

TUGAS AKHIR

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH ABU CANGKANG SAWIT MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya**



SITI ARDWINA MADIVA R

03011382126134

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Ardwinia Madiva R

NIM : 03011382126134

Judul : Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Abu Cangkang Sawit
Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Maret 2025



Siti Ardwinia Madiva R

NIM. 03011382126134

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH ABU CANGKANG SAWIT MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

SITI ARDWINA MADIVA R

03011382126134

Palembang, Maret 2025

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Abu Cangkang Sawit Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan” yang disusun oleh Siti Ardwinia Madiva R, NIM. 03011382126134 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Maret 2025.

Palembang, 21 Maret 2025

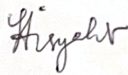
Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

()

Anggota:

2. Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., IPU. ()
NIP. 197705172008012039

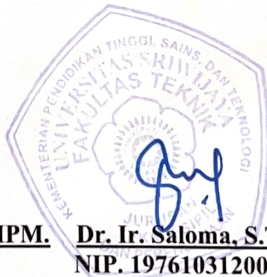
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197502112003121002



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Ardwinia Madiva R

NIM : 03011382126134

Judul : Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Abu Cangkang Sawit Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2025



Siti Ardwinia Madiva R

NIM. 03011382126134

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

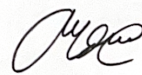
Nama Lengkap : Siti Ardwinia Madiva R
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : ardwinamadivarosandi01@gmail.com@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD N 06 PALEMBANG	-	-	SD	2009 - 2015
SMP N 17 PALEMBANG	-	-	SMP	2015 - 2018
SMA N 11 PALEMBANG	-	IPA	SMA	2018 - 2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021- 2025

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Siti Ardwinia Madiva R
03011382126134

RINGKASAN

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH ABU CANGKANG SAWIT MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 21 Maret 2025

Siti Ardwinia Madiva R; Dimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 70 halaman, 64 gambar, 12 tabel

Nanosilika merupakan silika yang berukuran nano yaitu berkisar 1-100 nm dan memiliki fungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika dapat dihasilkan dengan proses sintesis dari limbah abu cangkang sawit. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa abu cangkang sawit dan *Magnetic Stirrer* sebagai alat pengaduk. Penelitian ini menggunakan variasi temperatur pemanasan 100°C, 120°C dan 140°C. Pada penelitian ini menggunakan pengujian mikrostruktur untuk menganalisis hasil ekstraksi berupa *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Dari hasil uji XRD dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka akan semakin kecil ukuran kristal. Dari hasil uji XRF dan SEM ditarik Kesimpulan bahwa semakin tinggi temperatur akan menghasilkan jumlah silika yang paling banyak. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa temperatur pemanasan optimum pada proses sintesis adalah 140°C yang menghasilkan kemurnian silika $\pm 87\%$ serta ukuran kristal sebesar 17.06 nm dengan kristalin sebanyak 7.97% dan amorf sebanyak 93.57%.

Kata kunci: Nanosilika, abu cangkang sawit, XRD, XRF, SEM

SUMMARY

ANALYSIS OF NANOSILICA SYNTHESIS FROM ABU CANGKANG SAWIT WASTE USING PRECIPITATION METHOD WITH VARIATION OF HEATING TEMPERATURE

Scientific papers in form of Final Projects, March 21st, 2025

Siti Ardwina Madiva R; Guide by Advisor Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 70 pages, 64 images, 12 tables

Nanosilica is silica with a nanoscale size ranging from 1 to 100 nm, which serves to enhance the compressive strength of concrete. Nanosilica can be synthesized from abu cangkang sawit waste. The materials used in this study include abu cangkang sawit and a magnetic stirrer as a mixing tool. This research employs variations in heating temperatures of 100°C, 120°C, and 140°C. Microstructural testing methods, including X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM), were utilized to analyze the extracted products. From the XRD test results, it can be concluded that the greater the combustion temperature, the smaller the size crystal. From the results of XRF and SEM tests, it is concluded that higher temperatures will produce the most amount of silica. According to tests, the optimum burning temperature for the synthesis process is 140°C, which produces silica purity of about 87% with a crystal size of 17.06 nm, composed of 67.97% crystalline and 93.57% amorphous material.

Keywords: Nanosilica, abu cangkang sawit, XRD, XRF, SEM

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH ABU CANGKANG SAWIT MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN

Siti Ardwinia Madiva R¹⁾, Saloma²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: ardwinamadivarosandi01@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: saloma@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Nanosilika merupakan silika yang berukuran nano yaitu berkisar 1-100 nm dan memiliki fungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika dapat dihasilkan dengan proses sintesis dari limbah abu cangkang sawit. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa abu cangkang sawit dan *Mgnetic Stirrer* sebagai alat pengaduk. Penelitian ini menggunakan variasi temperatur pemanasan 100°C, 120°C dan 140°C. Pada penelitian ini menggunakan pengujian mikrostruktur untuk menganalisis hasil ekstraksi berupa X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), dan Scanning Electron Microscope (SEM). Dari hasil uji XRD dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka akan semakin kecil ukuran kristal. Dari hasil uji XRF dan SEM ditarik Kesimpulan bahwa semakin tinggi temperatur akan menghasilkan jumlah silika yang paling banyak. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa temperatur pemanasan optimum pada proses sintesis adalah 140°C yang menghasilkan kemurnian silika $\pm 87\%$ serta ukuran kristal sebesar 17.06 nm dengan kristalin sebanyak 7.30% dan amorf sebanyak 93.57%.

Kata kunci: Nanosilika, abu cangkang sawit, XRD, XRF, SEM

Palembang, Maret 2025

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Saloma. S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma. S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

ANALYSIS OF NANOSILICA SYNTHESIS FROM ABU CANGKANG SAWIT WASTE USING PRECIPITATION METHOD WITH VARIATION OF HEATING TEMPERATURE

Siti Ardwinia Madiva R¹⁾, Saloma²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: ardwinamadivarosandi01@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: saloma@ft.unsri.ac.id

Abstract

Nanosilica is silica with a nanoscale size ranging from 1 to 100 nm, which serves to enhance the compressive strength of concrete. Nanosilica can be synthesized from abu cangkang sawit waste. The materials used in this study include abu cangkang sawit and a magnetic stirrer as a mixing tool. This research employs variations in heating temperatures of 100°C, 120°C, and 140°C. Microstructural testing methods, including X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM), were utilized to analyze the extracted products. From the XRD test results, it can be concluded that the greater the combustion temperature, the smaller the size crystal. From the results of XRF and SEM tests, it is concluded that higher temperatures will produce the most amount of silica. According to tests, the optimum burning temperature for the synthesis process is 140°C, which produces silica purity of about 87% with a crystal size of 17.06 nm, composed of 7.97% crystalline and 93.57% amorphous material.

Keywords: Nanosilica, abu cangkang sawit, XRD, XRF, SEM

Palembang, Januari 2025
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Saloma. S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma. S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul **“Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Abu Cangkang Sawit Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan”**. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE., M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, ST., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., IPM., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Ibu Dr. Betty Susanti S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Dosen-dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini serta membantu penulis selama perkuliahan.
7. Teristimewa penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada kedua orang tua papi Modhie dan mami Opie telah memberikan doa dengan tulus, memberi kasih sayang dengan penuh cinta, memotivasi, dan memberi dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studi sampai akhir, penulis persembahkan gelar ini untuk mami papi tercinta.
8. Saudara terkasih M. Diansyah Perdana dan M. Ardandy Triansyah yang telah memberikan support kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Keponakan penulis, Siti Adeesya Noershoumi yang menggemaskan, menghibur penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

11. Teruntuk Dewa Izza Darma Putra terimakasih telah menjadi bagian perjalanan hidup penulis, kebersamai dan berkontribusi dalam penulisan tugas akhir ini, mendukung, menghibur, mendengar keluh kesah, serta memberi apresiasi dan semangat untuk pantang menyerah dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teruntuk Masayu Ardellia Putri Wijaya terimakasih telah menjadi bagian perjalanan hidup penulis, berkontribusi banyak dalam penulisan tugas akhir ini, telah bersedia mengajarkan dalam segala hal, mendengar keluh kesah serta memberi semangat untuk pantang menyerah dalam penulisan tugas akhir ini.
13. Sahabat penulis, Belia, Alfian, Athallah, Bimo, Gerend, Nabel dan Jalu yang telah menghibur dan memberikan support dalam proses menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Sahabat penulis Dila Trisa Putri dan Gadis Melindah Sari yang telah kebersamai dan membantu selama proses perkuliahan hingga proses penyelesaian tugas akhir ini.
15. Teman-teman penelitian tugas akhir Tiara, Alifah, Alda, Rana, Ismi Naurah, Ida, Sabrina, Sendani, Fakri, Iqbal, Alvin, Egan, Ricky, Adi, Ghafaar, Endi, Irsyad yang telah berjuang bersama beberapa bulan ini.
16. Rekan-rekan angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir.

Dalam menyusun proposal ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Maret 2025



Siti Ardwina Madiva R

DAFTAR ISI

PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	xiii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ixvii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xx
RIWAYAT HIDUP	vxi
RINGKASAN	vxiii
<i>SUMMARY</i>	xviii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xx
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Metode Pengumpulan Data.....	3
1.6 Rencana Sistematika Penulisan	4
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6

2.1	Beton.....	6
2.2	Nano Teknologi	6
2.2.1.	Kelebihan Penggunaan Nano Teknologi Dalam Konstruksi.....	8
2.3.	Nanosilika	8
2.4.	Proses Sintesis	12
2.4.1.	Metode Top-down	9
2.4.2.	Metode Bottom-up	10
2.5.	Metode Presipitasi	13
2.6.	Alat Pengaduk Magnetik	16
2.7.	Cangkang Sawit.....	19
2.8.	Pengujian Mikrostruktur.....	22
2.8.1.	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	17
2.8.2.	<i>X-Ray Fluoresence</i> (XRF).....	18
2.8.3.	<i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	20
2.9.	Variasi Temperatur Pemanasan	27
BAB 3		29
METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1.	Studi Literatur	29
3.2.	Alur Penelitian	29
3.3.	Alat dan Bahan	31
3.3.1.	Abu Cangkang Sawit.....	31
3.3.2.	Larutan HCl.....	31
3.3.3.	Aquadest.....	32
3.3.4.	Kertas Saring	31
3.3.5.	Timbangan Digital.....	33
3.3.6.	Gelas Ukur.....	33

3.3.7. Saringan Mesh.....	33
3.3.8. Alat Pengaduk Magnetik.....	31
3.3.9. Oven	34
3.3.10. Alat Uji XRD.....	35
3.3.11. Alat Uji XRF	35
3.3.12. Alat Uji SEM.....	31
3.4 Tahapan Penelitian.....	36
3.4.1. Tahap 1	31
3.4.2. Tahap 2	31
3.4.3. Tahap 3	31
3.4.4. Tahap 4	31
3.4.5. Tahap 5	31
3.4.6. Tahap 6	31
3.4.7. Tahap 7	31
3.4.8. Tahap 8	31
3.4.9. Tahap 9	31
3.4.10. Tahap 10	31
3.4.11. Tahap 11	40
3.4.12. Tahap 12	40
3.4.13. Tahap 13	41
3.4.14. Tahap 14	41
3.4.15. Tahap 15	45
BAB 4	46
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Pengujian Mikrostruktur.....	48
4.1.1. <i>X-ray fluorescence (XRF)</i>	48

4.1.2. <i>X-ray Diffraction (XRD)</i>	51
4.1.3. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	62
BAB 5	64
KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Nanosilika	8
Gambar 2.2 Grafik Perolehan Silika dalam Variasi Pelarut Karbonat.....	9
Gambar 2.3 Hubungan pH Larutan Karbonat terhadap Hasil Ekstraksi Silika.....	9
Gambar 2.4 Dua Pendekatan Sintesis Nanopartikel <i>Top-down</i> dan <i>Bottom-up</i>	11
Gambar 2.5 Hasil Analisis XRD Sampel Konsentrat Pasir Besi	13
Gambar 2.6 Hasil Analisis XRD Presipitat dari Percobaan Distalasi Larutan pada 335°C	14
Gambar 2.7 Ukuran Rata-Rata Presipitat dari 3 Kondisi Distilasi Hasil Analisis dengan PSA.....	15
Gambar 2.8 Gambar Sensor MLX90614	16
Gambar 2.9 Alat Pengaduk Magnetik.....	17
Gambar 2.10 Perbandingan Pola Difraksi Hasil Uji XRD.....	22
Gambar 2.11 Spektrum Inframerah Sampel.....	24
Gambar 2.12 Hasil Pemanasan SEM Dengan Suhu 500°C	25
Gambar 2.13 Hasil Pemanasan SEM Dengan Suhu 1000°C	25
Gambar 3.1 Diagram Alir	30
Gambar 3.2 Abu Cangkang Sawit.....	31
Gambar 3.3 Larutan HCl.....	31
Gambar 3.4 Aquadest.....	32
Gambar 3.5 Kertas Saring.....	32
Gambar 3.6 Timbangan Digital	33
Gambar 3.7 Gelas Ukur.....	33
Gambar 3.8 Saringan Mesh.....	33
Gambar 3.9 Alat Pengaduk Magnetik.....	34
Gambar 3.10 Oven	34
Gambar 3.11 Alat Uji XRD	35
Gambar 3.12 Alat Uji XRF	35
Gambar 3.13 Alat Uji SEM.....	35
Gambar 3.14 <i>Furnace</i> abu cangkang sawit.....	36
Gambar 3.15 Menyaring abu cangkang sawit.....	36

Gambar 3.16 Mengeringkan abu cangkang sawit menggunakan oven.....	37
Gambar 3.17 Menyaring abu cangkang sawit.....	37
Gambar 3.18 Menimbang abu cangkang sawit.....	38
Gambar 3.19 Mencampur abu cangkang sawit dan HCl.....	38
Gambar 3.20 Melakukan <i>setting</i> suhu dan kecepatan alat <i>magnetic stirrer</i>	39
Gambar 3.21 Mengaduk campuran abu cangkang sawit	39
Gambar 3.22 Penyaringan sisa larutan HCl menggunakan aquades.....	40
Gambar 3.23 Pengeringan menggunakan oven.....	40
Gambar 3.24 Abu cangkang sawit setelah pemanasan 100°C, 120°C dan 140°C selama 3 jam.....	41
Gambar 3.25 <i>New project</i> aplikasi origin	41
Gambar 3.26 Memindahkan data dari excel ke aplikasi origin.....	42
Gambar 3.27 Plot data menjadi <i>stacked lines y</i>	42
Gambar 3.28 Data setelah di plot.....	42
Gambar 3.29 Klik <i>toolbox analysis</i>	43
Gambar 3.30 Klik <i>peaks info</i>	43
Gambar 3.31 Mencari nilai intensitas maksimum dari excel XRD	43
Gambar 3.32 Memasukkan nilai 2-theta	44
Gambar 3.33 Mencari luasan area puncak	44
Gambar 3.34 Mencari nilai luasan area total	45
Gambar 3.35 Grafik nilai luasan area total	45
Gambar 4.1 Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi temperature pemanasan 100°C.....	52
Gambar 4.2 Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi temperature pemanasan 120°C.....	52
Gambar 4.3 Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi temperature pemanasan 140°C.....	53
Gambar 4.4 Hasil XRD Variasi temperature pemanasan 100°C	53
Gambar 4.5 Hasil XRD Variasi temperature pemanasan 120°C	54
Gambar 4.6 Hasil XRD Variasi temperature pemanasan 140°C	54
Gambar 4.7 Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi temperature pemanasan 100°C.....	56

Gambar 4.8 Grafik luas area titik titik puncak dengsan variasi temperature 100°C	56
Gambar 4.9 Hasil perhitungan luas area total dengan variasi temperature pemanasan 100°C	57
Gambar 4.10 Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi temperature pemanasan 120°C.....	57
Gambar 4.11 Grafik luas area titik titik puncak dengsan variasi temperature 120°C	58
Gambar 4.12 Hasil perhitungan luas area total dengan variasi temperature pemanasan 120°C.....	58
Gambar 4.13 Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi temperature pemanasan 140°C.....	59
Gambar 4.14 Grafik luas area titik titik puncak dengan variasi temperature 140°C	59
Gambar 4.15 Hasil perhitungan luas area total dengan variasi temperature pemanasan 140°C.....	60
Gambar 4.16 Gambar SEM hasil presipitasi dengan variasi temperature pemanasan (a) 100°C, (b) 120°C dan (c) 140°C	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Semen dan Abu Cangkang Sawit	8
Tabel 2.2 Distribusi Ukuran Partikel Silika	10
Tabel 2.3 Komposisi Hasil Pembakaran Abu Cangkang Sawit	18
Tabel 2.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan	20
Tabel 2.5 Karakterisasi Elemen Menggunakan XRF	22
Tabel 4.1 Hasil XRF Presipitasi variasi temperature pemanasan 100°C	49
Tabel 4.2 Hasil XRF Presipitasi variasi temperature pemanasan 120°C	49
Tabel 4.3 Hasil XRF Presipitasi variasi temperature pemanasan 140°C	50
Tabel 4.4 Hasil perhitungan ukuran kristal variasi temperature pemanasan 100°C	60
Tabel 4.5 Hasil perhitungan ukuran kristal variasi temperature pemanasan 120°C	61
Tabel 4.6 Hasil perhitungan ukuran kristal variasi temperature pemanasan 140°C	61
Tabel 4.7 Perbandingan nilai kristalin, atmorf dan ukuran kristal	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman modern saat ini dunia telah mengalami banyak kemajuan baik dalam bidang pengetahuan maupun teknologi, terutama pada bidang konstruksi untuk membangun bangunan-bangunan dan infrastruktur salah satu contohnya yaitu nano teknologi dan material nano. Material nano yang paling umum digunakan dalam semen adalah nano-silika, nano-titania, nano-alumina, tabung nano karbon dan lain-lain (Sanchez and Sobolev 2010). Beton adalah bahan bangunan komposit yang terbuat dari campuran pengikat semen dan agregat. Yang dapat ditingkatkan kekuatan dan daya tahannya dengan menambahkan bahan lain. Partikel nanosilika adalah bahan yang ideal untuk metode ini.

Seiring dengan semakin banyaknya bangunan dan infrastruktur yang dibangun saat ini, penggunaan semen pun semakin meningkat. Meningkatnya penggunaan semen sebagai bahan bangunan menyebabkan meningkatnya dampak negatif terhadap lingkungan, karena proses produksinya menghasilkan banyak gas CO₂ atau gas karbondioksida. Diperlukan inovasi baru untuk mengatasi dampak negatif terhadap lingkungan dengan cara mengurangi jumlah semen yang digunakan saat membuat beton.

Abu cangkang sawit adalah limbah dari industri minyak sawit yang tidak digunakan. Ini mengandung bahan penting seperti silika. Abu cangkang sawit umumnya disimpan di belakang tempat pembuangan atau tempat penggilingan. Abu cangkang sawit dapat tertiuap angin dan tersebar di mana-mana dan masanya yang kecil mengakibatkan polusi udara, terpapar polusi udara ini terlalu lama dapat menyebabkan masalah pernapasan dan penyumbatan paru-paru, dan pembuangan limbah ini dapat mencemari air tanah jika dilakukan secara berkelanjutan.

Nano teknologi adalah teknologi yang memanfaatkan sifat kimiawi atau fisik material pada skala nanometer. Satu nanometer (nm) setara dengan 10⁻⁹ meter. Jika molekul atau struktur atom dirancang dalam ukuran 1 hingga 10 nm, beton akan memiliki sifat mekanik dan kimia yang sangat berbeda dibandingkan

beton yang menggunakan material berukuran mikro. Nanosilika biasanya berasal dari bahan limbah industri semikonduktor, karakter dari Nanosilika memiliki kekuatan yang lebih besar daripada baja. Selain itu, partikel Nanosilika memiliki ketahanan yang terhadap berbagai kondisi yang buruk. Salah satu masalah lingkungan yang saat ini juga menjadi perhatian adalah abu cangkang sawit hasil dari perkebunan yang tidak digunakan, banyaknya volume limbah tersebut yang dihasilkan dari sisa hasil perkebunan yang tidak dimasukkan ke dalam produk utama dari proses pengolahan kelapa sawit.

Dalam konteks konstruksi, abu cangkang sawit sering digunakan sebagai bahan semen tambahan dalam beton, meningkatkan kekuatan, daya tahan, dan kemampuan kerjanya. Penambahan abu cangkang sawit pada beton dapat meningkatkan kuat tekannya, dan juga mengurangi jumlah semen yang dibutuhkan, yang dapat mengarah pada penghematan biaya dan penurunan dampak lingkungan dari produksi semen. Ketika unsur silika ditambahkan ke dalam campuran beton, silika akan bereaksi dengan kapur bebas. Reaksi ini menghasilkan gel CSH (*Calcium Silicate Hydrate*), yang menjadi komponen utama dalam menentukan kekuatan pasta semen dan beton.

Oleh karena itu, memanfaatkan abu cangkang sawit sebagai variasi dalam pembuatan campuran beton sangat penting dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan, seperti menambahkan limbah abu cangkang sawit dalam bentuk nano yang akan diolah sehingga menghasilkan nanosilika berbahan dasar limbah abu cangkang sawit sebagai campuran beton. Dengan demikian maka dilakukan penelitian tentang sintesis nanosilika berbahan dasar limbah abu cangkang sawit menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah mengenai analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah abu cangkang sawit menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan, bagaimana efek variasi variasi temperatur pemanasan terhadap nanosilika yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis sintesis nanosilika berbasis limbah abu cangkang sawit menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan, serta mengetahui efek variasi temperatur pemanasan terhadap kualitas nanosilika yang dihasilkan.

1.4 Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini terdapat ruang lingkup sebagai berikut:

1. Limbah abu cangkang Sawit dengan saringan berukuran 200 mesh.
2. Larutan HCl 5M.
3. Temperatur yang digunakan dalam proses sintesis cangkang sawit adalah 100°C, 120°C dan 140°C.
4. Mesin Pengaduk Magnetik sebagai alat pengaduk untuk proses sintesis dengan kecepatan 500 rpm selama 3 jam.
5. Campuran abu cangkang sawit dengan HCl 5 M dengan perbandingan abu cangkang sawit:HCl 1:10.
6. Oven kapasitas suhu 100°C selama 24 jam untuk mengeringkan hasil aktivasi abu cangkang sawit.
7. Analisis mikrostruktur dengan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.5 Metode Pengumpulan Data

Adapun mengenai metode dari pengumpulan data dalam tugas akhir mengenai analisis Sintesis Nanosilika berbahan dasar limbah cangkang sawit menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan dan menggunakan dua metode berupa:

1. Data Primer

Pada tugas akhir ini data primer didapat secara langsung dari pengujian yang dilakukan di laboratorium serta hasil bimbingan secara langsung kepada dosen pembimbing.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam tugas akhir ini diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian dan dari bacaan online. Studi pustaka digunakan sebagai referensi untuk pembahasan penelitian.

1.6 Rencana Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada penelitian ini mengenai analisis Sintesis Nanosilika berbahan dasar limbah cangkang sawit menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang dari rumusan masalah, tujuan dari penelitian, ruang lingkup, metode dari pengumpulan data dan sistematika penulisan dalam tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan mengenai kajian literatur yang digunakan dalam tugas akhir sebagai penjelasan teori dari pustaka dan literatur mengenai definisi analisis Sintesis Nanosilika berbasis limbah cangkang sawit menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai material dan alat uji yang akan digunakan dalam tugas akhir, pelaksanaan penelitian tugas akhir yang meliputi bagaimana analisis Sintesis Nanosilika berbahan dasar limbah cangkang sawit menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengolahan data dari pengujian laboratorium mengenai analisis sintesis nanosilika berbahan limbah cangkang sawit menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian tugas akhir untuk dipergunakan kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, N., Khan, A. M., Shujait, S., Chaudhary, K., Ikram, M., Imran, M., & Maqbool, M. (2022). Synthesis of nanomaterials using various top-down and bottom-up approaches, influencing factors, advantages, and disadvantages: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 300, 102597.
- Anonymous, (2010). Hasil Foto dan Analisa Arang Cangkang Sawit, Laboratorium Furnace dan Struktur Mikro, Badan Tenaga Atom, Serpong LIPI.
- Abdul Gani Haji. (2013). Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 9, No. 3.
- Ahmed, H. U., Ibrahim, D. F., Mustafa, R. O., & Faraj, R. H. (2022). Synthesis and characterization of Nano ashes from different waste materials and their effects on the compressive strength of sustainable concrete: A systematic review. *SULAIMANI JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES*, 9(2), 10-22.
- Boddolla, S., & Thodeti, S. (2018). A review on characterization techniques of nanomaterials. *International Journal of Engineering, Science and Mathematics*, 7(1), 169-175.
- Borgonovo, Cecilia. (2010). Alumunium Nano- composites for Elevated Temperature Applications. Tesis Tidak Diterbitkan. USA: Material Science and Engineering. Worcester Polytechnic Institute. Worcester
- Boldoo, T., Ham, J., Kim, E., & Cho, H. (2020). Review of the photothermal energy conversion performance of nanofluids, their applications, and recent advances. *Energies*, 13(21), 5748.
- Bhattacharya, S., & Murkute, M. (2011). Nanomaterials: Applications in Nanomedicine and Life Sciences. *Journal of Nanotechnology in Engineering and Medicine*.
- Bunaciu, Andrei A., Elena Gabriela UdriȘtioiu, and Hassan Y. Aboul-Enein. "X-ray diffraction: instrumentation and applications." *Critical reviews in analytical chemistry* 45.4 (2015): 289-299.
- Bambang S, (2007). Komponen Kimia cangkang Sawit dan pengaruhnya terhadap

- serat beton, Science and Technology.
- Cement Concrete & Aggregates Australia. (2018). Amorphous Silica Properties, Characterisation and Uses. Technical Note 79.
- Dabukke, H., Primasyukra, M. A., Lasiyah, N., & Gaol, M. A. L. (2023). Analisis Kecepatan Putaran Hotplate Magnetic Stirrer Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Mutiara Elektromedik*, 7(1), 26-30.
- Frisda, Tani, Muhammad Aswin, and Ahmad Perwira M. Tarigan. "Potensial penggunaan bata ECC berbasis silica fume dan abu cangkang sawit berdasarkan kuat tekan." *Siklus: Jurnal Teknik Sipil* 8.2 (2022): 261-271
- Gajanan, K., and S. N. Tijare. "Applications of nanomaterials." *Materials Today: Proceedings* 5.1 (2018): 1093-1096.
- G. Fouda, M.M., 2012. Antibacterial Modification of Textiles Using Nanotechnology, in: Bobbarala, V. (Ed.), A Search for Antibacterial Agents. InTech. <https://doi.org/10.5772/45653>
- Gurning, Alfred, and M. Zaki Mubarak. "Recovery besi dan titanium serta regenerasi asam dari larutan hasil pelindian konsentrat pasir besi dalam larutan asam klorida menggunakan metode distilasi."
- Haryanti, A., Norsamsi, N., Sholiha, P. S. F., & Putri, N. P. (2014). Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit. *Konversi*, 3(2), 20-29.
- Horikoshi, S. dan Serpone, N., 2013, *Microwave in Nanoparticle Sintesis*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KgaA, Manheim.
- Hawley. (1999). The effect of heating on the manufacture of activated charcoal.
- Ibadillah, Achmad, Riza Alfita, and Deni Tri Laksono. "Hotplace Magnetic Stirrer Automatic Heat Control and Water Velocity Based on PID (Proportional Integral Derivative)." *Procedia of Engineering and Life Science* 1.1 (2021).
- Irsyad, Lalu Patria, and Sri Lestari. "Perancangan Alat Magnetic Stirrer Dengan Pengaturan Kecepatan Pengaduk Dan Pengaturan Waktu Pengadukan." *Infact: International Journal of Computers* 1.2 (2016).
- Itteridi, Vike. "Pengaruh Substitusi Abu Cangkang Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton." *Jurnal Ilmiah Bering's* 5.01 (2018): 21-26.
- Jafari, V., & Allahverdi, A. (2022). Synthesis of nanosilica from silica fume using an acid-base precipitation technique and PVA as a nonionic surfactant.

- Journal of Ultrafine Grained and Nanostructured Materials, 47(2), 105–112.
- Jamaludin, A., & Adiantoro, D. (2014). Analisis kerusakan X-ray fluorescence (XRF). *PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir*, (9-10).
- Jayanti, Regna Tri. "Ekstraksi Silika dari Fly Ash Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Variasi Pelarut Karbonat." *Jurnal Teknik Kimia USU* 12.1 (2023): 9-17.
- Mirnandaulia, M., Hariyanto, H., Hidayani, T. R., & Syahputra, I. (2023). PREPARASI SLUDGE DAN ABU BOILER DARI PABRIK KELAPA SAWIT UNTUK BAHAN CAMPURAN MATERIAL POLIMER. *Jurnal Agroindustri, Agribisnis, dan Agroteknologi*, 2(1), 32-37.
- Permana, E., Cristine, I., Murti, S. S., & Yanti, F. M. (2020). Preparasi dan Karakterisasi Katalis Cu/ZnO dengan Support Karbon Aktif menggunakan Aktivator H₃PO₄ dan ZnCl₂. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 6-15.
- Quercia, G., Lazaro, A., Geus, J. W., & Brouwers, H. J. H. (2022). Characterization of morphology and texture of several amorphous nano-silica particles used in concrete. *Cement and Concrete Composites*, 44, 77-92.
- Rahardja, Istianto Budhi, Vianda Nia C. Surbakti, and Ahdiat L. Siregar. "Empowering Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Bata Beton Ringan (Light-Weight Concrete)." *Jurnal Teknologi* 14.1 (2022): 119-126.
- Rizka, Anggriz Bani. Pengaruh Temperatur Kalsinasi Dan Waktu Penahanan Terhadap Pertumbuhan Kristal Nanosilika. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2014.
- Rosmiyani, T., Sari, T. K., Alizar, A., & Mulia, M. (2023). Metode Sol Gel Untuk Mengekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi. *Periodic*, 12(3), 67-70.
- Saputra, R., Saputra, E., & Yelmida, Y. Sintesis ZSM-5 Menggunakan Silika Presipitasi dari Fly Ash Pabrik CPO (Doctoral dissertation, Riau University).
- Sanchez, Florence, and Konstantin Sobolev. "Nanotechnology in concrete—a review." *Construction and building materials* 24.11 (2010): 2060-2071.
- Tamanna, N. J., Hossain, M. S., Bahadur, N. M., & Ahmed, S. (2024). Green synthesis of Ag₂O & facile synthesis of ZnO and characterization using FTIR, bandgap energy & XRD (Scherrer equation, Williamson-Hall, size-

- train plot, Monshi-Scherrer model). *Results in Chemistry*, 7, 101313.
- Vivek, D., Elango, K. S., Saravanakumar, R., Rafek, B. M., Ragavendra, P., Kaviarasan, S., & Raguram, E. (2021). Effect of nano-silica in high performance concrete. *Materials Today: Proceedings*, 37, 1226-1229.
- Zulnazri, Z., Bahri, S., Dewi, R., & ZA, N. (2023). Analisa Pengaruh Waktu dan Furnace pada Pembentukan Silika dari Sekam Padi. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(5), 683-692.