

**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ DICAMPUR HCl
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI
WAKTU FURNACE**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

**NAMA : MUHAMMAD FIRRU IKMAL
NIM : 20.11.059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2024**

**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ DICAMPUR HCl MENGGUNAKAN
METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI WAKTU FURNACE**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin S-1

DISUSUN OLEH :

NAMA : MUHAMMAD FIRRU IKMAL

NIM : 20.11.059

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ DICAMPUR HCl
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI
WAKTU FURNACE**



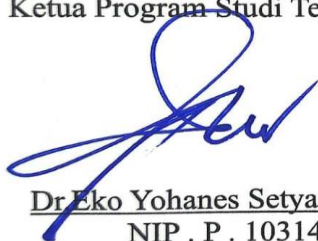
DISUSUN OLEH:

NAMA : MUHAMMAD FIRRU IKMAL

NIM : 2011059

Malang, 15 Juli 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



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

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing



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 : Muhammad Firru Ikmal
NIM : 20.11.059
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ DICAMPUR HCl
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN
VARIASI WAKTU FURNACE**

Di pertahankan dihadapan tim penguji skripsi jenjang Sastra I (S-1) pada :

Hari / Tanggal : Senin, 15 juli 2024

Telah Dievaluasi dengan nilai : 77,75 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

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

Sekretaris

Tutut Nani Prihatmi, SS. SPD, MPD
NIP . P . 1031500493

Anggota Penguji

Penguji I

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

Penguji II

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Firru Ikmal
NIM : 20.11.059
Progam Studi : Teknik Mesin S-1
Tempat/ Tanggal Lahir : Mojokerto, 13 Maret 2002
Alamat : Dsn.Sidorejo Ds.Windurejo RT 007 RW 003
Kec.Kutorejo Kab.Mojokerto

Mahasiswa Progam Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul ” **SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ DICAMPUR HCI MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI WAKTU FURNACE**“ adalah hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya.

Malang, 15 Juli 2024



Muhammad Firru Ikmal
NIM. 20.11.059

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Firru Ikmal

NIM : 20.11.059

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : **SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ DICAMPUR HCl MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI WAKTU FURNACE**

NO	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1	Konsultasi Judul Skripsi	9 Feb 2024	
2	Pengajuan Judul Skripsi	9 Feb 2024	
3	Pemantapan Judul Skripsi	18 Feb 2024	
4	Konsultasi Proposal BAB I,II, dan III	7 Mar 2024	
5	Seminar Proposal dan Revisi	20 Mei 2024	
6	Konsultasi Laporan Skripsi BAB IV, dan V	2 Juni 2024	
7	Seminar Hasil dan Revisi	14 Juni 2024	
8	Konsultasi Hasil Akhir Skripsi	15 Juli 2024	

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayah-Nya dapat menyelesaikan laporan skripsi penelitian yang berjudul “**SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ DICAMPUR HCl MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI WAKTU FURNACE**”

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 Malang
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. Teman-teman yang memberikan semangat dan banyak membantu hingga terselesaikan skripsi ini

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, 15 Juli 2024



Muhammad Firru Ikmal
NIM. 20.11.059

SINTESIS NANOPARTIKEL SiO₂ DICAMPUR HCl MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN VARIASI WAKTU FURNACE

ABSTRAK

Muhammad Firru Ikmal¹, Gerald Adityo Pohan²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

²Dosen Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: firruikmal13@gmail.com

Silika atau SiO₂ adalah salah satu material yang menjadi perhatian para peneliti. Selain itu juga merupakan material yang banyak disintesis menjadi berukuran nano. Hal ini dikarenakan nanopartikel SiO₂ amorf, memiliki sifat optik yang sangat penting untuk aplikasi. Sintesis silika gel menggunakan metode Sol-Gel merupakan suatu proses sintesis yang cukup sederhana dan dilakukan pada temperatur rendah. Dengan metode Sol-Gel didapatkan hasil sintesis silika gel yang memiliki kemurnian yang tinggi dibandingkan dengan metode-metode lainnya (Budiharti et al., 2015). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik nanopartikel sintesis SiO₂ menggunakan metode Sol-Gel dengan pengaruh perbedaan variasi waktu kalsinasi yang menghasilkan struktur nanopartikel dengan menggunakan pengujian FTIR dan SEM. Hasil dengan pengujian SEM menunjukkan bahwa semakin lama waktu kalsinasi dapat mempengaruhi butir nanopartikel. Sedangkan pengujian SiO₂ menggunakan FTIR menunjukkan hasil pada peak 3228.84 – 2845 vibrasi ulur Si-OH, 1614.42 vibrasi tekuk C=C, 1180.44 – 810.1 vibrasi ulur C-O, 516.92 vibrasi tekuk Si-CH.

Kata kunci : SiO₂, metode Sol-Gel, SEM dan FTIR,

SYNTHESIS OF SiO₂ NANOPARTICLES MIXED WITH HCl USING SOL-GEL METHOD WITH VARIATIONS IN FURNACE TIME

ABSTRACT

Muhammad Firru Ikmal¹, Gerald Adityo Pohan²

¹Student of the Bachelor's Mechanical Engineering Study Program

²Lecturer in the Undergraduate Mechanical Engineering Study Program

Faculty of Industrial Technology

Malang National Institute of Technology

Email: firruikmal13@gmail.com

Silica or SiO₂ is one material that is of interest to researchers. Apart from that, it is also a material that is often synthesized to become nano-sized. This is because amorphous SiO₂ nanoparticles have optical properties that are very important for applications. The synthesis of silica gel using the Sol-Gel method is a fairly simple synthesis process carried out at low temperatures. With the Sol-Gel method, silica gel synthesis results are obtained with high purity compared to other methods (Budiharti et al., 2015). This research aims to determine the characteristics of SiO₂ synthetic nanoparticles using the Sol-Gel method with the influence of differences in calcination time variations which produce nanoparticle structures using FTIR and SEM testing. SEM testing results show that the longer the calcination time can affect the nanoparticle grains. Meanwhile, SiO₂ testing using FTIR showed peak results of 3228.84 – 2845 Si-OH stretching vibration, 1614.42 C=C bending vibration, 1180.44 – 810.1 C-O stretching vibration, and 516.92 Si-CH bending vibration.

Keywords: SiO₂, Sol-Gel method, SEM and FTIR

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Halaman Persetujuan	iii
Berita Acara Ujian Skripsi	iv
Lembar Pernyataan Keaslian Skripsi.....	v
Lembar Asistensi Laporan Skripsi	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	viii
Abstract	ix
Daftar Isi.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Nanoteknologi.....	6
2.3 Nanopartikel Silika.....	7
2.4 Silika (SiO ₂)	9
2.5 Pengaplikasian Nanopartikel Pada Cat Akrilik	11
2.6 Metode Nanopartikel Sol-Gel	12
2.6.1 Pengertian Sol-Gel	12
2.7 Tahapan Metode Sol-Gel.....	13
2.7.1 Hidrolis.....	13
2.7.2 Kondensasi	14
2.7.3 Pengeringan (<i>Drying</i>).....	15
2.7.4 pematangan (<i>Aging</i>)	16
2.8 Preskursor	17
2.9 Asam Hidroklorida HCl	18
2.10 Scanning Electron Microscope (SEM).....	19
2.11 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1. Diagram Alir	22
3.1.1 Deskripsi Diagram Alir	23
3.2. Alat dan Bahan.....	24
3.2.1 Alat Penelitian.....	24
3.2.2 Bahan	27

3.3. Metode Penelitian.....	28
3.4. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.5 Prosedur Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Penelitian	31
4.1.1 Gambar Morfologi dari Nanopartikel SiO ₂ setelah Pengujian SEM.....	31
4.1.2 Ukuran Butir Nanopartikel SiO ₂ setelah Pengujian SEM.....	32
4.1.3 Analisa Karakteristik FTIR	33
4.2 Pembahasan.....	35
4.2.1 Hasil Morfologi Nanopartikel SiO ₂ setelah Pengujian SEM	35
4.2.1 Hasil Data Nanopartikel SiO ₂ Setelah Pengujian FTIR.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
Daftar Pustaka.....	39
LAMPIRAN I Biodata Penulis	42
LAMPIRAN II Surat Dosen Pembimbing.....	43
LAMPIRAN III Data Hasil Pengujian Laboratorium	44
LAMPIRAN IV Data Hasil Foto Penelitian	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Serbuk nanopartikel SiO ₂	9
Gambar 2.2 Perubahan Sol ke Gel	13
Gambar 2.3 Proses Penuaan Sol ke Gel	14
Gambar 2.4 Oven Pengeringan	16
Gambar 2.5 Furnance/ Kalsinasi	17
Gambar 2.6 Precursor Tetraethoxysilane (TEOS).....	18
Gambar 2.7 Mesin Scanning Electron Microscope (SEM).....	19
Gambar 2.8 Mesin Fourier Transform Infrared Spectroscopy FTIR	21
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	22
Gambar 3.2 Gelas ukur 250 ml	25
Gambar 3.3 Cawan Krusibel.....	25
Gambar 3.4 Spatula.....	25
Gambar 3.5 Pipet ukur skala militer (ml).....	25
Gambar 3.6 Montar dan alu	26
Gambar 3.7 Sarung tangan.....	26
Gambar 3.8 Capit oven	26
Gambar 3.9 Hot plate	26
Gambar 3.10 Magnetic stirrer	26
Gambar 3.11 Oven listrik.....	26
Gambar 3.12 Timbangan digital.....	27
Gambar 3.13 Mesh 100	27
Gambar 3.14 Furnance	27
Gambar 4.1 Waktu 60 menit 200.000x	31
Gambar 4.2 Waktu 90 menit 200.000x	31
Gambar 4.3 Waktu 60 menit 200.000x	31
Gambar 4.4 Grafik Ukuran Partikel.....	32
Gambar 4.5 Grafik Data Butir Nanopartikel.....	33
Gambar 4.6 Grafik Data FTIR	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat Fisika Silika	10
Tabel 3.1 Alat Penelitian	24
Tabel 3.2 Perancangan ukuran	28
Tabel 4.1 Ukuran Butir Nanopartikel SiO ₂	31
Tabel 4.2 Data Puncak Gelombang FTIR	34