

## SINTESIS DAN KARAKTERISASI PERAK NANOPARTIKEL BAKTERIAL SELULOSA BIONANOFIBER NANOKOMPOSIT

Muhamad Nasir<sup>1\*</sup>, Chandra Risdian<sup>1</sup>, Lilis Syarifuddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Jl. Cisitua Sangkuriang, Bandung Email: *mnasir71@yahoo.com*

<sup>2</sup>Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jendral Achmadjani  
Jl. Terusan Jalan Jenderal Sudirman, Cimahi

Diterima : 30 April 2012; Disetujui : 29 Mei 2012

### ABSTRAK

Telah disintesis perak nanopartikel bakterial selulosa bionanofiber nanokomposit (nano Ag-BSB). Nanokomposit dibuat dengan reduksi kimia ion perak pada permukaan bakterial selulosa bionanofiber (BSB) dengan menggunakan reduktor natrium sitrat. Hasil karakterisasi menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) menunjukkan morfologi nano Ag-BSB nanokomposit tersusun secara random. Ukuran diameter rata-rata nanofiber komposit adalah 64.1 nm. Analisa FTIR dan XRD untuk elusidasi struktur memperlihatkan perak nanopartikel bakterial selulosa nanofiber mempunyai kristal struktur selulosa tipe I. Kristalinitas BSB adalah 94% sedangkan kristalinitas nano Ag-BSB nanokomposit adalah 89%. Dengan demikian adanya Ag nanopartikel mempengaruhi penurunan kristalinitas dari bakterial selulosa. Bioaktivitas kinerja anti bakteri nanokomposit terhadap bakteri E-Coli menunjukkan bahwa kehadiran perak nanopartikel dalam komposit efektif dalam membunuh dan menghambat pertumbuhan bakteri E-Coli.

**Kata kunci:** Perak nanopartikel, nanokomposit, bakterial selulosa bionanofiber, perak nanopartikel bakterial selulosa bionanofiber nanokomposit.

### ABSTRACT

*Silver nanoparticle-bacterial cellulose bionanofiber nanocomposite (nano Ag-BSB) has been synthesized by using trisodium nitrate as reducing agent. The arrangement of fiber in nano Ag-BSB nanocomposite has random shape after*

*confirmed by scanning electron microscopy (SEM) analysis. Nano Ag-BSB nanocomposite has average 64.1 nm in nanofiber diameter. Fourier infra red spectroscopy and X-ray diffraction analysis showed crystal structure in Ag-BSB nanocomposite is cellulose type I. Crystallinity of BSB and Ag-BSB are 94 % and 89 %, respectively. This result showed that presence of silver nanoparticles in BSB decreased crystallinity of BSB. Ag-BSB nanocomposite has good performance in inhibiting E-Coli growth.*

**Keywords:** Silver nanoparticle, nanocomposite, bacterial cellulose bionanofiber, silver nanoparticle-bacterial cellulose bionanofiber nanocomposit.

### PENDAHULUAN

Nanoteknologi pada abad 21 menjadi trend penelitian dikalangan akademisi dan industri. Beberapa tahun kedepan, diperkirakan akan banyak dihasilkan produk-produk berbasis nanomaterial dan nanoteknologi. Nanoproduk berbasis bahan alam juga menjadi trend karena bersifat lebih ramah lingkungan. Kombinasi produk berbasis bahan alam dengan sentuhan nanoteknologi akan memberikan nilai lebih pada produk seperti kinerja yang lebih baik, lebih ramah lingkungan dan peningkatan nilai ekonomis<sup>(1-3)</sup>.

Nanopartikel adalah partikel dengan ukuran diameter kurang dari 100 nm. Salah satu nanopartikel yang banyak diteliti dan mempunyai nilai manfaat serta nilai ekonomis tinggi adalah perak nanopartikel. Perak nanopartikel (Ag-NP) mempunyai sifat anti bakteri dan katalitik serta mempunyai potensi aplikasi yang luas seperti untuk tekstil, kosmetik, biosensor, dan katalis.

Ada banyak cara untuk mensintesis Ag-NP, akan tetapi cara reduksi kimia dengan menggunakan reduktor seperti hidrazin, asam askorbat dan natrium sitrat lebih simpel. Keuntungan menggunakan natrium sitrat sebagai reduktor pembentukan perak nanopartikel adalah kemampuannya sebagai bahan penstabil (*stabilizing agent*) dari perak nanopartikel yang terbentuk<sup>(4-10)</sup>.

Bakterial selulosa bionanofiber adalah bionanofiber yang dihasilkan dari sekresi bakteri tertentu seperti *Acetobacter xylinum* melalui proses fermentasi.<sup>(11)</sup> Kecendrungan dan tuntutan produk yang ramah lingkungan baik dari segi proses pembuatannya ataupun setelah pemakaiannya menyebabkan bionanofiber dari alam menjadi alternatif pilihan sebagai bahan produk berbasis fiber. Morfologi bakterial selulosa nanofiber (BSB) mempunyai ukuran diameter yang homogen. Saat ini banyak peneliti membuat dan memodifikasi BSB naik secara kimia atau pun secara fisika sehingga didapatkan material baru dengan sifat yang khas<sup>(12-16)</sup>.

Pembuatan komposit dari Ag-NP dengan BSB diperkirakan akan menghasilkan material baru yang mengkombinasikan sifat-sifat dari Ag-NP dan BSB. Disamping itu juga diperkirakan akan dihasilkan material baru dengan sifat kekuatan mekanik yang lebih baik daripada bahan dasarnya (*precursor*).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses sintesa perak bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit, morfologi, struktur dan kinerja daya hambatnya terhadap pertumbuhan mikroba seperti bakteri E-Coli. Penelitian ini berpotensi untuk digunakan sebagai nanofilter yang ramah lingkungan.

## BAHAN DAN METODA

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah AgNO<sub>3</sub> (Merck), natrium sitrat (*pharmaceutical grade*), akuades, sukrosa (*industrial grade*), glukosa (Merck) dan ammonium sulfat (Merck).

### Metoda

#### *Pembuatan bakterial selulosa bionanofiber (BSB)*

1 L air kelapa yang sudah disaring dicampur dengan 100 g glukosa dan 5 g ammonium sulfat, kemudian campuran ini dididihkan dan diaduk sampai larut sempurna. Setelah dingin, pH larutan diatur menjadi 3-4 dengan penambahan dengan asam asetat. Kemudian ditambahkan 20% suspensi bakteri *Acetobacter xylinum* dan larutan yang terbentuk difermentasi dalam wadah fermentasi yang ditutupi kertas selama 2 hari pada suhu kamar. Lapisan tipis putih yang terbentuk pada permukaan media mengindikasikan terbentuknya bakterial selulosa bionanofiber. Bakterial selulosa bionanofiber dicuci dan dididihkan dalam air, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 24 jam.

#### *Pembuatan perak bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit*

Lapisan tipis kering bakterial selulosa bionanofiber (BSB) direndam dalam 50 mL larutan perak nitrat 1 mM dan dipanaskan pada suhu 80-90 °C dan diaduk secara merata dan kontinyu. Kemudian ditambahkan tetes demi tetes natrium sitrat 1% sebanyak 5 mL. Terjadinya reaksi pembentukan perak nanopartikel diindikasikan dengan terbentuknya larutan berwarna kuning muda. Pemanasan dihentikan setelah reaksi selesai dan pengadukan terus dilanjutkan sampai suhu larutan mencapai suhu kamar. Perak-bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit yang terbentuk dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 1 jam.

#### *Karakterisasi morfologi Ag-bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit dengan SEM-EDS*

Nano Ag-BSB nanokomposit dicoating dengan spin coater. Sampel yang sudah dicoating digunakan untuk analisa morfologi dengan menggunakan scanning electron microscopy, SEM (JSM-65 10LA). Hasil gambar analisa SEM digunakan untuk menghitung fiber diameter dengan software pengolah Gambar (Adobe).

#### *Karakterisasi struktur dengan FTIR dan XRD*

Analisa struktur lapisan tipis nano-Ag-BSB nanokomposit dilakukan dengan menggunakan FTIR spektroskopi (Smimadzu IR-Prestige-21) dan XRD (Philip PW 1835 Diffractometer).

### **Uji anti bakteri perak bacterial selulosa bionanofiber (Nano ag-BSB) nanokomposit Metoda Zona Hambat.**

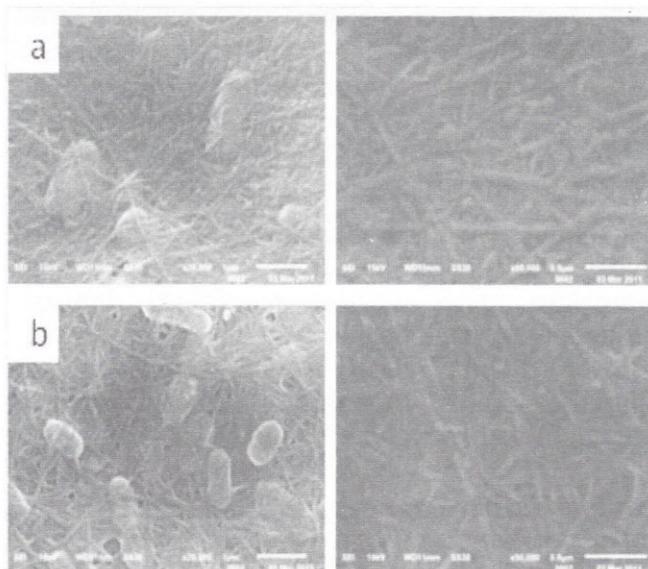
Satu ose bakteri E.coli diencerkan dalam 3 mL akuades yang telah disterilkan, 100 µL larutan bakteri dimasukkan kedalam cawan petri steril, setelah itu ditambahkan 20 mL media nutrisi agar (NA), digoyang-goyang dan kemudian dibiarkan media membeku. Setelah itu diinkubasi selama 24 jam, masing-masing sampel BSB dan nano-Ag-BSB diletakkan di atas permukaan media. Setelah itu diinkubasi kembali selama 24 jam akan terbentuknya zona bening disekitar lingkaran sampel di atas media yang menunjukkan hambatan terhadap bakteri

### **Metoda Optical Density (OD)**

Satu ose bakteri E.coli dimasukkan ke dalam 5 mL media nutrient broth (NB) dan diinkubasi selama 24 jam (larutan A). 3 mL NB dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 20 µL larutan A. Sampel kering BSB dan nano Ag-BSB nanokomposit dimasukkan kedalam masing masing tabung reaksi tersebut, dan kemudian diinkubasi selama 24 jam. Tingkat pertumbuhan bakteri ditentukan dengan mengukur optical density (OD) pada panjang gelombang 600 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

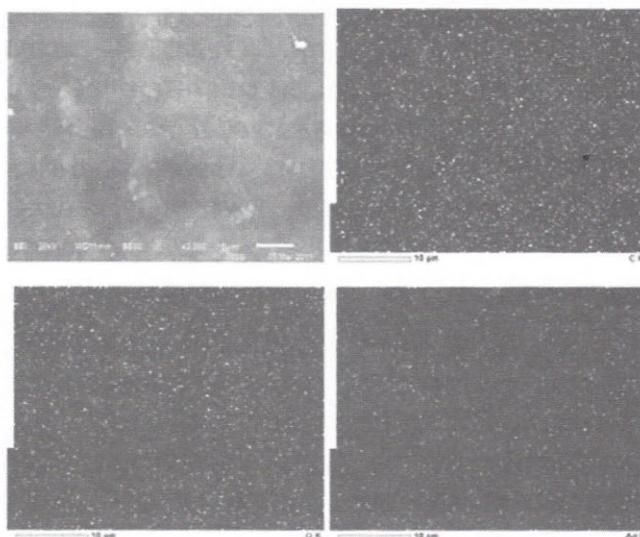
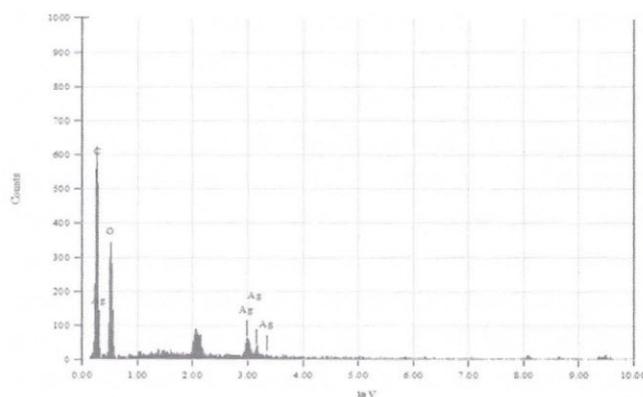
## **HASIL DAN DISKUSI**

### **Morfologi perak-bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit**



**Gambar 1.** Morfologi (a) bacterial selulosa bionanofiber (BSB) (b) nano Ag-bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit

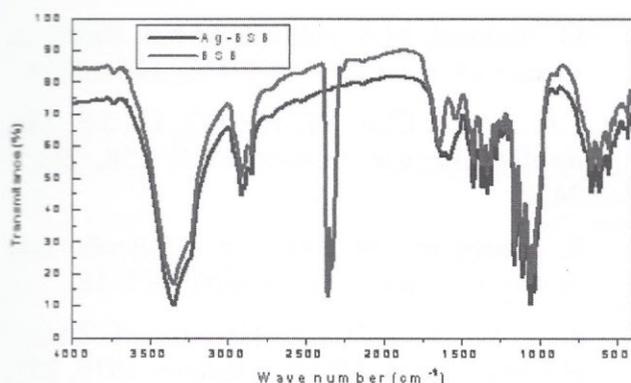
Morfologi bacterial selulosa bionanofiber (BSB) dan perak-bakterial selulosa bionanofiber nanokomposit (nano Ag-BSB) dipelajari dengan menganalisis hasil gambar SEM. Gambar 1 (a) menunjukkan morfologi BSB yang dianalisa dengan SEM dengan menggunakan perbesaran 20.000 dan 50.000 kali. Lapisan tipis bionanofiber tersusun dari bionanofiber yang tersusun secara tidak beraturan (random). Ukuran diameter rata-rata dari bionanofiber yang didapat sekitar 64.1 nm. Hasil SEM juga menunjukkan ukuran diameter bionanofiber homogen.



**Gambar 2.** Spektra EDS perak-bakterial selulosa bionanofiber nanokomposit (a) grafik kandungan unsur perak pada Ag-BSB nanokomposit (b) penyebaran unsur perak nanopartikel pada permukaan lapisan tipis nano Ag-BSB

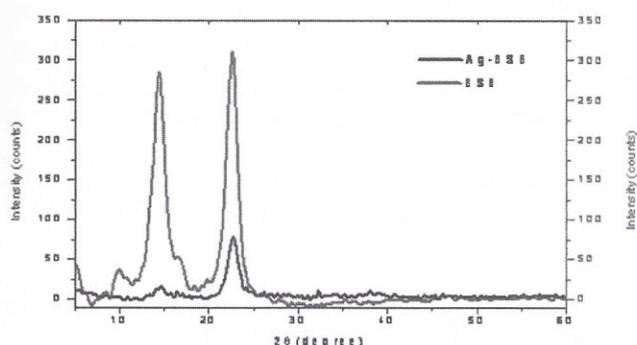
Gambar 2 menunjukkan hasil analisis EDS dari nano Ag-BSB nanokomposit. Berdasarkan hasil analisis EDS didapatkan kandungan perak nanopartikel dalam nanokomposit adalah sebesar 0,76%.

### Struktur perak-bakterial selulosa bionanofiber nanokomposit



Gambar 3.1. FTIR spektra (a) bakterial selulosa bionanofiber (BSB) (b) Ag-bakterial selulosa bionanofiber komposit (nano Ag-BSB)

Struktur dari BSB dan nano Ag-BSB nanokomposit dikonfirmasi dengan FTIR dan spektranya terlihat pada Gambar 3.1. Perbedaan yang cukup signifikan terletak pada kisaran daerah bilangan gelombang  $2358,94 \text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan adanya gugus nitril ( $\text{C}\equiv\text{N}$ ) pada bionanofiber sedangkan pada Ag-bionanofiber komposit, spectrum tersebut mengalami penurunan. Adanya gugus nitril mungkin berasal dari sisa bakteri proses fermentasi.

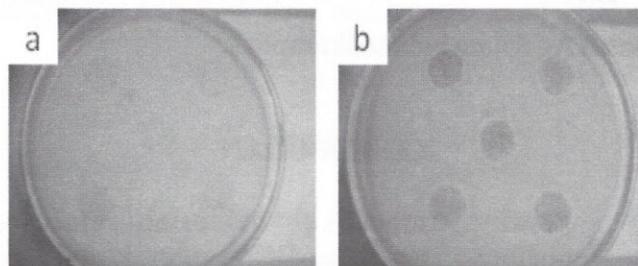


Gambar 3.2. XRD spectra dari (a) bakterial selulosa bionanofiber (BSB) (b) Perak-bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit

Gambar 3.2 menunjukkan pola difraksi XRD dari BSB dan Ag-BSB nanokomposit. Pola difraksi XRD pada gambar 3.2 menunjukkan adanya puncak 2 khas pada 15, 16, 22,6. Puncak-puncak ini adalah khas untuk selulosa tipe I. Intesitas XRD

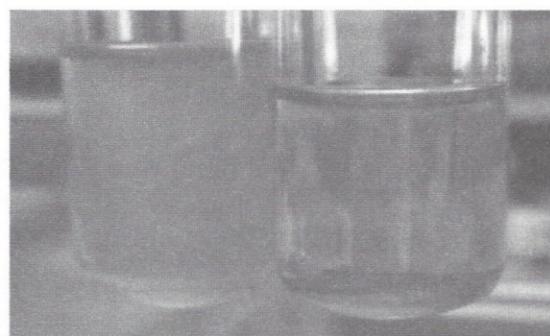
dari Ag-BSB nanokomposit lebih rendah dari BSB. Hal ini menunjukkan terjadi penurunan kristalinitas selulosa setelah menjadi Ag-BSB nanokomposit. Hasil XRD menunjukkan derajat kristalinitas BSB adalah 94 % dan Ag-BSB nanokomposit adalah 89%. Hasil ini juga menunjukkan Ag nanopartikel mempengaruhi kristalinitas selulosa dalam komposit.

### Biokativitas Ag-bakterial bionanofiber nanokomposit terhadap bakteri



Gambar 4.1. Aktivitas antibakteri diukur dengan metoda zona hambat (a) BSB,  $0 \mu\text{m}$  (b) nano Ag-BSB nanokomposit,  $3000 \mu\text{m}$

Aktivitas penghambatan dari bakterial selulosa bionanofiber (BSB), perak-bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit dan Ag-nanopartikel (Ag-NP) terhadap bakteri dapat dilihat pada gambar 4.1. Terbentuknya zona bening pada sekeliling lingkaran sampel mengindikasikan aktivitas penghambatan sampel terhadap bakteri. Berdasarkan hasil analisis, pada BSB tidak terbentuk zona bening sedangkan pada Ag-NP dan Ag-BSB nanokomposit terbentuk zona bening sekitar  $3000 \mu\text{m}$ . Hasil ini menunjukkan Ag-NP dalam bakterial selulosa bionanofiber nanokomposit cukup efektif menghambat pertumbuhan bakteri.



Gambar 4.2. Aktivitas antibakteri diukur dengan metoda Optical Density (OD) (a) BSB, OD rata-rata 0,886 (b) nano Ag-BSB, OD rata-rata 0,414

Dalam uji aktivitas antibakteri metode Optical Density (OD) menunjukkan pengaruh BSB, Ag-NP dan nano Ag-BSB nanokomposit terhadap kinetika pertumbuhan/pembunuhan bakteri. Gambar 4.2 menunjukkan secara visual perbedaan tingkat kekeruhan larutan ketiganya. Hasil analisis rata-rata nilai OD yang didapatkan pada bionanofiber yaitu 0,886; Ag-nanopartikel 0,369 dan nano Ag-BSB 0,414. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa telah terjadi penurunan kinetika pertumbuhan bakteri sebanyak  $\pm 50\%$  yang disebabkan oleh adanya kandungan unsur Ag dalam bionanokomposit.

### KESIMPULAN

Perak nanopartikel bakterial selulosa bionanofiber (nano Ag-BSB) nanokomposit dengan diameter rata-rata 64,1 nm telah disintesa dengan metoda reduksi ion perak dengan reduktor natrium sitrat. Orientasi nanofiber pada bakterial selulosa nanofiber tersusun secara random. Kristalinitas nano Ag-BSB nanokomposit lebih rendah dari kriticalitas BSB. Pengujian Ag-BSB nanokomposit terhadap E. Coli menunjukkan adanya Ag nanopartikel pada nanokomposit cukup efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Penelitian ini mempunyai potensi aplikasi untuk nanofilter dan antibakterial fiber.

### UCAPAN TERIMAKASI

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada Ummu Salamah yang sudah membantu beberapa pengerjaan dari penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh proyek kompetitif LIPI "Fungsionalisasi Nanofiber Untuk Aplikasi Medis".

### DAFTAR PUSTAKA

1. S. Ramakrishna, K. Fujihara, Wee-Eong Teo, T. Yong, Z. Ma, and R Ramaseshan, *Material Today* 2006, 9, pp. 40-50
2. Y. Dzenis, *Science* 2004, 304, pp. 1917-1919
3. M.M. Stevens and JH. George, *Science* 2005, 310, 1135-1138
4. Thabet M. Tolaymata, A.M. El Badawy, A.

- Genaidyc, K. G. Scheckela, T.P. Luxtona, M. Suidan, *Science of The Total Environment* 2010, 408, 999-1006
5. M. Ahamed, M.S. AlSalhi, M.K.J. Siddiqui, *Clinica Chimica Acta* 2010, 411, 1841-1848
6. C.H. Xue, J. Chen, W. Yin, S.T. Jia, J.Z. Ma, *Applied Surface Science* 2012, 258, 2468-2472
7. R. Dastjerdi, M.Montazer, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2010, 79, 5-18
8. Z.C. Wu, Y. Zhang, T.X. Tao, L.Zhang, H.Fong, *Applied Surface Science* 2010, 257, 1092-1097
9. S. Kokura, O. Handa, T. Takagi, Takeshi Ishikawa, Yuji Naito, Toshikazu Yoshikawa, *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine* 2010, 6, 570-574
10. Y.Wang, Z. Li, H. Li, M.Vuki, D.Xu, H.Y. Chen, *Biosensors and Bioelectronics* 2012, 32, 76-81
11. S. Sheykhnazari, T.Tabarsa, A.Ashori, A. Shakeri, M. Golalipour
12. *Carbohydrate Polymers* 2011, 86, 1187-1191
13. H.S. Barud, J.M.A. Caiut, J. Dexpert-Ghys, Y. Messaddeq, S.J.L. Ribeiro
14. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 2012, 43, 973-977
15. R. J.B. Pinto, P. A.A.P. Marques, C.P. Neto, Tito Trindade, Sara Daina, Patrizia Sadocco, *Acta Biomaterial* 2009, 5, 2279-2289
16. D. Sun, J.Yang, J.Li, J.Yu, X.Xu, X.Yang, *Applied Surface Science* 2010, 256, 2241-2244
17. Y.Z. Wan, Honglin Luo, F. He, H. Liang, Y. Huang, X.L. Li, *Composites Science and Technology* 2009, 69, 1212-1217