

PENGARUH PENYISIPAN LOGAM Fe PADA LAPISAN TiO₂ TERHADAP PERFORMANSI SEL SURYA BERBASIS TITANIA

Rita Prasetyowati, Sahrul Saehana, Mikrajuddin Abdullah^(a), dan Khairurrijal

*Kelompok Keahlian Fisika Material Elektronik,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITB
Jalan Ganeca 10 Bandung 40132*

(a)E-mail: din@fi.itb.ac.id

Abstrak

Titania merupakan semikonduktor oksida yang digunakan sebagai lapisan aktif pada sel surya. Pengembangan sel surya berbasis titania terus dilakukan untuk memperoleh performansi sel surya yang lebih baik. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh penyisipan logam Fe pada performansi sel surya. Penyisipan logam Fe pada lapisan TiO₂ diharapkan mampu meningkatkan efisiensi sel surya.

Penyisipan logam Fe pada lapisan TiO₂ dilakukan dengan metode elektroplating pada berbagai variasi tegangan dan waktu elektroplating. Kemampuan absorpsi TiO₂ diidentifikasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Struktur sel surya yang telah dibuat dikarakterisasi dengan menggunakan I-V meter Keithley 617 untuk mengetahui performansi sel surya.

Hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa spektrum absorpsi TiO₂ berada pada daerah ultraviolet hingga cahaya tampak. Sel surya dengan lapisan aktif TiO₂ tanpa disisipi dengan logam Fe memiliki efisiensi 0,0009%. Sedangkan sel surya dengan lapisan aktif TiO₂ yang disisipi logam Fe mencapai efisiensi sebesar 0,2%. Logam Fe yang menyisip pada lapisan TiO₂ membentuk lapisan kontak logam yang menjadi lintasan bagi elektron untuk mengalir lebih cepat menuju elektroda (ITO).

Kata Kunci : TiO₂, sel surya, elektroplating, logam Fe, kontak logam, efisiensi

PENDAHULUAN

Titania merupakan salah satu oksida semikonduktor yang memiliki potensial tinggi sebagai foto oksidasi dan telah banyak digunakan sebagai fotokatalis. Titania juga mulai dikembangkan sebagai divais fotovoltaiik sejak Professor Michael Gratzel di Switzerland menemukan bahwa titania mampu mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung menggunakan doping dye (Phani G. *et al*, 2001). Titania merupakan semikonduktor oksida yang memiliki sifat optik yang baik, stabilitas kimia yang tinggi, non toksik, dan murah (Anh Tuan Vu *et al*, 2010).

Titania memiliki celah pita energi yang lebar, yaitu sekitar 3,2 eV, sehingga hanya memiliki kemampuan absorpsi yang rendah terhadap energi matahari, yaitu hanya pada rentang ultraviolet. Untuk meningkatkan kemampuan absorpsi dari titania dilakukan sensitisasi dengan bahan dye atau pengotoran dengan atom lain. Pada penelitian terdahulu dilakukan pembuatan sel surya dengan TiO₂ tanpa penambahan unsur apapun sebagai lapisan aktif, tetapi masih memberikan efisiensi yang rendah (Abdullah M. dkk, 2010).

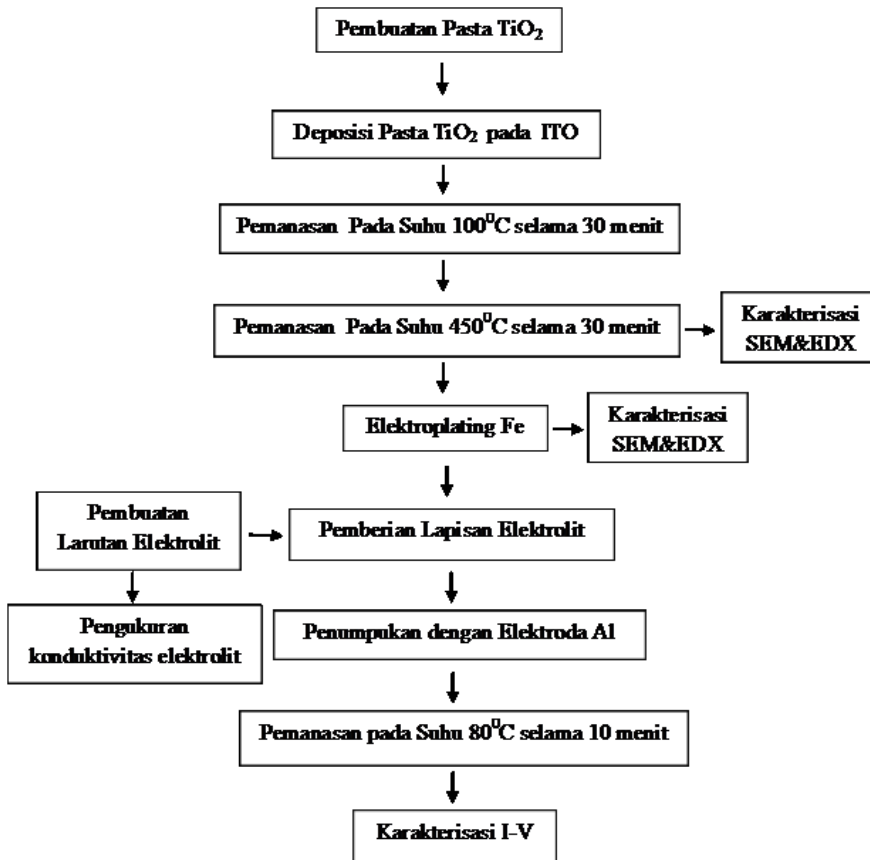
Oleh karena itu penelitian ini membahas pengaruh penyisipan logam Fe pada lapisan TiO₂ terhadap performansi sel surya yang dibuat dari bahan tersebut. Penyisipan logam Fe pada lapisan aktif TiO₂ diharapkan dapat meningkatkan performansi sel surya, yang ditunjukkan dengan nilai efisiensi yang semakin tinggi juga.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut: pembuatan pasta TiO₂, deposisi pasta TiO₂ pada substrat ITO (*Indium Tin Oxide*), elektroplating logam Fe pada lapisan TiO₂, pembuatan lapisan elektrolit, penyiapan elektroda aluminium, pembuatan sel surya dan karakterisasi I-V meter.

Pasta TiO₂ dibuat dengan teknik sol-gel, dengan menggunakan larutan PVA (*Polivinil Alkohol*) dalam aquades sebagai binder. Deposisi pasta TiO₂ pada ITO dilakukan dengan teknik printing sederhana. Elektroplating logam Fe pada lapisan TiO₂ dilakukan pada berbagai variasi tegangan dan waktu elektroplating. Lapisan elektrolit dibuat dari campuran polimer (PEG) dan garam NaF. Sel surya yang telah dibuat dikarakterisasi dengan menggunakan I-V meter Keithley 617 untuk mengetahui performansi sel surya.

Prosedur eksperimen yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1.

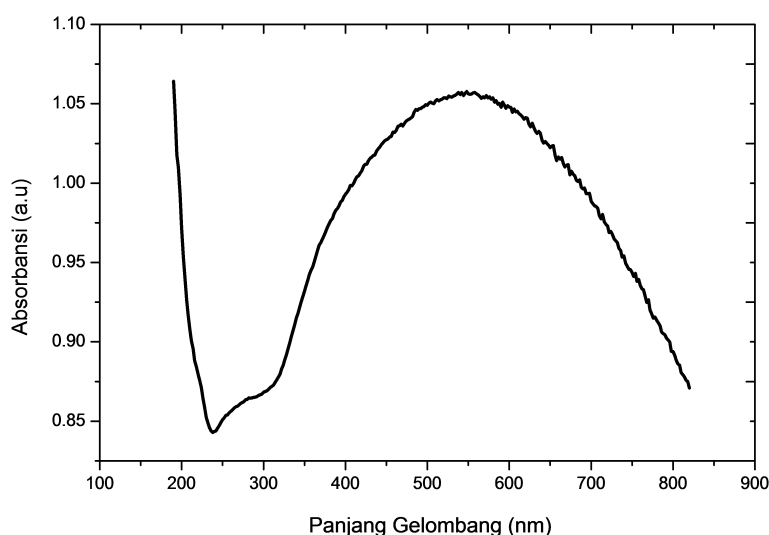


Gambar 1. Prosedur eksperimen yang dilakukan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Absorbansi TiO₂

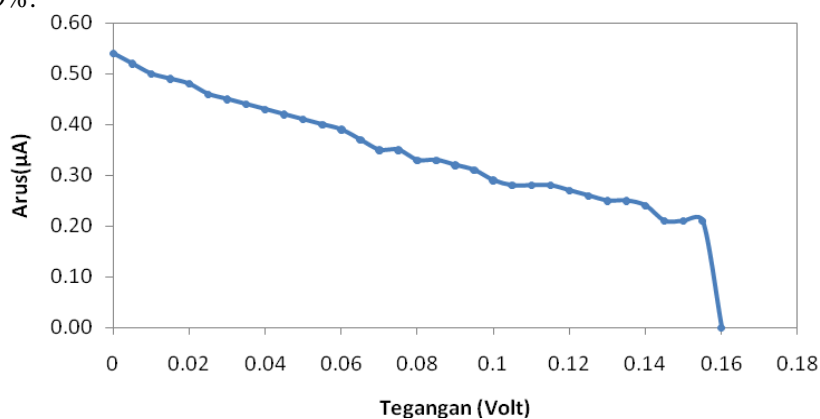
Hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis memberikan hasil spektrum absorbansi TiO₂ seperti pada Gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa rentang absorpsi TiO₂ berada pada panjang gelombang 190 -820 nm. Hal ini berarti TiO₂ mampu menyerap energi foton yang diberikan dari daerah ultraviolet sampai cahaya tampak.



Gambar 2. Spektrum Absorpsi TiO₂ (Hasil karakterisasi UV-Vis)

Performansi Sel Surya

Karakterisasi I-V dapat memberikan informasi performansi sel surya yang telah dibuat. Sebagai sampel kontrol adalah sel surya dengan lapisan TiO₂ tanpa elektroplating Fe. Gambar 3 menunjukkan karakteristik I-V sel surya kontrol pada penyinaran dengan intensitas 25.600 lux. Berdasarkan kurva karakteristik tersebut diperoleh nilai I_{sc} 0,54 μ A, V_{oc} 0,16Volt, FF 0,3906 dan efisiensi 0,0009%.

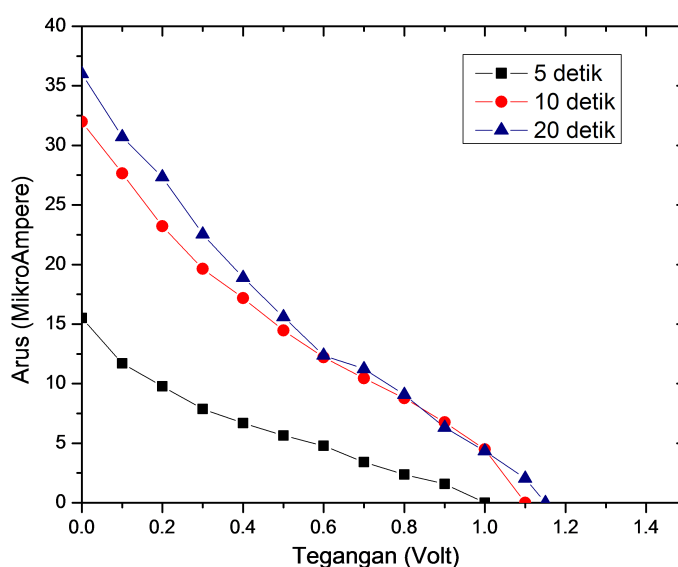


Gambar 3. Karakteristik I-V sel surya kontrol

Gambar 4 memperlihatkan karakteristik I-V sel surya dengan lapisan TiO₂ yang dielektroplating dengan tegangan 12 Volt, selama 5, 10, dan 20 detik. Berdasarkan kurva karakteristik I-V tersebut diperoleh nilai I_{sc} , V_{oc} , FF, dan efisiensi untuk masing-masing sel surya, seperti pada Tabel 1. Dari tabel tersebut terlihat bahwa semakin lama waktu elektroplating, semakin meningkat efisiensinya. Sehingga disimpulkan bahwa untuk tegangan elektroplating dan konsentrasi larutan elektrolit (FeCl₂) yang sama, efisiensi akan meningkat jika waktu elektroplating semakin lama. Hal ini disebabkan semakin lama waktu elektroplating, semakin banyak Fe yang terkandung pada lapisan TiO₂.

Tabel 1. Performansi sel surya dengan lapisan TiO₂ yang dielektroplating dengan tegangan 12 V

Waktu Elektroplating (detik)	Short Circuit Current I _{sc} (μA)	Open Circuit Voltage V _{oc} (Volt)	Fiiil Factor (FF)	Efisiensi η (%)
5	15,5	1	0.185419	0.076677
10	32	1,1	0.207955	0.195295
20	36	1,15	0,189879	0,209729

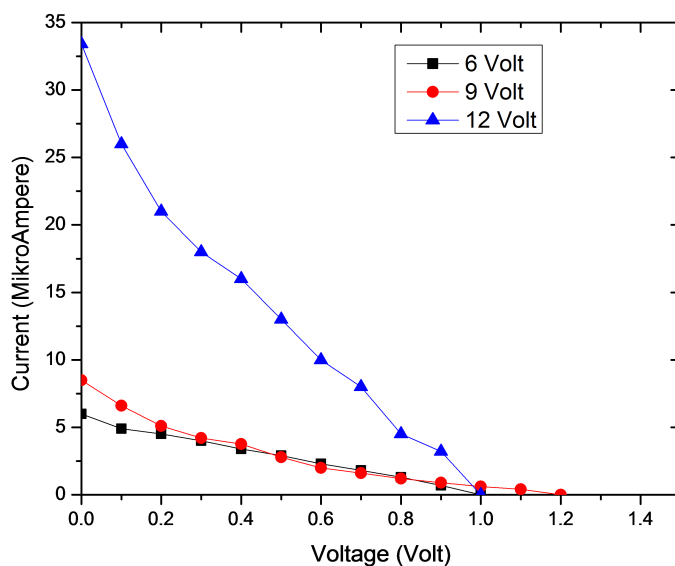


Gambar 4. Karakteristik I-V sel surya dengan lapisan TiO₂ yang dielektroplating dengan tegangan 12 V selama 5,10 dan 20 detik.

Gambar 5 memperlihatkan karakteristik I-V sel surya dengan lapisan TiO₂ yang dielektroplating selama 15 detik dengan tegangan 6, 9 dan 12 Volt. Berdasarkan kurva I-V tersebut diperoleh nilai I_{sc}, V_{oc}, FF, dan efisiensi untuk masing-masing sel surya, seperti pada Tabel 2. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa semakin tinggi tegangan elektroplating, semakin meningkat efisiensinya. Sehingga disimpulkan bahwa untuk waktu elektroplating dan konsentrasi larutan elektrolit (FeCl₂) yang sama, efisiensi akan meningkat jika tegangan elektroplating semakin tinggi. Hal ini disebabkan semakin tinggi tegangan elektroplating, semakin mudah terjadi ionisasi pada larutan elektrolit (FeCl₂), sehingga semakin banyak logam Fe yang menyisip pada lapisan TiO₂.

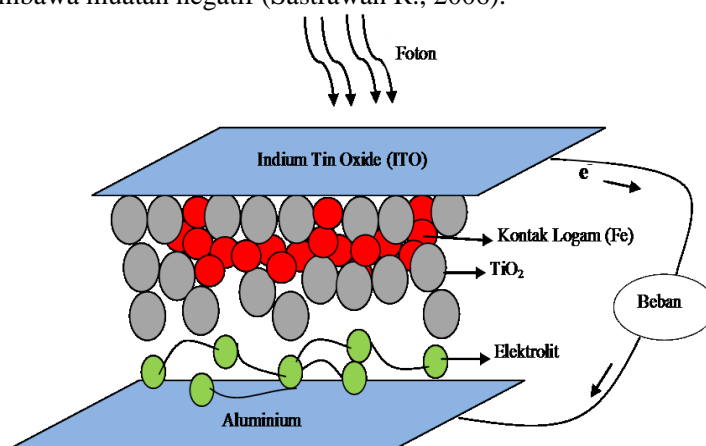
Tabel 2. Performansi sel surya dengan lapisan TiO₂ yang dielektroplating selama 15 detik

Tegangan elektroplating (Volt)	Short Circuit Current I _{sc} (μA)	Open Circuit Voltage V _{oc} (Volt)	Fiiil Factor (FF)	Efisiensi η (%)
6	6	1	0.241667	0.038686
9	8,5	1,2	0.147451	0.040126
12	33,41	1	0.194553	0.173418



Gambar 5. Karakteristik I-V sel surya dengan lapisan TiO_2 yang dielektroplating selama 15 detik dengan tegangan 6, 9 dan 12 Volt.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, efisiensi sel surya meningkat ketika lapisan TiO_2 dielektroplating dengan Fe, yang berarti ada atom-atom Fe yang menyisip di antara partikel-partikel TiO_2 . Hal ini bisa dijelaskan seperti Gambar 6, ketika sel surya diradiasi dengan cahaya maka akan terjadi generasi (timbulnya pasangan elektron-hole). Foton yang diserap oleh elektron pada TiO_2 menyebabkan elektron tereksitasi dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi dan selanjutnya elektron mengalir menuju ITO melalui lapisan kontak logam (Fe). Selanjutnya elektron mengalir melalui beban luar menuju *counter* elektroda dan akan diterima oleh elektrolit. Sedangkan hole yang terbentuk akan berdifusi menuju elektrolit. Hal ini berarti elektron yang diterima elektrolit akan berekombinasi dengan hole membentuk pembawa muatan negatif (Sastrawan R., 2006).



Gambar 6. Struktur sel surya berbasis TiO_2 dan logam Fe

Lapisan TiO_2 yang dielektroplating dengan tegangan yang lebih besar (konsentrasi larutan

elektrolit dan waktu elektroplating sama) atau waktu elektroplating yang lebih lama (konsentrasi larutan elektrolit dan tegangan elektroplating sama) akan mengandung unsur Fe yang lebih banyak. Sehingga memiliki lapisan kontak logam yang lebih banyak juga. Lapisan kontak logam ini menjadi lintasan bagi elektron untuk mengalir lebih cepat menuju ITO (Asagoe K. *et al*, 2007).

KESIMPULAN

Peningkatan performansi sel surya berbasis TiO₂ telah berhasil dilakukan dengan menyisipkan logam Fe pada lapisan TiO₂ dengan metode elektroplating. Elektroplating dilakukan dengan berbagai variasi tegangan dan waktu elektroplating. Sel surya yang dibuat dengan lapisan TiO₂ tanpa dielektroplating Fe memiliki efisiensi 0,0009%. Sedangkan sel surya yang dibuat dengan lapisan TiO₂ yang dielektroplating Fe mencapai efisiensi 0,2%. Sel surya ini juga memberikan I_{sc} (*short circuit current*), V_{oc} (*open circuit voltage*) dan efisiensi konversi energi yang baik, tetapi nilai FF (*fill factor*) masih rendah. Fe yang menyisip pada lapisan TiO₂ membentuk lapisan kontak logam yang menjadi lintasan bagi elektron untuk mengalir lebih cepat menuju ITO. Sehingga metode elektroplating dapat dijadikan sebagai salah satu metode pembuatan sel surya yang mudah dan murah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh *Asahi Glass Foundation 2010* dan *Hibah Strategis Nasional DIPA-ITB (Bandung Institute of Technology) 2010*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., I. Nurmawarti, H. Subianto, Khairurrijal and H. Mahfudz. (2010). *J. Nano Sainstek*. **3**
- Anh Tuan Vu, Quoc Tuan Nguyen, Thi Hai Linh Bui, Manh Cuong Tran, Tuyet Phuong Dang and Thi Kim Hoa Tran. (2010). Synthesis and Characterization of TiO₂ Photocatalyst Doped by Transition Metal Ions (Fe³⁺, Cr³⁺ and V⁵⁺). *Adv. Nat.:Nanosci. Nanotechnol.* **1**, 015009 (4pp)
- Asagoe, K., Y. Suzuki, S. Ngamsinlapasathian dan S. Yoshikawa. (2007). TiO₂-Anatase Nanowire Dispersed Composite Electrode for Dye-Sensitized Solar Cells. *J. Phys.: Conf. Ser.* **61**, 1112-1116.
- Phani, G., G. Tulloch, D. Vittorio, dan I. Skyrabin. (2001). Titania Solar Cells: New Photovoltaic Technology. *Renewable Energy*, **22**, 303-309.
- Sastrawan, R. (2006), Photovoltaic modules of dye solar cells, *Disertasi Doktor*, University of Freiburg.