

SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOKOMPOSIT KONDUKTIF NANOFIBER

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CONDUCTIVE COMPOSITE NANOFIBER

Muhamad Nasir

Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jalan Cisit Sangkuriang Bandung 40135
Email: mnasir71@yahoo.com

Diterima : 29 April 2013, Direvisi : 10 Mei 2013, Disetujui : 30 Mei 2013

ABSTRAK

Telah dibuat nanokomposit konduktif polianilin (PANI) / polivinyliden fluoride (PVDF) nanofiber dengan menggunakan teknik *co-axial* elektrospinning. Proses pembuatan konduktif komposit nanofiber dan morfologinano fiberyang terbentuk sangat dipengaruhi oleh konsentrasi larutan PVDF dan jenis pelarut yang digunakan. Pada konsentrasi polimer yang rendah akan terbentuk nanofiber berupa bead sedangkan pada konsentrasi polimer yang lebih tinggi akan terbentuk nanofiber dengan sempurna. Hasil analisis spectrum FTIR menunjukkan struktur Kristal PVDF dalam nanokomposit nanofiber didominasi oleh Kristal β -fasa. Nanokomposit konduktif nanofiber mempunyai potensi aplikasi yang sangat penting untuk sensor, aktuator, dan filter udara.

Kata kunci : Nanokomposit konduktif nanofiber, *co-axial* elektrospinning, polianilin/pvdf nanofiber

ABSTRACT

Conductive composite polyaniline/PVDF nanofiber has been synthesized by using co-axial electro spinning. Morphology and diameter of nanofiber was influenced by PVDF polymer concentration and the type of solvent. Beaded nanofiber was formed at lower polymer concentration. On the contrary, free beaded nanofiber was formed at higher polymer concentration. Result of FTIR analysis showed that PVDF crystal structure was dominant by β -phase crystal structure. Conductive composite nanofiber has potential application in sensor, actuator and air filter.

Keywords: *Conductive composite nanofiber, co-axial electrospinning, polyaniline/pvdf composite nanofiber*

PENDAHULUAN

Saat ini perkembangan nanosains dan nanoteknologi sangat cepat dan menjadi perhatian utama kalangan akademik dan industri. Perubahan

ukuran material dari skala makro ke skala nano menyebabkan perubahan sifat-sifat material dan akhirnya akan berpengaruh pada kinerja alat ataupun produk yang menggunakannya⁽¹⁾. Salah satu topik penelitian yang banyak dilakukan saat ini adalah pengembangan material nano seperti nanofiber dan nanopartikel dengan menggunakan teknologi elektrospinning. Keunggulan nanofiber dibandingkan dengan fiber konvensional adalah mempunyai luas permukaan spesifik yang sangat luas, sangat ringan, bentuk yang fleksibel, mengurangi ruang yang dibutuhkan dalam aplikasi, mampu menembus batas kinerja optimum material konvensional, mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi⁽²⁾. Nanofiber mempunyai potensi aplikasi dalam bidang energi, medis, bioteknologi, pemurnian air dan lain-lain.

Elektrospinning adalah salah satu cara yang ampuh untuk membuat nanofiber dan nanopartikel. Secara sederhana proses elektrospinning adalah sebagai berikut: larutan polimer di *charge* dengan listrik DC tegangan tinggi; peningkatan voltase akan mempengaruhi dan mendistorsi *droplet* pada ujung nozel, jika tegangan yang diberikan mampu mengatasi tegangan permukaan (*surface tension*) larutan maka *droplet* pada ujung *nozzle* akan pecah dan akan membentuk aliran lurus dari larutan polimer (*polymer jet*). Selanjutnya pada saat dan jarak tertentu akan terjadi instabilitas dari polimer jet. Pada saat aliran polimer menuju kolektor akan terjadi penguapan pelarut dan akhirnya akan terjadi solidifikasi polimer menjadi nanofiber dikolektor yang terhubung dengan ground tegangan listrik⁽³⁾.

Material komposit dibuat dengan tujuan untuk mendapatkan sifat gabungan dari material penyusunnya, peningkatan sifat-sifatnya serta mengontrol nilai ekonomisnya. Polianilin adalah polimer yang bersifat konduktif. Sedangkan PVDF adalah sebuah material yang sangat penting dalam dunia industri karena sifat kimia dan fisiknya yang baik. PVDF

mempunyai beberapa fasa kristal, seperti fasa alfa (α), beta (β) dan gama (γ)⁽⁴⁾. Fasa α tidak mempunyai sifat listrik, sedangkan fasa β dan γ mempunyai sifat listrik. Fasa β PVDF dengan sifat listriknya seperti piezoelektrik, pyroelektrik sangat penting dalam aplikasi industri. Dalam pembuatan nanokomposit konduktif PVDF/PANI nanofiber pengontrolan bentuk kristal dari PVDF adalah sesuatu yang sangat penting⁽⁵⁾.

Tujuan penelitian adalah untuk membuat nanokomposit konduktif PVDF/PANI nanofiber, pengontrolan morfologi dan strukturnya dengan teknologi elektrospinning.

BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan-bahan kimia yang digunakan: polyaniline (PANI) (Merck), PVDF (Sigma), N-N DMAc (Sigma), acetone (Sigma), SDS (Sigma).

Peralatan

Mesin elektrospinning dengan co-axial nozel, FESEM (JEOL) dan FTIR (Nicolet).

Metoda

Larutan untuk elektrospinning

Polianilin dilarutkan dengan asam asetat dengan berbagai variasi konsentrasi dan diaduk sampai larut dan kemudian disaring dengan mikrofilter. PVDF dan SDS dilarutkan dengan pelarut N-N DMAc secara bersama-sama dan diaduk secara terus menerus pada suhu 60 °C. Setelah polimer sempurna larut, kemudian larutan dibiarkan untuk menghilangkan udara yang terperangkap.

Pembuatan nanofiber

Larutan PVDF dipasang pada larutan umpan untuk bagian luar (shell) sedangkan larutan PANI dihubungkan dengan nozel bagian dalam (core). Kecepatan aliran larutan PVDF dan PANI diatur untuk mendapatkan kondisi optimal. Jarak antara nozel dan kolektor, kemudian voltase yang digunakan diatur untuk mendapatkan kondisi yang optimum.

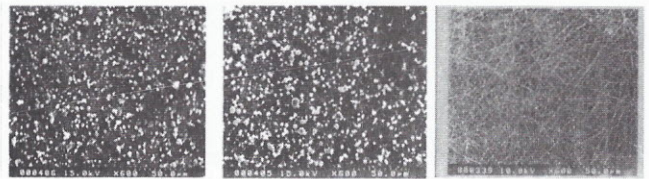
Nanofiber yang terbentuk dikeringkan dalam desikator vacuum untuk menghilang sisa pelarut dan pengotor.

Karakterisasi

Morfologi nanofiber dikarakterisasi dengan menggunakan FESEM (JEOL) dan struktur dari PVDF diidentifikasi dengan FTIR (Nicolet).

HASIL DAN PEMBAHASAN

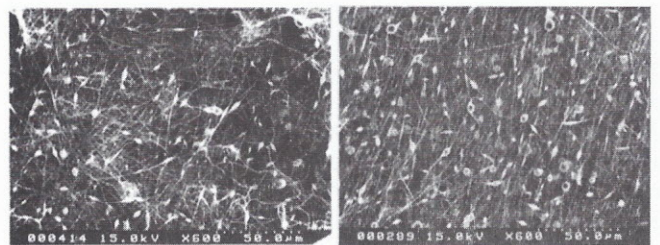
Pengaruh konsentrasi PVDF polimer pada morfologi nanofiber



Gambar 1. Perubahan morfologi dari nanokomposit konduktif nanofiber dengan variasi konsentrasi PVDF. A) PVDF = 20% w/w, B) PVDF = 26% w/w dan C). PVDF = 33% w/w. Sedangkan konsentrasi PANI tetap (1 t% w/w).

Gambar 1 menunjukkan morfologi dari nanokomposit konduktif nanofiber. Pada konsentrasi larutan PVDF 20% terbentuk nanopartikel. Peningkatan konsentrasi PVDF menjadi 26% terbentuknya *beaded* nanofiber. Pada konsentrasi PVDF 33% terbentuk nanofiber secara sempurna. Fenomena perubahan morfologi berhubungan dengan pengaturan molekul polimer dalam larutan. Pada konsentrasi rendah polimer dalam larutan berbentuk *independent globe*, sehingga jika menggunakan larutan ini dalam proses elektrospinning akan terbentuk nanopartikel. Pada konsentrasi polimer sedang akan mulai terjadi interaksi antara globe dalam larutan, pada proses ini akan terbentuk *beaded* nanofiber. Pada konsentrasi tinggi akan terjadi overlap antar molekul dalam larutan, sehingga akan terbentuk nanofiber secara sempurna⁽⁶⁻⁹⁾.

Pengaruh campuran pelarut pada morfologi nanofiber



Gambar 2. Perubahan campuran pelarut terhadap morfologi dan *bead* dari nanokomposit konduktif nanofiber dengan variasi konsentrasi PVDF. (a) PVDF 30 wt% - laju alir 0.6ml/h-SDS-05wt% - aseton 10 wt%-PANI 1 wt%-laju alir 0.008ml/h dan (b). PVDF 30 wt% - laju alir 0.6ml/h - SDS-05wt% - PANI 1 wt%-laju alir 0.008ml/h

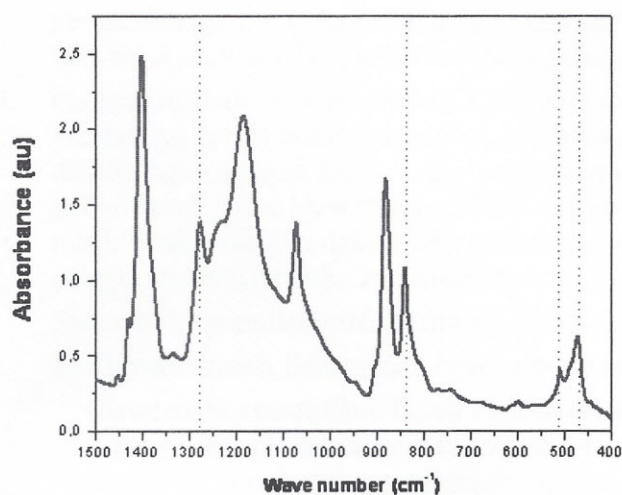
Gambar 2 adalah morfologi dari nanokomposit konduktif nanofiber dengan campuran pelarut. Terlihat dengan penambahan pelarut aseton maka terbentuk jumlah *bead* yang lebih banyak. Jumlah *bead* pada

proses pembentukan nanofiber tergantung pada sifat larutan, tegangan permukaan, konduktivitas larutan dan tegangan yang digunakan. Aseton bukanlah pelarut yang baik bagi PVDF sehingga dengan mencampurkan aseton dengan N-N DMAc akan menyebabkan terbentuknya *globe*.

Diameter nanofiber

Dalam pembuatan nanofiber, Pengontrolan konsentrasi larutan polimer adalah salah satu cara yang sangat efektif dalam mengontrol diameter nanofiber. Pada konsentrasi rendah akan didapatkan nanofiber dengan diameter yang lebih kecil, sebaliknya diameter nanofiber yang lebih besar akan didapatkan jika menggunakan polimer konsentrasi besar, dimana hal ini terlihat jelas pada Gambar 1.

Struktur Nanofiber



Gambar 3. Spektrum FTIR nanokomposit konduktif PVDF / polyaniline nanofiber

Gambar 3 menunjukkan spektrum infra merah dari nanokomposit konduktif PVDF/PANI nanofiber. Spektrum FTIR menunjukkan gugus fungsi dari PVDF. PVDF berada pada bagian luar (shell) dari nanofiber. Dari spectrum terlihat puncak serapan spesifik dari fasa β PVDF, yaitu pada panjang gelombang 1277 cm^{-1} , 840 cm^{-1} , 610 cm^{-1} dan $472\text{ cm}^{-1(4-5)}$. Hasil ini menunjukkan bahwa kita berhasil mengontrol kristal struktur PVDF

dalam system komposisinya. Hal ini berarti sangat penting dalam pengembangan aplikasinya, seperti untuk sensor dan aktuator.

KESIMPULAN

Proses pembuatan nanokomposit konduktif PVDF/PANI nanofiber sangat ditentukan oleh konsentrasi larutan PVDF. *Free beaded nanokomposit konduktif nanofiber* didapatkan pada konsentrasi larutan PVDF 33 % w/w. Struktur PVDF dalam nanokomposit konduktif nanofiber yang dominan adalah dalam bentuk kristal fasa β . Untuk selanjutnya akan diteliti lebih mendalam tentang morfologi dari polianiline dalam inti nanofiber komposit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Y. Dzenis, *Science* 2004, 304 1917–1919
2. S. Ramakrishna, K. Fujihara, Wee-Eong Teo, T. Yong, Z. Ma, and R. Ramaseshan, *Material today* 2006, 9, 40-50
3. A. Formhals, *US Patent no. 1975504 19341002*, 1934
4. M. Nasir, H. Matsumoto, T. Danno, M Minagawa, T Irisawa, A. Tanioka, *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics* 2006, 44, 779-786
5. M. Nasir, H. Matsumoto, M. Minagawa, A. Tanioka, T. Danno, H Horibe, , *Polymer Journal* 2007, 39, 7
6. MG. McKee, GL. Wilkes, RH. Colby, TE. Long, *Macromolecules* 2004, 37, 1760-1767
7. PG. De Gennes, *Macromolecules* 1976, 9, 587-597
8. SL. Shenoy, WD. Bates, HL. Frisch, GE. Wnek, *Polymer* 2005, 46 3372–3384
9. Teraoka, *Polymer Solutions: An Introduction to physical properties* 2002, Willey Intesciences