

DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) MENGGUNAKAN FILM TIPIS ZnO DENGAN VARIASI KECEPATAN PUTARAN BERBAHAN DYE BUNGA KEMBANG SEPATU

Motlan, Lelyana dan Nurdin

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

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

ABSTRAK

Dye Sensitized Solar Cell telah berhasil dibuat dengan menggunakan film tipis ZnO yang divariasikan dengan kecepatan putaran 1200 Rpm, yang dibuat dengan menggunakan metode *sol-gel* dengan teknik *Reflux* lalu dicoating pada kaca ITO dengan teknik *spin coating*. Film tipis ZnO dikarakterisasi dengan menggunakan XRD, SEM, UV-Vis, TIR. Ukuran kristal ZnO sebesar 37 nm. Energy gap sebesar 3.14. Nilai Efisiensi sebesar 0.2427%. nilai optimum Absorbansi dye sebesar 2.5 a.u pada panjang gelombang 550nm.

Kata Kunci: *Dye Sensitized Solar Cell, Kecepatan Putaran Spin-Coating, Bunga Kembang Sepatu, Efisiensi.*

ABSTRACT

Dye Sensitized Solar Cell has been successfully made using ZnO thin film which is varied with the rotation speed of 1200 Rpm, which is made using the *sol-gel* method with *Reflux* technique and then coating on ITO glass with *spin coating* technique. ZnO thin films were characterized using XRD, SEM, UV-Vis, TIR. ZnO crystal size is 37 nm. Energy gap of 3.14. Efficiency value of 0.2427%. optimum value of dye absorbance is 2.5 a.u at wavelength 550nm.

Keywords: *Dye Sensitized Solar Cell, Spin-Coating Round Speed, Hibiscus Flower, Efficiency.*

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat dan seiring perkembangan jumlah penduduk dan ekonomi mengakibatkan meningkatnya kebutuhan energi listrik. Sumber energi listrik utama yang biasa digunakan di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), namun sebenarnya masih banyak yang dapat dijadikan sebagai sumber energi listrik, seperti matahari, uap, angin dan biomassa. Dari beberapa sumber

energi listrik tersebut, matahari merupakan sumber energi yang sangat menjanjikan sebagai energi alternatif, terutama di Indonesia yang berada di khatulistiwa yang mendapatkan penyinaran cukup tinggi (Iwantono, dkk 2016).

Energi surya merupakan salah satu alternatif energi terbarukan yang sedang banyak dikembangkan. Pemanfaatan energi surya dilakukan dengan memfabrikasi sel surya yang kemudian disusun menjadi panel-panel surya.

Sel surya adalah suatu devais untuk merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik

dengan mengikuti prinsip fotovoltaiik (Rahman.A, 2011). Energi surya dapat dikonversi menjadi bentuk energi lain, yaitu : energi kimia, energi panas, dan energi listrik (Hankins, Mark. 2010). Sistem fotovoltaiik yang paling terkenal adalah yang dikembangkan oleh Michael Gratzel pada 1991, dimana sistem ini dinamakan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) (Halme, Janne. 2002).

DSSC pertama kali ditemukan pada tahun 1991 oleh O'Regan dan Gratzel yang menggunakan ekstrak zat warna yang terdapat pada tumbuhan sebagai penangkap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. DSSC terdiri dari beberapa komponen penting yakni kaca TCO (*Transparent Conduktng Oxide*), zat warna dan elektrolit (O'Regan & Gratzel, 1991).

Penelitian mengenai DSSC telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai semikonduktor dengan berbagai variasi, seperti yang dilakukan oleh Maurya dkk. (2016) yang menggunakan film tipis TiO₂ dengan temperatur kalsinasi 450°C dan ekstrak *dye* dari daun bunga jantan (*flowers luffa cylindra* L.) diperoleh efisiensi DSSC 1,3 Penelitian tentang film tipis ZnO dengan metode sol-gel spin coating telah banyak dilakukan, antara lain oleh Kumar dan Raji (2011) yang menggunakan bahan *zinc-asetat dehydrate*, *2-metthoxyethanol* dan MEA yang masing-masing sebagai pelarut dan penstabil. Suhu pre-heating 300°C, suhu post-heatingnya 350°C, kecepatan putarn spin-coating 3000 rpm dan substrat FTO. Hasil yang diperolehnya bahwa kristal film tipis ZnO berbentuk *wurtzite hexagonal*, ukuran kristal 43 nm dan lebar celah pita energy 3,44 eV. Menurut penelitian David, dkk (2016) yang menggunakan film tipis ZnO dengan variasi kecepatan putaran pada substrat kaca dengan metode sol-gel menunjukkan hasil spektrum XRD bahwa film-film tersebut berasal dari struktur polikristalin dengan puncak intensitas (002). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa transmitansi tinggi dapat dicapai pada kecepatan putaran 2000 rpm yang bisa digunakan sebagai kaca transparan. Menurut Hidayat (2014),

kecepatan putaran serta suhu dapat mempengaruhi efisiensi sel surya secara linier dengan menghasilkan efisiensi sebesar 0,026% pada kondisi putaran 2800 rpm dan suhu 75°C.

METODE PENELITIAN

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

Sebanyak 4,2 gram *Zinc Acetat dehydrate* {Zn(CH₃COOH).2H₂O} dilarutkan kedalam 39,47 ml sampel *isopropanol*. Selanjutnya distirrer dengan kecepatan 250 rpm pada suhu 70-85°C. Setelah 15 menit kemudian dimasukkan 2,85 ml *Diethanolamine (DEA)* sampai larutan berwarna putih bening. Hasil sintetis ZnO dideposisi di substrat dengan teknik *spin coating*. Lalu kemudin dipanaskan dengan dua tahapan, *pre-heating* dengan suhu 250°C selama 3 jam, untuk menghilangkan pelarut yang tidak dibutuhkan seperti gugus asam, kemudian di *post-heating* selama 7 jam, guna memfasilitasi terbentuknya butir ZnO. Masing masing pemanasan dengan waktu tahan 30 menit. Karakterisasi Film tipis ZnO dilakukan dengan uji XRD, Uv-Vis, dan Uji kelistrikan.

Sintetis Larutan Dye

Sintetis larutan *dye* diambil dari bunga kembang sepatu. Ekstraksi dilakukan dengan mencampurkan 4gr bunga kembang sepatu dengan 1 gr asam sitrat, aquades 50 ml, etanol 50 ml. lalu kemudian di campur hingga rata, lalu distirrer pada suhu 90°C selama 50 menit lalu disaring dalam keadaan tertutup dan kedap cahaya, guna menghindari terjadinya evaporasi.

Perakitan DSSC

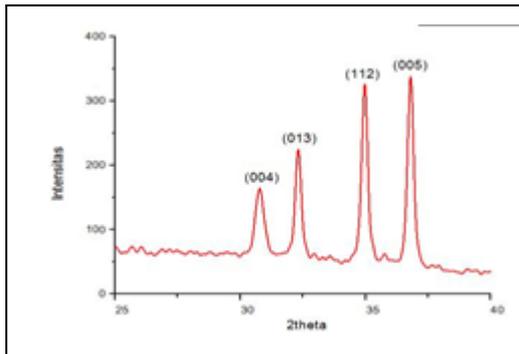
Film tipis ZnO direndam pada *dye* selama 24 jam, lalu ditempelkan pada counter elektroda platina dengan menggunakan perekat surilyn, lalu dipanaskan pada *hot plate* dengan suhu 70-80° agar *surilyn* menempel dengan

sempurna. Selanjutnya injeksi larutan elektrolit melalui lubang kecil yang terdapat pada elektrode lawan platina.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Kristal Film Tipis ZnO

Gambar 1. menunjukkan hasil XRD sampel film tipis ZnO dengan variasi kecepatan putaran 1200 Rpm.



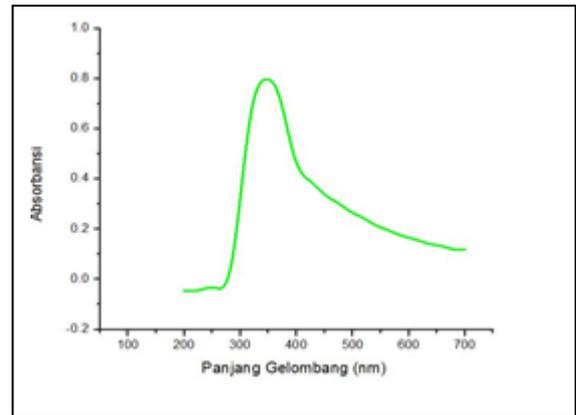
Gambar 1. Hasil Uji XRD ZnO dengan kecepatan putaran 1200 Rpm

Sistem kristal pada sampel dapat diidentifikasi dengan menggunakan *free software cellcalc.exe* dan *software OriginPro 8.1*.

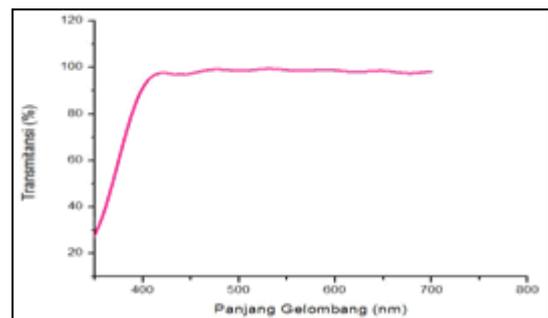
Pada Gambar.1 Tampak adanya peak pada sudut 2theta antara 30-40°. puncak pertumbuhan terorientasi pada bidang (004) berbentuk hexagonal pada 2 bidang pada 2 dan bidang (112) pada 2 dengan puncak kristal terorientasi pada bidang (005).

Sifat Optik Film Tipis ZnO Dengan Kecepatan Putaran 1200 Rpm

Gambar 2. merupakan grafik absorbansi ZnO dengan kecepatan putaran 1200 Rpm dimana peak ZnO (1200 Rpm) terorientasi pada panjang gelombang 300-400nm yang merupakan daerah cahaya tampak. Hal ini sesuai dengan penelitian Iwanto, (2016) dengan peak pada rentang panjang gelombang 300-400nm.

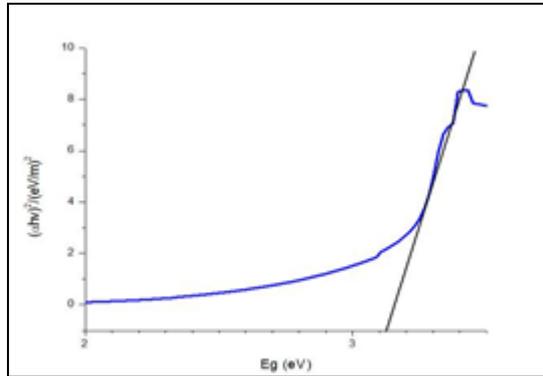


Gambar 2. Grafik absorbansi ZnO dengan kecepatan putaran 1200 Rpm



Gambar 3. Grafik transmittansi ZnO dengan kecepatan putaran 1200 Rpm

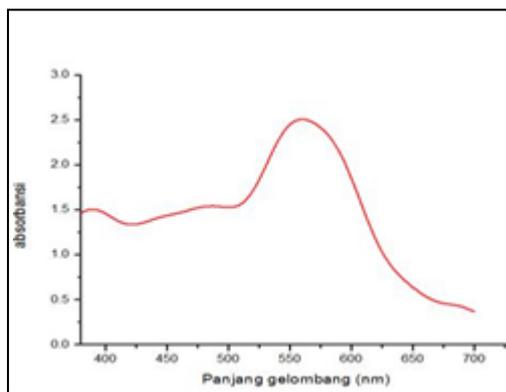
Dari gambar 3 menunjukkan bahwa hasil karakterisasi pengujian UV-Vis yang telah dilakukan didapatkan nilai transmittansi tertinggi pada kecepatan putaran 1600 rpm sebesar 96.3%, dan nilai transmittansi yang terendah pada kecepatan putaran 1400 rpm sebesar 74.04%. hal ini dapat dipengaruhi ukuran kristal yang terbentuk, struktur Kristal, serta jenis substrat yang digunakan. Hasil nini hampir sama dengan yang diperoleh Caglar, (2008) dengan nilai transmittansi berada diantar rentang 300-400 nm. Menurut Purwaningsih (2005) Besar, atau kecil nya nilai transmittansi pada film tipis dapat dipengaruhi oleh beberapa factor, seperti jumlah atom yang masuk kedalam kisi ZnO, ukuran butir kristal, permukaan lapisan bertekstur.



Gambar 4. Nilai Energi Gap ZnO dengan Kecepatan Putaran 1200 Rpm

Gambar 4 menunjukkan nilai celah energi film tipis ZnO dengan kecepatan putaran 1200 Rpm menggunakan metode Tauc Pot didapat nilai celah energy sebesar 3.14eV. hal ini sedikit lebih kecil dibanding dengan hasil yang diperoleh Kumar dengan nilai sebesar 3.44eV.

UV-Vis Larutan Dye



Gambar 5. Hasil Uv-Vis Dye Bunga Kembang Sepatu.

Gambar 5. Menunjukkan bahwa dye ekstrak bunga kembang sepatu dapat menyerap spectrum cahaya dari panjang gelombang 300nm-800nm. Hal ini sesuai dengan yang diharapkan, karena cahaya tampak terjadi pada panjang gelombang 400nm-800nm, dengan daya serap optimum pada panjang gelombang 550 sebesar 2.5 a.u. lebih tinggi dibanding dengan hasil yang diperoleh oleh Hardeli, dkk (2014) yang mengekstrak kulit buah naga dengan nilai panjang gelombang 532 nm.

Efisiensi DSSC

Persentase efisiensi dapat diperoleh dengan membandingkan daya yang dihasilkan prototipe DSSC (P_{max}) dengan daya yang diberikan oleh

sumber cahaya (P_{in}), atau dapat juga dengan menggunakan persamaan.1 berikut

$$\eta(\%) = \frac{(J_{SC}) \times (V_{OC}) \times FF \times 100}{P_{in}} \quad (1)$$

Pada pengukuran dengan menggunakan daya input 36.5(W/mm²), didapat nilai efisiensi sebesar 0.2427%. dimana DSSC tersebut memiliki Fill Factor(FF) sebesar 43.33%. Hal ini lebih besar dibandingkan dengan hasil yang diperoleh oleh Akbar (2013) diperoleh hasil efisiensi DSSC sebesar 0.149%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) telah difabrikasi dengan menggunakan material semikonduktor ZnO yang divariasikan dengan kecepatan putaran 1200 Rpm berbahan dye alami bunga kembang sepatu dan counter elektroda Platina. Film tipis ZnO disintesis dengan teknik refluks dengan menggunakan metode *Sol-Gel*, dan dicoating dengan menggunakan teknik *Spin-Coating*. Hasil pengujian XRD menunjukkan bahwa gugus ZnO telah terbentuk dengan bentuk kristal *hexagonal* pada ukuran 37nm. hasil Uv-Vis menunjukkan celah energy ZnO sebesar 3.14 eV. Efisiensi ZnO sebesar 0.242723% dengan factor pengisian 43.42%.

DAFTAR PUSTAKA

- David, A., Saint, a., dan Oluwaseum, A., (2016), Effect Of Spin Coatingon Some Optical of ZnO Thin Films. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 2016, 4, 1-6.
- Gratzel, M. 2013. *Demonstrating Electrton Transfer And Nanotechnolog : A Natural Dye Sensitized Naocrystalline Energy Converter*. *Journal Of Chemical Education* 75 (6), Page: 752
- Hardeli, (2011), *Pembuatan Prototipe Dye Sensitized Solar Cell (Dssc) Menggunakan Ubi Jalar Ungu, Wortel Dan Kunyit Sebagai Sumber Zat Warna*. Padang: UNP.
- Halme, Janne., (2002), *Dye Sensitized Nanostructured and Organic Photovoltaic Cells : Technical Review*

- and Preeleminary Test”, Helsinki University of Technology, espoo, Finland.*
- Iwantono,dkk, (2016), *Optimalisi Efisiensi Dye Sensitized Solar Cells Dengan Penambahan Doping Logam Aluminium Pada Material Aktif Nanorod ZnO Menggunakan Metode Hydrothermal, Jurnal Material dan Energi Indonesia Vol. 06, No. 01 (2016) 36 – 43 © Departemen Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran.*
- Kumar, K.B. dan Raji P. (2011), Synthesis and characteridzation of Nano Zinc Oxide bye Sol-Gel Spin Coating Recent Resarch In Sciece and Teknology. ISSN 2076-5061.
- Lai, F., Yang, J., Kou, S., (2015). Efficiency Enhancement of Dye-Sensitized Solar Cells’ Performance with ZnO Nanorods Grown by Low-Temperature Hydrothermal Reaction. Journal of Matertials.(8): 8860-8867.
- Mujdat Caglar.,A., Saliha Ilican.A., Yasemin Caglar.A., Fahrettin Yakuphanoglu. 2018. *The effects of Al doping on the optical constants of ZnO thin films prepared by spray pyrolysis method J Mater Sci Mater Electron.* Vol.19 Hal: 704–708..
- Nadeak,S,M,R., Susanti, D. 2012. *Variasi Temperatur Dan Waktu Tahan Kalsinasi Terhadap Unjuk Kerja Semikonduktor Tio₂ Sebagai Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Dengan Dye Dari Ekstrak Buah Naga merah.* Surabaya: ITS.
- O’Regan, B. & Gratzel. (1991). A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized collonidal TiO₂ film, Nature, 353, 737-740.
- Purwaningsih, S.Y., Karyono.,Sudjatmoko (2005). *Efek Doping Al pada sifat Optik dan Listrik Lapisan Tipis ZnO Hasil Deposisi dengan DC Sputtering.* Journal Fisika Dan Aplikasinya Vol.1(1).
- Hidayat, A, S., Rokhmat, M., Qurthobi, A. (2014). Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Putaran *Spin Coating* Terhadap Kinerja Sel Surya Organik Berbahan Dasar TiO₂. e-Proceeding of Engineering : Vol.1, No.1.
- Rahman, A., (2011), Fabrikasi dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO untuk Aplikasi Dye Sensitized Solar Cell, Tesis, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.