



DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) MENGGUNAKAN FILM TIPIS ZnO DAN EKSTRAK DYE TERUNG BELANDA

Motlan Sirait, Novita dan Nurdin Siregar

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan
novita.pakpahan1995@gmail.com

Diterima : April 2019. Disetujui: Mei 2019. Dipublikasikan: Juni 2019

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan *prototype* DSSC yang dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Penelitian mengenai *dye sensitized solar cell* (DSSC) dilakukan dengan menggunakan *dye* dari ekstrak terung belanda, larutan elektrolit *mosalyte* dan elektroda lawan berupa platina. Elektrode kerja yaitu ZnO yang dideposisikan pada kaca konduktif ITO (*Indium Tin Oxide*) dan disintesis dengan menggunakan *metode sol-gel spin coating*. Penyediaan Prekursor dari *sol* ZnO dengan mencampurkan zinc asetat dehidrat, etanol sebagai pelarut, dan dietanolamine (DEA) sebagai stabilizer secara berturut-turut. Film tipis ZnO di *post-heating* pada suhu 600°C selama 5 jam. Lapisan film tipis ZnO dikarakterisasi dengan menggunakan SEM, XRD, UV-Vis Spektrometer, dan FTIR. Nilai energi gap dari film tipis ZnO dengan suhu *post-heating* 600°C adalah 3,29 eV. Nilai efisiensi pada suhu *post-heating* 600°C sebesar 0.054%.

Kata Kunci : Film tipis ZnO, Sol-gel, Spin coating, terung belanda, post-heating, Dye Sensitized Solar Cell

ABSTRACT

This research was conducted to produce a DSSC prototype that can convert sunlight energy into electrical energy. Research on dye sensitized solar cell (DSSC) was carried out using dye from Dutch eggplant extract, mosalyte electrolyte solution and the opposite electrode in the form of platinum. The working electrode, ZnO, is deposited on ITO (Indium Tin Oxide) conductive glass and synthesized using the sol-gel spin coating method. . Providing precursors from ZnO sol by mixing zinc acetate dehydrate, ethanol as a solvent, and dietanolamine (DEA) as stabilizers in succession. ZnO thin films were post-heating at 600°C for 5 hours. The ZnO thin film layer was characterized using SEM, XRD, UV-Vis Spectrometer, and FTIR. The gap energy value of ZnO thin films with in post-heating temperature of 600°C were 3.29 eV. The efficiency of solar cells increases with increasing temperature of post-heating. The greatest DSSC efficiency obtained at 600oC was 0.054%.

Keyword : ZnO thin film, Sol-gel, Spin coating, Dutch eggplant, post-heating, Dye Sensitized Solar Cell

PENDAHULUAN

Energi merupakan suatu hal yang memiliki peranan yang penting dalam kehidupan manusia. Hampir semua aspek kehidupan membutuhkan energi. Penggunaan energi berlebih yang terus meningkat tiap tahunnya membuat suatu permasalahan baru yang akan di hadapi dalam beberapa puluh tahun kemudian yaitu: permasalahan tentang krisis energi dan lingkungan. Peningkatan penggunaan energi telah mempercepat berkurangnya pasokan minyak dunia, serta pembakaran bahan bakar fosil ini telah menyebabkan kerusakan lingkungan dan meningkatkan efek rumah kaca (Gong, 2012).

Teknologi tentang perubahan energi matahari menjadi energi listrik terus dikembangkan. Salah satu pemanfaatan energi matahari yang giat dikembangkan belakangan ini adalah sel surya. Dimana, sel surya merupakan perangkat yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang secara langsung arus dan tegangan yang dihasilkan oleh sel surya bergantung pada sinar matahari (Adityawan, 2010).

Teknologi yang digunakan untuk memanfaatkan energi matahari yang tepat adalah *Dye sensitized solar cell* (DSSC). DSSC merupakan salah satu kandidat potensial sel surya generasi mendatang. DSSC tidak memerlukan material dengan kemurnian yang tinggi. Keunggulan dari *Dye Sensitizer Solar Cell*, yaitu: biaya produksinya rendah, mudah diproduksi, memiliki efisiensi tinggi dan yang paling penting tidak beracun dan mengemis karbon dalam jumlah rendah (Mohamed, dkk, 2015).

Penggunaan ZnO sebagai semikonduktor merupakan alternatif pengganti TiO₂ karena senyawa ZnO telah menunjukkan sifat multifungsi dengan resistivitas rendah, dan memiliki karakteristik penangkap cahaya yang besar (Caglar, 2008). Selain itu ZnO juga memiliki *band gap* yang lebar yaitu 3,37eV, memiliki transparansi optik yang tinggi pada suhu kamar, dan kemampuan untuk mengikat elektron bebas sebesar 60 mV (Siregar, dkk, 2015). ZnO juga memiliki permukaan yang luas sehingga dye yang terabsorpsi lebih banyak

sehingga arus yang dihasilkan akan meningkat. Selain itu penggunaan bahan *dye* yang mampu menyerap spektrum cahaya yang lebar dan cocok dengan pita energi ZnO juga merupakan karakteristik yang penting. *Dye* yang digunakan sebagai sensitizer dapat berupa *dye* sintesis maupun *dye* alami. *Dye* sintesis umumnya menggunakan organik logam berbasis ruthenium kompleks, *dye* sintesis ini cukup mahal. Selain itu, *dye* berbasis ruthenium kompleks mengandung logam berat, yang sangat tidak baik untuk lingkungan, sedangkan untuk *dye* organik bahan yang digunakan dapat dipilih dari bahan-bahan alami, seperti daun, bunga atau buah yang diekstrak. Molekul *dye* yang mampu mengabsorpsi cahaya adalah *antocyanin*. Buah-buahan ataupun tumbuhan yang memiliki warna gelap seperti merah, hitam atau ungu mempunyai *anthocyanin* tersebut (Maddu, 2007).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Material UNPAD. ZnO dideposisikan di atas kaca ITO dengan metode sol-gel spin-coating. Bahan penelitian yang digunakan adalah *Zinc Acetat Dehydrate* (MERCK), Isopropanol sebagai pelarut dan *Diethanolamine* sebagai stabilizer.

Sintesis ZnO dilakukan dengan 4 gram *Zinc Acetat dehydrate* $\{Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O\}$ dilarutkan kedalam 35,47 ml larutan *isopropanol*. Selanjutnya distirrer dengan kelajuan 250 rpm pada suhu 60-85°C. Setelah 10 menit kemudian dimasukkan sedikit demi sedikit 1,72 ml *Diethanolamine* (DEA) ke dalam larutan secara perlahan-lahan. Pada tabung reaksi akan timbul larutan yang lebih jernih. Hasil sintesis ZnO dideposisikan di substrat dengan spin-coating. Film tipis yang terbentuk di *pre-heating* dengan suhu 250°C selama 5 jam kemudian di *post-heating* selama 5 jam.

Morfologi fil tipis ZnO diperoleh dengan karakterisasi SEM ZEISS EVO. Sifat optik film tipis dan larutan *dye* diperoleh melalui karakterisasi Uv-Vis Spektrometer. Struktur kristal film tipis diperoleh dari hasil

karakterisasi *X-ray Diffraction* (XRD) model 6100 SHIMADZU dan hasil pengukuran dengan infrared di peroleh dari hasil uji FTIR Perkin Elmer Tipe 1.

Sintesis Larutan Dye

Sintesis larutan *dye* dilakukan dengan menyiapkan bahan yang menjadi kandidat untuk *dye*. Bahan tersebut yakni terung belanda. Bahan tersebut diekstraksi dengan cara diletakkan dalam beaker glass dan digerus dengan mortar hingga merata. Setelah itu, ekstrak dilarutkan dengan menambahkan 25 ml *aquadest*, 21 ml ethanol dan 4 ml asam asetat (CH_3COOH). Kemudian diaduk hingga merata. Ekstrak didiamkan dalam wadah tertutup yang gelap atau telah dilapisi aluminium selama ± 24 jam. Lalu ekstrak disaring menggunakan kertas saring untuk mengambil larutan *dye*-nya.

Perakitan DSSC

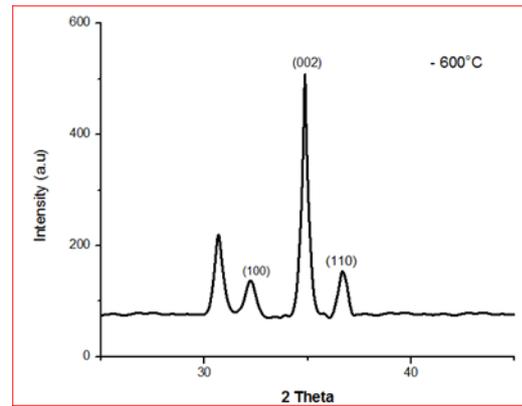
Kaca konduktif ITO dengan lapisan oksida ZnO yang sudah di celupkan ke dalam sampel *dye* yang berperan sebagai elektroda kerja, dan *counter electrode* platina ditempel dengan lapisan pemisah *surilyn*. Penempelan dengan *surilyn* dilakukan dengan cara menekan elektroda kerja dan elektroda lawan dan dipanaskan pada *hot plate* dengan suhu 70-80° agar *surilyn* menempel dengan sempurna. Kemudian elektroda kerja yang telah ditempel dengan elektroda lawan berupa platina, diinjeksi dengan larutan elektrolit cair melalui lubang kecil yang terdapat pada electrode lawan platina.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Struktur Kristal Film Tipis ZnO

X-Ray Diffraction (XRD) atau difraksi sinar-X merupakan metode difraksi sinar-X yang digunakan untuk karakterisasi struktur kristal, ukuran kristal dan orientasi bidang kristal film tipis. Tingkat kekristalan dari suatu material dapat diamati dari pola difraksi sinar-X material tersebut. Spektrum difraksi X-ray Diffraction (XRD) sampel film tipis ZnO hasil sintesis dengan metode sol-gel spin coating

dengan pencampuran teknik refluks ditunjukkan Gambar 1.



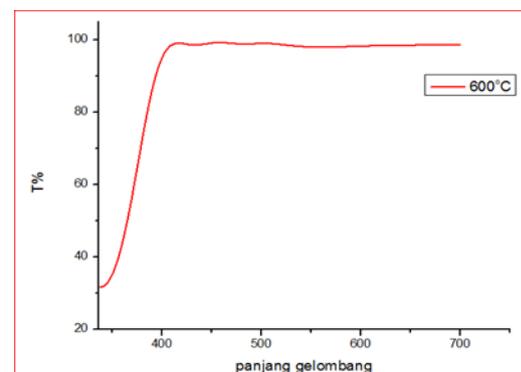
Gambar 1. Spektrum XRD film tipis ZnO dengan variasi suhu *post-heating*

Hasil analisa XRD menunjukkan bahwa ZnO hasil *post-heating* memiliki tiga bidang domain diwakili oleh bidang (002) pada $2\theta = 34,4^\circ$, bidang (101) pada $2\theta = 36,2^\circ$, dan bidang (100) pada $2\theta = 31,7^\circ$.

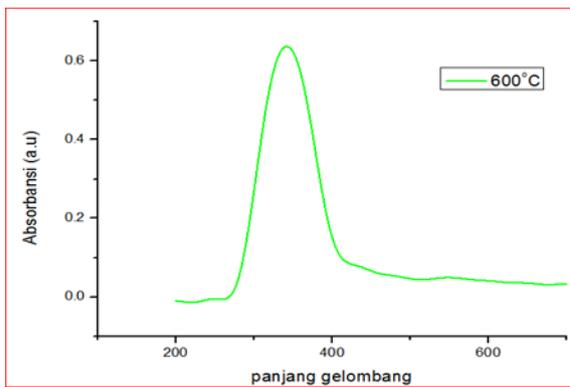
Besar ukuran kristal diukur berdasarkan grafik hasil XRD dengan cara mengambil nilai puncak (*peak*) tertinggi. Pada sampel film tipis dengan suhu *post-heating* 600°C ukuran kristal yang diperoleh adalah 32 nm.

2. Sifat Optik Film Tipis ZnO

Spektrum transmisi dan absorptansi film tipis ZnO dengan suhu *post-heating* 600°C merupakan hasil uji dari UV-Vis yang ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.

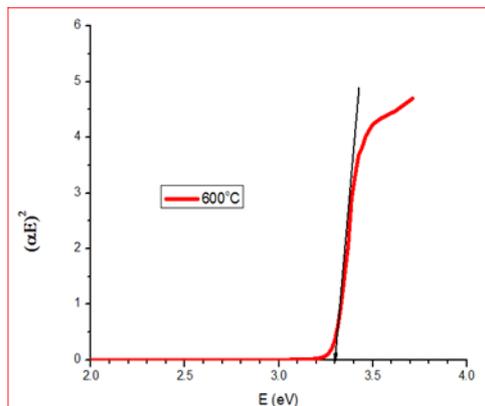


Gambar 2. Grafik transmisi ZnO pada suhu 600°C



Gambar 3. Grafik absorbansi ZnO pada suhu 600°C

Spektrum transmitansi dan absorbansi film tipis ZnO pada suhu *post-heating* terhadap panjang gelombang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Nilai transmitansi paling rendah dan paling tinggi pada rentang panjang gelombang 330 – 700 nm untuk suhu *post-heating* 600°C (22,19%; 83,34%). Nilai absorbansi paling rendah dan paling tinggi pada rentang panjang gelombang 330 – 700 nm untuk suhu *post-heating* 600°C (0.087; 0.63).

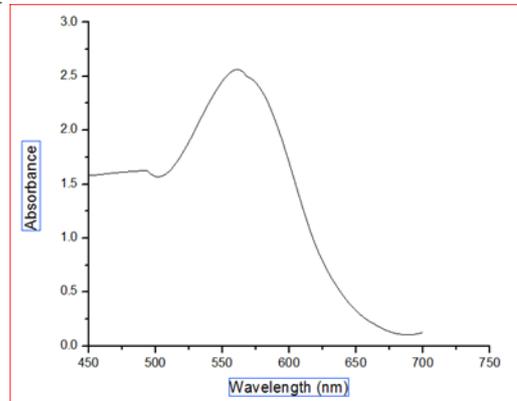


Gambar 4. Nilai energi gap 600°C

Gambar 4. Menunjukkan nilai energi gap pada ZnO dengan suhu 600°C adalah 3,29 eV. Energi band gap pada film tipis ZnO dapat dihitung dengan menggunakan metode *Tauc Plot* sehingga diperoleh nilai E seperti pada Gambar 4. Kenaikkan energi gap pada film tipis ZnO dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti permukaan ZnO yang dapat menyebabkan refleksi cahaya dengan sudut yang berbeda sehingga seolah-olah terjadi penyerapan pada panjang gelombang.

3. UV-Vis *Dye* Terung Belanda

Karakterisasi optik *dye* terung belanda menggunakan Uv-Vis spektrofotometer pada rentang panjang gelombang 450-750 nm yang merupakan spektrum sinar tampak. Grafik absorbansi dari *dye* terung belanda ditunjukkan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Grafik panjang gelombang dan absorbansi buah terung belanda

4. Efisiensi *DSSC*

Elemen penting untuk mengetahui nilai efisiensi *DSSC* adalah tegangan dan kuat arus maksimal yang dihasilkan oleh *DSSC*. Kedua nilai tersebut dikalikan sehingga dihasilkan nilai daya terbesar (P_{max}) dari *DSSC* tersebut. Persentase efisiensi dapat diperoleh dengan membandingkan daya yang dihasilkan *DSSC* (P_{max}) dengan daya yang masuk (P_{in}).

Nilai efisiensi *DSSC* pada suhu *post-heating* 600°C adalah 0,054%. Penelitian ini menghasilkan nilai efisiensi yang lebih tinggi dari nilai efisiensi yang diperoleh oleh akbar naif (2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dye Sensitized Solar Cell (*DSSC*) telah berhasil dilaksanakan dengan menggunakan *dye* dari ekstrak terung belanda. Film tipis ZnO berhasil di sintesis dengan menggunakan metode *sol-gel spin-coating*. Hasil XRD menunjukkan struktur kristal berbentuk hexagonal. Sifat optik film tipis ZnO pada suhu 600°C sebesar 3,29 eV. Efisiensi *DSSC* dengan suhu *post-heating* 600°C adalah sebesar 0,054%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityawan, E., (2010), *Studi Karakterisasi Pencatuan Solar Cell Terhadap Kapasitas Sistem Penyimpanan Energi Baterai*. Depok: Universitas Indonesia.
- Caglar, Y., Aksoy, S., Ilican, S., dan Caglar, M., (2009), Crystalline Structure and Morphological Properties of Undoped and Sn Doped ZnO Thin Films. Superlattices and Microstructures. Vol. 46(3) : 469-475.
- Gong, J., Liang, j., and Sumathy, K., (2012), Review on dye-sensitized solar cell (DSSCs): Fundamental concepts and novel materials, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(8), 5848-5860
- Maddu, A., Zuhri, M., dan Irmansyah., (2007), Penggunaan ekstrak antosianin kol merah sebagai fotosensitizer pada sel surya TiO₂, nanokristal tersensititasi dye, Makara Teknologi, 11 (2): 78-84.
- Mohammed, H. H., Mageed, Z. N., & Najim, M., 2015, Synthesis and biological activity study of 1-[4, 5, 6, 7-tetrahydro-1, 3-benzothiazol-(2-ylidiazonyl)] -2-naphthol complexes, *American Journal of Applied Chemistry*. 5, 92-99.