

**WAKTU PIROLISIS EFEKTIF DALAM SINTESIS
CARBON NANOFIBER (CNF) BERBAHAN DASAR
TEMPURUNG KELAPA**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Fisika



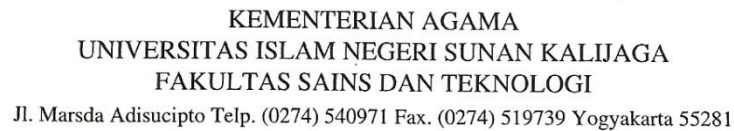
Disusun oleh

Putri Nurjanah

15620014

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

2019



Nomor : B-3947/Un.02/DST/PP.00.9/09/2019

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

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

Ketua Sidang

Penguji I

Penguji II

Yogyakarta, 30 Agustus 2019

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dr. Montono, M.Si.

19691212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

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 : Putri Nurjanah

NIM : 15620014

Judul Skripsi : Waktu Pirolisis Efektif dalam Sintesis *Carbon Nanofiber* (CNF)
Berbahan Dasar Tempurung kelapa

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, 20 Mei 2019

Pembimbing

Asih Melati, M.Sc

NIP.19841110 201101 2 017

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Nurjanah

NIM : 15620014

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Waktu Pirolisis Efektif Dalam Sintesis *Carbon Nanofiber* (CNF) Berbahan Dasar Tempurung Kelapa” 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, 1 Agustus 2019

Penulis



Putri Nurjanah
NIM. 15620014

MOTTO

“BALAS DENDAM TERBAIK ADALAH
MEMPERBAIKI DIRI”

“The Best Revenge is Bettering Yourself”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku persembahkan salah satu karyaku untuk:

- ✓ Kedua orang tuaku ayah Karno dan khususnya ibuku Sri Murtini
yang palingku sayang
- ✓ Adekku tercinta
- ✓ Keluarga besar fisika UIN, Fisika 15 dan Fisika Material
- ✓ *Almamater UIN Sunan Kalijaga.*



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya kepada penulis berupa kesehatan, kekuatan, kesabaran, keuletan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Waktu Pirolisis Efektif dalam Sintesis *Carbon Nanofiber* (CNF) Berbahan Dasar Tempurung Kelapa”**. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada kanjeng Nabi Muhammad SAW, yang telah mengantarkan kepada zaman penuh ilmu pengetahuan, semoga dapat memperoleh syafaa’atnya di yaumul akhir.

Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

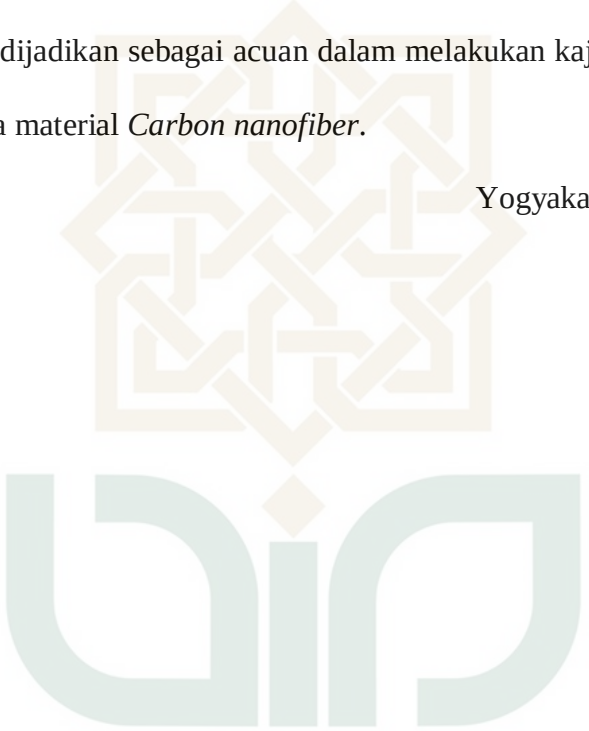
1. Bapak Prof. Drs. KH. Yudian Wahyudi, Ph.D. selaku rektor UIN Sunan Kalijaga.
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si. selaku dekan fakultas sains dan teknologi.
3. Bapak Dr. Thaقيبul Fikri Niyartama, S.Si, M.Si. selaku Kepala Program Studi Fisika.
4. Ibu Asih Melati, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen Fisika beserta jajarannya yang telah memberikan ilmu untuk bekal mengerjakan Tugas Akhir.
6. Bapak Sangudi yang telah memberikan izin dan bantuan untuk melakukan penelitian di laboratorium pascasarjana teknik UGM.

7. Bapak, Ibu, adikku beserta keluarga besar tersayang yang telah memberikan semangat, perhatian, kasih sayang dan do'a kepada penulis.
8. Galih Padmasari sahabatku yang palingku sayang, yang selalu menemaniku dalam suka dan duka.
9. Sahabatku Nur Khayati dan Tryanto Nugroho yang setiap hari memberikan semangat dan menemani berjuang.
10. Sahabatku Sarah Maya Ulfa, Vivi, Iin, Ryan shelvyra, Tasya, Anggun, winda sejak SMA yang telah memberikan semangat dan selalu mendoakan.
11. Keluarga besar IPA 1 SMA Negeri 1 Cawas khususnya Asri Nur Inayati yang selalu memberikan hiburan dan semangat
12. Dek isti, mamah Rya, papah Tyo, dek Nita, ponakan Helmi, mamah tiri ida, tante Hida teman-teman KKN yang sudah menjadi bagian dari perjuanganku.
13. Lizara, Amin, maygita, Aini, mas Agung, Atika, Ika teman yang selalu memberikan semangat.
14. Andre dan Dea selaku partner Kerja Praktek yang sudah menjadi bagian dari perjuangan saya
15. Seluruh teman-teman Fisika 2015 yang memberi semangat dalam penulisan Tugas Akhir
16. Seluruh teman-teman Fisika Material yang memberi semangat dalam penulisan Tugas Akhir
17. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu, amiiin. Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini banyak kekurangannya, 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 serta dapat menjadi sumber referensi yang representative, dijadikan sebagai acuan dalam melakukan kajian riset selanjutnya, khususnya pada material *Carbon nanofiber*.

Yogyakarta, 23 Juli 2019

Penulis



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

WAKTU PIROLISIS EFEKTIF DALAM SINTESIS CARBON NANOFIBER (CNF) BERBAHAN DASAR TEMPURUNG KELAPA

Putri Nurjanah
15620014

INTISARI

Karbon aktif tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan material untuk CNF karena merupakan senyawa hidrokarbon. CNF memiliki sifat konduktivitas listrik 2000 W/mK, konduktivitas termal 1,2 W/mK, dan sifat mekanik yang ditandai dengan meningkatnya kandungan CNF. Sehingga, dapat diaplikasikan pada banyak hal salah satunya adalah untuk pemurnian air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensintesis CNF dari tempurung kelapa dengan metode CVD, mengkaji karakterisasi menggunakan XRD dan SEM serta mengkaji waktu pirolisis efektif. Metode yang dilakukan adalah CVD dengan memvariasikan waktu pirolisis dari 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. CNF berhasil disintesis dengan menggunakan tempurung kelapa dan gas asetilen (C_2H_2) sebagai sumber karbon. Hasil analisis XRD dari CNF menunjukkan bahwa intensitas paling tinggi berada pada bidang (002) dan (101) yang berada pada puncak 2θ 26° dan 44° , CNF memiliki morfologi heksagonal yang dibentuk oleh nikel. CNF yang diproduksi pada waktu pirolisis 2 jam secara umum berbentuk *platelet* dengan diameter rata-rata sekitar 100 nm, pada CNF dengan waktu pirolisis 4 jam secara umum berbentuk *platelet* dengan diameter rata-rata lebih seragam sekitar 85 nm, pada CNF waktu pirolisis 6 jam memiliki bentuk *platelet* namun terdapat beberapa yang berbentuk *cup-stacked* dan memiliki diameter rata-rata sekitar 63 nm, dan waktu pirolisis 6 jam paling banyak membentuk diameter kristal terkecil sehingga dalam penelitian ini disimpulkan bahwa semakin lama waktu pirolisis maka semakin kecil ukuran diameter fiber.

Kata kunci : CNF, CVD, karbon aktif, tempurung kelapa.

TIME PYROLYSIS EFFECTIVE IN THE SYNTESIS OF CARBON NANOFIBER (CNF) BASED ON COCONUT SHELL

Putri Nurjanah
15620014

ABSTRACT

Activated carbon from coconut shell can be used as a base material for CNF because it has hydrocarbon compounds. CNF has an electrical conductivity of 2000 W/mK, the thermal conductivity of 1.2 W/mK, and mechanical properties which are actuated by increasing CNF content. Therefore, it can be applied to many things one of which is for water purification. The objective of this study was to synthesize CNF from coconut shells with the CVD method, assess the characterization using XRD and SEM and assess the effective pyrolysis time. The method used is CVD by varying the pyrolysis time of 2 hours, 4 hours and 6 hours. Based on research, CNF was successfully synthesized using coconut shell and acetylene gas (C_2H_2) as a carbon source. The XRD analysis of CNF showed that the highest intensity was in the fields (002) and (101) which were at the peaks of 2θ 26 o and 44 o, CNF had a hexagonal morphology formed by nickel. CNF produced at 2 hour pyrolysis time are generally in the form of platelets with an average diameter of about 100 nm. CNF with 4 hour pyrolysis time is generally in the form of platelets with a more uniform average diameter of about 85 nm, at CNF 6 hours pyrolysis time have a shape platelet but there are some which are cup-stacked and have an average diameter of around 63 nm, and at the 6 hour pyrolysis time most formed the smallest crystal diameter. This study was concluded that the longer the pyrolysis time indicates the smaller the diameter of the fiber.

Keywords: CNF, CVD, Activated carbon, Coconut shell.

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Pustaka	7
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Tempurung Kelapa	12
2.2.2 Karbon Aktif	14
2.2.3 <i>Carbon Nanofiber</i>	15
2.2.4 <i>Chemical Vapor Deposition</i>	17
2.2.5 Gas Asetilene C_2H_2	18
2.2.6 Katalis $NiCl_2$	20
2.2.7 Gas Nitrogen (N_2).....	22
2.2.8 Pertumbuhan CNF menggunakan CVD.....	23
2.2.9 Sifat- Sifat CNF	24
2.2.10 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	26
2.2.11 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	34
3.2.1 Alat-Alat Penelitian	34
3.2.1 Bahan-Bahan Penelitian	35
3.3 Prosedur Percobaan.....	35
3.3.1 Pembuatan Karbon Aktif	36
3.3.2 Sintesis CNF	38
3.4 Metode Analisa Data	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Penelitian.....	45
4.1.1 Hasil Sintesis CNF menggunakan Metode CVD	45
4.1.2 Hasil Karakterisasi XRD.....	45
4.1.3 Hasil Karakterisasi SEM.....	48
4.2 Pembahasan.....	50
4.2.1 Sintesis CNF pada CVD.....	50
4.2.2 Karakterisasi CNF.....	52
4.2.3 Integrasi-interkoneksi.....	56
BAB V PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	66
Curriculum Vitae	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan masing-masing penelitian	10
Tabel 2.2 Kandungan kimia tempurung kelapa.....	12
Tabel 2.3 Perbandingan perubahan komponen dan kandungan bahan tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa.	13
Tabel 2. 4 Sifat fisik CNF.....	17
Tabel 2.5 Sifat fisika asetilen.....	19
Tabel 2.6 Sifat-sifat Nitrogen	22
Tabel 3.1 Daftar alat penelitian	344
Tabel 3.2 Daftar bahan penelitian	355
Tabel 4.1 Hasil karakterisasi XRD dan SEM	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tempurung kelapa	12
Gambar 2.2 Struktur CNF 3D.....	16
Gambar 2.3 Metode CVD.....	18
Gambar 2. 4 struktur kimia NiCl_2	22
Gambar 2.5 Skema (a-c) formasi dari struktur CNF cup-stacked dan (d) struktur CNF platelet	23
Gambar 2.6 Skema lapisan CNF pada metode CVD.	24
Gambar 2.7 Pembentukan sinar-X akibat transisi	26
Gambar 2. 8 Proses pembenrukan sinar-X dalam tabung electron	27
Gambar 2.9 Pemantulan cahaya pada bidang kristal (bidang Bragg)	30
Gambar 2. 10 Proses difraksi sebagai akibat interferensi konstruktif.....	30
Gambar 2.11 Komponen utama XRD	31
Gambar 2. 12 Interaksi antara elektron dengan sampel pada mikroskop elektron	32
Gambar2.13 Skema instrument SEM a) Skema instrumen SEM yang disederhanakan, b) skema instrumen SEM yang lebih detail	33
Gambar 3.1 Skema prosedur kerja	366
Gambar 3.2 Diagram pembuatan karbon aktif	377
Gambar 3.3 Skema Sintesis dan Karakterisasi CNF	388
Gambar 3.4 Difraksi sinar X oleh atom-atom pada bidang.	41
Gambar 3.5 Skema prinsip kerja SEM.....	443
Gambar 3.6 SEM pada CNF menggunakan sumber karbon bubuk karbon aktif ...	44
Gambar 4.1 Hasil sintesis CNF menggunakan metode CVD pada waktu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.....	45
Gambar 4.2 Grafik hasil karakterisasi XRD pada CVD 2 jam.....	46
Gambar 4.3 Grafik hasil karakterisasi XRD pada CVD 4 jam.....	46
Gambar 4.4 Grafik hasil karakterisasi XRD pada CVD 6 jam.....	47
Gambar 4.5 Grafik hasil karakterisasi XRD pada 3 sampel CNF.....	47
Gambar 4.6 Hasil karakterisasi SEM CNF pada CVD 2 jam.....	48
Gambar 4.7 Hasil karakterisasi SEM CNF pada CVD 4 jam.....	48
Gambar 4.8 Hasil karakterisasi SEM CNF pada CVD 6 jam.....	49
Gambar 4.9 Hasil Sintesis Karbon Aktif	50
Gambar 4.10 Hasil Sintesis CNF	50
Gambar 4.11 Grafik distribusi ukuran CNF dengan diameter 100 nm.....	53
Gambar 4.12 Grafik distribusi ukuran CNF dengan diameter 85 nm.....	54
Gambar 4.13 Grafik distribusi ukuran CNF dengan diameter 65 nm.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Proses sintesis	66
Lampiran 2 : Gambar morfologi CNF menggunakan SEM	67
Lampiran 3 : Hasil karakterisasi XRD	68



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polimer organik merupakan polimer yang disediakan bebas di alam dan diderivasi dari hewan dan tumbuhan. Contoh dari polimer alami yang sudah digunakan sejak dulu adalah tumbuhan hijau, kayu, karet, kapas, wool, kulit, dan sutera. Pada penelitian yang akan dilakukan, polimer alam yang akan digunakan adalah tempurung kelapa. Tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang berfungsi sebagai pelindung inti buah. Tempurung kelapa terletak di bagian dalam setelah sabut, dan merupakan lapisan yang keras yang ketebalannya antara 3–5 mm. Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras dengan kadar air sekitar enam sampai sembilan persen (dihitung berdasar berat kering).

Komposisi kimia yang terkandung dalam tempurung kelapa diantaranya adalah selulosa (26%), pentosa (27%), lignin (29,40%), kadar abu (0,60%), solvent ekstraktif (4,20%), uronat anhidrat (3,50%), nitrogen (0,11%), dan 8% air (Suhardiyono, 1995). Selulosa adalah komponen utama pada dinding sel tumbuhan dan selulosa pada tempurung kelapa berpotensi untuk dijadikan adsorben dalam bentuk arang aktif. Arang aktif yang terkandung dalam tempurung kelapa adalah 76,32% sehingga beberapa peneliti tertarik untuk mengkaji tempurung kelapa (Mozammel, 2002).

Keberadaan tumbuhan-tumbuhan merupakan berkah dan nikmat Allah yang diberikan kepada seluruh makhlukNya. Allah menginformasikan hal ini pada surat Abasa' ayat 25-32 sebagai berikut:

أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ۝٢٥ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ۝٢٦ فَأَبْثْنَا فِيهَا حَبًّا ۝٢٧
وَعَنَبًا وَقَضْبًا ۝٢٨ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۝٢٩ وَحَدَائِقَ غُلَبًا ۝٣٠
وَفَيْكَةً وَأَبَّا ۝٣١ مَنَّاعًا لَّكُمْ وَلِيَتَنَعَّمُوا ۝٣٢

Artinya : “ kamilah yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit) (25). Kemudian kami belah bumi dengan sebaik-baiknya (26). Lalu disana 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 kesenangan dan untuk hewan ternakmu (32)”.(Q.S ‘Abasa(80)25-32).

Dalam tafsir nurul Qur'an, ayat tersebut menafsirkan bahwa setiap unsur tumbuhan ini memiliki khasiat unik bagi tubuh manusia yang bisa diteliti dalam kehidupan kita, dan banyak hal dari unsur-unsur ini dapat dipelajari untuk mencerahkan dan memberikan pandangan mendalam akan keajaiban yang terkandung di dalam unsur tersebut. Dalam tafsir tersebut maka penelitian ini memanfaatkan bahan alam tempurung kelapa.

Penyebaran tanaman kelapa di Indonesia sangat melimpah, pada tahun 2017 mencapai 3,544 juta ha dan merupakan tanaman perkebunan terluas ketiga setelah kelapa sawit dan karet. Luas lahan penyebaran kelapa di Yogyakarta mencapai 0,0427 ha (Badan Pusat Statistik, 2017). Dari data tersebut, produksi kelapa di Yogyakarta tergolong cukup banyak sehingga dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif.

Karbon aktif tempurung kelapa bisa dikembangkan menjadi *Carbon Nanofiber* (CNF) (Niswah, 2018). CNF memiliki potensial besar karena memiliki sifat mekanik, konduktivitas listrik dan konduktivitas termal sebesar 1950 W/mK (Hiremath, 2017). CNF juga memiliki diameter kurang dari 100 nm yang beribu kali lipat lebih kecil dari rambut manusia. Ukuran diameter CNF bisa diamati dengan *electron microscope*. *Nanofiber* menjadi topik penelitian oleh para industri, akademisi, dan lembaga penelitian karena beberapa keunggulannya yang memiliki permukaan yang luas, persatuan massa atau volume sangat ringan, serta mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. CNF dapat disintesis menggunakan karbon aktif yang dapat dibuat dari berbagai material organik (Sumardjo, 2009).

Dalam penelitian ini memanfaatkan bahan alam karbon aktif tempurung kelapa sebagai material CNF. Proses penumbuhan CNF yang digunakan adalah pirolisis. Pirolisis merupakan dekomposisi bahan material organik tanpa oksigen, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia. Hal ini terjadi secara spontan pada temperatur tinggi misalnya 700 °C. Sementara itu, metode yang digunakan adalah *Chemical Vapor Deposition* (CVD).

CVD umumnya dilakukan untuk melakukan sintesis dalam skala besar karena biaya produksi yang rendah (Hiremath, 2017). 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. Secara umum gas yang digunakan adalah metana, karbon monoksida dan asetilen (C_2H_2) (Maruyama dkk, 2003).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wulan dkk pada tahun 2018 melaporkan bahwa tidak hanya suhu pirolisis namun waktu pirolisis juga sangat berpengaruh dalam penumbuhan *carbon nanotube*. Penelitian tersebut menggunakan bahan *polypropylene* dan dilakukan dengan variasi waktu pirolisis 30 menit, 45 menit, 60 menit dan 90 menit dan didapatkan hasil terbaik pada waktu pirolisis selama 30 menit dengan hasil ukuran diameter rata-rata CNF 23,81 nm (Wulan, 2018). Sedangkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Maulidatun Niswah pada tahun 2018 bahwa gas yang digunakan sebagai sumber karbon CNF adalah gas asetilen (C_2H_2). Selain menggunakan bahan dasar karbon aktif tempurung kelapa, penelitian ini menggunakan bahan lain berupa katalis nikel (Ni). Metode yang digunakan adalah CVD dengan variasi suhu 500°C, 600°C, 700°C selama 2 jam dan diperoleh hasil suhu efektif 700°C dengan hasil ukuran diameter rata-rata CNF 47 nm (Niswah, 2018). Sehingga pada penelitian ini dilakukan dengan variasi lama waktu pirolisis selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam dengan mengambil suhu efektif suhu 700°C. Hasil dari sintesis CNF akan dilakukan karakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui kristalinitas dan SEM untuk mengetahui diameter kristal.

Karakterisasi merupakan suatu analisis 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). XRD digunakan untuk mengidentifikasi bahan kristalin maupun non-kristalin, sedangkan SEM digunakan untuk mengetahui gambar morfologi permukaan dan mengetahui informasi ukuran suatu material (Abdullah, 2008). Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian yaitu sintesis CNF dengan bahan dasar tempurung kelapa dan bahan lain berupa gas asetilen, katalis NiCl_2 dan gas nitrogen dengan menggunakan metode CVD dan perlakuan variasi waktu pirolisis 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mensintesis *Carbon Nanofiber* (CNF) berbahan dasar tempurung kelapa?
2. Bagaimana hasil karakterisasi sintesis *Carbon Nanofiber* (CNF) berbahan dasar tempurung kelapa?
3. Berapa waktu pirolisis yang paling efektif dalam pembuatan *Carbon Nanofiber* (CNF) berbahan dasar tempurung kelapa?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Melakukan sintesis *Carbon Nanofiber* (CNF) dengan metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD) berbahan dasar karbon aktif tempurung kelapa.
2. Mengkaji hasil karakterisasi *Carbon Nanofiber* (CNF) berbahan dasar tempurung kelapa dengan pengujian XRD dan SEM.

3. Menentukan waktu pirolisis yang paling efektif dalam pembuatan *Carbon Nanofiber* (CNF) berbahan tempurung kelapa dengan variasi waktu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan membuat material CNF dengan metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD) dengan sumber karbon berupa karbon aktif dari tempurung kelapa dan gas asetilen C_2H_2 . Katalis $NiCl_2$ dan variasi waktu 2 jam, 4 jam, dan 6 jam dengan suhu konstan $700^{\circ}C$.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui bagaimana cara mensintesis *Carbon Nanofiber* (CNF) berbahan dasar tempurung kelapa menggunakan metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD) dengan variasi lama waktu pirolisis.
2. Mengetahui hasil karakterisasi CNF dari beberapa variasi lama waktu pirolisis menggunakan SEM dan XRD.
3. Menambah informasi bahwa karbon aktif tempurung kelapa dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi selain kerajinan tangan dan bernilai jual tinggi.
4. Sebagai wacana penelitian lebih lanjut dalam rangka meningkatkan kualitas karbon aktif tempurung kelapa.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Sintesis *Carbon nanofiber* (CNF) menggunakan bahan dasar tempurung kelapa berhasil dibuat dengan cara tempurung kelapa difurnace dengan suhu 600°C selama 2 jam, kemudian dialiri gas N₂ dan dilakukan proses *Chemical Vapor Deposition* (CVD) yang dicampur dengan katalis NiCl₂ dengan diberi perlakuan variasi waktu pirolisis 2 jam, 4 jam, dan 6 jam yaitu dengan dialiri C₂H₂ dengan suhu 700°C.
2. Hasil karakterisasi XRD dan SEM pada CNF ditunjukkan seperti pada tabel dibawah ini:

Waktu	2θ CNF	Diameter
2 jam	26,69° 44,41°	100 nm
4 jam	26,43° 44,31°	85 nm
6 jam	26,22° 44,56°	65 nm

3. Waktu pirolisis yang paling efektif adalah 6 jam yang menghasilkan CNF dengan rata-rata diameter fiber paling kecil yaitu 65 nm. Pengaruh variasi waktu pirolisis terhadap hasil karakterisasi menunjukkan bahwa semakin lama waktu pirolisis yang diberikan maka semakin kecil ukuran diameter fiber yang dihasilkan.

5.2 Saran

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

1. Perlu dilakukan pengujian TEM agar mampu melihat secara jelas mengenai pertumbuhan fiber dalam silinder karbon yang terbentuk.
2. Dalam proses pirolisis CNF perlu dilakukan dengan waktu yang lebih lama agar tidak terdapat pengotor dalam CNF.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., dan Khairurrijal. 2008. Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. **Vol. 2 No.1, Februari 2009**.
- 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**.
- Asmarani, 2018. *Pengaruh Variasi Waktu Pirolisis terhadap Morfologi CNT (carbon nanotubes) berbasis karbon aktif tempurung kelapa*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Perkebunan*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Balzani. V. 2008. Nanoscience and nanotechnology, *Pure Appl. Chem.* **80, 8: 16311650**.
- Bledzki, A.K., A.A. Mamun, J.Volk. 2010. Barley husk and coconut shell reinforced polypropylene composites: The effect of fibre physical, Chemical and surface properties, *Composites Science and Technology*, **Vol. 70, pp. 840-846**.
- Bortz, dkk. Carbon nanofibers enhance the fracture toughness and fatigue performance of a structural epoxy system. *Compos. Sci. Technol.* **2011, 71, 31–38**.
- Budiono, A; Suhartana; dan Gunawan. 2009. Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Asam Sulfat dan Asam Posfat untuk Adsorpsi Fenol. *E-Journal*. Universitas Diponegoro. **pp. 1-12**.
- Butterbach, B. K., Gundersen, P., dan Ambus, P. 2011. Nitrogen Processes in Terrestrial Ecosystems The European Nitrogen Assessment: *Sources, Effects and Policy Perspectives*. Cambridge University Press. Cambridge
- Brady, E. 1999. *Kimia Universitas Asas dan Struktur*, Jilid 1, edisi 5. Binarupa Aksara. Jakarta.
- ChoI., M. and R. Ryoo. (2007). "Mesoporous carbons with KOH activated framework and their hydrogen adsorption." *Journal of Materials Chemistry* **17: 4204–4209**.

- Cui Y, *et al.* The experimental exploration of carbon nanofiber and carbon nanotube additives on thermal behavior of phase change materials. *Solar Energy Mater. Solar Cells* **2011**, *95*, **1208–1212**.
- Dabrowski, A., P. Podkoscielny, Z. Hubicki, and M. Barczak. 2005. Adsorption of phenolic compounds by activated carbon. *Chemosphere*. **pp. 1049-1070**.
- Din, I. U., Shaharun, 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**.
- Feng, L, Xie, N., dan Zhoung, J. 2014. Carbon Nanofiber and their Composites: A review of Syntesizing, Properties and Aplication. *materials*. **7 3919-3945**
- Ge M, Sattler K. Observation of fullerene cones. *Chem. Phys. Lett.* **1994**, *220*, **192–196**.
- Hamdan Sultonik, 2011. *Pabrik Vinyl Acetate dari Acetylene dan Acetit Acid dengan Proses Vapor Phase*. Jawa Timur : Universitas Pembangunan Nasional Veteran
- Hiremath, N., dan Bhat, G. 2017. Structure and Properties of High-Performan Fibers. *Elsevier Ltd*. **978-0-08-100550-7**
- Holtzapple *et al.* 2003. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology* *96* (2005) **673–686**.
- Huang J. 2006. Syntheses and applications of conducting polymer polyaniline nanofibres. *Pure Appl. Chem.* **78, 1 : 15–27**.
- Imani, A. K. F. 2005. *Tafsir Nurul Qur'an*. Jakarta: Penerbit Al-Huda.
- Ismunandar. 2006. *Padatan Oksida Logam: Struktur, Sintesis, dan Sifat-sifatnya*. Bandung: ITB.
- Israf dkk. 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 Source*. **274 (2015) 619e628**
- J.P.Tu,L.P.Zhu. K. Hou and S.Y. Guo. 2003. Synthesis and frictional properties of array film of amorphous carbon nanofibers on anodic alumunium oxide. *Carbon*, **vol 41, no.6, pp.1257-1263**.

- Jariwala, V. K. Sangwan, L. J. Lauhon, T. J. Marks, M. C. Hersam. 2013. Carbon nanomaterials for electronics, optoelectronics, photovoltaics, and sensing, *Chem. Soc. Rev.* **42** (7) **2824-2860**.
- Kelsall RW, Hamley IW, Geoghegan M. 2005. (ed.) *Nanoscale Science and Technology*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Kanungo, S. 2013. Synthesis and Characterization of Gd Doped BSCCO-2212. *Condensed matter*. National Institute of Technology Rourkela. India.
- Kim, dkk. Carbon nanofibers. In *Springer Handbook of Nanomaterials*; Vajtai, R., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013; **pp. 233–262**.
- Kvech, Steve, and T. Erika. 1998. *Activated Carbon*. Departement of Civil and Environmental Engineering. Virginia Tech University. United States of America.
- Lee J, Mahendra S, Alvarez P J.J. 2010. Nanomaterials in the Construction Industry: A Review of Their Applications and Environmental Health and Safety Considerations, *ACS Nano* 2010; 4 (7): **3580 - 3590**.
- 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**.
- Marsh, H. and R. R. Francisco. 2006. *Activated Carbon*. Elsevier Science and Technology Books. Ukraina.
- Maruyama, S., Miauchi, Y., Edamura, T., Igarashi, Y., Chiashi, S, dan Murakami, Y. 2003. Synthesis of Single Walled Carbon Nanotubes with Narrow Diameter Distribution from Fullerene. *Chemical Physics Letters*. **375**, **553 – 559**.
- Mozammel, H.M., Masahiro, O., Bhattacharya SC. Activated charcoal from coconut shell using ZnCl₂ activation. *Biomass and Bioenergy*, **Vol. 22** (2002), **pp. 397-400**
- Murni, dkk. 2008. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan*. Laboratrium makanan ternak. Fakultas peternakan. Universitas Jambi.
- Niswah. 2018. *Sintesis dan Karakterisasi Carbon Nanofiber (CNF) Berbahan dasar Tempurung kelapa menggunakan metode Chemical Vapour Deposition (CVD)*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

- Oksman, K., Skrifvas, M., Selin, J.F. 2003. Natural Fibers as Reinforcement in Polylactid Acid (PLA) Composites. *Composites Science Technology*, **63:1317-1324**.
- Oladeji, J.T. 2010. Fuel Characterization of Briquettes Produced from Corncob and Rice Husk Resides. *The Pacific Journal of Science and Technology*. **Vol. 11. No.1, pp. 101-106**.
- Palungkun, R. 2001. *Aneka Produk Olahan Kelapa, Cetakan ke Sembilan Penebar Swadaya*, Jakarta.
- Poveda and N. Gupta, 2016. Carbon Nanofiber Reinforced Polymer Composites, *Springer Briefs in Materials*, DOI 10.1007/978-3-319-23787-9_2
- Prahas, D, Kartika, Y, Indraswati, N, & Ismadji, S. (2008). Activated carbon from jackfruit peel waste by H_3PO_4 chemical activation: Pore structure and surface chemistry characterization. *Chemical Engineering Journal*, **140(1-3), 32-42**.
- Prananta, J. 2008. *Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami*. Skripsi.Universitas Malikussaleh Lhokseumawe,
- Sarikaya M, Tamerler C, Jen A, Schulten K, Baneyx F. 2003. Molecular biomimetics: nanotechnology through biology. *Nature Mater* 2: **577-85**.
- Sudarsono, Rusianto, T., dan Suryadi, Y., 2010. *Pembuatan Papan Partikel Berbahan Baku Sabut Kelapa Dengan Bahan Pengikat Alami (Lem Kopal)*
- Sudaryanto, Y, Hartono, S. B, Irawaty, W, Hindarso, H, & Ismadji, S. (2006). High surface area activated carbon prepared from cassava peel by chemical activation. *Bioresource Technology*, **97(5), 734-739**.
- Sukarjo. 1997. *Kimia Fisika*. Edisi ke-3. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Suhardiyono, L. 1995. *Tanaman Kelapa: Budidaya dan Pemanfaatannya*. Kanisius. Yogyakarta
- Sumardjo, D. 2009. *Buku Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran*. Surabaya : EGC.
- Teng *et al.* Mechanical and thermal properties of polylactide-grafted vapor-grown carbon nanofiber/polylactide nanocomposites. *Compos. A Appl. Sci. Manuf.* **2011, 42, 928-934**.

- Teo, K. B. K., Singh, C., & Milne, W. I. 2003. Catalytic synthesis of carbon nanotubes and nanofibers. In: H. S. Nalwa (Ed.), *Encyclopedia of nanoscience and nanotechnology* (pp. 665–686). Stevenson Ranch, CA, USA: American Scientific Publishers.
- Tibbetts GG, et al. 2007. A review of the fabrication and properties of vapor-grown carbon nanofiber/polymer composites. *Composites Science and Technology* **67(7)**: 1709e18.
- Triyono. 1994. *Kimia Fisika. Dasar-dasar Kinetika dan Katalis*. Depdikbud Dirjen Pendidikan Tinggi.
- Turmuzi, M, & Syaputra, A. (2015). Pengaruh Suhu Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (*Salacca Edulis*) Dengan Impregnasi Asam Fosfat (H_3PO_4). *Jurnal Teknik Kimia USU*, **Vol. 4, No. 1 (Maret 2015)**, 4(1), 42–46
- Widyawati, N. 2012. *Analisa Pengaruh Heating Rate terhadap Tingkat Kristal dan Ukuran Butir Lapisan BZT yang Ditumbuhkan dengan Metode Sol GEL*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Wildan, A., 2010. *Studi Proses Pemutihan Serat Kelapa Sebagai Reinforced Fiber*. Semarang. Tesis Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Wulan, Praswasti PDK, Juan Oktavian, Daniel Sidauruk, and Yuli Ayu Ningtyas. 2018. The Effect of pyrolysis Temperature and time of polypropilene on quality of carbon nanotubes with flame Syntesis method. **03030:2-6**
- Zhang, Y., dan Zhang, J .2012. Synthesis of Carbon Nanofibers and Nanotubes by Chemical Vapor Deposition Using a Calcium Carbonate Catalyst.. *Materials Letters* . **92 (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**.