

Isolation and Characterization of Nano Hemicellulose from Empty Palm Oil Bunches (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Isolasi dan Karakterisasi Nano Hemiselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Septi Ani Ritonga ^a, Gabena Indrayani Dalimunthe ^{a*}, Minda Sari Lubis ^a, Rafita Yuniarti ^a

^a Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*Corresponding authors: Gabenaindrayani03@gmail.com

Abstract

Background: Empty Fruit Bunches (EFB) of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) are a significant agricultural waste from the palm oil industry, currently underutilized. EFB contains lignocellulosic components, including hemicellulose (22.84%), which has potential applications in the pharmaceutical sector as a hydrophilic polymer. **Objective:** This study aimed to isolate and characterize hemicellulose and nano-hemicellulose from oil palm EFB using an environmentally friendly green chemistry method with low-concentration reagents. **Methods:** This experimental research began with the purposive sampling of EFB. Hemicellulose was isolated using a sequential process with 0.1 N NaOH, 0.1 N HCl, and 70% ethanol. The resulting hemicellulose was then nano-sized using a ball mill technique. Characterization included organoleptic tests, solubility tests, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, Particle Size Analyzer (PSA), and Scanning Electron Microscope (SEM). **Results:** The isolation process from 500 g of EFB powder yielded 16.7 g of hemicellulose, with a yield of 3.34%. FTIR analysis identified key functional groups (O-H, C-H, C=O, C-O, C=C) in both hemicellulose and nano-hemicellulose, confirming their chemical similarity. SEM analysis at 500x magnification revealed a more regular particle structure with distinct cavities, indicating a swelling effect from the alkali treatment. PSA confirmed the nano-scale size of the processed particles. **Conclusion:** Hemicellulose and nano-hemicellulose were successfully isolated from oil palm EFB using a simple green chemistry method. The characterized nano-hemicellulose showed properties suitable for potential development as a carrier in pharmaceutical formulations.

Keywords: Empty Palm Oil Bunches, Hemicellulose, Nano-Hemicellulose Characterization.

Abstrak

Latar Belakang: Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan limbah pertanian dari industri kelapa sawit yang selama ini kurang dimanfaatkan. TKKS mengandung komponen lignoselulosa, termasuk hemiselulosa (22,84%), yang berpotensi diaplikasikan dalam sektor farmasi sebagai polimer hidrofilik. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi hemiselulosa dan nano-hemiselulosa dari TKKS menggunakan metode *green chemistry* yang ramah lingkungan dengan reagen berkonsentrasi rendah. **Metode:** Penelitian eksperimental ini diawali dengan pengambilan sampel TKKS secara purposif. Hemiselulosa diisolasi menggunakan proses bertahap dengan NaOH 0,1 N, HCl 0,1 N, dan etanol 70%. Hemiselulosa yang dihasilkan kemudian diubah menjadi ukuran nano dengan teknik *ball mill*. Karakterisasi meliputi uji organoleptik, uji kelarutan, Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR), *Particle Size Analyzer* (PSA), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). **Hasil:** Proses isolasi dari 500 g serbuk TKKS menghasilkan 16,7 g hemiselulosa, dengan rendemen sebesar 3,34%. Analisis FTIR mengidentifikasi gugus fungsi utama (O-H, C-H, C=O, C-O, C=C) pada hemiselulosa dan nano-hemiselulosa, yang mengonfirmasi kesamaan kimiawinya. Analisis SEM pada perbesaran 500x menunjukkan struktur partikel

yang lebih teratur dengan rongga yang jelas, mengindikasikan efek pengembangan (*swelling*) dari perlakuan alkali. PSA mengonfirmasi ukuran partikel yang telah berada dalam skala nano. **Kesimpulan:** Hemiselulosa dan nano-hemiselulosa berhasil diisolasi dari TKKS menggunakan metode *green chemistry* yang sederhana. Nano-hemiselulosa yang dikarakterisasi menunjukkan sifat-sifat yang sesuai untuk berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai *carrier* dalam sediaan farmasi.

Kata Kunci: Tandan Kosong Kelapa Sawit, Hemiselulosa, Isolasi Karakterisasi, Nano Hemiselulosa.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Article History:

Received: 07/08/2025,
Revised: 16/09/2025,
Accepted: 16/09/2025,
Available Online: 16/09/2025.

QR access this Article



<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i3.1058>

Pendahuluan

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) salah satu limbah pertanian yang selama ini kurang dimanfaatkan. TKKS merupakan limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang jumlahnya sangat banyak. Satu ton kelapa sawit terdiri dari 230-250 kg tandan kosong kelapa sawit, 65 kg cangkang, 130-150 kg serat, dan 55-60 kg biji [1,2]. Hal ini menyebabkan peningkatan limbah dan menimbulkan permasalahan baru akibat peningkatan limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan kelapa sawit [3,4]. Menurut Amelia et al., (2021), TKKS merupakan limbah padat yang dihasilkan selama produksi kelapa sawit yang mengandung 45,95% selulosa, 22,84% hemiselulosa, dan lignin sebanyak 16,49% [5].

Pada penelitian isolasi ini menggunakan metode *green chemistry* atau ramah lingkungan, keunggulan dari metode ini adalah reaksi kimia nya dengan konsentrasi rendah sehingga aman digunakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Hemiselulosa bukan merupakan selulosa. Hemiselulosa mempunyai rantai yang panjang. Hemiselulosa merupakan senyawa yang non-kristalin dan bukan serat, dengan sifat fisika antara lain mudah mengembang, sedikit larut dalam air, sangat hidrofilik, tidak larut dalam asam serta mudah larut dalam alkali. Berdasarkan sifat-sifat hemiselulosa tersebut diatas maka polimer ini berpotensi untuk dikembangkan pada sediaan farmasi [6].

Hasil dari isolasi hemiselulosa TKKS selanjutnya akan dibuat dalam ukuran nanopartikel hemiselulosa. Penggunaan nanoteknologi telah berkembang dalam dunia kesehatan, khususnya dunia farmasi. Nanopartikel mempunyai manfaat dalam penghantaran zat aktif. Nanopartikel memiliki keuntungan untuk dapat melewati dinding sel dan membran sel target sehingga dapat meningkatkan kemampuan untuk larut dan juga meningkatkan absorbansinya [7].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi nano-hemiselulosa dari TKKS dengan metode yang ramah lingkungan. Diharapkan, hasil penelitian ini tidak hanya dapat memberikan solusi dalam mengatasi permasalahan limbah TKKS tetapi juga menghasilkan suatu produk nano-material yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berpotensi untuk diaplikasikan dalam sistem penghantaran obat.

Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Terpadu Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah Medan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental. Penelitian ini meliputi pengambilan sampel, pencucian, perajangan, pengeringan TKKS dan penghalusan hingga menjadi serbuk, isolasi TKKS, uji karakteristik hemiselulosa dan uji karakteristik nano hemiselulosa.

Peralatan dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan, timbangan analitik (VIBRA HT), tabung reaksi (pyrex), batang pengaduk (pyrex), spatel, gelas ukur (pyrex), corong (pyrex), kertas saring, alat uji *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) (Shimadzu), *Particle Size Analyzer* (PSA) (Fritsch), *Scanning Electro Microscope* (SEM) (Hitachi) dan alat- alat gelas lainnya.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), NaOH 0,1 N (merck), HCl 0,1 N (merck), etanol 70% (merck), aquadest (merck), air panas, air dingin dan semua bahan-bahan berkualitas pro analisa (p.a).

Determinasi, Pengumpulan, dan Pengolahan Sampel

Penelitian ini diawali dengan proses determinasi terhadap tanaman tandan kosong kelapa sawit (TKKS), yang dilakukan di Herbarium Medanense (MEDA), Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Sumatera Utara, Jalan Bioteknologi No.1, Kampus USU, Medan. Proses determinasi ini bertujuan untuk memastikan keakuratan spesies tanaman yang digunakan sebagai objek penelitian. Selanjutnya, pengumpulan sampel TKKS dilakukan secara purposive tanpa melakukan perbandingan dengan tanaman sejenis dari daerah lain. Lokasi pengambilan sampel berada di Jalan Pekan Huta Godang, Kecamatan Sungai Kanan, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Provinsi Sumatera Utara. Sampel yang dikumpulkan merupakan TKKS segar yang belum memasuki tahap pembuangan. Setelah pengumpulan, sampel TKKS dengan kondisi baik dicuci menggunakan air mengalir, kemudian ditiriskan dan dikeringkan di bawah sinar matahari. TKKS kering kemudian dipotong kecil-kecil dan dihaluskan menggunakan mesin penggiling hingga menjadi serbuk. Serbuk yang dihasilkan kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran mesh 80 untuk memperoleh partikel yang seragam. Sampel serbuk yang telah siap digunakan ditimbang sebanyak 500 gram sebagai bahan awal dalam proses penelitian selanjutnya [8].

Isolasi Hemiselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Isolasi hemiselulosa dari TKKS dilakukan melalui metode termodifikasi berdasarkan prinsip ekstraksi alkali dan presipitasi. Sebanyak 500 gram serbuk TKKS dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan direndam dalam 3000 mL larutan NaOH 0,1 N hingga seluruh sampel terendam sempurna. Campuran diaduk hingga homogen dan didiamkan pada suhu kamar selama 6 jam untuk proses ekstraksi. Setelah inkubasi, dilakukan proses dekantasi untuk memisahkan filtrat (yang mengandung hemiselulosa terlarut) dari residu padat. Filtrat yang diperoleh kemudian ditambahkan etanol 70% dengan perbandingan volume 1:3 (filtrat:etanol), dihomogenkan, dan didiamkan selama 3 jam untuk mengendapkan hemiselulosa. Campuran tersebut kembali dilakukan dekantasi untuk memisahkan endapan hemiselulosa dari supernatannya. Endapan hemiselulosa kemudian dicuci menggunakan aquades untuk menghilangkan sisa alkali dan pengotor, lalu dilakukan dekantasi kembali. Residu basah yang diperoleh dikeringkan pada suhu kamar hingga berat konstan. Selanjutnya, hemiselulosa kering digerus menggunakan mortar dan pestle hingga diperoleh bubuk hemiselulosa yang siap untuk dikarakterisasi lebih lanjut.[8].

Karakteristik Hemiselulosa

Uji Organoleptis Hemiselulosa

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari bubuk hemiselulosa TKKS yang diperoleh dari hasil isolasi. Pengujian organoleptik terdiri dari pengamatan visual, pengujian rasa, pengujian bau, dan bentuk. Pengamatan visual dilakukan terhadap tekstur warna dari hemiselulosa yang dihasilkan [6].

Uji Kelarutan Hemiselulosa

Kelarutan hemiselulosa dilakukan dengan melarutkan hemiselulosa dalam pelarut alkali (NaOH 0,1N), HCl 0,1 N, air panas dan aquades. Kelarutan suatu senyawa menunjukkan seberapa jauh senyawa tersebut dapat larut dalam suatu pelarut [6,9].

Analisis Gugus Fungsi Hemiselulosa dengan FTIR

Perekaman spektrum inframerah dari bubuk hemiselulosa yang telah digerus dilakukan dengan cara mendispersikan sampel ke dalam pelet KBr, kemudian dikompresi menggunakan tekanan tinggi. Spektrum kemudian direkam dengan mengukur persen transmitansi menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform*

Infrared (FT-IR). Puncak-puncak karakteristik yang muncul pada spektrum FTIR dianalisis untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa hemiselulosa [6,9].

Pembuatan Nano Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Pembuatan nano hemiselulosa TKKS dilakukan dengan menggunakan teknik *ball mill* [9,10].

Karakteristik Nano Hemiselulosa

Uji Organoleptis Nano Hemiselulosa

Pengujian organoleptis nano terdiri dari pengamatan visual, pengujian rasa, pengujian bau, warna dan bentuk [9,11].

Uji Kelarutan Nano Hemiselulosa

Kelarutan hemiselulosa dilakukan dengan melarutkan hemiselulosa dalam pelarut alkali (NaOH 0,1N), HCl 0,1 N, air panas dan aquades. Kelarutan suatu senyawa menunjukkan seberapa jauh senyawa tersebut dapat larut dalam suatu pelarut [6].

Analisis Ukuran Nano Hemiselulosa dengan PSA

Nano yang diperoleh dianalisis menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA). Serbuk yang akan diperiksa dimasukkan ke dalam tabung PSA yang berisikan air sebanyak ujung spatula, selanjutnya ukuran partikel dari berbagai formula dapat dilihat pada komputer [6].

Analisis Morfologi Nano Hemiselulosa dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Karakterisasi morfologi partikel nano-hemiselulosa dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Preparasi sampel diawali dengan pelapisan menggunakan paladium (Pd) melalui teknik sputtering coating untuk membentuk lapisan konduktif yang homogen. Pelapisan ini berfungsi untuk menghindari fenomena charging (akumulasi muatan elektron) dan meningkatkan kualitas pencitraan selama analisis berlangsung. Pengamatan morfologi dilakukan pada berbagai tingkat perbesaran (50×, 100×, dan 500×) untuk mendapatkan karakterisasi yang komprehensif. Melalui teknik ini, dapat diamati bentuk partikel, ukuran, distribusi, serta detail topologi permukaan dari nano-hemiselulosa TKKS, termasuk keberadaan pori-pori atau struktur rongga pada material. Hasil pencitraan SEM memberikan informasi kualitatif yang esensial untuk mengevaluasi keberhasilan sintesis nano-hemiselulosa [6].

Hasil Dan Pembahasan

Hasil Identifikasi Tumbuhan

Hasil identifikasi tumbuhan dari Herbarium Medanense (MEDA) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, diketahui bahwa tumbuhan yang diteliti adalah tumbuhan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) kingdom plantae, divisi spermatophyta, kelas monocotyledoneae, ordo arecales, famili arecaceae, genus elaeis, spesies *Elaeis guineensis* Jacq. dan nama lokal kelapa sawit.

Isolat Hemiselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Isolat hemiselulosa dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu memberikan hasil yang tidak terlalu berbeda dengan yang dilakukan oleh peneliti. Adapun hasil rendemen hemiselulosa dengan peneliti terdahulu dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Rendemen hemiselulosa

No	Hasil Rendemen yang diperoleh	Jumlah hemiselulosa
1.	Dalimunthe, 2020	12,2%
2.	Penelitian ini	3,34%

Hasil rendemen hemiselulosa terdapat pada Tabel 1. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dalimunthe (2020) memperoleh hasil rendemen hemiselulosa sebanyak (12,2%) dan yang peneliti lakukan memperoleh hasil rendemen hemiselulosa sebanyak (3,34%). Jumlah hemiselulosa yang

diperoleh dari peneliti dan peneliti sebelumnya terdapat perbedaan. Perbedaan ini adanya kemungkinan karena faktor kurangnya ketelitian dalam proses pengerjaannya.

Karakteristik Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Uji Organoleptis Hemiselulosa

Untuk mengetahui spesifik dari hemiselulosa TKKS yang diperoleh dari hasil isolasi maka perlu dilakukan uji secara organoleptik. Pengujian organoleptik terdiri dari pengamatan visual, pengujian rasa, pengujian bau, warna dan bentuk. Pengamatan visual dilakukan terhadap tekstur warna dari hemiselulosa yang dihasilkan. Dari hasil pengujian diperoleh hasil seperti pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Organoleptis Hemiselulosa TKKS

Pengujian Organoleptik	Hasil Uji
Bentuk	Serbuk
Warna	Coklat Tua
Rasa	Tidak Berasa
Bau	Bau Khas

Hasil pengujian organoleptis hemiselulosa TKKS terdapat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa hemiselulosa berbentuk serbuk dengan warna coklat tua, tidak berasa serta memiliki bau yang khas.

Uji Kelarutan Hemiselulosa

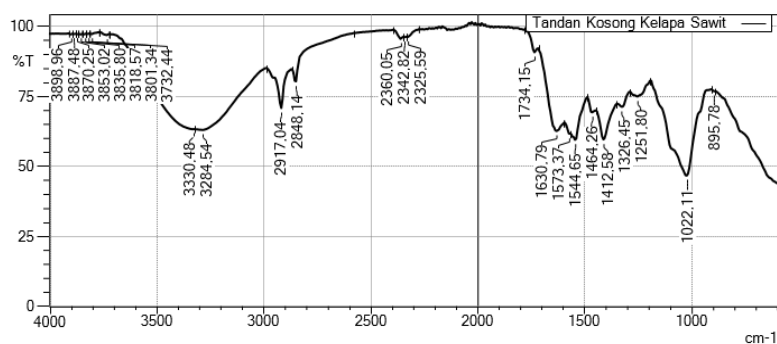
Hasil uji kelarutan hemiselulosa terdapat pada Tabel 3 berikut ini, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa hemiselulosa mudah larut dalam suasana alkali (NaOH 0,1N), larut dalam air panas, sukar larut dalam air dingin dan tidak larut pada asam (HCL 0,1N). Adapun hasil uji kelarutan Hemiselulosa TKKS dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Kelarutan Hemiselulosa TKKS

Pelarut	Kelarutan
NaOH 0,1N	Mudah Larut
Air Panas	Larut
Air Dingin	Sukar Larut
HCL 0,1N	Tidak Larut

Hasil Analisis FTIR Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Setelah diperoleh hemiselulosa TKKS hasil isolasi dari serbuk TKKS, maka selanjutnya dianalisis menggunakan spektrofotometer inframerah FTIR (*Fourier transform infrared*). Analisis secara FTIR hemiselulosa dilakukan dengan menggunakan metode pelet KBr. Adapun Hasil FTIR pada bubuk TKKS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik Serapan FTIR Hemiselulosa TKKS

Adapun hasil FTIR serbuk halus TKKS dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil FTIR Serbuk Tandan Kosong Kelapa Sawit

No	Panjang Gelombang	Gugus Fungsi
1.	3330,48 cm ⁻¹	O-H
2.	2917,04 cm ⁻¹	C-H
3.	1544,65 cm ⁻¹	C=O
4.	1022,11 cm ⁻¹	C-O
5.	895,78 cm ⁻¹	C=H

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa pada hasil serapan uji FTIR TKKS terdapat gugus fungsi aktif berupa gugus O-H yang muncul pada bilangan gelombang 3330,48 cm⁻¹. Gugus ini menandakan bahwa di dalam TKKS terdapat senyawa hemiselulosa dengan gugus alkohol. Selain itu, gugus fungsional C-H alkana yang muncul pada bilangan gelombang 2917,04 cm⁻¹. Sedangkan gugus fungsi C=O karbonil muncul pada bilangan gelombang 1544,65 cm⁻¹, dilanjutkan adanya serapan pada bilangan 1022,11 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-O ester dan gugus fungsi C=H alkena pada bilangan panjang gelombang 895,78 cm⁻¹.

Jika dibandingkan dengan hasil uji FTIR hemiselulosa tongkol jangung yaitu terdapat gugus fungsi aktif berupa gugus O-H yang muncul pada bilangan gelombang 3437,15 cm⁻¹. Gugus ini menandakan bahwa di dalam TKKS terdapat senyawa hemiselulosa dengan gugus alkohol. Selain itu, gugus fungsional C-H alkana yang muncul pada bilangan gelombang 2943,37 cm⁻¹. Sedangkan gugus fungsi C=O karbonil muncul pada bilangan gelombang 1635,64 cm⁻¹, dilanjutkan adanya serapan pada bilangan 1041,56 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-O ester dan gugus fungsi C=H alkena pada bilangan panjang gelombang 891,11 cm⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa gugus fungsi yang didapat pada penelitian ini sama dengan gugus fungsi yang terdapat pada peneliti sebelumnya.

Karakteristik Nano Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Uji Organoleptis Nano Hemiselulosa

Untuk mengetahui spesifik dari nano hemiselulosa TKKS maka perlu dilakukan uji secara organoleptik. Pengujian organoleptik terdiri dari pengamatan visual, pengujian rasa, pengujian bau, warna dan bentuk. Pengamatan visual dilakukan terhadap tekstur warna dari nano hemiselulosa yang dihasilkan. Dari hasil pengujian diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Organoleptis Nano Hemiselulosa TKKS

Pengujian Organoleptik	Hasil Uji
Bentuk	Serbuk
Warna	Coklat Tua
Rasa	Tidak Berasa
Bau	Bau Khas

Hasil pengujian organoleptis nano hemiselulosa terdapat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa nano hemiselulosa berbentuk serbuk dengan warna coklat tua, tidak berasa serta memiliki bau yang khas.

Uji Kelarutan Nano Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Hasil uji kelarutan nano hemiselulosa TKKS pada Tabel 6 berikut ini dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nano hemiselulosa TKKS mudah larut dalam suasana alkali (NaOH 0,1 N), tidak larut dalam air panas, sukar larut dalam air dingin dan tidak larut dalam suasana asam (HCL 0,1 N). Hasil uji kelarutan nanopartikel hemiselulosa TKKS dapat dilihat pada Tabel 6.

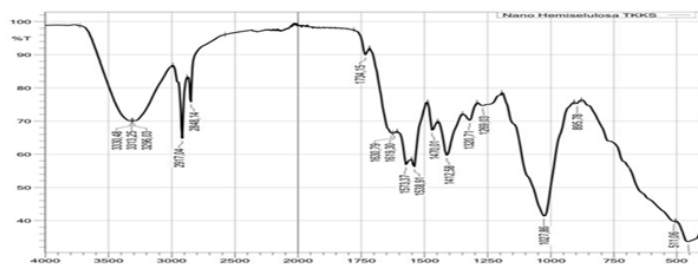
Hasil uji kelarutan isolasi hemiselulosa TKKS dan hasil uji kelarutan nano hemiselulosa TKKS sesuai dengan sifat hemiselulosa yang mudah larut dalam suasana alkali (basa), maka hal ini sudah sesuai dengan literatur.

Tabel 6 Hasil Uji Kelarutan Nano Hemiselulosa TKKS

Pelarut	Kelarutan
NaOH 0,1N	Mudah Larut
Air Panas	Tidak Larut
Air Dingin	Sukar Larut
HCL 0,1N	Tidak Larut

Hasil Analisis FTIR Nano Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Analisis secara FTIR hemiselulosa dilakukan dengan menggunakan metode pelet KBr. Adapun Hasil FTIR pada nano hemiselulosa TKKS dapat dilihat pada Gambar 2.

**Gambar 2** Grafik Serapan FTIR Nano Hemiselulosa TKKS

Adapun hasil FTIR serbuk halus TKKS dapat dilihat pada Tabel 7.

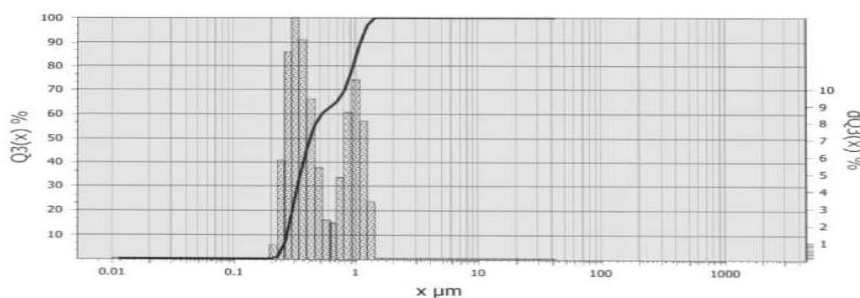
Tabel 7 Hasil FTIR Nano Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

No	Panjang Gelombang	Gugus Fungsi
1.	3330,48 cm ⁻¹	O-H
2.	2917,04 cm ⁻¹	C-H
3.	1538,91 cm ⁻¹	C=O
4.	1027,86 cm ⁻¹	C-O
5.	895,78 cm ⁻¹	C=H

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa pada hasil serapan uji FTIR nano hemiselulosa TKKS terdapat gugus fungsi aktif berupa gugus O-H yang muncul pada bilangan gelombang 3330,48 cm⁻¹. Gugus ini menandakan bahwa di dalam TKKS terdapat senyawa hemiselulosa dengan gugus alkohol. Selain itu, gugus fungsional C-H alkana yang muncul pada bilangan gelombang 2917,04 cm⁻¹. Sedangkan gugus fungsi C=O karbonil muncul pada bilangan gelombang 1538,91 cm⁻¹, dilanjutkan adanya serapan pada bilangan 1027,86 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-O ester dan gugus fungsi C=H alkana pada bilangan panjang gelombang 895,78 cm⁻¹.

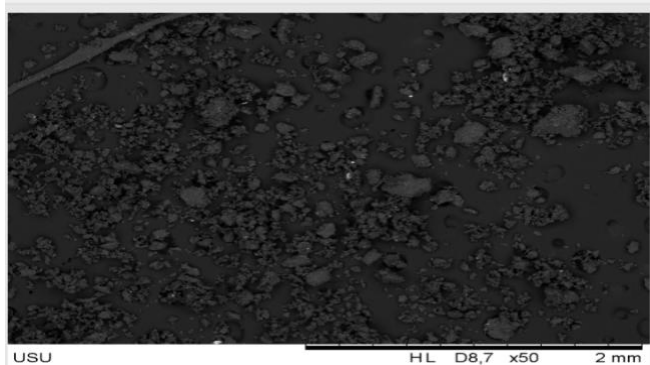
Hasil Analisis Ukuran Nano dengan PSA

Teknik karakterisasi untuk menentukan ukuran atau distribusi partikel dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya adalah menggunakan *Particle Size Analyzer*. Hasil uji nanopartikel dengan PSA dapat dilihat pada Gambar 2.

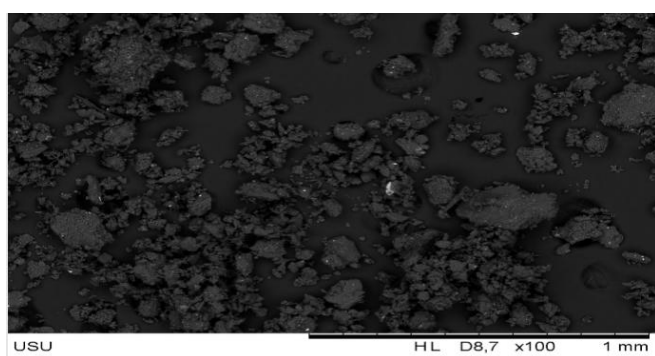
**Gambar 3.** Hasil uji nanopartikel dengan PSA

Hasil Analisis SEM Nano Hemiselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

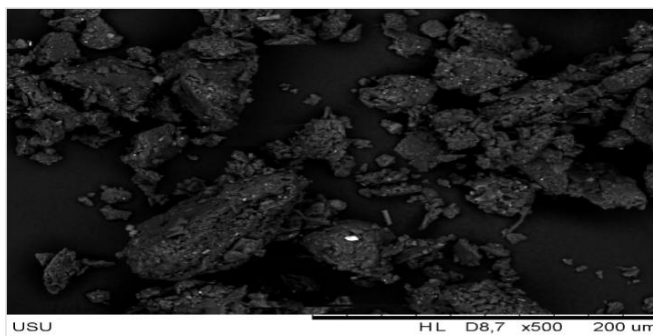
Uji SEM dilakukan dengan menggunakan alat mikroskop electron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3.000.000 kali oleh karena itu banyak digunakan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi dan banyak digunakan untuk penelitian. Berdasarkan analisis uji SEM diperoleh struktur serbuk halus tandan kosong kelapa sawit dalam berbagai ukuran perbesaran yang dapat dilihat pada Gambar 3 sampai gambar 5.



Gambar 4 Hasil SEM nanopartikel hemiselulosa TKKS perbesaran 50x



Gambar 5 Hasil SEM nanopartikel hemiselulosa TKKS perbesaran 100x



Gambar 6 Hasil SEM nanopartikel hemiselulosa TKKS perbesaran 500x

Berdasarkan pengamatan Scanning Electron Microscope (SEM) sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3, morfologi hemiselulosa TKKS pada perbesaran 50× menunjukkan struktur partikel yang bertumpuk tidak beraturan dengan rongga antar-partikel yang tidak jelas. Namun, pada perbesaran 500×, permukaan hemiselulosa tampak lebih teratur dan rongga antarpartikel lebih terbuka serta jelas terlihat. Kondisi ini menunjukkan adanya efek pengembangan (*swelling*) pada hemiselulosa sebagai hasil perlakuan ekstraksi alkali atau kondisi isolasi lainnya. Hal ini konsisten dengan fenomena *swelling* yang telah dilaporkan dalam literatur terkini [14–16].

Hemisululosa memiliki sifat hidrofilik dan mudah larut dalam lingkungan alkalis [12]. Sifat ini menyebabkan struktur jaringan selulosa–hemiselulosa menjadi lebih terbuka, sehingga pori-pori mikroskopis pada permukaan material lebih mudah terlihat [13]. Fenomena pembengkakan (*swelling*) pada hemiselulosa umumnya disebabkan oleh keberadaan gugus-gugus hidrofilik dan ionizable, yang mampu meningkatkan tekanan osmotik di dalam jaringan polimer. Akibatnya, terjadi ekspansi struktur internal yang dapat diamati

sebagai peningkatan porositas dan perubahan morfologi melalui citra SEM beresolusi tinggi [14–16]. Studi-studi terbaru dalam pengembangan hidrogel berbasis hemiselulosa juga menunjukkan bahwa semakin rendah densitas *cross-linking* dan semakin tinggi kandungan gugus hidrofilik, semakin besar kapasitas swelling-nya, menciptakan struktur jaringan yang lebih longgar dan pori-pori yang mudah diamati [15,17].

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, isolasi hemiselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menggunakan metode green chemistry berhasil dilakukan dengan rendemen sebesar 3,34%. Nano-hemiselulosa juga berhasil disintesis melalui teknik *ball mill*, yang dikonfirmasi oleh analisis *Particle Size Analyzer* (PSA). Karakterisasi dengan FTIR mengidentifikasi gugus fungsi khas hemiselulosa, sementara SEM menunjukkan morfologi permukaan berongga yang teratur. Hasil ini menunjukkan bahwa nano-hemiselulosa dari TKKS berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan pembawa (*carrier*) dalam sistem penghantaran obat.

Conflict of Interest

Penelitian ini dilakukan secara mandiri dan objektif tanpa konflik kepentingan atau pengaruh eksternal.

Acknowledgment

Penelitian ini berhasil dilaksanakan berkat dukungan berbagai pihak. Ucapan terima kasih khusus kami sampaikan kepada Universitas Muslim Nusantara atas bantuan dan fasilitas yang diberik.

Supplementary Materials

Referensi

- [1] Haryanti A, Norsamsi N, Sholiha PSF, Putri NP. Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit. *Konversi* 2014;3:20–9.
- [2] Freynademetz FN. Produksi Bioetanol dari Selulosa Limbah Serat Kelapa Sawit dengan Variasi Jumlah Ragi dan Lama Fermentasi Ragi Tape 2024.
- [3] Kamal N. Karakterisasi dan potensi pemanfaatan limbah sawit. *Tek Kim ITENAS Bandung* 2012.
- [4] Anthonio M, Hastuti PB, Firmansyah E. Studi Kasus Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) diantara Pokok Kelapa Sawit di Perkebunan PT. Mitranusa Permata Sungai Manunggul Estate (SMGE) Kalimantan Selatan. *AGROFORETECH* 2023;1:1338–49.
- [5] Amelia SR, Yerizam M, Dewi E. Analisis Karakteristik Pulp Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelepah Pisang dengan Pelarut NaOH. *J Pendidik Dan Teknol Indones* 2021;1:389–93. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.91>.
- [6] Dalimunthe GI. Desain dan Formula Hemiselulosa Tongkol Jagung Sebagai Carrier untuk Target Obat di Kolon: Metronidazol Sebagai Model Obat 2020.
- [7] Muharam F, Sriwidodo. Review : Potensi Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Dari Berbagai Aktivitas Farmakologi & Bentuk Sediaan Farmasi. *Med Sains J Ilm Kefarmasian* 2022;7:395–406. <https://doi.org/10.37874/ms.v7i3.349>.
- [8] Sirait US, Dalimunthe GI, Lubis MS, Yuniarti R. Penentuan Konsentrasi Terbaik Hidrogel Tongkol Jagung (*Zea Mays* L.) dengan Karbopol 940 Menjadi Penurun Panas. *J Sains Dan Kesehat* 2023;5:91–8.
- [9] Dalimunthe GI, Bachri M, Harahap U, Nasution A. Formulation of capsule shell from corncob hemicellulose combined with isolated sodium alginate. *Rasayan J Chem* 2019;12:1668–75.
- [10] Syahrial S, Handayani M. Pengaruh waktu milling dengan ukuran nano serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*) dan hubungannya dengan bioavailabilitas secara in-vitro dan in-vivo. *AcTion Aceh Nutr J* 2020;5:121. <https://doi.org/10.30867/action.v5i2.213>.
- [11] Sirait U safura, Dalimunthe gabena indrayani, Lubis minda sari, Yuniarti R. *Jurnal Sains dan*

- Kesehatan. J Sains Dan Kesehat 2023;5:586–92.
- [12] Indrainy M. Kajian pulping semimekanis dan pembuatan handmade paper berbahan dasar pelepah pisan. Skripsi) Institusi Pertan Bogor Bogor 2005;56.
- [13] Fahmi H. Micro Structure Analysis, Lignin Content and Hemicellulose Fiber from Palm Oil Due to Alkali Treatment. ReTII 2020:339–44.
- [14] Hubbe MA, Sjöstrand B, Lestelius M, Håkansson H, Swerin A, Henriksson G. Swelling of cellulosic fibers in aqueous systems: A Review of chemical and mechanistic factors. BioResources 2024;19:6859–945.
- [15] Qi X-M, Chen G-G, Gong X-D, Fu G-Q, Niu Y-S, Bian J, et al. Enhanced mechanical performance of biocompatible hemicelluloses-based hydrogel via chain extension. Sci Rep 2016;6:33603.
- [16] Kabir SMF, Sikdar PP, Haque B, Bhuiyan MAR, Ali A, Islam MN. Cellulose-based hydrogel materials: Chemistry, properties and their prospective applications. Prog Biomater 2018;7:153–74.
- [17] Al-Rudainy B, Galbe M, Arcos Hernandez M, Jannasch P, Wallberg O. Impact of Lignin Content on the Properties of Hemicellulose Hydrogels. Polymers (Basel) 2019;11. <https://doi.org/10.3390/polym11010035>.