

## Sintesis Komposit TiO<sub>2</sub>/Karbon Aktif Berbasis Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) dengan Menggunakan Metode *Solid State Reaction*

Yuliani Arsita\*, Astuti

Jurusan Fisika Universitas Andalas

\*yulianiarsita@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Nanokomposit TiO<sub>2</sub>/karbon telah disintesis menggunakan metode *solid state reaction*. Sintesis dilakukan pada variasi persentase massa karbon 20, 40, 60, 80 dan 100%. Nanokomposit dikalsinasi pada suhu 400°C dan kemudian dikarakterisasi menggunakan SEM-EDS and LCR meter. Profil SEM menunjukkan TiO<sub>2</sub>/karbon tersusun oleh partikel-partikel yang kecil hampir mendekati skala nanometer. Ukuran partikel terkecil dimiliki oleh sampel dengan persentase massa karbon 60%, yaitu berkisar 158 nm. Konduktivitas listrik sampel untuk masing-masing persentase karbon secara berurutan adalah  $2,14 \times 10^{-3}$  S/m;  $8,47 \times 10^{-3}$  S/m;  $1,29 \times 10^{-2}$  S/m;  $5,92 \times 10^{-3}$  S/m dan  $1,82 \times 10^{-3}$  S/m. Konduktivitas listrik TiO<sub>2</sub>/karbon tertinggi dimiliki sampel dengan persentase karbon 60% yaitu  $1,29 \times 10^{-2}$  S/m. Konduktivitas TiO<sub>2</sub>/karbon lebih tinggi dibandingkan TiO<sub>2</sub> yaitu  $6,03 \times 10^{-3}$  S/m.

Kata kunci : konduktivitas, metode *solid state reaction*, nanokomposit

### ABSTRACT

*Nanocomposite of TiO<sub>2</sub>/carbon has been synthesized by solid state reaction method. Synthesis has been conducted with the variation of the mass percentage of carbon 20, 40, 60, 80 and 100%. Calcination of nanocomposite has been done at temperature of 400 °C and characterized has been done by SEM-EDS and LCR meter. SEM images show that TiO<sub>2</sub>/carbon near nanometer size particles. The smallest particle size is belong to the sample with carbon mass percentage of 60% that is 158 nm. The electrical conductivity of the samples for each percentage of carbon are  $2.14 \times 10^{-3}$  S/m;  $8.47 \times 10^{-3}$  S/m;  $1.29 \times 10^{-2}$  S/m;  $5.92 \times 10^{-3}$  S/m dan  $1.82 \times 10^{-3}$  S/m respectively. Sample with carbon percentage of 60% have higher electrical conductivity ( $1.29 \times 10^{-2}$  S/m.). Electrical conductivity of TiO<sub>2</sub>/carbon is higher than that of TiO<sub>2</sub>, that is  $6.03 \times 10^{-3}$  S/m.*

*Keywords: conductivity, solid state reaction method, nanocomposite*

## I. PENDAHULUAN

Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) merupakan bahan semikonduktor yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti sel surya, detektor, superkapasitor. Hal ini disebabkan TiO<sub>2</sub> memiliki sifat stabilitas kimia, transfer muatan dan sifat listrik yang baik. Peningkatan sifat mekanik, sifat elektronik dan sifat katalitik material TiO<sub>2</sub> dapat direkayasa melalui pembentukannya menjadi skala nanometer (Fatimah, 2009). TiO<sub>2</sub> juga merupakan semikonduktor ekstrinsik tipe-n paling stabil terhadap fotokorosi hampir dalam semua larutan kecuali larutan yang sangat asam atau mengandung florida (Brown, 1992). Selain itu, TiO<sub>2</sub> mempunyai harga lebih murah, tidak beracun dan bersifat inert (Graetzel, 2003).

Meskipun TiO<sub>2</sub> memiliki sifat kestabilan yang tinggi, namun memiliki nilai kelistrikan dan daya serap yang rendah terhadap cahaya matahari dan larutan, sehingga pada penelitian ini TiO<sub>2</sub> direkayasa dengan membentuknya menjadi nanokomposit untuk didapatkan konduktivitas yang lebih baik dan ukuran partikel yang lebih kecil. Ukuran partikel yang kecil akan mempengaruhi daya serap material tersebut. TiO<sub>2</sub> dicampur dengan karbon aktif hingga menjadi sebuah nanokomposit TiO<sub>2</sub>/karbon. Hal ini dilakukan karena pengaruh penambahan karbon ke dalam TiO<sub>2</sub> sangat besar, dimana 1% berat dari bola karbon dengan ukuran 100 nm bila ditambahkan ke dalam TiO<sub>2</sub> akan memiliki efek yang sangat baik pada sifat listrik komposit tersebut (Fu, dkk, 2011).

Karbon yang digunakan pada penelitian ini berasal dari bahan alam yaitu arang dari bambu betung. Bambu ini mudah didapat dan arang aktifnya menghasilkan absorpsi tinggi dengan angka melebihi Standar Industri Indonesia (SII), karena nilai bilangan iodin bambu betung berkisar antara 337 - 379 mg/g. Menurut Lestari (2012) secara umum untuk mengetahui daya serap karbon aktif dapat diketahui berdasarkan daya serapnya terhadap larutan iodin. Karbon aktif yang memiliki kemampuan daya serap tinggi terhadap larutan iodin

berarti mempunyai luas permukaan yang lebih tinggi dan juga mempunyai struktur mikro dan mesopori yang lebih besar. Sintesis nanokomposit TiO<sub>2</sub>/karbon yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode *solid state reaction*, dimana keunggulan metode ini yaitu peralatan yang digunakan sederhana dan pengolahannya yang mudah serta dapat menjaga kemurnian fasa.

## II. METODE

### 2.1 Pembuatan Serbuk Karbon Aktif Bambu Betung

Bambu betung dibersihkan lalu dikeringkan. Kemudian dipanaskan dalam *furnace* sampai temperatur 600 °C dan ditahan selama 60 menit hingga berubah menjadi arang. Arang bambu betung digerus, kemudian direndam dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 2,5% selama 24 jam. Setelah direndam kemudian dipanaskan menggunakan *furnace* pada temperatur 600°C sehingga menghasilkan karbon aktif. Karbon aktif dicuci dengan aquades sampai mencapai pH netral. Karbon aktif yang telah dicuci kemudian dikeringkan dalam *furnace* pada temperatur 120°C selama 120 menit.

### 2.2 Pembuatan Nanokomposit TiO<sub>2</sub>/Karbon

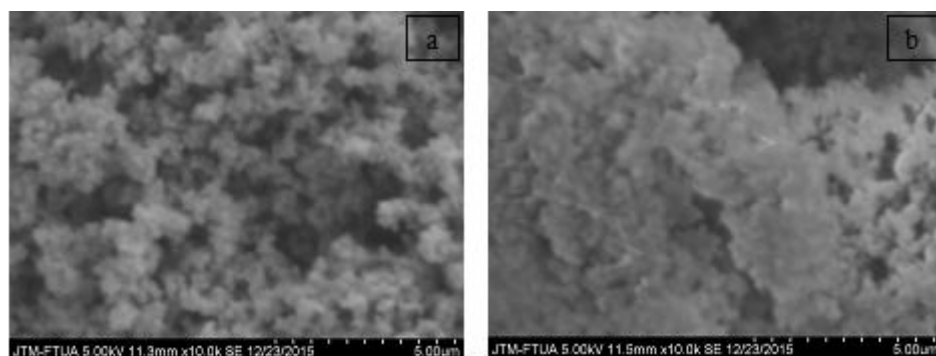
TiO<sub>2</sub> diaktivasi dengan cara dipanaskan pada temperatur 200°C menggunakan oven selama 4 jam. Bahan baku berupa serbuk TiO<sub>2</sub> yang digunakan sebanyak 2 g dan karbon aktif dengan variasi persentase massa karbon sebesar 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Serbuk TiO<sub>2</sub> dan karbon dicampur dan digerus selama 120 menit sampai homogen. Kemudian komposit dikalsinasi pada temperatur 400°C selama 6 jam. Selanjutnya TiO<sub>2</sub>/karbon dikarakterisasi dengan SEM untuk melihat morfologi permukaannya. Nanokomposit dikompaksi dalam bentuk pelet dan selanjutnya di *sintering* pada temperatur 200°C. Setelah itu, pelet diukur dengan LCR meter untuk mendapatkan nilai resistansinya. Konduktivitas listrik ( $\sigma$ ) diperoleh dengan menggunakan Persamaan 1, dimana ( $l$ ) adalah ketebalan pelet, ( $R$ ) adalah resistansi dan ( $A$ ) adalah luas permukaan pelet.

$$\sigma = \frac{l}{RA} \quad (1)$$

## III. HASIL DAN DISKUSI

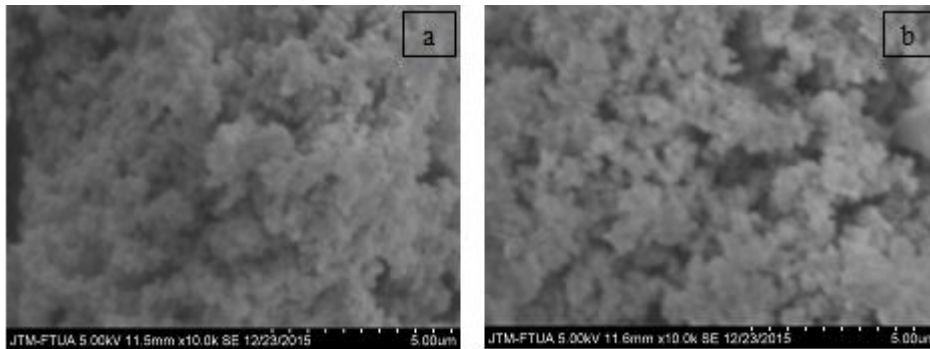
### 3.1 Analisis Permukaan Nanokomposit TiO<sub>2</sub>/Karbon menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Analisis SEM digunakan untuk menganalisis morfologi permukaan dari TiO<sub>2</sub>/karbon dengan persentase massa karbon 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Sampel dengan persentase massa karbon 20% dan 40% memiliki morfologi permukaan seperti yang ditunjukkan Gambar 1. Diameter partikel dari sampel-sampel tersebut yaitu berkisar 207,0 nm untuk persentase massa karbon 20% dan 179,8 nm untuk persentase massa karbon 40%.



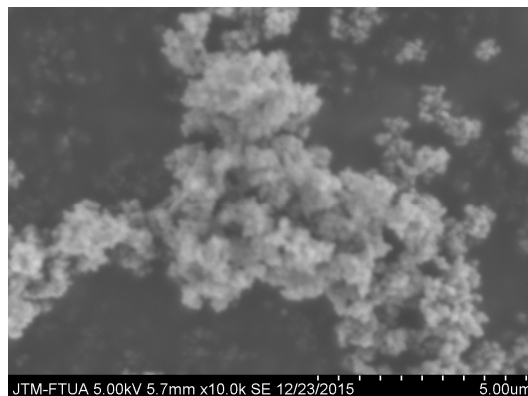
**Gambar 1** Profil SEM TiO<sub>2</sub>/karbon dengan persentase massa karbon (a) 20% dan (b) 40% dengan perbesaran 10.000 kali

Sedangkan untuk sampel dengan persentase massa karbon 80% dan 100% diperoleh diameter partikelnya berkisar 187,8 nm dan 197,8 nm. Morfologi permukaan dari sampel-sampel tersebut terlihat pada profil SEM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Profil SEM  $\text{TiO}_2$ /karbon dengan persentase massa karbon (a) 80% dan (b) 100% dengan perbesaran 10.000 kali

Gambar 3 menunjukkan morfologi permukaan dari sampel dengan persentase massa karbon 60%. Diameter partikel dari sampel ini berkisar 158,0 nm. Jika dibandingkan dengan sampel-sampel sebelumnya, ukuran diameter sampel ini lebih kecil dan hampir mendekati skala nanometer, artinya sampel ini memiliki luas permukaan partikel yang besar. Luas permukaan partikel yang besar akan mempengaruhi daya serap material. Semakin besar luas permukaan partikel sebuah material, maka akan semakin besar pula kemampuan penyerapan material tersebut terhadap cahaya matahari ataupun larutan.



**Gambar 3** Profil SEM  $\text{TiO}_2$ /karbon dengan persentase massa karbon 60% dengan perbesaran 10.000 kali

Berdasarkan hasil profil SEM untuk keseluruhan sampel nanokomposit  $\text{TiO}_2$ /karbon diketahui bahwa nanopartikel dari  $\text{TiO}_2$  yang berbentuk serbuk putih menempel dan menyebar pada permukaan karbon. Penambahan persentase massa karbon menyebabkan terhalangnya penggumpalan antara sesama partikel-partikel  $\text{TiO}_2$ . Penyebaran partikel  $\text{TiO}_2$  yang merata menyebabkan luas permukaan partikel material tersebut semakin besar.

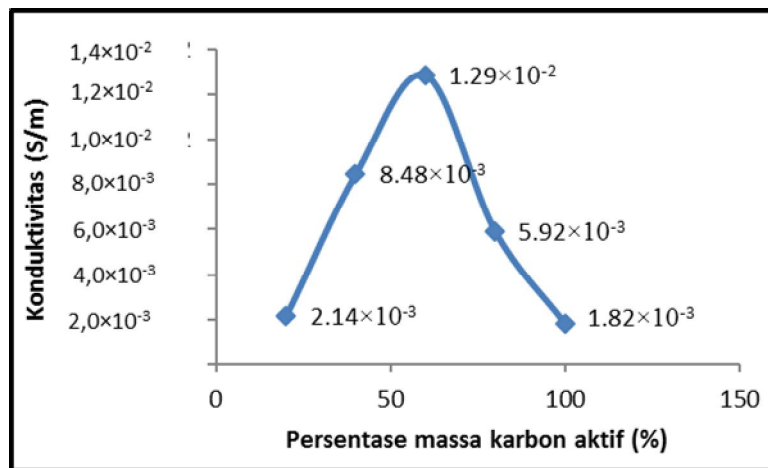
### 3.2 Karakterisasi Konduktivitas Listrik menggunakan LCR meter

Berdasarkan data resistansi dari LCR meter, maka dapat ditentukan konduktivitas setiap sampel menggunakan Persamaan 1. Hasil karakterisasi menggunakan LCR meter diperoleh konduktivitas listrik  $\text{TiO}_2$  (0% karbon) sebesar  $6,03 \times 10^{-3}$  S/m. Nilai resistansi dan konduktivitas untuk setiap variasi persentase massa karbon pada nanokomposit  $\text{TiO}_2$ /karbon dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Pengaruh persentase massa karbon terhadap resistansi dan konduktivitas

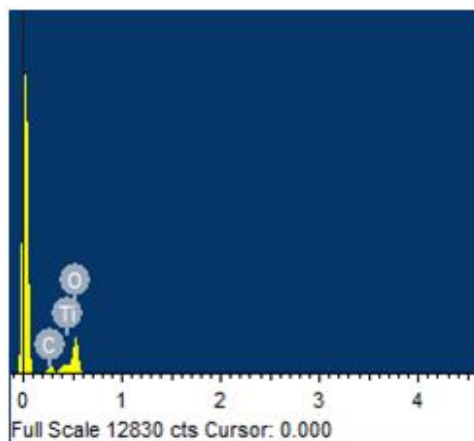
No	Persentase massa karbon (%)	Resistansi ( $\Omega$ )	Konduktivitas (S/cm)
1	20	4919,0	$2,14 \times 10^{-3}$
2	40	1457,0	$8,47 \times 10^{-3}$
3	60	913,1	$1,29 \times 10^{-2}$
4	80	1764,3	$5,92 \times 10^{-3}$
5	100	4850,0	$1,82 \times 10^{-3}$

Grafik hubungan antara massa karbon aktif pada nanokomposit  $TiO_2$ /karbon terhadap konduktivitas dapat dilihat pada Gambar 4. Pada grafik Gambar 4 terlihat terjadi peningkatan konduktivitas listrik nanokomposit  $TiO_2$ /karbon sampai pada penambahan karbon 60%. Penambahan karbon yang lebih banyak menyebabkan terjadinya penurunan konduktivitas listrik. Peningkatan konduktivitas disebabkan karena karbon memiliki konduktivitas listrik yang cukup baik. Sedangkan penurunan konduktivitas disebabkan oleh kenaikan ukuran partikel. Sampel dengan persentase massa karbon 60% memiliki ukuran partikel yang paling kecil dibandingkan sampel lain, dan pada sampel tersebut terlihat partikel  $TiO_2$  tersebar secara merata diatas permukaan karbon.



Gambar 4 Grafik hubungan nilai konduktivitas listrik nanokomposit  $TiO_2$ /karbon terhadap persentase massa karbon aktif

Selain itu, nilai konduktivitas listrik yang kecil untuk sampel dengan persentase massa karbon 60% dipengaruhi oleh persentase atom yang terkandung pada sampel tersebut seperti ditunjukkan oleh Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan unsur-unsur yang terkandung pada sampel dengan persentase massa karbon 60% meliputi unsur Ti, C dan O. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa tidak terdapat unsur lain yang terkandung pada sampel tersebut.



Gambar 5 Grafik SEM-EDS yang menunjukkan unsur-unsur yang terkandung pada  $TiO_2$ /karbon dengan persentase massa karbon 60%

**Tabel 2** Unsur-unsur yang terkandung pada sampel dengan persentase massa karbon 60% hasil karakterisasi SEM-EDS

Elemen	Persentase berat (%)	Persentase atom (%)	Formula
C	10,85	21,26	TiO <sub>2</sub>
O	35,70	52,50	
Ti	53,45	26,25	
Total	100,00	-	-

Tabel 2 menunjukkan persentase atom C dari sampel tersebut cukup tinggi dan relatif seimbang dengan persentase atom Ti. Hal ini mempengaruhi konduktivitas listrik dari sampel tersebut, dimana konduktivitas listrik karbon cukup tinggi yaitu berkisar  $2,86 \times 10^4$  S/m. Selain itu, persentase atom Ti dan C yang seimbang mempengaruhi penyebaran Ti pada permukaan karbon. Semakin homogen penyebaran Ti diatas permukaan karbon, maka akan mengurangi penggumpalan antara sesama atom Ti, artinya akan semakin meningkatkan konduktivitas listrik material tersebut.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan pengaruh penambahan massa karbon dengan persentase 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% yaitu didapatkan partikel TiO<sub>2</sub>/karbon yang halus dan TiO<sub>2</sub> tersebar merata di atas permukaan karbon dari hasil analisis profil SEM. Konduktivitas dari TiO<sub>2</sub>/karbon diperoleh nilai tertinggi pada persentase karbon 60% yaitu  $1,29 \times 10^{-2}$  S/m melebihi konduktivitas TiO<sub>2</sub> yang bernilai  $6,03 \times 10^{-3}$  S/m. Sehingga TiO<sub>2</sub> yang telah ditambahkan karbon aktif dari bambu betung lebih baik konduktivitas listriknya dibandingkan dengan TiO<sub>2</sub> murni,

#### DAFTAR PUSTAKA

- Brown, G.N., Birks, J.W. and Koval, C.A., *Analysis Chemistry*, 64, 427-434 (1992).
- Fu, S., Li, F., Huo, Z., dan Gu, Y., *International Journal of the Physical Sciences*, 6 (26), 6159-6165 (2011).
- Lestari, D., *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Ban Bekas dengan Bahan Pengaktif NaC pada Temperatur Pengaktifan 700°C dan 750°C*, Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Malik Ibrahim, Malang, (2012).
- Fatimah, Is., *Jurnal Penelitian Saintek*, 14, 1 (2009).
- Graetzel, M., *Journal of Photochemistry and Photobiology C Photochemistry Reviews*, 4, 145-153 (2003).