

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH VARIASI SUMBER KARBON DALAM SINTESIS TIMAH (IV) OKSIDA DENGAN METODE MEKANOKIMIA**

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai jenjang pendidikan derajat  
kesarjanaan Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Nasional

### **OLEH**

**NAMA : ADYTHIA FIRDAUS**  
**NPM : 207001516034**  
**PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**  
**UNIVERSITAS NASIONAL**  
**JAKARTA**  
**2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI SUMBER KARBON DALAM SINTESIS  
TIMAH (IV) OKSIDA DENGAN METODE MEKANOKIMIA**

**OLEH**

**NAMA : ADYTHIA FIRDAUS**

**NPM : 207001516034**

**PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR**

Skripsi ini telah memenuhi syarat ilmiah dan disetujui oleh pembimbing untuk diajukan dalam sidang Skripsi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.


Jakarta, 5 Agustus 2024

Menyetujui,

**Dosen Pembimbing I**

Nama : Fahamsyah, ST., M.Si., Ph.D

NID : 040022024



(.....)

**Dosen Pembimbing II**

Nama : Dr. Eng. Wahyu Bambang Widayatno

NIP : 198209162006041002



(.....)

**HALAMAN PERBAIKAN SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI SUMBER KARBON DALAM SINTESIS  
TIMAH (IV) OKSIDA DENGAN METODE MEKANOKIMIA**

**OLEH**

**NAMA : ADYTHIAFIRDAUS**

**NPM : 207001516034**

**PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR**

Skripsi ini telah diperbaiki sesuai saran dari Tim Penguji dalam Sidang Skripsi yang dilaksanakan pada tanggal 23 Agustus 2024.

Jakarta, 23 Agustus 2024

Menyetujui,

**Penguji I**

Nama : Masyhudi, S.T., M.T.

NID : 0301050723



(.....)

**Penguji II**

Nama : Agung Iswadi, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NID : 0102130822



(.....)

**Penguji III**

Nama : Cahyono Heri Prasetyo, S.T., M.T.

NID : 0317117205



(.....)

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI SUMBER KARBON DALAM SINTESIS  
TIMAH (IV) OKSIDA DENGAN METODE MEKANOKIMIA**

**OLEH**

**NAMA : ADYTHIA FIRDAUS**

**NPM : 207001516034**

**PEMINATAN : INDUSTRI MANUFAKTUR**

Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen Penguji dalam sidang Skripsi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, yang dilakasakan pada :

**Hari : Rabu**

**Tanggal : 14 Agustus 2024**

**Jakarta, 26 Agustus 2024**

**Mengesahkan,**

**Kepala Program Studi Teknik Mesin**



## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**NAMA** : ADYTHIA FIRDAUS  
**NPM** : 207001516034  
**PROGRAM STUDI** : S-1 TEKNIK MESIN  
**PEMINATAN** : INDUSTRI MANUFAKTUR

Dengan ini penulis menyatakan Skripsi ini tidak terdapat judul karya yang pernah diajukan dengan judul “**Pengaruh Variasi Sumber Karbon Dalam Sintesis Timah (IV) Oksida Dengan Metode Mekanokimia**” adalah benar hasil karya penulis dan bukan merupakan publikasi serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya ilmiah orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.



Jakarta, 23 Agustus 2024

Penulis,



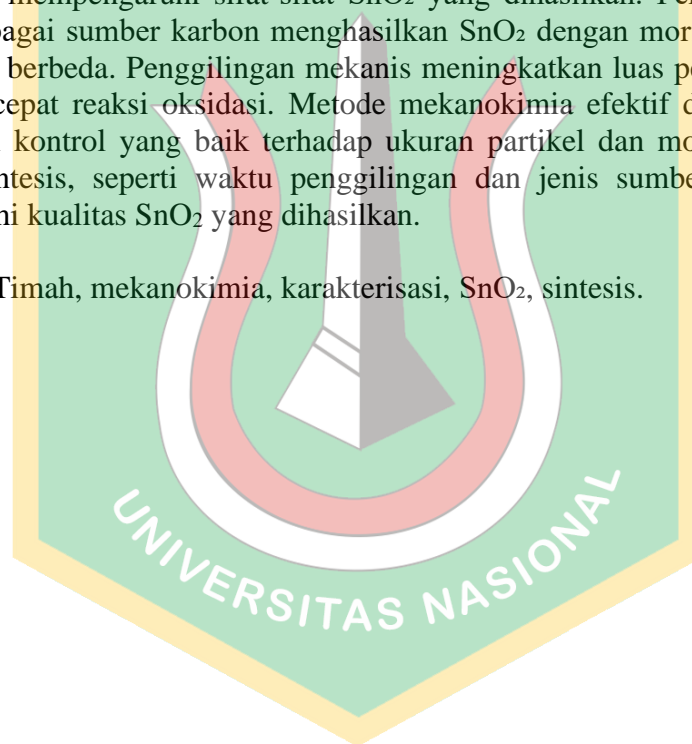
**Adythia Firdaus**  
**NPM. 207001516034**

# PENGARUH VARIASI SUMBER KARBON DALAM SINTESIS TIMAH (IV) OKSIDA DENGAN METODE MEKANOKIMIA

## ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil timah terbesar di dunia. Timah (IV) oksida ( $\text{SnO}_2$ ) memiliki berbagai aplikasi penting, seperti dalam sensor gas dan katalis. Sintesis  $\text{SnO}_2$  melalui metode mekanokimia menawarkan keuntungan berupa kesederhanaan dan ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan bahan-bahan seperti timah murni (Sn), sukrosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), dan PVA ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ )<sub>x</sub> yang digiling menggunakan mesin Planetary Ball Mill (PBM) dengan variasi waktu penggilingan. Sampel yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan Differential Thermal Analyzer (DTA), X-Ray Diffraction (XRD), dan Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS). Variasi sumber karbon dan parameter penggilingan mempengaruhi sifat-sifat  $\text{SnO}_2$  yang dihasilkan. Penggunaan sukrosa dan PVA sebagai sumber karbon menghasilkan  $\text{SnO}_2$  dengan morfologi dan ukuran partikel yang berbeda. Penggilingan mekanis meningkatkan luas permukaan partikel dan mempercepat reaksi oksidasi. Metode mekanokimia efektif dalam mensintesis  $\text{SnO}_2$  dengan kontrol yang baik terhadap ukuran partikel dan morfologi. Optimasi parameter sintesis, seperti waktu penggilingan dan jenis sumber karbon, sangat mempengaruhi kualitas  $\text{SnO}_2$  yang dihasilkan.

Kata Kunci: Timah, mekanokimia, karakterisasi,  $\text{SnO}_2$ , sintesis.

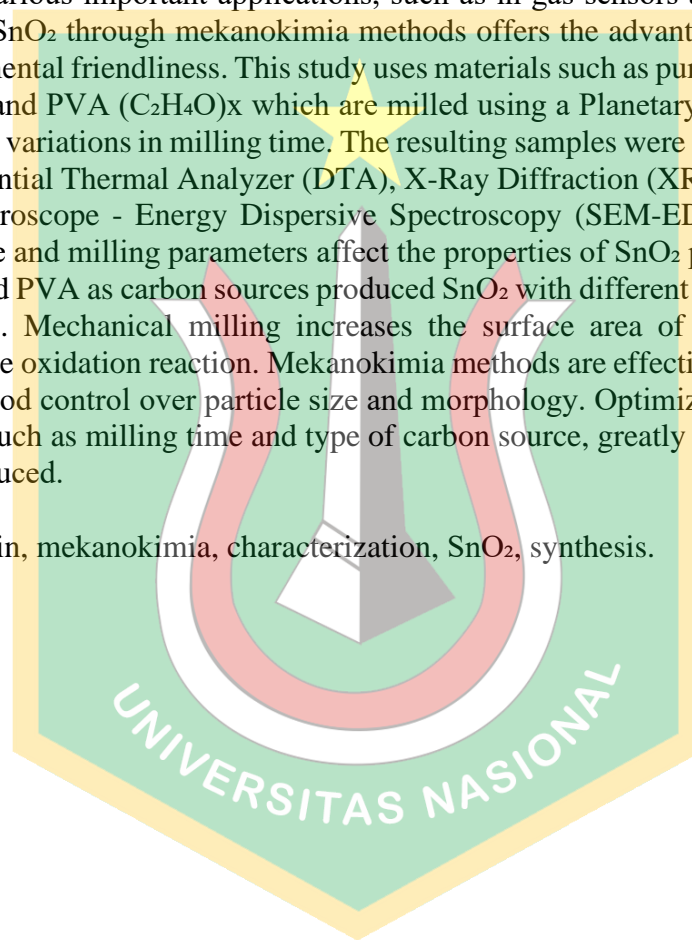


# EFFECT OF CARBON SOURCE VARIATION IN THE SYNTHESIS OF TIN (IV) OXIDE USING A MECHANOCHEMICAL METHOD

## ABSTRACT

Indonesia is one of the largest tin producing countries in the world. Tin (IV) oxide ( $\text{SnO}_2$ ) has various important applications, such as in gas sensors and catalysts. The synthesis of  $\text{SnO}_2$  through mekanokimia methods offers the advantages of simplicity and environmental friendliness. This study uses materials such as pure tin (Sn), sucrose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), and PVA ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ )<sub>x</sub> which are milled using a Planetary Ball Mill (PBM) machine with variations in milling time. The resulting samples were then characterized using Differential Thermal Analyzer (DTA), X-Ray Diffraction (XRD), and Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS). Variations in carbon source and milling parameters affect the properties of  $\text{SnO}_2$  produced. The use of sucrose and PVA as carbon sources produced  $\text{SnO}_2$  with different morphologies and particle sizes. Mechanical milling increases the surface area of the particles and accelerates the oxidation reaction. Mekanokimia methods are effective in synthesizing  $\text{SnO}_2$  with good control over particle size and morphology. Optimization of synthesis parameters, such as milling time and type of carbon source, greatly affects the quality of  $\text{SnO}_2$  produced.

Keywords: Tin, mekanokimia, characterization,  $\text{SnO}_2$ , synthesis.



## KATA PENGANTAR

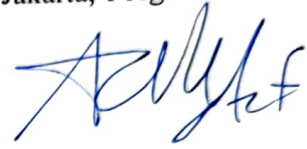
Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya yang begitu besar penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Sumber Karbon Dalam Sintesis Timah (IV) Oksida Dengan Metode Mekanokimia”**. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, Jakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D, sebagai Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
2. Bapak Fahamsyah, S.T., M.Si., Ph.D, sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
3. Bapak Agung Iswadi, S.Si., M.Sc., Ph.D, sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
4. Bapak Fahamsyah, S.T., M.Si., Ph.D, sebagai pembimbing utama yang telah membimbing dan mengarahkan pelaksanaan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eng. Wahyu Bambang Widayatno, sebagai pembimbing pendamping yang selalu menyediakan waktu dan pemikiran untuk membantu penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh rekan kelompok penelitian Pusat Riset Material Maju, yang selalu membantu penulis dalam menyelesaikan penelitiannya selama di BRIN.
7. Kedua orang tua dan kaka penulis yang tercinta, bahkan sampai saat ini masih memberikan doa, motivasi dan kasih sayangnya kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Universitas Nasional, yang sama-sama memberi saran serta motivasi selama penyusunan skripsi ini.
9. Tidak lupa perempuan bernama Vianka serta rakyat "TS" yang senantiasa meluangkan waktunya untuk menemani dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.



Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 1 Agustus 2024



Adythia Firdaus  
NPM. 207001516034



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETJUAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERBAIKAN SKRIPSI .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Kebaruan Penelitian.....	3
1.6. Batasan Masalah.....	4
1.7. Sistematika Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Klasifikasi Timah Putih (Sn).....	6
2.2. Karakteristik Timah Oksida ( $\text{SnO}_2$ ) .....	8
2.3. Metode Mekanokimia .....	10
2.4. Prinsip Kerja Mekanokimia.....	14
2.5. Pengujian Karakterisasi $\text{SnO}_2$ .....	17
2.5.1. Analisis Termal Diferensial (DTA).....	18
2.5.2. Difraktometri Sinar-X (XRD) .....	20
2.5.3. <i>Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy</i> (SEM-EDS).....	21

2.6. Aplikasi Timah Oksida.....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.1.1. Waktu Penelitian .....	25
3.1.2. Tempat Penelitian.....	26
3.2. Bahan dan Alat.....	26
3.2.1. Bahan.....	26
3.2.2. Alat.....	28
3.3. Diagram Alir Penelitian.....	33
3.4. Pembuatan Sampel.....	34
3.4.1. Preparasi Timah.....	34
3.4.2. Menimbang Rasio Sampel .....	34
3.4.3. Proses Milling .....	35
3.5. Karakterisasi Sampel.....	37
3.5.1. Pengujian DTA .....	37
3.5.2. Proses Kalsinasi .....	37
3.5.3. Pengujian XRD .....	40
3.5.4. Pengujian SEM-EDS.....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1. Hasil Uji DTA .....	45
4.2. Hasil Kalsinasi .....	47
4.3. Hasil Uji XRD.....	48
4.3.1. S 20h 200 °C .....	49
4.3.2. S 20h 400 °C .....	50
4.3.3. S 40h 200 °C .....	52
4.3.4. S 40h 400 °C .....	54
4.3.5. PVA 40h 280 °C.....	55
4.3.6. PVA 40h 750 °C.....	57
4.4. Hasil Uji SEM-EDS .....	60
4.4.1. S 20h 200 °C .....	60
4.4.2. S 20h 400 °C .....	61
4.4.3. S 40h 200 °C .....	61

4.4.4. S 40h 400 °C .....	62
4.4.5. PVA 40h 280 °C.....	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>66</b>
5.1. Kesimpulan .....	66
5.2. Saran.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Metode Sintesis SnO <sub>2</sub> .....	14
Tabel 3.1. Bahan Penelitian .....	27
Tabel 3.2. Alat Penelitian .....	29
Tabel 3.3. Pengamatan Pembuatan Sampel .....	36
Tabel 4.1. Hasil Pengujian DTA.....	46



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lelehan Timah Murni .....	7
Gambar 2.2. Timah Oksida.....	10
Gambar 2.3. Ilustrasi Mekanokimia .....	12
Gambar 2.4. Prinsip Kerja DTA .....	18
Gambar 2.5. <i>Software</i> Pengujian DTA .....	19
Gambar 2.6. Sensor Gas .....	23
Gambar 2.7. Fotokatalis.....	23
Gambar 3.1. <i>Nametag</i> BRIN.....	25
Gambar 3.2. Gapura Laboratorium Karakterisasi Lanjut Fisika .....	26
Gambar 3.3. Timah Solder.....	27
Gambar 3.4. <i>Sukrosa</i> .....	28
Gambar 3.5. <i>Polyvinyl Alcohol</i> .....	28
Gambar 3.6. <i>Flame Gun</i> .....	29
Gambar 3.7. Pemipih Logam.....	30
Gambar 3.8. Neraca Digital .....	30
Gambar 3.9. Furnace.....	31
Gambar 3.10. Panel Kontrol Furnace .....	31
Gambar 3.11. <i>Chamber</i> .....	31
Gambar 3.12. <i>Ball Mill</i> .....	32
Gambar 3.13. <i>Planetary Ball Mill</i> .....	32

Gambar 3.14. Diagram Alir .....	33
Gambar 3.15. Menimbang <i>Sukrosa</i> .....	34
Gambar 3.16. Menimbang PVA .....	34
Gambar 3.17. Menimbang Timah.....	35
Gambar 3.18. Menimbang <i>Ball Mill</i> .....	35
Gambar 3.19. Pengujian DTA .....	37
Gambar 4.1. Grafik Hasil Uji DTA Dengan Kondisi Yang Berbeda .....	45
Gambar 4.2. Sampel S 20h Setelah Kalsinasi.....	47
Gambar 4.3. Sampel S 40h Setelah Kalsinasi.....	48
Gambar 4.4. Sampel PVA 40h Setelah Kalsinasi.....	48
Gambar 4.5. Grafik XRD S 20h 200 °C .....	49
Gambar 4.6. Grafik XRD S 20h 400 °C .....	50
Gambar 4.7. Grafik XRD S 40h 200 °C .....	52
Gambar 4.8. Grafik XRD S 40h 400 °C .....	54
Gambar 4.9. Grafik XRD PVA 20h 280 °C .....	55
Gambar 4.10. Grafik XRD PVA 40h 750 °C .....	57
Gambar 4.11. Mapping S 20h 200 °C.....	60
Gambar 4.12. Mapping S 20h 400 °C.....	61
Gambar 4.13. Mapping S 40h 200 °C.....	61
Gambar 4.14. Mapping S 40h 400 °C.....	62
Gambar 4.15. Mapping PVA 40h 280 °C .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pengantar Tugas Akhir .....	69
Lampiran 2. Data Laporan Hasil SEM-EDS .....	70





## DAFTAR SINGKATAN

BRIN	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
DTA	: Differential Thermal Analyzer
EDS	: Energy Dispersive Spectroscopy
eV	: Elektronvolt
O <sub>2</sub>	: Gas Oksigen
PBM	: Planetary Ball Mill
PVA	: Polyvinyl Alcohol
SEM	: Scanning Electron Microscope
Sn	: Timah
SnO	: Timah (II) Oksida
SnO <sub>2</sub>	: Timah (IV) Oksida
Sn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Stanium Seskuioksida
Sn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	: Tristannum Tetraoksida
XRD	: X-Ray Diffraction

