

**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL SiO₂
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI
SUHU KALSINASI**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : KRISNA ARI FANDIKA

NIM : 20.11.087

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

2024

**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL SiO₂
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI
SUHU KALSINASI**

SKRIPSI

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

DISUSUN OLEH :

NAMA : KRISNA ARI FANDIKA

NIM : 20.11.087

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

2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL SiO_2 MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI SUHU KALSINASI



Disusun oleh :

Nama : KRISNA ARI FANDIKA

NIM : 20.11.087

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin
S-1



Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP. P. 1031400477

Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



Gerald Adityo Pohan, ST., M. eng.

NIP.P. 1031500492



PT. IIR (PERSERO) MALANG
BANK NUSA 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. Bembungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Surung) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karangasem Km 2 Telp. (0341) 417036 Fax. (0341) 417034 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : KRISNA ARI FANDIKA
NIM : 20.11.087
Program Studi : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : SINTESIS DAN KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL SiO_2
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI SUHU
KALSINASI
Dipertahankan dihadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)
Hari/ Tanggal : Senin, 15 Juli 2024
Dengan Nilai : 85.50 (A)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

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

Sekretaris

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

Anggota

Penguji 1

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

Penguji 2

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : KRISNA ARI FANDIKA

NIM : 20.11.087

Program Studi : TEKNIK MESIN S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul **"SINTESIS DAN KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL SiO MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN 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



Krisna Ari Fandika

2011087

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : KRISNA ARI FANDIKA
NIM : 20.11.087
Program Studi : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : SINTESIS DAN KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL
SiO₂ MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL
DENGAN VARIASI SUHU KALSINASI

Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, ST., M.eng.

No.	Kegiatan Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1	Pengajuan Judul Skripsi	9 Febuari 2024	
2	Persetujuan Judul	18 Febuari 2024	
3	Konsultasi Bab I	5 Maret 2024	
4	Konsultasi Bab II, III	7 Maret 2024	
5	Perbaikan Bab I, II, III	26 April 2024	
6	Mulai Penelitian	1 April – 5 April 2024	
7	Seminar Proposal	20 Mei 2024	
8	Konsultasi Bab IV, V	2 Juni 2024	
9	Perbaikan Bab IV, V	3 Juni 2024	
10	Seminar Hasil	14 Juni 2024	
11	Perbaikan Bab IV, V	1 Juli 2024	
12	Ujian Skripsi	15 Juli 2024	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Krisna Ari Fandika
NIM : 20.11.087
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : SINTESIS DAN KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL SiO_2
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI
SUHU KALSINASI

Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, ST., M.eng.

Tanggal Pengajuan Skripsi : 1 Maret 2024

Tanggal Penyelesaian Skripsi : 27 Juli 2024

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90

Diperiksa dan disetujui
Dosen Pembimbing



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

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.

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. Dr. Eng. I Komang Somawiratau⁷, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Dr. Eko Yohanes S., 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

KRISNA ARI FANDIKA

20.11.085

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL SiO₂ MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI SUHU KALSINASI

Krisna Ari Fandika¹, Gerald Adityo Pohan²

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

Email: Krisnaarifandika@gmail.com

ABSTRAK

Seiring berjalannya waktu Nanopartikel oksida (SiO₂) disintesis pada beberapa metode sintesis tampaknya lebih berguna dikarena nanopartikel ini memiliki pengaplikasian untuk material superhidrofobik seperti pada kaca mobil, cat akrilik, cat mobil. Dengan berbagai penerapan meluas nanopartikel SiO₂ membutuhkan perlakuan khusus untuk membuat dari bahan awal menjadi nanopartikel berupa metode sintesis. Nanopartikel membutuhkan perlakuan intensif untuk mencapai skala nano 1 hingga 100 nanometer yaitu menggunakan metode sintesis sol-gel. Oleh sebab itu dilakukan penelitian sintesis nanopartikel menggunakan TEOS sebagai precursor, Asam Asetat sebagai katalis, aquades, ethanol 96%. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sintesis nanopartikel dan karakteristik dari nanopartikel yang sudah di sintesiskan dengan parameter variasi suhu kalsinasi 500°C, 600 °C, dan, 700 °C. Sampel Nanopartikel yang sudah di hasilkan dikarakterisasi menggunakan SEM, dan FTIR. Hasil penelitian ini nanopartikel SiO₂ berhasil disintesiskan dengan menggunakan metode sol-gel dengan variasi suhu kalsinasi 500°C, 600 °C, dan, 700 °C. Mendapatkan skala nano dengan karakteristik bulat tidak beraturan (amorf) pada suhu 500°C, 600 °C,dan pada suhu 700 °C bulat beraturan. Ukuran rata-rata nanopartikel yang dihasilkan 76.8 nm, 83.5 nm, dan 94 nm.

Kata Kunci: Sintesis Nanopartikel, Karakteristik Nanopartikel, Metode Sol-Gel, Variasi Suhu Kalsinasi, Hasil Pengaruh Variasi Suhu Kalsinasi Terhadap Karakteristik, Dan Ukuran.

SYNTHESIS AND CHARACTERISTICS OF PARTICLE SiO₂ NANOPARTS USING SOL-GEL METHODS WITH VARIATIONS OF CALSINATION TEMPERATURE

Krisna Ari Fandika¹, Gerald Adityo Pohan²

Mechanical Engineering Study Program S-1, National Institute of Technology Malang, Malang City, Indonesia

Email: Krisnaarifandika@gmail.com

ABSTRACT

Over time oxide nanoparticles (SiO₂) synthesized in several synthesis methods seem to be more useful because these nanoparticles have applications for superhydrophobic materials such as car glass, acrylic paint, car paint. With various widespread applications SiO₂ nanoparticles require special treatment to make from the starting material into nanoparticles in the form of synthesis methods. Nanoparticles require intensive treatment to reach a nanoscale of 1 to 100 nanometers using the sol-gel synthesis method. Therefore, nanoparticle synthesis research was conducted using TEOS as precursor, Acetic Acid as catalyst, distilled water, ethanol 96%. This study aims to obtain nanoparticle synthesis and characteristics of nanoparticles that have been synthesized with calcination temperature variation parameters of 500 °C, 600 °C, and 700 °C. Nanoparticle samples that have been produced are characterized using SEM, and FTIR. The results of this study SiO₂ nanoparticles were successfully synthesized using the sol-gel method with calcination temperature variations of 500 °C, 600 °C, and 700 °C. Getting a nanoscale with irregular round characteristics (amorphous) at 500 °C, 600 °C, and at 700 °C regular round. The average size of nanoparticles produced was 76.8 nm, 83.5 nm, and 94 nm.

Keywords: *Nanoparticle Synthesis, Nanoparticle Characteristics, Sol-Gel Method, Calcination Temperature Variation, Results of the Effect of Calcination Temperature Variation on Characteristics, and Size.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI.....	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Nanoteknologi	8
2.3 Nanopartikel Silika.....	9
2.4 Silika (SiO ₂)	11
2.5 Cat Akrilik	12
2.6 Metode Nanopartikel Sol-Gel	13
2.7 Tahapan Metode Sol-Gel.....	14
2.7.1 Hidrolisis.....	14
2.7.2 Kondensasi	14
2.7.3 Drying (Pengeringan).....	15
2.7.4 Kalsinasi (Pematangan).....	16
2.8 Prekursor	17

2.9	Asam asetat (CH_3COOH).....	18
2.10	Scanning Electron Microscope (SEM).....	20
2.11	Analisis Spektroskopi FTIR.....	21
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1	Diagram Alir.....	24
3.2	Alat dan Bahan	26
3.2.1	Alat.....	26
3.2.2	Bahan.....	27
3.3	Metode penelitian	27
3.4	Prosedur penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Deskripsi Morfologi Nanopartikel SiO_2 Dari Pengujian SEM.....	33
4.1.1	Hasil Morfologi Nanopartikel SiO_2 Suhu Kalsinasi 500°C	33
4.1.2	Hasil Morfologi Nanopartikel SiO_2 Suhu Kalsinasi 600°C	34
4.1.3	Hasil Morfologi Nanopartikel SiO_2 Suhu Kalsinasi 700°C	35
4.2	Morfologi Nanopartikel SiO_2 Dengan Pengujian SEM.....	36
4.3	Analisis Karakteristik Sintesis Nanopartikel SiO_2 Menggunakan FTIR.....	41
4.3.1	Analisa Hasil Karakteristik FTIR	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		44
LAMPIRAN II SURAT DOSEN PEMBIMBING.....		48
LAMPIRAN III DATA HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM		49
LAMPIRAN IV DOKUMENTASI HASIL PENELITIAN		54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 serbuk nanopartikel silika.....	10
Gambar 2. 2 Cat akrilik.....	12
Gambar 2. 3 Hidrolisis	14
Gambar 2. 4 Kondensasi	15
Gambar 2. 5 Drying.....	15
Gambar 2. 6 Kalsinasi	16
Gambar 2. 7 Prekursor	17
Gambar 2. 8 Asam Asetat.....	18
Gambar 2. 9 Uji SEM.....	20
Gambar 2. 10 Uji FTIR	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Proses pencampuran bahan	26
Gambar 3. 3 Proses Stirring	27
Gambar 3. 4 Proses Penuaan	28
Gambar 3. 5 <i>Drying</i> (pengeringan)	28
Gambar 3. 6 Proses penyaringan.....	29
Gambar 3. 7 Proses kalsinasi.....	30
Gambar 4. 1 Hasil pengujian SEM suhu kalsinasi 500°C.....	32
Gambar 4. 2 Hasil pengujian SEM suhu kalsinasi 600°C.....	33
Gambar 4. 3 Hasil pengujian SEM suhu kalsinasi 700°C.....	34
Gambar 4. 4 Hasil morfologi a) variasi suhu 500°C, b) variasi suhu 600°C, c) variasi suhu 700°C	35
Gambar 4. 5 Grafik hasil peningkatan butiran nanopartikel setiap suhu	38
Gambar 4. 6 Grafik hasil peningkatan butiran ukuran butir nanopartikel	38
Gambar 4. 7 Hasil grafik pengujian FTIR.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat-Sifat Fisika Silika	11
Tabel 3. 1 Alat	24
Tabel 3. 2 Bahan	25
Tabel 4. 1 Tabel Ukuran Butir Nanopartikel	37
Tabel 4. 2 Tabel puncak gelombang grafik FTIR	40