

PENENTUAN NILAI *ENERGY GAP* LAPISAN TIPIS TiO_2/C DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TOUC PLOT*

Agus¹, Helga Dwi Fahyuan¹, Damris M²

¹Program Studi Fisika, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

²Program Studi Kimia, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Email: agussontak0809@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang penentuan nilai *energy gap* TiO_2/C dengan menggunakan metode *Touc Plot*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan persen doping C terhadap *energy gap* pada TiO_2 . Pada penelitian ini dilakukan variasi persen doping C terhadap TiO_2 sebesar 0, 0,2, 0,4, dan 0,6%. Untuk memperoleh nilai *energy gap* dari TiO_2/C dilakukan uji transmitansi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Data transmitansi tersebut diolah menggunakan persamaan Swanepoel untuk menentukan indeks bias dan ketebalan lapisan tipis dari TiO_2/C yang digunakan untuk menentukan nilai *energy gap* dengan menggunakan metode *touc plot*, dan diperoleh nilai *energy gap* masing-masing variasi doping sebesar 3,2, 2,60, 2,77, 3,0 eV. Penambahan doping C pada TiO_2 dapat menurunkan *energy gap* dari TiO_2 . Tetapi untuk persen doping 0,6%, *energy gap* meningkat dari 0,2 dan 0,4%

Kata Kunci: TiO_2/C , Swanepoel, Energy Gap

PENDAHULUAN

Titanium Dioksida (TiO_2) adalah senyawa dengan formula TiO_2 yang berbentuk bubuk, berwarna putih. TiO_2 merupakan salah satu bahan semikonduktor yang dapat diaplikasikan untuk sel surya, sensor gas, dan fotokatalis (Hendri, 2014). TiO_2 memiliki nilai *energy gap* yang cukup lebar yaitu 3,2-3,8 eV (Redecka, 2008), besarnya nilai *energy gap* tersebut menyebabkan aktifitas fotokatalis dari TiO_2 tidak maksimal. TiO_2 memiliki rentang panjang gelombang 200-400 nm, dimana panjang gelombang tersebut hanya aktif pada spectrum sinar UV dan hanya mampu menyerap cahaya matahari sebesar 5%. Untuk mengaktifkan 95% penyerapan cahaya matahari harus berada pada area cahaya tampak (*visible*), dimana cahaya tampak berada pada rentang

panjang gelombang 400-800 nm. Maka perlu dilakukan usaha untuk memperkecil nilai *energy gap* TiO_2 sehingga memperbesar penyerapan rentang penyerapan cahaya matahari, salah satu caranya adalah dilakukannya pendopingan. Doping adalah sebagai penambahan pengotor pada material dengan tujuan untuk memodifikasi karakteristik elektroniknya (Kusumanigrum, dkk., 2011). Bahan yang umum digunakan sebagai doping TiO_2 adalah N, CuO, ZnO, C, Ag, Au, Fe, S, P. Pada penelitian ini TiO_2 akan didoping dengan Karbon (C), dimana C paling efektif karena ukurannya yang tidak jauh berbeda dengan oksigen dan ionisasinya yang kecil. TiO_2 didoping C lebih menjanjikan dibandingkan dengan atom lainnya karena memiliki ukuran atom yang mirip dengan O serta memperbaiki sifat optik dari TiO_2 sehingga dapat menurunkan nilai energi gap. Berdasarkan penelitian Mai dkk (2009) telah dilakukan variasi persen doping C terhadap TiO_2 yaitu 0%, 0,1%, 0,2%, dan 0,3%.

Hasil terbaik pada variasi persen doping C 0,3% yaitu 2,87 eV. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan variasi penambahan persen doping C terhadap TiO_2 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,6%.

Dalam pembuatan lapisan tipis ini banyak teknik yang biasa digunakan seperti: *spray solution*, *doctor blade*, *magnetron sputtering*, *Chemical Deposition Solution* (CDS), dan *spin coating*. Dari teknik-teknik tersebut, teknik yang digunakan pada penelitian ini adalah *spin coating*. Teknik ini dipilih karena memiliki keunggulan dari pada teknik lainnya baik dari segi hasil yang merata maupun langkah kerja yang mudah (Dewi, 2017). Untuk penentuan *energy gap*, pada penelitian ini menggunakan metode *Tauc Plot* (Bilalodin, 2012).

METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan dan Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau mata intan, penggaris, pinset, *spin coating*, gunting, *doubletipe*, sarung tangan karet, masker, timbang analitik, *Hot Plate*, gelas Beaker, *magnetic stirrer*, pipet tetes, tabung reaksi, spatula, batang pengaduk, selotip, *hair dryer*, kaca preparat, *furnace Vulcan* dan Spektrofotometer UV-Vis. Adapun bahan yang digunakan adalah C, TiO_2 , aquades.

B. Preparasi Substrat Kaca Preparat

Substrat kaca preparat dipotong dengan ukuran 5 x 5 cm menggunakan pisau mata intan. Substrat kemudian dibersihkan dengan deterjen untuk menghilangkan kotoran berupa minyak dan kotoran yang menempel pada substrat. Setelah dibersihkan selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan *hair dryer*. Selanjutnya substrat dicuci kembali dengan menggunakan alkohol 70% dan dikeringkan kembali dengan menggunakan *hair dryer* hingga benar-benar kering.

C. Sintesis TiO_2/C

Sebanyak 2 gr TiO_2 dilarutkan kedalam 100 mL aquades kemudian diaduk dengan *magnetik stirrer* pada suhu 80°C selama 20 menit. Selama pengadukan gelas ukur ditutup dengan *aluminium foil* untuk mengurangi penguapan. Selanjutnya, serbuk C ditambahkan dengan variasi persen doping 0, 0,2, 0,4, dan 0,6% lalu diaduk kembali dengan *magnetik stirrer* selama 2 jam dan ditutup kembali dengan *aluminium foil*. Larutan kemudian disimpan di dalam botol tertutup.

D. Pedeposisian Lapisan TiO_2/C

Kaca terlebih dahulu diberi pembatas luar di semua sisi menggunakan selotip. Penumbuhan lapisan tipis menggunakan metode sol gel dengan teknik *spin coating*. Substrat yang telah diberi pembatas diletakkan pada piringan *spin coating* yang telah ditempel dengan menggunakan *doubletipe*, kemudian ditetesi larutan TiO_2/C sebanyak 3 tetes. Kemudian dilakukan pemutaran *spin coating* dengan *setting* kecepatan putar 1500 rpm selama 30 detik dengan jeda 60 detik.

E. Analisa dan Karakterisasi Lapisan Tipis TiO_2/C

Lapisan tipis yang telah diperoleh selanjutnya diuji sifat optiknya dengan menggunakan UV-Vis. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh nilai transmitansi dan kemudian diolah dengan persamaan *Swanepoul* menggunakan metode *Touch Plot* pada aplikasi *ORIGIN* untuk mendapatkan nilai *energy gap* dari masing-masing sampel (Bilalodin 2012).

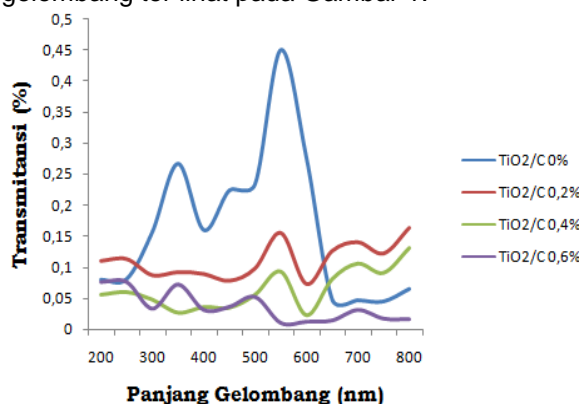
$$N = 2n_s \frac{TM_1 - Tm_2}{TM_1 \cdot Tm_2} + \frac{n_s^2 + 1}{2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana n_s menyatakan indeks bias kaca, T_M adalah tranmitansi maksimum, dan T_m adalah transmitansi minimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Energy Gap

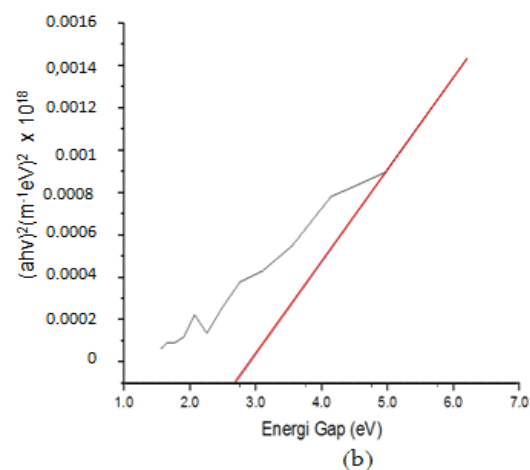
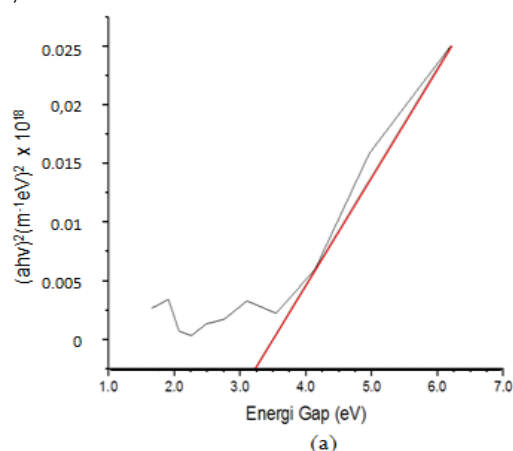
Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data transmitansi dengan panjang gelombang 200-800 nm untuk melihat sifat optik TiO_2/C . Data transmitansi tersebut akan diolah menggunakan persamaan *Swanepoul* untuk menentukan indeks bias dan ketebalan lapisan tipis dari TiO_2/C yang mana nantinya dapat digunakan untuk menentukan *energy gap* TiO_2/C menggunakan metode *Tauc Plot*. Metode *Tauc Plot* yaitu dengan menarik ekstrapolasi pada daerah linier dari kurva hubungan $(h\nu)$ sebagai absis dan $(ah\nu)^2$ sebagai ordinat hingga memotong sumbu energi. Hasil karakterisasi UV-Vis berupa transmitansi terhadap panjang gelombang ter lihat pada Gambar 1.

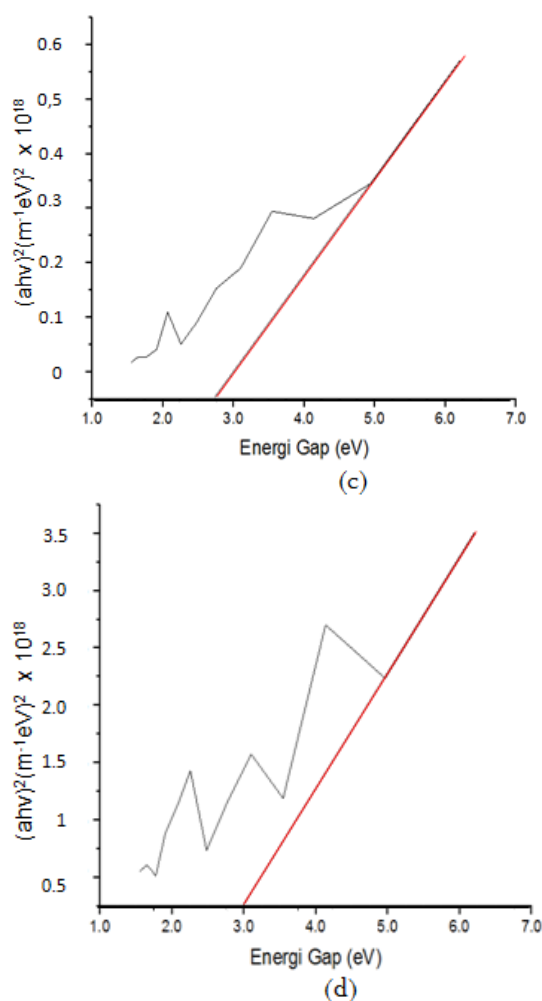


Gambar 1. Transmittansi Lapisan TiO_2/C

Gambar 1 menunjukan adanya perubahan transmittansi lapisan tipis TiO_2 dengan variasi doping C. Pada sampel TiO_2/C 0% diperoleh TM_1 , TM_2 , Tm_1 , Tm_2 adalah 0.450, 0.267, 0.160, 0.234 dengan panjang gelombang TM_1 dan TM_2 adalah 550 nm dan 350 nm. Pada sampel TiO_2/C 0,2% data transmittansi mengalami penurunan dari 0,450 menjadi 0,163. Tetapi rentang penyerapan terhadap cahaya matahari pada sampel ini meningkat pada panjang gelombang dari 550-800 nm. Peningkatan yang terjadi pada panjang gelombang tersebut akan meningkatkan proses aktivitas fotokatalis pada sinar tampak. Penurunan data transmittansi ini

disebabkan adanya doping C terhadap TiO_2 . Semakin tinggi persen doping C yang diberikan terhadap TiO_2 maka semakin menurunkan nilai dari transmittansinya. Hal tersebut dikarenakan banyaknya atom-atom yang terlibat di dalam proses penyerapan berkas cahaya (Kusumanigrum, dkk, 2011). Hal ini juga terjadi pada persen doping C 0,4% dan 0,6% yang mana data transmittansi yang dihasilkan juga mengalami penurunan menjadi 0,13 dan 0,077.





Gambar 2. Energy Gap TiO_2/C (a) 0% (b) 0,2% (c) 0,4% dan (d) 0,6%

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara *energy gap* ($h\nu$) terhadap koefisien yang diserap pada foton ($ah\nu^2$) sebagai ordinat hingga memotong sumbu energi sehingga diperoleh nilai *energy gap*. Variabel bebas dinyatakan oleh sumbu-X sedangkan sumbu-Y menyatakan variabel terikat. Perubahan nilai $ah\nu^2$ disebabkan oleh nilai transmitansi yang diperoleh. Semakin kecil nilai transmitansi maka $ah\nu^2$ yang dihasilkan akan semakin besar. Nilai $h\nu$ pada sumbu-X dipengaruhi oleh panjang gelombang, yaitu 200-800 nm. Nilai *energy gap* untuk semua sampel lapisan tipis dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai *energy gap* lapisan tipis TiO_2/C .

Lapisan Tipis TiO_2/C	<i>Energy gap</i> (eV)
0%	3,2
0,2%	2,60
0,4%	2,77
0,6%	3,0

Pada Tabel 1 dapat dilihat dari hasil pengukuran untuk *energy gap* TiO_2/C 0%, diperoleh E_g sebesar 3,2 eV. Nilai *energy gap* sangat cocok dengan nilai *energy gap* TiO_2 di literatur, yaitu 3,2-3,8 eV (Redecka, 2008). Secara keseluruhan dengan penambahan doping C pada TiO_2 , terjadi penurunan E_g dari TiO_2 , yaitu 2,60 untuk TiO_2/C 0,2%, 2,77 untuk TiO_2/C 0,4%, dan 3,0 untuk TiO_2/C 0,6%. Penurunan E_g yang paling optimal diperoleh pada penambahan doping 0,2% yaitu 2,60. Hal tersebut disebabkan karena terjadinya penyempitan pita energi. Penyempitan pita energi ini disebabkan oleh munculnya level energi baru antara pita valensi dan pita konduksi yang disebabkan adanya doping karbon, level energi baru tersebut terletak sedikit diatas pita valensi (Morikawa dkk., 2003). Sedangkan untuk TiO_2/C 0,4% terjadi sedikit kenaikan E_g dari TiO_2/C 0,2%, dan untuk TiO_2/C 0,6%, terjadi kenaikan E_g sebesar 3,0 eV. Kenaikan E_g pada penambahan doping 0,4 dan 0,6 % tersebut dikarenakan penambahan doping yang telah melebihi batas maksimum. Hal ini juga dialami oleh Wang (2005) yang melakukan doping 0%, 0,3%, 0,5% dan 0,7% terhadap TiO_2/C . Hasil yang didapatkan ialah nilai *energy gap* mengalami penurunan pada 0,3% dan 0,5%, sedangkan pada 0,7% kembali mengalami kenaikan nilai pita energi. Selain itu Zhou (2012) juga melakukan penelitian TiO_2/C dengan persen doping 0,1%, 0,3% dan 0,6%. Hasil yang didapatkan ialah nilai *energy gap* mengalami penurunan untuk sampel 0,1% dan 0,3% sedangkan pada sampel TiO_2/C 0,6% mengalami kenaikan nilai *energy gap*.

KESIMPULAN

Lapisan tipis TiO_2/C yang dihitung menggunakan persamaan *Swanepoel* dengan variasi doping C terhadap TiO_2 sebesar 0, 0.2, 0.4, dan 0.6% energi gap yang dihasilkan sebesar 3.2, 2.66, 2.77, dan 3.0 eV. Penambahan doping C pada TiO_2 dapat menurunkan energi gap dari TiO_2/C .

SARAN

Perlu dilakukannya penambahan bahan PVA supaya pada saat *spin coating* agar hasil yang didapatkan merata dan Perlu dilakukan uji TEM untuk melihat struktur atom yang terdapat pada lapisan tipis TiO_2/C .

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Damris pembimbing utama, dan Ibu Helga Dwi Fahyuan selaku pembimbing pendamping yang telah banyak membantu saya dan memberi saran serta nasehat dalam proses penelitian maupun penulisan skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

Bilalodin. 2012. Pembuatan dan Penentuan Celah Pita Optik Film Tipis TiO_2 . Purwokerto. *Jurnal Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY*:86-89

Dewi, Widiyolko Suryo .2017. *Studi Optimasi Pengaruh Perubahan Konsentrasi Terhadap Kecepatan Putar Spin Coating Pada Penumbuhan Membran Polyvinyl Alcohol (PVA) Di Atas Elektroda Platinum (Pt)* (skripsi). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Hendri, A., 2014. *Rancang Bangun Alat Spin Coating Sederhana Untuk*

Penumbuhan Lapisan Tipis Semikonduktor. Padang : UPI

Kusumanigrum, J., dkk. 2011. Adsorpsi Fenol dengan TiO_2 /Ziolit Artificial Berbahan Dasar Sekam Padi dan Limbah Kertas. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 14,1 26-31

Mai, L., dkk. 2009. Effect of C Doping on the Structural and Optical Properties of Sol Gel TiO_2 thin Films. *Applied Surface Science* 255 (2009) 9285-9289.

Morikawa, T., dkk. 2003. *Visible light photocatalys nitrogen doped titanium dioxide*, *R & D Review of Toyota CRDL*. 40(3): 45-49

Wang, D., dkk. 2005. *Synthesis and Characterization of anatase TiO_2 nanotubes with uniform diameter from titanium powder*. *Material Letter*, 62,1819-1822.

Zhao, Q., dkk. 2012. Facile Fabrication, Characterization, and enhanced Photoelectrocatalytic degradation performance of Highly Oriented TiO_2 Nanotube array. *Journal of Nanoparticle Research*, 11, 2153-2162.