

# PENGARUH KOMPOSISI *FERROCENE*-BENZENA PADA SINTESIS *CARBON NANOTUBES (CNT)* DENGAN METODE *SPRAY PYROLYSIS*

Oleh :  
SHOUNY ARIEF NATIQ / J2D 002 219  
2008

## ABSTRACT

*Study of effect of ferrocene-benzene composition in carbon nanotubes synthesis has successfully been carried out using spray pyrolysis method.*

*In this work, the benzene was employed as a carbon source and the ferrocene was applied as a catalyst on the temperature of 900 °C by using the furnace for 30 minute. The produce carbon nanotubes was weighted using analytic balance and subsequently characterized by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS).*

*The result shows that the number of produced carbon nanotubes increased with increasing the composition of ferrocene-benzene, for the composition of 0,03 g/ml, 0,06 g/ml and 0,09 g/ml the masses of CNT are 1,53 gram, 2,19 gram and 2,45 gram, respectively. The analysis using SEM shows that the diameter of CNT increased in length with increasing the composition of ferrocene-benzene, for the composition of 0,03 g/ml, 0,06 g/ml and 0,09 g/ml the diameter of CNT are  $50 \pm 2$  nm,  $80 \pm 1$  nm and  $92 \pm 2$  nm, consecutively. The analytical result using EDS shows that the amount of carbon contents for the composition of 0,03 g/ml, 0,06 g/ml and 0,09 g/ml are 89,56 %, 85,68 % and 85,67 %, respectively. The ratio of Fe and C for each the composition are 0,03, 0,05 and 0,08. The best composition of ferrocene-benzene was obtained using the composition of 0,06 g/ml.*

*Key word: carbon nanotube, ferrocene, benzene, SEM, EDS*

## INTISARI

Dalam penelitian ini telah dilakukan kajian pengaruh komposisi *ferrocene*-benzena pada sintesis *carbon nanotubes* dengan menggunakan metode *spray pyrolysis*.

Penelitian dilakukan menggunakan benzena sebagai sumber karbon dan *ferrocene* sebagai katalis pada temperatur 900°C dengan menggunakan *furnace* selama 30 menit. *Carbon nanotubes* yang dihasilkan kemudian ditimbang menggunakan neraca analitis dan selanjutnya CNT dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dan *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS)*

Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah *carbon nanotubes* yang dihasilkan meningkat seiring dengan bertambahnya komposisi *ferrocene*-benzena, untuk komposisi 0,03 gram/ml, 0,06 gram/ml dan 0,09 gram/ml diperoleh massa CNT sebesar 1,53 gram, 2,19 gram dan 2,45 gram. Analisis SEM menunjukkan diameter CNT akan bertambah besar dengan bertambahnya komposisi *ferrocene*-benzena, untuk komposisi 0,03 g/ml, 0,06 g/ml dan 0,09 g/ml diperoleh diameter CNT masing-masing  $50 \pm 2$  nm,  $80 \pm 1$  nm dan  $92 \pm 2$  nm. Hasil EDS menunjukkan banyaknya kandungan karbon untuk komposisi 0,03 g/ml, 0,06 g/ml dan 0,09 g/ml adalah 89,56%, 85,68% dan 85,67%. Perbandingan Fe/C untuk masing-masing komposisi adalah 0,03, 0,05 dan 0,08. Komposisi *ferrocene*-benzena terbaik diperoleh pada komposisi 0,06 g/ml.

Kata kunci : *carbon nanotubes, ferrocene, benzene, SEM, EDS*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penemuan di bidang teknologi nano telah membuka penelitian baru dalam bidang fisika, kimia dan ilmu material. Teknologi nano saat ini merupakan bidang penelitian yang sangat diminati untuk dikaji secara lebih mendalam. Hal ini disebabkan karena aplikasi teknologi nano yang mampu merambah ke berbagai bidang sehingga telah membuat teknologi tersebut semakin populer dan menjadi tren teknologi saat ini. Sejak tahun 2000, riset material skala nanometer memasuki babak yang paling progresif. Penemuan baru dalam bidang ini muncul hampir tiap minggu dan aplikasi-aplikasi baru mulai tampak dalam berbagai bidang, seperti bidang elektronik (pengembangan divais ukuran nanometer), energi (pembuatan sel surya yang lebih efisien), kimia (pengembangan katalis yang lebih efisien, baterai yang kualitasnya lebih baik), kedokteran (pengembangan peralatan baru pendeteksi sel-sel kanker berdasarkan pada interaksi antar sel kanker dengan partikel berukuran nanometer), kesehatan (pengembangan obat-obat dengan ukuran butir beberapa nanometer yang dapat melarut cepat dalam tubuh sehingga bereaksi lebih cepat dan pengembangan obat yang bisa mencari sel-sel tumor dalam tubuh yang langsung mematikan sel tersebut tanpa mengganggu sel-sel normal), lingkungan (penggunaan partikel skala nanometer untuk menghancurkan polutan organik di air sungai dan udara), dan sebagainya.

D. R. Huffman dan W. Kratschmer (1990) untuk pertama kalinya berhasil mengisolasi  $C_{60}$  yang sekarang sering disebut *buckminsterfullerene* (*fullerene*). Penemuan *fullerene*  $C_{60}$  ini kemudian memicu ditemukannya material baru bernama *carbon nanotube* yang kemudian dikenal dengan nama CNT. Struktur CNT mirip dengan *fullerene*, namun bedanya atom-atom karbon pada *fullerene* membentuk struktur bola sedangkan pada CNT berbentuk tabung silinder yang tiap-tiap ujungnya

tertutup oleh karbon-karbon yang berbentuk setengah struktur *fullerene*. *Carbon nanotube* (CNT) diketahui sebagai salah satu bentuk karbon dengan struktur grafitnya geometris, panjang, dan juga berbentuk tabung. Unsur ini menjadi subjek yang sering diteliti pada akhir-akhir ini,

dikarenakan sifat mekanisnya yang sangat menarik (Modulus Young  $\sim 1000$  GPa), perilaku elektroniknya yang fleksibel (konduksi atau semi konduksi) dan keunikan dimensinya (berdiameter  $\sim 1-100$  nm, dengan panjang sampai pada beberapa centimeter). Dilihat dari sifat-sifat ini, CNT berpotensi besar untuk diaplikasikan dalam banyak bidang, termasuk pencampuran bahan penguat, transistor dan sirkuit logik, sumber medan emisi dan penyimpanan hidrogen (Deck, 2005).

Berbagai metode fabrikasi yang dapat digunakan untuk menumbuhkan material CNT adalah metode *chemical vapor deposition* (CVD) (Shankar N., et al, 2006), *laser ablation* (Journet, C., et al, 1997) maupun *spray-pyrolysis* (Abdullah M., et al., 2004). Pada metode yang berbasis CVD, maka CNT biasanya ditumbuhkan dari bahan dasar berbentuk gas yang mengandung karbon seperti  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  maupun  $\text{FeCO}_5$ . Namun demikian bahan-bahan tersebut bersifat toksik sehingga sangat berbahaya jika terjadi kebocoran gas dari substrat tersebut (Deck, 2005).

Sintesis CNT dengan metode *spray-pyrolysis* dilakukan dengan menggunakan sumber karbon berupa *benzena*, *xylena*, *toluena*, *cyclohexanae*, *cyclohexanone*, *n-hexane*, *n-heptane*, *n-octane* dan *n-phentane*. Sedangkan katalis yang bisa digunakan adalah *metallocene* (*ferrocene*, *cobaltocene*, dan *niclelocene*) (Kamalakaran, 2000). Penelitian ini dilakukan pada temperatur  $900^\circ\text{C}$  dengan menggunakan aliran rata-rata gas argon sebesar 500 liter/jam sebagai gas yang membersihkan pengotor (oksigen) dengan variasi komposisi *ferrocene*-benzena masing-masing sebesar 0,03 g/ml, 0,06 g/ml dan 0,09 g/ml. Namun hasil sintesis yang didapatkan dirasa masih terlalu sedikit yaitu 1,53 gram, 2,16 gram dan 2,45 gram untuk masing-masing komposisi. Sehingga, bagaimana mengembangkan metode *spray-pyrolysis* ini supaya menghasilkan produk CNT yang lebih banyak dan berdiameter lebih kecil merupakan pertanyaan yang mendasari dilakukannya penelitian ini.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Penggunaan metode *spray-pyrolysis* untuk sintesis CNT sudah banyak dilakukan dalam penelitian sebelumnya, seperti yang dilaporkan oleh Kamalakaran (2000), namun hasilnya menunjukkan bahwa diameter hasil sintesis yang didapatkan masih cukup besar yaitu di atas 100 nm. Permasalahan yang muncul adalah bagaimana mengembangkan metode *spray-pyrolysis* pada temperatur  $900^\circ\text{C}$  dengan variasi komposisi *ferrocene*-benzena supaya menghasilkan CNT yang berdiameter lebih kecil dan jumlah yang maksimal.

### 1.3 Batasan Masalah

Penelitian yang akan dilakukan dibatasi oleh beberapa hal diantaranya :

1. Metode yang digunakan untuk sintesis *carbon nanotube* adalah metode *spray pyrolysis* dengan menggunakan sumber karbon berupa benzena.
2. Katalis yang digunakan berupa senyawa *metallocene* yaitu *ferrocene*.
3. Temperatur yang digunakan pada sintesis *carbon nanotube* dengan metode *spray pyrolysis* ini 900 °C .
4. Komposisi *ferrocene*-benzena yang digunakan adalah 0,03 g/ml, 0,06 g/ml dan 0,09 g/ml.
5. Waktu yang digunakan untuk sintesis adalah 30 menit

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi *ferrocene*-benzena dalam sintesis *carbon nanotube* sehingga diperoleh massa CNT yang maksimal, diameter yang lebih kecil dan nilai perbandingan Fe/C yang kecil dengan menggunakan metode *spray-pyrolysis*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui komposisi optimal yang digunakan dalam sintesis CNT sehingga dapat diperoleh massa CNT yang maksimal dan diameter CNT yang lebih kecil.
2. Merupakan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang *carbon nanotube* khususnya dan *nanoteknologi* pada umumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., 2008. *Pengantar Nanosains*. Bandung: FMIPA Institut Teknologi Bandung.
- Abdullah M., Iskandar F dan Okuyama, K. 2004. *Simple Fabrication of Carbon Nanotubes From Ethanol Using an Ultrasonic Spray Pyrolysis*. Proc. ITB Eng. Science vol. 36 B, no 2, 125-131.
- Ajayan. P.M., 1998. *Nanotube from Carbon*. Department of material Science and Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York 12180-3590.
- Aguilar, A.E., Wilber, A., Gabriel, A., Paraguai, F.D., Francisco and Miki-Yoshida. 2005. *Study of carbon nanotube synthesis by spray pyrolysis and model of growth*. Mexico: Complejo Industrial Chihuahua, CP 31109
- Analytical Answer. Inc, *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS)*. Woburn: Massachusetts 01801.
- Anggraeni, K. 2006. *Perangkat Memori Berbasis Carbon Nanotube* (jurnal). Bandung.
- Christian P. Deck, Kenneth Vecchio. 2005. *Prediction of Carbon Nanotube Growth Success by The Analysis Carbon-Catalyst Binary Phase Diagrams*. Materials Science and Engineering Program, University of California, San Diego, La Jolla, CA 92093-0411, USA. Carbon 44 267-275.
- Daenen, M, R.D. de Fouw, Hamers B, Janssen P.G.A, Schouteden K, Veld M.A.J. 2003. *The Wondrous World of Carbon Nanotubes (A Review of Current Carbon Nanotube Technologies)*. Eindhoven University of Technology.
- Deck C.P., and Vecchio K. 2005. *Prediction of Carbon Nanotube Growth Success by The Analysis of Carbon-Catalyst Binary Phase Diagrams*. Carbon 44, 267-275.
- Horvath, K.K., L. Petho, A.A. Koos. 2005. *Inexpensive, Upscapable Nanotubes Growth Methods*. Hungarian: Nanostructur Laboratory, Research Institute for Technical Physics and material Science of Hungarian Academy of Sciences.
- Ijima, S. 1991. *Helical Microtubules Of Graphitic Carbon*. Nature, 354.
- Jose E. Herera and Daniel E. Resasco. 2003. *In Situ Tpo Raman to Characterize Single-Walled Carbon Nanotubes*. Oklahoma: School of Chemical Engineering and Materials Science, University of Oklahoma, 100 East Boyd St., Room T335, Norman, OK 73019, USA.

- Journet, C., Maser W.K., Bernier P., Loiseau, A., Delachapelle M.L., Lefrant S., Deniard P., Lee, R. and Fischer, J.E. 1997. *Nature*. 388, 756-758.
- Kamalakaran, R., Terrones, M and Seeger, T. 2000. *Synthesis of Thick And Crystalline Nanotube Arrays by Spray Pyrolysis*. Max-Planck-Institut für Metallforschung, Seestr. 92, D-70174 Stuttgart, Germany.
- Muller, A., C.N.R. Rao and A.K. Cheetham. 2004. *The Chemistry of Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications*. Germany: Edition 1, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Boughman, R.H., Zakhidov, A.A and Walt A. de Heer. 2002. *Carbon Nanotubes the Route Toward Applications*. Science compass volume 297
- Shankar N., Min-Feng Yu, Vanka S.P and Glumac N.G. 2006. *Synthesis of Tungsten Oxide (WO<sub>3</sub>) Nanorods Using Carbon Nanotubes as Templates by Hot Filament Chemical Vapor Deposition*. Materials Letters 60, 771-774.
- Tapaszto, L., Kertesz, K., Vertesy, Z., Horvath, Z.E., Koos, A.A., Osvath, Z., Sarkozi, Zs., Darabont, Al., Biro, L.P., 2004. *Diameter and Morphology Dependence On Experimental Condition of Carbon Nanotube Arrays Grown by Spray pyrolysis*. Research Institute for Technical and Material, Nanotechnology Department, Konkoly Teghe 29-33, H-1525, Budapest, Hungary.
- Terrones, M. 2003. *Science And Technology of The Twenty-First Century: Synthesis, Properties, and Applications of Carbon Nanotubes*. Mexico: Advanced Materials Department. IPICYT. Av. Venustiano Carranza 2425-A.Colonia Bellas Lomas 78210 San Luis Potosí. SLP. Anu. 419-501.
- West, R. A. 1984. *Solid State Chemistry and its Application*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- [www.mse.iastate.edu/microscopy/whatsem.html](http://www.mse.iastate.edu/microscopy/whatsem.html). Judul: *What is the S.E.M.*  
21 Desember 2007. 21.43 WIB.
- [www.mse.iastate.edu/microscopy/path2.html](http://www.mse.iastate.edu/microscopy/path2.html). Judul: *How the SEM works.*  
21 Desember 2007. 21.33 WIB.
- Xue, F. 2005. *Application of Single Walled Carbon Nanotubes in Environmental Engineering: Adsorption and Desorption of Environmentally Relevant Species Studied by Infrared Spectroscopy and Temperature Programmed Desorption* (Disertation). Submitted to the Graduate Faculty of School of Engineering in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. University of Pittsburgh.