

**TRANSFORMASI ZAT WARNA *METHYL ORANGE* DENGAN  
KATALIS  $TiO_2$  MENGGUNAKAN METODE  
FOTOSONOLISIS**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains*



**Oleh :  
SUCI RAMADHANI  
NIM. 18036023/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2022**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**TRANSFORMASI ZAT WARNA *METHYL ORANGE* DENGAN KATALIS  
 $\text{TIO}_2$  MENGGUNAKAN METODE FOTOSONOLISIS**

Nama : Suci Ramadhani  
NIM : 18036023  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 06 Juni 2022

Mengetahui:  
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D  
NIP. 197210241998031001

Disetujui oleh:  
Pembimbing



Hary Sanjaya, S.Si, M.Si  
NIP. 198304282009121007

**PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI**

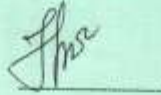

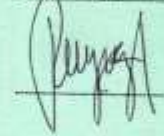
Nama : Suci Ramadhani  
NIM : 18036023  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**TRANSFORMASI ZAT WARNA METHYL ORANGE DENGAN  
KATALIS  $\text{TiO}_2$  MENGGUNAKAN METODE  
FOTOSONOLISIS**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 06 Juni 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Hary Sanjaya, S.Si, M.Si	
Anggota	: Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D	
Anggota	: Prof. Dr. Rahadian Z, S.Pd., M.Pd	

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Suci Ramadhani  
NIM : 18036023  
Tempat/Tanggal lahir : Batusangkar / 28 Desember 1999  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : **Transformasi Zat Warna Methyl Orange Dengan Katalis  $TiO_2$  Menggunakan Metode Fotosonolisis**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 06 Juni 2022  
Yang menyatakan



Suci Ramadhani  
NIM : 18036023

# **Transformasi Zat Warna Methyl Orange Dengan Katalis TiO<sub>2</sub> Menggunakan Metode Fotosonolis**

**Suci Ramadhani**

## **ABSTRAK :**

Penelitian mengenai transformasi *methyl orange* telah dikerjakan dengan menggunakan metode fotosonolisis dengan bantuan katalis TiO<sub>2</sub>. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan massa katalis terhadap transformasi *methyl orange* serta menentukan waktu optimum untuk mentransformasi zat warna *methyl orange*. Variasi massa katalis yang digunakan untuk transformasi zat warna *methyl orange* adalah dari rentang 0 gram sampai 0,25 gram sedangkan untuk variasi waktu berkisar pada rentang 30 menit hingga 150 menit dengan waktu berkala 30 menit. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum dari zat warna *methyl orange* menggunakan spektrofotometer UV-Vis adalah 462,8 nm dengan nilai absorbansinya sebesar 0,772. Pada variasi massa katalis diperoleh massa maksimum pada 0,1 gram katalis TiO<sub>2</sub> dengan % Transformasi yang diperoleh adalah sebesar 23,46% sedangkan untuk variasi waktu transformasi diperoleh waktu optimum pada menit ke-120 dengan hasil % Transformasi sebesar 32,04%. Pada penelitian ini keberadaan radikal hidroksil yang dihasilkan saat proses fotosonolisis sangat berperan penting dalam proses mentransformasi zat warna *methyl orange*.

**Kata Kunci:** Transformasi, Fotosonolisis, *Methyl Orange*, TiO<sub>2</sub>

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Transformasi Zat Warna Methyl Orange dengan Katalis TiO<sub>2</sub> Menggunakan Metode Fotosonolisis**”. Shalawat besertakan salam dikirimkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita lalui.

Skripsi ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar sarjana S-1 pada Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Dalam menyempurnakan skripsi ini penulis telah melibatkan banyak pihak yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat, untuk itu dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Hary Sanjaya, M.Si. selaku pembimbing dan penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan serta pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Rahadian Z, S.Pd., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D., selaku Kepala Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang dan juga dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan hingga selesainya skripsi ini.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan do'a, semangat serta dorongan kepada penulis dalam melakukan setiap aktivitas yang berhubungan dengan penyelesaian skripsi ini.

5. Sahabat dan teman dekat yang telah memberikan masukan dan semangat hingga selesainya skripsi ini.
6. Teman – teman kimia satu angkatan serta pihak – pihak yang tidak disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dorongan hingga terwujudnya skripsi ini.

Penulis memahami bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, besar harapan penulis menerima saran dan kritik dari para pembaca skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Padang, Juni 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. <i>Methyl Orange</i> .....	7
B. Katalis $\text{TiO}_2$ .....	8
C. Fotosonolisis.....	11
D. Spektrofotometer UV Visible.....	21
E. Spektroskopi FTIR ( Fourier Transform Infrared ) .....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
A. Waktu dan Tempat.....	29
B. Objek Penelitian .....	29
C. Variabel Penelitian .....	29
D. Alat dan Bahan .....	30
1. Alat .....	30
2. Bahan.....	30
E. Prosedur penelitian .....	30
1. Pembuatan Larutan Zat Warna <i>Methyl Orange</i> .....	30
2. Transformasi <i>Methyl Orange</i> dengan Metode Fotosonolisis.....	30
3. Karakterisasi Sampel dengan FTIR.....	31



4. Teknik Analisa Data .....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
A. Transformasi <i>Methyl Orange</i> Secara Fotosonolisis.....	33
1. Transformasi <i>methyl orange</i> variasi massa katalis TiO <sub>2</sub> menggunakan metode fotosonolisis .....	34
2. Transformasi <i>methyl orange</i> variasi waktu radiasi menggunakan metode fotosonolisis dengan bantuan katalis TiO <sub>2</sub> .....	37
3. Transformasi <i>Methyl Orange</i> dengan Metode Fotolisis dan Sonolisis serta Fotosonolisis pada Massa dan Waktu Optimum ....	38
B. Karakterisasi <i>Methyl Orange</i> Sebelum Dan Setelah Transformasi Menggunakan FTIR.....	40
C. Pengujian pH <i>Methyl Orange</i> Sebelum Dan Sesudah Transformasi Menggunakan pH meter .....	43
BAB V PENUTUP.....	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Zat Warna <i>Methyl Orange</i> .....	7
Gambar 2. 2 Bentuk Bubuk Titanium Dioksida .....	8
Gambar 2. 3 Struktur kristal dari TiO <sub>2</sub> : (a) <i>anatase</i> , (b) <i>rutile</i> , dan (c) <i>brookite</i> ..	9
Gambar 2. 4 Tahapan Reaksi Fotokatalisis.....	13
Gambar 2. 5 Mekanisme reaksi transformasi <i>methyl orange</i> secara fotosonolisis .....	20
Gambar 2. 6 Skema Alat Fotosonolisis.....	21
Gambar 2. 7 Spektrofotometer UV-Vis .....	21
Gambar 2. 8 Skema kerja spektroskopi UV-Vis.....	23
Gambar 2. 9 Skema instrumental dari FTIR .....	28
Gambar 4. 1 Kurva penentuan panjang gelombang maksimum <i>methyl orange</i>	33
Gambar 4. 2 Kurva pengaruh variasi massa katalis TiO <sub>2</sub> terhadap transformasi <i>methyl orange</i> menggunakan metode fotosonolisis .....	35
Gambar 4. 3 Kurva pengaruh variasi waktu radiasi terhadap transformasi <i>methyl orange</i> menggunakan katalis maksimum secara fotosonolisis .....	37
Gambar 4. 4 Kurva perbandingan hasil transformasi <i>methyl orange</i> dengan metode yang berbeda pada massa dan waktu optimum .....	39
Gambar 4. 5 Spektrum IR (a) <i>methyl orange</i> sebelum transformasi dan.....	41
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian pH <i>Methyl Orange</i> Sebelum dan Sesudah Transformasi .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Larutan Zat Warna .....	51
Lampiran 2. Transformasi Larutan <i>Methyl Orange</i> dengan Variasi Waktu secara Fotosonolisis .....	52
Lampiran 3. Transformasi Larutan <i>Methyl Orange</i> dengan Variasi Massa Katalis secara Fotosonolisis .....	53
Lampiran 4. Skema Penelitian .....	54
Lampiran 5 Gambar Alat Fotosonolisis .....	55
Lampiran 6 Hasil pengujian panjang gelombang maksimum zat warna <i>methyl orange</i> konsentrasi 10 ppm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.....	56
Lampiran 7 Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> .....	57
Lampiran 8 Data Absorbansi <i>methyl orange</i> setelah ditransformasi pada variasi massa katalis TiO <sub>2</sub> secara fotosonolisis dengan spektrofotometer UV-Vis .....	58
Lampiran 9 Konversi Data Absorbansi Hasil Transformasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> Secara Fotosonolisis Variasi Massa Katalis Menjadi Konsentrasi .....	59
Lampiran 10 Perhitungan persen dengradasi zat warna <i>methyl orange</i> dengan variasi massa katalis TiO <sub>2</sub> secara fotosonolisis .....	60
Lampiran 11 Hasil dengradasi zat warna <i>methyl orange</i> dengan variasi massa katalis secara fotosonolisis.....	63
Lampiran 12 Absorbansi <i>methyl orange</i> setelah transformasi pada variasi waktu radiasi dengan katalis optimum secara fotosonolisis dengan spektrofotometer UV-Vis .....	64
Lampiran 13 Konversi Data Absorbansi Hasil Transformasi Zat Warna <i>Methyl Orange</i> Secara Fotosonolisis Variasi Waktu Menjadi Konsentrasi.....	65
Lampiran 14 Perhitungan persen transformasi zat warna <i>methyl orange</i> dengan variasi waktu radiasi dengan katalis optimum secara fotosonolisis.....	66
Lampiran 15 Hasil transformasi zat warna <i>methyl orange</i> dengan variasi waktu radiasi dengan katalis optimum secara fotosonolisis .....	69
Lampiran 16 Hasil transformasi zat warna <i>methyl orange</i> dengan menggunakan metode Sonolisis dan metode Fotolisis menggunakan massa dan waktu optimum .....	70

Lampiran 17 Perhitungan persen transformasi zat warna <i>methyl orange</i> menggunakan metode Sonolisis dan metode Fotolisis pada massa dan waktu optimum .....	71
Lampiran 18 Hasil pengujian pH zat warna <i>methyl orange</i> sebelum dan sesudah transformasi secara fotosonolisis .....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hubungan antara warna dengan panjang gelombang sinar tampak.....	23
Tabel 2 Hasil pengujian gugus fungsi pada methyl orange sebelum dan sesudah transformasi menggunakan Spektroskopi FTIR.....	42



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Industri tekstil serta produk tekstil dapat memberikan dampak ganda bagi kehidupan masyarakat, baik itu dari sisi tenaga kerja, pemasukan ataupun output industri itu sendiri. Pertumbuhan area industri tekstil serta hasil tekstil di Indonesia menobatkan pabrik tekstil sebagai suatu industri terpenting serta jadi penunjang untuk peningkatan perekonomian yang ada di Indonesia. Sehingga tanpa disadari pertumbuhan industri tekstil di Indonesia juga akan semakin meningkat, akibatnya limbah hasil buangan industri tekstil tersebut juga akan semakin bertambah (Komala, 2019).

Industri tekstil yang memanfaatkan zat warna sebagai bahan utamanya kemungkinan besar nantinya akan menghasilkan limbah cair. Dimana limbah cair ini merupakan senyawa organik yang mana limbah ini memiliki struktur aromatis yang akan susah terurai secara alami serta pastinya akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Saraswati et al., 2015).

Salah satu pewarna azo yang kerap dimanfaatkan dalam produk tekstil yaitu *methyl orange*. Dimana senyawa azo ini memiliki sifat karsinogenik serta susah terurai, sehingga jika dibuang ke sistem perairan maka ekosistem didalam perairan tersebut akan terganggu (Fraditasari et al., 2015).

Zat warna organik sintetik yang terkandung didalam limbah industri ini akan dialirkan menuju beberapa sungai yang kerap dimanfaatkan warga untuk kepentingan sehari – hari. Dilihat dari besarnya dampak negatif yang nantinya

akan dihasilkan oleh toksisitas zat ini, sehingga perlu dicoba melakukan pengolahan limbah lanjutan guna mengatasinya (Anatase et al., 2007). Banyak metode alternatif yang digunakan untuk mengolah limbah zat warna ini, baik secara kimia, fisika maupun biologi guna mentransformasi senyawa organik yang terkandung didalam limbah cair tersebut (Komala, 2019).

Sepanjang ini prosedur umum yang kerap digunakan untuk pengolahan air limbah ialah dengan metode pengendapan kimia serta koagulasi. Penanganan limbah dengan metode pengendapan kimia memerlukan biaya yang banyak. Perlakuan lainnya pada limbah cair dengan cara konvensional ialah dengan metode melenyapkan limbah organik memakai adsorben ataupun koagulasi yang ditandai dengan pembentukan *sludge*. Namun adsorben serta sludge yang dihasilkan masih tergolong jenis limbah yang berbahaya sehingga memerlukan pengolahan lanjut (Safni et al., 2009).

Pengolahan limbah zat warna secara biologi dengan memakai mikroorganisme pun juga banyak dilakukan guna mereduksi kandungan senyawa organik pada limbah industri. Tetapi metode tersebut tidak efisien apabila digunakan untuk pengolahan limbah dengan jumlah yang banyak. Hal ini diakibatkan karena proses tersebut memerlukan waktu yang cukup lama agar terbentuknya enzim yang nantinya bertugas sebagai agen biodegradasi (Komala, 2019).

Diantara prosedur tersebut metode yang sangat efisien untuk digunakan sebagai pengurai limbah zat warna ialah metode fotosonolisis alasannya adalah fotosonolisis ini merupakan suatu metode Advanced Oxidation Processes (AOPs) dengan menggabungkan metoda fotolisis dan metode sonolisis (Sanjaya, 2018).



Proses Oksidasi Lanjutan / Advanced Oxidation Processes (AOPs) ialah salah satu metode guna menanggulangi limbah cair tekstil yang efektif, efisien serta ramah lingkungan. Proses Oksidasi Lanjutan ini akan menciptakan radikal hidroksil oksidatif yang kuat serta mempunyai kepekaan terhadap oksidan kimia sehingga bisa merusak struktur polutan organik dari limbah zat warna (Fajri et al., 2021).

Dalam fotolisis molekul – molekul air akan berinteraksi dengan radiasi sinar UV sedangkan saat proses sonolisis akan menghasilkan gelombang mekanik yang memengaruhi efek kavitasi pada air. Metode fotosonolisis ini memakai katalis semikonduktor yang berpotensi untuk mengurai limbah zat warna dengan cepat (Sanjaya, 2018).

Saat proses sonolisis, polutan organik terhancurkan baik oleh pirolisis langsung dalam gelembung kavitasi, ataupun serangan radikal bebas di daerah antar muka serta dalam larutan curah. Dengan metode sonolisis saja tidak bisa menggapai target transformasi total terkhususnya dalam hal senyawa hidrofilik karena susah untuk mereka mentransfer ke daerah hidrofobik gelembung kavitasi, dimana terjadinya sebagian besar transformasi. Namun gabungan dari metoda sonolisis dan fotolisis bisa meningkatkan proses transformasi senyawa organik dalam limbah zat warna (Wu et al., 2001).

Pada proses fotosonolisis ini digunakan katalis semikonduktor yang berpotensi mengurai limbah organik lebih cepat (Sanjaya, 2018). Titanium dioksida adalah jenis katalis yang kerap dimanfaatkan baik dalam industri tekstil ataupun dalam beberapa penelitian yang berkembang dikala ini. Alasannya karena  $TiO_2$  memiliki beberapa kelebihan diantaranya harga yang ekonomis, non toksik serta yang terpenting ialah kestabilan dan keaktifannya jika terkena cahaya. Oleh

karena itu bisa disimpulkan bahwa  $\text{TiO}_2$  merupakan fotokatalis yang ramah lingkungan (Agusty, 2012).

Dari penjelasan diatas, saya selaku penulis tertarik untuk mengerjakan penelitian mengenai “Transformasi Zat Warna *Methyl Orange* dengan Katalis  $\text{TiO}_2$  Menggunakan Metode Fotosonolisis ”. Transformasi *methyl orange* dipengaruhi oleh faktor lamanya waktu transformasi serta jumlah massa katalis  $\text{TiO}_2$  yang digunakan. Penelitian ini diharapkan bisa memberikan pembelajaran serta solusi untuk mengurangi dampak limbah zat warna yang dihasilkan industri tekstil khususnya untuk industri tekstil itu sendiri supaya tidak melakukan pembuangan limbah tidak pada tempatnya yang berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dari penjabaran diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah, yaitu :

1. *Methyl Orange* adalah zat warna yang digunakan oleh industri tekstil dimana zat ini mengandung limbah berbahaya dan juga bisa merusak lingkungan serta memberikan gangguan bagi tubuh manusia.
2. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses transformasi *Methyl Orange* adalah penambahan katalis  $\text{TiO}_2$  dengan menggunakan metode fotosonolisis.

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah yang didapat dari penelitian ini, diantaranya :

1. Transformasi *methyl orange* diproses dengan metoda fotosonolisis yang mana merupakan perpaduan antara metode fotolisis dan sonolisis.
2. Massa katalis  $\text{TiO}_2$  yang divariasikan untuk proses transformasi *methyl orange* adalah 0 ; 0.05 ; 0.1 ; 0.15 ; 0.2 ; dan 0.25 gram.

3. Variasi waktu radiasi untuk proses transformasi *methyl orange* yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit.

#### **D. Rumusan Masalah**

Dari batasan masalah diatas dapat diketahui rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana hasil yang didapatkan dari transformasi *methyl orange* dengan menggunakan metode fotsonolisis?
2. Bagaimana pengaruh dari penggunaan  $\text{TiO}_2$  sebagai katalis dalam proses transformasi *methyl orange* dengan menggunakan metode fotsonolisis?
3. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk mentransformasi *methyl orange* dengan menggunakan metode fotsonolisis?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian berdasarkan penjabaran rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut :

1. Mentransformasi limbah zat warna *methyl orange* menggunakan metode fotsonolisis.
2. Mengetahui pengaruh penambahan massa katalis  $\text{TiO}_2$  terhadap transformasi zat warna *methyl orange* menggunakan metode fotsonolisis
3. Mengetahui waktu optimum pada proses transformasi zat warna *methyl orange* menggunakan metode fotsonolisis dengan bantuan katalis  $\text{TiO}_2$ .

## **F. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan hasil penelitian ini penulis berharap dapat memberikan edukasi serta sumbangsih ilmu pengetahuan terutama dalam bidang fotokatalis yang mengembangkan metode fotosonolisis guna mentransformasi zat warna *methyl orange* secara efisien dan efektif serta bisa dimanfaatkan sebagai referensi ataupun sebagai pedoman untuk penelitian berikutnya agar pentransformasian ini dapat diterapkan dalam industri berskala besar.