

**STUDI FOTODEGRADASI-ADSORPSI *METHYL ORANGE*
MENGUNAKAN KOMPOSIT TiO₂-KITOSAN**

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



**WIQOYATUL MUNIROH
09630022**

**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.01.1/335/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Studi Fotodegradasi - Adsorpsi Methyl Orange Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Wiqoyatul Muniroh

NIM : 09630022

Telah dimunaqasyahkan pada : 9 Januari 2014

Nilai Munaqasyah : A

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

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Imelda Fajriati, M.Si
NIP.19750725 200003 2 001

Penguji I

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

Penguji II

Endarujati Sedyadi, M.Sc

Yogyakarta, 3 Februari 2014

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D

NIP.19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Pengajuan Munaqasyah

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 : Wiqoyatul Muniroh
NIM : 09630022
Judul Skripsi : Studi Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange*
Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan

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.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 November 2013
Pembimbing

Imelda Fajriati, M.Si
NIP. 19750725 200003 2 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Wiqoyatul Muniroh

NIM : 09630022

Judul Skripsi : Studi Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange*
Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan

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, 28 Januari 2014

Konsultan

Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc

NIP. 19820329 201101 1 005



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Wiqoyatul Muniroh

NIM : 09630022

Judul Skripsi : Studi Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange*
Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan

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, 28 Januari 2014

Konsultan

Endaruji Setyadi, S.Si., M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wiqoyatul Muniroh
NIM : 09630022
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul:

Studi Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange* Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan

merupakan hasil penelitian saya sendiri dan bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari adanya penyimpangan dalam karya ini maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis.

Yogyakarta, 14 November 2013

Penulis,



Wiqoyatul Muniroh
NIM. 09630022

MOTTO

لا يكلف الله نفسا الا وسعها

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Al-Baqarah: 286)

“Only a life lived for others is worth living”

(Albert Einstein)

Karya ini didedikasikan kepada

Almamater

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada hamba-Nya. Shalawat beserta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah mengantarkan umatnya ke jalan yang diridhoi Allah SWT.

Berkat pertolongan Allah SWT, akhirnya skripsi berjudul **“Studi Fotodegradasi-Adsorpsi Methyl Orange Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan”**, ditulis sebagai syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu program studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Skripsi yang sederhana ini semoga dapat menjadi bagian dari khasanah ilmu pengetahuan sehingga dapat bermanfaat.

Penulis menyadari banyak sekali pihak yang berkontribusi baik secara moril maupun materil dalam penyusunan skripsi ini. Atas semua masukan dan bantuannya penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang ikut berkontribusi khususnya kepada:

1. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A., Ph. D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti Wahyu Widowati, M. Si., M. Biotech., selaku Ketua Progam Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku penasehat akademik yang banyak memberi masukan dan arahan bagi penulis.
4. Ibu Imelda Fajriati, M. Si., selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mentransfer ilmu-ilmunya yang bermanfaat kepada penulis.
6. Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isnı Gustanti, S.Si., selaku PLP Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga

Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama melakukan penelitian.

7. Ayah dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan serta do'a tiada henti kepada penulis.
8. Kakak-kakak serta semua keluarga yang senantiasa memberikan motivasi dan do'a kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat tersayang, Eva Homsah, Susi Susanti, Purwati, Latifah R.R, Iis A. Fuadah, Dedeh S. M, Sabki Ati Murtafi'ah, Eva Kholifatun, Riska Septiana, Defri Nuridwan, Astuti Paweni, Siwi Hanjanattri, Wafiratul Husna, Jazarotun Nisak, Hikmatun Hasanah, Nailal Muna, Nura Lailatussoimah yang selalu membuat penulis semangat menjalani kegiatan sehari-hari baik dalam perkuliahan maupun *weekend*.
10. Keluarga besar Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta angkatan 2009 yang saling peduli dan kebersamaannya yang kompak.
11. Teman-teman kost yang selalu mengisi hari-hari penulis.
12. Someone special, yang telah memberikan motivasi, dukungan, perhatian, pengertian dan selalu ada dalam suka maupun duka.
13. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis tidak akan mampu membalas semua kebaikan tersebut sehingga penulis hanya mampu berharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan dengan pahala yang berlipat ganda, *Amin ya Rabbal 'Alamin*.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, walaupun penulis sudah berusaha dengan maksimal. Kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan penulisan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 14 November 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Landasan Teori	10

1. Fotokatalis Titanium Dioksida (TiO ₂)	10
2. Adsorpsi	16
3. Kitosan	17
4. Komposit	20
5. Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	22
6. Spektrofotometri UV-Visibel	24

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	28
B. Alat dan Bahan	28
C. Prosedur Penelitian	29
1. Sintesis Sol Ti(IV) Isopropoksida	29
2. Preparasi Kitosan	29
3. Sintesis Komposit TiO ₂ -Kitosan dengan Metode Sol-Gel	29
4. Uji Aktivitas Komposit TiO ₂ -Kitosan Terhadap Fotodegradasi- Adsorpsi <i>Methyl Orange</i>	30
a. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methyl Orange</i>	30
b. Pembuatan Kurva Standar <i>Methyl Orange</i>	30
c. Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -Kitosan dengan Variasi Waktu Kontak	30
d. Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -Kitosan dengan Variasi pH Larutan	31
e. Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -Kitosan dengan Variasi Konsentrasi	31
f. <i>Life Time</i> Komposit TiO ₂ -Kitosan Terhadap Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i>	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Komposit TiO ₂ -Kitosan	33
1. Spektrofotometri Inframerah (FTIR)	34
2. Difraksi Sinar-X (<i>X-Ray Diffraction</i> , XRD)	36
B. Studi Aktifitas Komposit TiO ₂ -Kitosan Terhadap Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i>	37
1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methyl Orange</i>	37
2. Pembuatan Kurva Standar <i>Methyl Orange</i>	38
3. Studi Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -Kitosan dengan Variasi Waktu Kontak	40
4. Studi Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -Kitosan dengan Variasi pH Larutan	43
5. Studi Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Menggunakan Komposit TiO ₂ -Kitosan dengan Variasi Konsentrasi	47
C. Studi <i>Life Time</i> Komposit TiO ₂ -Kitosan Terhadap Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i>	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	52
B. Saran	52

DAFTAR PUSTAKA	53
-----------------------------	----

LAMPIRAN	57
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kelimpahan TiO_2 sebagai fungsi pH	12
Tabel 2 Harga Energi Celah Pita (E_g)	13



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur TiO_2	11
Gambar 2. Reaksi Fotokatalisis TiO_2	14
Gambar 3. Struktur Kimia Kitin dan Kitosan.....	18
Gambar 4. Transformasi Kitin Menjadi Kitosan.....	19
Gambar 5. Struktur <i>Methyl Orange</i>	23
Gambar 6. Diagram Blok Komponen Spektrofotometer UV-Visibel	25
Gambar 7. Perbandingan spektra IR Kitosan, TiO_2 , dan Komposit TiO_2 -kitosan	35
Gambar 8. Difraktogram <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) Kitosan, TiO_2 dan Komposit TiO_2 -kitosan	36
Gambar 9. Kurva Absorbansi <i>Methyl Orange</i> 7 ppm	38
Gambar 10. Kurva Standar <i>Methyl Orange</i>	39
Gambar 11. Hasil Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Berdasarkan Variasi Waktu Kontak	40
Gambar 12. Hasil Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Berdasarkan Variasi pH Larutan	44
Gambar 13. Pengaruh pH Larutan Dalam Ionisasi Molekul <i>Methyl Orange</i>	45
Gambar 14. Hasil Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Berdasarkan Variasi Konsentrasi	48
Gambar 15. Hasil Uji <i>Life Time</i> Komposit TiO_2 -Kitosan Terhadap Fotodegradasi-Adsorpsi <i>Methyl Orange</i>	50

ABSTRAK

STUDI FOTODEGRADASI-ADSORPSI *METHYL ORANGE* MENGUNAKAN KOMPOSIT TiO₂-KITOSAN

Oleh

Wiqoyatul Muniroh
NIM. 09630022

Pembimbing

Imelda Fajriati, M.Si.
NIP. 19750725 200003 2 001

Studi fotodegradasi-adsorpsi *methyl orange* menggunakan komposit TiO₂-kitosan telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan optimum komposit TiO₂-kitosan dalam menghilangkan zat warna *methyl orange* dan untuk mengetahui *life time* komposit TiO₂-kitosan dalam menghilangkan zat warna *methyl orange*.

Proses menghilangkan zat warna *methyl orange* dilakukan dengan penyinaran sinar UV terhadap campuran yang terdiri dari larutan *methyl orange* dan komposit TiO₂-kitosan yang disertai pengadukan. Pengujian dilakukan berdasarkan variasi waktu kontak, variasi pH larutan *methyl orange*, dan variasi konsentrasi *methyl orange*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi *methyl orange* terbesar yaitu sebesar 93,08% dengan waktu kontak optimum antara komposit TiO₂-kitosan dengan *methyl orange* selama 5 jam, pH larutan *methyl orange* optimum pada pH 4 dan konsentrasi optimum *methyl orange* 20 ppm. Penurunan aktivitas komposit TiO₂-kitosan setelah penggunaan kembali dengan 5 kali pengulangan adalah sebesar 36,99 %.

Kata kunci: *fotodegradasi, adsorpsi, komposit TiO₂-kitosan, methyl orange*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri tekstil di Indonesia saat ini mengalami pertumbuhan produksi yang sangat pesat dari tahun ke tahun. Perkembangan ini selain memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh limbah yang dihasilkan dalam produksi tekstil, salah satunya limbah zat warna akibat proses pewarnaan tekstil. Zat warna tekstil merupakan salah satu pencemar yang bersifat *non-biodegradable*, umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Senyawa azo digunakan sebagai bahan celup, yang dinamakan *azo dyes*. Salah satu zat warna azo yang banyak digunakan dalam proses pencelupan adalah *methyl orange*. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan, akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogenik dan mutagenik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif efektif untuk menguraikan limbah tersebut (Christina dkk., 2007).

Upaya penanganan limbah tekstil hingga saat ini telah banyak dilakukan. Pengolahan limbah cair industri tekstil dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa proses yaitu kimia, fisika dan biologi maupun kombinasi antara ketiga proses tersebut. Beberapa metode yang telah dikembangkan diantaranya metode adsorpsi menggunakan karbon aktif, koagulasi, sedimentasi dan lumpur aktif. Pengolahan limbah secara konvensional ini relatif mudah dalam pengerjaannya

serta tidak memerlukan biaya yang tinggi, namun masih terdapat kekurangan yang menyebabkan pengolahan limbah tersebut menjadi kurang optimal. Pengolahan limbah dengan metode koagulasi dan sedimentasi menimbulkan limbah baru yaitu koagulan yang tidak dapat digunakan lagi. Pada metode adsorpsi, zat warna yang diadsorpsi terakumulasi dalam adsorben tanpa menguraikan sifat toksik dan karsinogenik dari limbah zat warna tersebut sehingga menimbulkan masalah baru yang harus ditanggulangi, sedangkan pada metode lumpur aktif, beberapa jenis limbah zat warna memiliki sifat yang resisten untuk didegradasi secara biologis (Nirmasari dkk., 2009 dan Fatimah dkk., 2006). Alternatif baru dalam pengolahan limbah cair industri tekstil diperlukan untuk mengatasi kekurangan ini sehingga lebih efektif dan efisien dalam menurunkan polutan organik dan zat warna.

Salah satu metode alternatif pengolahan limbah zat warna yang telah dikembangkan pada saat ini yaitu metode fotodegradasi dengan menggunakan semikonduktor fotokatalis dan sinar ultraviolet (Widihati dkk., 2011). Proses fotokatalitik ini merupakan metode pengolahan limbah yang perlu dikembangkan lebih lanjut karena tidak seperti pengolahan limbah konvensional yang hanya memindahkan polutan dari suatu tempat ke tempat lainnya melainkan mampu mengubah polutan menjadi produk yang lebih ramah lingkungan di mana sifat toksik dan karsinogenik dari polutan akan terdegradasi menjadi senyawa-senyawa yang tidak berbahaya. (Kabra dkk., 2004).

Bahan fotokatalis yang digunakan dalam metode fotodegradasi merupakan suatu semikonduktor, seperti: TiO_2 , ZnO , dan Al_2O_3 . Saat ini penggunaan bahan fotokatalis seperti TiO_2 dan ZnO telah banyak dilakukan dalam

proses fotodegradasi zat warna. Namun TiO_2 paling banyak digunakan karena paling stabil (tahan terhadap korosi) dan harganya relatif murah (Gunlazuardi, 2001). Barka dkk. (2010) telah melakukan pemodelan kinetik suatu fotokatalitik TiO_2 terhadap fotodegradasi *methyl orange*. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa laju fotokatalitik TiO_2 terhadap degradasi *methyl orange* sangat tinggi. Pemodelan kinetika yang telah diusulkan dapat menjelaskan proses penghilangan zat warna *methyl orange* tersebut.

Aplikasi fotokatalis TiO_2 yang telah dilakukan biasanya menggunakan TiO_2 berbentuk serbuk. Penggunaan TiO_2 serbuk di dalam cairan berturbulensi tinggi tidak efisien karena dua hal. *Pertama*, serbuk yang telah terdispersi dalam air sangat sulit diregenerasi. *Kedua*, bila campuran terlalu keruh, maka radiasi UV tidak mampu mengaktifkan seluruh partikel fotokatalis (Gunlazuardi dan Tjahjanto, 2001).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengurangi penggunaan serbuk, salah satunya dengan penggunaan media sebagai tempat untuk penempelan/pengemban TiO_2 . Pengemban yang digunakan haruslah memiliki kemampuan adsorpsi tinggi serta tidak menghambat aktivitas fotokatalitik TiO_2 . Kitosan merupakan salah satu pengemban yang baik bagi TiO_2 karena selain sifat biodegradabilitas dan biokompatibilitasnya yang mampu meningkatkan stabilitas dispersi, keberadaannya sebagai limbah cangkang *crustacea* yang melimpah di alam sangat potensial untuk dikembangkan (Ozerin dkk., 2006 dan Aranaz dkk., 2009).

Rusdi (2012) telah melakukan penelitian tentang campuran TiO₂-Kitosan terhadap kemampuan menguraikan zat warna *methyl orange*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa adanya fotokatalis TiO₂ yang terimobilisasi pada kitosan dapat mendegradasi zat warna *methyl orange*. Selain itu adanya TiO₂ yang tersebar dalam material pengemban menyebabkan terjadi perubahan karakteristik terutama sifat dispersi dalam larutan, sehingga memudahkan proses *recovery* paska digunakan.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya diketahui bahwa peningkatan aktivitas fotokatalitik TiO₂ yang terembankan pada kitosan menjadi lebih optimal. Namun demikian bahan campuran TiO₂-kitosan tersebut bersifat tidak stabil secara mekanik sehingga mengakibatkan TiO₂ mudah lepas kembali dari kitosan. Oleh karena itu perlu diteliti lebih lanjut mengenai preparasi komposit TiO₂-kitosan agar didapatkan bahan campuran yang lebih stabil secara mekanik/fisik dan kimia serta bagaimana *life time* komposit TiO₂-kitosan dalam menghilangkan senyawa target.

Pada penelitian ini, akan dilakukan uji aktivitas komposit TiO₂-kitosan yang dipreparasi dengan metode sol-gel berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Fajriati, 2013) terhadap penghilangan zat warna *methyl orange*. Pada penelitian ini juga akan dipelajari mengenai *life time* komposit TiO₂-kitosan yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan komposit dalam menghilangkan zat warna *methyl orange* berdasarkan penggunaannya secara berulang. Hal ini dilakukan agar dapat menjadi pembanding penelitian-penelitian sebelumnya.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian terkait penanganan limbah di atas, maka:

1. Zat warna pada limbah cair industri tekstil yang bersifat toksik dan karsinogenik dapat terdegradasi dan teradsorp menggunakan komposit TiO₂-kitosan.
2. Sementara ini campuran TiO₂-kitosan yang digunakan dalam proses fotodegradasi zat warna pada limbah cair industri tekstil tidak stabil secara mekanik (Rusdi, 2012).

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang disajikan di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Komposit TiO₂-kitosan yang digunakan adalah hasil sintesis dengan metode *sol-gel* berdasarkan penelitian sebelumnya (Fajriati, 2013).
2. Mekanisme proses fotodegradasi-adsorpsi dalam menghilangkan zat warna *methyl orange* merupakan proses sinergi.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka rumusan masalah yang dapat diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi optimum fotodegradasi-adsorpsi *methyl orange* menggunakan komposit TiO₂-kitosan, yang meliputi konsentrasi *methyl*

orange optimum, pH larutan *methyl orange* optimum dan waktu reaksi *methyl orange* dengan komposit TiO₂-kitosan optimum?

2. Bagaimana *life time* komposit TiO₂-kitosan dalam menghilangkan zat warna *methyl orange*?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi optimum fotodegradasi-adsorpsi *methyl orange* menggunakan komposit TiO₂-kitosan, yang meliputi konsentrasi *methyl orange* optimum, pH larutan *methyl orange* optimum dan waktu reaksi *methyl orange* dengan komposit TiO₂-kitosan optimum.
2. Mengetahui *life time* komposit TiO₂-kitosan dalam menghilangkan zat warna *methyl orange*.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang kemampuan komposit TiO₂-kitosan dalam menghilangkan zat warna *methyl orange* melalui proses fotodegradasi-adsorpsi. Manfaat lainnya yaitu memberikan metode alternatif dalam penanganan limbah cair zat warna yang efektif dan efisien.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Komposit TiO₂-kitosan dapat menghilangkan zat warna *methyl orange* melalui proses fotodegradasi-adsorpsi dengan penurunan konsentrasi *methyl orange* terbesar yaitu 93,08% dari konsentrasi awal 20 ppm pada pH 4 setelah disinari dengan sinar UV selama 5 jam.
2. Komposit TiO₂-kitosan dapat digunakan kembali secara berulang untuk menghilangkan zat warna *methyl orange* hingga 5 kali pengulangan dengan penurunan aktivitasnya sebesar 36,99 %.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, hal yang perlu dilakukan untuk menyempurnakan penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penentuan kondisi optimum yang lain seperti variasi berat komposit dan intensitas sinar lampu UV.
2. Aplikasi lebih luas dapat dilakukan terhadap senyawa-senyawa organik yang lain khususnya yang bersifat karsinogenik atau dilakukan studi kasus pengolahan limbah cair industri tekstil secara langsung.
3. Perlu dilakukan identifikasi senyawa-senyawa hasil fotodegradasi zat warna *methyl orange* menggunakan alat lain seperti HPLC.

DAFTAR PUSTAKA

- Aranaz, I., Mengíba, M., Harris, R., Paños, I., Miralles, B., Acosta, N., Galed, G., dan Heras, A. 2009. Functional Characterization of Chitin and Chitosan. *Current Chemical Biology*. No.2. Vol.3. 203-230.
- Arifin, Z., Irawan, D., Rahim, M., dan Ramantiya, F. 2012. Adsorpsi Zat Warna Direct Black 38 Menggunakan Kitosan Berbasis Limbah Udang Delta Mahakam. *Sains Dan Terapan Kimia*. No.1. Vol.6. 35-45.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika*. Jilid 1. Edisi Keempat. Diterjemahkan oleh: Irma I.Kartohadiprojo. Jakarta: Erlangga.
- Barka, N., Assabbane, A., Nounah, A., Dussaud, J., dan Ait-Ichou, Y. 2008. Photocatalytic Degradation Of Methyl Orange With Immobilized TiO₂ Nanoparticles: Effect Of pH And Some Inorganic Anions. *Phys. Chem*. Vol.41. 85-88.
- Barka, N., Qourzal S., Assabbane, A., dan Ait-Ichou, Y. 2010. Kinetic Modeling of the Photocatalytic Degradation of Methyl Orange by Supported TiO₂. *Journal of Environmental Science and Engineering*. No.5. Vol 4. 1-5.
- Barros, J.L.M., Macedo, G.R., Duarte, M.M.L., Silva, E.P., dan Lobato, A.K.C.L. 2003. Biosorption Of Cadmium Using The Fungus *Aspergillus Niger*. *Braz J Chem Eng*. No.3. Vol.20. 1-17.
- Carli, S. A., Widyanto, dan Haryanto, I. 2012. Analisis Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Serat Gelas Jenis Woven dengan Matriks Epoxy dan Polyester Berlapis Simetri dengan Metoda Manufaktur Hand Lay- Up. *TEKNIS*. No.1. Vol.7. 22–26.
- Chatterjee, D., Patnam, V.R., dan Sikdar, A. 2007. Kinetics of the Decoloration of Reactive Dyes Over Visible Light-Irradiated TiO₂ Semiconductor Photocatalyst. *Journal of Hazardous Materials*. 156. 435-441.
- Christina, P.M., Mu'nisatun, S., Saptaji, R., dan Marjanto, D. 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) Dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 Kev/10 Ma. *JFN*. No.1. Vol.1. 31-44.
- Cotton, F.A., Wilkinson, G., Murillo, C.A., dan Bochmann, M. 1999. Advanced Inorganic Chemistry, 6th ed. *Journal of Chemical Education*. No. 3. Vol.77. 311.
- Day, R.A dan Underwood, A.L. 1998. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- Diebold, Ulrike., 2003. The Surface Science Of Titanium Diokside. *Surface Science Report*. Vol.48. 53-229.

- Dutta, P.K., Dutta, J., dan Tripathi, V.S., 2004. Chitin and Chitosan: Chemistry, Properties and Application. *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol. 63. 20-31.
- Fajriati, I., Mudasir, E. T. Wahyuni. 2013. Room Temperature Synthesis of TiO₂-Chitosan Nanocomposites Photocatalyst. *Proceeding International Conference on Basic Science 2nd*. Universitas Brawijaya:Malang.
- Fatimah I., Sugiharto E., Wijaya K., Tahir I., dan Kamalia. 2006. Titan Dioksida Terdispersi Pada Zeolit Alam (TiO₂/Zeolit) dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi Congo Red. *Indo. J. Chem.* No.1. Vol.6. 38–42.
- Fessenden, R. J dan Fessenden, J.S. 1982. *Kimia organik*. Jilid 2. Edisi Ketiga. Diterjemahkan oleh: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta: Erlangga.
- Gunlazuardi, Jarnuzi. 2001. Fotokatalisis Pada Permukaan TiO₂: Aspek Fundamental Dan Aplikasinya. *Seminar Nasional Kimia Fisika II*. Jakarta. 11-12 Juni.
- Gunlazuardi, J dan Tjahjanto, T.R. 2001. Preparasi Lapisan Tipis TiO₂ sebagai Fotokatalis: Keterkaitan antara Ketebalan dan Aktivitas Fotokatalisis. *Makara, Jurnal Penelitian Universitas Indonesia*. No.2. Vol.5. 81-91.
- Hayashi, K dan Mikio, I. 2002. Antidiabetic Action Of Low Molecular Weight Chitosan In Genetically Obese Diabetic KK-A^y Mice. *Biol. Pharm. Bull.* No.2. Vol.25.188-192.
- Hoffmann, M.R., Martin, S.T., Choi, W dan Bahnemann, D.W. 1995. Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis. *Chemical Reviews*. No.1. Vol.95. 69-96.
- Hui, L. K. 2007. Photodegradation-Adsorption Of Organic Dyes Using Immobilized Chitosan Supported Titanium Dioxide Photocatalyst. *Disertasi*. Universitas Putra Malaysia: Kuala Lumpur.
- Kaban, Jamaran. 2009. Modifikasi Kimia Dari Kitosan Dan Aplikasi Yang Dihasilkan. *Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap Dalam Bidang Kimia Organik Sintesis*. Sekolah Pascasarjana USU: Medan.
- Kabra, K., Chaundhary, R dan Sawhney R.L. 2004. Treatment of Hazardous Organic and Inorganic Compounds Through Aqueous-Phase Photocatalysis: A Riview. *Ind. Eng. Chem. Res.* No.24. Vol.43. 7683-7696.
- Khan, R., and Marshal, D., 2008, Nanocrystalline Bioactive TiO₂-chitosan Impedimetric Immunosensor for Ochratoxin-A, *Electrochemistry Communication*, 10, 492-495.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Linsebigler, A.L., Lu, G., dan Yates, Jr. J.T. 1995. Photocatalysis on TiO₂ Surface: Principles, Mechanisms, and Selected Results. *Chem. Rev.* No.3. Vol.95. 735-758.

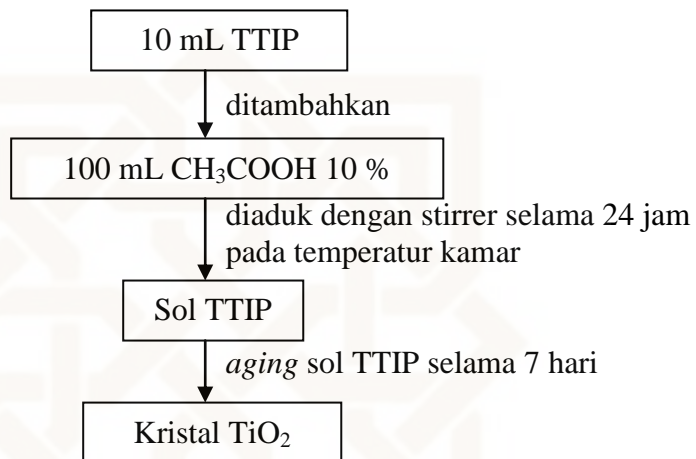
- Lu, P., Jing, Y., Zhang, Q., Ying, H., dan Laisheng LI. 2010. Photocatalytic Degradation of Methyl Orange by Chitosan Modified TiO₂. *Scientific Research*. No.20977036. 888-891.
- Mahatmanti, F. W dan Sumarni, W. 2003. Kajian Termodinamika Penyerapan Zat Warna Indikator Metil Oranye (Mo) Dalam Larutan Air Oleh Adsorben Kitosan. *JSKA*. No.2. Vol.6. 1-19.
- Nazree Bin Derman, M. 2006. Fabrikasi dan Penganodaan Komposit Matriks Aluminium Diperbuat Daripada Serbuk Aluminium Berbentuk Kepingan dan Gentian Pendek Alumina Saffil[™]. *Tesis*. Universiti Sains Malaysia.
- Nirmasari A.D., Widodo, D.S., dan Haris, A. 2009. Pengaruh pH Terhadap Elektrokolorisasi Zat Warna Remazol Black B Dengan Elektroda PbO₂. *Laporan Penelitian*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro: Semarang.
- Ozerin A. N., Zelenetskii A. N., Akopova T. A., Pavlova-Verevkina, O.B., Ozerina L. A., Surin N. M., dan Keчек'yan A. S. 2006. Nanocomposites Based on Modified Chitosan and Titanium Oxide. *Polymer Science*. No.6. Vol.48. 638-643.
- Pavia, D. L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., dan Vyvyan, J.R. 2009. *Introduction to Spectroscopy, Fourth Edition*. USA: Department of Chemistry Western Washington University.
- Qourzal, S., Tamimi, M., Assabbane, A., dan Ait-Ichou, Y. 2009. Photodegradation of 2-naphthol Using Nanocrystalline TiO₂. *M.J.Condensed Mater*. No.2. Vol.11. 55-59.
- Rhazi, M., Debrieres, J., Tolaimate, A., Alagui, A., dan Vottero, P. 2004. Investigation Of Ddifferent Natural Sources of Chitin: Influenceof The Source and Deacetylation Process on The Physicochemical Characteristics of Chitosan. *Polymer International*. No.4. Vol.49. 337-44.
- Rouquerol, F., Rouquerol, I., dan Sing, K. 1999. *Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and Applications*. New York: Academic Press
- Rusdi, M. 2012. Preparasi Komposit Film Tio₂-Kitosan dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi Methyl Orange. *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Sastrohamidjojo, H. 2007. *Spektroskopi*. Edisi ketiga. Yogyakarta: Liberty.
- Shahidi, F., Arachchi, J.K.V., dan Jeon, Y.J. 1999. Food Application Of Chitin And Chitosan. *Trend in Food Science and Technology*. Vol.10. 37-51.
- Sitorus, Marham. 2009. *Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Slamet, Syakur, R., dan Danumulyo, W. 2003. Pengolahan Limbah Logam Berat Chromium(VI) dengan Fotokatalis TiO₂. *Makara, Teknologi*. No.1. Vol.7. 27-32.

- Stephen, A.M., Phillips, G. O., dan Williams, P.A. 2006. *Food Polysaccharides And Their Application*. USA: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Syafri. 2009. Pengaruh Kitosan Nano Partikel Terhadap Penurunan Kadar Minyak, Lemak, Nitrogen, Fosfor dan Kalium pada Air Limbah Industri Pabrik Kelapa Sawit. *Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara:Medan*.
- Vlack, Lawrence H.V. 2004. *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.
- Wahi R.K., Yu W.W., Liu Y., Mejia M.L., Falkner J.C., Nolte W., dan Colvin V.L. 2005. Photodegradation of Congo Red catalyzed by nanosized TiO₂. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. Vol. 242. 48–56.
- Widihati I.A.G., Diantariani N.P., dan Nikmah Y.F. 2011. Fotodegradasi Metilen Biru Dengan Sinar Uv Dan Katalis Al₂O₃. *Jurusan Kimia FMIPA*. Universitas Udayana: Bukit Jimbaran.
- Zainal, Z., Hui, L. K., Hussein, M. Z., Abdullah, A. H., dan Hamadneh, I.R. 2009. Characterization Of Tio₂–Chitosan/Glass Photocatalyst For The Removal Of A Monoazo Dye Via Photodegradation–Adsorption Process. *Journal of Hazardous Materials*. Vol.164. 138–145.
- Zhao, X., Li, Q., Zhang, X., Su, H., Lan, K., dan Chen, A. 2010. Simultaneous Removal Of Metal Ions And Methyl Orange By Combined Selective Adsorption And Photocatalysis. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. Vol.00. No.00. 1-9.

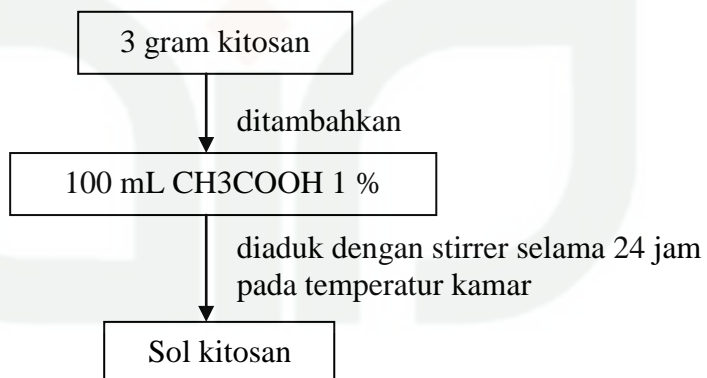
LAMPIRAN

Lampiran 1: Skema Kerja

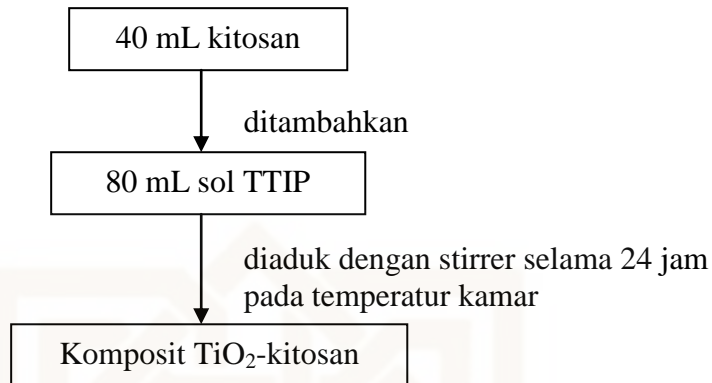
1. Sintesis Sol Ti(IV) Isopropoksida (Fajriati, 2013)



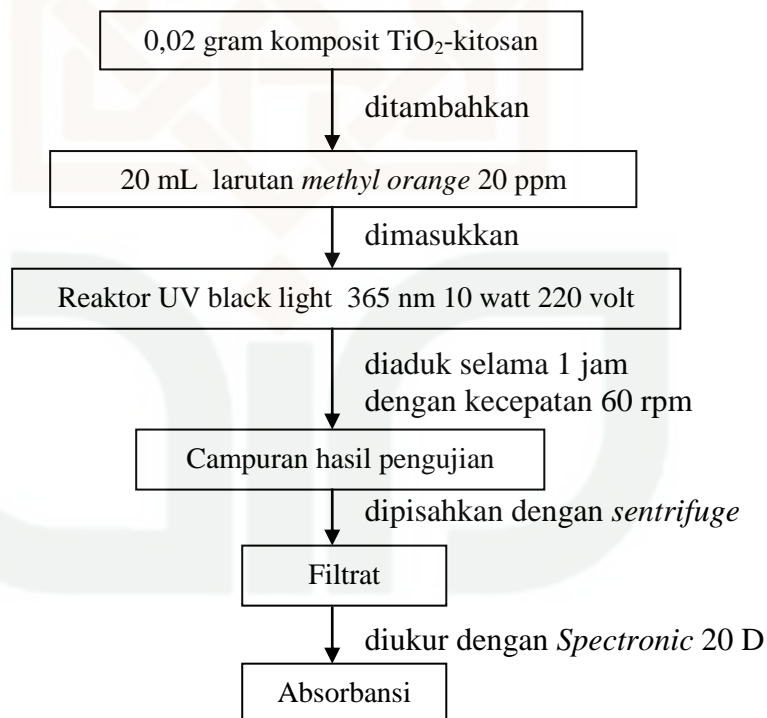
2. Preparasi Kitosan (Fajriati, 2013)



3. Sintesis Komposit TiO₂-Kitosan (Fajriati, 2013)

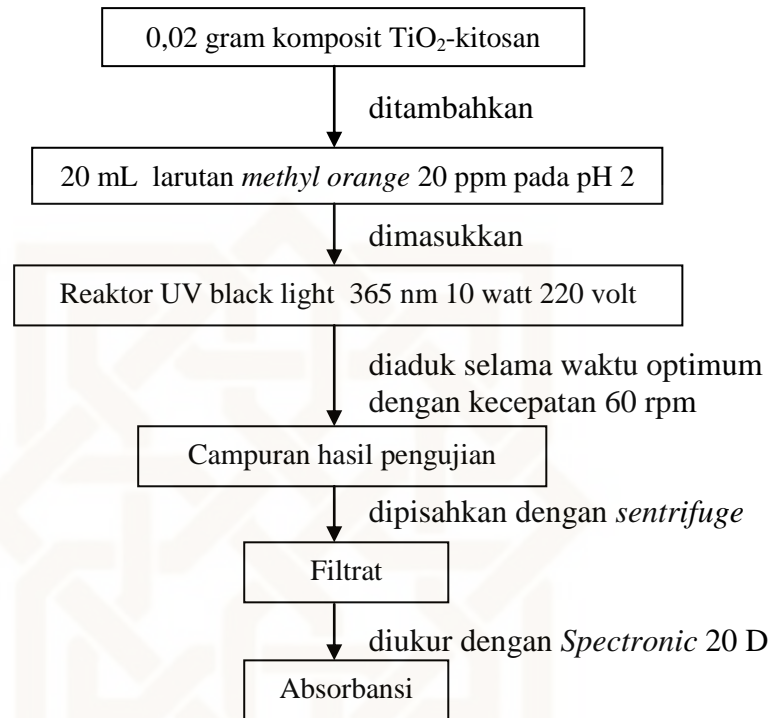


4. Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange* Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan dengan Variasi Waktu Kontak



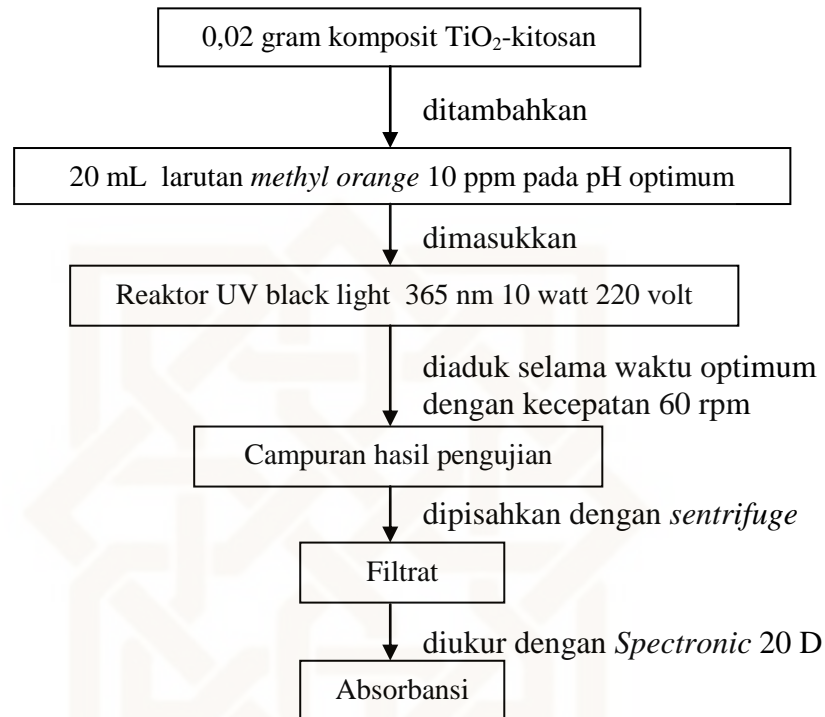
Langkah yang sama dilakukan untuk waktu uji 3, 5 dan 7 jam.

5. Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange* Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan dengan Variasi pH larutan *Methyl Orange*



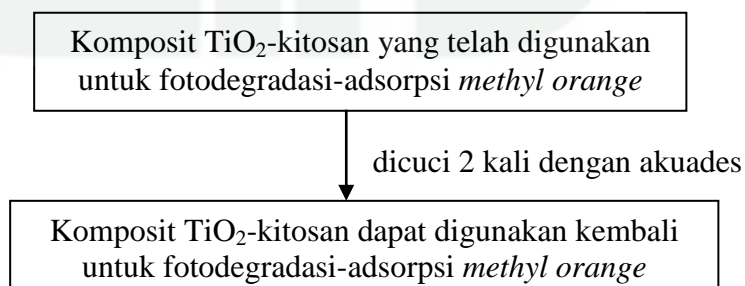
Langkah yang sama dilakukan untuk pH 4, 6, 8 dan 10.

6. Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange* Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan dengan Variasi Konsentrasi *Methyl Orange*



Langkah yang sama dilakukan untuk konsentrasi 15, 20, 25, 30 dan 35 ppm.

7. Life Time Komposit TiO₂-Kitosan Terhadap Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange*



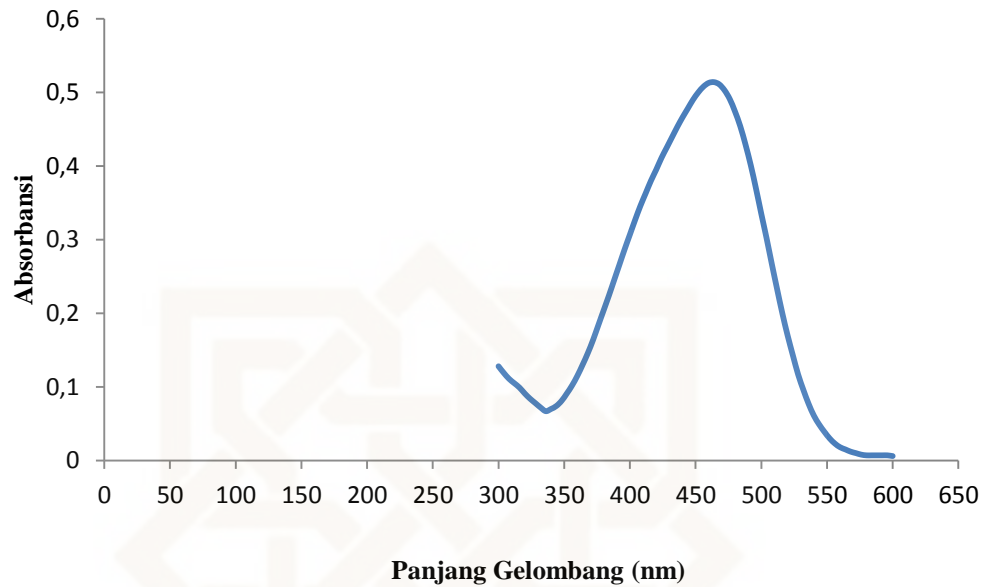
Lampiran 2: Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methyl Orange*

1. Data hasil penentuan panjang gelombang maksimum *methyl orange*

PANJANG GELOMBANG (nm)	ABSORBANSI
300	0,128
304	0,119
308	0,111
312	0,105
316	0,099
320	0,091
324	0,084
328	0,078
332	0,072
336	0,067
340	0,070
344	0,074
348	0,081
352	0,091
356	0,102
360	0,115
364	0,130
368	0,146
372	0,164
376	0,184
380	0,204
384	0,224
388	0,245
392	0,266
396	0,287
400	0,307
404	0,327
408	0,346
412	0,363
416	0,380
420	0,395
424	0,411
428	0,425
432	0,439
436	0,453
440	0,466
444	0,478
448	0,490

452	0,500
456	0,508
460	0,513
464	0,514
468	0,511
472	0,503
476	0,491
480	0,474
484	0,454
488	0,429
492	0,401
496	0,369
500	0,335
504	0,302
508	0,267
512	0,233
516	0,200
520	0,170
524	0,143
528	0,117
532	0,096
536	0,077
540	0,061
544	0,049
548	0,039
552	0,030
556	0,023
560	0,018
564	0,015
568	0,012
572	0,010
576	0,008
580	0,007
584	0,007
588	0,007
592	0,007
596	0,007
600	0,006

2. Kurva hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansi

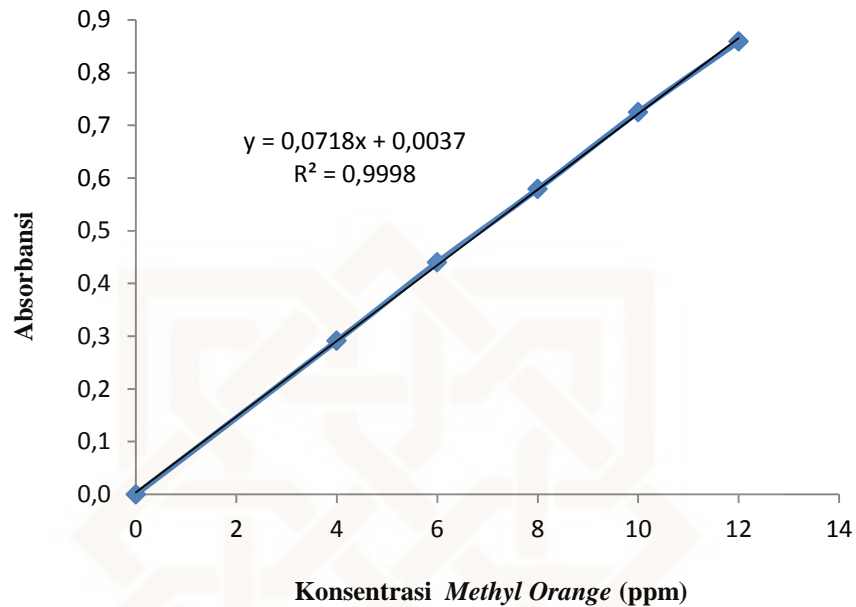


Lampiran 3: Pembuatan Kurva Standar *Methyl Orange*

1. Data hasil pembuatan kurva standar *methyl orange*

Panjang gelombang maksimum (nm)	Konsentrasi <i>Methyl Orange</i> (ppm)	Absorbansi
463	0	0
463	4	0,291
463	6	0,44
463	8	0,579
463	10	0,725
463	12	0,859

2. Kurva hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi

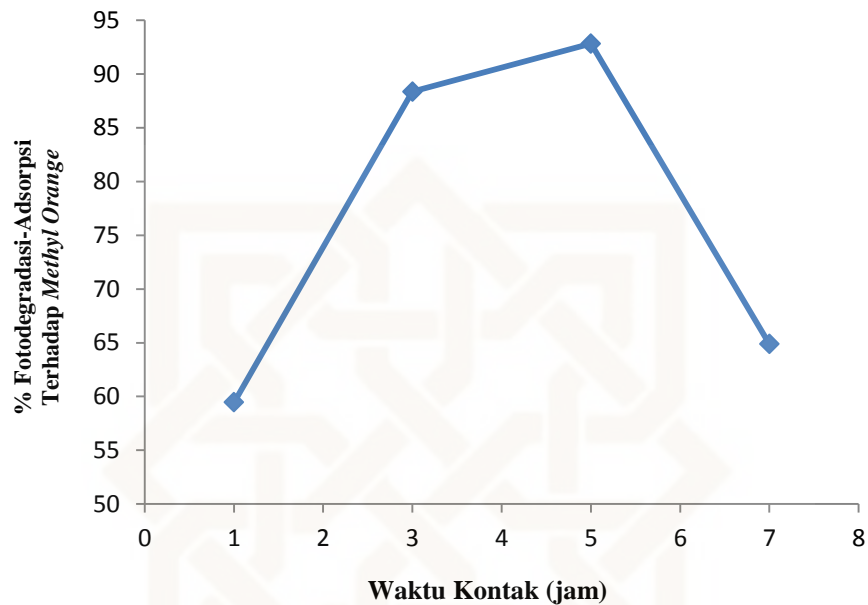


Lampiran 4: Hasil Uji Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange* Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan dengan Variasi Waktu Kontak

1. Data hasil uji fotodegradasi-adsorpsi *methyl orange* menggunakan komposit TiO₂-kitosan dengan variasi waktu kontak

t (jam)	C ₀ (ppm)	Absorbansi	C (ppm)	% Fotodegradasi-adsorpsi
1	20	0,586	8,11	59,45
3	20	0,171	2,33	88,35
5	20	0,107	1,44	92,81
7	20	0,508	7,02	64,88

2. Kurva hubungan antara waktu kontak dengan % fotodegradasi-adsorpsi terhadap *methyl orange*

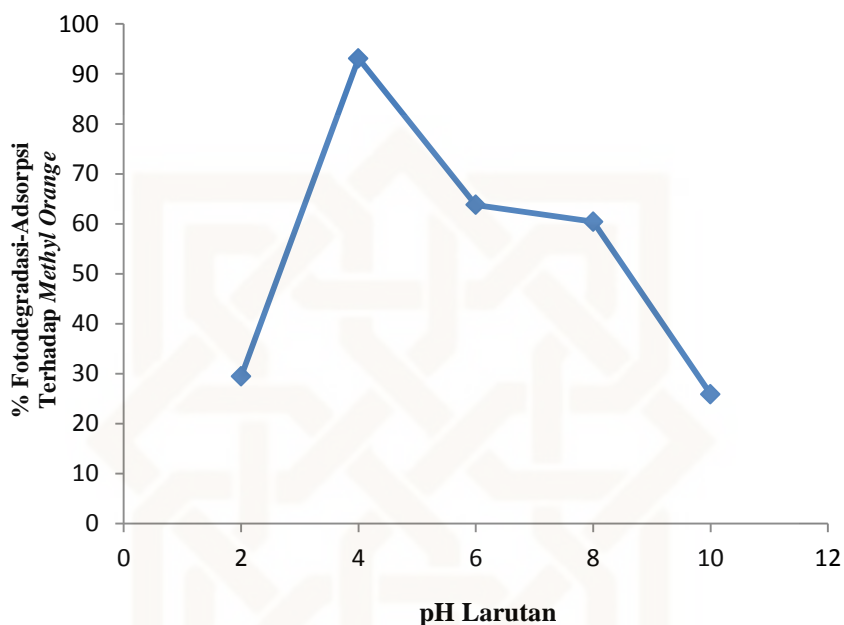


Lampiran 5: Hasil Uji Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange* Menggunakan Komposit TiO_2 -Kitosan dengan Variasi pH *Methyl Orange*

1. Data hasil uji fotodegradasi-adsorpsi *methyl orange* menggunakan komposit TiO_2 -kitosan dengan variasi pH *methyl orange*

pH	t (jam)	C_0 (ppm)	Absorbansi	C (ppm)	% Fotodegradasi-adsorpsi
2	5	20	1,017	14,11	29,44
4	5	20	0,103	1,38	93,08
6	5	20	0,524	7,25	63,77
8	5	20	0,572	7,92	60,42
10	5	20	1,068	14,82	25,88

2. Kurva hubungan antara pH larutan dengan % fotodegradasi-adsorpsi terhadap *methyl orange*

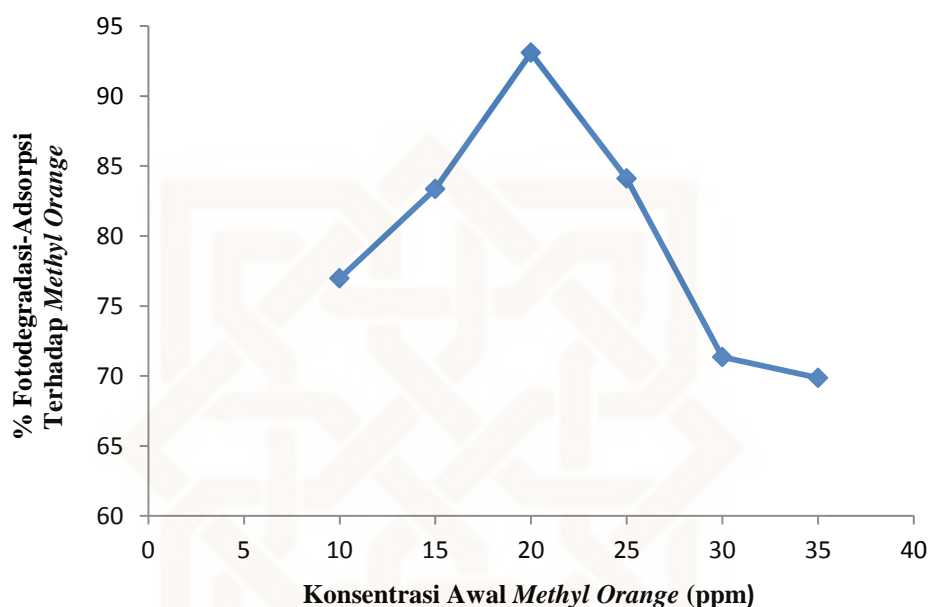


Lampiran 6: Hasil Uji Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange* Menggunakan Komposit TiO₂-Kitosan dengan Variasi Konsentrasi

1. Data hasil uji fotodegradasi-adsorpsi *methyl orange* menggunakan komposit TiO₂-kitosan dengan variasi konsentrasi

C₀ (ppm)	t (jam)	pH	Absorbansi	C (ppm)	% Fotodegradasi-adsorpsi
10	5	4	0,169	2,30	76,98
15	5	4	0,183	2,49	83,35
20	5	4	0,103	1,38	93,08
25	5	4	0,289	3,97	84,11
30	5	4	0,621	8,59	71,34
35	5	4	0,761	10,55	69,86

2. Kurva hubungan antara konsentrasi *methyl orange* dengan % fotodegradasi-adsorpsi terhadap *methyl orange*

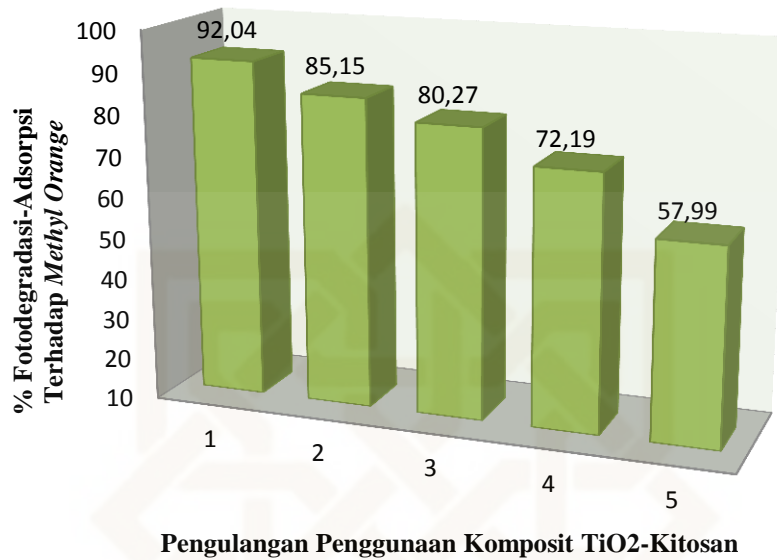


Lampiran 7: Hasil Uji *Life Time* Komposit TiO₂-Kitosan Terhadap Fotodegradasi-Adsorpsi *Methyl Orange*

1. Data hasil uji *life time* komposit TiO₂-kitosan terhadap fotodegradasi-adsorpsi *methyl orange*

Pengulangan	t (jam)	pH	Co (ppm)	Absorbansi	C (ppm)	% Fotodegradasi-adsorpsi
1	5	4	20	1,118	1,59	92,04
2	5	4	20	0,217	2,97	85,15
3	5	4	20	0,287	3,95	80,27
4	5	4	20	0,403	5,56	72,19
5	5	4	20	0,607	8,40	57,99

2. Diagram batang hasil uji *life time* komposit TiO₂-kitosan terhadap fotodegradasi-adsorpsi *methyl orange*



Lampiran 8: Perhitungan

1. Konversi absorbansi ke konsentrasi dengan metode kurva standar

Persamaan garis kurva standar:

$$y = 0,0718x + 0,0037$$

$$[\text{Konsentrasi (c)}] = \frac{(\text{Absorbansi (y)} - 0,0037)}{0,0718}$$

Contoh perhitungan:

$$[C] = \frac{(0,586 - 0,0037)}{0,0718}$$

$$= \frac{0,5823}{0,0718}$$

$$= 8,11 \text{ ppm}$$

2. Perhitungan % Fotodegradasi-adsorpsi

$$\begin{aligned}\% \text{ Fotodegradasi-adsorpsi} &= \frac{(\text{Konsentrasi Awal}-\text{Konsentrasi Akhir})}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(20-8,11)}{20} \times 100\% \\ &= \frac{(11,89)}{20} \times 100\% \\ &= 59,45\%\end{aligned}$$