

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  TEREMBANKAN**

**KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA**

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagai persyaratan  
Mencapai derajat sarjana S-1  
Program Studi Kimia**



Oleh:  
**Luqman Hakim**  
16630018

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2020**



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Setelah membaca, meneiliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara

Nama : Luqman Hakim  
NIM : 16630018  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Terembankan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut diatas dapat segera di Munaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Yogyakarta, 18 Juni 2020  
Pembimbing,



Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19820205 201503 1 003



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Setelah membaca, meneilti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara

Nama : Luqman Hakim  
NIM : 16630018  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Terembankan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 9 Juli 2020

Konsultan,



Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19820329 201101 1 005



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

Setelah membaca, meneilti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara

Nama : Luqman Hakim  
NIM : 16630018  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Terembankan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 13 Juli 2020

Konsultan,



Dr. Maya Rahmayanti, M.Si.  
NIP. 19810627 200604 2 003

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Luqman Hakim  
NIM : 16630018  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

### **Sintesis dan Karakterisasi Komposit $Fe_3O_4$ Terembankan Karbon Aktif Tempurung Kelapa**

Adalah hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain. Sepengatahuan penulis, karya ini tidak berisi materi yang dipublikasikan oleh orang lain terkecuali bagian tertentu yang digunakan sebagai bahan acuan penelitian secara tertulis dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penyusun.

Yogyakarta, 18 Juni 2020

Yang menyatakan,

STATE ISLAMIC UNIVE  
SUNAN KALIJ  
YOGYAKARTA



Luqman Hakim  
NIM 16630018



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1413/Un.02/DST/PP.00.9/07/2020

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis dan Karakterisasi Komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Terembankan Karbon Aktif Tempurung Kelapa

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LUQMAN HAKIM  
Nomor Induk Mahasiswa : 16630018  
Telah diujikan pada : Rabu, 03 Juni 2020  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang  
Endaruji Sedyadi, M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 5f0fbc471e8d



Penguji I  
Irwan Nugraha, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 5f0ceca78f521



Penguji II  
Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 5f0d77254ad39

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



Yogyakarta, 03 Juni 2020  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Dr. Murtono, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 5f0fde09179ce

**MOTTO**



**It's JUST TWO  
POSSIBILITIES**  
About **SOMETHING**, be **YOUR  
STEPPINGSTONES** or **YOUR  
STUMBLING BLOCK.**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
Kept in faith of,  
*Wa Allahu al-Muwaffiq ila aqwami ath-Thariq.*  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan teruntuk,  
Yang menciptakan alam dan memberikan nikmat kepada setiap ciptaanya  
Allah Subhanahu wa Ta'ala, Tuhan semesta alam.

Yang menjadi ruh pembebas setiap insan manusia,  
Muhammad bin Abdullah SAW, Nabi dan Rasul terakhir  
Yang mendidik dengan segala kasih sayang dan mengorbankan segalanya,  
Bapak dan Ibu, kedua orang tua  
Ketiga saudara lelaki

Yang memberikan motivasi  
Sahabat-sahabati PMII Rayon Aufklarung, Korp Atmosfer  
Keluarga besar PMII Rayon Aufklärung

Yang mengisi bagian-bagian kecil kehidupanku,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yang mengantarkan sampai titik ini,  
Spectrum Kimia 2016

Serta,  
Almamater Program Studi Kimia  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



## KATA PENGANTAR

Tiada kata yang pantas untuk diucapkan kepada dzat Yang Maha Hidup, dzat Yang Maha Suci, dan dzat Yang Maha Esa atas segala nikmat-Nya yang selalu mengalir bahkan nyaris tanpa pernah berhenti, selain kata syukur Alhamdulillah. Shalawat serta salam semoga tersampaikan kepada Muhammad bin Abdullah SAW, sebagai nabi dan rasul yang telah mendedikasikan sepertiga kehidupannya untuk membawa umatnya dari zaman *a* menuju zaman *z*.

Skripsi dengan judul “**Sintesis dan Karakterisasi Komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Terembankan Karbon Aktif Tempurung Kelapa**”, disusun sebagai syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu program studi kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penyusun menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan sepersekiannya waktunya, baik dari hal terkecil berupa bantuan, dukungan, saran maupun kritik yang membangun dalam setiap bagian penyusunan skripsi ini. Penyusun dengan ketulusan dan penuh kerendahan hati ingin memberikan ucapan terimakasih sekaligus permohonan maaf kepada:

1. Bapak Prof. Drs. K.H. Yudian Wahyudi, B.A., B.A., M.A., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
4. Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan ikhlas dan sabar dalam membimbing dan menjalankan tugasnya selainnya pembimbing dengan sangat baik
5. Seluruh Dosen Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung
6. Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si. selaku laboran Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang

telah memberikan pelayanan, pengarahan serta motivasi selama melakukan penelitian

7. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu urusan administrasi
8. Bapak dan Ibu serta ketiga saudara, yang tanpa diminta telah mendoakan dan memberi motivasi, nasihat, serta dukungan
9. Seseorang yang senantiasa dan akan selalui kebersamai gerak bayangku
10. Sahabat-sahabati Korp Atmosfer, selaku keluarga kecil yang menjadi tempat dari segalanya
11. Keluarga Besar PMII Rayon Aufklarung Fakultas Sains dan Teknologi
12. Teman seangkatan kimia 2016, Spektrum16
13. Semua pihak yang tidak bisa penyusun sebutkan satu-persatu.

*Baarakallahu fikum.* Semoga Allah SWT selalu menambah limpahan rahmat dan balasan yang tiada tara kepada semua yang telah membantu penyusun dalam penyusunan skripsi ini. Penyusun hanya dapat mendo'akan semoga menjadi amal ibadah yang diterima Allah sebagai amal mulia, *Aamiin.*

Penyusun menyadari penyusunan skripsi ini masih terdapat celah yang menjadi kekurangan, walaupun penyusun sudah memaksimalkan potensi untuk mendekati kesempurnaan. Penyusun dengan kerendahan hati dan dengan tangan terbuka mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan penyusunan selanjutnya. Semoga skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penyusun dan bagi pembaca umumnya, baik sekarang maupun nanti dikemudian hari. *Aamiin ya Rabbal Alaamiin.*

Yogyakarta, 18 Juni 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR</b> .....	vi
<b>MOTTO</b> .....	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>INSITASRI</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Batasan Masalah .....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	6
A. Tinjauan Pustaka .....	6
B. Landasan Teori .....	8
1. Tempurung Kelapa .....	8
2. Karbonasi .....	11
3. Aktivasi .....	12
4. Magnetit .....	13
5. Kopersitipasi .....	16
6. Komposit .....	17
7. Karakterisasi Komposit .....	19
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	31
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
B. Peralatan Penelitian .....	31
C. Bahan Penelitian .....	32
D. Prosedur Kerja Penelitian .....	32
1. Preparasi Karbon .....	32

2. Aktivasi Karbon Tempurung Kelapa .....	32
3. Sintesis Komposit Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -Karbon Aktif .....	32
4. Karakterisasi Komposit .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
A. Preparasi Karbon dari Tempurung Kelapa .....	35
B. Aktivasi Karbon dari Tempurung Kelapa .....	36
C. Sintesis Komposit Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Karbon Aktif Tempurung Kelapa .....	38
D. Hasil Karakterisasi .....	39
1. Spektrometri Inframerah (FTIR) .....	39
2. Difraksi Sinar-X (XRD) .....	44
3. Analisis Luas Permukaan (GSA) .....	49
4. Mikroskop Elektron (SEM) .....	52
E. Uji Sifat Magnetik .....	56
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>58</b>
A. Kesimpulan .....	58
B. Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>68</b>



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
 YOGYAKARTA

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1.</b> Struktur Kimia Lignin dan Prekursornya: (a) p-Coumaryl alcohol, (b) coniferyl alcohol, (c) sinapyl alcohol, (d) lignin .....	10
<b>Gambar 2. 2.</b> Struktur Kristalin Magnetit dengan Oksigen, Kation $Fe^{3+}$ Tetrahedral dan Kation $Fe^{3+}$ Oktahedral (Schulz, et al., 2009) .....	14
<b>Gambar 2. 3.</b> Superexchange Interaction pada Struktur Spinel.....	15
<b>Gambar 2. 4.</b> Difraksi Sinar-X oleh Bidang Atom (Tan, 1991) .....	23
<b>Gambar 2. 5.</b> Tipe Isoterm Adsorpsi (IUPAC) .....	27
<b>Gambar 4. 1.</b> Spektra Inframerah a) Karbon, b) Karbon Aktif dan c) Komposit.....	39
<b>Gambar 4. 2.</b> Pola Difraksi a) Karbon, b) Karbon Aktif dan c) Komposit .....	44
<b>Gambar 4. 3.</b> Pola Difraksi a) komposit, b) hematit, c) maghemit, dan d) magnetit .....	46
<b>Gambar 4. 4.</b> Distribusi Pori a) Karbon Aktif dan b) Komposit .....	52
<b>Gambar 4. 5.</b> Mikrograf Karbon a) Perbesaran 3000x, b) perbesaran 10000x, Karbon aktif c) Perbesaran 3000x, d) Perbesaran 10000x, Komposit e) Perbesaran 3000x dan f) Perbesaran 10000x .....	53

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Komposisi Kimia dan Analisis Serat Lignoselulosa .....	9
<b>Tabel 2.2.</b> Material Window pada Radiasi IR .....	21
<b>Tabel 4.1.</b> Perbandingan Serapan Gugus Fungsi Teoritik dan Hasil Analisis Karbon dari Tempurung Kelapa.....	40
<b>Tabel 4.2.</b> Perbandingan Intensitas Serapan Inframerah Karbon dan Karbon Aktif .....	41
<b>Tabel 4.3.</b> Perbandingan Serapan Inframerah Karbon Aktif dan Komposit .....	43
<b>Tabel 4.4.</b> Hasil XRD Magnetit Komersial (Noval & Carriazo, 2019).....	47
<b>Tabel 4.5.</b> Hasil Analisa Luas Permukaan .....	49
<b>Tabel 4.6.</b> Uji Pengaruh Medan Magnet .....	56



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Bagan Alir Penelitian.....	68
<b>Lampiran 2</b> Perhitungan Pembuatan Komposit Magnet .....	69
<b>Lampiran 3</b> Penentuan Ukuran Kristal pada Komposit .....	70
<b>Lampiran 4</b> Penentuan Jarak Antar Bidang ( $d_{hkl}$ ) pada Komposit .....	70
<b>Lampiran 5</b> Perhitungan Parameter Kisi Magnetit.....	71
<b>Lampiran 6</b> Pola nilai $h+k+l$ pada komposit .....	72
<b>Lampiran 7</b> JCPDS No. 19-0629 (Magnetit) .....	73
<b>Lampiran 8</b> JCPDS No. 33-0664 (Hematit) .....	74
<b>Lampiran 9</b> JCPDS No. 39-1346 (Maghemit) .....	75
<b>Lampiran 10</b> Spektra FTIR Karbon Tempurung Kelapa Hasil Karbonasi .....	76
<b>Lampiran 11</b> Spektra FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa .....	77
<b>Lampiran 12</b> Spektra FTIR Komposit Karbon Aktif- $Fe_3O_4$ .....	78
<b>Lampiran 13</b> Difraktogram XRD Karbon Tempurung Kelapa Hasil Karbonasi .....	79
<b>Lampiran 14</b> Difraktogram XRD Karbon Aktif Tempurung Kelapa.....	80
<b>Lampiran 15</b> Difraktogram XRD Komposit Karbon Aktif- $Fe_3O_4$ .....	81
<b>Lampiran 16</b> Mikrograf SEM Karbon Tempurung Kelapa Hasil Karbonasi .....	82
<b>Lampiran 17</b> Mikrograf SEM Karbon Aktif Tempurung Kelapa .....	83
<b>Lampiran 18</b> Mikrograf SEM Komposit Karbon Aktif- $Fe_3O_4$ .....	84
<b>Lampiran 19</b> Hasil Analisa Metode BET dan BJH Karbon Aktif.....	85
<b>Lampiran 20</b> Hasil Analisa Metode BET dan BJH Komposit .....	94
<b>Lampiran 21</b> Dokumentasi Penelitian.....	103
<b>Lampiran 22</b> Curriculum Vitae .....	104

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

# **SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> TEREMBANKAN**

## **KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA**

Oleh:

**Luqman Hakim**

**16630018**

**INSITASRI**

Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> terembankan karbon aktif tempurung kelapa dengan tujuan untuk membuat adsorben magnetik. Keberadaan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang terembankan pada karbon aktif tempurung kelapa diharapkan memberikan sifat magnetik terhadap komposit, sehingga adsorben dapat dipisahkan menggunakan medan magnet eksternal setelah proses adsorpsi.

Karbon yang digunakan merupakan hasil pirolisis tempurung kelapa pada suhu 650 °C selama 4 jam. Karbon yang dihasilkan kemudian dihaluskan dan diaktivasi secara kimia menggunakan larutan KOH 50% (b/v) selama 24 jam. Setelah itu karbon diaktivasi secara fisika dengan pemanasan pada suhu 500 °C selama 1 jam. Sintesis komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dilakukan dengan metode kopresipitasi refluks pada suhu 70 °C selama 3 jam. Metode ini dilakukan dengan mencampurkan larutan garam besi Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup> (rasio mol 2:1) dengan suspensi karbon aktif dalam air diikuti penambahan larutan NaOH 2,5 M. Struktur, gugus fungsi, morfologi dan luas permukaan komposit dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD, SEM dan GSA. Sifat magnetik komposit diuji dengan respon terhadap medan magnet.

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa pengembanan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> pada struktur karbon aktif tempurung kelapa berhasil dilakukan melalui interaksi gugus hidroksil pada bilangan gelombang 601,79 dan 416,62 cm<sup>-1</sup>. Puncak pada 2θ 30,12° [220], 35,58° [311], 43,14° [400], 53,57° [422], 57,18° [511] dan 62,83° [440] menunjukkan keberadaan fasa magnetit yang berukuran 11,72 nanometer. Karbon aktif memiliki karakter mikropori dengan rata-rata ukuran pori 1,46 nm. Keberadaan magnetit mengurangi luas permukaan karbon aktif dari 91,16 m<sup>2</sup>/g menjadi 12,04 m<sup>2</sup>/g. Respon sampel kearah medan magnet menunjukkan komposit memiliki sifat magnetik.

Kata kunci: Adsorben magnetik, karbon aktif, pirolisis, tempurung kelapa, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, kopresipitasi



**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> COMPOSITES  
EMBEDDED ON COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON**

By:

**Luqman Hakim**

**16630018**

**ABSTRACT**

Synthesis and characterization of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composites embedded on coconut shell activated carbon has been carried out in order to make magnetic adsorbents. The presence of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> which embedded on coconut shell activated carbon is expected to provide magnetic properties to the composite, so that the adsorbent can be separated using an external magnetic field after the adsorption process.

The carbon that used is the result of pyrolysis coconut shell at a temperature of 650 °C for 4 hours. The carbon produced is then mashed and chemically activated using a 50% (w/v) KOH solution for 24 hours. After that the carbon is activated physically by heating at 500 °C for 1 hour. Synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> composite was carried out by the coprecipitation reflux method at 70 °C for 3 hours. This method is done by mixing the iron salt solution Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup> (mol ratio 2: 1) with activated carbon suspension in water followed by the addition of 2,5 M NaOH solution. The structure, functional groups, morphology and surface area of composites were characterized using FTIR, XRD, SEM and GSA. Composite magnetic properties are tested by responses to magnetic field.

The characterization results showed the embedment of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> on the coconut shell activated carbon structure was successfully carried out through the interaction of hydroxyl groups at wave numbers 563.21 and 416.62 cm<sup>-1</sup>. The peaks at 20 30.12° [220], 35.58° [311], 43.14° [400], 53.57° [422], 57.18° [511] and 62.83° [440] shows the existence of a magnetite phase sized of 11.72 nanometers. Activated carbon has a micropore character with an average pore size of 1.46 nm. The presence of magnetite reduces the surface area of activated carbon from 91.16 m<sup>2</sup>/g to 12.04 m<sup>2</sup>/g. The response of the sample towards the magnetic field indicates that the composite has magnetic properties.

**Keywords:** Magnetic adsorbent, activated carbon, pyrolysis, coconut shell, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, coprecipitation

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan industri dapat menciptakan berbagai macam produk dan juga terkadang menghasilkan produk samping (*by product*) berupa limbah, terutama limbah cair. Limbah cair merupakan sisa pembuangan yang dihasilkan dari suatu proses yang sudah tidak dipergunakan lagi (Hambali, *et al.*, 2008). Limbah cair berpotensi dihasilkan dari kegiatan-kegiatan seperti industri logam dan industri tekstil yang dapat mengandung berbagai limbah logam berat. Penanganan limbah cair menjadi isu penting karena dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan sehingga harus diolah dengan cara tertentu.

Beberapa teknologi telah dikembangkan untuk mengurangi kadar logam berat dari air limbah. Metode yang umum digunakan adalah reduksi dan presipitasi kimia, penukar ion dan adsorpsi (Rengaraj, *et al.*, 2001). Kelemahan dari penggunaan metode reduksi dan presipitasi adalah pembentukan lumpur yang terkontaminasi dalam jumlah besar (Devi, *et al.*, 2012). Selain itu, metode ini mengakibatkan perubahan struktur kimia dari substansi limbah. Kelebihan dari penggunaan metode adsorpsi adalah tidak mengubah struktur kimia dari substansi limbah serta dapat dipisahkan kembali setelah proses adsorpsi (Woodard, 2005).

Adsorben yang banyak digunakan pada proses adsorpsi adalah karbon aktif. Karbon aktif digunakan karena mudah dibuat dan disesuaikan struktur, sifat fisik serta kimianya (Bamufleh, 2011). Luas permukaan yang besar, pori berukuran

mikro, dan sifat kimia permukaan yang dimiliki karbon aktif berpotensi sebagai adsorben dalam penanganan limbah logam berat (Dobrowolski & Stefaniak, 2000; Kadirvelu & Namasivayam, 2003). Namun, karbon aktif memiliki kekurangan antara lain biaya preparasi yang tinggi dan selektivitas (Labied, *et al.*, 2018). Biaya produksi yang tinggi dapat dikurangi dengan menggunakan bahan baku yang relatif murah atau menggunakan metode yang tepat. Sifat karbon aktif dapat dimodifikasi sehingga dapat digunakan sebagai adsorben.

Karbon dapat dibuat dari berbagai bahan yang mengandung karbon seperti lignit, gambut, batu bara, dan berbagai biomassa seperti kayu, serbuk gergaji, ampas tebu, dan tempurung kelapa (Ioannidou & Zabaniotou, 2007). Karbon dari biomassa banyak mengandung lignin sehingga perlu melalui proses aktivasi kimia untuk mengurangi struktur lignin pada lignoselulosa (ElShafei, *et al.*, 2017). Penelitian Erlina, *et al.* (2015) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi larutan KOH pada proses aktivasi akan meningkatkan nilai efisiensi adsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi optimum KOH adalah 50% dengan rendemen 83,87% dan menghasilkan efisiensi adsorpsi pada logam Cu sebesar 83,57%.

Penelitian tentang pembuatan karbon aktif dari material lignoselulosa dilakukan oleh Rai, *et al.* (2016) dan Labied, *et al.* (2018) yang bersumber dari biji mangga dan biji kurma india (*Ziziphus jujuba*) untuk adsorpsi limbah logam kromium. Keduanya melakukan aktivasi secara kimia terhadap karbon dari material lignoselulosa. Hasil penelitian keduanya menunjukkan bahwa karbon aktif dari lignoselulosa dapat digunakan sebagai adsorben limbah logam berat. Namun, setelah adsorpsi dibutuhkan waktu yang lama untuk memisahkan adsorben.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dapat dikompositkan dengan magnetit dan menghasilkan adsorben yang memiliki sifat magnetik. Oliviera, *et al.*, (2002) mengabungkan karbon aktif dengan besi oksida untuk menyerap pencemar dalam air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit mampu menyerap senyawa organik dan zat warna tanpa terjadi proses reduksi. Penambahan besi oksida pada karbon aktif menunjukkan terjadinya pengurangan luas permukaan pada karbon aktif. Fisli, *et al.* (2012) membuat adsorben magnetik dari karbon aktif dan magnetit yang digunakan untuk menyerap thorium. Hasil penelitian menunjukkan penambahan partikel magnetit hampir tidak mengurangi kapasitas adsorpsi. Sementara Affam, *et al.* (2018) menunjukkan bahwa komposit besi oksida/karbon aktif dapat menghilangkan boron dan senyawa organik dari air. Sifat magnetik pada adsorben dapat mengurangi pembentukan limbah dengan pemisahan menggunakan magnet eksternal.

Berdasarkan tinjauan diatas, dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  terembedding karbon aktif dari tempurung kelapa untuk menghasilkan adsorben dengan sifat magnetik. Tempurung kelapa dikarbonasi menggunakan alat pirolisis pada suhu  $650\text{ }^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Karbon diaktivasi secara kimia menggunakan KOH 50% (b/v) dan secara fisika dengan pemanasan pada suhu  $500\text{ }^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Magnetit diembedding ke karbon aktif menggunakan metode kopresipitasi. Karakteristik gugus fungsi dianalisa menggunakan FTIR, fasa kristal dianalisa menggunakan XRD, sifat morfologi permukaan dianalisa menggunakan SEM, dan luas permukaan dianalisa menggunakan GSA. Sifat magnetik diuji menggunakan medan magnet eksternal.

## B. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dalam pembahasannya, maka diambil pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Tempurung kelapa dikarbonasi menggunakan alat pirolisis pada suhu 650 °C selama 4 jam.
2. Karbon diaktivasi secara kimia menggunakan larutan KOH 50% (b/v)
3. Karbon diaktivasi secara fisika pada suhu 500 °C selama 1 jam
4. Pengembanan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> pada karbon aktif dilakukan dengan metode kopresipitasi

## C. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik gugus fungsi dan fasa pada sampel karbon, karbon aktif dan komposit berdasarkan hasil analisa *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) dan *X-Ray Diffractometer* (XRD)?
2. Bagaimana hubungan penambahan magnetit terhadap perubahan permukaan dan pori-pori karbon aktif tempurung kelapa pada komposit berdasarkan hasil analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *Gas Sorption Analyzer* (GSA)?
3. Bagaimana hubungan penambahan magnetit terhadap perubahan sifat magnetik karbon aktif tempurung kelapa pada komposit berdasarkan pengaruh medan magnet eksternal?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik gugus fungsi dan fasa pada sampel karbon, karbon aktif dan komposit berdasarkan hasil analisa *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) dan *X-Ray Diffractometer* (XRD)
2. Mengetahui hubungan penambahan magnetit terhadap perubahan permukaan karbon aktif tempurung kelapa pada komposit berdasarkan hasil analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *Gas Sorption Analyzer* (GSA)
3. Mengetahui hubungan penambahan magnetit terhadap perubahan sifat magnetik karbon aktif tempurung kelapa pada komposit berdasarkan pengaruh medan magnet eksternal

#### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan tentang pembuatan karbon aktif dari material lignoselulosa dan mampu memberikan alternatif lain mengenai pengelolaan limbah yang ramah lingkungan menggunakan komposit Karbon Aktif-Magnetit dari tempurung kelapa.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Serapan inframerah pada karbon menunjukkan serapan -OH pada 3448,72  $\text{cm}^{-1}$ , vibrasi asimetri  $\text{CH}_2$  dan vibrasi simetri  $\text{CH}_3$  pada 2924,09 dan 2854,65  $\text{cm}^{-1}$  yang bersal dari lignin. Serapan inframerah pada karbon teraktivasi menunjukkan kenaikan %T yang menunjukkan struktur lignin dari karbon berkurang. Pita serapan pada 601.79  $\text{cm}^{-1}$  dari Fe-O tetrahedral dan 416.62  $\text{cm}^{-1}$  dari Fe-O oktahedral pada komposit menunjukkan keberadaan magnetit. Pola difraksi yang ditunjukkan oleh puncak difraktogram XRD dari karbon pada  $2\theta$  24,48° dan 43,96° serta  $2\theta$  24,17° dan 43,55° dari karbon teraktivasi menunjukkan keduanya berfasa amorf. Puncak pada  $2\theta$  30,12°, 35,58°, 43,14°, 53,57°, 57,18°, dan 62,83° dari komposit menunjukkan keberadaan mineral magnetit.
2. Foto SEM karbon aktif menunjukkan permukaan yang berpori, sementara komposit memiliki permukaan yang lebih solid. Hasil GSA karbon aktif menunjukkan luas permukaan total sebesar 91,16  $\text{m}^2/\text{g}$  dengan rata-rata pori berukuran 1,15 nm. Penambahan magnetit terhadap karbon aktif pada komposit memperkecil luas permukaan total 12,04  $\text{m}^2/\text{g}$  dan menghilangkan pori berukuran mikro pada permukaan karbon aktif yang terkomposit.

3. Respon karbon dan karbon aktif terhadap medan magnet menunjukkan keduanya tidak memiliki sifat magnetik, sementara respon komposit terhadap medan magnet menunjukkan komposit memiliki sifat magnetik. Pengembangan magnetit memberikan sifat magnetik pada karbon aktif yang terkomposit magnetit.

## B. Saran

1. Sebaiknya dilakukan analisis termal menggunakan TG-DTA untuk mengetahui perubahan pada proses pyrolysis tempurung kelapa,
2. Sebaiknya dilakukan karakterisasi terhadap *filler* sehingga diketahui vibrasi serapan dan puncak difraksi dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Sehingga lebih mendukung saat dilakukan karakterisasi hasil komposit Karbon Aktif- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah milik  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang dihasilkan,
3. Sebaiknya dilakukan *degassing* dengan suhu yang lebih tinggi dengan waktu yang lebih lama serta dilakukan pengujian GSA terhadap sampel karbon,
4. Sebaiknya dilakukan pengujian sifat kemagnetan komposit menggunakan *Vibrating-Sample Magnetometer* (VSM),
5. Sebaiknya dilakukan uji adsorpsi untuk mengetahui kemampuan adsorpsi komposit,
6. Karakteristik dari komposit menunjukkan potensi untuk digunakan sebagai adsorben limbah logam sehingga dapat menjadi prospek penelitian kedepannya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. H., Mat Rasat, M. S., Abdul Razab, M. K. A. & Mohd Amin, M. F., 2018. Effect of Acidic and Alkaline Treatments to Methylene Blue Adsorption from Aqueous Solution by Coconut Shell Activated Carbon. *International Journal of Current Science, Engineering & Technology*, 1(S1), pp. 319-324.
- Affam, A.C., Wong, C.C., Seyam, M. A. B., Matt, C.A.A.F., Sumbai, J.L.A & Evuti, A.M., 2018. Preparation, Characterization and Adsorption Study of Granular Activated Carbon/Iron Oxide Composite for Removal Boron and Organics from Wastewaters. *E3S Web Conf.*, Volume 34.
- Atkins, P. W., 1999. *Kimia Fisika 2*. Jakarta: Erlangga.
- Bakti, A. I. & Gareso, P. L., 2018. Characterization of Active Carbon Prepared from Coconuts Shells Using FTIR, XRD, and SEM Techniques. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 7(1), pp. 33-39.
- Bamufleh, H. S., 2011. Adsorption of Dibenzothiophene (DBT) on Activated Carbon from Dates' Stones Using Phosphoric Acid (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). *JKAU: Eng. Sci*, 22(2), pp. 80-105.
- Benyang, W., Wei, Q. & Qu, S., 2013. Synthesis and Characterization of Uniform and Crystalline Magnetite Nanoparticles via Oxidation-precipitation and Modified co-precipitation Methods. *International Journal of Electrochemical Science*, Volume 8, pp. 3786-3793.
- Bernasconi, G. & Lienda, H., 1995. *Teknologi Kimia*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Bhanvase, B. A., Pawade V. A., Dhoble, S. J., Sonowane, S. H. & Ashokkumar, M., 2018. *Nanomaterials for Green Energy*. Amsterdam: ELSEVIER.
- Blaney, L., 2007. Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>): Properties, Synthesis and Applications. Volume 15.
- Bledzki, A. K., Mamuna, A. A. & Volk, J., 2010. Barley husk and Coconut Shell Reinforced Polypropylene Composite: The Effect of Fibre Physical, Chemical and Surface Properties. *Composite Science and Technology*, Volume 70, pp. 840-846.
- Boxall, C., Kelsall, G. & Zhang, Z., 1996. Photoelectrophoresis of Colloidal Iron Oxides: Magnetite. *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions*, 92, Volume 5, pp. 791-802.
- Bruice, P. Y., 2001. *Organic Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall, Inc..

- Budi, E., Umiatin, U., Nasbey, H., Bintoro, R.A., Wulandari, F., & Erlina, E., 2014. *Pore Structure of The Activated Coconut Shell Charcoal Carbon*. s.l., AIP Publishing.
- Budi, E., Nasbey, H., Yuniarti, B.D.P., Nurmayatri, Y., Fahdiana, J., & Budi, A.S., 2018. *Adsorption and Pore of Physical-Chemical Activated Coconut Shell Charcoal Carbon*. s.l., IOP Publishing.
- Bui, T. Q., Ton, S. N.-C., Duong, A. T. & Tran, H. T., 2018. Size-dependent Magnetic Responsiveness of Magnetite Nanoparticles Synthesised by Co-precipitation and Solvothermal Methods. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, Volume 3, pp. 107-112.
- Burkin, A. R., 2001. *Chemical Hydrometallurgy: Theory and Principles*. London: Imperial College Press.
- Buschow, K. H. J., 2005. *Concise Encyclopedia of Magnetic and Superconducting Materials*. 2 ed. Amsterdam: ELSEVIER.
- Cabaço, M. I., Besnard, M., Danten, Y. & Coutinho, J. A. P., 2012. Carbon Dioxide in 1-butyl-3-metylimidazolium acetate. I. Unusual Solubility Investigated by Raman Spectroscopy and DFT Calculations. *Journal of Physical Chemistry A*, 116(6), pp. 1605-1620.
- Castellan, G. W., 1982. *Physical Chemistry*. London: Addison Weyley Publishing Company.
- Chung, D. D. L., 2010. *Composite Materials Science and Applications*. 2nd penyunt. London: Springer-Verlag London.
- Condon, J. B., 2006. *Surface Area and Porosity Determinations by Physisorption Measurements and Theory*. Amsterdam: ELSEVIER.
- Dave, P. N. & Chopda, L. V., 2014. Application of Iron Oxide Nanomaterials for Removal of Heavy Metals. *J. Nanotechno*, p. 14.
- de Lacheisserie, E. d. T., Gignoux, D. & Schlenker, M., 2003. *Magnetism*. Amerika Serikat: Springer.
- Devi, B. V., Jahagirdar, A. A. & Ahmed, M. N. Z., 2012. Adsorption of Chromium on Activated Carbon Prepared from Coconut Shell. 2(5), pp. 364-370.
- Dobrowolski, R. & Stefaniak, E., 2000. Study of Chromium (VI) Adsorption from Aqueous Solution on to Activated Carbon. *Adsorption Science & Technology*, Volume 18, pp. 97-108.
- ElShafei, G. M., ElSherbiny, I. M., Darwish, A. S. & Philip, C. A., 2017. Artichoke as a Non-Conventional Precursor for Activated Carbon: Role of The

- Activation Process. *Journal of Taibah University for Science*, Volume 11, pp. 677-688.
- Engineers, N. B. o. C. &., 2006. *The Complete Book on Coconut & Coconut Products*. India: Asia Pacific Business Press Inc..
- Erlina, Umiatin & Budi, E., 2015. *Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Cu*. s.l., s.n.
- Faisal, H., 2007. *Pengaruh Perubahan Tekanan pada Pembuatan Komposit Serbuk Al-MgSi Terhadap Sifat Mekanis*. Surabaya: ITS.
- Fessenden, R. J. & Fessenden, J. S., 1982. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Fisli, A., Ariyani, A., Wardiyati, S. & Yusuf, S., 2012. Adsorben Magnetit Nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Karbon Aktif untuk Menyerap Thorium. 13(Jurnal Sains Materi Indonesia), pp. 192-197.
- Fisli, A., Safitri, R. D., Nurhasni & Deswita, 2018. Analisis Struktur dan Porositas Komposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Karbon Aktif dari Limbah Kertas Sebagai Adsorben Magnetik. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Volume 19, pp. 179-187.
- Fu, F. & Wang, Q., 2011. Removal of Heavy Metal Ions from Wastewaters: A Review. *Journal of Environmental Management*, Volume 92, pp. 407-4018.
- Gaspard, S. & Ncibi, M. C., 2014. *Biomass for Sustainable Applications; Pollution Remediation and Energy*. Cambridge: RSC Publishing.
- Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Michael, J.R., Ritchie, N.W.M., Scott, J.H.J., & Joy, D.C., 2017. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*. New York: Springer.
- Goni, A., Rampe, M. J., Kapahang, A. & Turangan, T. M., 2019. Making and Characterization of Activated Carbon from Coconut Shell Charcoal. *International Journal of Advanced Educational Research*, 4(5), pp. 40-43.
- Gratisito, M.K.B., Panyathanmaporn, T., Chumnanklang, R.A., Sirinuntawittaya, N., & Dutta, A., 2008. Production of activated carbon from coconut shell: Optimization using response surface methodology. *Bioresource Technology* 99.
- Guo, J. & Lua, A. C., 2002. Characterization of Adsorbent Prepared from Oil-Palm Shell by CO<sub>2</sub> Activation for Removal of Gaseous Pollutant. *Mater. Lett.*, Volume 55, pp. 334-339.

- Guo, Y., Yang, S., Yu, K., Zhao, J., Wang, Z., & Xu, H., 2002. The Preparation and Mechanism Studies of Rice Husk Based Porous Carbon. *Mater Chem Phys*, 74(3), pp. 320-323.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W. & Hendroko, R., 2008. *Teknologi Bioenergi*. Kedua penyunt. Jakarta: AgroMedia.
- Hidayu, A. R. & Muda, N., 2016. Preparation and Characterization of Impregnated Activated Carbon from Palm Kernel Shell and Coconut Shell for CO<sub>2</sub> Capture. *Procedia Engineering*, Volume 148, pp. 106-113.
- Hsu, L.-Y. & Teng, H., 2000. Influence of Different Chemical Reagents on Preparation of Activated Carbons From Bituminous Coal. *Fuel Processing Technology*, 64(1-3), pp. 155-166.
- Idrus, R., Lapanoro, B. P. & Putra, Y. S., 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *PRISMA FISIKA*, Volume 1, pp. 50-55.
- Ilanoon, N., 2014. Use of Iron Oxide Magnetite Nanoadsorbent for Cr(VI) Removal for Aqueous Solutions: A Review. *Int. J. Eng. Res. Appl.*, Issue 4, pp. 55-63.
- Inamuddin, Asiri, A. M. & Lichtfouse, E., 2020. *Nanophotocatalysis and Environmental Applications: Detoxification and Disinfection*. Cham: Springer.
- Ioannidou, O. & Zabaniotou, A., 2007. Agricultural Residues as Precursors for Activated Carbon Production - A Review. Desember, 11(9), pp. 1966-2005.
- Jasni, M. Z., Abdullah, N.H., Abdullah, S., Abdul Razab, M.K.A., Mohammed Noor, A., Mohammed, M., Nik Yusuf, N.A.A., Mohd Amin, A., Mat Rasat, M.S., & Mohd Amin, M.F., 2018. Preparation and Characterization of Activated Carbon from Cocos nucifera L. (Coconut) Shell and Sugar Bagasse. *International Journal of Current Science, Engineering & Technology*, 1(S1), pp. 416-421.
- Kadirvelu, K. & Namasivayam, C., 2003. Activated Carbon from Coconut Coirpith as Metal Adsorbent: Adsorption of Cd(II) from Aqueous Solution. *Advances in Environmental Research*, 7(2), pp. 471-478.
- Kalantar-zadeh, K. & Fry, B., 2007. *Nanotechnology-Enabled Sensors*. Melbourne: Springer.
- Kazmiruk, V., 2012. *Scanning Electron Microscopy*. Rijeka: InTech.

- Khalil, H.P.S.A., Jawaid, M., Firoozian, P., Rashid, U., Islam, A., & Akil, H.Md., 2013. Activated Carbon from Various Agricultural Waste by Chemical Activation with KOH: Preparation and Characterization. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, Volume 7, pp. 1-7.
- Khalil, M. I., 2015. Co-precipitation in Aqueous Solution Synthesis of Magnetite Nanoparticles Using Iron (III) Salts as Precursors. *Arabian Journal of Chemistry*.
- Khopkar, S. M., 2008. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Labied, R., Benturki, O., Hamitouche, A. Y. E. & Donnot, A., 2018. Adsorption of Hexavalent Chromium by Activated Carbon Obtained From a Waste Lignocellulosic Material. *Adsorption Science & Technology*, 36(3-4).
- Lima, S. B., Borges, S. M. S., Rangel, M. d. C. & Marchetti, S. G., 2013. Effect of Iron Content on the Catalytic Properties of Activated Carbon-Supported Magnetite Derived from Biomass. *Journal Braz. Chem. Soc.*, 24(2), pp. 344-354.
- Lowell, S., Shields, J. E., Thomas, M. A. & Thommes, M., 2013. *Characterization of Porous Solids and Powders: Surface Area, Pore Size and Density*. 4th ed. New York: Springer Science.
- Lu, A., Salabas, E. & Schuth, F., 2007. Magnetic nanoparticles: Synthesis, Protection, Functionalization, and Application. *Angew. Chem. Int. Ed. Eng.*, pp. 1222-1244.
- Marsh, H. & Rodríguez-Reinoso, F., 2006. *Activated Carbon*. 1st penyunt. New York: Elsevier Science & Technology Books .
- Matthews, F. L. & Rawlings, R. D., 1999. *Composite Materials: Engineering and Science*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Maylani, A. S., Sulistyarningsih, T. & Kusumastuti, E., 2016. Preparasi Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (Magnetit) serta Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Cadmium. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(2).
- Mohan, D., Pittman, C. U. & Steele, P. H., 2006. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-Oil: a Critical Review. *Energy Fuels*, Volume 20, pp. 848-889.
- Nalwa, H. S., 2001. *Handbook of Thin Films*. India: Academic Press.
- Niazi, S. K., 2019. *Handbook of Preformulation: Chemical, Biological, and Botanical Drugs*. 2nd ed. Florida: CRC Press.
- Noval, V. E. & Carriazo, J. G., 2019. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-TiO<sub>2</sub> dan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-SiO<sub>2</sub> Core-shell Powders Synthesized from Industrially Processed Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Microparticles. *Materials Research*, 22(3).

- Nurdiansyah, H. & Susanti, D., 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi Elektrik Double Layer Capacitor (EDLC). *Jurnal Teknik POMITS*, 2(1).
- Ojemaye, M., Okoh, O. & Okoh, A., 2017. Surface Modified Magnetic Nanoparticles as Efficient Adsorbents for Heavy Removal from Wastewaters: Program and Prospects. *Mater. Express*, Volume 7, pp. 439-456.
- Oliviera, L. C., Rios, R. V., Fabris, J. D. & Garg, V. K., 2002. Activated Carbon/Iron Oxide Magnetic Composites for the Adsorption of Contaminants in Water. *Carbon*, Volume 40, pp. 2177-2183.
- Park, B. O., 2004. Performance of Supercapacitor with Electrodeposited Ruthenium Oxide Film Electrodes-Effect of Film Electrodes and Film Thickness. *Journal of Power Source*, pp. 134-148.
- Prihatiningsih, M. C., S., M., Saptaji, R. & Marjanto, J., 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 keV/10mA. *JFN*, Volume 1, p. 32.
- Rai, M.K., Shahi, G., Meena, V., Meena, R., Chakraborty, S., Singh, R.S., & Rai, B.N., 2016. Removal of Hexavalent Chromium Cr (VI) Using Activated Carbon From Mango Kernel Activated With H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. *Resource Efficient Technologies*, Volume 2, pp. 63-70.
- Rajendran, A. B., Manivannan, G., Jothivenkatachalam, K. & Karthikeyan, S., 2015. Characterization Studies of Activated Carbon From Low Cost Agricultural Waste: *Leucaena leucocephala* Seed Shell. *Rasayan Journal Chemistry*, 8(3), pp. 330-338.
- Rampe, M. J. & Tiwow, V. A., 2018. Fabrication and Characterization of Activated Carbon from Charcoal Coconut Shell Minahasa, Indonesia. *Journal of Physics*.
- Rengaraj, S., Yeon, K.-H. & Moon, S.-H., 2001. Removal of Chromium from Water and Wastewater by Ion Exchange Resins. *Journal of Hazardous Materials*, pp. 273-287.
- Rodriguez-Reinoso, F., Molina-Sabio, M. & Gonzalez, M. T., 1995. The Use of Steam and CO<sub>2</sub> as Activating Agents in the Preparation of Activated Carbons. *Carbon*, Volume 33, pp. 15-23.
- Rufford, T. E., Hulicova-Jurcakova, D. & Zhu, J., 2013. *Green Carbon Materials: Advances And Applications*. Florida: Pan Stanford Publishing.

- Sastrohamidjojo, H., 2001. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Schobert, H. H., 2013. *Chemistry of Fossil Fuels and Biofuels*. 1 ed. New York: Cambridge University Press.
- Schröder, E., Thomauske, K., Weber, C., Hornung, A., & Tumiatti, V., 2007. Experiments on The Generation of Activated Carbon from Biomass. *Journal of Applied and Analytical Pyrolysis*, 79(1-2), pp. 106-111.
- Schulz, M. J., Shanov, V. N. & Yun, Y., 2009. *Nanomedicine Design of Particles, Sensors, Motors, Implants, Robots, and Devices*. London: Artech House.
- Sedyadi, E. & Huda, K., 2016. Kajian Adsorpsi Remazol Yelooow FG oleh Montmorilonit-Kitosan. *Integrated Lab Journal*, Volume 4, pp. 139-152.
- Shepherd, P., Mallick, K. K. & Green, R. J., 2007. Magnetic and Structural Properties of M-Type Barium Hexaferrite Prepare by Co-Precipitation. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Volume 311, pp. 683-692.
- Simpson, N. J. K., 2000. *Solid-Phase Extraction*. New York: Marcel Dekker Inc..
- Sobirin, M., Yulianto, A. & Aji, M. P., 2016. Efek Penambahan Karbon Aktif Pada Magnetit dari Pasir Besi Sebagai Adsorpsi Ion Kalsium dalam Air. *Unnes Physics Journal*, 5(2).
- Soundari, L., Agilani, A. & Rajarajan, K., 2018. Removal of Chromium From Industrial Waste Water by Adsorption Using CoconutShell and Palmshell. Volume 119, pp. 827-830.
- Sposito, G., 1984. *The Surface of Chemistry of Soils*. New York: Oxford University Press.
- Strezov, V. & Evans, T. J., 2015. *Biomass Processing Technologies*. Boca Raton: CRC Press.
- Susilowati, E. N., Fajaroh, F. & Wonorahardjo, S., 2013. Sintesis Nanopartikel Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Secara Elektrokimia dan Aplikasinya Sebagai Penyerap Pb(II).
- Šutka, A. et al., 2014. Precipitation synthesis of magnetite Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoflakes. *Ceramics International*, 40(7), pp. 11437-11440.
- Tan, 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta: UGM Press.
- Tan, I. W., Abdullah, M. O., Lim, L. L. P. & Yeo, T. H. C., 2017. Surface Modification and Characterization of Coconut Shell-Based Activated Carbon Subjected to Acidic and Alkaline Treatments. *Jurnal of Applied Science & Process Engineering*, 4(2).

- Tartaj, P., Morales, M.dP., Verdaguer, S.V., Carreno, T.G., & Serna, C., 2003. The Preparation of Magnetic Nanoparticles for Applications in Biomedicine. *Journal of Physics D: Applied Physics*, Volume 36, pp. 182-197.
- Telepchak, M. J., August, T. F. & Chaney, G., 2004. *Forensic and Clinical Applications of Solid Phase Extraction*. New York: Springer Science.
- Theophanides, T., 1984. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy Industrial Chemical and Biochemical Applications*. Dordrecht: D. Riedel Publishing Company.
- Ul-Hamid, A., 2018. *A Beginners' Guide to Scanning Electron Microscopy*. Cham: Springer.
- van Vlack, L. H., 1989. *Ilmu dan Teknologi Bahan; Ilmu Logam dan Bukan Logam*. 5th penyunt. Jakarta: Erlangga.
- Vana, J., 1982. *Gas and Liquid Analyzers*. California: Elsevier.
- Vasiliev, V. V. & Morozov, E. V., 2001. *Mechanics and Analysis of Composite Materials*. 1st penyunt. Oxford: ELSEVIER.
- Verayana, Paputungan, M. & Iyabu, H., 2018. Pengaruh Aktivator HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *Jurnal Entropi*, 13(1), pp. 67-75.
- Woodard, F., 2005. *Industrial Waste Treatment Handbook*. 2nd ed. Woburn: Butterworth-Heinemann.
- Yuningsih, L. M., Mulyadi, D. & Kurnia, A. J., 2016. Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Jurnal Kimia Valensi: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 2(1), pp. 30-34.



**Lampiran 1** Curriculum Vitae

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**  
*Curriculum Vitae*

**Biodata Pribadi**

Nama	Luqman Hakim
Tempat, Tanggal Lahir	Jebara, 7 September 1996
Alamat	Dongos Sendang, RT.01/RW.03, Dongos Kec. Kedung, Kab. Jebara, Jawa Tengah, 59643
Jenis Kelamin	Laki-Laki
Kepercayaan	Islam
Status	Single
Kewarganegaraan	Indonesia
Nomor Telepon	+6285701131312
E-mail	<a href="mailto:elhakim18@gmail.com">elhakim18@gmail.com</a>

**Pendidikan**

Formal	
2016-Sekarang	<b>UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta</b> – Sleman
2013-2015	<b>SMA Negeri 1 Pecangaan</b> – Jebara
2010-2013	<b>SMP Negeri 1 Kedung</b> – Jebara
2004-2010	<b>SD Negeri 4 Dongos</b> – Jebara

**Pengalaman Organisasi**

2020-Sekarang	<b>Staff Menteri Riset dan Teknologi</b> , -DEMA UIN Sunan Kalijaga
2018-2019	<b>Koordinator Departemen Kaderisasi</b> , -PMII Fakultas Sains dan Teknologi Rayon Aufklärung
2017-2018	<b>Sekretaris</b> , -HMPS Kimia UIN Sunan Kalijaga

**Penghargaan**

2019	Asisten Laboratorium	Praktikum Kimia Koordinasi
2018	Moderator	Seminar Publikasi Penelitian Program Studi Kimia ke-6