

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI  
CARBON NANOFIBER (CNF) BERBAHAN DASAR  
TONGKOL JAGUNG MENGGUNAKAN METODE  
CHEMICAL VAPOR DEPOSITION (CVD)**

**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1  
Program Studi Fisika



Diajukan oleh :

**Maygita Ragil Yogastuti**

**15620038**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2019**



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-3942/Un.02/DST/PP.00.9/09/2019

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis dan Karakterisasi Carbon Nanofiber (CNF) Berbahan Dasar Tongkol Jagung menggunakan Metode Chemical Vapor Deposition (CVD).

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MAYGITA RAGIL YOGASTUTI  
Nomor Induk Mahasiswa : 15620038  
Telah diujikan pada : Jumat, 30 Agustus 2019  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Asih Melati, S.Si., M.Sc  
NIP. 19841110 201101 2 017

Penguji I

Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si  
NIP. 19820126 200801 2 008

Penguji II

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc  
NIP. 19811111 201101 1 007

Yogyakarta, 30 Agustus 2019

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dr. Murtono, M.Si.

NIP. 19691212 200003 1 001



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp : -

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

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Maygita Ragil Yogastuti  
NIM : 15620038  
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanofiber* (CNF) Berbahan Dasar  
Tongkol Jagung menggunakan Metode *Chemical Vapour  
Deposition* (CVD)

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

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 08 Agustus 2019  
Pembimbing

Asih Melati, M.Sc

NIP. 19841110 201101 2 017

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : MaygitaRagilYogastuti  
NIM : 15620038  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanofiber* (CNF) Berbahan Dasar Tongkol Jagung menggunakan Metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD)” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 08 Agustus 2019

Yang Menyatakan



Maygita Ragil Yogastuti

NIM. 15620038

## MOTTO

*“You are you only limit”*

“Mulailah dari tempatmu berada. Gunakan yang kau punya. Lakukan yang kau bisa” \_Arthur Ashe\_

“Ketika seseorang menghinamu. Itu adalah suatu pujian, bahwa selama ini mereka telah menghabiskan waktu untuk memikirkanmu bahkan ketika kamu tidak memikirkanya” \_BJ Habibie Insinyur\_

“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan” \_Ali bin Abi Thalib\_

من جد وجد

*Siapa yang bersungguh-sungguh, akan berhasil*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku persembahkan salah satu karya ku untuk :

- ❖ *Kedua orang tua yang sangat saya cintai*
- ❖ *Keluarga besar Fisika UIN, Fisika 2015 dan Fisika Material*
- ❖ *Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanofiber* (CNF) Berbahan Dasar Tongkol Jagung menggunakan Metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD)”**. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana strata satu (S-1) Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. Penulis menyadari bahwa dalam melaksanakan dan menyusun tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua yang selama ini telah memberikan dukungan begitu besar sehingga penulis memiliki semangat untuk menyelesaikan tugas akhir,
2. Dr. Thaqibul Fikri N, M.Si., selaku kepala Program Studi Fisika UIN SunanKalijaga,
3. Asih Melati, M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir dan pembimbing akademik yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan banyak ilmu beserta motivasi,
4. Seluruh Dosen Fisika beserta jajarannya yang telah memberikan bimbingan dan ilmunya,

5. Bapak Sangudi yang sudah membantu dalam melakukan penelitian di laboratorium pascasarjana teknik UGM,
6. Lizara Carina, pemberi motivator terbaik sehingga penulisan tugas akhir ini dapat selesai ,
7. Atika, Putri, Ika, Galih, dan Amin yang telah memberikan semangat, bantuan, dan motivasi selama proses penyelesaian tugas akhir,
8. Tri Setianingsih, S.Si., selaku teman diskusi dalam pengolahan data tugas akhir,
9. Teman-teman Fisika Material 2015 yang sudah memberikan dukungan dan motivasi,
10. Seluruh teman-teman Fisika 2015 yang memberi semangat dalam penyusunan tugas akhir,
11. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini banyak kekurangan, oleh sebab itu kritik dan saran penulis harapkan demi perbaikan selanjutnya. Akhir kata penulis berharap supaya tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak dan dapat menjadi sumber referensi yang representatif, dijadikan sebagai acuan dalam melakukan kajian riset khususnya pada material *Carbon Nanofiber*.

Yogyakarta, 13 Juli 2019

Penulis



**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *CARBON NANOFIBER* (CNF)  
BERBAHAN DASAR TONGKOL JAGUNG MENGGUNAKAN  
METODE *CHEMICAL VAPOR DEPOSITION* (CVD)**

**Mavgita Ragil Yogastuti  
15620038**

**INTISARI**

CNF memiliki potensi lebih besar dari nanomaterial lainnya karena memiliki sifat konduktivitas listrik dengan hambatan sebesar  $1 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ , konduktivitas termal sebesar  $1950 \text{ W/mK}$ , sifat mekanik sebesar  $240 \text{ Gpa}$ , sehingga dapat diaplikasikan pada sensor, superkapasitor dan perangkat elektronik lainnya. Penelitian ini menggunakan tongkol jagung sebagai sumber karbon yang diolah menjadi karbon aktif tongkol jagung. Proses sintesis dilakukan dengan aktivasi kimia dan aktivasi fisika. CNF disintesis dari karbon aktif tongkol jagung dengan aktivator  $\text{NaOH } 0,2\text{M}$ , katalis  $\text{NiCl}_2$ , gas nitrogen, dan asetilen ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) sebagai sumber karbon lainnya dengan metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD) dengan variasi 3 suhu yaitu  $600^\circ\text{C}$ ,  $700^\circ\text{C}$ , dan  $800^\circ\text{C}$  serta mengkaji CNF menggunakan karakterisasi XRD dan SEM. Dari hasil karakterisasi SEM pada sampel CNF variasi suhu  $600^\circ\text{C}$ ,  $700^\circ\text{C}$ , dan  $800^\circ\text{C}$  didapatkan ukuran diameter rata-rata masing-masing sebesar  $\pm 220 \text{ nm}$ ,  $\pm 130 \text{ nm}$ , dan  $\pm 70 \text{ nm}$ , dimana hasil terbaik yang didapatkan pada variasi suhu  $800^\circ\text{C}$  dengan diameter rata-rata CNF yang terbentuk  $\pm 70 \text{ nm}$  serta dari hasil karakterisasi CNF menggunakan XRD menunjukkan pada sampel CNF variasi suhu  $600^\circ\text{C}$ ,  $700^\circ\text{C}$ , dan  $800^\circ\text{C}$  puncak difraksi yang muncul merupakan karakteristik dari CNF, untuk variasi suhu  $600^\circ\text{C}$  pada  $2\theta$  dengan sudut puncak berturut-turut  $41,91^\circ$ ,  $44,57^\circ$ , dan  $70,98^\circ$  dan untuk variasi suhu  $700^\circ\text{C}$  dan  $800^\circ\text{C}$  menunjukkan puncak difraksi yang hampir sama. Pengaruh variasi suhu proses CVD ditunjukkan pada hasil karakterisasi SEM dimana terdapat perubahan morfologi dan ukuran diameter CNF, suhu optimum pada penelitian ini dicapai pada variasi suhu  $800^\circ\text{C}$ .

**Kata kunci:** CNF, CVD, karbon aktif, tongkol jagung.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF  
CARBON NANOFIBER (CNF) FROM CORN COBS WITH  
CHEMICAL VAPOR DEPOSITION (CVD)**

**Maygita Ragil Yogastuti**  
**15620038**

**ABSTRACT**

*CNF has greater potential than other nanomaterials because it has electrical conductivity properties with resistivity of  $1 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ , thermal conductivity of 1950 W/mK, mechanical properties of 240 Gpa, so CNF can be applied to sensors, supercapacitors, and other electronic devices. In this research, CNF were synthesized using corn cobs activated carbon. The process of synthesis by chemical activation and physics activation. CNF was synthesized using NaOH 0,2M activator, nitrogen gas, NiCl<sub>2</sub> catalyst and acetylene (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) as carbon source with Chemical Vapor Deposition (CVD) methods with 3 temperature variations 600°C, 700°C, and 800°C. SEM characterization on CNF samples variations of temperature 600°C, 700°C, dan 800°C obtained diameter size of  $\pm 220 \text{ nm}$ ,  $\pm 130 \text{ nm}$ , and  $\pm 70 \text{ nm}$ , respectively, where the best result was obtained at temperature variation 800°C with CNF diameter  $\pm 70 \text{ nm}$  and the result of CNF characterization using XRD shows the CNF sample temperature variation 600°C, 700°C, and 800°C the emerging diffraction peak is characterization of CNF, for the temperature variation of 600°C at  $2\theta$  with the peak angle respectively 41,91°, 44,57° and 70,98°, for variations of 700°C, and 800°C showed similarly diffraction peaks. The effect of variations temperature change the morphological form of CNF, optimum temperature was reached at a temperature variations of 800°C.*

**Keywords:** Activated carbon, CNF, corn cobs, CVD.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
INTISARI.....	ix
ABSTARCT .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
11.2 Rumusan Masalah.....	4
11.3 Tujuan Penelitian .....	4
11.4 Batasan Penelitian.....	5
11.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Studi Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Tongkol jagung .....	9
2.2.2 Karbon aktif.....	11
2.2.2.1 Struktur fisika dan kimia karbon aktif .....	12
2.2.2.2 Fungsi karbon aktif .....	13
2.2.2.3 Sifat karbon aktif .....	16
2.2.2.4 Proses pembuatan karbon aktif.....	18
2.2.3 <i>Carbon Nanofiber</i> .....	21
2.2.3.1 Sifat-sifat CNF.....	22
2.2.4 <i>Chemical Vapor Deposition (CVD)</i> .....	23
2.2.5 Pertumbuhan CNF menggunakan metode CVD.....	25
2.2.6 Katalis NiCl <sub>2</sub> .....	26
2.2.7 Asetilen C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> .....	29
2.2.8 Gas Nitrogen (N <sub>2</sub> ).....	30
2.2.9 Karakterisasi CNF .....	31
2.2.9.1 <i>X-Ray Diffraction</i> .....	31
2.2.9.2 <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	37
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	37
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	37
3.2.1 Alat-alat penelitian .....	37
3.2.2 Bahan-bahan penelitian .....	37
3.3 Prosedur Percobaan .....	38
3.3.1 Pembuatan Karbon Aktif .....	39
3.3.2 Sintesis CNF .....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	42
4.1 Hasil Penelitian .....	42
4.1.1 Hasil sintesis CNF menggunakan metode CVD .....	42
4.1.2 Hasil karakterisasi XRD .....	42
4.1.3 Hasil karakterisasi SEM .....	44
4.2 Pembahasan .....	46
4.2.1 Sintesis CNF .....	46
4.2.2 Karakterisasi CNF .....	48
4.2.3 Integrasi-interkoneksi .....	53
BAB V PENUTUP .....	55
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN .....	63



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan masing-masing penelitian .....	8
Tabel 2.2 Analisis kimia tongkol jagung .....	10
Tabel 2.3 Analisis kimia karbon tongkol jagung.....	11
Tabel 2.4 Sifat fisika asetilen .....	29
Tabel 2.5 Sifat nitrogen.....	30
Tabel 3.1 Daftar alat penelitian .....	37
Tabel 3.2 Daftar bahan penelitian.....	38
Tabel 4.1 Hasil XRD dan SEM .....	52



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tongkol Jagung .....	9
Gambar 2.2 Struktur kimia karbon aktif .....	13
Gambar 2.3 Morfologi CNF dikarakterisasi menggunakan SEM .....	21
Gambar 2.4 SkemaAlat CVD .....	24
Gambar 2.5 Skema (a-c) formasi dari struktur CNF <i>cup-stacked</i> dan(d) struktur CNF <i>platelet</i> (Feng, 2014) .....	25
Gambar 2.6 Skema lapisan CNF pada metode CVD (Poveda, 2016) .....	25
Gambar 2.7 Stuktur kimia NiCl <sub>2</sub> .....	28
Gambar 2.8 Difraksi sinar X oleh atom-atom pada bidang (Ismunandar, 2006) .....	33
Gambar 2.9 Contoh hasil keluaran grafik XRD pada CNF menggunakan katalis Cu.ZrO <sub>2</sub> (a), CNFs-O (b), CZC350 (c), CZC450 (d) CZC500, dan (e) CZC550 (Din, 2014).....	34
Gambar 2.10 Skema prinsip kerja SEM (iastate.edu).....	35
Gambar 2.11 SEM pada CNF menggunakan sumber karbon bubuk karbon aktif (Ahmed, 2016).....	36
Gambar 3.1 Skema prosedur kerja.....	39
Gambar 3.2 Diagram pembuatan karbon aktif .....	40
Gambar 3.3 Diagram sintesis CNF .....	41
Gambar 4.1 Hasil sintesis CNF menggunakan metode CVD pada suhu600°C, 700°C, dan 800°C .....	42
Gambar 4.2 Grafik hasil karakterisasi XRD pada CNF suhu 600°C .....	43
Gambar 4.3 Grafik hasil karakterisasi XRD pada CNF suhu 700°C.....	43
Gambar 4.4 Grafik hasil karakterisasi XRD pada CNF suhu 800°C .....	44
Gambar 4.5 Grafik hasil karakterisasi XRD pada 3 sampel CNF .....	44
Gambar 4.6 Hasil karakterisasi SEM CNF pada suhu 600°C .....	45
Gambar 4.7 Hasil karakterisasi SEM CNF pada suhu 700°C .....	45
Gambar 4.8 Hasil karakterisasi SEM CNF pada suhu 800°C .....	46
Gambar4.9 Grafik distribusi ukuran CNF pada CVD suhu 600°C.....	49
Gambar 4.10 Grafik distribusi ukuran CNF pada CVD suhu 700°C.....	50
Gambar 4.11 Grafik distribusi ukuran CNF pada CVD suhu 800°C.....	51



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Proses sintesis .....	63
Lampiran 2 :Gambar morfologi CNF menggunakan SEM.....	64
Lampiran 3 : Hasil XRD yang belum diolah.....	65
Lampiran 4 : Data sheet kristal.....	68



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Tumbuhan sangat bermanfaat untuk manusia. Keberadaan tumbuhan-tumbuhan merupakan berkah dan nikmat Allah yang diberikan kepada seluruh makhluknya. Allah memberitahukan hal ini pada Q.s ‘Abasa ayat 25 – 32 sebagai berikut.

﴿۲۵﴾ أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿۲۶﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿۲۷﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿۲۸﴾ وَعَيْنَبًا وَفَصْبًا ﴿۲۹﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿۳۰﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿۳۱﴾ وَفَكَّهًا وَأَبًّا ﴿۳۲﴾ مَنَّاعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿۳۲﴾

Artinya : “Kamilah yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit) (25). Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya(26). Lalu di sana Kami tumbuhkan biji-bijian (27). Dan anggur dan sayur-sayuran (28). Dan zaitun dan pohon kurma (29). Dan kebun-kebun (yang) rindang (30). Dan buah-buahan serta rerumputan (31). (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu (32)”. (Q.s ‘Abasa (80): 25 – 32).

Tafsir Nurul Qur’an dari ayat di atas, menjelaskan tentang kuasa Allah menciptakan biji-bijian, sayur-sayuran, buah-buahan serta rumput yang bisa dimanfaatkan oleh manusia dan ternak karena setiap unsur tumbuhan memiliki khasiat bagi tubuh manusia yang bisa diteliti, dan dapat dipelajari untuk memberikan pandangan akan keajaiban yang terkandung di dalam unsur tersebut (Imani, 2005). Bagian tumbuhan yang dapat dikaji dan diteliti salah satunya adalah tongkol jagung.

Tongkol jagung merupakan simpanan makanan untuk pertumbuhan biji jagung selama melekat pada tongkol. Panjang tongkol jagung bervariasi antara 8

sampai 12 cm (Effendi, 1991). Tongkol jagung terdiri dari serat kasar 35,5 %, protein 2,5 %, kalsium 0,12 %, fosfor 0,04 %, kandungan selulosa sekitar 44,9 %, kandungan lignin 33,3 % dan zat-zat lain sisanya 38,16 % (Maynard, 1993). Huffman Labs, Inc. USA tahun 2009 menyebutkan kandungan karbon tongkol jagung 43,42 % sehingga berpotensi sebagai bahan pembuat karbon aktif.

Karbon aktif pada umumnya digunakan sebagai bahan pembersih, dan penyerap, juga digunakan sebagai bahan pengemban katalisator. Proses pembentukan karbon menggunakan prinsip dasar pirolisis. Pirolisis sering disebut juga sebagai termolisis. Secara definisi adalah proses terhadap suatu materi dengan menambahkan aksi temperatur tanpa kehadiran udara (khususnya oksigen). Menurut Basu (2010), pirolisis umumnya berlangsung pada rentang temperatur 300°C sampai dengan 600°C. Hasil karbonisasi dari tongkol jagung (Lachke, 2002) yaitu kadar air 13,6 %, karbon tetap 83,7 %, abu 2,7 %. Hasil tersebut memberikan potensi bahwa tongkol jagung dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif untuk sintesis CNF.

*Carbon Nanofiber* (CNF) merupakan salah satu jenis karbon yang berbentuk fiber dengan diameter permukaan kurang dari 500 nm dan panjang dalam skala mikro atau lebih (Zhu, 2003). CNF memiliki potensi lebih besar dari nanomaterial lainnya karena memiliki sifat mekanik, fisik, kimia dan listrik yang luar biasa sehingga dapat diaplikasikan pada nanoelektron (Sarikaya, 2003). Aplikasi CNF diantaranya adalah *fuel cell*, elektroda baterai, kapasitor, biosensor, superkapasitor, perancang teknik jaringan dan lain sebagainya (Zhang, 2009). CNF dapat disintesis menggunakan karbon aktif yang dibuat dari berbagai

material organik yang mengandung unsur karbon (Sumardjo, 2009). Salah satu material organik yang mengandung unsur karbon dalam bentuk selulosa adalah tongkol jagung..

Metode yang digunakan untuk melakukan sintesis CNF adalah *Chemical Vapor Deposition* (CVD). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mingming Jia pada tahun 2009, CVD merupakan metode yang lebih atraktif dengan ketentuan sesuai dengan syarat-syaratnya dan relatif lebih murah serta mampu dilakukan untuk kuantitas yang besar. Metode CVD dilakukan pada suhu 500°C sampai dengan 1200°C untuk pembentukan kristal CNF (Martin, 2006). Metode ini dilakukan dengan mengalirkan sumber karbon dalam fase gas melalui suatu sumber energi seperti sebuah plasma atau koil pemanas untuk mentransfer energi ke molekul karbon. Metode CVD pada penelitian ini menggunakan variasi suhu mulai dari suhu 600°C, 700°C, dan 800°C.

Penelitian yang dilakukan oleh Yongheng Zhang tahun 2012 dengan variasi suhu CVD 500°C, 600°C, dan 700°C menjelaskan bahwa, pada suhu 500°C, serat CNF yang dihasilkan berbentuk *straight* dan *helical* dengan diameter antara 100-200 nm dan terdapat 2-5 serat *bundle*. Suhu 600°C, serat CNF yang dihasilkan lebih banyak berbentuk *straight* dengan diameter 200 nm, sedikit yang berbentuk *helical* dengan diameter antara 100 nm dan terdapat serat *bundle*. Suhu 700°C, serat yang dihasilkan berbentuk *straight* dan *helical* dengan diameter dibawah 100 nm. Penelitian tersebut memberikan kesimpulan bahwa variasi suhu yang diberikan pada proses CVD mempengaruhi hasil morfologi dan ukuran diameter dari serat CNF. Untuk mengetahui kristalinitas hasil sintesis CNF menggunakan

karakterisasi XRD dan untuk mengetahui morfologi serta ukuran diameter menggunakan karakterisasi SEM.

Karakterisasi merupakan suatu pengukuran material yang mampu meyakinkan material yang disintesis sesuai dengan nanostruktur yang diinginkan. Karakterisasi juga memberikan informasi tentang sifat-sifat fisis maupun kimiawi nanomaterial tersebut (Abdullah, 2008). Penelitian ini menggunakan karakterisasi berupa *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian sintesis CNF dengan bahan dasar tongkol jagung dan bahan lain berupa gas asetilen, katalis  $\text{NiCl}_2$ , dan gas nitrogen menggunakan metode CVD dengan perlakuan variasi suhu dari  $600^\circ\text{C}$ ,  $700^\circ\text{C}$ , dan  $800^\circ\text{C}$ .

## **1.2 Rumusan masalah**

1. Bagaimana mensintesis CNF berbahan tongkol jagung ?
2. Bagaimana hasil karakterisasi CNF berbahan tongkol jagung ?
3. Bagaimana pengaruh variasi suhu pada proses CVD ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mensintesis CNF dari karbon aktif tongkol jagung dengan metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD).
2. Mengkaji hasil karakterisasi CNF dari karbon aktif tongkol jagung dengan pengujian SEM dan XRD.
3. Mengkaji pengaruh variasi suhu pada proses CVD untuk sintesis CNF dari tongkol jagung.

#### 1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan membuat material CNF menggunakan metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD). Sumber karbon berupa karbon aktif tongkol jagung dan gas asetilen yang diberi katalis  $\text{NiCl}_2$  dengan variasi suhu  $600^\circ\text{C}$ ,  $700^\circ\text{C}$ , dan  $800^\circ\text{C}$  kemudian dilakukan karakterisasi SEM untuk mengetahui ukuran serta morfologi material dan XRD untuk mengetahui kristalinitasnya.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memahami cara mensintesis CNF dari karbon aktif tongkol jagung dengan metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD).
2. Mengetahui hasil karakterisasi CNF dari karbon aktif tongkol jagung dengan pengujian XRD dan SEM.
3. Mengetahui pengaruh variasi suhu pada proses CVD untuk sintesis CNF dari tongkol jagung.
4. Memperkaya penelitian material khususnya di bidang nanosains.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan kajian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sintesis CNF berbahan dasar karbon aktif tongkol jagung menggunakan metode *Chemical Vapor Deposition* ini berhasil dilakukan pada 3 variasi suhu yaitu suhu 600°C, 700°C, dan 800°C dengan dialiri sumber karbon berupa gas asetilen dan katalis yang digunakan adalah NiCl<sub>2</sub>.
2. Hasil karakterisasi XRD dan SEM dari sampel CNF tongkol jagung variasi suhu 600°C kristalinitas CNF berada pada sudut 41,92° dan 44,80° dengan bidang kristal [100] dan [101] serta diameter rata-rata CNF sebesar 220 nm. Variasi suhu 700°C kristalinitas CNF berada pada sudut 41,69° dan 44,56° dengan bidang kristal [100] dan [101] serta diameter rata-rata CNF sebesar 130 nm. Variasi suhu 800°C kristalinitas CNF berada pada sudut 41,70° dan 44,56° dengan bidang kristal [100] dan [101] serta diameter rata-rata CNF sebesar 70 nm.
3. Pengaruh variasi suhu proses CVD ditunjukkan pada hasil karakterisasi SEM dimana terdapat perubahan morfologi dan ukuran diameter CNF, suhu optimum pada penelitian ini dicapai pada variasi suhu 800°C.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan kajian yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki ataupun dikembangkan diantaranya adalah :

1. Melakukan karakterisasi TEM untuk melihat pertumbuhan fiber dalam silinder karbon yang terbentuk.
2. Perlu dilakukan sintesis CNF dengan variasi waktu dalam proses *Chemical Vapor Deposition*.
3. Perlu dilakukan sintesis CNF dengan suhu yang lebih tinggi, yaitu diatas 800°C.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., dan Khairurrijal. 2008. Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, **Vol. 2 No.1**.
- Agustina, S. 2004. *Kajian Proses Aktivasi Ulang Arang Aktif Bekas Adsorpsi Gliserin dengan Metode Pemanasan*. (Tesis Program Magister), Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Depok.
- Ahmed, Y. M., Almamun, A., Muyibi, S. A., Alkhatib, M. F., Jameel, A.T., dan Alsaadi, M. A. 2016. Synthesis and Characterization of Carbon Nanofibers Grown on Powdered Activated Carbon. *Journal of Nanotechnology*, **Vol. 2016 Article ID 1538602**.
- Asano, N., Nishimura, J., Nishimiya, K., Hata, T., Imamura, Y., Ishihara, S., dan Tomita, B. 1999. Formaldehyde Reduction in Indoor Enviroments by Wood Charcoals. *Wood Researsch*, **No 86**.
- Austin, G. T. 1984. *Shreve's Chemical Process Industry* (4<sup>th</sup> ed). MCGraw-Hill Book Company. New York.
- Balzani, V. 2008. Nanoscience and Nanotechnology, *Pure Appl. Chem*, **80, 8: 1631-1650.R.W**.
- Basu, P. 2010. Biomass Gasification Design Handbook. *Elsevier Inc*, **DOI: 10.1016/B978-0-12-374988-8.00005-2, p.323**.
- Brady, E. 1999. *Kimia Universitas Asas dan Struktur*. (Edisi 5). Binarupa Aksara, Jakarta.
- Butterbach, B. K. 2011. *Nitrogen Processes in Terrestrial Ecosystems The European Nitrogen Assessment: Sources, Effects and Policy Perspectives*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Cherkendroff, I., dan Niemantsverdriet, J. W. 2003. *Concept of Modern Catalysis and Kinetics*. Wiley-VCH GmbH & Co. New York.
- Ciner, D.O., dan Tipirdamaz, R. 2002. The Effects of Cold Treatment and Charcoal on The In Vitro Androgenesis of Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Turk Journal of Botany*. **26** : 131-139.
- Cui, Y., Liu, C., Hu, S., dan Yu, X. 2011. The Experimental Exploration of Carbon Nanofiber and Carbon Nanotube Additives on Thermal Behavior of Phase Change Materials. *Solar Energy Mater, Solar Cells*. **95** : 1208–1212.

- Din, I. U., Shahrarun, M. S., Subbarao, D., dan Naeem, A. 2014. Synthesis, Characterization and Activity Pattern of Carbon Nanofibers Based Copper/ Zirconia Catalysts for Carbon Dioxide Hydrogenation to Methanol: Influence of Calcination Temperatur. *Journal of Power Sources*, **274 (2015) 619e628**.
- Effendi, S., dan Sulistiati. 1991. *Bercocok Tanam Jagung*. CV Yasaguna, Jakarta.
- Fakhri, J. 2010. *Sains dan Teknologi dalam Al-Qur'an dan Implikasinya dalam Pembelajaran*. (Skripsi), Fakultas Tarbiyah, IAIN Raden Intan, Tanjungkarang, Lampung.
- Feng, L., Xie, N., dan Zhong, J. 2014. Carbon Nanofibers and Their Composites: A Review of Synthesizing, Properties and Applications. *Materials*, **7 3919-3945**.
- Gani, A. 2007. *Konversi Sampah Organik Pasar Menjadi Komarasca (Kompos Arang-Arang Aktif-Asap Cair) dan Aplikasinya pada Tanaman Daun Dewa*. (Disertasi), Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Gusmailina., Pari, G., dan Komarayati, S. 2000. *The Utilization Technology on Charcoal as a Soil Conditioning [Project Report]*. Forest Products Research Centre, Bogor.
- Jankowska, H., Swiatkowski, A., dan Chorna, J. 1991. *Active Carbon*. Horwood. London.
- Hamdan, S. 2011. *Pabrik Vinyl Acetate dari Acetylene dan Acetit Acid dengan Proses Vapor Phase*. (Skripsi), Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Surabaya.
- Harris, P. 1999. On charcoal. *Interdisciplinary Science Review*. **24(4)** : 301-306.
- Hasyim, B. 2013. Islam dan Ilmu Pengetahuan (Pengaruh Temuan Sains Terhadap Perubahan Islam). *Jurnal dakwah Tabligh STAIN Palopo*, **Vol. 14** : 127 – 139.
- Hiremath, N., dan Bhat, G. 2017. Structure and Properties of High-Performance Fibers. *Elsevier Ltd*, **978-0-08-100550-7**.
- Imani, A. K. F. 2005. *Tafsir Nurul Qur'an*. Penerbit Al-Huda, Jakarta.
- Ismunandar. 2006. *Padatan Oksida Logam: Struktur, Sintesis, dan Sifat-sifatnya*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

- Jasa Analisis Komersial Huffman Labs. Ind. 2009. USA.
- Jia, M., dan Zhang, Y. 2009. Study on The Synthesis of Carbon Fibers and CNF Using Potassium Iodide Catalyst. *Materials Letters*, **2111–2114**.
- Johnson, L. A. 1991. *Corn: Production, Processing and utilization*. Di dalam Lorenzo, K. J., Kulp, K. Handbook of Cereal Science and Technology. Marcel Dekker Inc. New York.
- Kadirvelu K., Thamaraiselvi K., dan Namasivayam, C. 2001. Removal of Heavy Metals from Industrial Waste Waters by adsorption on to Activated Carbon Preparad from an Agriculture Solid Waste. *Bioresource Tech*, **76** : 63-65.
- Kanungo, S. 2013. *Synthesis and Characterization of Gd Doped BSCCO-2212*. National Institute of Technology Rourkela. India.
- Kelsall, I. W., Hamley., dan Geoghegan, M. 2005. *Nanoscale Science and Technology*. John Wiley & Sons, Ltd, New York.
- Kim, Y. A., Hayashi, T., Endo, M., dan Dresselhaus, M. S. 2013. Carbon Nanofibers. In Springer Handbook of Nanomaterials. Vajtai, R., dan Springer, Ed. *Berlin/ Heidelberg, Germany*, **978-3-642-20595-8**.
- Kinoshita, K. 1988. *Carbon Electrochemical and Physicochemical Properties*. John Wiley & Sons, New York.
- Koswara, J. 1991. *Budidaya Jagung*. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Depok.
- Lachke, A. 2002. *Biofuel from D-xylose the Second Most Abundant Sugar*. Diakses 06 Juli 2019 dari <http://www.ias.ac.in/resonance/Volumes/07/05/0050-0058.pdf>
- Lempang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis EBONI*, **11(2)** : 65-80.
- Lempang, M., dan Tikupadang, H. 2013. Aplikasi Arang Aktif Tempurung Kemiri Sebagai Komponen Media Tumbuh Semai Melina. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, **2 (2)**: 121-137.
- Liberty, A. 2009. *Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung Serta Aplikasinya untuk Adsorpsi Cu, Pb dan Amonia*. (Skripsi), Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.

- Lorenz, K. J., dan Kulp. 1991. *Handbook of Cereal Science and Tecnology*. Marcel Dekker Inc, New York USA.
- Mamun, A. A., Ahmed, Y. M., Muyibi, S. A., Alkhatib, M. F., Jameel, A. T., dan Alsaadi, M. A. 2013. Synthesis of Carbon Nanofibers on Impregnated Powdered Activated Carbon as Cheap Substrate. *Arabian Journal of Chemistry*, **9**, 532-536.
- Manocha, S. M. 2003. Porous Carbons. *Sadhana*, **Vol. 28 bagian 1&2**.
- Martin, G. I., Vera, J., Conesa, J. A., Gonzalez, J. L., dan Merino, C. 2006. Difference between Carbon Nanofibers Produced Using Fe and Nicatalyst in a Floatning Catalyst Reactor. *Carbon*. **44(8)** : 1572 –1580.
- Maynard. L. A., dan Loosli, K. K. 1993. *Animal Nutrition*. Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Miller, L. C., dan McCarty, L. B. 2002. *Activated charcoal for pesticide deactivation*. Diakses pada 10 Juli 2019 dari <http://www.sodsolutions.com/turffmgt/charcoal.htm>.
- Muthschler, E. 1986. *Dinamika Obat*. (Edisi 5). ITB, Bandung. Terjemahan Mathilda, B.W., dan Anna, S.R. Penerbit ITB, Bandung. Hlm. 542, 729-731.
- Nischwitz, C., Olsen, M., dan Rasmussen, S. 2002. *Influence of salinity and root rot nematode as stress factors in charcoal rot on melon*. Diakses pada 10 Juli 2019 dari <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az.292.pdf>.
- Niswah, M. 2013. *Sintesis dan Karakterisasi Carbon Nanofiber (CNF) Berbahan Dasar Tempurung Kelapa menggunakan Metode Chemical Vapor Deposition (CVD)*. (Skripsi), Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Pijar, I. 2016. *Aktivasi Arang Tongkol jagung Menggunakan HCl Sebagai Adsorben ION Cd(II)*. (Skripsi), Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Poveda, R. L., dan Gupta, N. 2016. Carbon nanofiber Reinforced Polymer Composites. Springer Briefs in Materials. *Springer Briefs in Materials*, **978-3-319-23787-9**.
- Prahas, D. 2008. Activated Carbon from Jackfruit Peel Waste by H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Chemical Activation: Pore Structure and Surface Chemistry Characterization. *Chemical Engineering Journal*, **140 (1-3)** : 32-42.



- Raharjo, S. 1997. *Pembuatan Karbon Aktif dari Serbuk Gergajian Pohon Jati dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif*. (Skripsi), Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.
- Rahayu, F. 2013. Pengaruh Diameter Kanal Pelet Katalis Zeolit Aktif dan Ni-Zeolit terhadap Pirolisis Limbah Batang Pohon Sagu (Metroxylonsp). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. **33-37**.
- Safitri, M. 2018. *Konversi Selulosa Limbah Tongkol Jagung Menjadi Gula Alkohol Menggunakan Nanokatalis  $Ni_{(1-x)}Zn_xFe_2O_4$* . (Skripsi), FMIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Santoso, A., dan Pari, G. 2012. Pengaruh arang aktif dalam campuran bahan baku terhadap karakteristik papan partikel. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, **30 (3)** : 235-242.
- Sari, V. P. 2016. *Karbon Aktif dari Biji Alpukat sebagai Adsorben Logam Besi (Fe) dalam Air Limbah*. (Skripsi), Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Sarikaya, M., Tamerler, C., Jen, A., Schulten, K., dan Baneyx, F. 2003. Molecular Biomimetics: Nanotechnology Through Biology. *Nature Mater*, **2**: 577-85.
- Sembiring, M. T., dan Sinaga, T. S., 2003. *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. USU Digital Library.
- Shofa. 2012. *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida*. (Skripsi), Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Sudibandriyo, M., Pan, Z., Fitzgerald, J. E., Robinson, Jr., dan Gasem, K. A. M. 2003. Adsorption of Methane, Nitrogen, Carbon Dioxide and their Binary Mixtures on Dry Activated Carbon at 318.2 K and Pressures to 13.6 Mpa. *Langmuir*, **19 (13)** : 5323-5331.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. UI Press, Jakarta.
- Suhartana. 2006. Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Air Limbah Industri Peti Di Tambak Lorok Semarang. *Momentum*, **3 (2)** : 10 -15.
- Sumardjo, D. 2009. *Buku Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran*. EGC, Surabaya.

- Suminar, P. 2010. *Instrumentasi Difraksi Sinar-X*. Laboratorium Studi Energi dan Rekayasa, ITS, Surabaya.
- Swiatkowski, A. 1998. *Adsorption and Its Application and Enviromental Protection Studies in Surface Science and Catalysis*. Elsvier, Belanda.
- Weil, R. R., Islam, K. R., Stine, M. A., Gruver, J. B., dan Susan, S. E. 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: a simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture*, **18(1)** : 3-17.
- Widiastuty, D., dan Marwoto, B. 2004. Pengaruh berbagai sumber arang dalam media kultur in vitro terhadap pertumbuhan plant Op-let Oncidium. *Jurnal Hortikultura*, **Vol.14(1) 2004** :1-4.
- Zhang, S., Stoemenoes, dan Berg, J. 2009. Synthesis of Carbon nanofibers from Carbon Particles by Ultrasonic Spray Pyrolysis of Ethanol. *IEICE trans electron*, **Vol. E92-c no.12**.
- Zhang, Y., dan Jinyun, Z. 2012. Synthesis of Carbon Nanofibers and Nanotubes by Chemical Vapor Deposition Using a Calcium Carbonate Catalyst. *Materials Letters*, **93 (2013)** : 342-345.
- Zhu, L. P., Tu, J. P., Hou, K., dan Guo, S. Y. 2003. Synthesis and Frictional Properties of Array Film of Amorphous Carbon nanofibers on Anodic Aluminium Oxide. *Carbon*, **Vol. 41, nomor .6, pp** : 1257-1263.