

# Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanofiber* Berbahan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dengan Metode CVD

Asih Melati<sup>1\*</sup>, Maulidatun Niswah<sup>1</sup>, Putri Nur Janah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Jl. Marsda Adisucipto 519739, Indonesia

\*E-mail: asih.melati@uin-suka.ac.id

## INTISARI

CNF memiliki sifat konduktivitas listrik, konduktivitas termal dan sifat mekanik yang dapat diaplikasikan pada sensor, superkapasitor dan perangkat elektronik lainnya. CNF pada penelitian ini berbahan karbon aktif tempurung kelapa karena komposisi tempurung kelapa dengan sumber karbon berasal dari senyawa hidrokarbon. Perkebunan kelapa di Indonesia sekitar 3,654 juta hektar dan merupakan 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 sebagai sumber karbon, nikel klorida ( $\text{NiCl}_2$ ) sebagai katalis dan nitrogen ( $\text{N}_2$ ) sebagai gas inert. CVD dilakukan dengan memvariasikan suhu dari 500°C, 600°C, dan 700°C. Hasil analisis XRD dari CNF, menunjukkan bahwa intensitas *carbon nano* paling tinggi berada pada bidang (002) dan (101) yang berada pada puncak  $2\theta$ , 26° dan 44°. Dari hasil CNF memiliki morfologi heksagonal yang dibentuk oleh nikel. CNF yang diproduksi pada 500°C secara umum berbentuk fiber/serat yang lurus dan heliks dengan diameter serat sekitar 300 nm, pada CNF dengan suhu 600°C secara umum berbentuk serat lurus dengan diameter serat yang lebih seragam sekitar 147 nm, pada CNF 700°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°C paling banyak membentuk diameter kristal terkecil.

**Kata Kunci:** CNF, CVD, karbon aktif, pirolisis, tempurung kelapa

## ABSTRACT

CNF has electrical conductivity, thermal conductivity and mechanical properties that can be applied to sensors, supercapacitors and other electronic devices. CNF in this research is made from coconut shell activated carbon because the composition of the coconut shell with a carbon source comes from hydrocarbon compounds. Coconut product in Indonesia are around 3,654 million hectares and are the third largest plantation after oil palm and rubber. The purpose of this research is to synthesize CNF from coconut shell with CVD method and study the characterization using XRD and SEM. CNF was successfully synthesized by the CVD method using activated carbon from coconut shells and using acetylene as a carbon source, nickel chloride ( $\text{NiCl}_2$ ) as a catalyst and nitrogen ( $\text{N}_2$ ) as an inert gas. CVD is done by varying temperatures of 500°C, 600°C and 700°C. The results of XRD analysis from CNF pictured that the highest intensity of nano carbon was in the index miller (002) and (101). In the peaks of  $2\theta$  are 26° and 44°. Meanwhile, CNF has a hexagonal morphology formed by nickel. CNF produced at 500°C generally takes the form of straight and helical fibers which has diameter around of 300 nm. On the temperature of 600°C generally it forms a straight fiber with a more uniform fiber diameter of around 147 nm, on the temperature 700°C has a more complex shape when compared to other CNF products and has fiber diameter around of 47 nm. Based on the variation in temperature, we conclude that on the temperature 700°C growth the smallest crystal diameter of CNF.

**Keywords:** Activated carbon, CNF, coconut shell, CVD, pyrolysis

## Pendahuluan

CNF memiliki potensi besar karena memiliki sifat mekanik, konduktivitas listrik dan konduktivitas termal sebesar 1950 W/mK [1] sehingga dapat diaplikasikan pada nanoelektron dan perangkat nanobiologi [2], penguat komposit, penginderaan kimia, penghasil medan, elektroda dalam *fuel cell* dan mikro reaktor [3], obat-obatan, kosmetik, sensor, katalis dengan efisiensi tinggi dan peralatan elektronik [4]. CNF dapat disintesis menggunakan karbon aktif yang dapat dibuat dari berbagai material organik polimer [5]. Polimer organik merupakan polimer yang tersedia bebas di alam dan diderivasi dari hewan atau tumbuhan [6]. Polimer organik pada tempurung kelapa sawit yang diubah menjadi karbon aktif [7]. Selulosa (26%), pentosa (27%), lignin (29.40%), kadar abu (0.60%), solvent ekstraktif (4.20%), uronat anhidrat (3.50%), nitrogen (0.11%) [8]. Sehingga dalam penelitian ini menggunakan karbon aktif tempurung kelapa untuk menumbuhkan *carbon nanofiber* (CNF) dengan memvariasikan suhu 500°C, 600°C, dan 700°C.

## Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Chemical Vapour Deposition* dengan variasi suhu 500°C, 600°C, dan 700°C dan waktu pirolisis selama 2 jam. Kemudian untuk mengetahui kristalinitasnya menggunakan XRD (*X-ray Diffraction*) dan untuk mengetahui morfologi serta ukuran diameter kristal menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Alat dan bahan pada penelitian ini tersebut dalam Tabel 1.

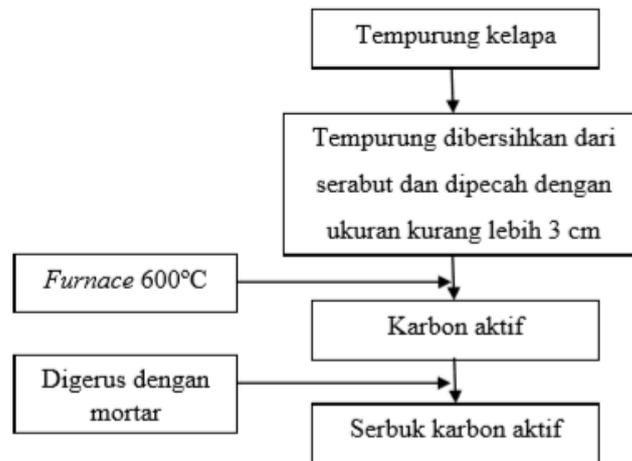
**Tabel 1.** Alat dan bahan

Alat	Jumlah
Oven	1 buah
Sendoksungu	1 buah
Mortar	1 buah
Cawan penggerus	1 buah
Pinset	1 buah
Gelas ukur 50 ml	1 buah
Gelas beker 50 ml	1 buah
Gerinda	1 buah
Tabung <i>quartz</i>	1 buah
Termokopel	1 buah
<i>Furnace</i> (pemanas)	1 buah
Neraca	1 buah
Saringan 100 mesh	1 buah
Tempurung kelapa usia 10 bulan	60 gram
Asetilen	90 ml
Gas nitrogen	300 ml
Katalis NiCl <sub>2</sub>	40 gram
<i>Glasswool</i>	secukupnya

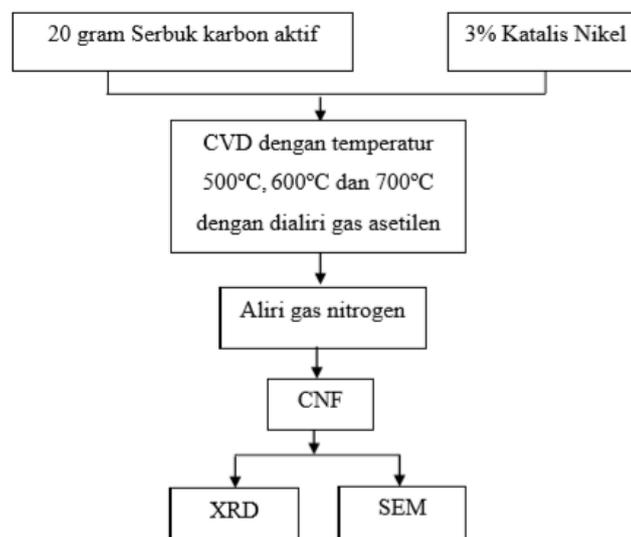
Prosedur percobaan:



**Gambar 1.** Skema prosedur percobaan



**Gambar 2.** Skema pembuatan karbon aktif



**Gambar 3.** Skema sintesis CNF

## Hasil dan Pembahasan

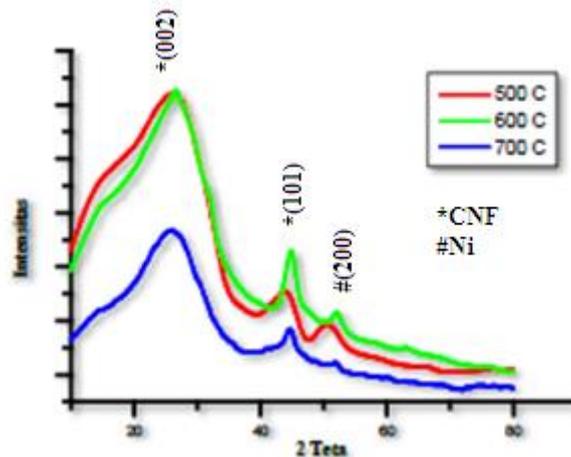
### 1. Sintesis CNF pada CVD

*Furnace* tempurung kelapa pada suhu 600°C selama 4 jam, pada suhu pemanasan 400°C terjadi penghilangan air, suhu di atas 500°C merupakan proses pemurnian menjadi karbon aktif [9]. Karbon digerus hingga halus untuk meningkatkan homogenitas, kemudian disaring ukuran 100 mesh atau 0,15 mm. Sebanyak 20 gram karbon aktif dicampur dengan 3% katalis Ni berupa garam NiCl<sub>2</sub> 1,325 gram. Pengaruh variasi katalis pada CNF, menunjukkan bahwa 3% berat katalis Ni memiliki hasil presentase atom C dan massa jenis yang paling bagus jika dibandingkan dengan rasio 1%, 5%, 7% dan 9% [7]. Fungsi katalis Ni adalah mengantarkan CNF agar mempunyai morfologi heksagonal dan ukuran nano. Proses CVD dilakukan pada suhu 500°C dan dialiri C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> selama 1 jam. Gas asetilen digunakan karena asetilen/C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> terdiri dari ikatan karbon dan hidrogen. Hidrogen merupakan unsur yang sangat reaktif sehingga pada proses ini H terlepas dari ikatan C dan bereaksi dengan atom lain. Unsur C akan menjadi sumber karbon. Setelah selesai dialiri C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> kemudian dialiri N<sub>2</sub> dengan waktu yang sama dan suhu yang sama. N<sub>2</sub> berfungsi untuk mendorong oksigen yang ikut bereaksi dalam proses CVD, proses selanjutnya diulangi dengan variasi suhu 600°C dan 700°C. Hasil sampel CVD kemudian

disaring kembali untuk meminimalisir adanya pengotor dan kemudian dianalisis menggunakan XRD dan SEM.

## 2. Karakterisasi CNF

Pola difraksi sinar-x hasil karakterisasi XRD pada CNF suhu 500°C, 600°C, dan 700°C dapat dilihat pada Gambar 4.

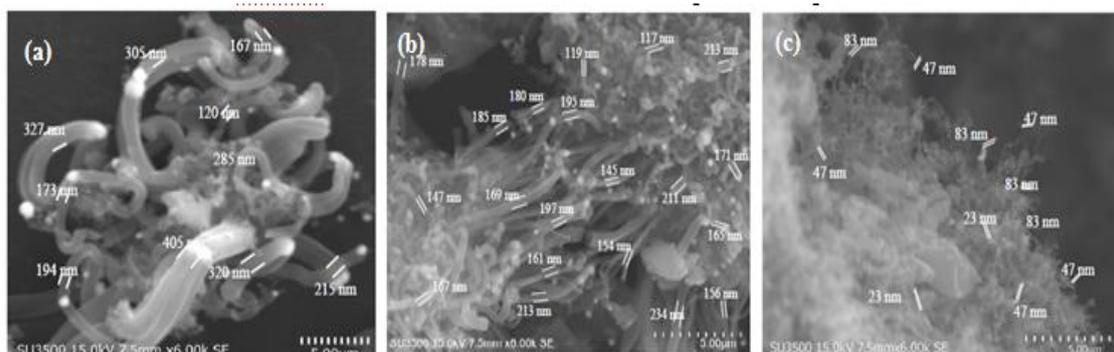


**Gambar 4.** Grafik hasil karakterisasi XRD pada 3 sampel CNF

Pada suhu 500°C, puncak-puncak yang merupakan karakteristik dari CNF yang mengindikasikan bidang grafit heksagonal terlihat pada sudut  $2\theta = 26,15^\circ$  dan  $44,11^\circ$  secara berturut-turut memiliki difraksi bidang kristal (002) dan (101) yang sesuai dengan JCPDS nomor 41-1487. Selain 2 puncak tersebut ada puncak lain yang pada sudut  $2\theta = 51,05^\circ$  yang memiliki difraksi bidang kristal (200) dan mengindikasikan adanya nikel, hal ini sesuai dengan JCPDS nomor 78-0643. Karakterisasi dengan menggunakan pengujian SEM menunjukkan morfologi CNF pada berbagai variasi suhu CVD. Analisa morfologi CNF 500°C ditunjukkan pada Gambar 5(a) dengan menggunakan perbesaran 6000X. Hasil SEM menunjukkan morfologi permukaan berbentuk silinder panjang dengan diameter 300 nm.

CNF pada suhu 600°C, sesuai dengan JCPDS nomor 41-1487 pada sudut  $2\theta = 26,49^\circ$  dan  $44,83^\circ$  yang memiliki bidang kristal (002) dan (101) mengindikasikan bidang grafit heksagonal. Berdasarkan JCPDS nomor 78-0643 pada sudut  $2\theta = 51,93^\circ$  dengan bidang kristal (200) mengindikasikan Ni. Analisa pengujian SEM menunjukkan morfologi CNF 600°C yang ditunjukkan pada Gambar 5(b) dengan menggunakan perbesaran 6000X menunjukkan morfologi permukaan berbentuk silinder panjang dengan ukuran diameter 147 nm.

CNF pada suhu 700°C memiliki hasil karakterisasi XRD dengan puncak pada sudut  $2\theta = 26,03^\circ$  dan  $44,63^\circ$  secara berturut-turut memiliki bidang kristal (002) dan (101) yang mengindikasikan grafit bidang heksagonal. Selain puncak CNF terdapat juga puncak yang mengindikasikan Ni yaitu pada sudut  $51,83^\circ$  dengan bidang kristal (200). Analisa pengujian SEM menunjukkan morfologi CNF 700°C yang ditunjukkan pada Gambar 5(c) dengan menggunakan perbesaran 6000X menunjukkan morfologi permukaan berbentuk silinder panjang dengan ukuran diameter 47 nm.



**Gambar 5.** Hasil karakterisasi SEM pada CNF suhu (a) 500°C, (b) 600°C, dan (c) 700°C

## Kesimpulan dan Saran

Telah berhasil dilakukan sintesis CNF dengan berbahan dasar karbon aktif tempurung kelapa dengan metode CVD, pada kajian ini dilakukan dengan memvariasikan suhu dari 500°C, 600°C dan 700°C. Hasil analisis XRD dari CNF, menunjukkan bahwa intensitas paling tinggi berada pada bidang (002) dan (101) yang berada pada puncak  $2\theta = 26^\circ$  dan  $44^\circ$ , CNF memiliki morfologi heksagonal yang dibentuk oleh nikel. CNF yang diproduksi pada 500°C secara umum berbentuk fiber/serat yang lurus dan heliks dengan diameter serat sekitar 300 nm, pada CNF dengan suhu 600°C secara umum berbentuk serat lurus dengan diameter serat yang lebih seragam sekitar 147 nm, pada CNF 700°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°C paling banyak membentuk diameter kristal terkecil sehingga semakin tinggi suhunya semakin kecil ukuran diameter fiber.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini yaitu studi club fisika material, dan pendanaan HIBAH LPPM program Karya Ilmiah untuk Mahasiswa.

## Daftar Rujukan

- [1] Hiremath, N., dan Bhat, G. Structure and Properties of High-Performance Fibers. *Elsevier Ltd.* **978-0-08-100550-7**. 2017.
- [2] Sarikaya, M., Tamerler, C., Jen, A. K., Schulten, K., dan Baneyx, F. Molecular Biomimetics: Nanotechnology Through Biology. *Nature Mater.* **2**: 577–85. 2003.
- [3] Tiggelaar, R. M., Thakur, D.B., Nair, H., Seshan, K., dan Gardeniers, J. G.. Influence of Thin Film Nickel Pretreatment On Catalytic Thermal Chemical Vapor Deposition of Carbon Nanofibers. *Thin Solid Films.* **534** 341–347. 2013.
- [4] Huang, J.. Syntheses and Applications of Conducting Polymer Polyaniline Nanofibres. *Pure Appl. Chem* **78**, **1** : 15–27. 2006.
- [5] Sumardjo, D. *Buku Pengantar Kimia Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran*. EGC. Surabaya. 2009.
- [6] Firman, H. *Kimia Polimer*. ITB. Bandung. 1991.
- [7] Mamun, A. A., Ahmed, Y. M. Muyibi, S. A., Alkhatib, M. F., Jameel, A. T., dan Alsaadi, M. A. Synthesis of Carbon Nanofibers on Impregnated Powdered Activated Carbon as Cheap Substrate. *Arabian journal of chemistry.* **9**,532-536. 2013.
- [8] Suhardiyono, L. *Tanaman Kelapa: Budidaya dan Pemanfaatannya*. Kanisius. Yogyakarta. 1995.
- [9] Marsh, H., dan Reinoso, F. R. *Activated Carbon*. Elsevier Science and Technology Books. Ukraina. 2006.