

SINTESIS DAN KARAKTERISASI FOTOKATALIS TiO_2/Zn

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana sains



NUR RAHIMMAH
NIM/TM. 19036084/2019

PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023

PERSETUJUAN SKRIPSI

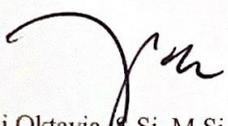
SINTESIS DAN KARAKTERISASI TiO₂/Zn

Nama : Nur Rahimmah
NIM : 19036084
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Januari 2024

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


Budhi Oktavia, B.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001


Okta Suryani, S.Pd., M.Sc., Ph.D
NIP. 19891018 202012 2 014

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

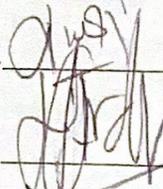
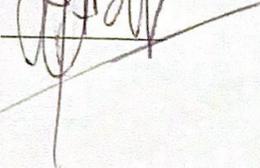
Nama : Nur Rahimmah
NIM : 19036084
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SINTESIS DAN KARAKTERISASI TiO_2/Zn

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Januari 2024

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Okta Suryani, S.Pd., M.Sc., Ph.D	1. 
2	Anggota	Trisna Kumala Sari, S.Si., M.Si, Ph.D	2. 
3	Anggota	Pfof. Dr. Hardeli, M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

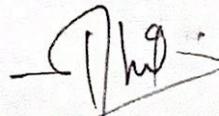
Saya yang bertandatangan dibawah ini
Nama : Nur Rahimmah
NIM : 19036084
Tempat/Tanggal Lahir : Padang, 25 Februari 1999
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **SINTESIS DAN KARAKTERISASI TiO₂/Zn**

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 ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali 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, Januari 2024
Yang Menyatakan



Nur Rahimmah
NIM:19036084

Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis TiO₂/Zn

Nur Rahimma

ABSTRAK

Telah berhasil dilakukan sintesis fotokatalis TiO₂ dan TiO₂ yang didoping dengan logam Zn (TiO₂/Zn) dan dikarakterisasi menggunakan *X-ray diffractometer* (XRD), *Diffuse Reflectance UV-Vis* (DR UV-Vis) dan *X-ray Fluorescence* (XRF). Hasil karakterisasi XRD menunjukkan fotokatalis TiO₂ memiliki struktur kristal anatase dengan ukuran kristal 12,9 nm. Dari hasil karakterisasi DR UV-Vis diperoleh *band gap* fotokatalis TiO₂ adalah 3,27 eV. Hasil karakterisasi XRF fotokatalis TiO₂ yang didoping dengan logam Zn dengan variasi konsentrasi Zn 0,1 M dan 0,5 M masing-masingnya adalah 0,094% dan 0,133%. *Band gap* yang diperoleh pada fotokatalis TiO₂/Zn 0,094% adalah 3,27 eV dan TiO₂/Zn 0,133% adalah 3,20 eV. Doping Zn terhadap TiO₂ terbukti dapat menurunkan energi celah pita fotokatalis semikonduktor TiO₂ dan meningkatkan efisiensi fotokatalis TiO₂.

Kata kunci : *Band gap*, *dopan*, fotokatalis, sintesis, TiO₂, Zn.

Synthesis And Characterization Of TiO₂/Zn Photocatalyst

Nur Rahimmah

ABSTRACT

Research has been successfully carried out on the synthesis of TiO₂ and TiO₂ photocatalysts doped with Zn metal (TiO₂/Zn) and characterized using X-ray diffractometer (XRD), Diffuse Reflectance UV-Vis (DR UV-Vis) and X-ray Fluorescence (XRF). The XRD characterization results show that the TiO₂ photocatalyst has an anatase crystal structure with a crystal size of 12.9 nm. From the results of the DR UV-Vis characterization, it was found that the band gap of the TiO₂ photocatalyst was 3.27 eV. The XRF characterization results of the TiO₂ photocatalyst doped with Zn metal with varying Zn concentrations of 0.1 M and 0.5 M were 0.094% and 0.133%, respectively. The band gap obtained for the 0.094% TiO₂/Zn photocatalyst was 3.27 eV and 0.133% TiO₂/Zn was 3.20 eV. Zn doping of TiO₂ is proven to reduce the band gap energy of the TiO₂ semiconductor photocatalyst and increase the efficiency of the TiO₂ photocatalyst.

Keyword : *Band gap, dopan, photocatalys, synthesis, TiO₂, Zn.*

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, limpahan berkah dan hidayah-Nya serta kemudahan yang telah diberikan, sehingga dengan kesabaran dan kekuatan penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis TiO₂/Zn**” dengan sebaik-baiknya.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S. Si) pada Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam proses penyelesaian skripsi ini tentunya banyak sekali pihak yang telah membantu dan memberikan masukan dan arahan yang sangat berharga bagi penulis. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Ibu Okta Suryani, S.Pd., M.Sc., Ph.D selaku penasehat akademik sekaligus pembimbing penelitian yang telah memeberikan bayak arahan serta bimbingan hingga selesainya proposal penelitian ini.
2. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Prof. Dr. Hardeli, M.Si dan ibu Trisna Kumala Sari, M.Si., Ph.D selaku dosen pembahas.
4. Seluruh Staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

5. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari pada penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, maka penulis sangat mengharapkan adanya saran, masukan maupun kritik untuk perbaikan dari semua pihak. Atas saran dan masukan yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Desember 2023

Nur Rahimmah

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Batasan Masalah.....	4
E. Tujuan penelitian.....	4
F. Manfaat penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Fotokatalis Berbahan Semikonduktor	5
B. Fotokatalis TiO ₂ Untuk Water Splitting.....	6
C. Dopan Logam Zn	9
D. Instrumen.....	10
1) XRD (<i>X-Ray Diffractometer</i>)	10
2) DR UV-Vis (<i>Diffuse Reflectance UV-Vis</i>)	12
3) XRF	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
A. Waktu dan Tempat Penelitian	16
B. Objek Penelitian.....	16
C. Variabel Penelitian	16
D. Alat dan Bahan.....	16
E. Prosedur Kerja.....	17
1. Sintesis Fotokatalis TiO ₂	17
2. Sintesis Fotokatalis TiO ₂ /Zn.....	17
3. Karakterisasi Fotokatalis.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19

BAB V PENUTUP.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pembentukan pasangan elektron-hole dalam partikel semikonduktor..	7
Gambar 2. Struktur kristal TiO ₂ (rutile, anatase dan brookite).	8
Gambar 3. Representasi skema potensi pita konduktivitas yang berbeda pada material semikonduktor.....	9
Gambar 4. Skema pengujian XRD.....	12
Gambar 5. Diagram skema <i>Diffuse Reflectance Spectroscopy</i>	13
Gambar 6. Diagram skema <i>X-ray Fluorescence</i>	14
Gambar 7. Pola difraksi sinar-x TiO ₂	19
Gambar 8. <i>Band gap</i> TiO ₂	21
Gambar 9. Absorbansi TiO ₂	22
Gambar 10. <i>Band gap</i> TiO ₂ /Zn (a) TiO ₂ /Zn 0,1 M (b) TiO ₂ /Zn 0,5 M	24
Gambar 11. Absorbansi TiO ₂ /Zn (a) TiO ₂ /Zn 0,1 M (b) TiO ₂ /Zn 0,5 M	25
Gambar 12. Perbandingan absorbansi TiO ₂ dan TiO ₂ /Zn.....	27

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisa XRD pada fotokatalis TiO_2	20
Tabel 2. Komposisi kimia fotokatalis TiO_2/Zn	23
Tabel 3. Band gap fotokatalis TiO_2 dan TiO_2/Zn	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Penelitian	33
Lampiran 2. Perhitungan Pembuatan Larutan.....	34
Lampiran 3. Dokumentasi penelitian	35
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konsumsi bahan bakar fosil global mengalami peningkatan yang signifikan dalam setengah abad terakhir, sekitar delapan kali lipat sejak tahun 1950 dan kira-kira dua kali lipat sejak tahun 1980. Jenis bahan bakar yang kita andalkan juga telah bergeser, dari hanya batu bara menjadi kombinasi dengan minyak, lalu gas (Rosado, 2022). Emisi karbon dari bahan bakar fosil merupakan Penyebab utama pemanasan global (Erdayas Bimanatya & Widodo, 2018). Ditahun 2022, emisi karbon dari proses pembakaran bahan bakar menyumbang sebanyak 91% dari emisi gas rumah kaca keseluruhan (Friedlingstein et al., 2022).

Hal ini mendorong pengembangan teknologi baru yang dapat menghasilkan energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Hidrogen merupakan salah satu pengganti bahan bakar fosil yang potensial karena energi bersih (Song et al., 2017) dan efisiensi konversi tinggi (Hilliard, 2016). Hidrogen dapat diproduksi melalui *Photochemical water splitting* dengan memanfaatkan energi matahari dan sumber air yang melimpah.

Produksi hidrogen melalui *Photochemical water splitting* dalam prosesnya menggunakan bahan semikonduktor sebagai fotokatalis. Bahan semikonduktor ini esensial dalam penyerapan foton, pembuatan pasangan elektron-hole, pemisahan muatan dan produksi hidrogen dan oksigen dari proses oksidasi dan reduksi dari elektron-hole yang mengalami fotogenerasi. Efisiensi yang maksimal dapat

dicapai dengan mengkombinasikan bahan semikonduktor yang tepat sebagai fotokatalis (Kant et al., 2018).

TiO₂ merupakan fotokatalis yang banyak digunakan untuk *photochemical water splitting* dibandingkan semikonduktor lain, karena memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi dan fotokorosi dalam media berair, lebih murah daripada bahan *photosensitive* lainnya, mudah didapat, ramah lingkungan, memiliki aktifitas fotokatalis, stabilitas fotokimia yang tinggi dan tidak beracun (Buckner et al., 2016).

TiO₂ juga memenuhi persyaratan untuk *water splitting* yaitu mempunyai posisi pita konduksi dan pita valensi yang memungkinkan pembentukan hidrogen dan oksigen secara spontan dari air, yaitu sebesar 1,23 eV. Namun semua ini terbatas oleh band gap yang besar yaitu 3,0-3,4 eV, hal ini menimbulkan keterbatasan dalam aplikasinya karena hanya 5% energi matahari dalam rentang ultraviolet (200-400 nm) yang dapat dimanfaatkan untuk mengaktifkan aktivitas fotokatalitik. Untuk menggunakan energi matahari secara efisien, sangat penting untuk memperluas spektrum serapan matahari ke wilayah cahaya tampak (antara 400 dan 700 nm), di mana proses fotokatalitik akan menggunakan sekitar 45% energi matahari. Akibatnya, perlu dilakukan upaya untuk mengurangi energi celah pita dan meningkatkan penyerapan cahaya. Doping adalah salah satu cara untuk melakukannya (Burda et al., 2003).

Zn merupakan salah satu dopan yang memiliki kemampuan menurunkan band gap TiO₂. Logam Zn dilaporkan mampu meningkatkan aktifitas fotokatalis TiO₂ yang ditandai berkurangnya ukuran kristal dari TiO₂ (Rilda et al., 2010). Penambahan logam Zn dapat meningkatkan respon TiO₂ ke daerah ultraviolet

yang berpengaruh terhadap berubahnya band gap seperti yang dilaporkan oleh Heung, L., (2000). Dari penelitian yang dilakukan oleh Satrio Bakti (2013) diperoleh band gap TiO_2/Zn mengalami penurunan dari 3,42 eV ke 3,24 eV. Penurunan ini menyebabkan fotokatalis dapat bekerja pada sinar tampak (UV 254 nm).

Berdasarkan permasalahan diatas, pada penelitian ini dilakukan sintesis fotokatalis TiO_2 yang didoping dengan logam Zn. Fotokatalis TiO_2/Zn akan dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD, Dr UV-Vis, dan XRF.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Meningkatnya kebutuhan energi bahan bakar global menyebabkan tingginya permintaan bahan bakar fosil, sehingga diperlukan sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.
2. Serapan dan aktivitas fotokatalitik dari fotokatalis TiO_2 yang masih rendah.
3. Sintesis fotokatalis TiO_2/Zn .

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana cara mensintesis fotokatalis TiO_2/Zn ?
2. Bagaimana hasil karakterisasi fotokatalis TiO_2/Zn ?

D. Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah sampai sintesis dan karakterisasi fotokatalis TiO_2/Zn .

E. Tujuan penelitian

Tujuan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui cara mensintesis fotokatalis TiO_2/Zn
2. Mengetahui hasil karakterisasi dari fotokatalis TiO_2/Zn yang sudah disintesis menggunakan XRD, XRF dan UV-DRS.

F. Manfaat penelitian

Diharapkan penelitian ini bisa memberikan informasi dalam sintesis dan karakterisasi TiO_2/Zn sebagai fotokatalis pada *water splitting system* untuk menghasilkan gas hidrogen sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil.