

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN FOTOKATALITIK
KOMPOSIT KITOSAN-SELULOSA DIASETAT-TiO₂ UNTUK
PENGOLAHAN LIMBAH ZAT WARNA TEKSTIL *CONGO RED***

SKRIPSI



DELLA RATNA FEBRIANA

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2012**

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN FOTOKATALITIK
KOMPOSIT KITOSAN-SELULOSA DIASETAT-TiO₂ UNTUK
PENGOLAHAN LIMBAH ZAT WARNA TEKSTIL *CONGO RED***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang
Kimia Pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga**

Oleh:

DELLA RATNA FEBRIANA

NIM 080810104

Tanggal Lulus : 18 Juli 2012

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Siti Wafiroh, S.Si, M.Si

Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si

NIP. 196 81209 199411 2 001

NIK. 139080769

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pembuatan dan Karakterisasi Membran Fotokatalitik Komposit Kitosan - Selulosa Diasetat - TiO₂ Untuk Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil *Congo Red*
Penyusun : Della Ratna Febriana
NIM : 080810104
Pembimbing I : Siti Wafiroh, S.Si, M.Si.
Pembimbing II : Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si
Tanggal Seminar : 18 Juli 2012

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Siti Wafiroh, S.Si, M.Si
NIP. 196 81209 199411 2 001

Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si
NIK. 139080769

Mengetahui,
Ketua Program Studi S-1 Kimia
Departemen Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Dr. Alfinda Novi Kristianti, DEA
NIP. 19671115 199102 2 001

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan tetapi pengutipan harus seizin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala petunjuk yang telah diberikan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Pembuatan dan Karakterisasi Membran Fotokatalitik Komposit Kitosan-Selulosa Diasetat-TiO₂ untuk Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Congo Red ”** dengan lancar dan tepat waktu. Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan akademis pendidikan sarjana sains dalam bidang kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Pada kesempatan ini, penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Siti Wafiroh, S.Si, M.Si dan Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan nasihat dalam penyusunan skripsi
2. Dr. Yusuf Syah M.S dan Dr. Nanik Siti Aminah, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran demi perbaikan naskah skripsi
3. Drs. Handoko D.K, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan dukungan dan semangat
4. Seluruh dosen kimia yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat untuk menunjang penyusunan skripsi
5. Mama, papa, dek Shendy dan seluruh keluarga yang banyak memberikan dukungan dan doa

6. Sahabat sahabatku “ Papz Crew” Ike, Tika, Ayu, Laras dan Rey yang memberikan semangat dan saling tukar informasi selama penyusunan skripsi
7. Tari dan Sari selaku teman seperjuangan di Laboratorium
8. Semua teman-teman kimia penghuni Laboratorium Kimia Fisik yang menjadi tempat curahan keluh kesah selama pengerjaan skripsi
9. Pak Kamto dan Mbak Kiki yang selalu membantu jika ada kesulitan selama di Laboratorium Kimia Fisik
10. Teman-teman S1-kimia angkatan 2008 yang sama-sama berjuang menyelesaikan skripsi
11. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian naskah skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu

Demi kesempurnaan skripsi ini, penyusun menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunannya, oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca. Penyusun berharap naskah skripsi ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya teknologi membran.

Surabaya, Juli 2012

Penyusun

Della Ratna Febriana

Febriana.,D.R, 2012, Pembuatan dan Karakterisasi Membran Fotokatalitik Komposit Kitosan - Selulosa Diasetat - TiO_2 untuk Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil *Congo Red*, Skripsi ini dibawah bimbingan Siti Wafiroh,S.Si, M.Si. dan Harsasi Setyawati, S.Si., M.Si., Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Membran banyak diaplikasikan dalam kehidupan manusia, salah satu contohnya dalam pengolahan limbah zat warna tekstil. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengkarakterisasi membran kitosan-selulosa diasetat- TiO_2 untuk mengolah limbah zat warna tekstil *congo red*. Kitin diisolasi dari cangkang rajungan lalu disintesis menjadi kitosan melalui 4 tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi. Selulosa diisolasi dari batang pisang kepok lalu disintesis menjadi selulosa diasetat melalui 3 tahap yaitu pengembangan, asetilasi dan hidrolisis. Membran dibuat dengan metode inversi fasa. Membran kitosan ditambahkan dengan variasi konsentrasi selulosa diasetat 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Membran tersebut diuji sifat mekaniknya. Membran kitosan-selulosa diasetat yang memiliki sifat mekanik optimum kemudian ditambahkan dengan variasi konsentrasi TiO_2 sebesar 0,1%, 0,15%, 0,2%, 0,25% dan 0,3%. Membran ini dikarakterisasi meliputi ketebalan, sifat mekanik, kinerja, SEM dan FT-IR. Kemudian membran yang optimum diaplikasikan untuk mengolah limbah zat warna tekstil *congo red*. Hasil penelitian ini membran optimum untuk mengolah limbah zat warna tekstil *congo red* yaitu dengan konsentrasi kitosan 3%, selulosa diasetat 4% dan TiO_2 0,3%. Hasil karakterisasi membran optimum ini meliputi ketebalan 0,01 mm, *stress* 0,02250 kN/mm², *strain* 0,05767, *modulus young* 0,39015 kN/mm², fluks 1061, 54 L/m² hari, dan rejeksi 99,60 %. Hasil aplikasi membran kitosan-selulosa diasetat- TiO_2 dalam mengolah limbah zat warna tekstil *congo red* dengan fluks 715,529 L/m² hari dan rejeksi 92,19 %.

Kata kunci: membran, kitosan, selulosa diasetat, TiO_2 , congo red

Febriana., D.R, 2012, Synthesis and Characterization of Photocatalytic Membrane Composite Chitosan - Cellulose diacetate - TiO_2 to Treatment of Textile Dyes Waste *Congo Red*, This thesis under the guidance Siti Wafiroh,S.Si, M.Si. and Harsasi Setyawati, S.Si., M.Si., Departement of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Membrane was applied in many people's lives, one example in the textile dye wastewater treatment. The purpose of this study is to create and characterize chitosan membrane with the addition of cellulose diacetate and TiO_2 to treat textile dyes waste congo red. Chitin was isolated from crab shells and then synthesized into chitosan through the 4 stages are deproteination, demineralization, depigmentation and deacetylation. Cellulose was isolated from kepok banana stem then synthesized into a cellulose diacetate through 3 stages such as the swelling stage, the acetylation stage and hydrolysis. Membranes prepared by phase inversion method. Chitosan membrane added with variation of cellulose diacetate concentration 2%, 4%, 6%, 8% and 10%. The membranes are tested about mechanical properties. Chitosan-cellulose diacetate membrane which have optimum mechanical properties then added with variation of TiO_2 concentration 0,1%, 0,15%, 0,2%, 0,25% and 0,3%. The membranes are characterized include thickness, mechanical properties, performance membrane, SEM and FT-IR. The optimum membranes applied for wastewater treatment of textile dye *congo red*. So, the optimum membrane for wastewater treatment of textile dye *congo red* is concentration of chitosan 3%, cellulose diacetate 4% and TiO_2 0,3%. The characterization results of optimum membrane include thickness of 0,01 mm, *stress* 0,02250 kN/mm^2 , *strain* 0,05767, *modulus young* 0,39015 kN/mm^2 , flux 1061, 54 L/m^2 days, dan rejection 99,60 %. The result of application membrane in wastewater treatment of textile dye *congo red* with flux 715,529 L/m^2 days and rejection 92,19 %.

Key words: *membrane, chitosan, cellulose diacetate, TiO_2 , congo red*

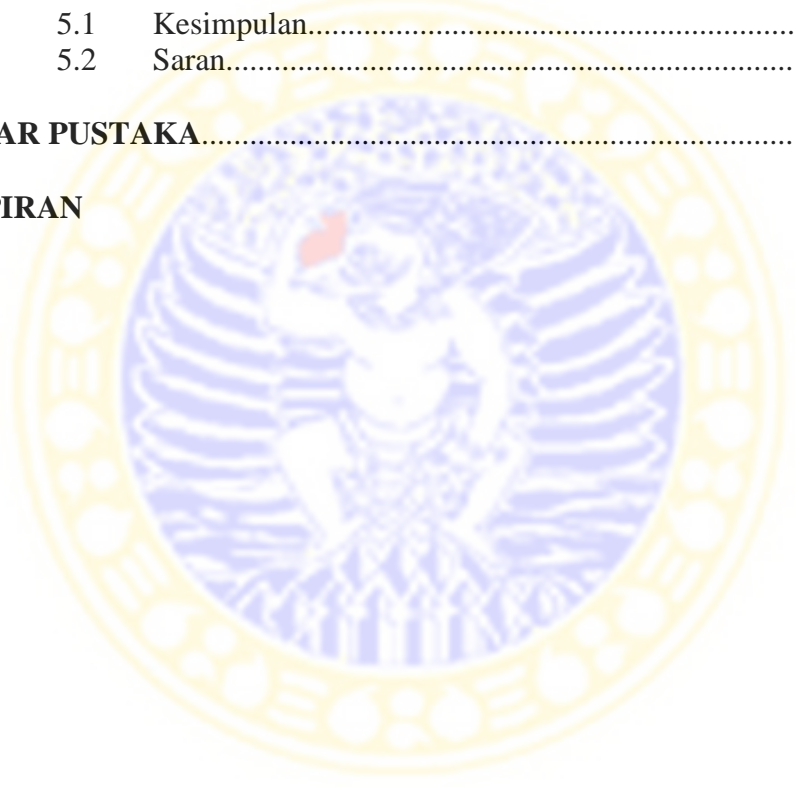
DAFTAR ISI

| | Halaman |
|------------------------------------------------|----------------|
| LEMBAR JUDUL | i |
| LEMBAR PERNYATAAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | iii |
| PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Permasalahan | 1 |
| 1.2 Rumusan Permasalahan..... | 7 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 8 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 8 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 9 |
| 2.1 Rajungan..... | 9 |
| 2.2 Kitin..... | 10 |
| 2.3 Kitosan | 11 |
| 2.4. Derajat Deasetilasi..... | 13 |
| 2.5 Pisang Kepok..... | 15 |
| 2.6 Selulosa. | 16 |
| 2.7 Selulosa Diasetat..... | 17 |
| 2.8 Fotokatalisis..... | 18 |
| 2.9 Fotodegradasi | 19 |
| 2.10 TiO ₂ | 20 |
| 2.11 <i>Congo red</i> | 22 |
| 2.12 Membran..... | 23 |
| 2.12.1 Membran fotokatalitik..... | 23 |
| 2.13 Karakterisasi Membran | 24 |
| 2.13.1 Penentuan fluks | 24 |
| 2.13.2 Penentuan rejeksi | 24 |
| 2.13.3 Sifat mekanik membran | 25 |
| 2.13.4 Ketebalan membran..... | 27 |
| 2.14 Penentuan Berat Molekul Rata-Rata..... | 27 |
| 2.15 Spektrofotometri UV-Vis..... | 29 |

| | | |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BAB III | METODE PENELITIAN | 31 |
| 3.1 | Tempat dan Waktu | 31 |
| 3.2 | Bahan dan Alat Penelitian | 31 |
| 3.2.1 | Alat penelitian | 31 |
| 3.2.2 | Bahan penelitian..... | 32 |
| 3.3 | Diagram Alir | 33 |
| 3.4 | Prosedur Kerja | 34 |
| 3.4.1 | Pembuatan larutan..... | 34 |
| 3.4.2 | Preparasi kulit batang pisang kepok..... | 36 |
| 3.4.3 | Pembuatan pulp dari kulit batang pisang | 36 |
| 3.4.4 | <i>Bleaching</i> pulp dari kulit batang pisang..... | 36 |
| 3.4.5 | Sintesis selulosa diasetat | 37 |
| 3.4.6 | Karakterisasi selulosa diasetat..... | 37 |
| 3.4.6.1 | Uji kelarutan..... | 37 |
| 3.4.6.2 | Penentuan berat molekul rata-rata selulosa diasetat..... | 38 |
| 3.4.6.3 | Analisis FTIR..... | 38 |
| 3.4.7 | Penyiapan serbuk cangkang rajungan | 38 |
| 3.4.8 | Proses transformasi kitin ke kitosan dari cangkang rajungan | 38 |
| 3.4.9 | Karakterisasi kitosan | 40 |
| 3.4.9.1 | Uji kelarutan kitosan..... | 40 |
| 3.4.9.2 | Penentuan berat molekul rata-rata kitosan..... | 40 |
| 3.4.9.3 | Analisis FTIR | 40 |
| 3.4.9.4 | Derajat deasetilasi..... | 41 |
| 3.4.10 | Pembuatan membran fotokatalitik kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 41 |
| 3.4.11 | Karakterisasi membran kitosan dengan variasi konsentrasi selulosa diasetat | 42 |
| 3.4.11.1 | Karakterisasi sifat mekanik membran kitosan dengan variasi konsentrasi selulosa diasetat | 42 |
| 3.4.12 | Karakterisasi membran kitosan-selulosa diasetat dengan variasi konsentrasi TiO ₂ | 43 |
| 3.4.12.1 | Pengukuran ketebalan membran kitosan-selulosa diasetat dengan variasi konsentrasi TiO ₂ | 43 |
| 3.4.12.2 | Penentuan sifat mekanik membran kitosan-selulosa diasetat dengan variasi konsentrasi TiO ₂ | 43 |
| 3.4.12.3 | Penentuan kinerja membran kitosan-selulosa diasetat dengan variasi konsentrasi TiO ₂ .. | 44 |
| 3.4.12.4 | Penentuan morfologi membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 44 |

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.12.5 | Analisis FTIR membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 45 |
| 3.4.13 | Penentuan panjang gelombang maksimum larutan <i>congo red</i> | 45 |
| 3.4.14 | Pembuatan kurva standar larutan <i>congo red</i> | 45 |
| 3.4.15 | Pengaruh variasi waktu kontak membran fotokatalitik dengan lampu UV terhadap konsentrasi <i>congo red</i> yang tersisa..... | 46 |
| 3.4.16 | Aplikasi membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ untuk pengolahan limbah zat warna tekstil <i>congo red</i> | 46 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 48 |
| 4.1 | Hasil Preparasi Kulit Batang Pisang Kepok..... | 48 |
| 4.2 | Hasil Pembuatan Pulp dari Kulit Batang Pisang | 48 |
| 4.3 | Pemutihan (<i>Bleaching</i>) Pulp dari Kulit Batang Pisang | 49 |
| 4.4 | Sintesis Selulosa Diasetat dari Kulit Batang Pisang | 51 |
| 4.5 | Hasil Karakterisasi Selulosa Diasetat..... | 53 |
| 4.5.1 | Hasil uji kelarutan selulosa diasetat | 53 |
| 4.5.2 | Hasil penentuan berat molekul rata-rata selulosa diasetat | 53 |
| 4.5.3 | Hasil FT-IR selulosa dan selulosa diasetat..... | 55 |
| 4.6 | Hasil Preparasi Serbuk Cangkang Rajungan..... | 56 |
| 4.7 | Hasil Proses Transformasi Kitin ke Kitosan dari Cangkang Rajungan..... | 56 |
| 4.8 | Hasil Karakterisasi Kitosan | 59 |
| 4.5.1 | Hasil uji kelarutan kitosan..... | 59 |
| 4.5.2 | Hasil penentuan berat molekul rata-rata kitosan... .. | 59 |
| 4.5.3 | Hasil FT-IR kitin dan kitosan..... | 60 |
| 4.5.4 | Hasil perhitungan derajat deasetilasi..... | 62 |
| 4.9 | Hasil Pembuatan Membran Fotokatalitik Komposit Kitosan-Selulosa Diasetat-TiO ₂ | 63 |
| 4.10 | Hasil Karakterisasi Membran Kitosan dengan Variasi Konsentrasi Selulosa Diasetat | 65 |
| 4.10.1 | Hasil uji sifat mekanik membran kitosan dengan variasi konsentrasi selulosa diasetat..... | 65 |
| 4.11 | Hasil Karakterisasi Membran Kitosan-Selulosa Diasetat dengan Variasi Konsentrasi TiO ₂ | 66 |
| 4.11.1 | Hasil uji ketebalan membran kitosan-selulosa diasetat dengan variasi konsentrasi TiO ₂ | 66 |
| 4.11.2 | Hasil uji sifat mekanik membran kitosan-selulosa diasetat dengan variasi konsentrasi TiO ₂ | 67 |
| 4.11.3 | Hasil uji kinerja membran kitosan-selulosa diasetat dengan variasi konsentrasi TiO ₂ | 70 |
| 4.11.4 | Hasil penentuan morfologi membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 72 |

| | | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.11.5 | Hasil analisis FT-IR membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 74 |
| 4.12 | Hasil Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Congo Red</i> | 75 |
| 4.13 | Hasil Pembuatan Kurva Standar Larutan <i>Congo Red</i> | 75 |
| 4.14 | Hasil Pengaruh Variasi Waktu Kontak antara Membran Fotokatalitik dengan Lampu UV terhadap Konsentrasi <i>Congo red</i> yang Tersisa | 76 |
| 4.15 | Hasil Aplikasi Membran Kitosan-Selulosa Diasetat-TiO ₂ untuk Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil <i>Congo Red</i> | 77 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 81 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 81 |
| 5.2 | Saran..... | 82 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 83 |
| | LAMPIRAN | |



DAFTAR TABEL

| No | Judul Tabel | Halaman |
|-----|--------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 | Karakteristik kitosan | 13 |
| 2.2 | Komposisi kimia pada bagian-bagian tanaman pisang..... | 15 |



DAFTAR GAMBAR

| No | Judul Gambar | Halaman |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 | Rajungan..... | 10 |
| 2.2 | Tahap deasetilasi kitin ke kitosan..... | 11 |
| 2.3 | Struktur kimia kitosan..... | 12 |
| 2.4 | Tanaman pisang..... | 16 |
| 2.5 | Struktur kimia selulosa..... | 17 |
| 2.6 | Struktur kimia selulosa diasetat | 18 |
| 2.7 | Mekanisme fotokatalitik TiO ₂ | 20 |
| 2.8 | Struktur kimia <i>congo red</i> | 22 |
| 3.1 | Reaktor fotokatalitik..... | 31 |
| 4.1 | Hasil refluks gedebok pisang..... | 49 |
| 4.2 | Perbedaan pulp sebelum (kanan) dan sesudah (kiri) <i>bleaching</i> | 51 |
| 4.3 | Selulosa diasetat hasil sintesis..... | 52 |
| 4.4 | Grafik penentuan berat molekul (Mv) selulosa diasetat.... | 54 |
| 4.5 | Spektra FT-IR selulosa (a) dan selulosa diasetat (b)..... | 55 |
| 4.6 | Serbuk rajungan (a), kitin (b) dan kitosan hasil sintesis (c)..... | 59 |
| 4.7 | Grafik penentuan berat molekul (Mv) kitosan..... | 60 |
| 4.8 | Spektra FT-IR kitin..... | 61 |
| 4.9 | Spektra FT-IR kitosan..... | 61 |
| 4.10 | Larutan <i>dope</i> membran dalam cawan petri..... | 64 |
| 4.11 | Membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 65 |
| 4.12 | Grafik hubungan antara nilai <i>stress</i> dengan variasi konsentrasi selulosa diasetat dalam membran kitosan-selulosa diasetat..... | 65 |
| 4.13 | Grafik hubungan antara ketebalan rata-rata membran dengan variasi konsentrasi TiO ₂ dalam membran kitosan-selulosa diasetat- TiO ₂ | 67 |
| 4.14 | Grafik hubungan antara nilai <i>stress</i> dengan variasi konsentrasi TiO ₂ dalam membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 68 |
| 4.15 | Grafik hubungan antara nilai <i>strain</i> dengan variasi konsentrasi TiO ₂ dalam membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 69 |
| 4.16 | Grafik hubungan antara nilai <i>modulus young</i> dengan variasi konsentrasi TiO ₂ dalam membran kitosan- | 70 |

| | | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | selulosa diasetat-TiO ₂ | |
| 4.17 | Grafik hubungan antara nilai fluks dengan variasi konsentrasi TiO ₂ dalam membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 71 |
| 4.18 | Grafik hubungan antara nilai rejeksi dengan variasi konsentrasi TiO ₂ dalam membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 72 |
| 4.19 | Hasil SEM permukaan membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ | 73 |
| 4.20 | Spektra FTIR membran kitosan-selulosa diasetat (a) dan membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ (b)..... | 74 |
| 4.21 | Grafik panjang gelombang maksimum dari <i>congo red</i> | 75 |
| 4.22 | Kurva standar larutan <i>congo red</i> | 76 |
| 4.23 | Grafik hubungan antara waktu penyinaran dengan absorbansi <i>congo red</i> | 76 |
| 4.24 | Perbandingan nilai fluks membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ terhadap sampel <i>congo red</i> murni dan limbah tekstil <i>congo red</i> | 79 |
| 4.25 | Perbandingan nilai rejeksi membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ terhadap sampel <i>congo red</i> murni dan limbah tekstil <i>congo red</i> | 79 |
| 4.26 | <i>Congo red</i> awal (a), <i>Congo red</i> setelah didegradasi dalam reaktor fotokatalitik (b), dan <i>Congo red</i> setelah difiltrasi dengan membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ (c)..... | 80 |
| 4.27 | Limbah tekstil <i>congo red</i> awal (a), limbah tekstil <i>congo red</i> setelah didegradasi dalam reaktor fotokatalitik (b), dan limbah tekstil <i>congo red</i> setelah difiltrasi dengan membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ (c)..... | 80 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No | Judul Lampiran |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Hasil rendemen selulosa diasetat hasil sintesis |
| 2. | Hasil rendemen kitin dan kitosan |
| 3. | Hasil penentuan berat molekul rata-rata selulosa diasetat |
| 4. | Hasil penentuan berat molekul rata-rata kitosan |
| 5. | Hasil FT-IR selulosa |
| 6. | Hasil FT-IR selulosa diasetat |
| 7. | Hasil FT-IR kitin |
| 8. | Hasil FT-IR kitosan |
| 9. | Hasil perhitungan derajat deasetilasi (DD) kitin |
| 10. | Hasil perhitungan derajat deasetilasi (DD) kitosan |
| 11. | Hasil penentuan ketebalan membran kitosan-selulosa diasetat |
| 12. | Hasil penentuan ketebalan membran kitosan-selulosa diasetat TiO ₂ |
| 13. | Hasil uji sifat mekanik membran kitosan-selulosa diasetat |
| 14. | Hasil uji sifat mekanik membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ |
| 15. | Hasil uji kinerja membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ |
| 16. | Hasil FT-IR membran kitosan-selulosa diasetat |
| 17. | Hasil FT-IR membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ |
| 18. | Hasil hubungan antara lama waktu penyinaran dengan absorbansi <i>congo red</i> |
| 19. | Hasil perbandingan pengolahan <i>congo red</i> dengan menggunakan TiO ₂ dan membran kitosan-selulosa diasetat-TiO ₂ |
| 20. | Hasil grafik panjang gelombang maksimum dari <i>congo red</i> |
| 21. | Hasil kurva standar larutan <i>congo red</i> |