

**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN METODE  
SOL – GEL DENGAN VARIASI LAMA WAKTU KALSINASI**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ADITYA WAHYU PRASOJO**

**NIM : 20.11.011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S – 1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN METODE SOL – GEL  
DENGAN VARIASI LAMA WAKTU KALSINASI**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Teknik (ST) Jurusan Teknik Mesin

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ADITYA WAHYU PRASOJO**

**NIM : 20.11.011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**  
**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN METODE**  
**SOL – GEL DENGAN VARIASI LAMA WAKTU KALSINASI**



Disusun oleh :

Nama : ADITYA WAHYU PRASOJO

NIM : 20.11.011

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin  
S-1



Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP. P. 1031400477

Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing

Gerald Aditvo Pohan, ST., M. eng.

NIP.P. 1031500492



PT INI (PERSERO) MALANG  
BANK NISGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II J. Raya Karangin, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : ADITYA WAHYU PRASOJO  
NIM : 20.11.011  
Program Studi : TEKNIK MESIN S-1  
Judul Skripsi : **SINTESIS NANOPARTIKEL SiO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN  
METODE SOL – GEL DENGAN VARIASI LAMA  
WAKTU KALSINASI**

Dipertahankan dihadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Hari / Tanggal : Senin, 15 Juli 2024

Dengan Nilai : 81,25 (A)

**Panitia Penguji Skripsi**

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.  
NIP . P . 1031400477

Sekretaris

Tutut Nani Prihatni, SS., S.Pd., M.Pd.  
NIP . P . 1031500493

**Anggota Penguji**

Penguji 1

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.  
NIP . Y . 1030400405

Penguji 2

Febi Rahmadianto, ST., MT.  
NIP . P . 1031500490

# SINTESIS NANOPARTIKEL SiO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN METODE SOL – GEL DENGAN VARIASI LAMA WAKTU KALSINASI

## ABSTRAK

Aditya Wahyu Prasajo<sup>1</sup>, Gerald Adityo Pohan<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia  
[adityaprasajo411@gmail.com](mailto:adityaprasajo411@gmail.com)

Nanopartikel SiO<sub>2</sub> memiliki peran penting dimasa sekarang ini. Nanopartikel banyak digunakan sebagai *filler*, penyerapan gas yang tepat untuk memperbaiki lingkungan sekitar, serta dapat membantu mempercepat adanya reaksi kimia yang berbeda. Teknik sol-gel merupakan teknik umum untuk membuat nanopartikel silika, yang melibatkan dua reaksi yang terjadi secara bersamaan yaitu, hidrolisis simultan dan reaksi kondensasi logam alkoksida. Kenaikan lama waktu penahanan pada proses kalsinasi dapat mengakibatkan peningkatan pada konsentrasi fase konduktif. Maka dilakukan penelitian pembuatan nano partikel SiO<sub>2</sub> dengan TEOS sebagai prekursor atau bahan utama, Asam Asetat CH<sub>3</sub>COOH dan Aquades sebagai katalisator dan Ethanol sebagai pelarut dan juga pembersih, dan dilakukan pengujian SEM juga FTIR. Penelitian ini dilakukan dengan variasi lama waktu kalsinasi 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Maka rata – rata ukuran yang didapatkan dari hasil penelitian pada waktu 60 menit berukuran 46,38 nm, 90 menit berukuran 77,04 nm, 120 menit 84,26 nm.

**Kata kunci :** Nanopartikel SiO<sub>2</sub>, Sol – Gel, Variasi lama waktu.

# ***NANOPARTICLE SiO<sub>2</sub> SYNTHESIS USING SOL - GEL METHOD WITH VARIATION OF CALSINATION TIME***

## ***ABSTRACT***

**Aditya Wahyu Prasajo<sup>1</sup>, Gerald Adityo Pohan<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia  
[adityaprasajo411@gmail.com](mailto:adityaprasajo411@gmail.com)

*SiO<sub>2</sub> nanoparticles have an important role in today's world. Nanoparticles are widely used as fillers, appropriate gas absorption to improve the surrounding environment, and can help speed up different chemical reactions. Nanoparticles in manufacturing have physicochemical characteristics that can change the mechanical, electrical properties needed in certain applications in the medical, commercial, and ecological fields. The sol-gel technique is a common technique for making silica nanoparticles, which involves two reactions occurring simultaneously, namely, simultaneous hydrolysis and metal alkoxide condensation reactions. An increase in the holding time in the calcination process can result in an increase in the concentration of the conductive phase. So research was conducted on the manufacture of SiO<sub>2</sub> nano particles with TEOS as a precursor or main ingredient, CH<sub>3</sub>COOH Acetic Acid and Aquades as a catalyst and Ethanol as a solvent and also a cleaner, and SEM and FTIR testing were carried out. This research was conducted with a variation of calcination time of 60 minutes, 90 minutes and 120 minutes. Then the average size obtained from the research results at 60 minutes was 46.38 nm, 90 minutes was 77.04 nm, 120 minutes was 84.26 nm.*

***Keywords:*** SiO<sub>2</sub> nanoparticles, Sol - Gel, Variation of time length.

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

**Nama : ADITYA WAHYU PRASOJO**

**NIM : 20.11.011**

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S – 1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

### Menyatakan

Bahwa isi skripsi yang berjudul ” **SINTESIS NANOPARTIKEL SiO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN METODE SOL – GEL DENGAN VARIASI LAMA WAKTU KALSINASI**” adalah skripsi hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat permtaan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 27 Juni 2024



**Aditya Wahyu Prasajo**  
**2011011**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabiullah Muhammad SAW. Berkat kehadirannya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu pada program studi Teknik Mesin S – 1 Institut Teknologi Nasional Malang.


Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D., selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan., ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang
4. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M.eng., selaku dosen pembimbing skripsi
5. Orang tua serta keluarga, yang telah memberikan do'a, semangat, dukungan, dan motivasi serta telah membiayai selama kuliah demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Rekan sekelompok dan seperjuangan serta teman – teman semua khususnya teknik mesin S-1

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dikembangkan lagi untuk penelitian berikutnya.

Malang, 29 Juni 2024

Penulis



**ADITYA WAHYU PRASOJO**

**2011011**



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI ...</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Nanoteknologi .....	8

2.2.2 Nanopartikel SiO <sub>2</sub> .....	9
2.2.3 Metode Sol – Gel .....	10
2.2.4 Prekursor .....	14
2.2.5 Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH) .....	15
2.2.6 Aquades ( Air Suling) .....	16
2.2.7 Ethanol .....	16
2.2.8 Cat Akrilik.....	17
2.2.9 Pengujian.....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Diagram Alir .....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	23
3.2.1 Alat.....	23
3.2.2 Bahan .....	32
3.3 Variabel Penelitian .....	34
3.3.1 Variabel Bebas .....	34
3.3.2 Variabel Terikat .....	34
3.3.3 Variabel Kontrol.....	34
3.4 Prosedur Penelitian.....	35
3.5 Proses Pengujian .....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Hasil Pengujian .....	41
4.1.1 Hasil Pengujian SEM .....	41
4.1.2 Ukuran nanopartikel dari hasil uji SEM.....	42
4.1.3 Hasil Pengujian FTIR.....	44

4.2 Pembahasan.....	45
4.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian SEM .....	45
4.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian FTIR.....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN I BIODATA PENULIS .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN II SURAT DOSEN PEMBIMBING .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN III DATA HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN IV DOKUMENTASI HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>58</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Nanopartikel SiO <sub>2</sub> .....	9
Gambar 2. 2 Metode Sol - Gel .....	10
Gambar 2. 3 Pembentukan Sol (Hidrolisis) .....	11
Gambar 2. 4 Pembentukan Gel (Kondensasi) .....	12
Gambar 2. 5 Proses Aging .....	13
Gambar 2. 6 Proses Drying .....	13
Gambar 2. 7 Proses Kalsinasi.....	14
Gambar 2. 8 TEOS .....	15
Gambar 2. 9 Asam Asetat .....	15
Gambar 2. 10 Aquades .....	16
Gambar 2. 11 Ethanol .....	17
Gambar 2. 12 Alat Uji SEM.....	18
Gambar 2. 13 Alat Uji FTIR .....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir .....	21
Gambar 3. 2 Cawan Krusibel 50 ml.....	24
Gambar 3. 3 Pipet Ukur 10 ml .....	25
Gambar 3. 4 Spatula.....	25
Gambar 3. 5 Mortar dan Alu.....	26
Gambar 3. 6 Magnetic Stirrer.....	26
Gambar 3. 7 Hotplate Stirrer.....	27
Gambar 3. 8 Timbangan Digital .....	27
Gambar 3. 9 Mesh 100 .....	28
Gambar 3. 10 Capit Oven.....	28
Gambar 3. 11 Sarung Tangan.....	29
Gambar 3. 12 Oven Listrik .....	29
Gambar 3. 13 Furnace .....	30
Gambar 3. 14 Alat Uji SEM.....	30
Gambar 3. 15 Alat Uji FTIR .....	31
Gambar 3. 16 TEOS .....	32

Gambar 3. 17 Asam Asetat .....	33
Gambar 3. 18 Aquades .....	33
Gambar 3. 19 Ethanol 96% .....	34
Gambar 3. 20 Proses Hidrolisis.....	36
Gambar 3. 21 Proses Stirring(kiri), Pembentukan Gel (kanan) .....	36
Gambar 3. 22 Proses Penuaan.....	37
Gambar 3. 23 Proses Drying.....	38
Gambar 3. 24 Proses Penggerusan .....	38
Gambar 3. 25 Proses Penyaringan .....	39
Gambar 3. 26 Proses Kalsinasi .....	39
Gambar 3. 27 Proses pengujian SEM .....	40
Gambar 3. 28 Proses pengujian FTIR.....	40
Gambar 4. 1 variasi lama waktu 60 menit .....	41
Gambar 4. 2 variasi lama waktu 90 menit.....	40
Gambar 4. 3 variasi lama waktu 120 menit.....	42
Gambar 4. 4 Grafik ukuran partikel .....	43
Gambar 4. 5 Grafik ukuran partikel setiap variasi waktu .....	43
Gambar 4. 6 Diagram hasil FTIR.....	44
Gambar 4. 7 Pedoman pembacaan hasil FTIR.....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat.....	23
Tabel 3. 2 Bahan .....	32
Tabel 4. 1 Ukuran Partikel .....	42
Tabel 4. 2 hasil FTIR .....	44