

**ISOLASI NANOSERAT SELULOSA DARI TANDAN KOSONG  
SAWIT (*Elaeis guinensis* Jack) DENGAN  
MENGUNAKAN TEMPO**

**SKRIPSI**

**RINO EPRIADI HARAHAHAP  
120802002**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2017**

**ISOLASI NANOSERAT SELULOSA DARI TANDAN KOSONG  
SAWIT (*Elaeis guinensis* Jack) DENGAN  
MENGUNAKAN TEMPO**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Sains

**RINO EPRIADI HARAHAP  
120802002**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2017**

## PERSETUJUAN

Judul : Isolasi Nanoserat Selulosa dari Tandan Kosong  
Sawit (*Elaeis guinensis* Jack) dengan  
Menggunakan TEMPO  
Kategori : Skripsi  
Nama : Rino Epriadi Harahap  
Nomor Induk Mahasiswa : 120802002  
Program Studi : Sarjana (S-1) Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sumatera Utara

Disetujui di

Medan, Juni 2017

Komisi Pembimbing:  
Pembimbing 2

Pembimbing 1

Dr. Yugia Muis, M.Si  
NIP. 195310271980032003

Saharman Gea, Ph.D  
NIP. 196811101999031001

Diketahui/Disetujui oleh :  
Departemen Kimia FMIPA USU  
Ketua,

Dr. Cut Fatimah Zuhra, M.Si  
NIP. 197404051999032001

**PERNYATAAN**

**ISOLASI NANOSERAT SELULOSA DARI TANDAN KOSONG  
SAWIT (*Elaeis guinensis* Jack) DENGAN  
MENGUNAKAN TEMPO**

**SKRIPSI**

Saya mengakui skripsi ini adalah hasil kerja saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, Juni 2017

RINO EPRIADI HARAHAP  
120802002

## PENGHARGAAN

Bismilahirrohmanirrohim

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT dengan karunia-Nya. Ahamdulillah saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Shalawat beriring salam saya haturkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW yang telah menjadi pedoman dalam kehidupan.

Penghargaan yang tinggi kepada orangtua tercinta untuk ayahanda M. Rosad Harahap dan ibunda Nurhamida Siregar atas kasih sayang yang tiada terkira, dan senantiasa memberikan pengajaran dan motivasi dalam hidup saya untuk menjadi yang lebih baik.

Kepada bapak Saharman Gea, Ph. D selaku dosen pembimbing 1 dan ibu Dr. Yugia Muis, M.Si selaku dosen pembimbing 2 yang telah membantu dan memberikan arahan serta bimbingannya sehingga terselesaikan skripsi ini. Tidak lupa juga ibu Dr. Cut Fatimah Zuhra, M.Si dan ibu Dr. Sovia Lenny, M.Si selaku ketua dan sekretaris Departemen Kimia FMIPA USU. Kepada bapak Prof, Dr. Jamaran Kaban. M.Sc selaku dosen wali saya, terima kasih atas arahan yang bapak berikan kepada saya dan kepada seluruh dosen FMIPA USU yang telah memberikan ilmunya selama masa pendidikan saya. Kepada kak Martha Martinni, Ayu Manja dan bg Arie Genap terima kasih atas bantuannya. Untuk teman-teman dan adik-adik asisten Kimia LIDA: Zulfahmi, Etika, Destia Maulida, Nidaul dan lain-lain yang tidak bisa saya sebut satu persatu terima kasih atas arahan dan dukungannya dan tak lupa kepada kak Sri Rahayu selaku laboran laboratorium Kimia LIDA terima kasih atas arahan dan fasilitas yang diberikan kepada saya serta seluruh teman-teman stambuk 2012.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, karena keterbatasan literatur dan ilmu pengetahuan. oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Penulis

# ISOLASI NANOSERAT SELULOSA DARI TANDAN KOSONG SAWIT (*Elaeis guinensis* Jack) DENGAN MENGUNAKAN TEMPO

## ABSTRAK

Isolasi nanoserat selulosa dari tandan kosong sawit (*Elaeis guinensis* Jack) dengan menggunakan TEMPO telah dilakukan. Tandan kosong sawit didelignifikasi dengan  $\text{HNO}_3$  3,5% dan  $\text{NaNO}_2$ , kemudian diendapkan dengan  $\text{NaOH}$  17,5% serta proses pemutihan dengan  $\text{H}_2\text{O}_2$  10%. Nanoserat selulosa diperoleh melalui media oksidasi TEMPO, Homogenisasi dan Ultrasonikasi. Hasil analisa ukuran partikel diukur dengan *Transmission Electron Microscopy* (TEM) menunjukkan bahwa nanoserat selulosa yang diperoleh memiliki diameter 11-69 nm. Hasil analisa ketahanan termal diukur dengan *Thermogravimetric Analysis* (TGA) menunjukkan bahwa nanoserat selulosa terdekomposisi pada suhu  $240^\circ\text{C}$ . Hasil Analisa gugus fungsi diukur dengan *Fourier Transform Infra-Red* (FT-IR) menunjukkan adanya serapan gugus C-H pada bilangan gelombang  $2900\text{ cm}^{-1}$ . Pada bilangan gelombang  $3348\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H dan pada bilangan gelombang  $1064\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya serapan gugus C-O-C yang menunjukkan bahwa adanya ikatan glikosida dalam sturuktur nanoserat selulosa. Hasil analisa TEM, TGA dan FT-IR menunjukkan bahwa media oksidasi TEMPO dapat menghasilkan serat selulosa berukuran nano dari tandan kosong sawit.

Kata kunci: TEMPO; Nanoserat selulosa; Ketahanan Termal; Tandan Kosong Sawit (TKS)

**ISOLATION OF CELLULOSE NANOFIBER OF OIL PALM  
EMPTY FRUIT BUNCH (*Elaeis guinensis* Jack)  
BY USING TEMPO**

**ABSTRACT**

Isolation of cellulose nanofiber of Oil Palm Empty Fruit Bunch (*Elaeis guinensis* Jack) by using TEMPO has been performed. A bunch of empty palm delignificated with 3,5% nitrit acid and sodium nitrite, then the residue was treated with 17,5% sodium hydroxide, and bleached with 10% hydrogen peroxide. Cellulose nanofiber was obtain through TEMPO mediated oxidation, Homogenization and Ultrasonication. The result of the particle size was investigated by *Transmission Electron Microscopy* (TEM) analysis showed that cellulose nanofiber have diameter is 11-69 nm, the result of the thermal resistance was investigated by *Thermogravimetric Analysis* (TGA) showed that cellulose nanofiber decomposition at 240°C and the result of the function group was investigated by *Fourier Transform Infra-Red* (FT-IR) analysis showed there are the C-H group of wave number at 2900 cm<sup>-1</sup>. The wavenumber at 3448 cm<sup>-1</sup> is representative of the O-H group and wave number at 1064 cm<sup>-1</sup> showed there are C-O-C group which indicated that there are glycoside bonding in the structure of cellulose nanofiber. The result of the TEM, TGA and FT-IR analysis indicated that TEMPO mediated oxidation can produce cellulose fiber nano sized of Oil Palm Empty Fruit Bunch (*Elaeis guinensis* Jack).

*Keywords: TEMPO; Cellulose Nanofiber; Thermal resistance; Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB)*

## DAFTAR ISI

	Halaman
Persetujuan	i
Pernyataan	ii
Penghargaan	iii
Abstrak	iv
Abstract	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Singkatan	x
Daftar Lampiran	xi
Bab 1   Pendahuluan	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Lokasi Penelitian	4
1.7. Metodologi Penelitian	4
Bab 2   Tinjauan Pustaka	
2.1. Kelapa Sawit	5
2.2. Tandan Kosong Sawit	6
2.3. Selulosa	6
2.3.1. Pengertian Selulosa	6
2.3.2. Sumber Selulosa	8
2.3.3. Sifat Kimia Selulosa	9
2.4. TEMPO	10
2.4.1. Pengertian TEMPO	10
2.4.2. Kegunaan TEMPO	11
2.4.3. Oksidasi Selulosa	11
2.4.4. Oksidasi TEMPO	12
2.5. Nanoteknologi	13
2.6. Nanokristal dan Nanoserat	14
2.6.1. Nanokristal	14
2.6.2. Nanoserat	15
2.7. Karakterisasi	16
2.7.1. Transmission Electron Microscopy (TEM)	16
2.7.2. Fourier Transform Infra-Red (FT-IR)	17
2.7.3. Thermogravimetric Analysis (TGA)	18



Bab 3	Metode Penelitian	
3.1.	Alat Penelitian	19
3.2.	Bahan Penelitian	19
3.3.	Prosedur Penelitian	20
3.3.1.	Pembuatan Larutan untuk Isolasi $\alpha$ -Selulosa	20
3.3.2.	Penyiapan Serat Tandan Kosong Sawit	20
3.3.3.	Isolasi $\alpha$ -Selulosa dari Tandan Kosong Sawit	20
3.3.4.	Isolasi Nanoserat Selulosa dari $\alpha$ -Selulosa	21
3.4.	Bagan Penelitian	22
3.4.1.	Preparasi Serat Tandan Kosong Sawit	22
3.4.2.	Isolasi $\alpha$ -Selulosa dari Tandan Kosong Sawit	23
3.4.3.	Isolasi Nanoserat Selulosa dari $\alpha$ -Selulosa	24
3.4.4.	Karakterisasi Nanoserat Selulosa	24
Bab4	Hasil dan Pembahasan	
4.1.	Hasil	25
4.2.	Pembahasan	26
Bab 5	Kesimpulan dan Saran	
5.1.	Kesimpulan	32
5.2.	Saran	32
	Daftar Pustaka	33
	Lampiran	

## DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul	Halaman
2.1	Komposisi kimia tandan kosong sawit	6
4.1	Bilangan gelombang FTIR $\alpha$ -selulosa	30

## DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul	Halaman
2.1	Rumus struktur selulosa	7
2.2	Rumus struktur dasar TEMPO	10
2.3	Selulosa teroksidasi TEMPO	13
4.1	$\alpha$ -Selulosa yang diisolasi dari tandan kosong sawit	25
4.2	Nanoserat selulosa yang diisolasi dari $\alpha$ -selulosa	26
4.3	Hasil analisa ukuran partikel dengan TEM	28
4.4	Distribusi diameter nanoserat selulosa dari tandan kosong sawit	29
4.5	Hasil analisa gugus fungsi dengan FTIR	30
4.6	Hasil analisa termal dengan TGA	31

## DAFTAR SINGKATAN

BC	= Bacterial Cellulose
DP	= Derajat Polimerisasi
FT-IR	= Fourier Transform Infra Red
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	= Hidrogen Peroksida
HNO <sub>3</sub>	= Asam Nitrat
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	=Natrium sulfit
NaBr	= Natrium Bromida
NaNO <sub>2</sub>	= Natrium Nitrit
NaOCl	= Natrium Hipoklorit
NaOH	= Natrium Hidroksida
TEM	= Transmission Electron Microscopy
TEMPO	= 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl
TGA	= Thermal Gravimetric Analysis
TKS	= Tandan Kosong Sawit

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Lampiran	Judul	Halaman
1	Spektra FTIR senyawa $\alpha$ -selulosa kayu dan bambu	37
2	Proses isolasi $\alpha$ -selulosa	38
3	Proses isolasi nanoserat selulosa	39
4	Hasil analisa ukuran partikel dengan TEM	40
5	Hasil analisa gugus fungsi dengan FT-IR $\alpha$ -selulosa	41
6	Hasil analisa gugus fungsi dengan FT-IR nanoserat selulosa	42
7	Hasil analisa termal dengan TGA dari $\alpha$ -selulosa nanoserat selulosa	43