis Penelitian	19
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.1.1	Tempat Penelitian	20
3.1.2	Waktu Penelitian.....	20
3.2	Alat Dan Bahan Penelitian	20
3.2.1	Alat Penelitian	20
3.2.2	Bahan Penelitian	22
3.3	Diagram Alir.....	23
3.3.1	Tahap Pembuatan <i>Synthesized</i> Larutan Daun Kelor.....	23
3.3.2	Tahap Pembuatan <i>Green Synthesized</i> Fe ₃ O ₄	24
3.3.3	Tahap Pembuatan <i>Green Synthesized</i> Fe ₃ O ₄ /TiO ₂	25
3.3.4	Tahap Uji Aktivitas Fotokatalis Degradasi Metilen Biru ..	26
3.4	Prosedur Penelitian	27
3.4.1	Tahap Pembuatan <i>Synthesized</i> Larutan Daun Kelor.....	27
3.4.2	Tahap Pembuatan <i>Green Synthesized</i> Fe ₃ O ₄	27
3.4.3	Tahap Pembuatan <i>Green Synthesized</i> Fe ₃ O ₄ /TiO ₂	28
3.4.4	Tahap Uji Aktivitas Fotokatalis Degradasi Metilen Biru ..	28
3.5	Tahap Analisis Pengujian Fotokatalis.....	29
3.5.1	<i>X-Ray Diffractometer</i> (XRD)	29
3.5.2	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	29
3.5.3	<i>Fourier Transform Infra-R</i> (FTIR) <i>Spectroscope</i>	30
3.5.4	<i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis) <i>Spectofotometer</i>	30
BAB IV	PEMBAHASAN.....	32
4.1	<i>X-Ray Diffractometer</i> (XRD)	32
4.2	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	36
4.3	<i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) <i>Spectroscope</i>	40
4.4	<i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis) <i>Spektrofotometer</i>	42
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Diagram Skema Prinsip Fotokatalitik TiO ₂	9
2.2	Daun Kelor	11
2.3	Metode Pengolahan Air dan Fotokatalisis	14
3.1	Tahap Pembuatan <i>Synthesized</i> Larutan Daun Kelor.....	23
3.2	Tahap Pembuatan <i>Green Synthesized</i> Nanopartikel Fe ₃ O ₄	24
3.3	Tahap Pembuatan <i>Green Synthesized</i> Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /TiO ₂	25
3.4	Evaluasi Aktivitas Fotokatalis Degradasi Metilen Biru.....	26
4.1	Grafik Gabungan XRD	32
4.2	Grafik Pergeseran Puncak Sudut 35,7°	34
4.3	SEM Perbesaran 5000 (a) FTMO2:1, (b) FTMO1:1, dan (c) FTMO1:2.....	37
4.4	SEM FTMO2:1 (a) Perbesaran 20.000 kali dan (b) Ukuran Butir (μm)	38
4.5	SEM FTMO1:1 (a) Perbesaran 20.000 kali dan (b) Ukuran Butir (μm)	38
4.6	SEM FTMO1:2 (a) Perbesaran 20.000 kali dan (b) Ukuran Butir (μm)	39
4.7	Gugus Fungsi Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /TiO ₂	40
4.8	Spektrum UV-Vis Fe ₃ O ₄ / TiO ₂	42
4.9	Energi Gap.....	43
4.10	Fotodegradasi Metilen Biru dengan Katalis Fe ₃ O ₄ /TiO ₂	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Kandungan Sifat Daun Kelor	10
4.1	Nilai d_{hkl} Senyawa Fe_3O_4 , TiO_2 dan Titanomaghemite	33
4.2	Jarak Antar Atom.....	35
4.3	Ukuran Kristal	35
4.4	Gugus Fungsi FTMO2:1, FTMO1:1, dan FTMO1:2.....	41
4.5	Energi Gap.....	44
4.6	Persentase Degradasi Metilen Biru.....	45



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	Gambar Alat Penelitian	55
2	Gambar Bahan Penelitian	59
3	Dokumentasi Penelitian	61
4	Surat Keterangan Penelitian.....	67
5	Perhitungan Pengujian XRD	68
6	Hasil Pengujian SEM	73
7	Hasil Pengujian FTIR	82
8	Hasil Perhitungan UV-Vis	84



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN