

Karakterisasi Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO doping Al yang di Deposisi diatas Kaca dengan Metode Sol-Gel Teknik Spray-Coating

Sufwan Durri, Heri Sutanto

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH., Tembalang, Kota Semarang
sdurri@yahoo.co.id dan herisutanto@gmail.com

Abstrak – Telah dilakukan sintesis dan deposisi ZnO doping Al menggunakan metode sol-gel teknik spray coating. Lapisan tipis ZnO dengan variasi doping Al diuji menggunakan UV-Vis Spektroskopi. Pengaruh penambahan doping Al pada lapisan tipis ZnO mempengaruhi pergeseran (Shift Blue) pada panjang gelombang 360 nm–380 nm, nilai transmitansi lapisan tipis pada sinar tampak dengan rentang 64%-96% dan lapisan tipis ZnO tanpa doping nilai transmitansi pada sinar tampak rata-rata lebih dari 90%. Energi celah pita optik E_g meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi doping dari 0%, 2% dan 4% dengan nilai E_g 3,102 eV, 3,115 eV dan 3,118 eV.

Kata kunci: ZnO:Al, Lapisan Tipis, Sol-gel, Spray Coating

Abstract – Has performed the synthesis and deposition of Al doped ZnO using sol-gel method, spray coating technique. ZnO thin film with doping variation Al tested using UV - Vis Spectroscopy. Effect of the addition of Al doping in ZnO thin film affects the shift blue at a wavelength of 360 nm - 380 nm , the transmittance values of thin film in the visible wavelength with a range of 64 % -96 % and ZnO pure thin film on visible light transmittance value of the mean average more than 90 %. The optical band gap energy increased as the doping concentration was increased from 0%, 2% and 4% with E_g value 3,102 eV, 3,115 eV and 3,118 eV.

Key words: ZnO:Al, Thin Film, Sol-Gel, Spray Coating

I. PENDAHULUAN

Zinc Oxide (ZnO) merupakan material semikonduktor yang penting karena memiliki celah pita lebar, sehingga banyak digunakan untuk beberapa aplikasi seperti *transparent conductors*, *solar cell windows*, sensor gas, perangkat *photovoltaic* [1] dan fotokatalis [2]. Material semikonduktor sebagai fotokatalis yang baik untuk degradasi polutan maupun senyawa beracun yakni Zinc Oxide (ZnO), Titania (TiO_2), Tungsten Oxide (WO_3), Zinc Stannate (Zn_2SnO_4) dll [3]. ZnO memiliki efisiensi fotokatalis yang tinggi karena dapat menghasilkan H_2O_2 yang lebih banyak dibandingkan material semikonduktor TiO_2 [2].

Doping merupakan metode yang efektif untuk mengubah sifat fisik (misalnya sifat optik, magnet dan listrik) pada material dan akan memperluas aplikasi/penerapannya pada material tersebut dari sifat dasarnya [4]. Untuk meningkatkan kemampuan fotokatalis pada material ZnO perlu merubah sifat fisik dengan memberi doping logam, non-logam atau logam mulia. Material yang digunakan sebagai doping dengan material (Gol. III) seperti Gallium (Ga), Flourine (F), Indium (In), Manganese (Mn) dan Aluminum (Al). Aluminum (Al) sebagai doping menyebabkan *seed* memiliki morfologi yang meningkatkan luas permukaan lapisan dan berguna untuk efisiensi aktivitas fotokatalis [5].

Lapisan tipis ZnO dapat disintesis melalui *both Solution* dan metode berbasis Vakum, yaitu metode berbasis vakum *Pulsed Laser Deposition (PLD)*, *Chemical vapour deposition (CVD)*, *Sputtering*, *Laser ablation*, *spray pyrolysis* [6][7]. Meskipun metode diatas menghasilkan kualitas yang tinggi tetapi teknik ini

membutuhkan peralatan yang rumit dan mahal. Alternatifnya, metode deposisi yang bisa digunakan yakni berbasis larutan, seperti *Chemical Bath Deposition*, *sol-gel*, *electrodeposition*, dan *hydrothermal* [8]. Diantara metode diatas, metode sol-gel merupakan metode yang menarik, karena dapat menghasilkan lapisan kecil maupun luas yang bagus, sederhana, biaya rendah [4].

Teknik *spray-coating* merupakan proses dimana material pelapis (*feedstock*) sebagai partikel individu didorong dengan aliran gas bertekanan ke suatu permukaan (substrat). Partikel tersebut menabrak substrat, menempel, dan membentuk permukaan tipis yang sesuai [9].

Dalam penelitian ini, dilakukan deposisi lapisan tipis ZnO doping Al (ZnO:Al) di atas substrat kaca dengan menggunakan metode *sol-gel* teknik *spray-coating*. Variasi konsentrasi doping Al meliputi 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dimaksudkan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat optik lapisan tipis ZnO melalui uji karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis data transmitansinya diolah menggunakan metode *Tauc Plot* untuk mengetahui celah pita optik.

II. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

ZnO doping Aluminium (ZnO:Al) dengan variasi konsentrasi doping 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% disintesis dengan metode *sol-gel* teknik *spray-coating* pada substrat kaca. Secara umum terdapat tiga tahap, yakni tahap pertama proses pembuatan *sol-gel* ZnO tanpa doping dan ZnO:Al, tahap kedua deposisi lapisan ZnO dan ZnO:Al diatas kaca dengan teknik *spray-coating* dan

tahap ketiga pengujian sifat optik lapisan tipis ZnO dan ZnO:Al.

Pembuatan *sol-gel* dengan menyiapkan *Zinc acetat* ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) 0,5M di masukkan kedalam larutan isopropanol diaduk dengan *magnetic stirred* pada suhu ruangan selama 15 menit sampai larutan homogen, kemudian teteskan *Monoethanolamine* (MEA) selama 15 menit atau sampai larutan tidak berwarna atau transparan. Setelah itu, masukkan doping *Aluminum nitrat* ($Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) kemudian diaduk selama 15 menit.

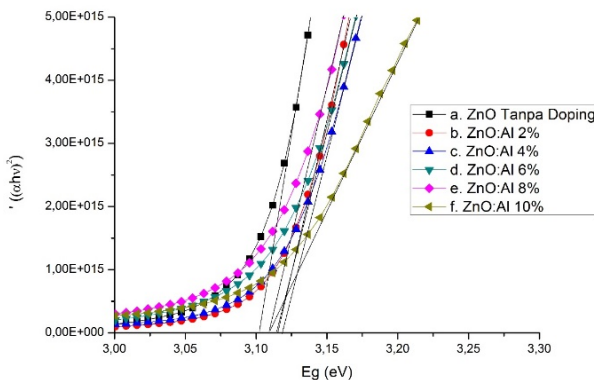
Pelapisan dengan teknik *spray-coating*, sebelumnya substrat kaca telah dibersihkan dengan acetone, metanol masing-masing selama 10 menit kemudian dibersihkan dengan *DI water (deionized water)* kemudian diletakkan pada *hot plate* dengan mengatur suhu 450 °C, *spray-coating* dilakukan sampai larutan habis terdeposisi. Setelah lapisan terdeposisi pada substrat dianealing selama 1 jam pada tekanan atmosfer.

Pengujian sifat optik lapisan tipis ZnO dan ZnO doping Al dilakukan menggunakan UV-Vis Spectroscopy (UV-VIS 1240 SA) untuk memperoleh nilai transmitansi pada panjang gelombang 300 nm -800 nm.

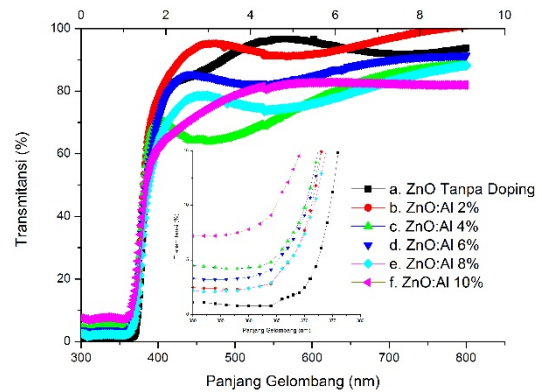
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian transmitansi optik T (%) sebagai fungsi panjang gelombang λ (nm) pada gambar (1), seperti yang terlihat pada gambar (1)-(a) adalah spektrum transmitansi optik ZnO tanpa doping dan gambar (1)-(b-f) merupakan lapisan tipis ZnO yang didoping variasi konsentrasi doping Al. ZnO tanpa doping memiliki transmitansi optik yang tinggi pada daerah sinar tampak rata-rata lebih dari 90%. Lapisan ZnO:Al nilai transmitansi pada daerah sinar tampak berada pada *range* transmitansi 64%–96% yang mengalami penurunan dibanding dengan ZnO tanpa doping dengan penambahan konsentrasi doping Al yang semakin besar.

Daerah tepi absorpsi untuk semua lapisan terletak pada *range* 360 nm - 380 nm disebabkan oleh transisi antara pita valensi dan pita konduksi, daerah ini mengalami penurunan karena serapan permulaan dasar [10].



Gambar 1. Spektrum transmitansi lapisan tipis ZnO sebagai fungsi panjang gelombang variasi doping Al.



Gambar 2. Penentuan celah pita optik ZnO:Al menggunakan metode *Tauc Plot*.

Pergeseran biru (*Blue Shift*) seperti yang terlihat pada gambar (1), karena pengaruh tambahan doping Al mengalami pergeseran ke panjang gelombang yang pendek [11].

Energi celah pita (E_g) pada lapisan tipis ZnO murni dan ZnO yang didoping Al diukur dengan menggunakan spektrum transmitansi dengan mengikuti persamaan:

$$\alpha = \ln (1/T) \times (1/e) \tag{1}$$

$$\alpha h\nu = A (E_g - h\nu)^n \tag{2}$$

dimana T transmitansi, e ketebalan lapisan tipis, α koefisien absorpsi, h konstanta Planck, ν frekuensi gelombang, A konstanta, E_g energi celah pita. Indeks n adalah karakterisasi proses absorpsi dan secara teori masing-masing 2 dan 0,5 untuk tidak langsung dan secara langsung. Nilai n dapat dideduksi oleh persamaan (1), bahwa semua lapisan tipis yang didoping memiliki celah pita langsung sehingga menggunakan nilai n 0,5 [12]. Selanjutnya, celah pita dihitung dengan menarik garis linier pada plotting $(\alpha h\nu)^2$ dengan energi foton ($h\nu$) yang terlihat pada persamaan (2).

Energi celah pita lapisan tipis ZnO tanpa doping dan ZnO:Al dapat dihitung menggunakan metode *Tauc Plot* diperoleh nilai E_g seperti terlihat pada gambar (2). Nilai energi celah pita optik (E_g) yang ditampilkan pada tabel (1) pada lapisan tipis ZnO tanpa doping yakni 3,102 eV,

Tabel 1. Nilai energi celah pita lapisan tipis ZnO dan ZnO:Al

No.	Sampel	Energi Celah Pita (eV)
1	ZnO tanpa doping	3,102
2	ZnO: Al 2%	3,115
3	ZnO: Al 4%	3,118
4	ZnO: Al 6%	3,115
5	ZnO: Al 8%	3,109
6	ZnO: Al 10%	3,109

dengan penambahan doping Al pada lapisan ZnO mempengaruhi meningkatnya nilai Eg dari 3,102 eV; 3,115 eV; 3,118 eV pada konsentrasi 0%, 2% dan 4%. Namun, pada konsentrasi 6%, 8%, 10% mengalami penurunan nilai Eg yakni berturut-turut 3,115 eV; 3,109 eV; dan 3,109. Peristiwa *Blue Shift* pada doping Al sebagian besar dianggap berasal dari efek Burstein-Moss, yaitu meningkatnya nilai energi celah pita optik Eg pada lapisan tipis ZnO seiring dengan meningkatnya konsentrasi doping Al [7].

IV. KESIMPULAN

Telah dilakukan pengukuran dan pengujian terhadap sifat optik lapisan ZnO tanpa doping dan lapisan ZnO doping Al. Pengaruh penambahan doping Al pada lapisan tipis ZnO mempengaruhi pergeseran pada panjang gelombang pendek (*Blue Shift*) yakni pada panjang gelombang 360 nm–380 nm, nilai transmitansi lapisan tipis pada sinar tampak dengan rentang 64%-96% dan lapisan tipis ZnO tanpa doping nilai transmitansi pada sinar tampak dengan rata-rata lebih dari 90%. Hasil pengukuran celah pita energi Eg dengan penambahan doping Al pada lapisan tipis ZnO mengalami peningkatan nilai Eg dari lapisan tipis ZnO tanpa doping 3,102 eV menjadi (3,115 -3,118) eV pada konsentrasi 2% dan 4%.

PUSTAKA

- [1] Bizarro, M., Sanches-Arches A., Garduno-Wilches I., Alonso J.C., Ortiz, A., Synthesis and Characterization of ZnO and ZnO:Al by Spray Pyrolysis with high photocatalytic properties, *Catalysis Today*, 2011, pp. 129-134.
- [2] Bizarro, M., High photocatalytic activity of ZnO and ZnO:Al nanostructured film deposited by spray pyrolysis. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2010, pp. 198-203.
- [3] Baruah, S., Pal, S.K., Dutta, J., Nanostructure Zinc Oxide for water treatment, *Nanoscience & Nanotechnology-Asia*, 2012 Vol.2 No.2, pp. 90-102.
- [4] Li, Y., Meng, J., Al-doping effects on structure and optical properties of ZnO nanostructures, *Materials Letters*, 2014, pp. 260-262.
- [5] Mahadik, M.A., Shinde, S.S., Hunge, Y.M., Mohite, V.S., Khumbhar, S.S., Moholkar, A.V., Rajpure, K.Y., UV Assisted photoelectrocatalytic oxidation of phthalic acid using spray deposited Al doped zinc oxide thin films, 2014, pp. 446-451.

- [6] Hafdallah, A., Yanineb, F., Aida, M.S., Attaf, N., In Doped ZnO thin films, *Journal of Alloys and Compounds*, 2011, pp. 7267-7270.
- [7] Vishwas, M., Rao, K. N., Phani, A.R., Gowda, K.V.A., Chakradhar, R.P.S., Optical, electrical and structural characterization of ZnO:Al thin film prepared by a low cost sol-gel method, *Solid State Communications*, 2012, pp. 324-327.
- [8] Bu, I.Y.Y., Sol-gel production of aluminium doped zinc oxide using aluminium nitrate, *Materials Science in Semiconductor Processing*, 2014, pp. 19-25
- [9] Surono, A.T., Sutanto, H., Sifat optik Zinc Oxide (ZnO) yang dideposisi diatas substrat kaca Menggunakan Metode *Chemical Solution Deposition* (CSD) dan Aplikasinya untuk Degradasi Zat Warna *Methylene Blue*, *Youngster Physics Journal*, Vol. 2, No. 1, 2014, pp. 7-14.
- [10] Benhaoua, B., Rahal, A., Benamache, S., The Structural , Optical and Electrical Properties of nanocrystalline ZnO:Al thin films, *Superlattices and Microstructures*, 2014, pp. 38-47.
- [11] Fang, D., Lin, K., Xue, T., Cui, C., Chen, X., Yao, P., Li, H., Influence of Al Doping on structural and Optical properties of Mg-Al-co doped ZnO Thin Films prepared by Sol-Gel Method, *Journal of alloy and Compounds*, 2014, pp. 346-352.
- [12] Lee, M., Huang, M., Legard, D., Lerondel, G., Lin, J., Structure and Characterization of Sn, Al co-doped Zinc Oxide Thin Films Prepared by Sol-Gel Dip-Coating Process, *Thin Solid Films*, 2014, 516-526.