

**PENGARUH POTENSIAL DAN LAJU ALIR TERHADAP DEGRADASI  
ZAT WARNA *REMAZOL YELLOW FG* MENGGUNAKAN KOMPOSIT  
TiO<sub>2</sub>-NiO DALAM SEL FOTOELEKTRODEGRADASI DENGAN  
METODE ALIR (*FLOW*)**



**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan  
memperoleh derajat Sarjana Sains dalam bidang Ilmu Kimia**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2015**

*commit to user*

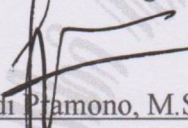
**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**PENGARUH POTENSIAL DAN LAJU ALIR TERHADAP**  
**DEGRADASI ZAT WARNA *REMAZOL YELLOW FG***  
**MENGGUNAKAN KOMPOSIT  $TiO_2-NiO$  DALAM SEL**  
**FOTOELEKTRODEGRADASI DENGAN METODE ALIR (*FLOW*)**

ARI WISNUGROHO

NIM. M0309007

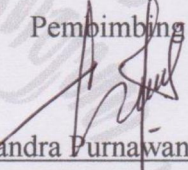
Skripsi ini dibimbing oleh :

Pembimbing I

  
Edi Pramono, M.Si

NIP. 19850918 200812 1003

Pembimbing II

  
Candra Purnawan, M.Sc

NIP. 19781228 200501 1001

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 28 Januari 2015

Anggota Tim Penguji :

1. Prof. Drs. Sentot Budi Rahardjo, Ph.D.

NIP. 19560507 198601 1001

2. Dr. Desi Suci Handayani, M.Si.

NIP. 19721207 199903 2001

1. 

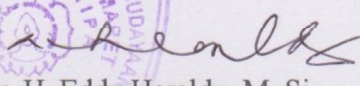
2. 

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

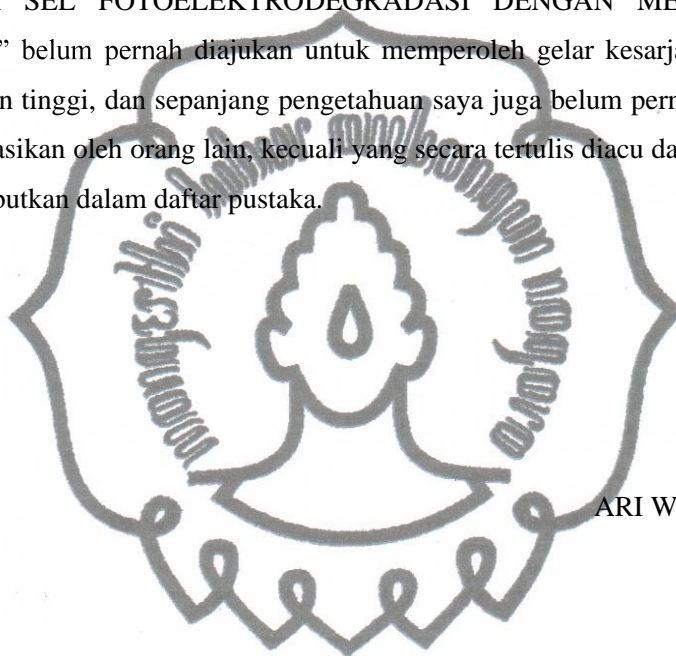
Universitas Sebelas Maret Surakarta

  
Dr. H. Eddy Herald, M. Si

NIP. 19640305 200003 1002

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “PENGARUH POTENSIAL DAN LAJU ALIR TERHADAP DEGRADASI ZAT WARNA REMAZOL YELLOW FG MENGGUNAKAN KOMPOSIT  $\text{TiO}_2\text{-NiO}$  DALAM SEL FOTOELEKTRODEGRADASI DENGAN METODE ALIR (FLOW)” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Surakarta,

ARI WISNUGROHO

**PENGARUH POTENSIAL DAN LAJU ALIR TERHADAP DEGRADASI ZAT  
WARNA *REMAZOL YELLOW FG* MENGGUNAKAN KOMPOSIT TiO<sub>2</sub>-NiO  
DALAM SEL FOTOELEKTRODEGRADASI DENGAN METODE ALIR (*FLOW*)**

**ARI WISNUGROHO**

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universtas Sebelas Maret Surakarta

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang fotoelektrodegradasi zat warna *Remazol Yellow FG* dengan menggunakan komposit TiO<sub>2</sub>-NiO. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh NiO pada anoda TiO<sub>2</sub>-NiO, potensial sel, dan laju alir terhadap fotoelektrodegradasi zat warna *Remazol Yellow FG*. Sintesis TiO<sub>2</sub> dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel dengan bahan awal *Titanium Tetra Isopropoxide* (TTIP) dan komposit TiO<sub>2</sub>-NiO dengan menggunakan metode *wet impregnation*. Identifikasi dan karakterisasi komposit TiO<sub>2</sub>-NiO dilakukan dengan *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dan *Transmission Electron Microscopy* (TEM). Variasi beda potensial yang digunakan adalah 2,5 volt, 5 volt dan 7,5 volt serta variasi laju alir 3 mL/detik dan 6 mL/detik. Hasil penelitian menunjukkan puncak karakteristik XRD TiO<sub>2</sub> anatase pada  $2\theta = 25,37^\circ$  ( $d_{101} = 3,5165 \text{ \AA}$ ) dan komposit TiO<sub>2</sub>-NiO  $2\theta = 33^\circ$  ( $d_{110} = 2,6911 \text{ \AA}$ ). Karakteristik FTIR NiO ditunjukkan dengan adanya serapan pada daerah  $547,8 \text{ cm}^{-1}$  juga didukung dengan data XRF yang menunjukkan persentase NiO sebesar 23,35%. Penambahan NiO telah meningkatkan kemampuan komposit TiO<sub>2</sub>-NiO dalam mendegradasi *Remazol Yellow FG*. Hasil degradasi zat warna *Remazol Yellow FG* dengan anoda komposit TiO<sub>2</sub>-NiO paling besar adalah 6,5 % pada potensial 7,5 volt dan laju alir 3 mL/detik. Hasil degradasi zat warna *Remazol Yellow FG* dengan anoda gabungan Ti/TiO<sub>2</sub>-NiO, Ti/PbO, Ti/Ir-Ta, dan Ti/Ru-Ir paling besar adalah 96,41% pada beda potensial 7,5 volt dan laju alir 3 mL/detik.

**Kata Kunci :** fotoelektrodegradasi, laju alir, potensial, *Remazol Yellow FG*, TiO<sub>2</sub>-NiO

**EFFECT OF POTENTIAL AND FLOW RATE OF DEGRADATION REMAZOL  
YELLOW FG DYE USING TiO<sub>2</sub>-NiO COMPOSITE AT  
PHOTOELECTRODEGRADATION CELL USING FLOW METHOD**

**ARI WISNUGROHO**

Department of Chemistry, Faculty of Mathematic and Natural Science

Sebelas Maret University

**ABSTRACT**

Photoelectrodegradation of Remazol Yellow FG dye using TiO<sub>2</sub>-NiO composite has been studied. The aims of research were to study NiO influence in TiO<sub>2</sub>-NiO composite, potential effects, and flow rate on the Remazol Yellow FG dye degradation. Titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) and TiO<sub>2</sub>-NiO composite has been synthesized using sol-gel method and wet impregnation method respectively. Identification and characterization of TiO<sub>2</sub>-NiO composite were carried out using X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), Fourier Transform Infra Red (FTIR), and Transmission Electron Microscopy (TEM). Degradation test were carried out by potential cells 2.5 Volts, 5 Volts and 7.5 Volts, and the flow rate were 3 mL/sec and 6 mL/sec. The results showed that XRD characteristic of TiO<sub>2</sub> anatase showed 2θ at 25.37 degrees ( $d_{101} = 3.5165 \text{ \AA}$ ) and TiO<sub>2</sub>-NiO composite showed 2θ at 33 degrees ( $d_{110} = 2.6911 \text{ \AA}$ ). Characteristics wave number of NiO indicated at 547.8 cm<sup>-1</sup> and showed 23.35% by XRF. Influence of NiO addition increased degradation activity of TiO<sub>2</sub>-NiO composite in Remazol Yellow FG dye. Degradation of Remazol Yellow FG dye with TiO<sub>2</sub>-NiO composite anode was 6.5% at potential cells 7.5 Volts and flow rate 3 mL/sec. Degradation of Remazol Yellow FG dye with a combination of anode Ti/TiO<sub>2</sub>-NiO, Ti/PbO, Ti/Ir-Ta, and Ti/Ru-Ir was 96.41% at potential cells 7.5 Volts and flow rate 3 mL/sec.

Keywords: TiO<sub>2</sub>-NiO, Photoelectrodegradation, Potential Cells, Flow Rate, Remazol Yellow FG.

## MOTTO

*"Diberkatilah orang yang mengandalkan Tuhan, yang menaruh harapannya  
pada TUHAN"*

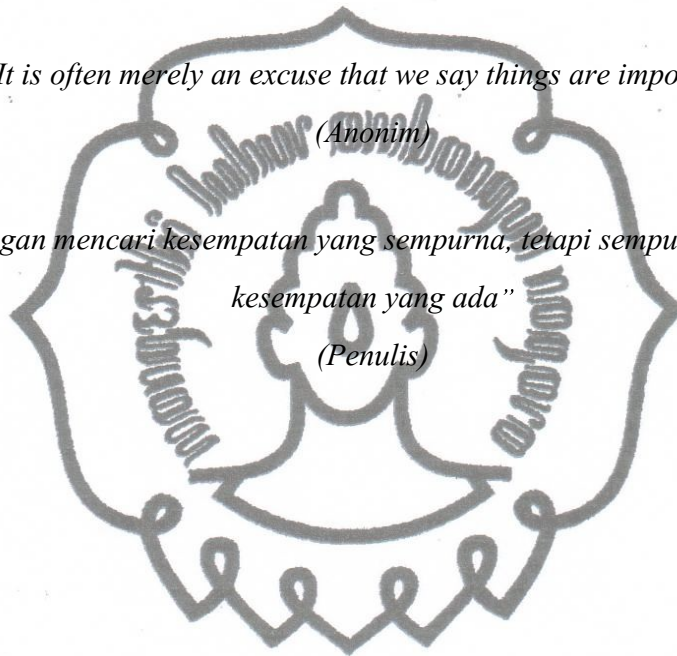
*(Yeremia 17 : 7)*

*"It is often merely an excuse that we say things are impossible"*

*(Anonim)*

*"Jangan mencari kesempatan yang sempurna, tetapi sempurnakanlah  
kesempatan yang ada"*

*(Penulis)*



## PERSEMBAHAN



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala limpahan kasih dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar Sarjana Sains dari Jurusan Kimia FMIPA UNS.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. H. Eddy Heraldy, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNS
2. Edi Pramono, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan ilmu selama ini
3. Candra Purnawan, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan ilmu selama ini
4. Dr. Pranoto, M.Sc selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dalam kegiatan kuliah selama ini
5. Bapak dan Ibu Dosen dan seluruh staf Jurusan Kimia FMIPA UNS
6. Ketua dan seluruh staf serta laboran Laboratorium Kimia Dasar FMIPA, Laboratorium Terpadu FMIPA, dan Sub Laboratorium Kimia Pusat Universitas Sebelas Maret
7. Dr. Sayekti Wahyuningsih, M.Si yang telah membantu memberikan bimbingan, pengarahan, dan ilmu selama ini
8. Bapak dan Ibu serta keluarga yang telah memberikan perhatian, doa, nasihat dan motivasi kepada penulis
9. Setyo Pramono, Margaretha Arnita Wuri, Isya Fitri Andhika, serta teman-teman Kimia FMIPA UNS angkatan 2009 dan 2010 yang selalu memberi doa dan semangat selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini
10. Teman-teman Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) FMIPA UNS yang selalu memberi dukungan, doa dan semangat kepada penulis

*commit to user*



11. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu penulis mengharapkan bimbingan, kritik dan saran sebagai bahan pertimbangan untuk membuat karya yang lebih baik. Namun, penulis berharap semoga karya ini bermanfaat bagi pembaca.



Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN ABSTRAK .....	iv
HALAMAN <i>ABSTRACT</i> .....	v
HALAMAN MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
1. Identifikasi Masalah.....	3
2. Batasan Masalah.....	5
3. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
A. Tinjauan Pustaka .....	7
1. Fotoelektrodegradasi .....	7
2. Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ).....	8
3. Zat Warna .....	9
4. Komposit TiO <sub>2</sub> /NiO .....	11
5. <i>Ultraviolet-Visible Spectroscopy</i> (UV-VIS).....	12
6. <i>Fourrier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	13
7. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	13

8. <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	14
9. <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM).....	15
B. Kerangka Pemikiran .....	16
C. Hipotesis.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	18
A. Metode Penelitian.....	18
B. Alat dan Bahan .....	18
1. Alat .....	18
2. Bahan.....	19
C. Prosedur Penelitian.....	19
1. Sintesis TiO <sub>2</sub> .....	19
2. Preparasi Komposit TiO <sub>2</sub> -NiO .....	20
3. Preparasi Elektroda Ti/TiO <sub>2</sub> -NiO dan Ti/TiO <sub>2</sub> .....	20
4. Pengaruh Beda Potensial dan Laju Alir Terhadap Fotoelektrodegradasi <i>Remazol Yellow FG</i> .....	20
5. Karakterisasi TiO <sub>2</sub> dan TiO <sub>2</sub> -NiO .....	21
6. Karakterisasi Elektroda Ti/PbO, Ti/Ir-Ta, Ti/Ru-Ir dan Ti/TiO <sub>2</sub> -NiO .....	21
7. Rangkaian Alat Sel Fotoelektrodegradasi .....	21
D. Teknik Pengumpulan dan Analisa Data .....	22
1. Pengumpulan Data .....	22
2. Analisa Data .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
A. Sintesis dan Karakterisasi TiO <sub>2</sub> dan Komposit TiO <sub>2</sub> -NiO .....	24
1. Sintesis Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ) dan Karakterisasi .....	24
2. Sintesis dan Karakterisasi TiO <sub>2</sub> -NiO.....	25
B. Preparasi dan Karakterisasi Elektroda Ti/TiO <sub>2</sub> dan Ti/TiO <sub>2</sub> -NiO serta Elektroda Komersial Ti/PbO, Ti/Ir-Ta dan Ti/Ru-Ir .....	29
1. Preparasi Elektroda Ti/TiO <sub>2</sub> dan Ti/TiO <sub>2</sub> -NiO .....	29
2. Karakterisasi Elektroda Ti, Ti/TiO <sub>2</sub> , Ti/TiO <sub>2</sub> -NiO serta Elektroda Komersial Ti/PbO, Ti/Ir-Ta dan Ti/Ru-Ir .....	29

C. Proses Fotoelektrodegradasi.....	34
1. Fotoelektrodegradasi <i>Remazol Yellow FG</i> pada Sistem <i>Batch</i> .....	34
2. Fotoelektrodegradasi <i>Remazol Yellow FG</i> pada Sistem Anoda Tunggal.....	35
3. Fotoelektrodegradasi <i>Remazol Yellow FG</i> pada Sistem Anoda Gabungan.....	37
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	43



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema fotoeksitasi .....	7
Gambar 2. Struktur kristal anatase dan rutile.....	8
Gambar 3. Struktur kimia <i>Remazol Yellow FG</i> .....	10
Gambar 4. Konsep rangkaian alat sel fotoelektrodegradasi.....	21
Gambar 5. Difraktogram XRD TiO <sub>2</sub> .....	24
Gambar 6. Difraktogram XRD TiO <sub>2</sub> -NiO .....	26
Gambar 7. Spektra FT-IR TiO <sub>2</sub> dan TiO <sub>2</sub> -NiO.....	27
Gambar 8. Hasil uji TEM komposit TiO <sub>2</sub> -NiO.....	28
Gambar 9. Elektroda Ti/TiO <sub>2</sub> , Ti, Ti/TiO <sub>2</sub> -NiO, Ti/PbO, Ti/Ir-Ta dan Ti/Ru-Ir.....	29
Gambar 10. Difraktogram XRD Elektroda Ti.....	30
Gambar 11. Difraktogram XRD Elektroda Ti/TiO <sub>2</sub> .....	30
Gambar 12. Difraktogram XRD Elektroda Ti/TiO <sub>2</sub> -NiO.....	31
Gambar 13. Difraktogram XRD Ti/PbO.....	32
Gambar 14. Difraktogram XRD Ti/Ir-Ta.....	32
Gambar 15. Difraktogram XRD Ti/Ru-Ir .....	33
Gambar 16. Persentase Degradasi <i>Remazol Yellow FG</i> pada Laju 6 mL/detik dengan sistem anoda tunggal .....	36
Gambar 17. Persentase Degradasi <i>Remazol Yellow FG</i> pada Laju 3 mL/detik dengan sistem anoda tunggal .....	36
Gambar 18. Persentase Degradasi <i>Remazol Yellow FG</i> dengan sistem anoda gabungan.....	37

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Persentase kandungan unsur $\text{TiO}_2$ .....	25
Tabel 2. Perbandingan serapan FT-IR $\text{TiO}_2$ dan Komposit $\text{TiO}_2\text{-NiO}$ .....	27
Tabel 3. Persentase kandungan unsur Komposit $\text{TiO}_2\text{-NiO}$ .....	28
Tabel 4. Persentase degradasi <i>Remazol Yellow FG</i> pada sistem <i>Batch</i> .....	34



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Cara Kerja dan Proses Penelitian .....	44
Lampiran 2. Perhitungan Persentase Degradasi <i>Remazol Yellow FG</i> .....	50
Lampiran 3. Data Hasil Karakterisasi .....	53
Lampiran 4. Data JCPDS ( <i>Joint Committee on Powder Diffraction Standards</i> ) .....	57

