

LAPORAN HASIL PENELITIAN
"SINTESIS DAN KARAKTERISASI *GREEN HYBRID MATERIAL*
***NANOCRYSTALLINE CELLULOSE-TITANIUM DIOKSIDA (NCC/TIO₂)* DARI**
LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)"



DISUSUN OLEH :

Teodora Merry M.V

22031010144

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2026

**"SINTESIS DAN KARAKTERISASI GREEN HYBRID MATERIAL
NANOCRYSTALLINE CELLULOSE-TITANIUM DIOKSIDA (NCC/TIO₂)
DARI LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)"**

Skripsi

Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh

**Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Kimia**



DISUSUN OLEH

Teodora Merry M.V.

22031010144

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2026



LAPORAN HASIL PENELITIAN
 "Pembuatan Pupuk Organik Padat Berbasis Kulit Durian Dan Stardec
 Dengan Metode Composting Aerob"

LEMBAR PENGESAHAN
 LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS DAN KARAKTERISASI GREEN HYBRID MATERIAL
 NANOCRYSTALLINE CELLULOSE-TITANIUM DIOKSIDA (NCC/TIO₂) DARI
 LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)"

DISUSUN OLEH:

TEODORA MERRY M.V.

NPM. 22031010144

Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji

Pada tanggal : 7 Mei 2020

Dosen Penguji

Dosen Pembimbing

1.

1.

(Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.)
 19650731 199203 2 001

(Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.)
 19660621 199203 2 001

2.

2.

(Ir. Ketut Sumada, M.S.)
 19620118 198803 1 001

(Ilka Nawang Puspitawati, ST, MT)
 19880225 202012 2 008

Mengesah,

Dekan Fakultas Teknik & Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Iriyah, M.P.
 NIP. 19650403 199103 2 001

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis dan Karakterisasi *Green Hybrid Material Nanocrystalline*
Cellulose-Titanium Dioksida (NCC/TiO₂) dari Limbah Tandan
Kosong Kelapa Sawit (TKKS)"

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS DAN KARAKTERISASI *GREEN HYBRID MATERIAL*
NANOCRYSTALLINE CELLULOSE-TITANIUM DIOKSIDA (NCC/TIO₂)
DARI LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)"

DISUSUN OLEH:

TEODORA MERRY M.V.

22031010144

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


(Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.)
19660621 199203 2 001


(Ika Nawang Puspitawati, ST, MT)
19880225 202012 2 008



LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis dan Karakterisasi *Green Hybrid Material Nanocrystalline Cellulose-Titanium Dioksida (NCC/TiO₂)* dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)"

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: 1. Teodora Merry M.V

NPM. 22031010144

2. Raihan Navil Junizal

NPM. 22031010154

Jurusan Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/tidak ada revisi *) Proposal/ Skripsi/ Kerja praktek, dengan Judul:

"SINTESIS DAN KARAKTERISASI *GREEN HYBRID MATERIAL NANOCRYSTALLINE CELLULOSE-TITANIUM DIOKSIDA (NCC/TIO₂)* DARI LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)"

Surabaya, 7 Mei 2026

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. (Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.)
NIP. 19650731 199203 2 001

2. (Ir. Ketut Sumada, M.S.)
NIP. 19620118 198803 1 001

Mengetahui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

(Dr. Ir. Smita Soraya Santi, M.T.)
19660621 199203 2 001

(Ika Nawang Puspitawati, ST, MT)
19880225 202012 2 008

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Teodora Merry Meriba Vica Juliana Br. Lumbanraja
NPM : 22031010144
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/ Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/ Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 07 Mei 2026

Yang Membuat Pernyataan

Teodora Merry Meriba Vica Juliana Br. Lumbanraja

(22031010144)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga terselesaikan penyusunan laporan hasil penelitian dengan judul “Sintesis *Nanocrystalline Cellulose* (NCC) dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai *Green Hybrid Material* dengan Aplikasi Fotokatalis Berbasis TiO_2 ”.

Dalam penyusunan proposal penelitian ini, tidak lepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah,MP. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Dr.Ir. Sintha Soraya Santi,MT selaku Koordinator Program Studi Teknik dan Sains Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Rachmad Yogaswara, ST, MT selaku Kepala Laboratorium Riset Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
4. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T. selaku dosen pembimbing 1 penelitian
5. Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 penelitian
6. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T. selaku dosen penguji 1 penelitian
7. Ir. Ketut Sumada, M.T. selaku dosen penguji 2 penelitian
8. Kedua orang tua penyusun yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materil

Penyusun menyadari akan kekurangan pada penyusunan laporan hasil penelitian ini. Sehubungan dalam hal tersebut, penyusun mengharapkan saran dan kritiknya semua pihak guna menjadi bahan perbaikan dalam penyusunan proposal penelitian kedepannya. Semoga proposal penelitian ini memberikan manfaat kepada pembaca.

Surabaya, 22 Desember 2025

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	4
I.3 Manfaat Penelitian	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Teori Umum.....	5
II.1.1 Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit	5
II.1.2 Karakteristik dan Komposisi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit ...	5
II.1.3 Nanocrystalline Cellulose (NCC)	7
II.1.4 Titanium Dioksida.....	8
II.1.5 Fotokatalis	8
II.1.6 Proses Delignifikasi	9
II.1.7 Proses Hidrolisis.....	10
II.1.8 Metode Sintesis Nanokomposit	13
II.1.9 Analisis Fourier Transform Infrared (FT-IR)	13
II.1.10 Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM)	14
II.2 Landasan Teori	15
II.2.1 Proses Delignifikasi Lignoselulosa	15
II.2.2 Proses Hidrolisis Selulosa	15
II.2.3 Proses Sintesis Nanokomposit	16
II.2.4 Faktor Yang Mempengaruhi	17
II.2.5 Hipotesis.....	22

BAB III	23
PELAKSANAAN PENELITIAN	23
III.1 Pelaksanaan Penelitian	23
III.2 Bahan Penelitian	23
III.3 Rangkaian Alat	23
III.3.1 Rangkaian Alat Proses Delignifikasi dengan Natrium Hidroksida	23
III.3.2 Rangkaian Alat Proses Hidrolisis Asam Sulfat	24
III.3.3 Rangkaian Alat Sintesis Nanokomposit	24
III.4 Kondisi dan Variabel Penelitian	25
III.4.1 Proses Delignifikasi	25
III.4.2 Proses Hidrolisis	25
III.4.3 Sintesis Nanokomposit	25
III.5. Diagram Alir.....	27
III.5.1 Delignifikasi dengan Natrium Hidroksida.....	27
III.5.2 Hidrolisis Asam Sulfat.....	28
III.5.3 Sintesis Nanokomposit Nanocrystalline Cellulose -TiO ₂	29
III.6. Uraian Proses.....	30
III.6.1 Delignifikasi dengan Natrium Hidroksida.....	30
III.6.2 Hidrolisis Asam Sulfat.....	30
III.6.3 Sintesis Nanokomposit <i>Nanocrystalline Cellulose</i> -TiO ₂	30
III.6.4 Pengolahan Data	30
III.7 Timeline Penelitian.....	34
BAB IV	35
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
IV.1 Sintesis Nanocrystalline Cellulose (NCC)	35
IV.1.1 Karakteristik Kandungan Awal Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	35
IV.1.2 Analisis Yield Sintesis <i>Nanocrystalline Cellulose</i> (NCC) dari TKKS	36
IV.2 Sintesis Nanokomposit NCC-TiO ₂	37
IV.2.1 Hasil Pengamatan Massa Nanokomposit NCC-TiO ₂	37
IV.2.2 Analisis Fourier Transform Infrared (FT-IR).....	42

IV.2.3 Analisis Scanning Electron Microscope (SEM).....	44
IV.2.4 Analisis Pengaruh Variabel dengan Pendekatan <i>Respond Surface</i> <i>Metodology</i> (RSM)	46
BAB V.....	53
KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
V.1 Kesimpulan.....	53
V.1 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN A.....	60
LAMPIRAN B	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Struktur Kimia Selulosa (Rowell, 2012)	6
Gambar II. 2 Struktur Kimia Hemiselulosa (Rowell, 2012)	6
Gambar II. 3 Struktur Kimia Penyusun Lignin (a) p-coumaryl, (b) coniferyl, dan (c) sinapyl alcohol (Rowell, 2012).....	7
Gambar II. 4 Mekanisme Reaksi Hidrolisis Asam (Muhaimin et al., 2018)	10
Gambar II. 5 Mekanisme Reaksi Hidrolisis Enzimatik (Sutarno et al., 2021).....	11
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Proses Delignifikasi	23
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Proses Hidrolisis asam	24
Gambar III. 3 Rangkaian Alat Sintesis Nanokomposit.....	24
Gambar III. 4 Diagram Alir Proses Delignifikasi dengan Natrium Hidroksida ...	27
Gambar III. 5 Diagram Alir Proses Hidrolisis Asam Sulfat	28
Gambar III. 6 Diagram Alir Proses Sintesis Fotokatalis Nanocrystalline Cellulose - TiO ₂	29
Gambar III. 7 Input Variabel Proses	31
Gambar III. 8 Input Response Percobaan	32
Gambar III. 9 Input Data Percobaan	32
Gambar III. 10 Analisis Data Percobaan.....	33
Gambar IV. 1 Hubungan antara Rasio NCC terhadap TiO ₂ (b/b%) dengan Massa Nanokomposit NCC-TiO ₂ disetiap Waktu Sintesis (menit).....	38
Gambar IV. 2 Hubungan antara Waktu Sintesis (menit) dengan Massa Nanokomposit NCC-TiO ₂ disetiap Rasio NCC terhadap TiO ₂ (b/b%).....	40
Gambar IV. 3 Hasil Uji FT-IR dari Nanokomposit NCC-TiO ₂ 50%-100 Menit .	42
Gambar IV. 4 Hasil Uji SEM (a)NCC-TiO ₂ 50%-100 Menit pada perbesaran 10.000x (b)Nanocrystalline Cellulose (Raza et al., 2022) (c)NCC-TiO ₂ 50%-100 Menit pada perbesaran 20.000x (d)NCC-TiO ₂ (Moodley et al., 2021).....	44
Gambar IV. 5 afik Perbandingan Response Massa Nanokomposit dalam Bentuk Predicted Vs Actual.....	49
Gambar IV. 6 Grafik Contour Plot Komposisi NCC terhadap Waktu Sintesis terhadap Massa Nanokomposit NCC-TiO ₂	50

Gambar IV. 7 Ilustrasi Surface Plot Hubungan antara Rasio NCC terhadap TiO_2 (b/b%) dan Waktu Sintesis (Menit) terhadap Massa Nanokomposit NCC- TiO_2 . 51

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Standard Produk Fotokatalis TiO ₂ (Aeroxide TiO ₂ P25)	9
Tabel II. 2 Jenis Alkali dalam Proses Delignifikasi.....	9
Tabel II. 3 Metode Hidrolisis	11
Tabel II. 4 Jenis Asam pada Proses Hidrolisis.....	12
Tabel II. 5 Metode Sintesis Nanokomposit.....	13
Tabel III. 1 Timeline Penelitian	34
Tabel IV. 1 Kandungan Awal Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit	35
Tabel IV. 2 Perbandingan Hasil Sintesis dengan Literatur	36
Tabel IV. 3 Massa Nanokomposit NCC-TiO ₂ Hasil Sintesis	37
Tabel IV. 4 Data Optimasi dengan Response Surface Methodology (RSM)	46
Tabel IV. 5 Hasil Optimasi RSM dari Data Menggunakan Metode Anova	47
Tabel IV. 6 Perbandingan Model Persamaan yang Disarankan oleh Software	48
Tabel IV. 7 Koefisien Determinasi untuk Model Regresi yang Diperoleh dari Hasil Optimasi terhadap 13 Data.....	48