

## PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KATALIS TiO<sub>2</sub>/KARBON AKTIF DENGAN METODE SOLID STATE

**Upita Septiani<sup>a</sup>, Mega Gustiana<sup>a</sup>, dan Safni<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Laboratorium Kimia Material Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas

<sup>b</sup> Laboratorium Analisis Terapan Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Andalas

Email: upitas@yahoo.com

### ABSTRACT

Composite catalyst of TiO<sub>2</sub>/Activated Carbon (TiO<sub>2</sub>/AC) had been synthesized with successfully by solid-state method. Synthesis was done by varying the addition of AC 5%, 10% and 15% of the mass of TiO<sub>2</sub> was used. Composite catalyst was calcinated at temperature 400°C and characterized by *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD) and *Scanning Electron Microscopy* (SEM). FTIR spectrum show that the absorption appeared in the region of C=C at wave number 1600-1800 cm<sup>-1</sup>, that assumed from AC. From XRD we can see that with varied of AC do not given different XRD patterns significantly, crystal structure of composite catalyst is anatase. SEM images showed that AC prevented the agglomeration of TiO<sub>2</sub> that would expand surface area and increased catalytic activity of TiO<sub>2</sub>.

**Keywords:** *activated carbon, composite, catalyst, rhodamin B, solid state, TiO<sub>2</sub>*

### PENDAHULUAN

TiO<sub>2</sub> banyak digunakan sebagai fotokatalis karena TiO<sub>2</sub> bersifat inert, stabilitas termalnya baik, non-toksik, tahan pada temperatur tinggi, aktifitas katalitiknya cukup baik. Aktifitas fotokatalitik dari TiO<sub>2</sub> dapat ditingkatkan dengan memodifikasi struktur, luas permukaan dan ukuran partikel dengan menambahkan ion dopan. Salah satu modifikasi TiO<sub>2</sub> adalah dengan menambahkan karbon [1-7].

Karbon yang ditingkatkan dayanya melalui aktivasi disebut karbon aktif, memiliki luas permukaan yang cukup besar dan memiliki sifat adsorpsi yang cukup baik, sehingga bisa digunakan sebagai adsorben, sifat karbon aktif ini dapat membantu proses adsorpsi-katalitik [8,9].

Penelitian tentang TiO<sub>2</sub>/karbon aktif pernah dilakukan oleh Andayani dan Sumartono (2006), katalis TiO<sub>2</sub>/C yang disintesa dengan proses sol-gel dan diimobilisasi pada pelat

titanium, katalis dibuat dengan rasio TiO<sub>2</sub>/C 8/2 dan 5/5, karbon aktif dapat meningkatkan aktivitas katalitik dari TiO<sub>2</sub> [8].

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan katalis TiO<sub>2</sub>/karbon aktif dengan metode *solid state*, kemudian katalis yang dihasilkan dikarakterisasi dengan FTIR (*Fourier Transform InfraRed*), XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

### METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, TiO<sub>2</sub> anatase (Ishihara Sangyo Kaisha LTD, JAPAN), karbon aktif (Merck), dan akuades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, XRD (Philip X'pert Powder dengan sumber target Cu K $\alpha$ ), SEM

(Phenom Pro X), FTIR (Evolution 201 UV-Visible Spectrophotometer).

### Prosedur penelitian

#### Preparasi Sampel TiO<sub>2</sub>

TiO<sub>2</sub> diaktifasi dengan cara dipanaskan pada temperatur 200 °C menggunakan oven selama 4 jam.

#### Preparasi Katalis TiO<sub>2</sub>/KA

Komposit TiO<sub>2</sub>/karbon aktif (TiO<sub>2</sub>/KA) dibuat dengan Rasio TiO<sub>2</sub> : karbon aktif, yaitu 95% : 5%, 90% : 10% dan 85% : 15%. Katalis dikalsinasi pada temperatur 400 °C selama 6 jam.

## HASIL DAN DISKUSI

### Karakterisasi dengan FTIR

Gambar (1) merupakan spektrum FTIR dari TiO<sub>2</sub>, karbon aktif dan katalis TiO<sub>2</sub>/KA dengan variasi KA 5% wt, 10% wt dan 15% wt. Spektroskopi infra merah merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi, komposisi kimia dan tipe ikatan berdasarkan vibrasi atom dalam molekul.

Gambar (1.a) memperlihatkan spektrum FTIR TiO<sub>2</sub> murni. Spektrum ini memperlihatkan adanya serapan yang kuat pada daerah 400-1000 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya ikatan Ti-O-Ti, ini mengindikasikan formasi kerja dari titanium dioksida. Selanjutnya pada daerah 3200-3600 cm<sup>-1</sup> merupakan vibrasi O-H stretching dari molekul H<sub>2</sub>O yang terserap pada permukaan TiO<sub>2</sub>.

Gambar (1.b) memperlihatkan spektrum FTIR karbon aktif murni. Pada daerah kisaran gelombang 3399 cm<sup>-1</sup> - 3441 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus hidroksil (-OH) pada karbon aktif, tidak adanya pita-pita serapan pada kisaran daerah sidik jari 700 – 800 cm<sup>-1</sup> menunjukkan bahwa karbon aktif bukan merupakan senyawa yang mengandung rantai alkil panjang<sup>[9]</sup>.

Gambar (1.c, d, dan e) merupakan spektrum dari TiO<sub>2</sub>/KA dengan variasi KA 5% wt, 10

wt, dan 15% wt, spektrum ketiga katalis ini relatif sama atau senada, dimana muncul spektrum yang sama dengan TiO<sub>2</sub>. Penambahan karbon aktif dengan beberapa variasi tidak memberikan perubahan pada spektrum TiO<sub>2</sub>, yaitu daerah serapan 450 – 550 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi ulur dari Ti-O, pada daerah 3400 – 3700 cm<sup>-1</sup> merupakan stretching O-H dari molekul H<sub>2</sub>O yang terserap pada permukaan TiO<sub>2</sub>. Kemudian adanya serapan yang lemah di daerah 1600-an cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya stretching C=C yang diasumsikan berasal dari karbon aktif. Hal ini dimungkinkan karena jumlah karbon aktif yang sedikit<sup>[10]</sup>.

### Karakterisasi dengan XRD

Gambar (2) ini menunjukkan pola difraksi dari TiO<sub>2</sub>, karbon aktif dan katalis TiO<sub>2</sub>/KA dengan variasi KA 5% wt, 10% wt, 15% wt yang dilakukan dengan alat XRD. Karakterisasi menggunakan XRD ini berguna untuk mengetahui struktur kristal katalis yang serta mengetahui ukuran kristal dari katalis.

Gambar (2.a) merupakan pola difraksi sinar-X dari TiO<sub>2</sub>, dengan membandingkan data dari JCPDS No.01-072-7058, puncak-puncak TiO<sub>2</sub> yang diukur menunjukkan kemiripan dengan puncak-puncak TiO<sub>2</sub> pada JCPDS tersebut, ini mengindikasikan bahwa TiO<sub>2</sub> memiliki struktur anatase, dengan ukuran kristal yang didapat dari perhitungan dengan menggunakan persamaan Scherrer yaitu, 14 nm.

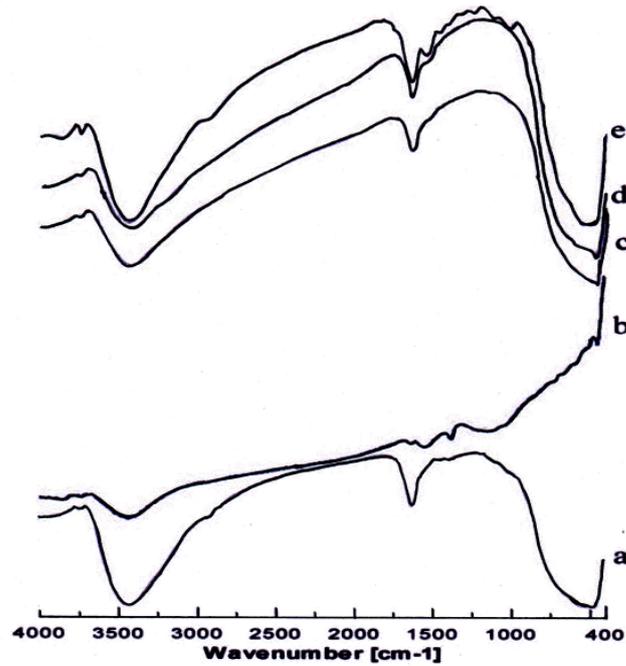
Dari gambar (2.b) dapat dilihat pola difraksi karbon aktif yang tidak menunjukkan puncak yang tajam, puncak tersebut memberikan informasi bahwa karbon aktif tidak berbentuk kristal, tetapi berbentuk amorf sesuai dengan data JCPDS, No.00-023-0064.

Pola difraksi sinar-X dari katalis TiO<sub>2</sub>/KA dengan variasi KA 5% wt, 10% wt, dan 15% wt ditunjukkan oleh Gambar (2.c, d dan e) dari ketiga gambar dapat dilihat adanya puncak-puncak dengan pola yang sama dengan pola TiO<sub>2</sub>. Dari gambar dapat disimpulkan dengan adanya penambahan karbon aktif tidak berpengaruh pada bentuk pola difraksi sinar-X dari katalis, tetapi intensitas puncak dari TiO<sub>2</sub> dengan penambahan variasi KA 5% wt, 10% wt, dan 15% wt mengalami perubahan. Intensitas yang berbeda ini akan memberikan pengaruh

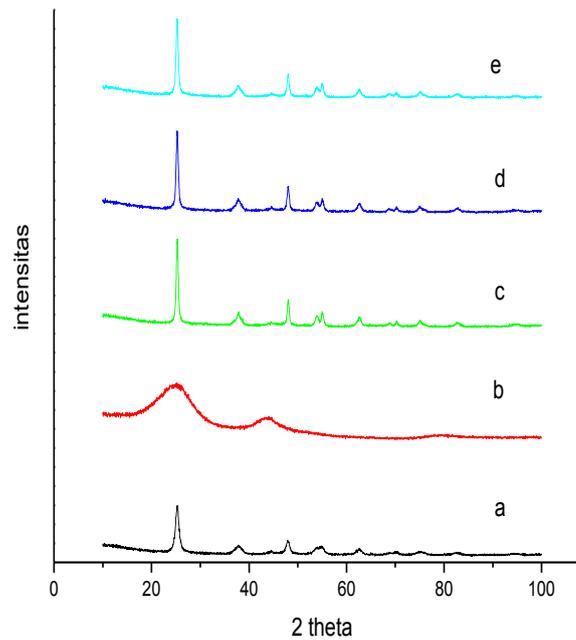
pada ukuran kristal katalis, dimana ukuran kristal dari katalis  $\text{TiO}_2$  dan katalis komposit  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  dengan variasi 5, 10, dan 15% didapatkan dengan menggunakan persamaan Scherrer, ukuran kristal untuk  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  dengan variasi KA 5% wt, 10% wt, 15% wt berturut-turut adalah 35; 45; dan 35 nm.

**Karakterisasi dengan SEM**

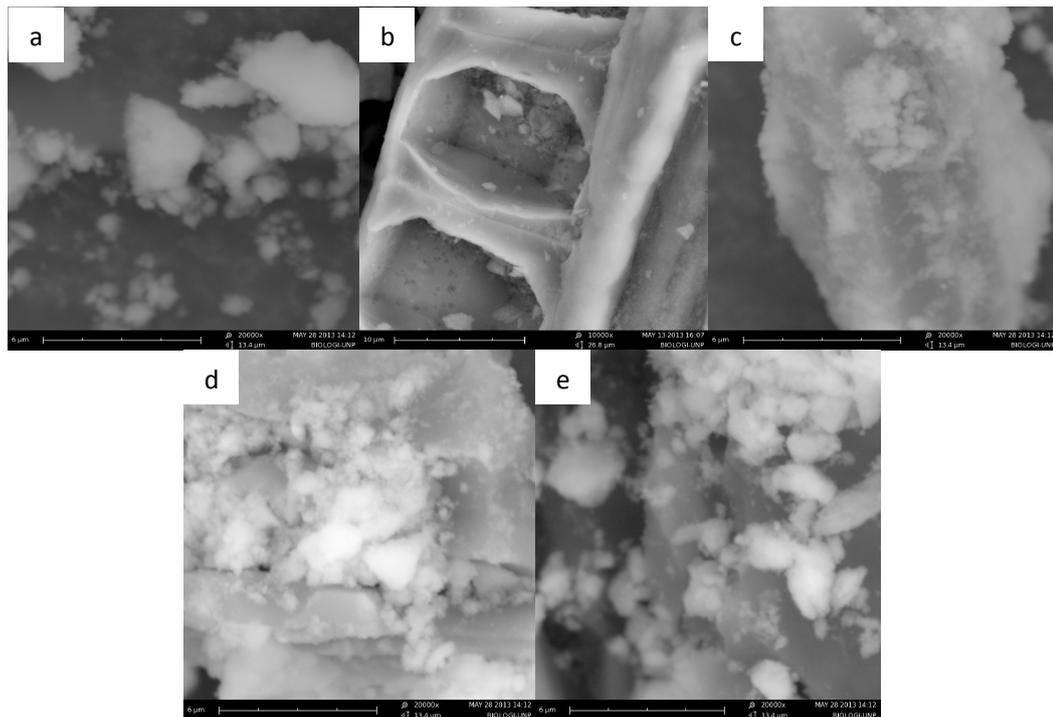
Analisis SEM digunakan untuk menganalisis morfologi permukaan katalis, foto SEM dari  $\text{TiO}_2$ , karbon aktif dan katalis  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  dengan variasi 5, 10 dan 15% diperlihatkan pada Gambar 3.



**Gambar 1.** Spektrum FTIR, a.  $\text{TiO}_2$ , b. KarbonAktif, c.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  5%, d.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  10%, e.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  15%.



**Gambar 2.** Pola Difraksi dari, a.  $\text{TiO}_2$ , b. Karbon Aktif, c.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  5%, d.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  10%, e.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  15%.



**Gambar 3.** Foto SEM dari, a.  $\text{TiO}_2$  (perbesaran 20000x), b. KarbonAktif (perbesaran 10000x), c.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  5%, d.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  10%, e.  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  15% (perbesaran 20000x).

Gambar (3.a) merupakan gambar  $\text{TiO}_2$  murni pada perbesaran 20000x, dari foto SEM dapat terlihat partikel-partikel  $\text{TiO}_2$  menumpuk sesamanya, sehingga terlihat seperti gumpalan-gumpalan putih dengan ukuran yang tidak seragam. Gambar (3.b) merupakan foto SEM dari karbon aktif pada perbesaran 10000x, dari gambar dapat dilihat bahwa karbon berbentuk batangan dan memiliki pori.

Gambar (3.c, d dan e) merupakan foto SEM dari katalis  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  dengan variasi KA 5% wt, 10% wt, dan 15% wt. Dari gambar dapat dilihat bahwa  $\text{TiO}_2$  menempel dan menyebar pada permukaan karbon, dengan bertambahnya konsentrasi karbon menyebabkan penggumpalan antara sesama partikel-partikel  $\text{TiO}_2$  terhalang. Karbon dapat menghalangi penumpukan yang terjadi pada sesama partikel  $\text{TiO}_2$ , terhalangnya penumpukan partikel  $\text{TiO}_2$  ini diasumsikan akan menyebabkan luas permukaan partikel  $\text{TiO}_2$  semakin besar, yang nantinya akan meningkatkan aktivitas fotokatalitik  $\text{TiO}_2$ .

## KESIMPULAN

Katalis komposit  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  telah berhasil disintesis dengan metode *solid state*, dibuktikan dengan adanya data FTIR, XRD, dan SEM. Dari hasil FTIR, menunjukkan adanya serapan stretching C=C yang diasumsikan berasal dari karbonaktif. Dilihat dari hasil XRD penambahan karbon aktif tidak berpengaruh pada bentuk pola difraksi sinar-X dari katalis, tetapi intensitas puncak dari katalis  $\text{TiO}_2/\text{KA}$  dengan variasi KA 5% wt, 10% wt dan 15% wt mengalami perubahan, sehingga akan memberikan pengaruh pada ukuran kristal katalis. Hasil yang diperlihatkan oleh data SEM, karbon aktif dapat mencegah penggumpalan antara partikel-partikel  $\text{TiO}_2$ , dimana partikel  $\text{TiO}_2$  menempel dan menyebar ke permukaan karbon aktif.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ren, W., Zhihui, A., Falong, J., Lizhi, Z., Xiaoxing, F., and Zhigang, Z., Low temperature preparation and visible light photocatalytic activity of mesoporous

- carbon – doped crystalline TiO<sub>2</sub>, *Appl. Catal. B: Environ.*, **69**: 138-144 (2007).
2. Zaleska, A. Doped- TiO<sub>2</sub>, *Recent Patens on Engineering.*, **2**: 157-164 (2008).
  3. Azis, H., Admin, A., Safni., Syukri., dan Olly, N.T. *Pengantar Fotokimia, Edisi I*, Padang : Sukabina Press (2009).
  4. Rahmayeni., Yeni, S., dan Zulhadjri. Fotokatalis Komposit Magnetik TiO<sub>2</sub>-MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung* (2013).
  5. Yang, Q., Liaou, Y., and Mao, L. (2012), Kinetics of photocalytic degradation of gaseous organic compounds on modified TiO<sub>2</sub>/AC composite photocatalyst, *Chin. J. Chem. Eng.*, **20**: 3, 572-576.
  6. Zhou, W., Peng, Z., and Weian, L. Anatase TiO<sub>2</sub> Nanospindle activated carbon (AC) composite photocatalyst with enhanced activity in removal of organic contaminant. *Int. J. Photoenergy.*, 1-7 (2012).
  7. Azhar, R.F., M. Wildan, B.Y., Syifa, F., Ucu, S., dan Widayati. (2009), Carbon, [rofaneutron.files.wordpress.com/2010/09/carbon.docx](http://rofaneutron.files.wordpress.com/2010/09/carbon.docx). Diunduh pada 2 Agustus 2013.
  8. Misbakhuddin, Pengaruh Ketebalan Karbon aktif sebagai media filter terhadap penurunan air sumur artesis, *eksplanasi*, **5**(2): 1-11 (2010),
  9. Andayani, W. dan Agustin, S., Karakterisasi Katalis TiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub>/Karbon aktif yang diimobilisasi pada pelat titanium dan uji aktifitasnya sebagai fotokatalis, *Jurnal Kimia Indonesia.*, 1(2): 54-58 (2006).
  10. Stuart, B. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*, John Willey and Sons. Ltd, 24 dan 28 (2004).