

## Pengaruh Lapisan Penyangga SnO<sub>2</sub> dan ZnO Terhadap Sifat Optik Lapisan Tipis TiO<sub>2</sub>

Nora Zenestry Jaslia\*, Astuti

Jurusan Fisika, Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis, Padang  
\*norazenestryjaslia@gmail.com

### ABSTRAK

Lapisan tipis TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>;ZnO, dan TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> telah dideposisikan di atas kaca preparat dengan menggunakan metode *spin coating*. Serbuk SnO<sub>2</sub> dibuat dengan melarutkan serbuk Sn dengan amonium hidroksida dan asam klorida. Larutan SnO<sub>2</sub> dibuat dari serbuk SnO<sub>2</sub> dengan mencampurkan larutan isopropanol dan etanol kemudian ditambahkan asam asetat. Larutan TiO<sub>2</sub> dan ZnO dibuat dari serbuk TiO<sub>2</sub> dan ZnO dengan mencampurkan *monoethanolamine* dan isopropanol. Larutan ZnO dan SnO<sub>2</sub> sebagai lapisan pertama dideposisikan terlebih dahulu di atas substrat kaca kemudian dilanjutkan larutan TiO<sub>2</sub>, dengan kecepatan yang sama yaitu 2500 rpm dan dikeringkan selama 30 menit pada temperatur 80 °C. Karakterisasi struktur kristal dan sifat optik (absorpsi dan energi gap) lapisan TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>;ZnO dan TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> menggunakan XRD dan Spektrofotometer UV-Vis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ukuran kristal dari ketiga sampel memiliki perbedaan yaitu TiO<sub>2</sub> sebesar 63,64 nm, TiO<sub>2</sub>;ZnO sebesar 53,02 nm dan TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> sebesar 79,08 nm yang dipengaruhi oleh pelarut. Penambahan lapisan penyangga menyebabkan energi gap mengalami penurunan dimana sebelum penambahan lapisan penyangga energi gap TiO<sub>2</sub> sebesar 3,2 eV, setelah penambahan lapisan penyangga energi gap mengalami penurunan yaitu 2,85 eV (TiO<sub>2</sub>;ZnO), dan (TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub>) 3 eV.

Kata kunci: energi gap, *spin coating*, TiO<sub>2</sub>, ZnO, SnO<sub>2</sub>, ukuran kristal,

### ABSTRACT

*Thin films of TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>;ZnO and TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> were deposited onto glass slides by using spin coating method. SnO<sub>2</sub> powder was prepared by dissolving Sn powder with ammonium hydroxide and hydrochloric acid. SnO<sub>2</sub> solution was made from SnO<sub>2</sub> powder by mixing of isopropanol and ethanol that was then added acetic acid. TiO<sub>2</sub> and ZnO solutions were made from TiO<sub>2</sub> and ZnO powder by mixing monoethanolamine and isopropanol. ZnO and SnO<sub>2</sub> layer as the first layer deposited on a glass substrate and then followed by TiO<sub>2</sub> layer, at the same speed of 2500 rpm and dried for 30 minutes at temperature 80 °C. Characterization of crystal structure and optical properties (absorption and energy gap) of TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>;ZnO and TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> layer was performed using the XRD and UV-Vis Spectrophotometer. The calculation show that the crystal size of the three samples are different that is TiO<sub>2</sub> (63.64 nm), TiO<sub>2</sub>;ZnO (53.02 nm) and TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> (79.08 nm) that affected by the solvent. The addition of the buffer layer causes energy gap decrease, where energy gap of TiO<sub>2</sub> (3.2 eV) decrease into 2.85 eV for TiO<sub>2</sub>;ZnO, and into 3 eV for TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub>.*

*Keywords: energy gap, spin coating, TiO<sub>2</sub>, ZnO, SnO<sub>2</sub>, crystal size*

## I. PENDAHULUAN

Lapisan tipis merupakan material yang melapisi suatu substrat dengan ketebalan tidak lebih dari 10 µm (Rahmawati dkk., 2006). Teknologi lapisan tipis sudah banyak mengalami perkembangan, baik dari segi cara pembuatan, bahan yang digunakan dan aplikasinya. Lapisan tipis dapat berupa bahan organik, anorganik, metal, maupun campuran metal-organik yang dapat memiliki sifat konduktor, semikonduktor, superkonduktor, maupun isolator. Lapisan tipis yang bersifat semikonduktor dapat diaplikasikan sebagai, fotokatalis, sel surya dan sensor (Amananti dan Sutanto, 2015).

Material yang berpotensi untuk dikembangkan adalah titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) karena stabil terhadap cahaya, biaya pembuatannya relatif murah, tersedia luas dan tidak beracun (Gratzel, 2004). TiO<sub>2</sub> dalam bentuk film tipis masih sulit diaplikasikan karena reaksi rekombinasi yang sangat cepat, sehingga proses fotodegradasi yang terjadi di permukaan fotokatalis TiO<sub>2</sub> tidak terjadi secara maksimal (Diebold, 2002). Kelemahan TiO<sub>2</sub> tersebut dapat diperbaiki dengan menggunakan perpaduan antara TiO<sub>2</sub> dengan seng oksida (ZnO) dan timah dioksida (SnO<sub>2</sub>). Kelebihan ZnO dan SnO<sub>2</sub> yaitu; ZnO memiliki penyerapan optik di daerah ultraviolet dengan celah pita energi hampir sama dengan TiO<sub>2</sub> (Tian dkk., 2009).

Penelitian tentang pembuatan lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{TiO}_2/\text{ZnO}$  menggunakan metode *sol-gel spray coating* telah dilakukan oleh Amananti (2015) dengan molaritas larutan  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{ZnO}$  sebesar 0,5 M. Hasil penelitiannya menunjukkan nilai energi gap masih besar yakni untuk  $\text{TiO}_2$  (3,2 eV) dan  $\text{TiO}_2/\text{ZnO}$  (3,08 eV). Berdasarkan penelitian tersebut dilakukanlah pembuatan lapisan tipis  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2/\text{ZnO}$  dan  $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$  dengan metode *spin coating* yang diharapkan dapat memperkecil energi gap sehingga elektron mudah berpindah dari pita valensi ke pita konduksi. Penggunaan metode *spin coating* karena kualitas penumbuhan lapisan tipis yang diperoleh homogen (Imanuel, 2012). Berdasarkan alasan tersebut pada penelitian ini akan ditinjau dari sifat optiknya (absorbansi dan energi gap).

## II. METODE

### 2.1 Pembuatan Larutan $\text{TiO}_2$ , $\text{ZnO}$ dan Serbuk $\text{SnO}_2$

Serbuk  $\text{SnO}_2$  dibuat dengan mencampurkan 4 g serbuk timah (Sn) dengan 2,4 mL HCL dan 2,6 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$  kemudian larutan  $\text{SnO}_2$  dibuat berdasarkan perhitungan secara stoikiometri dengan mencampurkan 0,3 mL isopropanol, 0,3 mL etanol dan 0,3 g  $\text{SnO}_2$  pada temperatur ruang. Setelah 30 menit larutan dititrasikan dengan 0,3 mL campuran asam asetat, dan 0,3 mL etanol, dan diaduk selama 60 menit pada temperatur ruang. Larutan  $\text{TiO}_2$  dengan mencampurkan 0,96 mL isopropanol, 0,74 mL etanol dan 1 g  $\text{TiO}_2$  pada temperatur ruang. Setelah 30 menit larutan dititrasikan dengan 0,72 mL campuran asam asetat, 0,74 mL etanol, dan diaduk selama 60 menit pada temperatur ruang. Larutan  $\text{ZnO}$  dengan melarutkan 0,94 mL isopropanol, 0,74 mL *monoethanolamine*.  $\text{ZnO}$  yang telah dicampurkan dengan isopropanol dan *monoethanolamine* diaduk selama 30 menit pada temperatur ruang sampai larutan homogen.

### 2.2 Proses pelapisan $\text{TiO}_2$ , $\text{TiO}_2/\text{ZnO}$ dan $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$

#### 2.2.1 Pembersihan Substrat

Substrat kaca yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu sesuai standar RCA (*Radio Corporation of American*) menggunakan *ultrasonic cleaner* untuk menghilangkan kotoran organik. Substrat kaca yang telah dibersihkan dikeringkan di atas *hot plate* pada temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 10 menit (Amananti dan Sutanto, 2015).

#### 2.2.2 Pelapisan $\text{TiO}_2$ pada substrat

Substrat yang telah kering diletakkan di atas alat *spin coater* kemudian larutan  $\text{TiO}_2$  ditetaskan di atas substrat kaca yang diputar pada kecepatan 2500 rpm yang membentuk lapisan tipis, kemudian dikeringkan menggunakan *hot plate* pada temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 30 menit.

#### 2.2.3 Pelapisan $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$

Proses pelapisan larutan  $\text{TiO}_2$  dengan  $\text{SnO}_2$  sebagai lapisan penyangga dilakukan di atas substrat kaca yang telah kering dan diletakkan di atas alat *spin coater* kemudian larutan  $\text{SnO}_2$  sebagai lapisan penyangga ditetaskan di atas substrat kaca yang kemudian diputar dengan alat *spin coater* pada kecepatan 2500 rpm untuk membentuk lapisan tipis, kemudian lapisan  $\text{SnO}_2$  dikeringkan menggunakan *hot plate* pada temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Setelah kering larutan  $\text{TiO}_2$  ditetaskan di atas lapisan tipis  $\text{SnO}_2$  dengan kecepatan 2500 rpm yang akan membentuk lapisan tipis, kemudian dikeringkan menggunakan *hot plate* pada temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 30 menit.

#### 2.2.4 Pelapisan $\text{TiO}_2/\text{ZnO}$

Proses pelapisan larutan  $\text{TiO}_2$  dengan  $\text{ZnO}$  sebagai lapisan penyangga dilakukan di atas substrat kaca yang telah dikeringkan dan diletakkan di atas alat *spin coater*, kemudian larutan  $\text{ZnO}$  sebagai lapisan penyangga ditetaskan di atas substrat kaca yang diputar dengan alat *spin coater* pada kecepatan 2500 rpm membentuk lapisan tipis, kemudian lapisan  $\text{ZnO}$  dikeringkan menggunakan *hot plate* pada temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Setelah kering larutan  $\text{TiO}_2$  ditetaskan di atas lapisan tipis  $\text{ZnO}$  dengan kecepatan 2500 rpm yang akan membentuk lapisan tipis, kemudian dikeringkan menggunakan *hot plate* pada temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 30 menit.

### 2.3 Karakterisasi lapisan TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>;ZnO, TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub>

#### 2.3.1 Spektrofotometer UV-Vis

Sifat optik lapisan tipis TiO<sub>2</sub> dengan dan tanpa lapisan penyangga (SnO<sub>2</sub> dan ZnO) dapat ditentukan berdasarkan pengamatan spektrum absorbansi yang diperoleh dari spektrofotometer UV-Vis dengan rentang panjang gelombang 300–750 nm. Nilai energi gapnya dapat diketahui dengan mengekstrapolasi bagian linier dari kurva ke sumbu energi ( $h\nu$ ).

#### 2.3.2 XRD (X-Ray Diffractometer)

Lapisan TiO<sub>2</sub> dengan dan tanpa lapisan penyangga (SnO<sub>2</sub> dan ZnO) pada substrat kaca dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui sifat kristal. Serta dapat mengetahui ukuran kristal dari lapisan TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>;ZnO, TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> yang didapatkan dari data ICDD (*International Center for Diffraction Database*).

### 2.4 Analisis

Data output dari XRD dianalisis dengan membandingkan pola difraksi standar yang terdapat pada data ICDD sedangkan untuk ukuran kristal ZnO didapatkan dari persamaan Scherrer (Persamaan 1) (Triwibowo, 2011).

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

dengan  $D$  adalah ukuran kristal,  $k$  adalah nilai konstanta,  $\lambda$  adalah panjang gelombang radiasi sinar-X,  $\beta$  adalah nilai FWHM dan  $\theta$  adalah sudut Bragg.

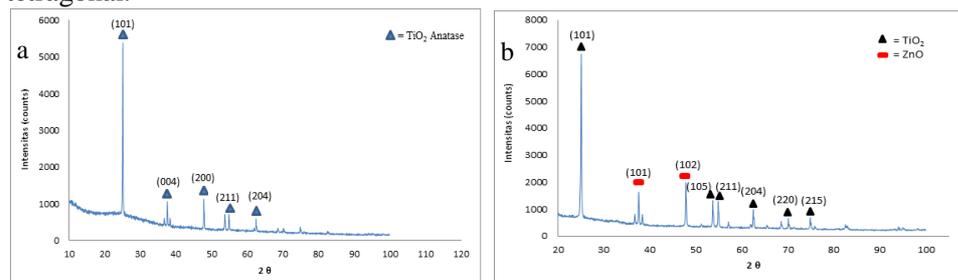
Hasil karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis akan memperlihatkan spektrum absorpsi dari lapisan tipis TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>;ZnO dan TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> yang terdiri dari sumbu  $x$  menunjukkan panjang gelombang (nm) dan sumbu  $y$  menunjukkan absorbansi (a.u). Penentuan nilai energi celah pita optik dianalisis menggunakan metode Tauc plot. Metode ini ditentukan dengan melakukan ekstrapolasi pada daerah linier dari grafik hubungan  $h\nu$  dan  $(\alpha h\nu)$  hingga memotong sumbu  $x$ .  $h$  adalah konstanta Planck,  $\nu$  adalah frekuensi dan  $\alpha$  adalah nilai absorbansi. Dari grafik hubungan  $h\nu$  dan  $(\alpha h\nu)^2$  dapat ditarik garis yang bersinggungan pada kurva untuk menentukan energi gapnya.

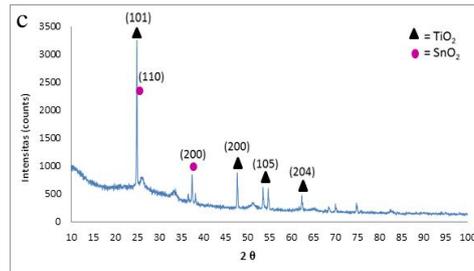
## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Analisis dan Struktur Kristal

#### 3.1.1 Analisis Struktur Kristal

Pola difraksi hasil karakterisasi XRD dari TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>;ZnO dan TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 (a) menunjukkan Pola difraksi yang didapatkan dari hasil karakterisasi menggunakan XRD pada lapisan tipis TiO<sub>2</sub>, dengan puncak tertinggi berada pada sudut  $2\theta$  yaitu 25,0955 dengan struktur kristalnya tetragonal. Hasil sintesis TiO<sub>2</sub>;ZnO yang ditunjukkan Gambar 1 (b) dengan puncak tertinggi berada pada sudut  $2\theta$  yaitu 25,0717 dan struktur kristal yang teridentifikasi yaitu tetragonal. Gambar 1 (c) untuk TiO<sub>2</sub>;SnO<sub>2</sub> dengan puncak tertinggi berada pada sudut  $2\theta$  yaitu 24,9428 dengan struktur kristalnya sama dengan TiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub>;ZnO yaitu tetragonal.





Gambar 1 Spektrum lapisan tipis (a)TiO<sub>2</sub>, (b) TiO<sub>2</sub>:ZnO dan (c) TiO<sub>2</sub>:SnO<sub>2</sub>

3.1.2 Analisis Ukuran Kristal

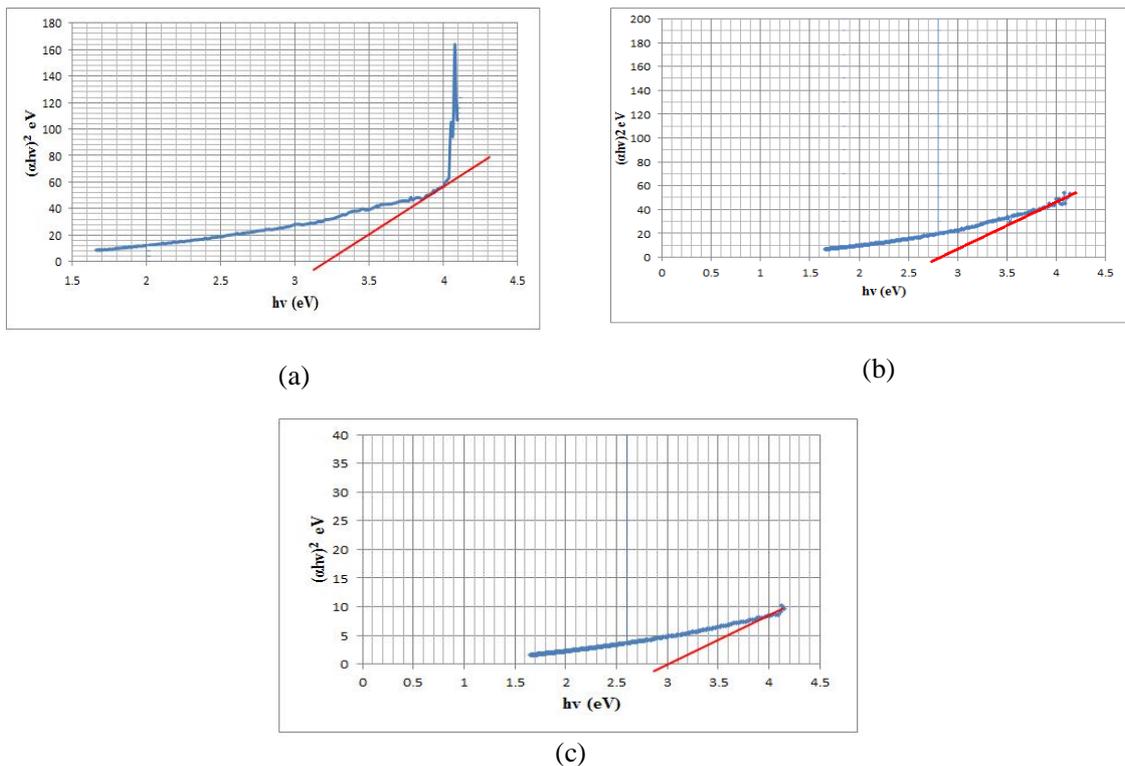
Ukuran kristal untuk lapisan tipis TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>:ZnO dan TiO<sub>2</sub>:SnO<sub>2</sub> yang ditentukan dengan persamaan Scherrer (Persamaan 1) dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat ukuran kristal yang berbeda-beda. Hal ini bisa disebabkan oleh pelarut, dalam hal ini asam asetat dan isopropanol yang digunakan tergolong pelarut polar yang akan melarutkan lebih baik zat-zat polar dan ionik, begitu pula sebaliknya. Ukuran kristal dipengaruhi oleh larutan dan kereaktifan suatu zat, dimana kereaktifan suatu unsur bergantung pada kecenderungannya melepas atau menarik elektron dimana unsur logam yang paling reaktif, seng dan timah termasuk unsur logam.

Tabel 1 Ukuran kristal TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>:ZnO dan TiO<sub>2</sub>:SnO<sub>2</sub>

No.	Sampel	Ukuran kristal (nm)
1.	TiO <sub>2</sub>	63,64
2.	TiO <sub>2</sub> :ZnO	53,02
3.	TiO <sub>2</sub> :SnO <sub>2</sub>	79,08

3.2 Analisis celah pita energi

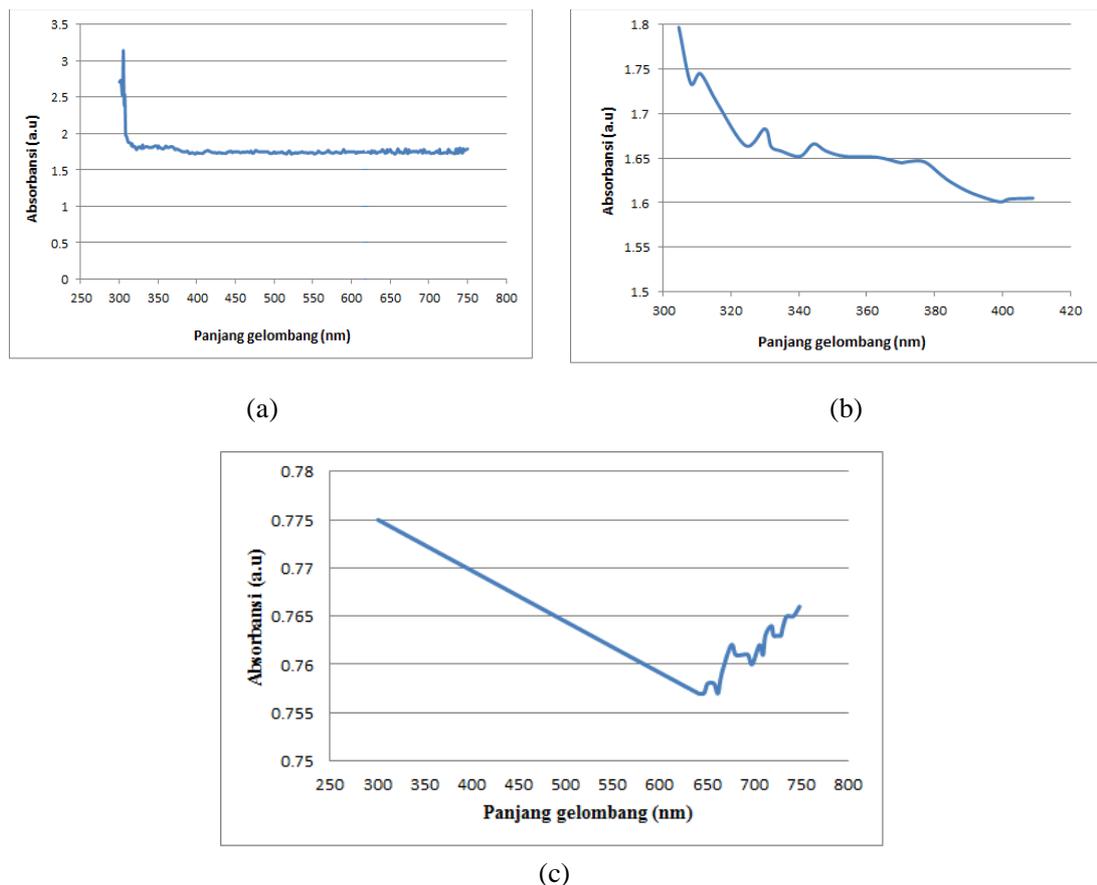
Berdasarkan data Spektrofotometer UV-Vis dengan rentang panjang gelombang ( $\lambda$ ) 300-750 nm. Spektrum Spektrofotometer UV-Vis yang diperoleh diolah menggunakan metode *TauchPlot* untuk mendapatkan celah pita energi yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Energi gap (a) TiO<sub>2</sub>, (b) TiO<sub>2</sub>:ZnO, (c) TiO<sub>2</sub>:SnO<sub>2</sub>

Gambar 2(a) menjelaskan bahwa nilai celah pita energi yang didapatkan dari Lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  sebesar 3,2 eV, Gambar 2(b)  $\text{TiO}_2$ :ZnO sebesar 2,85 eV dan Gambar 2(c)  $\text{TiO}_2$ : $\text{SnO}_2$  sebesar 3 eV. Terlihat bahwa nilai celah pita energi dengan dilapisi penyangga mengalami penurunan dengan rentang panjang gelombang yang sama (300-750 nm). Hal ini disebabkan karena lapisan penyangga membuat nilai absorpsinya semakin besar karena penambahan penyangga ZnO dan  $\text{SnO}_2$ . Penurunan energi gap dengan penambahan lapisan penyangga menyebabkan elektron dari pita valensi ke pita konduksi memerlukan energi yang lebih kecil.

Nilai absorbansi  $\text{TiO}_2$  lebih tinggi dari pada  $\text{TiO}_2$ :ZnO dan  $\text{TiO}_2$ : $\text{SnO}_2$  yaitu sebesar 3,142 untuk  $\text{TiO}_2$  pada Gambar 3 (a), 1,797 untuk  $\text{TiO}_2$ :ZnO pada Gambar 3 (b), dan 0,775 untuk  $\text{TiO}_2$ : $\text{SnO}_2$  pada Gambar 3 (c) dimana semua nilai absorbansi lapisan tipis tersebut berada pada rentang ultraviolet (300-400 nm).



**Gambar 3** Nilai absorbansi (a)  $\text{TiO}_2$ , (b)  $\text{TiO}_2$ :ZnO, dan (c)  $\text{TiO}_2$ : $\text{SnO}_2$

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan bahwa: Ukuran kristal mengecil dengan penambahan lapisan penyangga yaitu pada lapisan tipis  $\text{TiO}_2 = 63,64$  nm,  $\text{TiO}_2$ :ZnO = 46,96 nm dan pada  $\text{TiO}_2$ : $\text{SnO}_2 = 109,3$  nm. Celah pita energi dari lapisan tipis  $\text{TiO}_2$  dengan dan tanpa penyangga ZnO dan  $\text{SnO}_2$  mengalami penurunan energi gap  $\text{TiO}_2 = 3,2$  eV,  $\text{TiO}_2$ :ZnO = 2,85 eV dan  $\text{TiO}_2$ : $\text{SnO}_2 = 3,0$  eV.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amananti, W., dan Sutanto H., 2015, Analisis Sifat Optis Lapisan Tipis ZnO,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ :ZnO dengan dan Tanpa Penyangga yang Dideposisikan Menggunakan Metode Sol-Gey Spray Coating, *Jurnal Fisika Indonesia*, Vol. 19, Jurusan Fisika Universitas Diponegoro.
- Diebold, U., 2002, The Surface Science of Titanium Dioxide, New Orleans, *Surface Science Report* 48 (2003) 53229.

- Gratzel, 2004, Conversion of sunlight to electric power by nanocrystalline dye-sensitized solar cells, *J. Photochem. Photobiol. A: Chem*, 164, 3-14.
- Immanuel, A.S., 2012, Pembuatan dan Karakterisasi Film Ba<sub>0.4</sub>Sr<sub>0.6</sub>TiO<sub>3</sub> dibandingkan dengan film Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>, *Skripsi*, Departemen Fisika Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Rahmawati, Fitria, Sayekti, W., dan Pamularsih, A.W., 2006, *Synthesis of Thin Film of TiO<sub>2</sub> on Graphite Substrate by Chemical Bath Deposition*, *Indo. J. Chem.* 6 (2), 121-126.
- Tian, J., Chen, L., Yin, Y., Wang, X., Dai, J., Zhu, Z., Liu, X., Pingwei, W., 2009, Photocatalyst Of TiO<sub>2</sub>/ZnO Nano Composite Film: Preparation, Characterization, and Photodegradation Activity Of Methyl Orange, *Surface and Coatings Technology*, 204(1-2), 205-214.
- Triwibowo, J., 2011, Rekayasa Bahan Li<sub>x</sub>TiMn<sub>y</sub>Fez(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> Sebagai Katoda Solid Polymer Battery (SPB) Lithium, *Tesis*, Program Studi Magister Ilmu Bahan, Universitas Indonesia, Depok.