

**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ MENGGUNAKAN METODE
SOL GEL DENGAN PERLAKUAN ASAM HCl DAN VARIASI
SUHU KALSINASI**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

NAMA : DANIEL IGNATIUS FIRDAUSI

NIM : 20.11.063

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

2024

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : DANIEL IGNATIUS FIRDAUSI

NIM : 20.11.063

Program Studi : TEKNIK MESIN S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul "SINTESIS NANOPARTIKEL SiO_2 MENGGUNAKAN METODE SOL GEL DENGAN PERLAKUAN ASAM HCL DAN VARIASI SUHU KALSINASI" adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumber aslinya.

Malang, 27 Juni 2024

Penulis



Daniel Ignatius Firdausi

2011063

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ MENGGUNAKAN METODE
SOL GEL DENGAN PERLAKUAN ASAM HCl DAN VARIASI
SUHU KALSINASI**



Disusun oleh :

NAMA : DANIEL IGNATIUS FIRDAUSI

NIM : 20.11.063

Mengetahui,
Ketua Progam Studi Teknik Mesin S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing



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

Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng
NIP. P. 1031500492



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA 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 : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Daniel Ignatius Firdausi
NIM : 2011063
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **SINTESIS NANOPARTIKEL SiO_2
MENGUNAKAN METODE SOL GEL DENGAN
PERLAKUAN ASAM HCL DAN VARIASI SUHU
KALSINASI**

Di perhatahkan di hadapan tim penguji skripsi jenjang Strata I (S-1) Pada :

Hari / Tanggal : Senin, 15 Juli 2024

Telah dievaluasi dengan Nilai : 77.75 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Sekretaris

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

Tutut Nani Prihatmi, SS, SPd, MPd
NIP. P. 1031500493

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II

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

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

SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ MENGGUNAKAN METODE SOL GEL DENGAN PERLAKUAN ASAM HCl DAN VARIASI SUHU KALSINASI

Daniel Ignatius Firdausi¹, Gerald Adityo Pohan²

Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email: danielignatius29@gmail.com

ABSTRAK

Silika adalah salah satu material yang menjadi perhatian para peneliti. Penelitian mengenai silika sangat meningkat karena mudahnya proses pembuatan dan luasnya penggunaan silika dalam berbagai aplikasi di industri seperti katalis, pigmen, farmasi, elektronik, thin film, insulator panas, dan sensor kelembaban. Salah satu material yang banyak disintesis menjadi berukuran nano adalah SiO₂. Nanopartikel adalah partikel berukuran 1-100 nanometer. Dengan berbagai penerapan meluas nanopartikel SiO₂ memiliki pengaplikasian salah satunya digunakan untuk bahan cat akrilik. Nanopartikel silika memiliki karakteristik material yang cukup baik dalam stabilitas hidrofobik. Metode sol gel dikenal sebagai metode yang cukup mudah dan sederhana karena sintesis dilakukan pada suhu rendah dan dapat menghasilkan material dengan kemurnian tinggi serta homogen. Metode sol-gel memiliki peranan penting dalam pembuatan nanopartikel. Metode ini telah menjadi fokus utama dalam pengembangan material fungsional dan aplikasinya dalam berbagai bidang, seperti katalisis, sensor, optoelektronika, dan biomaterial. Telah berhasil dilakukan sintesis nanopartikel silika dioksida (SiO₂) dari TEOS menggunakan metode Sol-Gel. Dari variasi suhu kalsinasi 550°C, 650°C, dan 750°C didapatkan rata-rata butiran 60,3 nm, 77,7 nm, dan 91,9 nm. Pengaruh perbedaan suhu kalsinasi berdampak pada ukuran butir nanopartikel semakin besar suhu kalsinasi semakin besar nanopartikel SiO₂ yang dihasilkan. Dalam sintesis nanopartikel SiO₂ menggunakan metode Sol-Gel pengujian FTIR telah didapatkan gugusan senyawa yang terkandung dalam sampel tersebut seperti gugus senyawa Si-OH, Si-O, C-H, dan Si-O-Si.

Kata Kunci : Sintesis Nanopartikel, SiO₂, Metode Sol-Gel, Variasi Suhu Kalsinasi, SEM dan FTIR

SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ MENGGUNAKAN METODE SOL GEL DENGAN PERLAKUAN ASAM HCl DAN VARIASI SUHU KALSINASI

Daniel Ignatius Firdausi¹, Gerald Adityo Pohan²

Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email: danielignatius29@gmail.com

ABSTRACT

Silica is one of the materials of interest to researchers. Research on silica has greatly increased due to the ease of the manufacturing process and the wide use of silica in various applications in industries such as catalysts, pigments, pharmaceuticals, electronics, thin films, heat insulators, and humidity sensors. One material that is widely synthesized into nano-sized is SiO₂. Nanoparticles are particles measuring 1-100 nanometers. With various widespread applications, SiO₂ nanoparticles have applications, one of which is used for acrylic paint materials. Silica nanoparticles have fairly good material characteristics in hydrophobic stability. The sol gel method is known as a fairly easy and simple method because the synthesis is carried out at low temperatures and can produce materials with high purity and homogeneity. The sol-gel method plays an important role in the preparation of nanoparticles. This method has become a major focus in the development of functional materials and their applications in various fields, such as catalysis, sensors, optoelectronics, and biomaterials. The synthesis of silica dioxide (SiO₂) nanoparticles from TEOS using the Sol-Gel method has been successfully carried out. From the calcination temperature variations of 550°C, 650°C, and 750°C, the average grains were 60.3 nm, 77.7 nm, and 91.9 nm. The effect of different calcination temperatures has an impact on the grain size of nanoparticles, the greater the calcination temperature, the larger the SiO₂ nanoparticles produced. In the synthesis of SiO₂ nanoparticles using the Sol-Gel method, FTIR testing has obtained groups of compounds contained in these samples such as Si-OH, Si-O, C-H, and Si-O-Si compounds.

Keywords: Nanoparticle Synthesis, SiO₂, Sol-Gel Method, Calcination Temperature Variation, SEM and FTIR

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayah-Nya dapat menyelesaikan laporan skripsi penelitian yang berjudul **“SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ MENGGUNAKAN METODE SOL GEL DENGAN PERLAKUAN ASAM HCL DAN VARIASI SUHU KALSINASI”** Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih 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
4. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng Selaku Dosen Pembimbing
5. Kedua Orang Tua yang selalu mendukung dalam segi doa serta finansial dalam proses pembuatan skripsi ini
6. Rekan sekelompok dan seperjuangan serta teman teman semua khusus nya Teknik Mesin S-1

Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap semoga proposal penelitian ini berguna bagi para pembaca dan pihak – pihak lain yang berkepentingan.

Malang, 29 Juni 2024



Daniel Ignatius Firdausi
20.11.063

DAFTAR ISI

<u>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI</u>	iii
<u>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</u>	iv
<u>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI</u>	v
<u>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI</u>	vi
<u>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</u>	vii
<u>KATA PENGANTAR</u>	viii
<u>ABSTRAK</u>	ix
<u>DAFTAR ISI</u>	xi
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	xiv
<u>DAFTAR TABEL</u>	xv
<u>BAB 1 PENDAHULUAN</u>	1
1.1 <u>Latar Belakang</u>	1
1.2 <u>Rumusan Masalah</u>	2
1.3 <u>Batasan Masalah</u>	3
1.4 <u>Tujuan Penelitian</u>	3
1.5 <u>Manfaat Penelitian</u>	3
1.6 <u>Sistematika Penulisan</u>	4
<u>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</u>	6
2.1 <u>Penelitian Terdahulu</u>	6
2.2 <u>Nanoteknologi</u>	8
2.3 <u>Nanopartikel silika</u>	9
2.4 <u>Silika (SiO₂)</u>	11
2.6 <u>Metode Sol Gel</u>	14
2.7 <u>Tahapan metode sol gel</u>	15

2.7.1	<u>Hidrolisis</u>	15
2.7.2	<u>Kondensasi</u>	16
2.7.3	<u>Drying (Pengeringan)</u>	17
2.7.4	<u>Kalsinasi (Pematangan)</u>	18
2.8	<u>Asam klorida (HCl)</u>	19
2.9	<u>Prekursor TEOS (Tetraethyl Orthosilicate)</u>	20
2.10	<u>Scanning Electron Microscope (SEM)</u>	21
2.11	<u>Fourier Transform Infra-Red (FTIR)</u>	23
<u>BAB III METODE PENELITIAN</u>		24
3.1	<u>Diagram Alir Penelitian</u>	24
3.2	<u>Alat dan Bahan</u>	25
3.2.1	<u>Alat</u>	26
3.2.2	<u>Bahan</u>	27
3.3	<u>Metode penelitian</u>	29
3.4	<u>Waktu Dan Tempat Penelitian</u>	30
3.5	<u>Prosedur Penelitian</u>	30
<u>BAB IV HASIL PEMBAHASAN</u>		32
4.1	<u>Deskripsi Morfologi Nanopartikel SiO₂ Dari Pengujian SEM</u>	32
4.1.1	<u>Hasil Morfologi Nanopartikel SiO₂ Suhu Kalsinasi 550°C</u>	32
4.1.2	<u>Hasil Morfologi Nanopartikel SiO₂ Suhu Kalsinasi 650°C</u>	33
4.1.3	<u>Hasil Morfologi Nanopartikel SiO₂ Suhu Kalsinasi 750°C</u>	34
4.2	<u>Morfologi Nanopartikel SiO₂ Dengan Pengujian SEM</u>	35
4.3	<u>Analisis Karakteristik Sintesis Nanopartikel SiO₂ Menggunakan FTIR</u>	38
4.3.1	<u>Analisa Hasil Karakteristik FTIR</u>	39
<u>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</u>		41
5.1	<u>Kesimpulan</u>	41

5.2	<u>Saran</u>	41
	<u>DAFTAR PUSTAKA</u>	42
	<u>LAMPIRAN I BIODATA PENULIS</u>	44
	<u>LAMPIRAN II SURAT DOSEN PEMBIMBING</u>	45
	<u>LAMPIRAN III DATA HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM</u>	46
	<u>LAMPIRAN IV DOKUMENTASI HASIL PENELITIAN</u>	51

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 2. 1 Nanopartikel silika</u>	11
<u>Gambar 2. 2 Cat Akrilik</u>	13
<u>Gambar 2. 3 Hidrolisis</u>	15
<u>Gambar 2. 4 Kondensasi</u>	16
<u>Gambar 2. 5 Drying</u>	17
<u>Gambar 2. 6 Aging</u>	18
<u>Gambar 2. 7 HCL/asam klorida</u>	20
<u>Gambar 2. 8 TEOS</u>	21
<u>Gambar 2. 9 SEM</u>	22
<u>Gambar 2. 10 FTIR dan hasil diagram</u>	23
<u>Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian</u>	24
<u>Gambar 3. 2 Prekursor teos</u>	27
<u>Gambar 3. 3 Aquades</u>	28
<u>Gambar 3. 4 Asam Klorida (HCl)</u>	28
<u>Gambar 3. 5 Ethanol</u>	29
<u>Gambar 4. 1 Hasil pengujian SEM suhu kalsinasi 550°C</u>	32
<u>Gambar 4. 2 Hasil pengujian SEM suhu kalsinasi 650°C</u>	33
<u>Gambar 4. 3 Hasil pengujian SEM suhu kalsinasi 750°C</u>	34
<u>Gambar 4. 4 Hasil morfologi a) variasi suhu 550°C, b) variasi suhu 650°C, c) variasi suhu 750°C</u>	36
<u>Gambar 4. 5 Grafik hasil peningkatan butiran nanopartikel setiap suhu</u>	38
<u>Gambar 4. 6 Grafik hasil peningkatan butiran ukuran butir nanopartikel</u>	38
<u>Gambar 4. 7 Hasil grafik pengujian FTIR</u>	39

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 2. 1 Sifat fisika SiO₂</u>	12
<u>Tabel 3. 1 Alat</u>	26
<u>Tabel 3. 2 Bahan</u>	27
<u>Tabel 4. 2 Tabel Ukuran Butir Nanopartikel</u>	37
<u>Tabel 4. 3 Tabel puncak gelombang grafik FTIR</u>	40