

# **SINTESIS DAN KARAKTERISASI *NANOFIBER* KITOSAN/HAp TERPADU $\text{CeO}_2$ HASIL *GREEN SYNTHESIS* AMPAS KOPI**

**ADHIRAJASA MAXIMILLIAN SOETOMO**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**





## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi *Nanofiber* Kitosan/HAp Terpadu CeO<sub>2</sub> Hasil *Green Synthesis* Ampas Kopi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Adhirajasa Maximillian Soetomo  
G7401221088



## @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRAK

ADHIRAJASA MAXIMILLIAN SOETOMO. Sintesis Dan Karakterisasi *Nanofiber* Kitosan/HAp Terpadu CeO<sub>2</sub> Hasil *Green Synthesis* Ampas Kopi. Dibimbing oleh YESSIE WIDYA SARI dan YULIATI HERBANI.

Penelitian ini bertujuan menyintesis dan mengkarakterisasi nanofiber kitosan-hidroksiapatit terpadu serbuk CeO<sub>2</sub>. Serbuk CeO<sub>2</sub> disintesis melalui *green synthesis* menggunakan ekstrak ampas kopi Arabika dan Robusta yang berperan sebagai agen pereduksi dan penstabil, didapatkan varietas Arabika memiliki total fenol sebesar 5911,43 mg/kg dan Robusta 5108,13 mg/kg. Karakterisasi UV-Vis, FTIR, SEM-EDS, dan PSA mengonfirmasi keberhasilan pembentukan fasa anorganik CeO<sub>2</sub> berpori dengan dominasi unsur Cerium 83,55% massa dan ukuran partikel saat terdispersi dalam cairan pada kisaran ratusan nanometer hingga mikrometer. Membran komposit nanofiber PVA-HAp-Kitosan terpadu CeO<sub>2</sub> berhasil difabrikasi melalui metode *electrospinning*. Integrasi CeO<sub>2</sub> pada variasi optimum NCR10 mempertahankan distribusi serat yang homogen, sementara peningkatan penambahan serbuk secara progresif menaikkan sudut kontak hingga 77,7° (NCR15). Material komposit ini tetap berada dalam domain hidrofilik fungsional (< 90°), sehingga memiliki morfologi dan tingkat kebasahan yang ideal untuk diaplikasikan sebagai material pembalut luka (*wound dressing*).

Kata kunci: ampas kopi, CeO<sub>2</sub>, *electrospinning*, hidroksiapatit, kitosan

## ABSTRACT

ADHIRAJASA MAXIMILLIAN SOETOMO. Synthesis and Characterization of Chitosan/HAp Nanofibers Incorporated with CeO<sub>2</sub> Derived from Green Synthesis of Spent Coffee Grounds. Supervised by YESSIE WIDYA SARI and YULIATI HERBANI.

This research aims to synthesize and characterize chitosan-hydroxyapatite nanofibers incorporated with CeO<sub>2</sub> powder. The CeO<sub>2</sub> powder was synthesized via green synthesis using Arabica and Robusta spent coffee ground extracts as reducing and stabilizing agents, where the Arabica variety was found to have a total phenol content of 5911,43 mg/kg and Robusta 5108,13 mg/kg. UV-Vis, FTIR, SEM-EDS, and PSA characterizations confirmed the successful formation of the porous inorganic CeO<sub>2</sub> phase with 83.55% cerium mass dominance and particle dispersion sizes in liquid ranging from hundreds of nanometers to micrometers. The CeO<sub>2</sub> incorporated PVA-HAp-chitosan composite nanofibers were successfully fabricated via electrospinning. Integrating CeO<sub>2</sub> at the optimum NCR10 variation maintained a homogeneous fiber distribution, while progressive powder addition increased the contact angle up to 77,7° (NCR15). The composite material remained within a functional hydrophilic domain (< 90°), exhibiting ideal morphology and wettability for potential applications as a wound dressing material.

**Keywords:** CeO<sub>2</sub>, chitosan, electrospinning, hydroxyapatite, spent coffee grounds



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *NANOFIBER*  
KITOSAN/HAp TERPADU  $\text{CeO}_2$  HASIL *GREEN SYNTHESIS*  
AMPAS KOPI**

**ADHIRAJASA MAXIMILLIAN SOETOMO**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



**@Hak cipta milik IPB University**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

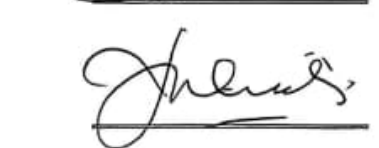
Tim Penguji pada Ujian Skripsi:  
1. Nur Aisyah Nuzulia, S.Si., M.Si.  
2. Abd. Djamil Husin, S.Si., M.Si.



Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi *Nanofiber* Kitosan/HAP Terpadu CeO<sub>2</sub>  
Hasil *Green Synthesis* Ampas Kopi  
Nama : Adhirajasa Maximillian Soetomo  
NIM : G7401221088

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Dr. Yessie Widya Sari, S.Si., M.Si.  
NIP. 198004142012122004

Pembimbing 2:  
Dr. Yuliati Herbani, M.Sc.  
NIP. 197907162002122008

Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:  
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si  
NIP. 196809161994031001


Tanggal Ujian: 3 September 2026

Tanggal Lulus:



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi *Nanofiber* Kitosan/HAP Terpadu  $\text{CeO}_2$  Hasil *Green Synthesis* Ampas Kopi” ini berhasil diselesaikan. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir dan mendapatkan gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dr. Yessie Widya Sari, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan ilmu, bimbingan, saran, dan banyak pengalaman baru menjelang akhir masa studi ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Yuliati Herbani, M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua atas ilmu, dukungan, dan arahan bermanfaat yang diberikan kepada penulis. Terima kasih kepada orang tua penulis tercinta R Bimbing Marwoto dan Daphne Victoria atas dukungan tanpa batas kepada penulis. Terima kasih kepada Aldorino Reyhan Soetomo atas dukungan dan bantuan kepada penulis berupa laptop. Terima kasih kepada Bang Angga, Ka Lulu, Ka Farah, Ka Pristy, dan Bang Raihan yang telah memberikan banyak ilmu praktik dan banyak membantu mempermudah berbagai pekerjaan selama penelitian berlangsung. Terima kasih kepada Abim, Nomus, Shakila, Thala, Melin, Fuzi, Fuji, Joseph, Rico, Ammar, yang telah memberikan bantuan selama pelaksanaan penelitian, berbagi ilmu dan pengalaman, memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Terima kasih kepada Angel, Aldi, Sanaya, Aul, Luthful, Lulu, Amanda, Putri, Arya, Agi, Mizan, Hadin, Echa, Akmal, Keila, Bitu, Abel, Oiq, Ziyen, Juna, Ibnu, Altap, Bintang, Pasha, Fathir, Kasyfi, Gaza, Zulka, Satria, Cahyo, yang telah memberikan motivasi dan dukungan moral sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

*Adhirajasa Maximillian Soetomo*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## DAFTAR ISI

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| DAFTAR TABEL                                      | xii |
| DAFTAR GAMBAR                                     | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN                                   | xii |
| I PENDAHULUAN                                     | 1   |
| 1.1 Latar Belakang                                | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah                               | 2   |
| 1.3 Tujuan                                        | 2   |
| 1.4 Manfaat                                       | 2   |
| 1.5 Hipotesis                                     | 3   |
| II TINJAUAN PUSTAKA                               | 4   |
| 2.1 <i>Cerium Oxide (CeO<sub>2</sub>)</i>         | 4   |
| 2.2 <i>Green Synthesis</i>                        | 4   |
| 2.3 Hidroksiapatit                                | 4   |
| 2.4 Kitosan                                       | 5   |
| 2.5 <i>Drug Delivery System</i>                   | 5   |
| III METODE                                        | 7   |
| 3.1 Waktu dan Tempat                              | 7   |
| 3.2 Alat dan Bahan                                | 7   |
| 3.3 Prosedur Kerja                                | 7   |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                           | 10  |
| 4.1 Hasil Kandungan Total Fenol                   | 10  |
| 4.2 Analisis UV-Vis Ekstrak Ampas Kopi            | 10  |
| 4.3 Analisis UV-Vis Variasi CeO <sub>2</sub>      | 12  |
| 4.4 Analisis Gugus Fungsi (FTIR) CeO <sub>2</sub> | 15  |
| 4.5 Analisis SEM-EDS CeO <sub>2</sub>             | 16  |
| 4.6 Hasil Uji PSA CeO <sub>2</sub>                | 18  |
| 4.7 Hasil Fabrikasi Komposit <i>Nanofiber</i>     | 20  |
| 4.8 Hasil Uji Sudut Kontak <i>Nanofiber</i>       | 22  |
| V SIMPULAN DAN SARAN                              | 24  |
| 5.1 Simpulan                                      | 24  |
| 5.2 Saran                                         | 24  |
| DAFTAR PUSTAKA                                    | 25  |
| LAMPIRAN                                          | 28  |
| RIWAYAT HIDUP                                     | 31  |



## DAFTAR TABEL

|   |                                                              |    |
|---|--------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Komposisi <i>scaffold</i> komposit <i>nanofiber</i>          | 8  |
| 2 | Hasil uji total fenol ekstrak ampas kopi arabika dan robusta | 10 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                                                                |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3  | Spektrum UV-Vis (a) ekstrak ampas kopi 2 g, 4 g, 8 g dan (b) ekstrak ampas kopi hijau (Masek <i>et al.</i> 2020)                               | 11 |
| 4  | Spektrum UV-Vis sampel variasi CeO <sub>2</sub> (a) ekstrak Robusta (NCR5–NCR15) dan (b) ekstrak Arabika (NCA5–NCA15)                          | 13 |
| 5  | Spektrum UV-Vis <i>green-synthesized</i> CeO <sub>2</sub> (Khan <i>et al.</i> 2023)                                                            | 13 |
| 6  | Spektrum FTIR (a) CeO <sub>2</sub> CA10 dan (b) variasi CeO <sub>2</sub> green synthesis dari kopi (Zhang <i>et al.</i> 2025)                  | 15 |
| 7  | Citra SEM partikel CeO <sub>2</sub> perbesaran (a) 1000x; (b) 2500x; (c) 5000x; (d) 10000x                                                     | 17 |
| 8  | Citra SEM foam-structured CeO <sub>2</sub> hasil <i>green synthesis</i> ekstrak kopi (Zhang <i>et al.</i> 2025)                                | 17 |
| 9  | Komposisi elementer CeO <sub>2</sub> berdasarkan analisis EDS                                                                                  | 18 |
| 10 | Distribusi ukuran partikel (Size Distribution by Intensity) serbuk CeO <sub>2</sub> (a) NCA12; (b) NCR10; (c) NCR12; dan (d) NCR15             | 19 |
| 11 | Hasil nanofiber sampel (a) NCR10; (b) NCR12; (c) NCR15; (d) NCA12; dan (e) PVA-HAp-Kitosan                                                     | 20 |
| 12 | Morfologi serat nanofiber sampel (a) NCR10; (b) NCR12; (c) NCR15; (d) NCA12; dan (e) PVA-HAp-Kitosan perbesaran 1000x                          | 21 |
| 13 | Pengukuran sudut kontak air pada nanofiber dengan variasi CeO <sub>2</sub> (a) NCR10; (b) NCR12; (c) NCR15; (d) NCA12; dan (e) PVA-HAp-Kitosan | 22 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|    |                                                             |    |
|----|-------------------------------------------------------------|----|
| 14 | Lampiran 1 UV-Vis (a) NCA5; (b) NCA10; (c) NCA12; (d) NCA15 | 29 |
| 15 | Lampiran 2 UV-Vis (a) NCR5; (b) NCR10; (c) NCR12; (d) NCR15 | 30 |