

**SINTESIS BIOADSORBEN KRISTAL VIOLET BERBASIS SELULOSA DARI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DENGAN AKTIVASI
MENGUNAKAN PEMANASAN MICROWAVE**

Skripsi

**Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

Program Studi Teknik Kimia



DISUSUN OLEH

HILMI RAFIE ARDYA

NPM. 22031010121

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK & SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR

SURABAYA

2026



Laporan Hasil Penelitian
Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong
Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan
Microwave

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS BIOADSORBEN KRISTAL VIOLET BERBASIS SELULOSA DARI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DENGAN AKTIVASI
MENGGUNAKAN PEMANASAN MICROWAVE"

DISUSUN OLEH :
HILMI RAFIF ARDYA
NPM. 22031010121

Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji.

Pada tanggal : 02 Juni 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dr. T. Ir. Susilowati, M.T.

NIP. 19621120 199103 2 001

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.

NIP. 19660621 199203 2 001

Dosen Penguji II

Ir. Ketut Sumada, M.S.

NIP. 19620118 198803 1 001

Dosen Pembimbing II

Renova Panjaitan, ST, MT.

NIP. 19950623 202406 2 003

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL PENELITIAN

**"SINTESIS BIOADSORBEN KRISTAL VIOLET BERBASIS SELULOSA DARI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DENGAN AKTIVASI
MENGUNAKAN PEMANASAN MICROWAVE"**

DISUSUN OLEH :

HILMI RAFIF ARDYA
NPM. 22031010121

Laporan Hasil Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Slntha Soraya Santi, M.T.)

NIP. 19660621 199203 2 001

Dosen Pembimbing II

(Rendy Panjaitan, ST, MT)

NIP. 19950623 202406 2 003



Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : 1. Hilmi Rafif Ardy

NPM. 22031010121

2. Sandy Aulia Treeana

NPM. 22031010239

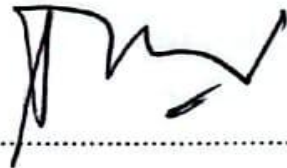
Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ laporan hasil penelitian, dengan judul :

“SINTESIS BIOADSORBEN KRISTAL VIOLET BERBASIS SELULOSA DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DENGAN AKTIVASI MENGGUNAKAN PEMANASAN MICROWAVE”

Surabaya, 2 Juni 2026

Dosen penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. T. Ir. Susilowati, M.T
NIP. 19621120 199103 2 001

()

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

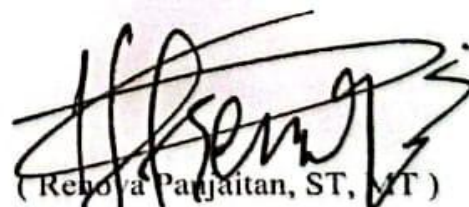
()

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

()
(Renova Panjaitan, ST, MT)
NIP. 19950623 202406 2 003



Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hilmi Rafif Ardy
NPM : 22031010121
Program : Sarjana (S1)/~~Magister (S2)~~/~~Doktor (S3)~~
Fakultas/Program Studi : Teknik & Sains / Teknik Kimia
Judul Skripsi : Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas akhir~~/Skripsi/~~Tesis~~/~~Disertasi~~* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah 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, 02 Juni 2026
Yang membuat pernyataan,



(Hilmi Rafif Ardy)



Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul “Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave”. Laporan ini menjadi salah satu dari syarat kelulusan dari program studi Teknik Kimia. Laporan ini disusun melalui kajian dan dilengkapi dengan teori-teori yang mendukung. Laporan penelitian ini tidak dapat tersusun dengan baik apabila tanpa bantuan baik pemikiran, kritik dan saran. Oleh karena itu, tidak lupa penyusun ucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M. T. selaku koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M. T selaku dosen pembimbing penelitian.
4. Renova Panjaitan, ST, MT selaku dosen pembimbing penelitian
5. Dr. T. Ir. Susilowati, M.T. selaku dosen penguji penelitian.
6. Ir. Ketut Sumada, M.S. selaku dosen penguji penelitian.
7. Kedua orang tua dan saudara kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun material

Penyusun menyadari dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan. Maka penyusun mengharapkan kritik dan saran yang dapat membantu dalam penyusunan laporan yang lebih baik. Penyusun mengharapkan laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Fakultas Teknik dan Sains khususnya jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 01 Desember 2025

Penyusun



Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan	3
I.3 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Teori Umum.....	4
II.1.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
II.1.2 Lignoselulosa.....	5
II.1.3 Selulosa	5
II.1.4 Delignifikasi	7
II.1.5 Karbonisasi	8
II.1.6 Aktivasi Karbon Aktif	8
II.1.7 Pemanasan Gelombang Mikro	9
II.1.9 Kristal Violet	11
II.2 Landasan Teori	13
II.2.1 Prinsip Kerja Pemanasan Gelombang Mikro	13
II.2.2 Proses Pembuatan Karbon Aktif dengan Aktivasi Microwave	14
II.2.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Proses Delignifikasi	14
II.2.4 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Proses Aktivasi	15
II.3 Hipotesis	15
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	16
III.1 Pelaksanaan Penelitian	16
III.2 Bahan.....	16
III.3 Rangkaian Alat	16
III.4 Variabel Penelitian	17
III.4.1 Kondisi yang ditetapkan	17
III.4.2 Kondisi pengubah yang dijalankan pada proses Aktivasi	17



Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

III.5 Diagram Alir.....	17
III.6 Prosedur Penelitian.....	21
III.6.2 Rencana Analisa	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
IV.1 Analisa Bahan Baku.....	25
IV.2 Pengaruh Daya Dan Waktu Terhadap Kadar Air.....	26
IV.3 Pengaruh Daya Dan Waktu Terhadap Kadar Abu	28
IV.4 Pengaruh Daya Dan Waktu Terhadap Efisiensi Penyerapan Adsorbansi Kristal Violet.....	30
IV.5 Analisis Scanning Electron Microscope (SEM)	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
V.1 Kesimpulan.....	35
V.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN I	40
LAMPIRAN II.....	43



Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
Gambar II. 2 Komposisi Lignoselulosa.....	5
Gambar II. 3 Struktur Selulosa.....	6
Gambar II. 4 Pemanasan Microwave dan Konvensional	10
Gambar II. 5 Struktur Kristal Violet	12
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Aktivasi Microwave	16
Gambar III. 3 Diagram alir Pembuatan Larutan NaOH	17
Gambar III. 4 Diagram alir Pembuatan Larutan Crystal Violet	18
Gambar III. 5 Diagram alir Proses Delignifikasi	19
Gambar III. 6 Diagram alir Aktivasi Tandan Kosong Kelapa Sawit	20
Gambar III. 7 Diagram alir Adsorpsi Menggunakan Kristal Violet.....	20
Gambar IV. 1 Grafik Analisa Bahan Baku.....	25
Gambar IV. 2 Grafik Pengujian Kadar Air Karbon Akif	26
Gambar IV. 3 Grafik Pengujian Kadar Abu Karbon Akif	29
Gambar IV. 4 Grafik Efisiensi Adsorpsi Kristal Violet	30



Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Kandungan Tandan Kosong Kelapa Sawit	4
Tabel II. 2 Syarat Mutu Karbon Aktif	11
Tabel II. 3 Sifat Fisika dan Sifat Kimia Kristal Violet.....	13
Tabel IV. 1 Hasil Analisis Bahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit	25
Tabel IV. 2 Pengujian Kadar Air Karbon Aktif	26
Tabel IV. 3 Pengujian Kadar Abu Karbon Akif.....	28



Laporan Hasil Penelitian

Sintesis Bioadsorben Kristal Violet Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Aktivasi Menggunakan Pemanasan Microwave

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis bioadsorben berbasis selulosa dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan aktivasi menggunakan pemanasan microwave sebagai adsorben zat warna kristal violet. Pemanfaatan TKKS dipilih karena limbah ini memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi dan belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga berpotensi dikembangkan menjadi karbon aktif yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis. Penelitian dilakukan melalui tahapan delignifikasi menggunakan larutan NaOH 12%, karbonisasi pada suhu 500°C selama 2 jam, serta aktivasi microwave dengan variasi daya 400–800 watt dan waktu aktivasi 4–16 menit. Karbon aktif yang dihasilkan kemudian diuji melalui analisis kadar air, kadar abu, efisiensi adsorpsi kristal violet menggunakan spektrofotometer UV-Vis, serta analisis morfologi permukaan menggunakan SEM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses delignifikasi mampu meningkatkan kandungan selulosa dari 37,12% menjadi 40,53% dan menurunkan kadar lignin dari 23,41% menjadi 2,55%, sehingga TKKS menjadi lebih efektif digunakan sebagai bahan baku bioadsorben. Selain itu, peningkatan daya dan waktu aktivasi microwave menyebabkan kadar air karbon aktif semakin menurun hingga mencapai nilai terendah sebesar 4,56%, sedangkan kadar abu mengalami peningkatan seiring bertambahnya daya aktivasi akibat terbentuknya residu mineral dan oksida selama proses pemanasan. Meskipun demikian, seluruh sampel memenuhi standar mutu SNI 06-3730-1995. Efisiensi adsorpsi kristal violet mengalami peningkatan seiring bertambahnya daya aktivasi hingga mencapai kondisi terbaik pada daya 600 watt dengan waktu 10 menit. Namun, pada daya yang terlalu tinggi efisiensi adsorpsi mengalami penurunan akibat kemungkinan kerusakan struktur pori karbon aktif. Hal ini menunjukkan bahwa daya dan waktu aktivasi microwave memberikan pengaruh terhadap kualitas serta kemampuan adsorpsi bioadsorben yang dihasilkan.

Kata Kunci: Bioadsorben, Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Aktivasi Microwave.