

**SINTESIS KOMPOSIT ZnO-XANTHAN GUM SEBAGAI
FOTOKATALIS UNTUK FOTODEGRADASI ZAT WARNA *METHYL*
*ORANGE***

Skripsi

Untuk memenuhi sebagai persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1



SKRIPSI

Oleh:

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

Ainun Thamami Azis

16630005

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2020



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

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

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1612/Un.02//PP.00.9/07/2020

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis komposit ZnO-Xantan Gum sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AINUN THAMAMI AZIS
Nomor Induk Mahasiswa : 16630005
Telah diujikan pada : Jumat, 17 Juli 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 5f113056b6c3a



Penguji I

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 5f18f7cae4791



Penguji II

Sudarlin, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 5f1fa3b245a1c

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Yogyakarta, 17 Juli 2020

UIN Sunan Kalijaga

Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Murtono, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 5f27a80e28f1f



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamua'alaikum wr. wb.

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

Nama : Ainun Thamami Azis

NIM : 16630005

Judul Skripsi : Sintesis Komposit ZnO-Xanthan Gum Sebagai Fotokatalis
Untuk Fotodegradasi Zat Warna *Methyl Orange*

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

Wassalamua'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 29 Juni 2020
Pembimbing

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



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : Ainun Thamami Azis

NIM : 16630005

Judul Skripsi : Sintesis Komposit ZnO-Xanthan Gum Sebagai Fotokatalis

Untuk Fotodegradasi Zat Warna *Methyl Orange*

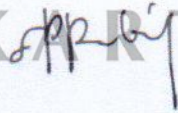
sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 17 Juli 2020
Konsultan


Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
NIP. 19760621 199903 2 005



NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

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

Nama : Ainun Thamami Azis

NIM : 16630005

Judul Skripsi : Sintesis Komposit ZnO-Xanthan Gum Sebagai Fotokatalis
Untuk Fotodegradasi Zat Warna *Methyl Orange*

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

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 17 Juli 2020
Konsultan



Sudarlin, M.Si.
NIP. 19850611 201503 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ainun Thamami Azis

NIM : 16630005

Program Studi : Kimia

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 29 Juni 2020



Ainun Thamami Azis
NIM. 16630005

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Allah SWT sebagai rasa syukur atas semua karunia-Nya

Rasulullah Muhammad SAW

Semua guru-guruku

Kedua orang tua, saudara, dan keluarga

Sahabat serta teman-teman



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Cari dan taklukan dunia hanya untuk beribadah kepada Allah SWT”

(Ihya’ Ulumuddin, Al-Ghazali)

“Tanpa cinta kecerdasan itu berbahaya, dan tanpa kecerdasan cinta itu tidak cukup” **(Bacharuddin Jusuf Habibie)**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kelancaran sehingga skripsi yang berjudul “Sintesis Komposit ZnO-Xanthan Gum sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna *Methyl Orange*” dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat, doa maupun ide sehingga tahap demi tahap penyusunan tugas akhir ini dapat dilalui. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar serta ikhlas meluangkan waktunya untuk membimbing selama penelitian dan banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membimbing dan mengajarkan banyak hal selama studi terutama dalam bidang kimia.
5. Seluruh Staf Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta terutama Bapak A. Wijayanto, S.Si., Indra Naviyanto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si. yang telah membantu dalam penelitian sehingga dapat berjalan dengan lancar.
6. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.

7. Kedua orang tua, Bapak dan Ibu serta keluarga yang tak pernah lupa mendoakan demi kelancaran penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman *Spectrum* kimia angkatan 2016 yang telah banyak memberikan semangat dan dukungan selama ini.
9. Teman-teman di laboratorium penelitian kimia UIN Sunan Kalijaga atas saran dan bantuannya.
10. Teman-teman Geng Cendol Dawet, Sholekhahwati, Dwiana, Lukim, Idul, Vina, Najmudin, Intan dan Anisatul yang selama ini telah banyak membantu dalam semua hal.
11. Intan Nur Aprilianti dan Anisatul Mu'arifah yang selama ini selalu menemaniku dan banyak membantu dalam hal apapun.
12. Sahabatku Yusuf Rizky S. yang telah banyak membantu baik dalam hal doa, materi dan yang telah menjadi penyemangat terbaik dan yang selalu ada selama ini.
13. Dwiarni Sari yang sudah membantu selama penelitian di laboratorium.
14. Semua pihak yang tidak bisa disebut satu per satu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penyusun berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khususnya.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 27 Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR.....	iii
NOTA DINAS KONSULTAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
MOTTO.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	6
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
A. Tinjauan Pustaka.....	8
B. Landasan Teori.....	12
1. Semikonduktor.....	12
2. Fotokatalis.....	13
3. Seng Oksida (ZnO).....	16
4. Xanthan Gum.....	17
5. Metode Sol-Gel Syntesis.....	18
6. Material Komposit.....	20
7. Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	21
8. <i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FTIR).....	23
9. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	24
10. Spektroskopi Difusi Reflektansi (DRS) UV-Vis.....	25
11. Spektroskopi <i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis).....	26
C. Kerangka Teori Penelitian.....	28
D. Hipotesis.....	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	38
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
B. Alat-Alat Penelitian.....	38
C. Bahan Penelitian.....	39

D. Cara Kerja Penelitian	39
1. Pembuatan Gel Xanthan Gum	39
2. Preparasi Komposit ZnO-Xanthan Gum	39
3. Uji Aktivitas Komposit ZnO-Xanthan Gum	40
a. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	40
b. Pembuatan Kurva Standar Larutan <i>Methyl Orange</i>	40
c. Pengaruh Waktu Terhadap Fotodegradasi	40
d. Pengaruh Konsentrasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	41
e. Pengaruh pH Larutan Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	41
E. Teknik Analisis Data	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. Sintesis Komposit ZnO-Xanthan Gum	43
B. Karakterisasi Komposit ZnO-Xanthan Gum	47
1. Karakterisasi menggunakan <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	47
2. Karakterisasi menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	53
3. Karakterisasi menggunakan Spektrofotometer Difusi Reflektansi (DRS) UV-Vis	58
C. Uji Aktivitas Fotokatalis Komposit ZnO-Xanthan Gum untuk Fotodegradasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	64
1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	64
2. Penentuan Kurva Standar Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	66
3. Mekanisme Reaksi Fotodegradasi zat Warna <i>Methyl</i> <i>Orange</i>	68
4. Uji Aktivitas Komposit ZnO-Xanthan Gum terhadap Fotodegradasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> dengan Variasi Waktu Kontak dan Keadaan Reaksi	71
5. Kinetika Reaksi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> Terkatalisis Komposit ZnO-Xanthan Gum	76
6. Uji Aktivitas Komposit ZnO-Xanthan Gum terhadap Fotodegradasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> dengan Variasi Konsentrasi Larutan	78
7. Uji Aktivitas Komposit ZnO-Xanthan Gum terhadap Fotodegradasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> dengan Variasi pH Larutan	81
BAB V PENUTUP	86
A. Kesimpulan	86
B. Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Celah Pita Pada Material.....	13
Gambar 2.2	Skema Aktivitas Fotokatalis.....	14
Gambar 2.3	Struktur Kristal Seng Oksida (ZnO).....	17
Gambar 2.4	Struktur Xanthan Gum.....	18
Gambar 2.5	Skema Metode Sol-Gel.....	19
Gambar 2.6	Struktur Zat Warna <i>Methyl Orange</i>	22
Gambar 4.1	Spektra FTIR Zn(CH ₃ COO) ₂ .2H ₂ O, Xanthan Gum, ZnO <i>Bulk</i> , dan Komposit ZnO-Xanthan Gum.....	48
Gambar 4.2	Pola difraksi ZnO-Xanthan Gum, ZnO <i>bulk</i> , Xanthan Gum, dan Zn(CH ₃ COO) ₂ .2H ₂ O.....	54
Gambar 4.3	Serapan <i>Diffuse Reflectance</i> terhadap sinar UV-Vis pada komposit ZnO-Xanthan Gum dan ZnO <i>Bulk</i>	59
Gambar 4.4	Plot hubungan antara $(Abs/\lambda)^{1/m}$ dan $1/\lambda$ pada komposit ZnO-Xanthan Gum dan (b) ZnO <i>Bulk</i>	61
Gambar 4.5	Grafik penentuan panjang gelombang maksimum <i>methyl orange</i>	65
Gambar 4.6	Grafik kurva kalibrasi standar larutan zat warna <i>methyl orange</i>	67
Gambar 4.7	Mekanisme fotodegradasi zat warna <i>methyl orange</i>	69
Gambar 4.8	Tahapan reaksi degradasi zat warna <i>methyl orange</i>	71
Gambar 4.7	Grafik hubungan waktu kontak terhadap persentase fotodegradasi dengan sinar UV dan tanpa sinar UV.....	74
Gambar 4.8	Hubungan perubahan konsentrasi <i>methyl orange</i> terhadap waktu reaksi dengan adanya sinar UV.....	77
Gambar 4.9	Hubungan waktu kontak dengan $-\ln C_t/C_0$ untuk penentuan laju reaksi pada reaksi fotodegradasi dengan sinar UV dan reaksi tanpa sinar UV.....	78
Gambar 4.10	Grafik hubungan konsentrasi awal <i>methyl orange</i> dengan % fotodegradasi.....	80
Gambar 4.11	Grafik hubungan pH larutan zat warna <i>methyl orange</i> dengan %fotodegradasi.....	82
Gambar 4.12	Reaksi kesetimbangan ionisasi spesies <i>methyl orange</i> pada beberapa pH larutan.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Panjang gelombang spektrum warna yang diabsorpsi dan warna komplementer.....	28
Tabel 4.1	Perbandingan 2θ dari ZnO <i>bulk</i> , ZnO-Xanthan Gum dengan data JCPDS ZnO <i>Wurtzite</i>	55
Tabel 4.2	Nilai parameter kisi kristal ZnO-Xanthan Gum.....	56
Tabel 4.3	Nilai ukuran kristal ZnO-Xanthan Gum dan ZnO <i>bulk</i>	56
Tabel 4.4	Perbandingan Besar Energi Celah Pita (E_g) ZnO dan Komposit ZnO-Xanthan Gum dengan Hasil Penelitian Sebelumnya.....	62
Tabel 4.5	Hasil Pengurangan Konsentrasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> Variasi Waktu Kontak dengan Sinar dan Tanpa Sinar.....	69
Tabel 4.6	Hasil fotodegradasi zat warna <i>methyl orange</i> dengan variasi konsentrasi <i>methyl orange</i>	78
Tabel 4.7	Hasil fotodegradasi zat warna <i>methyl orange</i> dengan variasi pH larutan zat warna <i>methyl orange</i>	81
Tabel 4.8	Tabel Perubahan pH Larutan <i>Methyl Orange</i>	85



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Perhitungan Parameter Kisi Kristal.....	97
Lampiran 2.	Perhitungan Ukuran Partikel ZnO Menggunakan Pendekatan Persamaan <i>Scherrer</i>	99
Lampiran 3.	Data Hasil XRD ZnO <i>Bulk</i> dan ZnO-Xanthan Gum.....	100
Lampiran 4.	Perhitungan Energi Celah Pita (E_g) dan Panjang Gelombang Serapan Tepi (λ_g).....	101
Lampiran 5.	Spektrum Panjang Gelombang <i>Methyl Orange</i>	103
Lampiran 6.	Data Absorbansi dari Larutan Standar dan Kurva Standar <i>Methyl Orange</i>	104
Lampiran 7.	Perhitungan Hasil Fotodegradasi.....	105
Lampiran 8.	Pengaruh Waktu Kontak dan Penyinaran terhadap Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i>	106
Lampiran 9.	Kinetika Reaksi Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i>	110
Lampiran 10.	Pengaruh Konsentrasi Larutan <i>Methyl Orange</i> terhadap Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i>	114
Lampiran 11.	Pengaruh pH Larutan <i>Methyl Orange</i> terhadap Fotodegradasi <i>Methyl Orange</i>	117
Lampiran 12.	Dokumentasi Penelitian.....	120
Lampiran 13.	JCPDS ZnO Fase Kristal <i>Wurtzite</i>	123
Lampiran 14.	Hasil Karakterisasi Menggunakan <i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FTIR).....	124
Lampiran 15.	Hasil Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	126
Lampiran 16.	Hasil Karakterisasi Menggunakan Spektroskopi Difusi Reflektansi (DRS) UV-Vis.....	128

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

INTISARI

SINTESIS KOMPOSIT ZnO-XANTHAN GUM SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK FOTODEGRADASI ZAT WARNA *METHYL ORANGE*

Oleh:

Ainun Thamami Azis

NIM. 16630005

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.

NIP. 19750725 200003 2 001

Sintesis komposit ZnO-Xanthan Gum telah disintesis sebagai fotokatalis untuk fotodegradasi zat warna *methyl orange*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sintesis komposit ZnO-Xanthan Gum dengan metode *sol-gel* sebagai fotokatalis untuk fotodegradasi zat warna *methyl orange*, mengkaji struktur molekul, energi *band gap* (E_g), dan kristalinitas dari komposit ZnO-Xanthan Gum, serta kemampuan fotokatalisis komposit ZnO-Xanthan Gum terhadap fotodegradasi zat warna *methyl orange* dengan adanya variasi waktu kontak, konsentrasi zat warna, dan pH larutan *methyl orange*.

Preparasi sintesis ZnO-Xanthan Gum dilakukan dengan metode *sol-gel* menggunakan seng asetat dihidrat ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) dan Xanthan Gum sebagai prekursor serta etanol (C_2H_5OH) sebagai pelarut. Sintesis ZnO-Xanthan Gum dikalsinasi dengan temperatur kalsinasi $500^\circ C$ dan penambahan Xanthan Gum 0,4%. Hasil kristal ZnO-Xanthan Gum dikarakterisasi dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR), dan Spektrofotometer Difusi Reflektansi (DRS) UV-Vis. Uji aktivitas dilakukan dengan adanya variasi waktu kontak 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan 11 jam, variasi konsentrasi *methyl orange* 1, 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 ppm, serta variasi pH larutan *methyl orange* 1, 3, 5, 7 dan 9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kristal ZnO-Xanthan Gum telah terbentuk pola difraksi 2θ yaitu $36,230^\circ$ dengan ukuran kristal sebesar 39,04 nm. Struktur molekul juga diindikasikan pada serapan khas bilangan gelombang $2931,80\text{ cm}^{-1}$ dan $493,78\text{ cm}^{-1}$. Besar energi *band gap* komposit ZnO-Xanthan Gum yaitu sebesar 3,00 eV. Hasil uji aktivitas menunjukkan fotodegradasi optimum dicapai dengan waktu kontak selama 9 jam pada pH 3, kinetika reaksi fotodegradasi mengikuti *pseudo* orde satu dengan konstanta laju sebesar $0,1053\text{ jam}^{-1}$. Aktivitas fotodegradasi menurun seiring bertambahnya konsentrasi zat warna *methyl orange*.

ABSTRACT

SYNTHESIS ZnO-XANTHAN GUM COMPOSITE AS PHOTOCATALISTS FOR PHOTODEGRADATION OF METHYL ORANGE DYE

Oleh:

Ainun Thamami Azis

NIM. 16630005

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.

NIP. 19750725 200003 2 001

Synthesis of ZnO-Xanthan Gum composite has been synthesized as a photocatalyst for photodegradation of methyl orange dyes. This study aims to examine the synthesis of ZnO-Xanthan Gum composites with the sol-gel method as a photocatalyst for photodegradation of methyl orange dyes, examine molecular structure, band gap energy (E_g), and crystallinity of ZnO-Xanthan Gum composites, and the ability of photocatalysis of ZnO composites. -Xanthan Gum against photodegradation of methyl orange dyes with variations in contact time, concentration of dyes, and pH of methyl orange solution.

Preparation of ZnO-Xanthan Gum synthesis was carried out by the sol-gel method using zinc acetate dihydrate ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) and Xanthan Gum as precursors and ethanol (C_2H_5OH) as a solvent. The synthesis of ZnO-Xanthan Gum was calcined with calcination temperature of 500 °C and the addition of Xanthan Gum was 0.4%. The results of ZnO-Xanthan Gum crystals were characterized using UV-Vis Spectrophotometer, X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infra-Red (FTIR), and UV-Vis Diffusion Reflectance (DRS). The activity test was carried out in the presence of variations of contact time 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 and 11 hours, variations in the concentration of methyl orange 1, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 ppm, and pH variations of methyl orange solution 1, 3, 5, 7 and 9.

The results showed that the ZnO-Xanthan Gum crystal had formed a 2 θ diffraction pattern that is 36.230 ° with a crystal size of 39.04 nm. The molecular structure is also indicated in the typical absorption numbers of 2931.80 cm^{-1} and 493.78 cm^{-1} . The magnitude of the band gap energy of ZnO-Xanthan Gum is 3.00 eV. The results of the activity test showed that optimum photodegradation was achieved with a contact time of 9 hours at pH 3, the kinetics of the photodegradation reaction following a first-order pseudo with a rate constant of 0.1053 hours⁻¹ Photodegradation activity decreases with increasing concentration of methyl orange dyes.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu upaya manusia untuk meningkatkan kesejahteraan hidupnya adalah dengan mengembangkan industri tekstil. Dalam proses pewarnaan tekstil, sebagian besar zat warna yang digunakan terbuang sebagai limbah. Pada umumnya, zat warna dari limbah cair industri tekstil merupakan suatu senyawa organik yang memiliki struktur aromatik sehingga sulit terdegradasi secara alamiah dan tidak ramah lingkungan (Nurlaili dkk., 2017). *Methyl orange* merupakan salah satu zat warna tekstil yang banyak digunakan (Widjajanti dkk., 2011). Keberadaan zat warna *methyl orange* dalam lingkungan perairan dapat merusak berbagai spesies makhluk hidup karena sifat zat warna *methyl orange* yang mempunyai toksisitas cukup tinggi. *Methyl orange* yang terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan fungsi hati, ginjal dan syaraf (Justiana, 2019)

Mengingat efek yang ditimbulkan oleh zat warna tekstil *methyl orange* terhadap lingkungan dan makhluk hidup di dalamnya, perlu dilakukan berbagai upaya untuk meminimalisir limbah zat warna tersebut sebelum dibuang ke dalam sistem perairan. Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kandungan zat warna dalam limbah industri tekstil antara lain metode biologi, koagulasi, elektrokoagulasi, adsorpsi, ozonisasi, dan klorinasi (Modirshahla,

2011). Namun, metode-metode tersebut kurang efektif dalam mengatasi limbah zat warna tekstil bahkan seringkali menimbulkan persoalan baru bagi lingkungan, seperti pengolahan limbah dengan metode koagulasi dan sedimentasi dapat menimbulkan limbah baru yang tidak dapat digunakan lagi (Oloibiri dkk., 2015) dalam Sany dkk., (2017). Pengolahan limbah dengan metode adsorpsi, zat warna yang diadsorp hanya terakumulasi dalam adsorben tanpa adanya penguraian sifat toksik, sehingga menimbulkan masalah baru yang harus ditanggulangi (Fourcade dkk., 2013). Kelemahan pada metode biologis, ada beberapa jenis limbah zat warna yang resisten terhadap degradasi secara biologis (Yunitasari dkk., 2017).

Salah satu metode yang dikembangkan untuk menangani limbah zat warna tekstil adalah fotodegradasi. Fotodegradasi yaitu suatu proses penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan menggunakan bantuan energi foton dan radiasi sinar UV (Hindrayawati, 2020). Fotodegradasi zat warna dapat dilakukan dengan menggunakan bahan fotokatalis dan radiasi sinar *ultraviolet* (UV). Salah satu bahan fotokatalis adalah ZnO yang memiliki aktivitas fotokatalisis yang tinggi dan dapat digunakan untuk mendegradasi zat warna *methyl orange* (Kenankis dkk., 2011). Menurut Kasuma (2012) ZnO mempunyai beberapa keunggulan seperti stabil terhadap cahaya, tidak beracun, ramah lingkungan dan memiliki kemampuan dalam mendekomposisi senyawa organik dan bakteri yang dapat mengkontaminasi lingkungan.

Beberapa keunggulan lain yang dimiliki ZnO adalah *band gap* (energi celah) yang cukup lebar (Tarwal dkk., 2011), murah dan memiliki aktivitas fotokatalisis yang tinggi (Amornpitoksuk dkk., 2012). Hutabarat (2012) melaporkan bahwa,

ZnO merupakan fotokatalis yang memiliki kemampuan tinggi dalam proses fotodegradasi zat warna. Menurut penelitian Amornpitoksuk dkk., (2012) ZnO merupakan fotokatalis yang paling aktif dalam mendegradasi zat warna azo (*azo dyes*).

Beberapa macam metode dalam sintesis ZnO adalah *magnetron, sputtering, spray pyrolysis, electrodeposition, sol-gel, pulsed laser deposition, chemical bath deposition* dan lain sebagainya (Priyanka dkk., 2016). Salah satu metode sintesis yang sederhana dan cukup mudah yaitu metode *sol-gel*, karena metode ini merupakan metode yang cukup berhasil dalam mempersiapkan material oksida logam berukuran nano (Paveena dkk., 2010). Pada metode ini, sintesis ZnO dilakukan dalam beberapa fasa yaitu fasa larutan menjadi *sol* (koloid dengan padatan yang tersuspensi dalam larutannya) dan kemudian menjadi fase *gel*. Dalam fase *gel* ini ukurannya menjadi lebih besar dibandingkan *sol* (Pumying dkk., 2013).

Proses sintesis ZnO diawali dengan pembentukan *sol* dari molekul-molekul senyawa prekursor metal alkoksi yaitu $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang terdispersi dalam pelarut etanol, menghasilkan partikel padat metal hidroksida membentuk *gel*. Fasa *gel* metal hidroksida yang terbentuk selanjutnya dilakukan proses kalsinasi pada temperatur tinggi untuk membentuk partikel padat ZnO berupa serbuk (*powder*) (Paveena dkk., 2010). Metode *sol-gel* sesuai untuk preparasi material berbentuk bubuk karena akan memungkinkan membentuk ukuran partikel skala nano sekaligus menghasilkan penampilan morfologi yang homogen (Liza dkk., 2019).

Berdasarkan penelitian Arsita dkk., (2015) untuk menjadikan *sol* bersifat homogen dan stabil selama proses sintesis dalam metode *sol-gel*, perlu ditambahkan suatu *stabilizer*. Salah satu zat yang dapat digunakan sebagai *stabilizer* adalah surfaktan. Contoh surfaktan yang dapat digunakan adalah dietanolamin (DEA). Namun dietanolamin merupakan senyawa karsinogenik. DEA juga dapat memblokir kemampuan tubuh untuk menyerap nutrisi kaolin dan mempengaruhi senyawa pada perkembangan otak. Oleh sebab itu, dibutuhkan *stabilizer* alternatif yang tidak toksik. Xanthan Gum merupakan salah satu polisakarida yang potensial sebagai alternatif menggantikan DEA sebagai *stabilizer*. Menurut penelitian Liu dkk., (2015), Xanthan Gum yang digunakan untuk membentuk nanokristalin ZnO dalam sintesis yang menggunakan metode *sol-gel*. Xanthan Gum dapat digunakan sebagai bahan *stabilizer*, karena memiliki rantai panjang yang berasal dari D-glukonat. Xanthan Gum dapat sebagai agen polimerasi serta sebagai agen pengontrol pertumbuhan *nanopowder* dalam metode *sol-gel*, dengan kristalinitas yang didapatkan relatif lebih tinggi (Mahadlek dkk., 2010). Keunggulan dari Xanthan Gum sebagai *stabilizer* adalah bersifat tidak toksik, dapat bercampur dengan banyak bahan-bahan farmasetika, serta mempunyai stabilitas dan viskositas yang baik pada rentang pH yang lebar (Rowe dkk., 2006).

Suryaningrum dkk., (2018) telah melakukan sintesis ZnO-Xanthan Gum dengan variasi massa Xanthan Gum dan temperatur kalsinasi 450°C. Pengaruh massa Xathan Gum yang dipelajari adalah 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5% (w/v), dengan kemampuan degradasi *methyl orange* optimum sebesar 4,1777% pada

variasi massa Xanthan Gum 0,4% (w/v). Adapun Ningrum dkk., (2018) telah mensintesis ZnO-Xanthan Gum dengan variasi temperatur kalsinasi 300, 400, 500, dan 600°C dengan massa Xanthan Gum yang digunakan adalah 0,1% (w/v). Hasil penelitian tersebut diketahui memiliki persentase degradasi *methyl orange* tertinggi pada temperatur kalsinasi 500°C, yaitu sebesar 53%.

Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan kemampuan fotodegradasi ZnO-Xanthan Gum terhadap degradasi *methyl orange* tidak cukup tinggi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan optimasi sintesis ZnO-Xanthan Gum menggunakan metode *sol-gel* dengan mengkombinasikan kondisi optimum sintesis dari dua penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu dengan penambahan jumlah Xanthan Gum 0,4% (w/v) dan temperatur kalsinasi 500°C (Suryaningrum dkk., 2018 dan Ningrum dkk., 2018).

Penelitian ini juga mempelajari penambahan parameter uji yang tidak dilakukan dalam penelitian sebelumnya. Penambahan parameter uji tersebut adalah pengaruh waktu kontak antara fotokatalis ZnO-Xanthan Gum dengan zat warna *methyl orange* dengan penyinaran *ultraviolet* (UV) dan tanpa penyinaran, pengaruh konsentrasi awal zat warna *methyl orange*, dan pengaruh pH larutan zat warna *methyl orange* terhadap kemampuan fotodegradasi zat warna *methyl orange*.

Hasil sintesis ZnO dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan Spektrofotometer Difusi Reflektansi (DRS) *Ultraviolet-Visible*. Uji aktivitas fotokatalis dan adsorpsi dari ZnO terhadap fotodegradasi zat warna *methyl orange* ditentukan dengan pengurangan

konsentrasi yang diukur dengan instrumen Spektrofotometer *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis).

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Senyawa prekursor yang digunakan adalah $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
2. Metode yang digunakan dalam sintesis kristal ZnO-Xanthan Gum adalah metode *sol-gel*.
3. Kondisi optimum sintesis ZnO-Xanthan Gum digunakan konsentrasi Xanthan Gum 0,4% (w/v) dan temperatur kalsinasi 500°C (Suryaningrum dkk., 2018 dan Ningrum dkk., 2018).

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sintesis komposit ZnO-Xanthan Gum sebagai fotokatalis untuk fotodegradasi zat warna *methyl orange* menggunakan metode *sol-gel* dengan penambahan Xanthan Gum 0,4% (w/v) dan temperatur kalsinasi 500°C berdasarkan penelitian Suryaningrum dkk., 2018 dan Ningrum dkk., 2018?
2. Bagaimana karakterisasi struktur molekul, energi *band gap* (E_g) dan kristalinitas komposit ZnO-Xanthan Gum menggunakan instrumen *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR), instrumen Spektrofotometer Difusi Reflektansi (DRS) UV-Vis, dan *X-Ray Diffraction* (XRD)?
3. Bagaimana aktivitas fotokatalisis komposit ZnO-Xanthan Gum dalam fotodegradasi zat warna *methyl orange* pada variasi waktu kontak, konsentrasi zat warna, dan pH larutan *methyl orange*?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji sintesis komposit ZnO-Xanthan Gum dengan metode *sol-gel* sebagai fotokatalis untuk fotodegradasi zat warna *methyl orange* dengan penambahan Xanthan Gum 0,4% (w/v) dan temperatur kalsinasi 500°C berdasarkan penelitian Suryaningrum dkk., 2018 dan Ningrum dkk., 2018.
2. Mengkaji karakterisasi struktur molekul, energi *band gap* (E_g) dan kristalinitas komposit ZnO-Xanthan Gum menggunakan instrumen *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR), instrumen Spektrofotometer Difusi Reflektansi (DRS) UV-Vis, dan *X-Ray Diffraction* (XRD).
3. Mengkaji aktivitas fotokatalisis komposit ZnO-Xanthan Gum terhadap zat warna *methyl orange* dengan adanya variasi waktu kontak, konsentrasi zat warna, dan pH larutan *methyl orange*.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang sintesis, karakterisasi ZnO-Xanthan Gum dan kemampuan fotokatalisis terhadap fotodegradasi zat warna *methyl orange*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Sintesis komposit ZnO-Xanthan Gum dengan prekursor $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan Xanthan Gum, dapat dilakukan menggunakan etanol sebagai pelarut dengan metode sol-gel serta penambahan Xanthan Gum dengan konsentrasi 0,4%, dan temperatur kalsinasi sebesar 500°C .
2. Hasil karakterisasi terhadap komposit ZnO-Xanthan Gum maka dapat diketahui bahwa sebagai berikut:
 - a. Munculnya puncak khas dari Xanthan Gum pada serapan bilangan gelombang $2931,80 \text{ cm}^{-1}$ dan adanya serapan pada bilangan gelombang $493,78 \text{ cm}^{-1}$ sebagai indikasi adanya ikatan Zn-O.
 - b. Sampel yang diuji merupakan sistem kristal heksagonal (*wurtzite*) yang ditunjukkan oleh puncak-puncak difraksi berdasarkan data JCPDS No.36-1451. Ukuran kristal yang dihasilkan adalah 39,04 nm.
 - c. Penambahan Xanthan Gum dan temperatur kalsinasi sebesar 500°C akan berpengaruh terhadap energi *band gap* ZnO-Xanthan Gum yaitu sebesar 3,00 eV.
3. Hasil uji aktivitas fotokatalisis komposit ZnO-Xanthan Gum terhadap proses fotodegradasi zat warna *methyl orange* adalah sebagai berikut: waktu kontak optimum dengan sinar UV dicapai selama 9 jam. Hasil fotodegradasi dipengaruhi oleh konsentrasi zat warna *methyl orange*, di mana penambahan

konsentrasi zat warna *methyl orange* ditandai dengan berkurangnya kemampuan fotodegradasi dengan bertambahnya konsentrasi zat warna *methyl orange*. pH optimum dicapai pada pH 3 dengan hasil fotodegradasi sebesar 44,1213%.

B. Saran

1. Uji aktivitas dapat dilakukan dengan limbah *methyl orange* yang sebenarnya.
2. Dapat dilakukan regenerasi terhadap komposit ZnO-Xanthan Gum untuk mengetahui kemampuan kapasitas fotodegradasinya.
3. Dapat dilakukan uji aktivitas komposit ZnO-Xanthan Gum terhadap fotodegradasi zat warna *methyl orange* dengan berbagai macam variabel bebas. Variabel bebas yang dilakukan bisa dari segi variasi massa komposit.
4. Larutan zat warna *methyl orange* yang telah didegradasi dapat dikarakterisasi dengan instrumen GC-MS untuk mengetahui senyawa yang terpecah dan dihasilkan setelah proses fotodegradasi.
5. Untuk memperluas bahan kajian ZnO-Xanthan Gum dapat juga dilakukan uji aktivitas terhadap zat warna lain ataupun logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Tuty Emilia, Ahmad Bustomi, dan Jantan Manalaoon. 2016. Pengaruh Konsentrasi TiO₂ dan Konsentrasi Limbah pada Proses Pengolahan Limbah Pewarna Sintetik Procion Red dengan Metode UV/FOTON/TiO₂. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol 22. No 1. pp. 65-72.
- Anggoro, Diky, Raidah Syarifah, Hasto Sunarno, Faridawati & Bachtera. 2018. Karakterisasi Pengaruh Temperatur Kalsinasi [ada Intensitas Emisi Material Luminisensi ZnO:Zn. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. Vol 14. No. 3. pp. 63-67.
- Ali, R., & Siew, O. B.. 2008. Photodegradation New Methylene Blue in Aqueous Solution Using Zinc Oxide and Titanium Dioxide as Catalyzt. *Jurnal Teknologi University of Technology Malaysia*. Malaysia.
- Aji, Wisnu P., Risqon P., Iwan S..2013. Pengaruh Temperatur Tumbuh Terhadap Struktur Kristal Lapisan Tipis ZnO 0,02 mol. *Jurnal Fisika dan Aplikasi*. Vol 14. No 1. pp. 19-23.
- Amornpitoksuk, P. & S. Suwanboon. 2012. Preparation of Mg-Doped ZnO Nanoparticels by Mechanical Milling and Their Optical Properties. *Procedia Engineering*. Vol. 32. pp. 821-826.
- Aryanto, A., & I. Nugraha. 2014. Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange dengan Komposit TiO₂-Montmorilonit. *Prosiding Seminar Kimia Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI. Surakarta (ID)*. PP. 205-214.
- Ayuningtyas, Nola Y..2012. *Pembuatan dan Karakterisasi Beads Hydrogel dari Berbagai Polymer Sebagai Media Tanam*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Chen, J., Wan X., Shi X., & Pan R.. 2010. Synthesis of Zinc Oxid / Activied Carbon Nano-Composites and Photodegradation of Rhodamin B. *Envorimental Engineering Science*. 29(6).
- Christina, Maria, Mu'nisaatun S. & Rani Saptaji. 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Methyl Orange) dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron. *STIN Batan*. Yogyakarta.
- Darmawan, Panji Rahmat, Sri Wardani & Danar Purwonugroho. 2013. Pengaruh Penambahan NO₃⁻ Terhadap Degradasi Methyl Orange Menggunakan Fotokatalis TiO₂-Bentonit. *Kimia Student Journal*. Vol. 1. No. 1. pp.140-146.

- Dewi, Annisa M., Wahyu B. Widayanto & Yuly Kusmawati. Perbandingan Efektivitas Dekolorisasi Fotokatalitik Metilen Biru dan Metil Jingga Menggunakan Semikonduktor ZnO pada Variasi pH. *Jurnal Riset Kimia*. Vol. 10. No. 2. pp. 75-84.
- Dini, Eka Wahyu P., dan Sri Wardhani. 2014. Degradasi Metilen Biru Menggunakan Fotokatalis ZnO-Zeolit. *Chem Prog*. Vol 7. No 1. pp. 29-33.
- Djaloeis, A.. 1996. *Pengembangan Teknologi Akselerator dan Pemanfaatannya di Indonesia*. Proseding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah. PPNY-BATAN. Yogyakarta.
- Elaziouti, Laouedj, N., & Ahmed, B. 2011. ZnO-Assisted Photocatalytic Degradation of Congo Red and Benzopurpurine 4B In Aqueous Solution. *Journal of Chemical Engineering and Process Technology*. Vol. 2. No. 2. pp. 2157 -7048.
- Eljiedi, A. A. A. & Kamari A. 2017. Removal of Methyl Orange and Methylene Blue Dyes from Aqueous Solution Using Lala Clam (*Orbicularia orbiculata*) Shell. *AIP Conf Proc*. Vol. 1847. No.1.
- Fajriati, Imelda, Mudasir & Endang Tri Wahyuni. Photocatalytic Decolorization 2014. Study Of Methyl Orange By TiO₂-Chitosan Nanocomposites. *Indo J Chem*. Vol. 14. No.3. pp. 209-218.
- Fatimah, I., dkk.. 2006. Titanium Oxide Dispersed on Natural Zeolit (TiO₂/Zeolite) and Its Application for Congo Red Photodegradation. *Indo Journal Chem*. Vol 6. No 1.
- Fernandez, B. R. 2012. *Sintesis Nanopartikel SiO₂ Menggunakan Metoda Sol-Gel dan Aplikasinya Terhadap Aktivitas Sitotoksik Sel dalam Review Jurnal Nanoteknologi*. Revie Jurnal Nanoteknologi . Padang: Jurusan Kimia. Progran Pascasarjana. Universitas Andalas.
- Fessenden dan Fessenden. 1982. *Kimia Organik Jilid 1*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Gandjar, Ibnu Gholib & Abdul Rohman. 2008. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Gibson and M. F. Ashby 1997. *Cellular solids: structure and properties*, 2nd edition. Cambridge University Press. Cambridge.

- Ghobadi, Nader. 2013. Celah Pita Determination Using Absorption Spectrum Fitting Procedur. *International Nano Letters*. Vol 3. No 2.
- Gilani, S. L., G. D. Najafpour, H. D. Heydarzadeh & H. Zare. 2011. Kinetic Models For Xanthan Gum Production Using *Xanthomonas Campestris* From Molasses. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*. Vol 17. No. 2. pp. 179-187.
- Hamdan, 1992, *Introduction To Zeolites Synthesis, Characterization, and Modifications*. Universitas Teknologi, Malaysia.
- Handayani, H.N. & N.O. Lestari. 2012. *Isolasi Metamfetamina di dalam Urin dengan Menggunakan Solid Phase Extraction (SPE)*. Skripsi. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Harmita, 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.
- Heaton, A. 1994. *The Chemical Industry, Secound edition, Blackie Academic and Profesional*. Chapman Hal. London.
- Hussen, U.. 2007. *Metode Penelitian untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*. PT. Grafindo Persada. Jakarta.
- Hutabarat, R. 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis Fe-ZnO Berbasis Zeolit Alam*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Isabel, Santaruz, Aurelio Cabeza, Paul Ibeh. 2012. *Preparation of Photocatalytic. TiO₂ Coating by Gell-Dipping With Pilyscarides*. Universitas Malaga. Spanyol.
- Javed, R., Muhammad Usman, Saira T. & Muhammad Zia. 2016. Effect of Capping Agents: Structural, Optical, and Biological Properties of ZnO Particels. *Applied Surface Science*. Researchgate.
- Justiana, Silvia. 2019. *Pengaruh Waktu Pengambilan Filtrasi CaCO₃ dan Penambahan Methyl Orange dengan Menggunakan Alat Press Filter Plate and Frame*. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kasuma, Nola. 2012. *Penggunaan Komposit ZnO-CuO Yang Disintesis Secara Sonochemistry Yang Digunakan Sebagai Katalis Untuk Fotodegradasi Metil Orange Dan Zat Anti Bakteri*. Universitas Andalas. Padang.

- Kenanakis, G., Vernandhou N., Katsarakis.. 2011. Light Induced Self Cleaning Properties of ZnO Nanowires Grown at Low Temperatures. *University of Crete. Greec.*
- Khedar, Jyoti A. Bholay A. D. 2014 Ecofriendly Biosynthesis of Xanthan Gum by *Xanthomonas Campentris*. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceuntical Sciences*. Vol 3. No. 7. pp. 1341-1355.
- Khopkar, S. M.. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik, Terjemahan Basic Concepts of Analytical Chemistry*. UI Press. Jakarta.
- Kittel, Charles. 2005. *Introduction to Solid State Physics*. 8th. Ed. Hoboken: John Wiley and Sons.
- Kristianingrum, Susila. 2016. *Spektroskopi Ultra Violet dan Sinar Tampa (Spektroskopi UV-Vis)*, Handout. Yogyakarta: Universitas Negri Yogyakarta.
- Kumari, Amrutham Santoshi, Maragoni Venkatesham, Dasari Ayodhya & Guttena V. 2014. Green Synthesis, Characterization and Cataytic Activity of Palladium Nanoparticels by Xanthan Gum. *Original Articiel Appl Nanosci*. Vol 5. pp. 315-320.
- Liu, Ting-ting, Mao Hoa W., Hang Ping Z. & Zhong Ying Z.. 2015. *Sol-Gel Synthesis of Doped Nanocrystalialline ZnO Powders Using Xanthan Gum And Varistor Properties Study New York*. New York, s.n.
- Mahadlek, Jongjan, Juree Chareonteeraboon, & Thawatchai Phaechmud. 2010. Zinc Oxide Gels for Periodontitis Treatment. *Journal of Metals, Materials and Minerals*. Vol 20. No 3. pp. 159-163.
- Mallawany, Raouf El, Yasser Saad Rammah, Amin El Adawy & Zahra Wasses. Optical and Thermal Properties of Some Tellurite Glasses. *American Journal of Optics and Photonics*. Vol 5. No. 2. pp. 11-18.
- Maulddawati, Vivi Tri & Adi Setyo Purnomo. 2014. Biodegradasi Metil Orange Oleh Jamur Pelapuk Coklat *Daedalena Dickinsii*. *Jurnal Seni dan Sains*. Vol. 2. No. 1. pp. 1-4.
- Modirsahala, Ayudin Hassani, Nasser Behnadjady, Muhammad A., & Rahbarfan R.. 2011. Effect of Operational Parameters on Decolorization of Acid Yellow 23 from Wastewater by UV Irradiation using ZnO and ZnO/SnO₂ Photocatalysts. *Desalination*. 187-192.
- Najib, Muhammad. 2010. *Optimasi Kekuatan Tarik Komposit Rami Polyester*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Ningsih, Sherly Kasuma W. 2016. *Sintesis Anorganik*. Padang. UNP Press.
- Ningsih, Sherly Kasuma W., Umar K. N. s& Utari Novitria. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO-Doped Cu²⁺ Melalui Metoda Sol-Gel. *Eksakta*. Vol. 18. No. 2. pp. 40-51.
- Ningsih, Silvia Tri.. 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis Ni²⁺ - ZnO Berbasis Zeolit Alam*. Teknik Metalurgi UI. Jakarta.
- Ningrum, Rizki Bangun S.. 2018. *Pengaruh Temperatur Kalsinasi dalam Sintesis ZnO-Xanthan Gum sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange*. Jurusan Kimia UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Nurhasanah, I., Efendi, A.F., Sutanto, H., dan Priyono. 2015. Growth and UV Absorption of 5 mol% Zn-doped CeO₂ Nanoparticle Synthesized with A Simple Precipitation Process. *Materials Science Forum*. Vol. 827. pp. 62-66.
- Nurlaili, Titin, Laeli Kurniasari & Rita Dwi Ratnani. 2017. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Zat Warna Methyl Orange dalam Larutan. *Inovasi Teknik Kimia*. Vol 2. No 2. pp. 11-14.
- Ozgur, U., Alivov. Y. I., Liu C., Teke A., Reshchikov, M. A. Dogan, S. Avrutin V., & Cho S. J. 2009. A Comprehensive Reviw of ZnO Materials and Devices. *Journal of Applied Physics*.
- Palupi, E. 2006. *Degradasi Methylene Blue dengan Metoda Fotokatalis dan Fotoelektrokatalisis Menggunakan Film TiO₂*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Palomino, A. G. 2006. Room Temperature Synthesis and Characteritation of Highly Mondisperse Transition Metal-Doped ZnO Nanocrystals. *Physics University of Peurto Rico*.
- Paveena, L., S. Supapan. & M. Santi.. 2010. Characterization and Magnetic Properties of Substitued Arylazonaphthol Dyes by Peracids in Aqueous Solution. *J. Chem. Soc. Perkin*. Vol 2.
- Priowirjanto, G..s 2003. *Ilmu Bahan Listrik*. Dikmenjur. Jakarta
- Pumying, Santi., Sarawuth L., Ekaphan S.. 2013. Nanocrystalline Spinel Ferrite (MFe₂O₄, M = Ni, Co, Mn, Mg, Zn) Powders Prepared by a Simple Aloe Vera Plant-Extrated Solution Hydrothermal Route. *Elsevier Materials*. pp. 2060-2065.

- Purwitasari, L.. 2008. *Immobilisasi TiO₂ Pada Resin Sebagai Fotokatalis Pada Fotoreduksi Ion Ag(I)*. FMIPA UGM. Yogyakarta.
- Puspitaningrum, Tyas. 2017. *Penentuan Band Gap dan Konduktivitas Bahan Semikonduktor Lapisan Tipis Sn(S_{0,8}Te_{0,2}) dan Sn(S_{0,6}Te_{0,4}) Hasil Preparasi dengan Teknik Evaporasi Termal*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Ramadhana, Al Kautsar K., Sri Wardhani & Danar Purwonugroho. 2013. Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan TiO₂-Zeolit dengan Penambahan Ion Persulfat. *Kimia Student Journal*. Vol. 1. No. 2. pp. 166-174.
- Rao, M. S. R., Tatsuo Okada. 2013. *ZnO Nanocrystals and Allied Materials*. S.1. Springer Science.
- Rashed, M.N. and A.A. El-Amin, 2007, Photocatalytic Degradation Of Methyl Orange In Aqueous TiO₂ Under Different Solar Irradiation Sources, *International Journal Of Physical Sciences*. Vol. 2. pp. 73-81.
- Rowe, S. C., Shesky P. J., Owen S.. 2006. Hand Book of Pharmaceutical Excipients Fifth Edition. *In Italy: Pharmaceutical Press*. pp. 315-821.
- Sakhtivel, S., Meppolian B., Shauker V., Arabindoo B., Palanichamy M., & Murugesen V.. 2003. Solar Photocatalytic Degradation of Azo Dye Comparison of Photocatalytic Efficiency of ZnO and TiO₂. *Sol. Mater Sol. C*. Vol 7. pp. 65-82.
- Sanjaya, Hary, Pinta Rida, dan S. K. Warda Ningsih. 2017. Degradasi Methylene Blue Menggunakan Katalis ZnO-peg dengan Menggunakan Metode Fotosonolisis. *Eksakta*. Vol 18. No 2.
- Saputri, Widya Tri S. & Irwan Nugraha. 2017. Pengaruh Penambahan Montmorillonit terhadap Interaksi Fisik dan Laju Trasmisi Uap Air Komposit Edible Film Xanthan Gum-Montmorillonit. *Jurnal Kimia Valensi*. Vol 3. No. 2. pp. 142-151.
- Saraswati, I Gusti Ayu Adesia Saraswati, Ni Putu D. & Putu Suarya. 2015. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Congo Red dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV). *Jurnal Kimia*. Vol 9. No. 2. pp. 175-182.
- Sastrohamidjojo, H.. 2001. *Spektroskopi*. Liberty. Yogyakarta.

- Sany, Tito Hasna, Sudarno & Purwono. 2017. Pengolahan Lindi Menggunakan Metode Koagulasi Flokulasi dengan Biokoagulan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang dan Metode Ozonisasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 6 No. 1. pp 1-11.
- Setiabudi, Agus, Rifan Hardian & Ahmad Muzakir. 2012. *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasinya Dalam Penelitian Kimia*. UPI Press. Bandung.
- Shalviri, Alireza, Qing Liu, Mohammad J. Abdekhodaie & Xiao Yu Wu. Novel Modified Starch-Xanthan Gum Hidrogels for Controlled Drug Delivery: Synthesis and Characterization. *Carbohydrate Polimers*. Vol. 79. pp. 898-907.
- Sharma, B. & Naresh, L.. 2006. Xanthan Gum - A Boon to Food Industry. *Food Promotion*. Vol 1. No 15. pp. 27-30.
- Sirenden, Anfiyus Hendry. 2012. *Sintesis Nanorods Seng Oksida (ZnO) Menggunakan Putih Telur Sebagai Biotemplate*. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Slamet, D.. 2016. *Sintesis Nanopartikel ZnO Doping Zirkonium Oksiklorida Produksi PSTA Batan Yogyakarta Sebagai Semikonduktor Photo Anoda Untuk Sel Surya Tersensitisasi Zat Warna*. UIN Yogyakarta. Yogyakarta.
- Subkhan, Mokhammad, A. Awaluddin, Prasetya, Siti Saidah S., & Riska Anggraini. 2018. Degradasi Katalitik Zat Warna Metil Jingga Menggunakan Katalis Oksida Mangan Mangosite. *Jurnal Photon*. Vol 9. No 1. pp. 177-182.
- Suharto, Totok E., Irfan Gustian & Agus Sundaryono. 2007. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Biofungsional dari Zeolit Alam. *Jurnal Gradien* Vol. 3. No. 2. pp. 267-272.
- Sumadiyasa, M., I. S. Manuba. 2018. *Penentuan Ukuran Kristal Menggunakan Formula Scherrer, Wiliamson-Hull Plot dan Ukuran Partikel dengan SEM*. Buletin Fisika. Volume Vol. No. 01. pp. 28-35.
- Suryaningrum, Ambar, Imelda Fajriati, Didik Krisdiyanto, & Irwan Nugraha. 2018. *Pengaruh Massa Xanthan Gum dalam Sintesis ZnO-Xanthan Gum sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange*. Jurusan Kimia UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.

- Sutanto, Heri & Singgih Wibowo. 2015. *Semikonduktor Fotokatalis Seng Oksida dan Titania (Sintesis, Deposisi dan Aplikasi)*. Penerbit Telescope. Semarang.
- Takacs, E., L. Wojnarovits & T. Palfi. 2007. Azo Dye By High-Energy Irradiation: Kinetics and Mechanism of Destruction. *Nukleokimia*. Vol 52. No. 2. pp. 69-75.
- Tananta, Lucky & Diah Susanti, F. P.. 2011. *Sintesis Tungsten Terioksida Nanopartikel dengan Metode Sol-Gel dan Proses Kalsinasi*. ITS. Surabaya.
- Tarwal, N. L., V. V. Shinde, A. S. Kamble, P. R. Jadhav, D. S. Patil, V. B. Patil & P.S. Patil. 2011. Photoluminescence and Photoelectrochemical Properties of Nanocrystalline ZnO Thin Films Synthesized by Spray Pyrolysis Technique. *Applied Surface Science*. Vol. 257. pp. 10789-10794.
- Toledo, Paulo V. O., Leonardo R. Marques, & Denise F. S. Petri. 2019. Recyclable Xanthan/TiO₂ Composite Cryogels Towards the Photodegradation of Cr(VI) Ions and Methylene Blue Dye. *International Journal Polymer Science*. Vol 2019.
- Usman, Mohammad Rofik. 2013. *Kinetika Fotokatalisis Diazinon dengan Titanium Dioksida (TiO₂)*. Skripsi. Universitas Jember. Jember.
- Utomo, Widyo, Woro Sumarni & Sigit Priatmoko. 2018. Pengaruh Konsentrasi SO₄²⁻ dan pH Terhadap Degradasi Congo Red Menggunakan Fotokatalis N-TiO₂. *Indonesian Journal Chemical Science*. Vol 7. No. 1. pp. 72-76.
- Vogel. 1989. *Text Book of Practical Organic Chemistry, 5Ed.* USA: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Waite, TD., dkk.. 2006. *Toxic Organic by Electron Beam Irradiation: An Innovative Technology for Developing Countries*. University of Miami. Coral Gables. Florida.
- Wang, X., J. Song., Z. L. Wang. 2007. Nanowire and Nanobelt Arrays of Zinc Oxide from Synthesis to Properties and to Novel Devices. *Journal of Materials Chemistry*. Vol 107. pp. 711-720.
- Wardhana, W. A. 2014. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Wardhani, Sri, Drjito, Dian Sofi A.. 2014. *Degradasi Metil Orange (MO) dengan Fotokatalis ZnO-Zeolit*. Universitas Brawijaya. Malang.

- Wibowo, S., dan Sutanto, H., 2013, *Sintesis Nanomaterial TiO₂ Menggunakan Metode Sonokimia dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi Methylene Blue*, Prosiding Seminar Nasional : 1stDiponegoro Physics Conference, ISBN : 978-602-18940-1-9. FM 08. pp. 1- 3.
- Widjajanti, Endhang, Regina Tutik P., M. Prajoto. 2011. *Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga*. FMIPA UNY. Yogyakarta.
- Wismayanti, Dewa Ayu, Ni Putu Diantariani & Sri Rahayu Santi. 2015. Pembuatan Komposit ZnO-Arang Aktif Sebagai Fotokatalis untuk Mendegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Jurnal Kimia*. Vol. 9. No. 1. pp. 109-116.
- Yulianti, C. H. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Kristal Nano ZnO. *Jurnal Teknik* Vol 4. No. 2.
- Zakaria, Hadria, Paulus Lobo G & Nuelela R.. 2015. *Pengaruh pemanasan Terhadap Struktur dan Sifat Optik Kristal ZnO*. Universitas Hasanudin. Makassar.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Parameter Kisi Kristal

1. Perhitungan Parameter Kisi Kristal ZnO *bulk*

Rumus struktur tetragonal:
$$\frac{1}{(d_{hkl})^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{h^2 + hk^2 + k^2}{a^2} \right) + \frac{l^2}{c^2}$$

Untuk $d_{100} = 2,8166 \text{ \AA}$
$$= \frac{1}{(2,8166)^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{1^2 + 1 \cdot 0^2 + 0^2}{a^2} \right) + \frac{0^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{(2,8166)^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{1}{a^2} \right) + \frac{0^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{7,9332} = \frac{4}{3a^2}$$

$$a^2 = \frac{4}{3} \times 7,9332$$

$$a^2 = 10,5776$$

$$a = \sqrt{10,5776}$$

$$a = 3,2523 \text{ \AA}$$

Untuk $d_{002} = 2,6063 \text{ \AA}$
$$= \frac{1}{(2,6063)^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{0^2 + 0^2 + 0^2}{a^2} \right) + \frac{2^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{6,7927} = \frac{4}{c^2}$$

$$c^2 = 6,7927 \times 4$$

$$c = \sqrt{27,1708}$$

$$c = 5,2125 \text{ \AA}$$

$$V = 0,8660 \times 3,2523 \text{ \AA} \times 5,2125 \text{ \AA}$$

$$V = 47,7482 \text{ \AA}$$

2. Perhitungan Parameter Kristal ZnO-Xanthan Gum

$$\text{Untuk } d_{100} = 2,8187 \text{ \AA} = \frac{1}{(2,8187)^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{1^2 + 1.0^2 + 0^2}{a^2} \right) + \frac{0^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{(2,8187)^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{1}{a^2} \right) + \frac{0^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{7,9450} = \frac{4}{3a^2}$$

$$a^2 = \frac{4}{3} \times 7,9450$$

$$a^2 = 10,5933$$

$$a = \sqrt{10,5933}$$

$$a = 3,2547 \text{ \AA}$$

$$\text{Untuk } d_{002} = 2,6028 \text{ \AA} = \frac{1}{(2,6028)^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{0^2 + 0^2 + 0^2}{a^2} \right) + \frac{2^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{6,7745} = \frac{4}{c^2}$$

$$c^2 = 6,7745 \times 4$$

$$c = \sqrt{27,098}$$

$$c = 5,2055 \text{ \AA}$$

$$V = 0,8660 \times 3,2547 \text{ \AA} \times 5,2055 \text{ \AA}$$

$$V = 47,7545 \text{ \AA}$$

Lampiran 2. Perhitungan Ukuran Partikel ZnO Menggunakan Pendekatan Persamaan Scherrer

$$D = \frac{K \times \lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$D = \frac{0,89 \times 0,154}{\beta \cos \theta}$$

$$D = \frac{1,3706}{\beta \cos \theta}$$

Keterangan:

$$D = 0,89$$

$$\lambda = 0,154 \text{ nm}$$

β = nilai FWHM material

θ = sudut difraksi ($^{\circ}$) dalam bidang kristal 101

1. Perhitungan Ukuran Partikel ZnO *bulk*

$$\beta(\text{deg}) = 0,115$$

$$2\theta = 36,230$$

$$D = \frac{K \times \lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$\beta(\text{rad}) = 0,115 \times \frac{\pi}{180}$$

$$\theta = 18,115$$

$$D = 719,0975 \text{ \AA}$$

$$= 0,115 \times \frac{3,14}{180}$$

$$\cos \theta = 0,9504$$

$$D = 71,90 \text{ nm}$$

$$= 0,0020 \text{ rad}$$

2. Perhitungan Ukuran Partikel ZnO-Xanthan Gum

$$\beta(\text{deg}) = 0,212$$

$$2\theta = 36,233$$

$$D = \frac{K \times \lambda}{\beta \cos \theta}$$

$$\beta(\text{rad}) = 0,212 \times \frac{\pi}{180}$$

$$\theta = 18,1165$$

$$D = 390,484 \text{ \AA}$$

$$= 0,212 \times \frac{3,14}{180}$$

$$\cos \theta = 0,9504$$

$$D = 39,0484 \text{ nm}$$

$$= 0,0036 \text{ \AA}$$

Lampiran 3. Data Hasil XRD ZnO *Bulk* dan ZnO-Xanthan Gum

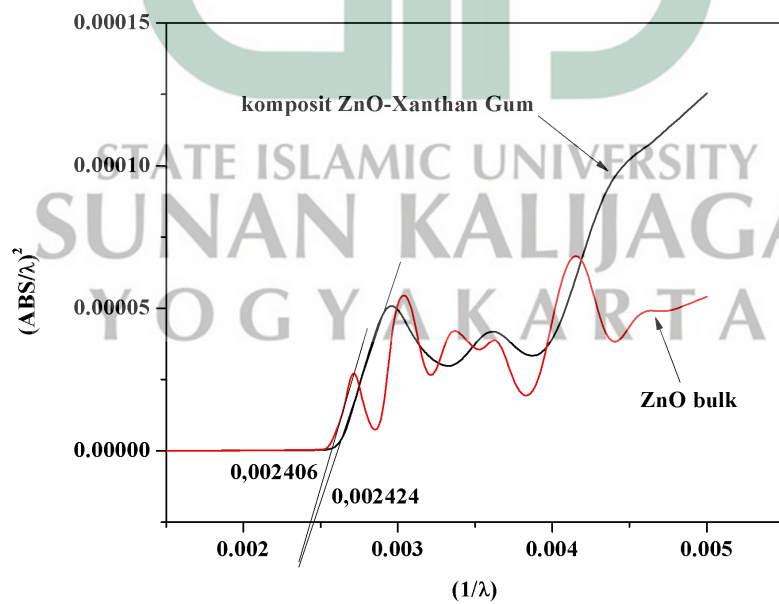
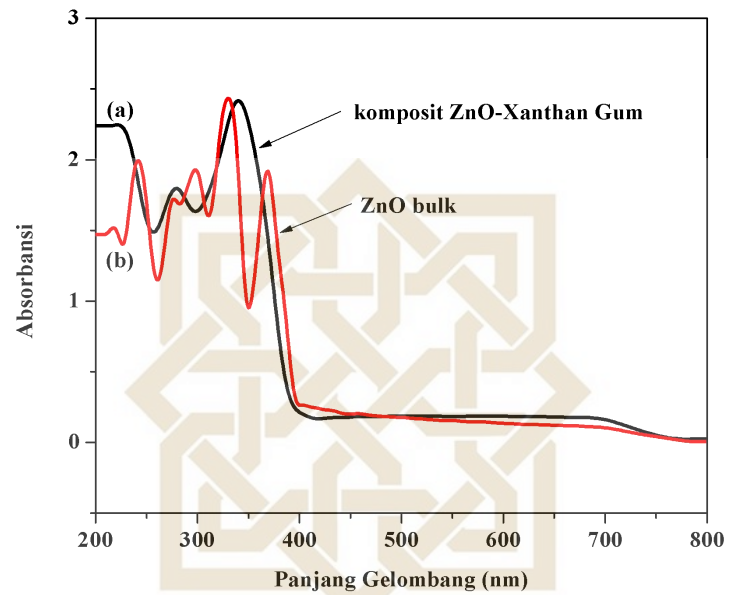
1. Data XRD ZnO *Bulk*

2-theta (deg)	d (ang.)	Height (cps)	FWHM (deg)	Int. I (cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
31,743	2,8166	634,0	0,130	102	0,161	2,30
34,382	2,6063	419,0	0,139	66,0	0,160	1,20
36,230	2,4774	1132	0,115	176	0,156	2,85
47,494	1,9128	302,0	0,102	40,3	0,130	0,80
56,564	1,6257	426,0	0,116	61,9	0,150	1,50

2. Data XRD ZnO-Xanthan Gum

Theta (deg)	d (ang.)	Height (cps)	FWHM (deg)	Int. I (cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
31,719	2,8187	62,0	0,180	17,8	0,28	0,38
34,428	2,6028	56,0	0,169	13,7	0,25	1,70
36,233	2,4772	107	0,212	33,4	0,31	0,80
47,551	1,9107	20,0	0,206	6,50	0,32	1,80
56,561	1,6258	33,0	0,246	10,8	0,33	0,44

Lampiran 4. Perhitungan Energi Celah Pita (E_g) dan Panjang Gelombang Serapan Tepi (λ_g)



Dengan metode ASF

$$\text{Harga pita serapan } (\lambda_g) = \frac{1}{\text{slope}}$$

$$\text{Harga energi celah pita } (E_g) = \frac{1239,83}{\lambda_g}$$

1. Panjang Gelombang Serapan Tepi (λ_g) dan Besar Energi Celah Pita (E_g) ZnO Bulk

$$\lambda_g = \frac{1}{0,002406}$$

$$\lambda_g = 415 \text{ nm}$$

$$E_g = \frac{1239,83}{415}$$

$$E_g = 2,98 \text{ eV}$$

2. Panjang Gelombang Serapan Tepi (λ_g) dan Besar Energi Celah Pita (E_g) ZnO-Xanthan Gum

$$\lambda_g = \frac{1}{0,002424}$$

$$\lambda_g = 412 \text{ nm}$$

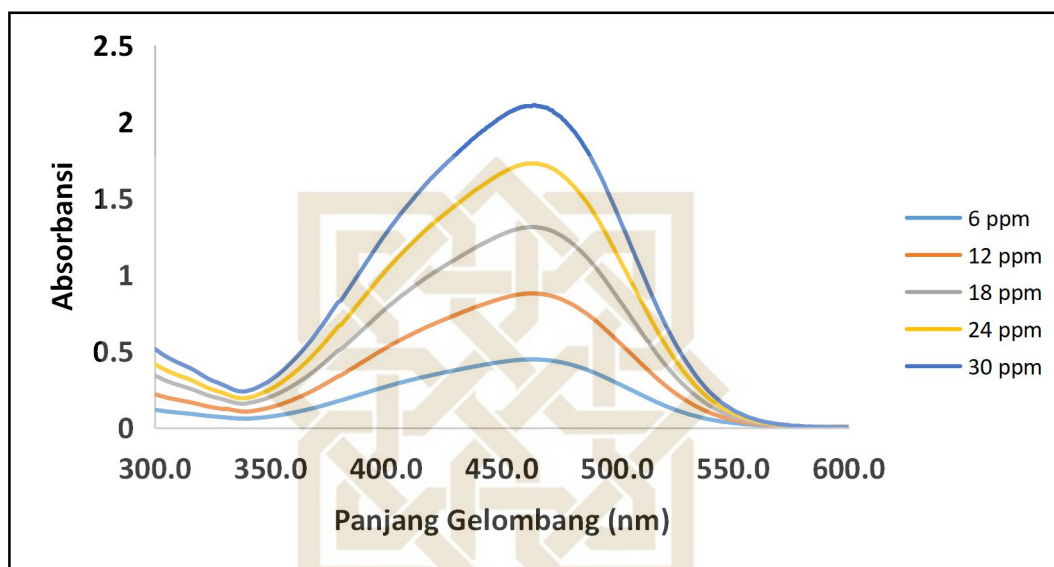
$$E_g = \frac{1239,83}{412}$$

$$E_g = 3,00 \text{ eV}$$

Material	λ_g (nm)	E_g (eV)
ZnO bulk	415	2,98
Komposit ZnO-Xanthan Gum	412	3,00

Lampiran 5. Spektrum Panjang Gelombang *Methyl Orange*

1. Spektrum Panjang Gelombang *Methyl Orange*



2. Data Absorbansi dari Larutan *Methyl Orange*

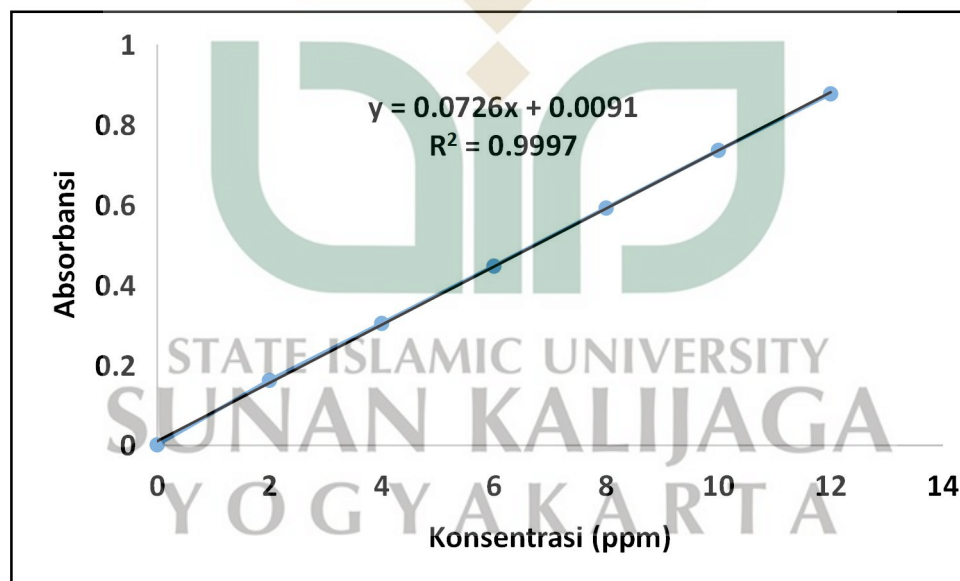
Konsentrasi Larutan (ppm)	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi Larutan
6	464,0	0,446
12	463,5	0,877
18	464,0	1,311
24	463,0	1,726
30	464,5	2,108

Lampiran 6. Data Absorbansi dari Larutan Standar dan Kurva Standar *Methyl Orange*

1. Data Absorbansi Larutan *Methyl Orange*

No.	Nama Larutan	Konsentrasi Larutan (ppm)	Absorbansi Larutan
1.	Blanko (Akuades)	0	0,000
2.	Standar 1	2	0,161
3.	Standar 2	4	0,303
5.	Standar 3	6	0,446
6.	Standar 4	8	0,591
7.	Standar 5	10	0,735
8.	Standar 6	12	0,876

2. Kurva Standar Larutan *Methyl Orange*



Lampiran 7. Perhitungan Hasil Fotodegradasi

1. Perhitungan Konsentrasi *Methyl Orange*

Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $y = 0,0726x + 0,0091$

$$y = ax + b$$

$$y = 0,0726x + 0,0091$$

$$x = \frac{y - 0,0091}{0,0726}$$

$$C = \frac{A - 0,0091}{0,0726}$$

$$\text{Besarnya konsentrasi (C)} = \frac{A - b}{a}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi (ppm)

A = Absorbansi

a = 0,0726 (L.mg⁻¹.cm⁻¹)

b = 0,0091

2. Perhitungan Konsentrasi *Methyl Orange* yang Terdegradasi

Konsentrasi yang terdegradasi (ppm) = $C_t - C_0$

Konsentrasi yang terdegradasi (%) = $\frac{C_t - C_0}{C_0} \times 100\%$

Lampiran 8. Pengaruh Waktu Kontak dan Penyinaran terhadap Fotodegradasi *Methyl Orange*

Berat komposit ZnO-Xanthan Gum yang digunakan = 0,1 gram

C_0 = konsentrasi *methyl orange* mula-mula, sebesar 6 ppm

C_t = konsentrasi *methyl orange* akhir atau konsentrasi yang tersisa dalam larutan setelah t jam.

Perhitungan:

1. Konsentrasi hilang akibat fotodegradasi (reaksi dengan UV) = $C_{t-UV} - C_{0-UV}$

2. Konsentrasi hilang akibat adsorpsi (reaksi tanpa UV) = $C_{t-nonUV} - C_{0-nonUV}$

3. Persentase konsentrasi yang hilang akibat fotodegradasi = $\frac{C_{t-UV} - C_{0-UV}}{C_{0-UV}} \times 100\%$

4. Persentase konsentrasi yang hilang akibat adsorpsi = $\frac{C_{t-nonUV} - C_{0-nonUV}}{C_{0-nonUV}} \times 100\%$

1. Data Absorbansi Larutan *Methyl Orange* Hasil Fotodegradasi

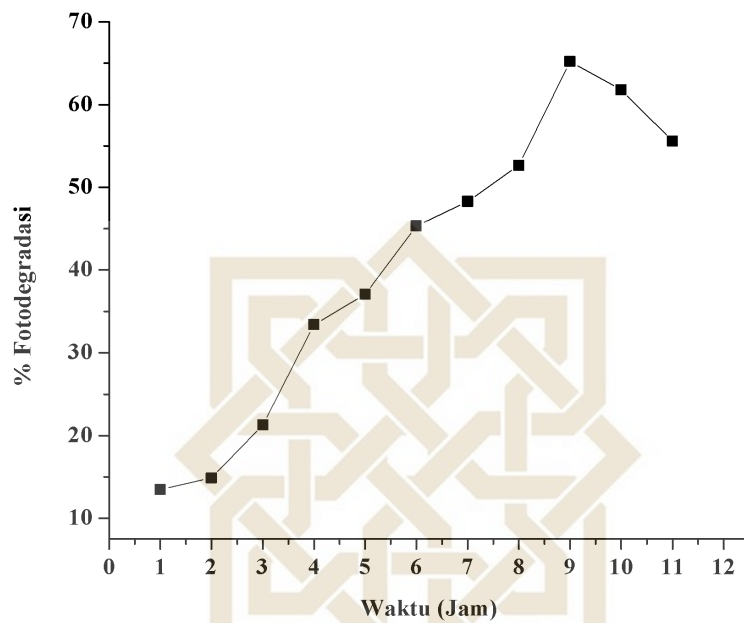
1Waktu Kontak (Jam)	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi Larutan <i>Methyl Orange</i>	
		Sinar UV	Tanpa Sinar
1	6,0179	0,387	0,435
2	6,0179	0,381	0,432
3	6,0179	0,353	0,427
4	6,0179	0,300	0,435
5	6,0179	0,284	0,422
6	6,0179	0,248	0,426
7	6,0179	0,235	0,391
8	6,0179	0,216	0,391
9	6,0179	0,161	0,409
10	6,0179	0,176	0,344
11	6,0179	0,203	0,424

2. Data Pengurangan Konsentrasi *Methyl Orange* dengan Variasi Waktu Kontak

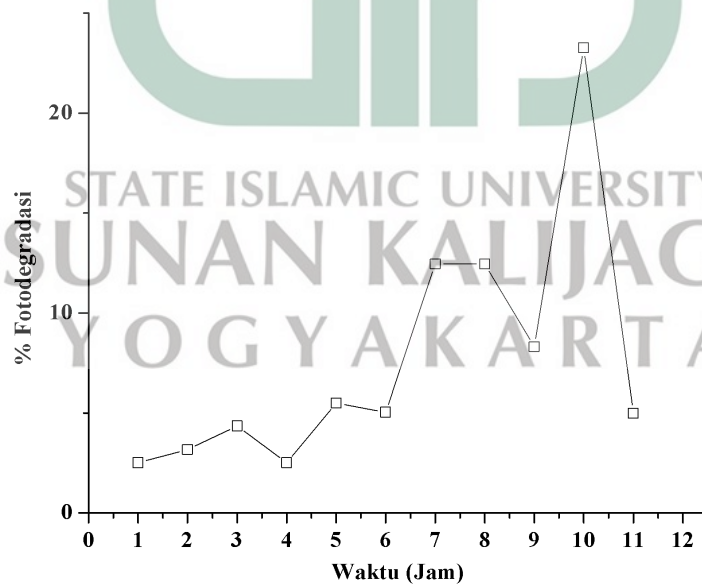
Waktu (t, jam)	C ₀ (ppm)	C _{t-non uv} (ppm)	C _{t-uv} (ppm)	Chilang akibat adsorpsi (ppm)	Chilang akibat fotodegradasi (ppm)	Chilang akibat adsorpsi (%)	Chilang akibat fotodegradasi (%)
1	6,0179	5,8663	5,2052	0,1516	0,8127	2,5191	13,5047
2	6,0179	5,8272	5,1225	0,1951	0,8954	3,1688	14,8789
3	6,0179	5,7561	4,7369	0,2618	1,2810	4,3503	21,2864
4	6,0179	5,8663	4,0068	0,1516	2,0111	2,5191	33,4186
5	6,0179	5,6873	3,7865	0,3306	2,2314	5,4936	37,0793
6	6,0179	5,7148	3,2906	0,3031	2,7273	5,0366	45,3197
7	6,0179	5,2685	3,1115	0,7494	2,2906	12,4528	48,2959
8	6,0179	5,2685	2,8498	0,7494	3,1681	12,4528	52,6446
9	6,0179	5,5179	2,0922	0,5000	3,9257	8,3085	65,2337
10	6,0179	4,6184	2,2988	1,3995	3,7191	23,2556	61,8006
11	6,0179	5,7176	2,6707	0,3003	3,3472	4,9901	55,6207

3. Grafik Waktu Kontak Vs %Fotodegradasi

A. Dengan Sinar UV

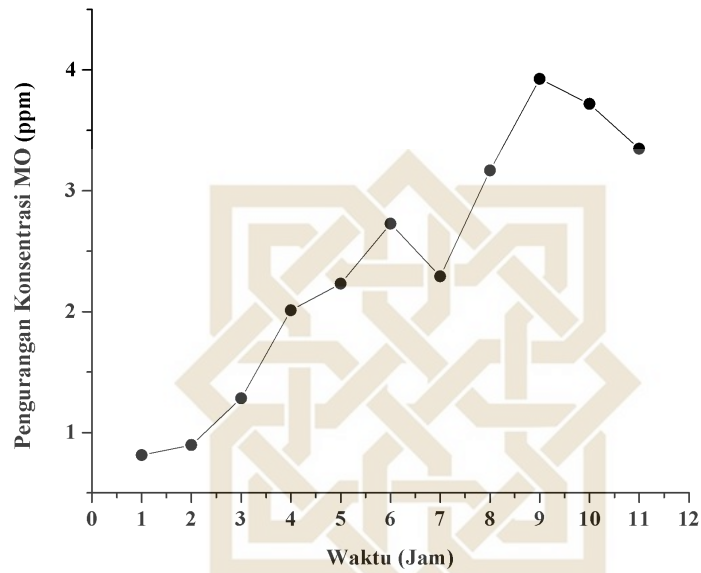


B. Tanpa Sinar UV

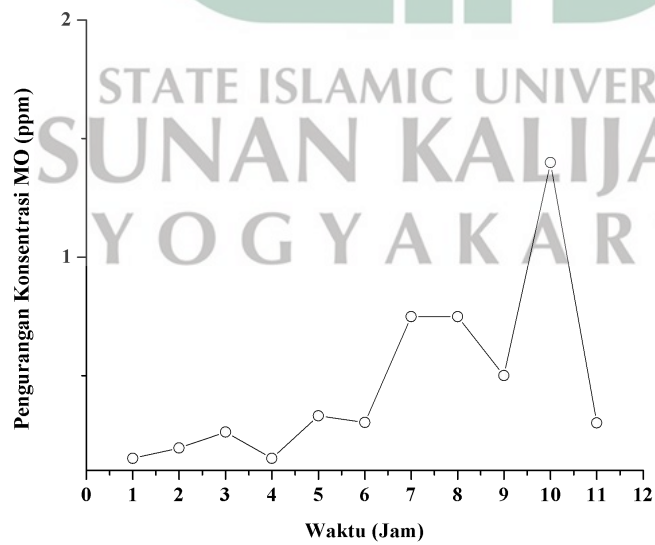


4. Grafik Waktu Kontak Vs Pengurangan Konsentrasi *Methyl Orange* (ppm)

A. Dengan Sinar UV



A. Tanpa Sinar UV

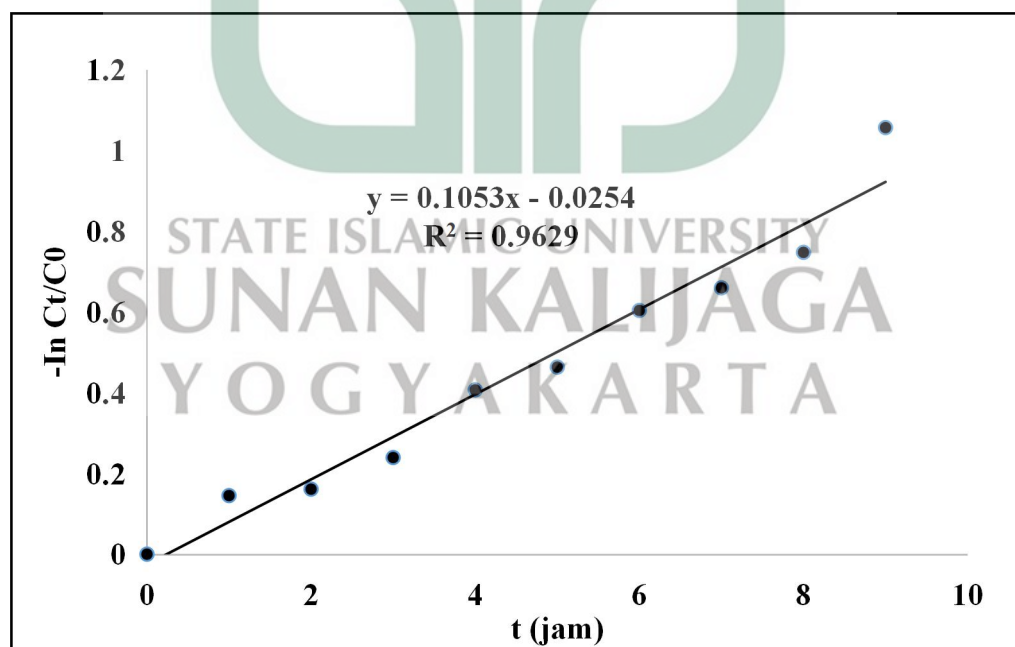


Lampiran 9. Kinetika Reaksi Fotodegradasi *Methyl Orange*

1. Kinetika Reaksi Fotodegradasi *Methyl Orange* dengan Sinar UV

Waktu Kontak (Jam)	C_0	C_t	C_t/C_0	$\ln C_t/C_0$	$-\ln C_t/C_0$
0	6,0179	6,0179	1	0	0
1	6,0179	5,2052	0,864952891	-0,145080235	0,145080235
2	6,0179	5,1225	0,851210555	-0,161095760	0,161095760
3	6,0179	4,7369	0,787135047	-0,239355448	0,239355448
4	6,0179	4,0068	0,665813656	-0,406745443	0,406745443
5	6,0179	3,7865	0,629206201	-0,463296252	0,463296252
6	6,0179	3,2906	0,546802041	-0,603668442	0,603668442
7	6,0179	3,1115	0,517040828	-0,659633436	0,659633436
8	6,0179	2,8498	0,473553898	-0,747489545	0,747489545
9	6,0179	2,0922	0,347662806	-1,056522217	1,056522217

Grafik penentuan konstanta laju reaksi



Penentuan konstanta laju reaksi

$$-\ln \frac{C_t}{C_0} = k_{obs} t$$

$$y = mx + c$$

$$y - c = mx$$

$$\frac{y - c}{x} = m$$

$$\frac{\left(-\ln \frac{C_t}{C_0}\right) - c}{t} = k_{obs}$$

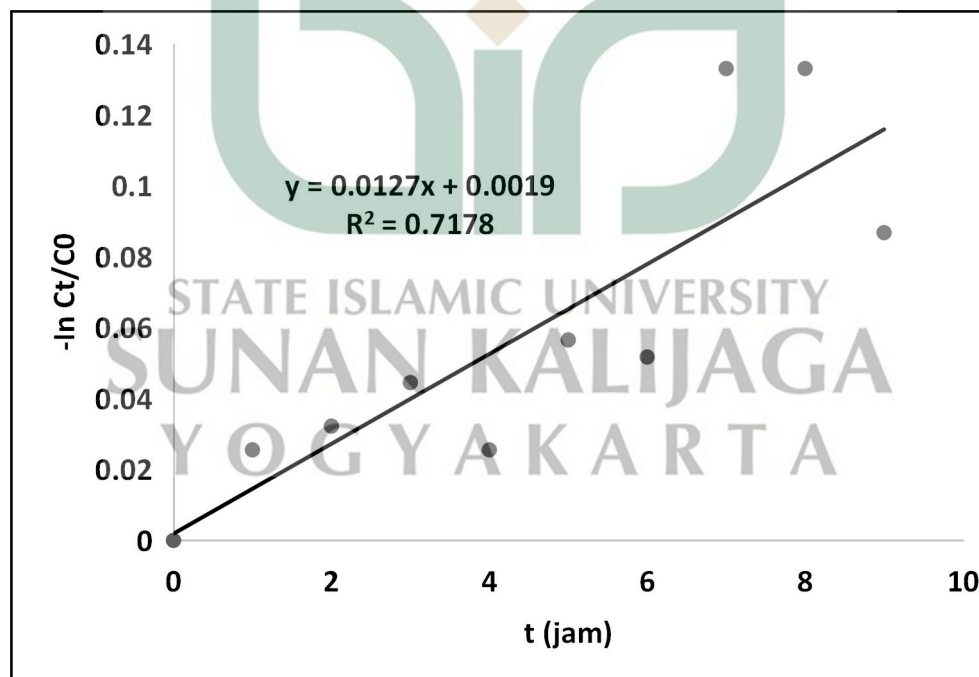
Pers. Regresi Linear	R ²	k _{obs} (jam ⁻¹)
y = 0,1053x-0,0254	0,9629	0,1053

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2. Kinetika Reaksi Fotodegradasi *Methyl Orange* Tanpa Sinar UV

Waktu Kontak (Jam)	C_0	C_t	C_t/C_0	$\ln C_t/C_0$	$-\ln C_t/C_0$
0	6,0179	6,0179	1	0	0
1	6,0179	5,8663	0,974808488	-0,025514250	0,025514250
2	6,0179	5,8272	0,968311204	-0,032201751	0,032201751
3	6,0179	5,7561	0,956496452	-0,044478199	0,044478199
4	6,0179	5,8663	0,974808488	-0,025514250	0,025514250
5	6,0179	5,6873	0,945063893	-0,056502742	0,056502742
6	6,0179	5,7148	0,949633593	-0,051679060	0,051679060
7	6,0179	5,2685	0,875471510	-0,132992669	0,132992669
8	6,0179	5,2685	0,875471510	-0,132992669	0,132992669
9	6,0179	5,5179	0,916914538	-0,086741008	0,086741008

Grafik penentuan konstanta laju reaksi



Penentuan konstanta laju reaksi

$$-\ln \frac{C_t}{C_0} = k_{obs} t$$

$$y = mx + c$$

$$y - c = mx$$

$$\frac{y - c}{x} = m$$

$$\frac{\left(-\ln \frac{C_t}{C_0}\right) - c}{t} = k_{obs}$$

Pers. Regresi Linear	R ²	k _{obs} (jam ⁻¹)
y = 0,0127x + 0,0019	0,7178	0,0127

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lampiran 10. Pengaruh Konsentrasi Larutan *Methyl Orange* terhadap Fotodegradasi *Methyl Orange*

Berat komposit ZnO-Xanthan Gum yang digunakan = 0,1 gram

Waktu kontak yang digunakan = 9 jam

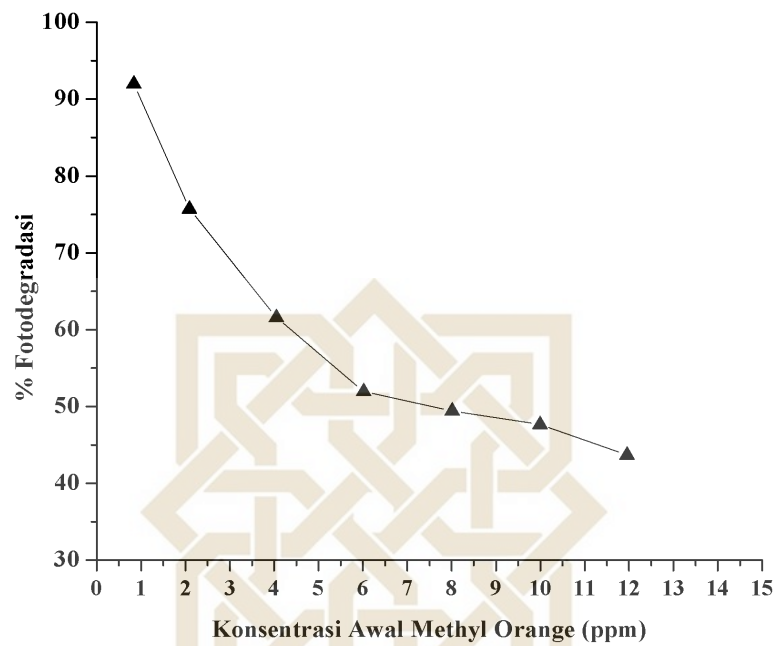
1. Data Absorbansi Larutan *Methyl Orange* Hasil Fotodegradasi

Konsentrasi Awal Larutan <i>Methyl Orange</i> (ppm)	Waktu Kontak (Jam)	Absorbansi Larutan <i>Methyl Orange</i>	
		Awal	Akhir
0,8388	9	0,070	0,014
2,0922	9	0,161	0,046
4,0482	9	0,303	0,122
6,0179	9	0,446	0,219
8,0151	9	0,591	0,303
9,9986	9	0,735	0,389
11,9545	9	0,876	0,498

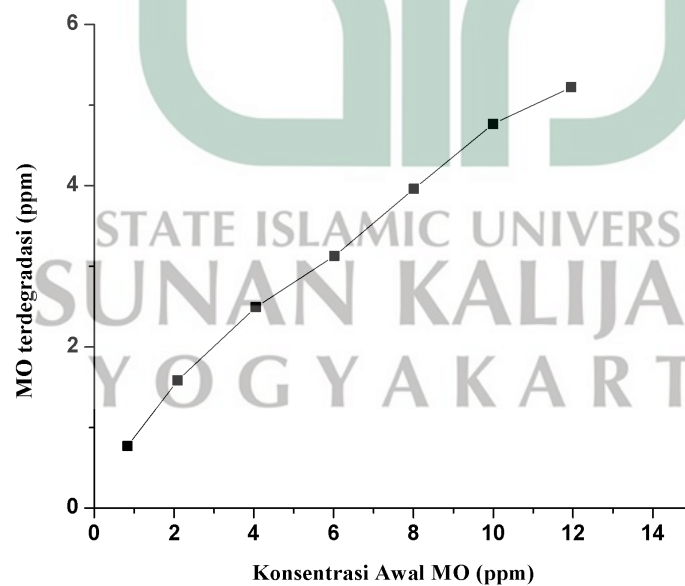
2. Data Pengurangan Konsentrasi *Methyl Orange* dengan Variasi Konsentrasi Larutan

Waktu (t, jam)	C_0 (ppm)	C_t (ppm)	Chilang akibat fotodegradasi (ppm)	Chilang akibat fotodegradasi (%)
9	0,8388	0,0674	0,7714	91,9647
9	2,0922	0,5082	1,5840	75,7097
9	4,0482	1,5550	2,4932	61,5878
9	6,0179	2,8911	3,1268	51,9583
9	8,0151	4,0544	3,9607	49,4148
9	9,9986	5,2327	4,7659	47,6656
9	11,9545	6,7341	5,2204	43,6689

3. Grafik Konsentrasi *Methyl Orange* Vs %Fotodegradasi



4. Grafik Konsentrasi *Methyl Orange* Vs Konsentrasi *Methyl Orange* yang Terdegradasi (ppm)



Lampiran 11. Pengaruh pH Larutan *Methyl Orange* terhadap Fotodegradasi *Methyl Orange*

Berat komposit ZnO-Xanthan Gum yang digunakan = 0,1 gram

Waktu kontak yang digunakan = 9 jam

Konsentrasi larutan *methyl orange* yang digunakan = 6 ppm

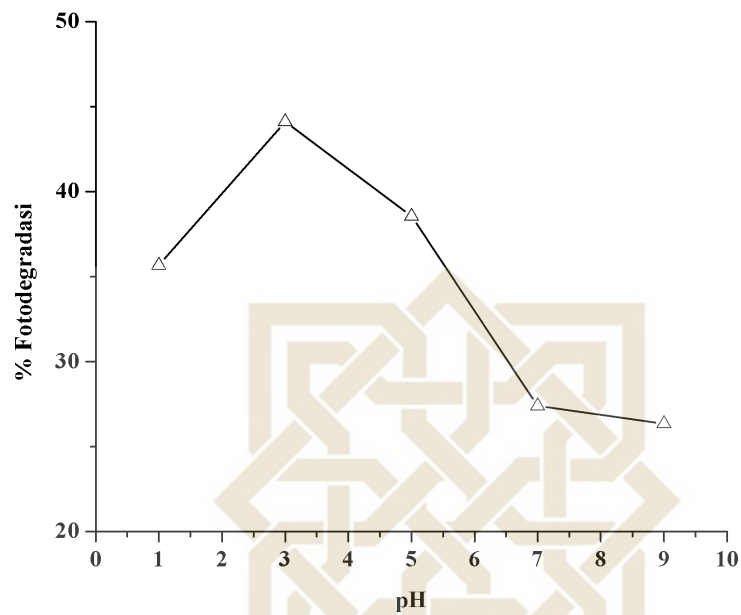
1. Data Absorbansi Larutan *Methyl Orange* Hasil Fotodegradasi

Konsentrasi Awal Larutan <i>Methyl Orange</i> (ppm)	pH Larutan <i>Methyl Orange</i>	Absorbansi Larutan <i>Methyl Orange</i>	
		Awal	Akhir
5,5220	1	0,410	0,267
5,5719	3	0,413	0,235
6,2520	5	0,463	0,288
5,4807	7	0,407	0,298
5,8526	9	0,434	0,322

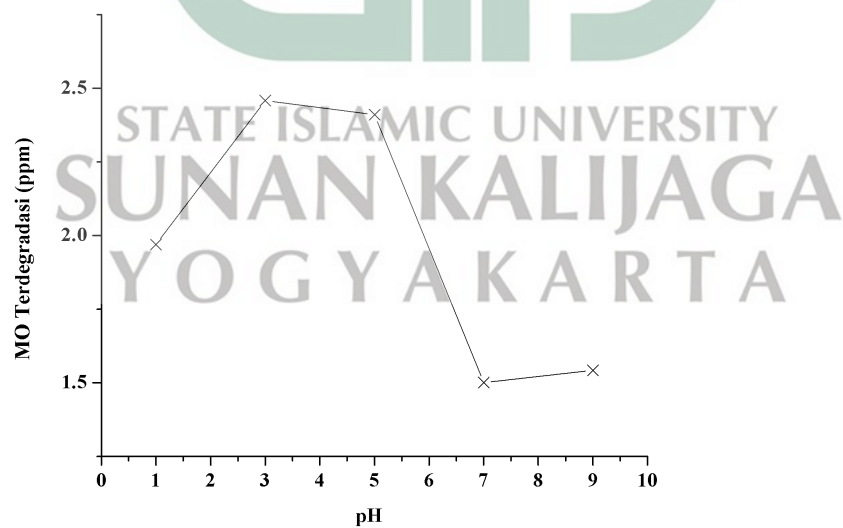
2. Data Pengurangan Konsentrasi *Methyl Orange* dengan Variasi pH Larutan

Waktu (t, jam)	pH Awal	pH Akhir	C ₀ (ppm)	C _t (ppm)	Chilang akibat fotodegradasi (ppm)	Chilang akibat fotodegradasi (%)
9	1	1	5,5220	3,5523	1,9697	35,6700
9	3	6	5,5719	3,1135	2,4584	44,1213
9	5	6	6,2520	3,8415	2,4105	38,5555
9	7	6	5,4807	3,9793	1,5014	27,3943
9	9	8	5,8526	4,3099	1,5427	26,3592

3. Grafik pH Larutan *Methyl Orange* Vs %Fotodegradasi



4. Grafik pH Larutan *Methyl Orange* Vs Konsentrasi *Methyl Orange* yang Terdegradasi (ppm)



Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Proses sintesis komposit ZnO-Xanthan Gum



Gambar 2. ZnO *bulk*

Gambar 3. ZnO-Xanthan Gum



Gambar 4. Larutan *methyl orange* untuk kurva standar



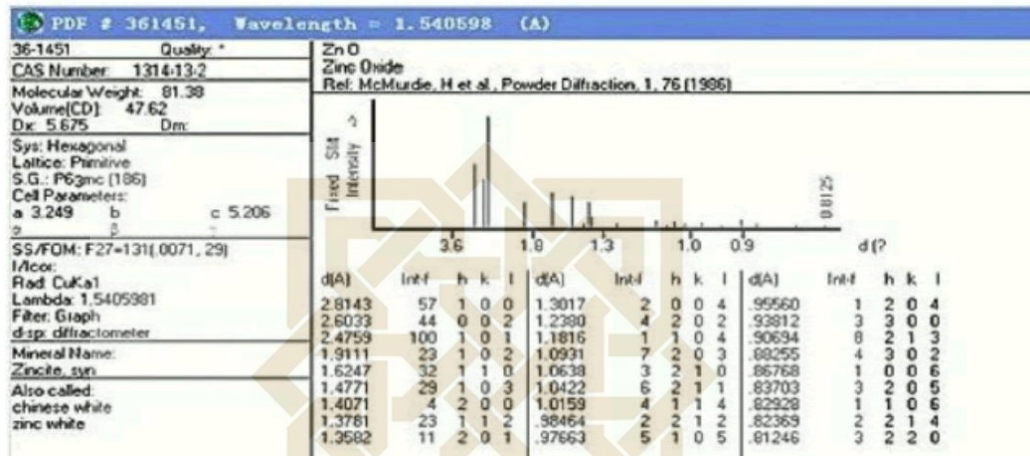
Gambar 5. Larutan *methyl orange* hasil degradasi dengan sinar UV dan variasi waktu kontak



Gambar 6. Larutan *methyl orange* hasil degradasi dengan variasi waktu kontak dan Tanpa sinar UV

Lampiran 13. JCPDS ZnO Fase Kristal *Wurtzite*

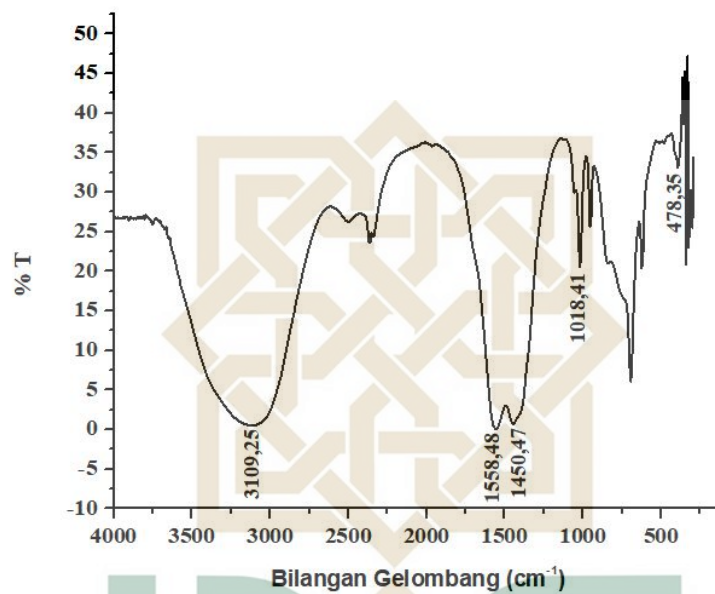
1. JCPDS ZnO Fase Kristal *Wurtzite* (JCPDS No. 36-1451)



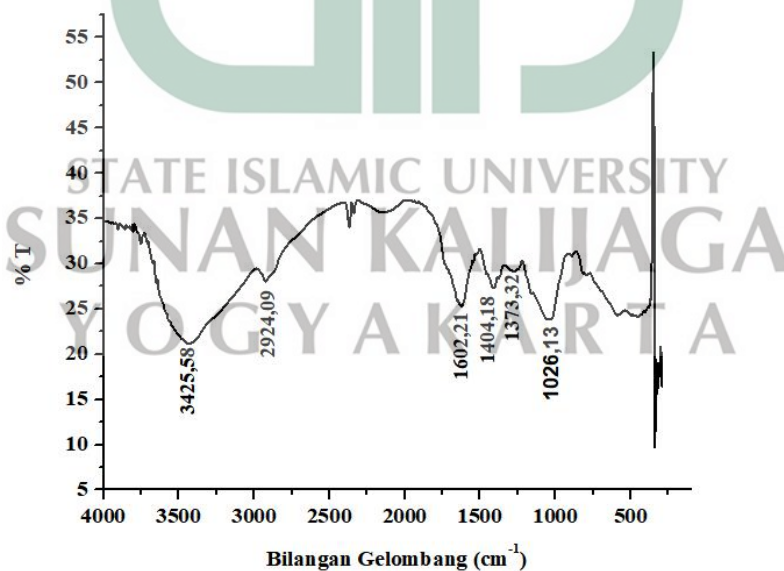
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Lampiran 14. Hasil Karakterisasi Menggunakan *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*

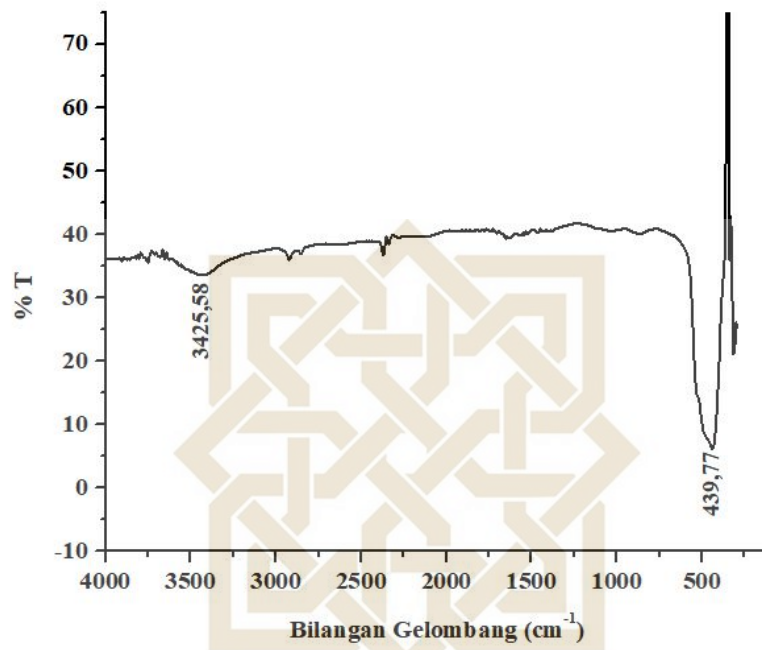
1. Seng asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)



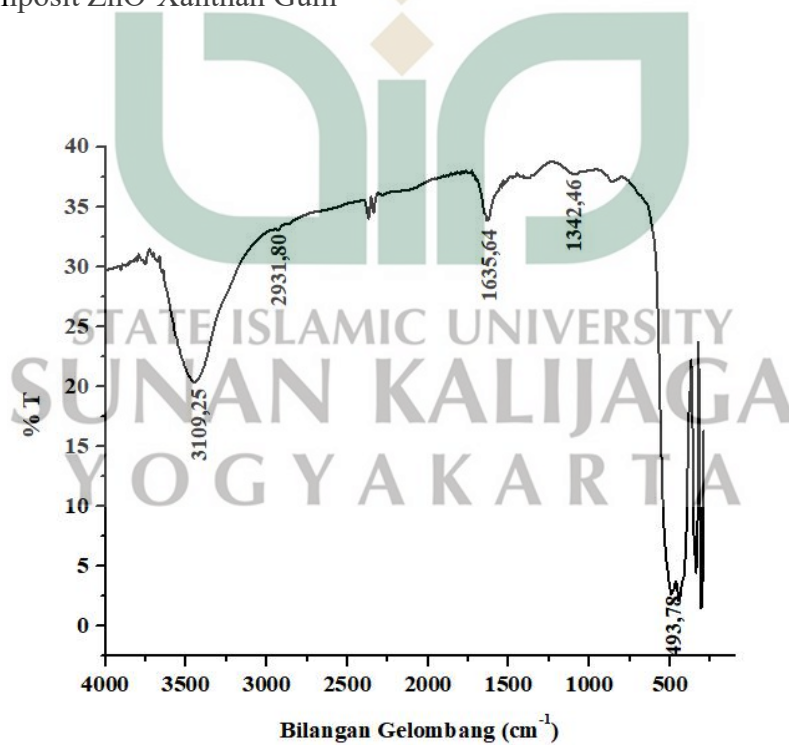
2. Xanthan Gum

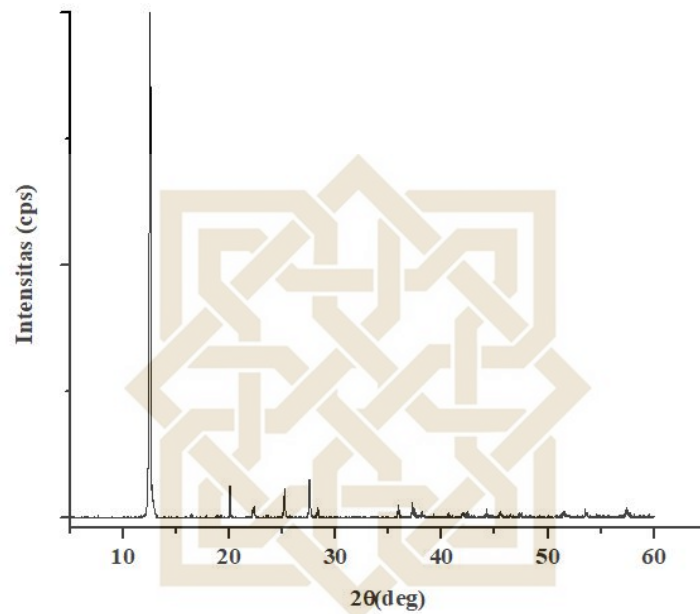


3. Seng oksida (ZnO) *bulk*

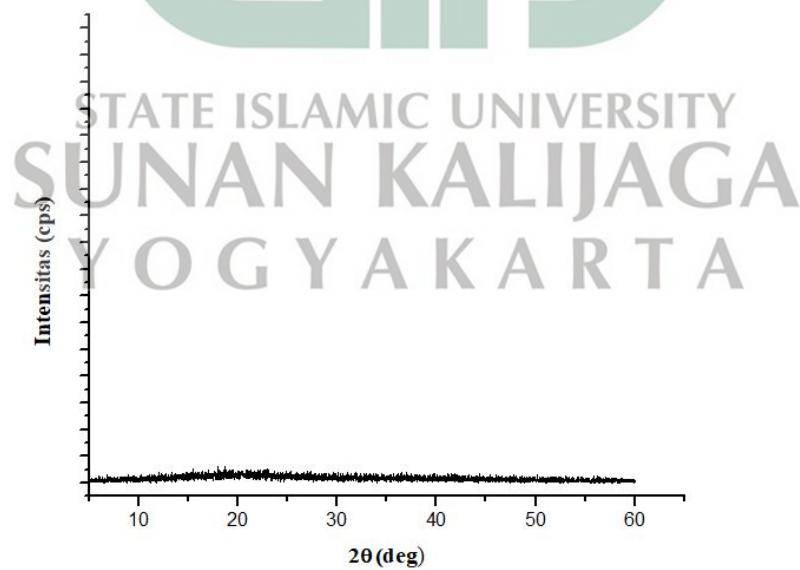


4. Komposit ZnO-Xanthan Gum

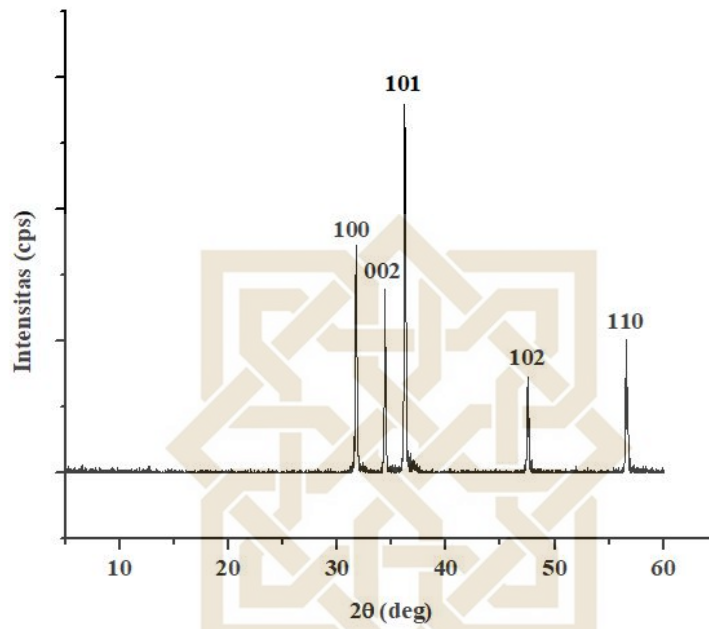


Lampiran 15. Hasil Karakterisasi Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)1. Seng asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

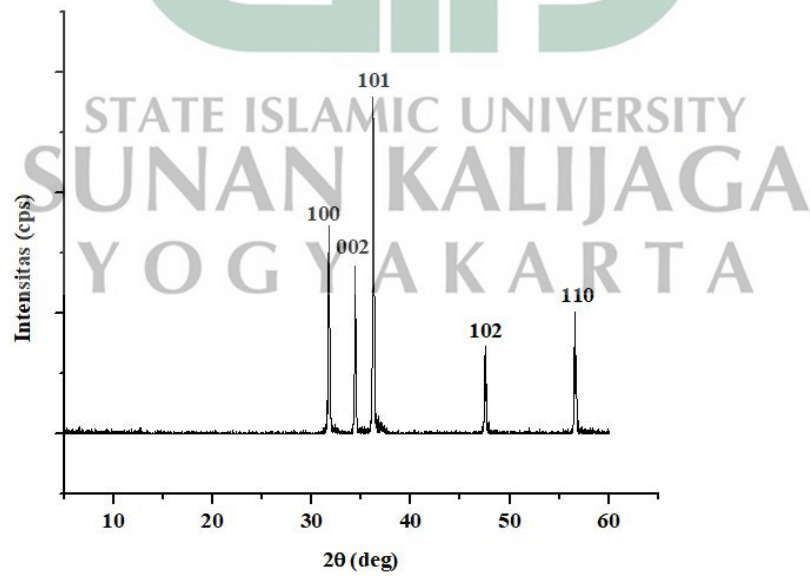
2. Xanthan Gum



3. Seng oksida (ZnO) *bulk*

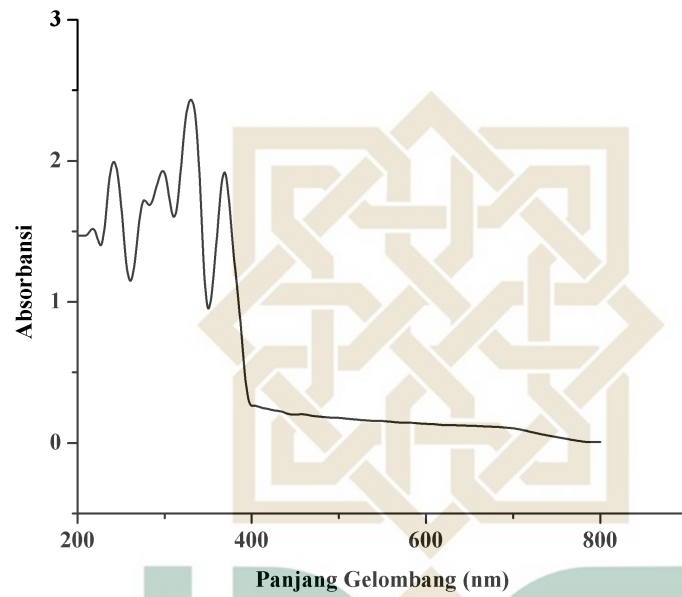


4. Komposit ZnO-Xanthan Gum

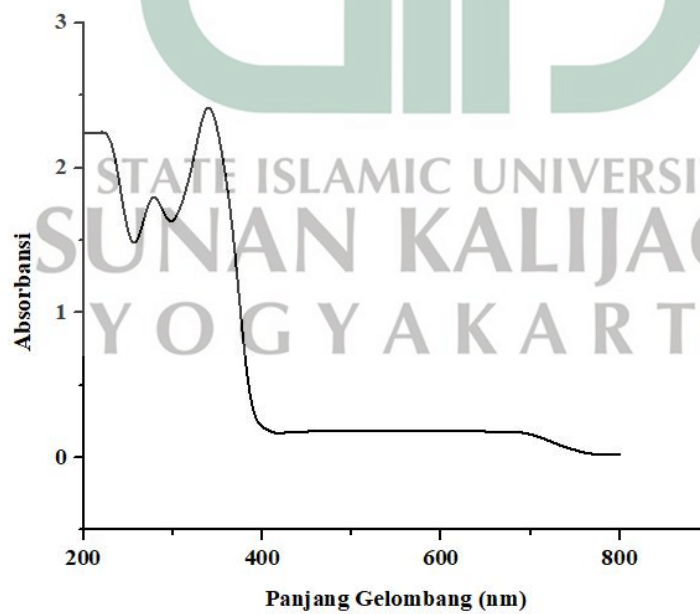


Lampiran 16. Hasil Karakterisasi Menggunakan Spektroskopi Difusi Reflektansi (DRS) UV-Vis

1. Seng oksida (ZnO) *bulk*



2. Komposit ZnO-Xanthan Gum





STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA