

PENGARUH LAMA PENUMBUHAN TITANIUM DIOKSIDA DIDOPING *COPPER* TERHADAP ENERGI GAP

Ade Usra Berli¹, Dahyunir Dahlan¹, Akrajas Ali Umar²

¹ Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Limau Manis, Padang, 25163

² Institute of Microengineering and Nanoelectronics, Universiti Kebangsaan
Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia

Email: adeusra@yahoo.co.id

ABSTRAK

Deposisi lapisan TiO₂ didoping Cu telah berhasil ditumbuhkan dengan menggunakan metoda *Liquid Phase Deposition* (LPD). Lapisan TiO₂-Cu dibuat dengan menggunakan material *Ammonium hexafluorotitanate* ((NH₄)₂TiF₆), *Copper (II) Nitrate hydrate* (Cu(NO₃)₂.xH₂O), dan *Hexamethylen tetramine* (C₆H₁₂N₄). Dalam penelitian ini dilakukan variasi lama penumbuhan lapisan yaitu 3 jam, 5 jam, 7 jam dan 10 jam. Lapisan TiO₂-Cu dikarakterisasi menggunakan Spektrometri Ultraviolet-Visible (UV-Vis) untuk menentukan energi *gap* melalui spektra difusi reflektansi. Hasil energi *gap* yang diperoleh pada lapisan TiO₂-Cu dengan variasi lama penumbuhan yaitu antara 3,26-3,30 eV.

Kata kunci: Titanium dioksida (TiO₂), *Liquid Phase Deposition* (LPD) dan doping

ABSTRACT

Deposition of TiO₂ doped Cu films have been successfully grown by using Liquid Phase Deposition (LPD) method. TiO₂-Cu films made by using Ammonium hexafluorotitanate ((NH₄)₂TiF₆), Copper (II) Nitrate hydrate (Cu(NO₃)₂.xH₂O) and Hexamethylen tetramine (C₆H₁₂N₄). In this research, the time variation of the growth films are 3 hours, 5 hours, 7 hours and 10 hours. TiO₂-Cu films was characterized using Spectrometry Ultraviolet-Visible (UV-Vis) to determine the energy gap via diffusion reflectance spectra. The Values of energy gap Cu / TiO₂ film with the time variation of growth films produce range 3,26-3,30 eV.

Keywords: (Titanium dioxide) TiO₂, Liquid Phase Deposition (LPD) and doping

1. PENDAHULUAN

Titanium Dioksida (TiO₂), salah satu semikonduktor yang menjanjikan dan telah banyak diteliti karena fabrikasinya yang mudah dan murah. TiO₂ telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi antara lain fotokatalis, sensor, dan sel surya (Saad, dkk., 2014). Pada aplikasi sel surya tersensitisasi pewarna (*Dye Sensitized Solar Cell*, DSSC) TiO₂ telah banyak digunakan sebagai elektroda kerja yang berperan sebagai fotokatalis karena memiliki permukaan yang luas sehingga mampu menyerap molekul *dye* lebih banyak (Li, dkk., 2010). Banyaknya *dye* yang terserap pada TiO₂ dapat meningkatkan jumlah aliran foton yang dihasilkan.

TiO₂ murni memiliki celah pita energi (energi *gap*) yang lebar antara 3,2-3,8 eV yang menyebabkan daya serap terhadap cahaya berada di spektrum sinar ultra violet (Nurmawarti, dkk., 2009). Hal ini berpengaruh terhadap efisiensi dari DSSC. Untuk menurunkan energi *gap* maka diperlukan energi foton yang lebih rendah. Penurunan ini untuk mempermudah eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Penurunan energi *gap* dapat memperlebar spektrum penyerapan cahaya. Selain karena cukup besarnya energi *gap* yang dimiliki TiO₂, adanya proses rekombinasi elektron-hole pada permukaan TiO₂ masih cukup dominan juga menjadi faktor yang mempengaruhi efisiensi DSSC (Saehana, dkk., 2010).

Usaha untuk menurunkan energi *gap* dan mengurangi adanya rekombinasi elektron – *hole* dapat dilakukan penyisipan bahan pengotor (dopan) atau istilahnya doping ke dalam semikonduktor TiO₂. Pendopongan dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa logam transisi. Salah satu logam transisi yang digunakan untuk bahan doping pada lapisan TiO₂ yaitu *copper* (Cu) (Roose, dkk., 2015).

Beberapa metoda sudah pernah digunakan dalam penumbuhan lapisan TiO₂ diantaranya yaitu *Chemical Vapor Deposition* (CVD), *Solution Gelation* (Sol-Gel), dan *Pulse Laser Deposition* (PLD). Metoda-metoda tersebut memerlukan peralatan-peralatan yang cukup kompleks (Effendi dan Bilalodin, 2012). Sebagai alternatifnya, digunakan metoda *Liquid Phase Deposition* (LPD) untuk penumbuhan lapisan TiO₂. Metoda ini sangat mudah, tidak menggunakan peralatan yang canggih serta dapat dipantau dan dikontrol selama proses penumbuhan lapisan (Gutiérrez, dkk., 2007).

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penumbuhan lapisan TiO₂-Cu yaitu *Ammonium hexafluorotitanate* ((NH₄)₂TiF₆) yang diproduksi dari Sigma-Aldrich digunakan sebagai bahan dasar (prekursor) TiO₂, *Hexamethylen tetramine* (HMT) berfungsi sebagai surfaktan, *Copper (II) Nitrate hydrate* (Cu(NO₃)₂.xH₂O) berfungsi sebagai *dopan* juga diproduksi dari Sigma-Aldrich. Lapisan TiO₂-Cu disintesis diatas substrat ITO.

Substrat ITO dibersihkan melalui prosedur pembersihan standar dengan menggunakan larutan acetone dan kemudian direndam di dalam larutan etanol. Selama proses pembersihan substrat ITO diiringi dengan menggunakan *ultrasonic cleaner* selama 15 menit. Substrat yang dibersihkan kemudian direndam secara vertikal dalam larutan campuran yang terdiri dari 5 ml *Ammonium hexafluorotitanate* ((NH₄)₂TiF₆) dengan konsentrasi 0,5 M; 1 ml *Copper (II) Nitrate hydrate* dengan konsentrasi 0,05 M; dan 1 ml *Hexamethylen tetramine* (HMT) dengan konsentrasi 0,5 M.

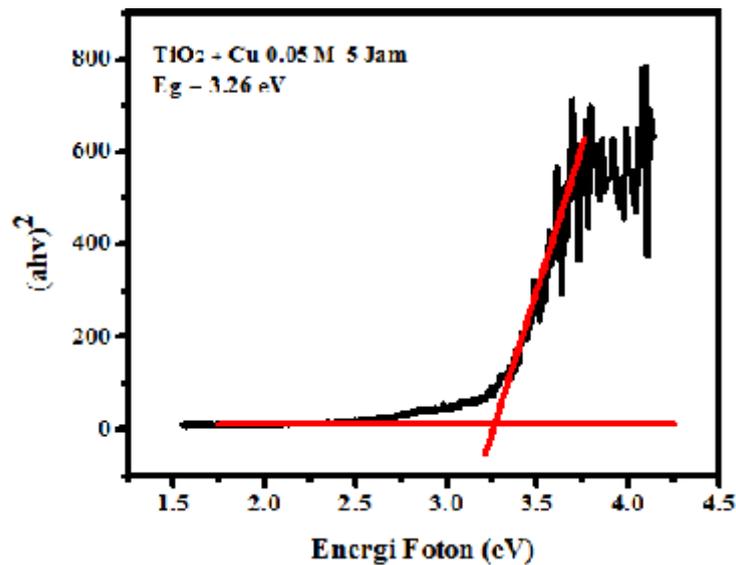
Variasi lama penumbuhan lapisan TiO₂-Cu yaitu 3, 5, 7 dan 10 jam dengan suhu penumbuhan 90 °C. Lapisan TiO₂-Cu yang terbentuk kemudian diannealing pada suhu 400 °C selama 1,5 jam. Selanjutnya lapisan TiO₂-Cu dikarakterisasi menggunakan Spektrometri Ultraviolet-Visible (UV-Vis) merk HITACHI U-3900H untuk menentukan energi *gap* melalui spektra difusi reflektansi. Penentuan energi *gap* lapisan TiO₂-Cu dengan cara menarik ekstrapolasi pada daerah linier dari grafik hubungan *hv* pada sumbu x dan $(ahv)^2$ pada sumbu y hingga memotong sumbu energi (Chigane, dkk., 2011). Perhitungan nilai *hv* dan $(ahv)^2$ ditentukan dengan menggunakan persamaan 1.

$$(ahv) = C(hv - E_g)^{1/2} \quad (1)$$

Dimana *C* adalah konstanta, *hv* adalah energi foton dan *E_g* adalah energi *gap*.

3. HASIL DAN DISKUSI

Gambaran pengolahan data hasil penelitian yang diperoleh dalam menentukan energi *gap* ditampilkan pada Gambar 1 sedangkan data nilai energi *gap* TiO₂-Cu dengan variasi lama penumbuhan ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Energi Gap TiO_2 Didoping Cu 0,05 M dengan Lama Penumbuhan 5 Jam

Tabel 1. Energi *Gap* TiO_2 Didoping Cu dengan Konsentrasi 0,05 M

Waktu Penumbuhan	Energi <i>Gap</i>
3 jam	3,29 eV
5 jam	3,26 eV
7 jam	3,30 eV
10 jam	3,28 eV

Dari hasil energi *gap* TiO_2 tanpa doping yang diperoleh yaitu 3,46 eV dibandingkan dengan hasil energi *gap* pada Tabel 1, menunjukkan bahwa terjadi penurunan energi *gap* TiO_2 . Ini membuktikan bahwa adanya penambahan doping Cu ke dalam TiO_2 dapat menurunkan energi *gap*. Penurunan energi *gap* ini disebabkan adanya pembentukan tingkat energi baru dalam TiO_2 yang diakibatkan oleh adanya doping logam (Yadav, dkk., 2014). Pembentukan tingkat energi baru ini berada antara pita valensi dan pita konduksi.

Perhitungan energi *gap* dilakukan pada lapisan TiO_2 -Cu dengan lama penumbuhan yang bervariasi (Tabel 1). Terlihat pada Tabel 1 bahwa hasil energi *gap* yang masing-masing lapisan dengan lama penumbuhan menunjukkan tidak adanya hubungan linieritas antara energi *gap* dengan lama penumbuhan lapisan. Nilai energi *gap* yang diperoleh dengan variasi lama penumbuhan lapisan TiO_2 -Cu berkisar antara 3,26 – 3,30 eV.

4. KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat lapisan TiO_2 didoping Cu dengan variasi lama penumbuhan menggunakan metoda *Liquid Phase Deposition* (LPD). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa adanya penurunan energi *gap* ketika lapisan TiO_2 didoping dengan Cu. Hasil energi *gap* TiO_2 didoping Cu dengan variasi lama diperoleh sekitar 3,26 – 3,30 eV. Hasil energi *gap* yang diperoleh menunjukkan tidak adanya hubungan linearitas antara energi *gap* dan lama penumbuhan lapisan TiO_2 -Cu.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. *Institute Of Microengineering and Nanoelectronics* (IMEN), Universiti Kebangsaan Malaysia yang telah bersedia menerima penulis untuk dapat melakukan penelitian.
2. Bakrie Center Foundation yang telah memberikan bantuan beasiswa Bakrie Graduate Fellowship kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chigane, M., Watanabe, M., & Shinagawa, T. (2011). Preparation of Hollow Titanium Dioxide Shell Thin Films from Aqueous Solution of Ti-Lactate Complex for Dye-Sensitized Solar Cells. *INTECH Open Access Publisher*.
2. Effendi, M. dan Bilalodin. (2012). Analisis Sifat Optik Lapisan Tipis TiO₂ Doping Nitrogen yang Disiapkan dengan Metode Spin Coating. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY*.
3. Gutiérrez-Tauste, D., Domènech, X., Casañ-Pastor, N., & Ayllón, J. A. (2007). Characterization of Methylene Blue/TiO₂ Hybrid Thin Films Prepared by The Liquid Phase Deposition (LPD) Method: Application for Fabrication Of Light-Activated Colorimetric Oxygen Indicators. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 187(1), 45-52.
4. Nurmawarti, I., Abdullah, M., dan Khairurrijal. (2009). Distribusi Celah Pita Energi Titania Kotor. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, ISSN 1979-0880, hal 38-42.
5. Li, X. D., Zhang, D. W., Chen, S., Wang, Z. A., Sun, Z., Yin, X. J., and Huang, S. M. (2010). Enhancing efficiency of dye-sensitized solar cells by combining use of TiO₂ nanotubes and nanoparticles. *Materials Chemistry and Physics*, 124(1), 179-183.
6. Roose, B., Pathak, S., and Steiner, U. (2015). Doping of TiO₂ for Sensitized Solar Cells. *Chemical Society Reviews*, Vol 44, 8326-8349.
7. Saad, S. K. M., Umar, A. A., Nguyen, H. Q., Dee, C. F., Salleh, M. M., and Oyama, M. (2014). Porous (001)-faceted Zn-doped anatase TiO₂ nanowalls and their heterogeneous photocatalytic characterization. *RSC Advances*, 4(100), 57054-57063.
8. Saehana, S., Darsikin., Prasetyowati, R., Hidayat, M, I., Abdullah, M., dan Khairurrijal. (2010). Sel Surya Berbasis Material Nanokomposit TiO₂. *Prosiding Pertemuan Ilmiah*.
9. Yadav, H. M., Otari, S. V., Koli, V. B., Mali, S. S., Hong, C. K., Pawar, S. H., & Delekar, S. D. (2014). Preparation and Characterization of Copper-Doped Anatase TiO₂ Nanoparticles with Visible Light Photocatalytic Antibacterial Activity. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 280, 32-38.