

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

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan oleh
Maulidatun Niswah
14620037

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2018**



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-2021/Un.02/DST/PP.00.9/05/2018

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis dan Karakterisasi Carbon Nanofiber (CNF) Berbahan Dasar Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Chemical Vapor Deposition (CVD)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MAULIDATUN NISWAH
Nomor Induk Mahasiswa : 14620037
Telah diujikan pada : Kamis, 26 April 2018
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

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

Penguji II

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
NIP. 19771025 200501 1 004

Yogyakarta, 26 April 2018

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi
DEKAN



Dr. Murnono, M.Si.

NIP. 19801212 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat 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 : Maulidatun Niswah

NIM : 14620037

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanofiber* (CNF) Berbahan Dasar Tempurung Kelapa Menggunakan Metode *Chemical Vapor 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 jurusan 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, 2 April 2018

Pembimbing

Asih Melati, M.Sc

NIP. 19841110 201101 2 017

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Maulidatun Niswah

NIM : 14620037

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengana ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul : Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanofiber* (CNF) Berbahan Dasar Tempurung Kelapa Menggunakan Metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD) adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan tata penulisan yang lazim.

Yogyakarta, 2 April 2018

Yang menyatakan



Maulidatun Niswah

14620037

MOTTO

“Sebelum menendang, perlu engkau sadari bahwa engkau akan berdiri dengan satu kaki saja”
(GUS MUS)

“Jangan banyak mencari banyak, carilah berkah. Banyak bisa didapat dengan hanya meminta. Tapi memberi akan mendatangkan berkah”
(GUS MUS)

GUSJIGANG
(Bagus, Ngaji lan Dagang)
(SUNAN KUDUS)

وَمَا اللَّذَّةُ إِلَّا بَعْدَ التَّعَبِ

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku persembahkan salah satu karyaku untuk :

- ✓ *Kedua orang tua yang saya cintai Ibuk Munazah dan Bapak Achmad Gufron*
- ✓ *Kakakku tersayang Muchammad Ulil Abshor dan Nailis Sa'adah*
- ✓ *Adikku tersayang Zahirotuz Zaqiyyah dan Fadhilatun Niha*
 - ✓ *Keluarga besar bani H. Nur Salim*
 - ✓ *Keluarga besar bani KH Umar Bachruddin*
- ✓ *Keluarga besar Fisika UIN, Fisika 2014 dan Fisika Material*
 - ✓ *Almamater UIN 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 **“Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanofiber* (CNF) Berbahan dasar Tempurung Kelapa Menggunakan Metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD)”**. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada kanjeng nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah, zaman penuh kebodohan menuju ke zaman yang terang benderang, zaman yang penuh dengan ilmu.

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. Ibu, bapak, kedua kakak dan kedua adik yang telah memberikan semangat, perhatian dan kasih sayang serta doa kepada penulis,
2. yang selalu memberikan semangat, kasih sayang dan doa kepada penulis,
3. Keluarga besar bani H Nur Salim dan keluarga besar bani KH Umar Bachruddin yang mengajarkan banyak pengalaman moral dan spiritual,
4. Dr. Thaqibul Fikri N, S.Si, M.Si. selaku Kepala Program Studi Fisika.
5. Asih Melati, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
6. Seluruh Dosen Fisika beserta jajarannya yang telah memberikan bimbingan dan ilmunya,
7. Bapak Sangudi yang sudah memberikan izin dan bantuan untuk melakukan penelitian di laboratorium pascasarjana teknik UGM
8. LPPM UIN Sunan Kalijaga yang sudah memberikan dana hibah penelitian,
9. Sahabatku Ika, Shella, Sarah dan Puji yang sudah menemani perjalanan panjang selama di Yogyakarta,
10. Teman diskusi terbaikku, Yuli Muhammad Rif'an dan teman main yang sudah

seperti adik sendiri, Ainun Ni'matil Fitriyah,

11. Teman-temanku mak Ayuk, Lukman dan bang Oki yang sudah memberi banyak pengalaman manis di keluarga Kalian Memang Jos,
12. Sherly Novia Sari, partner penelitian dari kerja praktek hingga tugas akhir,
13. Addin, Hendra, Adimas, Fia, Mas Roman, Mba Sismi, Mas Agung, Mba Maulina, Mas Vicga dan semua keluarga Fisika Material yang sudah bersedia diajak diskusi bersama,
14. Seluruh teman-teman Fisika 2014 yang memberi semangat dalam penyusunan Tugas Akhir,
15. Keluarga besar Forum Kajian Islam dan Sains Teknologi (Fkist) yang mengajarkan banyak pengalaman di dunia keislaman dan riset,
16. Keluarga HM-PS Fisika UIN Sunan Kalijaga yang sudah memberikan banyak pengalaman,
17. Teman-teman kos Hlp Muslimah beserta ibu Jilah dan pak Supri yang sudah menemani dan memberi arahan dalam keseharian penulis,
18. Teman-teman Himpunan mutakhorijat Mu'allimat Kudus-Yogyakarta yang sudah menjadi teman serantauan,
19. 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 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, 2 April 2018

Penyusun

**PENGARUH VARIASI SUHU TERHADAP SINTESIS DAN
KARAKTERISASI CARBON NANOFIBER (CNF) BERBAHAN DASAR
TEMPURUNG KELAPA MENGGUNAKAN METODE *CHEMICAL
VAPOR DEPOSITION* (CVD)**

**Maulidatun Niswah
14620037**

INTISARI

Salah satu nanomaterial yang banyak dikembangkan adalah CNF. CNF memiliki sifat konduktivitas listrik, konduktivitas termal dan sifat mekanik yang baik sehingga dapat diaplikasikan pada banyak hal seperti sensor, superkapasitor dan perangkat elektronik lainnya. Kajian ini menggunakan bahan dasar tempurung kelapa karena komposisi tempurung kelapa termasuk pada senyawa hidrokarbon dan pohon kelapa tersebar di Indonesia sekitar 3,654 juta hektar serta perkebunan terluas ke-tiga setelah kelapa sawit dan karet. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensintesis CNF dari tempurung kelapa dengan metode CVD dan mengkaji karakterisasi menggunakan XRD dan SEM. CNF berhasil disintesis dengan metode CVD menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa dan menggunakan asetilen (C_2H_2) sebagai sumber karbon, nikel klorida ($NiCl_2$) sebagai katalis dan nitrogen (N_2) sebagai gas inert. CVD dilakukan dengan memvariasikan suhu dari $500^{\circ}C$, $600^{\circ}C$ dan $700^{\circ}C$. Hasil analisis XRD dari CNF,, menunjukkan bahwa intensitas paling tinggi berada pada bidang (002) dan (101) yang berada pada puncak 2 θ , 26 dan 44, CNF memiliki morfologi heksagonal yang dibentuk oleh nikel. CNF yang diproduksi pada $500^{\circ}C$ secara umum berbentuk fiber/serat yang lurus dan heliks dengan diameter serat sekitar 300 nm, pada CNF dengan suhu $600^{\circ}C$ secara umum berbentuk serat lurus dengan diameter serat yang lebih seragam sekitar 147 nm, pada CNF $700^{\circ}C$ memiliki bentuk yang lebih kompleks jika dibandingkan dengan produk CNF lainnya dan memiliki diameter serat sekitar 47 nm. Berdasarkan variasi suhu yang dilakukan, pada suhu $700^{\circ}C$ paling banyak membentuk diameter kristal terkecil sehingga semakin tinggi suhunya semakin kecil ukuran diameter fiber.

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

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOFIBER (CNF) FROM COCONUT SHELL BY CHEMICAL VAPOR DEPOSITION (CVD)

Maulidatun Niswah

14620037

ABSTRACT

One of the most widely developed nanomaterials was CNF. CNF has electrical conductivity properties, thermal conductivity properties and good mechanical properties that can be applied to many things such as sensors, supercapacitors, and other electronic devices. This research used coconut shell material because the composition of coconut shell is included in hydrocarbon compound and coconut plants spread in Indonesia about 3,654 million hectare and the third largest plantation after oil palm and rubber. The aim of this research was CNF synthesized from coconut shell by CVD and studied about characterization by XRD and SEM. CNF was successfully synthesized by CVD method using activated carbon product from coconut shell and acetylene (C_2H_2) as the carbon source, nickel chloride ($NiCl_2$) as the catalyst and nitrogen (N_2) as the inert gas. With varying CVD temperature from $500^\circ C$, $600^\circ C$ and $700^\circ C$. XRD analysis results from CNF, show that stronger intensity CNFs of (002) and (101) planes at peak positioned 2θ of 26 and 44, the CNF has a hexagonal morphology adopted by nickel. The CNF produced at $500^\circ C$ was mainly straight and helical fibers with a fiber diameter about 300 nm, at $600^\circ C$ the products mostly straight fibers with a more uniform fiber diameter about 147 nm, at $700^\circ C$ the products were more complex than other with a fiber diameter about 47 nm. Based on temperature variations, at $700^\circ C$ most the smallest crystal diameter, so the higher temperature, the fiber diameter is smaller.

Keywords : Activated carbon, CNF, coconut shell, CVD

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II STUDI PUSTAKA	8
2.1 Studi Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	11
3.3.1 Carbon Nanofiber	11
3.3.2 Tempurung Kelapa	12
3.3.3 Karbon Aktif	14
3.3.4 Aktivasi Kimia.....	15
3.3.5 Aktivasi Fisika	16
3.3.6 Metode Sintesis CNF	16
2.2.6.1 <i>Chemical vapor deposition</i> (CVD)	17
3.3.7 Katalis Ni	18
3.3.8 Sumber Karbon Gas Asetilen C_2H_2	19
3.3.9 Gas Nitrogen (N_2)	21
3.3.10 Pertumbuhan CNF menggunakan Metode CVD	22
3.3.11 Sifat-sifat CNF	23
2.2.11.1 Konduktivitas Listrik CNF.....	23
2.2.11.2 Konduktifitas Termal CNF	24
2.2.11.3 Sifat Mekanik CNF	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.2.1 Alat-Alat Penelitian	26
3.2.2 Bahan-Bahan Penelitian.....	27
3.3 Prosedur Percobaan	28
3.3.12 Pembuatan Karbon Aktif.....	29
3.3.13 Sintesis CNF	30

3.4 Karakterisasi CNF.....	31
3.4.1 X-Ray Diffraction (XRD)	31
3.4.2 Scanning Electron Microscopy (SEM)	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Penelitian	37
4.1.1 Hasil Sintesis CNF Menggunakan Metode CVD	37
4.1.2 Hasil Karakterisasi XRD.....	37
4.1.3 Hasil Karakterisasi SEM.....	40
4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Sintesis CNF pada CVD	43
4.2.2 Karakterisasi CNF.....	45
4.2.3 Integrasi-interkoneksi.....	47
BAB V PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	56


 STATE ISLAMIC UNIVERSITY
 SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan kimia tempurung kelapa.....	13
Tabel 2.2	Perbandingan perubahan komponen dan kandungan bahan tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa.....	14
Tabel 2.3	Sifat fisika asetilen	20
Tabel 2.4	Sifat nitrogen	21
Tabel 2.5	Sifat fisik CNF.....	25
Tabel 3.1	Daftar alat penelitian	26
Tabel 3.2	Daftar bahan penelitian.....	27
Tabel 4.1	Hasil XRD dan SEM	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur CNF 3D (Poveda dan Gupta, 2016)	11
Gambar 2.2	Tempurung kelapa	12
Gambar 2.3	Skema alat CVD	17
Gambar 2.4	Skema (a-c) formasi dari struktur CNF cup-stacked dan (d) struktur CNF platelet (Feng, 2014).....	22
Gambar 2.5	Skema lapisan CNF pada metode CVD (Poveda dan Gupta, 2016). 23	
Gambar 3.1	Skema prosedur kerja	28
Gambar 3.2	Skema pembuatan karbon aktif	29
Gambar 3.3	Skema sintesis CNF.....	30
Gambar 3.4	Difraksi sinar X oleh atom-atom pada bidang (Ismunandar, 2006).....	33
Gambar 3.5	Contoh hasil keluaran grafik XRD pada CNF menggunakan katalis Cu.ZrO ₂ . (a) CNFs-O, (b) CZC350, (c) CZC450, (d) CZC500 dan (e) CZC550 (Din dkk, 2014)	34
Gambar 3.6	Skema prinsip kerja SEM (iastate.edu)	35
Gambar 3.7	SEM pada CNF menggunakan sumber karbon bubuk karbon aktif (Ahmed dkk, 2016).....	36
Gambar 4.1	Hasil sintesis CNF menggunakan metode CVD pada suhu 500°C, 600°C dan 700°C	37
Gambar 4.2	Grafik hasil karakterisasi XRD pada CNF 500° C	38
Gambar 4.3	Grafik hasil karakterisasi XRD pada CNF 600° C	38
Gambar 4.4	Grafik hasil karakterisasi XRD pada CNF 700° C	39
Gambar 4.5	Grafik hasil karakterisasi XRD pada 3 sampel CNF.....	39
Gambar 4.6	Hasil karakterisasi SEM CNF pada CVD 500°C	40
Gambar 4.7	Grafik distribusi ukuran CNF dengan diameter 300 nm	40
Gambar 4.8	Hasil karakterisasi SEM CNF pada CVD 600°C	41
Gambar 4.9	Grafik distribusi ukuran CNF dengan diameter 147 nm	41
Gambar 4.10	Hasil karakterisasi SEM CNF pada CVD 700°C	42
Gambar 4.11	Grafik distribusi ukuran CNF dengan diameter 47 nm	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Proses sintesis	56
Lampiran 2 : Perhitungan berat katalis	57
Lampiran 3 : Gambar morfologi CNF menggunakan SEM.....	58



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan nanomaterial yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir ini telah memberikan dampak terhadap berbagai perkembangan. Aplikasi nanoteknologi dapat menghasilkan berbagai produk yang bersifat lebih fungsional. Ratusan laboratorium melakukan penelitian dan memproduksi banyak produk nano seperti serbuk, lotion, dan cairan (Lee dkk, 2010). Beberapa contoh nanomaterial diantaranya adalah *carbon nanotube* (CNT), *carbon nanofiber* (CNF), *carbon quantum dot* (CQD) dan *nano diamond* (Jariwala dkk, 2013).

Struktur karbon dengan diameter nanometer yang banyak dibicarakan adalah *carbon nanofiber* (CNF). CNF memiliki potensi besar karena memiliki sifat mekanik, konduktivitas listrik dan konduktivitas termal sebesar 1950 W/mK (Hiremath dan Bath, 2017) sehingga dapat diaplikasikan pada nanoelektron dan perangkat nanobiologi (Sarikaya dkk, 2003), penguat komposit, penginderaan kimia, penghasil medan, elektroda dalam *fuel cell* dan mikro reaktor (Tiggelar dkk, 2013), obat-obatan, kosmetik, sensor, katalis dengan efisiensi tinggi dan peralatan elektronik (Huang, 2006).

CNF memiliki diameter kurang dari 100 nm yang beribu kali lipat lebih kecil dari rambut manusia. Ukurannya bisa diamati dengan menggunakan *electron microscope*. Nanofiber menjadi topik penelitian oleh

para industri, akademisi dan lembaga penelitian karena beberapa keunggulannya yaitu memiliki permukaan yang luas persatuan massa atau volume, sangat ringan, dan disesuaikan dengan pemakaian serta punya nilai ekonomis yang sangat tinggi. CNF dapat disintesis menggunakan karbon aktif yang dapat dibuat dari berbagai material organik (polimer) (Sumardjo, 2009).

Polimer organik merupakan polimer yang tersedia bebas di alam dan diderivasi dari hewan atau tumbuhan (Firman, 1991). Contoh dari polimer alami yang sudah digunakan sejak dulu adalah tumbuhan hijau, kayu, karet, kapas, wool, kulit dan sutera. Namun pada tahun 2013 melakukan sintesis CNF dengan polimer organik berupa tempurung kelapa sawit yang diubah menjadi karbon aktif. Merujuk pada penelitian tersebut, maka penelitian ini menggunakan polimer alam berupa tempurung kelapa. Karakteristik bahan baku antara tempurung kelapa sawit dengan tempurung kelapa biasa jika dibandingkan mereka memiliki banyak kemiripan.

Komposisi kimia tempurung kelapa sawit diantaranya adalah lignin (29.4%), hemiselulosa (27.7%), selulosa (26.6%), air (8.00%), abu (0.60%) dan komponen ekstraktif (4.20%), dimana seluruh senyawa ini termasuk dalam senyawa hidrokarbon (Prananta, 2008). Komposisi kimia 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).

Penyebaran tanaman kelapa di Indonesia sangat melimpah, pada tahun 2014 mencapai 3,654 juta ha dan merupakan tanaman perkebunan

terluas ke-tiga setelah kelapa sawit dan karet. Luas lahan penyebaran kelapa di Yogyakarta mencapai 0,042 ha (Badan Pusat Statistik, 2016), dari penyebaran tersebut manusia mampu memanfaatkan tempurung kelapa menjadi suatu material yang sangat bermanfaat.

Manusia dan tumbuh-tumbuhan sangat erat kaitannya dalam kehidupan. Banyak manfaat yang didapatkan oleh manusia dari tumbuh-tumbuhan namun masih banyak yang belum diketahui manfaatnya. Keberadaan tumbuh-tumbuhan merupakan berkah dan nikmat Allah yang diberikan kepada seluruh makhluknya. Allah menginformasikan hal ini pada suat An-naba' ayat 25 – 32 sebagai berikut

﴿۲۵﴾ اَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿۲۶﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿۲۷﴾ فَأَنبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿۲۸﴾ وَعَبَبْنَا الْقُرْهُوعَ وَنَخْلًا ﴿۲۹﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿۳۰﴾ وَفِكَهَةً وَأَبًّا ﴿۳۱﴾ مِّنْعَالَمٍ وَلَآئِعِمُّكُمْ ﴿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)”. (QS ‘Abasa (80) 25 – 32).

Menurut penjelasan tafsir Nurul Qur'an, 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 unik bagi tubuh manusia yang bisa diteliti, dan dapat dipelajari untuk memberikan pandangan akan keajaiban yang terkandung di dalam unsur tersebut (Imani, 2005).

Berdasarkan tafsir tersebut maka penelitian ini memanfaatkan bahan alam tempurung kelapa matang sebagai bahan dasar sintesis dan karakterisasi

CNF untuk perkembangan material sehingga bisa menjadi ilmu pengetahuan baru dan merupakan salah satu solusi yang akan menjadi kemaslahatan umat. Metode yang digunakan untuk melakukan sintesis CNF adalah metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD).

Metode *Chemical Vapor Deposition* (CVD) umumnya dilakukan untuk melakukan sintesis dalam skala besar karena biaya produksi yang rendah (Hiremath dan Bath, 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 sudah dilakukan, gas yang banyak digunakan sebagai sumber karbon CNF adalah gas asetilen. Selain menggunakan bahan dasar karbon aktif tempurung kelapa, penelitian ini menggunakan bahan lain berupa katalis Nikel Klorida ($NiCl_2$), gas asetilen (C_2H_2) dan gas nitrogen (N_2). Metode CVD yang digunakan akan diberikan perlakuan variasi suhu mulai dari suhu $500^{\circ}C$, $600^{\circ}C$ dan $700^{\circ}C$.

Metode CVD dilakukan pada suhu yang tinggi karena untuk pembentukan kristal CNF, suhu dapat diberikan perlakuan mulai dari $500^{\circ}C$ sampai dengan $1200^{\circ}C$ (Martin dkk, 2006). Penelitian CNF dengan menggunakan bahan alam berupa limbah jerami gandum menggunakan metode CVD dengan suhu $700^{\circ}C$ menunjukkan hasil yang sangat bagus yaitu dengan diameter 30 nm sampai 300 nm (Chen dkk, 2008), sedangkan pada

penelitian CNF yang dilakukan Yongheng Zhang dan Jinyun Zhang pada tahun 2012 dengan melakukan variasi suhu pada CVD mulai dari 500°C, 600°C dan 700°C diperoleh hasil terbaik yaitu pada suhu 600°C dengan diameter 200 nm. Berdasarkan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan, maka penelitian ini melakukan variasi suhu dari 500°C, 600°C dan 700°C agar memperoleh suhu terbaik untuk melakukan sintesis CNF. hasil dari sintesis CNF akan dilakukan karakterisasi menggunakan XRD dan 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 dan Khairurrijal, 2008). Penelitian ini menggunakan karakterisasi berupa *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). XRD merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi bahan kristalit maupun non-kristalit, sedangkan SEM adalah instrumen yang digunakan untuk menghasilkan gambar morfologi permukaan dan dapat diperoleh informasi mengenai ukuran suatu material (Abdullah dan Khairurrijal, 2008). Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian yaitu melakukan 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 suhu dari 500°C, 600°C dan 700°C.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mensintesis CNF berbahan tempurung kelapa?
2. Bagaimana hasil karakterisasi sintesis CNF berbahan tempurung kelapa?
3. Bagaimana pengaruh suhu terhadap hasil karakterisasi CNF?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Melakukan sintesis CNF dengan metode *Chemical vapor deposition* (CVD) berbahan dasar tempurung kelapa.
2. Mengkaji hasil karakterisasi CNF berbahan tempurung kelapa dengan pengujian XRD dan SEM.
3. Mengkaji pengaruh variasi suhu terhadap hasil karakterisasi CNF.

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 yang diberi katalis logam berupa nikel (Ni) dan variasi suhu 500°C, 600°C dan 700°C yang kemudian dilakukan karakterisasi XRD untuk mengetahui kristalinitas dan SEM untuk mengetahui ukuran serta morfologi CNF.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dalam melakukan sintesis CNF
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan tempurung kelapa yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar CNF
3. Menjadi sumber referensi yang representatif, dijadikan sebagai acuan dalam melakukan kajian riset pada CNF
4. Memperkaya penelitian material khususnya dibidang nanosains

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 yang di *furnace* dengan suhu 600°C selama 4 jam, kemudian dicampur menggunakan katalis NiCl_2 sebanyak 3 % berat dan dilakukan proses *Chemical Vapor Deposition* (CVD) dengan diberi perlakuan variasi suhu 500°C, 600°C dan 700°C yaitu dengan dialiri C_2H_2 selama 1 jam dan dialiri dengan N_2 , kemudian sampel dilakukan pengujian menggunakan XRD dan SEM.
2. Hasil karakterisasi XRD dan SEM pada CNF ditunjukkan seperti pada tabel di bawah

Temperatur	2 θ CNF	Diameter
500°C	26,15°	300 nm
	44,11°	
600°C	26,49°	147 nm
	44,83°	
700°C	26,03°	47 nm
	44,63°	

3. Pengaruh variasi suhu terhadap hasil karakterisasi menunjukkan semakin tinggi suhu yang diberikan maka semakin kecil ukuran diameter fibernya dan produk yang menunjukkan CNF dengan diameter yang bagus yaitu pada suhu 700°C dengan distribusi diameter fiber terbanyak adalah 47 nm.

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. Perlu dilakukan sintesis CNF dengan suhu yang lebih tinggi, yaitu diatas 700°C

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.**
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Perkebunan*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Balzani, V. 2008. Nanoscience and Nanotechnology. *Pure Appl.* **Vol. 8: 1631-1650.**
- Bledzki, A. K., Mamun, A. A., dan Volk, J. 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, D. R., Merino, C., dan Gullon, I. M. 2011. Carbon Nanofibers Enhance the Fracture Toughness and Fatigue Performance of a Structural Epoxy System. *Compos. Sci. Technol.* **2010, 71 (1), pp. 31.**
- Brady, E. 1999. *Kimia Universitas Asas dan Struktur, Jilid 1, edisi 5*. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Budiono, A., Suhartanto, dan Gunawan. 2009. *Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Asam Sulfat dan Asam Posfat untuk Adsorpsi Fenol*. Kimia FMIPA UNDIP. Semarang.
- 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.
- Chen, W. X., Timpe, O., Hamid, S. B., Schlogl, R., dan Dang. 2008. Dyrect Synthesis of Carbon Nanofibers on Modified Biomass-Derived Activated Carbon. *Carbon* **47 (2008) 313–347.**
- Choi, M., dan Ryoo, R. 2007. Mesoporous Carbons with KOH Activated Framework and their Hydrogen Adsorption. *Journal of Materials Chemistry*. **17: 4204–4209.**

- 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.
- Dabrowski, A., Podkoscienly, P., Hubicki, Z., dan Barczak, M. 2005. Adsorption of Phenolic Compounds by Activated Carbon. *Chemosphere*. **Feb 58 (8)** : 1049 -70.
- 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.
- Fakhri, J. 2010. *Sains dan Teknologi dalam Al-Qur'an dan Implikasinya dalam Pembelajaran*. Fakultas Tarbiyah IAIN Raden Intan. Tanjungkarang Lampung.
- Firman, H. 1991. *Kimia Polimer*. ITB. Bandung.
- Ge, M., dan Sattler, K. 1994. Observation of Fullerene Cones. *Chem. Phys. Lett* **220**, 192–196.
- Hamdan, S. 2011. *Pabrik Vinyl Acetate dari Acetylene dan Acetit Acid dengan Proses Vapor Phase*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Surabaya.
- 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**.
- 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*. Penerbit Al-Huda. Jakarta.
- Ismunandar. 2006. *Padatan Oksida Logam: Struktur, Sintesis, dan Sifat-sifatnya*. ITB. Bandung.
- Jariwala, D., Sangwan, V. K., Lauhon, L. J., Marks, T. J., dan Hersam, M.C. 2013. Carbon Nanomaterials for Electronics, Optoelectronics, Photovoltaics and Sensing. *Chem. Soc. Rev* **42 (7)** 2824-2860.

- Kanungo, S. 2013. *Synthesis and Characterization of Gd Doped BSCCO-2212*. National Institute of Technology Rourkela. India.
- Kelsall, R. W., Lan, W. H., dan Mark, G. 2005. *Nanoscale Science and Technology*. John Wiley dan Sons, **9780470850862**.
- Kim, Y. A., Hayashi, T., Endo, M., dan Dresselhaus, M. S. 2013. Carbon nanofibers. In *Springer Handbook of Nanomaterials*; Vajtai, R., Ed.; Springer. Berlin/Heidelberg, Germany. **978-3-642-20595-8**.
- Kvech, S., dan Tull, E. 1998. *Activated Carbon*. Departement of Civil and Environmental Engineering. Virginia Tech University. United States of Amerika.
- Lee, J., Mahendra, S., dan Alvarez, P. J. 2010. Nanomaterials in the Construction Industry: A Review of Their Applications and Environmental Health and Safety Considerations. *ACS Nano*. **4 (7): 3580 – 3590**.
- Feng, L., Xie, N., dan Zhoun, J. 2014. Carbon nanofibers and Their Composites: A Review of Synthesizing, Properties and Applications. *materials*. **7 3919-3945**.
- Mamun, A. A., Ahmed, Y. M. Muiyibi, 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**.
- 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 Floatng Catalyst Reactor. *Carbon*. **44(8). 1572 – 1580**.
- 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. *Chemmmical Physics Letters*. **375, 553 – 559**.
- Marsh, H., dan Reinoso, F. R. 2006. *Activated Carbon*. Elsvier Science and Technology Books. Ukraina.
- Mozammel, H. M., Masahiro, O., dan Battacharya, S. C. 2002. Activated Charcoal from Coconut Shell Using Zncl₂ Activation. *Biomass and Bioenergy*. **Vol. 22, pp. 397-400**.

- 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, R. L., dan Gupta, N. 2016. Carbon nanofiber Reinforced Polymer Composites. Springer Briefs in Materials. *Springer Briefs in Materials*. **978-3-319-23787-9.**
- Prananta, J .2008. *Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami.* Universitas Malikussaleh. Reuleuet Aceh.
- Prasetyo, Y. 2011. *Scanning Electron Microscope dan Optical Emission Spectroscopy*. Diakses dari <http://yudiprasetyo53.wordpress.com/2011/11/07/scanningelectron-microscope-sem-dan-optical-emission-spectroscopy-oes/>. 19 Desember 2017.
- Sarikaya, M., Tamerler, C., Jen, A. K., Schulten, K., dan Baneyx, F. 2003. Molecular Biomimetics: Nanotechnology Through Biology. *Nature Mater.* **2: 577–85.**
- Suhardiyono, L. 1995. *Tanaman Kelapa: Budidaya dan Pemanfaatannya.* Kanisius. Yogyakarta.
- Sukarjo. 1997. *Kimia Fisika*. Edisi ke-3. PT Rineka Cipta. . Jakarta.
- 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.
- Syamsiro, M., dan Saptoadi, H. 2007. *Pembakaran Briket Biomassa Tempurung Kakao; Pengaruh Temperatur Udara Preheat.* Seminar Nasional Teknologi. Yogyakarta.
- Teng, C. C., Ma, C. C., Cheng, B. D., Shih, Y. F., Chen, J. W., dan Hsiao, Y. K. 2011. Mechanical And Thermal Properties Of Polylactide-Grafted Vapor-Grown Carbon Nanofiber/Polylactide Nanocomposites. *Compos. A Appl. Sci. Manuf.* **42, 928–934.**

- Teo, K. B., Singh, C., Chhowalla, M., dan Milne, W. I. 2003. Catalytic Synthesis of Carbon Nanotubes and Nanofibers. In: H. S. Nalwa (Ed.), *Encyclopedia of nanoscience and nanotechnology Stevenson Ranch, CA, USA: American Scientific Publishers. Vol. X, 1-58883-001-2.*
- Tiggelar, R. M., Thakur, D.B., Nair, H., Seshan, K., dan Gardeniers, J. G. 2013. Influence of Thin Film Nickel Pretreatment On Catalytic Thermal Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanofibers. *Thin Solid Films. 534 341–347.*
- Triyono. 1994. *Kimia Fisika. Dasar-dasar Kinetika dan Katalis*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Yogyakarta.
- Wang, X., Li, Q., Zhang, Y., Yang, Y., Cao, Z., dan Xiong, S. 2018. Synthesis and Capacitance Properties of N-doped Porous Carbon/NiO Nanosheet Composites Using Coal-based Polyaniline as Carbon and Nitrogen Source. *Applied Surface Science S0169-4332(18)30528-2.*
- 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 Zhang, J. 2012. Synthesis of Carbon Nanofibers and Nanotubes by Chemical Vapor Deposition Using a Calcium Carbonate Catalyst.. *Materials Letters . 92 (2013) 342–345.*
- Zhou, G., Xiong, Tianrou., Jiang, S., Jian, S., Zhou, Z., dan Hou, H. 2015. Flexible Titanium Carbide-Carbon Nanofiber with High Modulus and High Conductivity by Electrospinning. *Materials Letters. S0167-577X(15)30935-6*
- 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.*

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Proses sintesis



Pembuatan karbon aktif



Serbuk karbon aktif



Proses CVD



Proses CVD



Karakterisasi SEM

Lampiran 2 : Perhitungan berat katalis



$$\text{Massa (gram)} = \text{Mol} \times \text{Mr (gram/mol)}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa 3\% Ni} &= \frac{3\%}{100\%} \times 20 \text{ gram} \\ &= 0,6 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol Ni} &= \frac{\text{Massa Ni}}{\text{Mr Ni}} \\ &= \frac{0,6 \text{ gram}}{58,71 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,0102197 \text{ mol} \end{aligned}$$

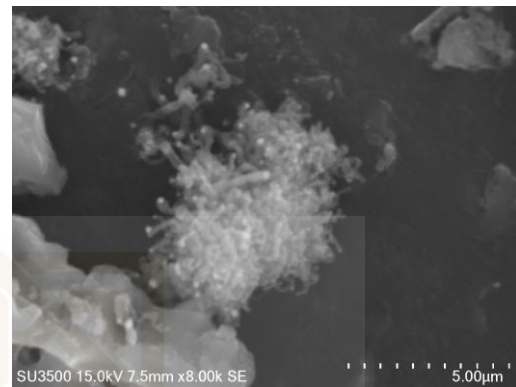
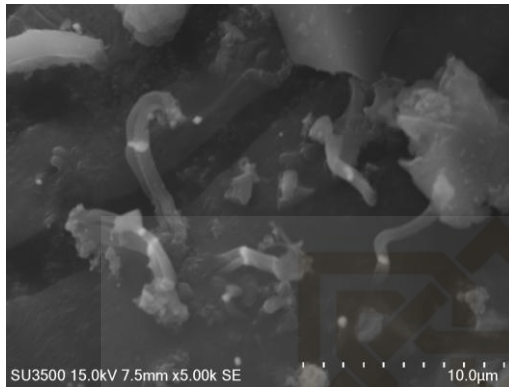
Berdasarkan reaksi kimia, mol Ni = mol NiCl₂, maka dapat dituliskan

$$\text{Mol NiCl}_2 = 0,0102197 \text{ mol}$$

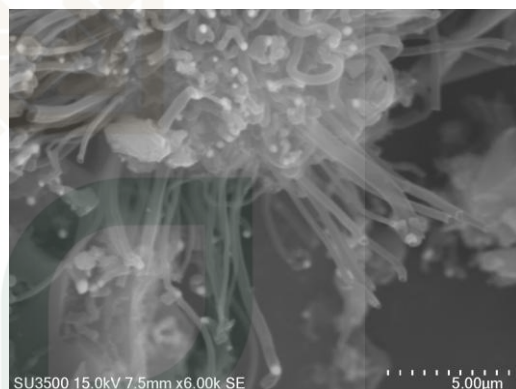
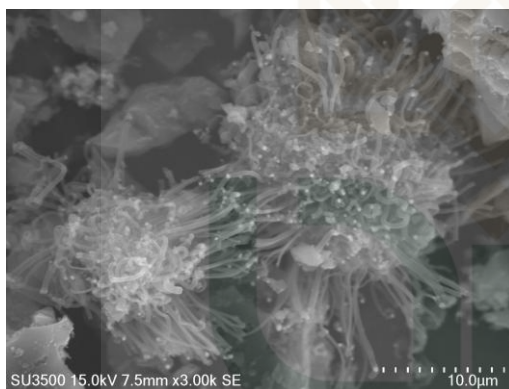
$$\text{Massa NiCl}_2 = \text{Mol NiCl}_2 \times \text{Mr NiCl}_2$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NiCl}_2 &= \text{Mol NiCl}_2 \times (\text{Mr Ni} + \text{Mr } 2 \text{ Cl}) \\ &= 0,010297 \times (58,71 + (2 \times 35,453)) \\ &= 1,325 \text{ gram} \end{aligned}$$

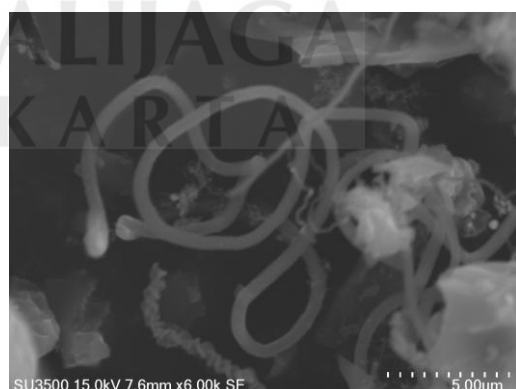
Lampiran 3 : Gambar morfologi CNF menggunakan SEM



Morfologi CNF pada suhu 500°C



Morfologi CNF pada suhu 600°C



Morfologi CNF pada suhu 700°C