



## DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) MENGGUNAKAN FILM TIPIS ZnO:Mg DENGAN DYE EKSTRAK KULIT MANGGIS

Motlan, Diego Ferdinand dan Nurdin Siregar

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

*Diegpferdinand141095@gmail.com*

Diterima: April 2021. Disetujui: Mei 2021. Dipublikasikan: Juni 2021

### ABSTRAK

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) telah berhasil dibuat menggunakan film tipis ZnO:Mg 5 Wt%, yang dibuat dengan menggunakan metode sol-gel dengan teknik Refluks yang dideposisikan pada kaca FTO dengan teknik spin coating. Film tipis ZnO:Mg dikarakterisasi dengan menggunakan XRD, UV-Vis. Ukuran kristal ZnO:Mg 5Wt% berturut-turut sebesar 24 nm. Nilai Energi gap sebesar 3.89 eV. Nilai optimum Absorpsi dye sebesar 0.44 a.u pada panjang gelombang 561 nm. Nilai Efisiensi terbesar terdapat pada doping Film Tipis ZnO:Mg 5% sebesar 0.30%.

**Kata Kunci:** Magnesium, Kulit Buah Manggis, Efisiensi

### ABSTRACT

*Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) has been successfully fabricated using a ZnO:Mg 5 Wt% thin film, which was made using the sol-gel method with the Reflux technique deposited on FTO glass with a spin coating technique. ZnO:Mg thin films were characterized using XRD, UV-Vis. The crystal size of ZnO:Mg 5Wt% was 24 nm, respectively. Energy gap value of 3.89 eV. The optimum value of dye absorption is 0.44 a.u at a wavelength of 561 nm. The greatest efficiency value is found in the ZnO:Mg 5% Thin Film doping of 0.30%.*

**Keywords:** Magnesium, Mangosteen Peel, Efficiency

### PENDAHULUAN

ZnO merupakan material semikonduktor tipe-n yang mempunyai struktur kristal wurtzite (Fan,2011) dengan energi band gap 3,37eV dan energi ikat eksitasi sekitar 60 meV (Siregar,2015). Meski demikian ZnO memiliki sifat optik serta struktur unit yang kurang bagus sehingga diperbaiki dengan cara diberi doping. Pemberian doping bertujuan untuk merubah sifat fisik, optik, dan elektrik dengan memasukkan bahan pen-doping kedalam struktur ZnO (Yun, 2010). Magnesium merupakan merupakan doping logam yang tepat sebagai doping. menurut Huang dkk (2012) menyatakan ZnO yang Magnesium merupakan merupakan doping logam yang

tepat sebagai doping. menurut Huang dkk (2012) menyatakan ZnO yang di doping dengan logam Mg memiliki transmisi cahaya yang tinggi yaitu antara 70%-90%, kemudian penelitian seperti yang dilakukan oleh Tsay, (2008) penambahan doping logam magnesium dapat meningkatkan band gap dari 3.24 eV menjadi 3.52eV.

Pada DSSC dye berfungsi sebagai penyerap energy matahari. Penelitian Maulina,(2014) dye yang diekstrak dari ekstrak kulit manggis memiliki absorpsi sebesar 0,82 a.u pada panjang gelombang 532 nm. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan nilai efisiensi DSSC. elektroda berfungsi sebagai donor elektron yang menyebabkan timbulnya ruang saat molekul tereksitasi,

elektroda lawan dibuat dari kaca FTO yang dilapisi karbon. Kedua elektroda tersebut dirangkai mengapit larutan elektrolit. Pasang elektrolit redoks yang biasa digunakan adalah iodide/triiodide (I-/I<sub>3</sub>). (Gratzel, 2013).

Berdasarkan hal diatas tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian Dye Sensitized Solar Cell menggunakan ZnO yang dibuat dari precursor Zinc Acetat Dehydrate {Zn(CH<sub>3</sub>COOH).2H<sub>2</sub>O} yang didoping dengan logam magnesium (Mg) 5 wt% dengan menggunakan dye dari ekstrak kulit buah manggis dengan metode Sol-gel dan teknik deposisi Spin-coating.

## METODE PENELITIAN

### 1. Sintesis Film Tipis ZnO:Mg

Penelitian ini di lakukan di Laboratorium Kimia UNIMED.

ZnO:Mg disintesis menggunakan metode sol-gel dengan teknik Refluks lalu dideposisikan pada kaca FTO dengan teknik spin coating. Bahan penelitian yang digunakan adalah Zinc Acetat Dehydrate (MERCK), Magnesium (Mg) , Isopropanol sebagai pelarut dan Diethanolamine sebagai stabilizer.

Sebanyak 3,98 gram Zinc Acetat dehydrate {Zn(CH<sub>3</sub>COOH).2H<sub>2</sub>O} dan 5Wt% Magnesium (Mg) dilarutkan kedalam 35,47 ml sampel isopropanol. Selanjutnya distirrer dengan kecepatan 250 rpm pada suhu 70-85°C. Setelah 15 menit kemudian dimasukkan 1,72 ml Diethanolamine (DEA) sehingga larutan berwarna putih bening. Hasil sintesis ZnO:Mg dideposisikan pada substratFTO dengan teknik spin coating. Lalu kemudin dipanaskan dengan dua tahapan, pre-heating dengan suhu 2500C selama 5 jam, untuk menghilangkan pelarut yang tidak dibutuhkan seperti gugus asam, kemudian di post-heating selama 5 jam, guna memfasilitasi terbentuknya butir ZnO:Mg. Masing-masing pemanasan dengan waktu tahan 30 menit. Hasil Film tipis yang di post-heating akan dikarakterisasi dengan menggunakan alat uji XRD, Uv-Vis.

### 2. Sintesis Larutan Dye

Sintesis larutan dye diambil dari kulit buah manggis. Ekstraksi dilakukan dengan

mencampurkan 50gr ekstrak kulit manggis dengan 4mL asam asetat, aquades 25 ml, etanol 21ml. lalu kemudian di campur hingga rata, lalu didiamkan selama 24 jam dalam keadaan tertutup dan kedap cahaya, guna menghindari terjadinya evaporasi. Kemudian larutan dye tersebut dikarakterisasi menggunakan UV-Vis untuk mengetahui daerah serapan serta nilai absorbansi pada larutan tersebut.

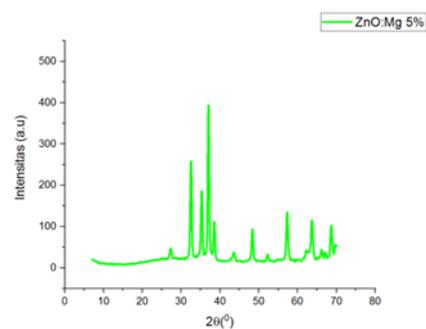
### 3. Perakitan DSSC

Film tipis ZnO:Mg direndam dalam larutan dye selama 24 jam, lalu ditempelkan pada counter elektroda platina dengan menggunakan perekat surilyn, lalu dipanaskan pada hot plate dengan suhu 70-800C agar surilyn menempel dengan sempurna. Selanjutnya injeksi larutan elektrolit berupa Mosalyte melalui lubang kecil yang terdapat pada elektroda lawan. Kemudian prototype DSSC tersebut diuji menggunakan alat I-V meter untuk mengetahui nilai efisiensinya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Struktur Kristal Film Tipis ZnO:Mg

Gambar 1. menunjukkan hasil XRD sampel film tipis ZnO:Mg 5%.



Gambar 1. Hasil uji XRD ZnO:Mg(5%)

Sistem kristal pada sampel dapat diidentifikasi dengan menggunakan Match v3.1 dan software OriginPro 8.1.

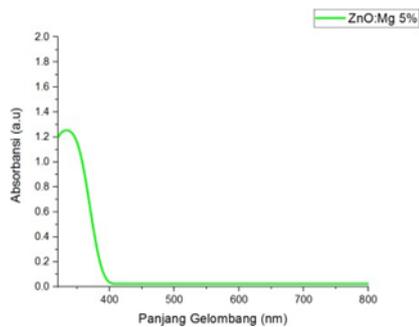
Pada Gambar.1 Tampak adanya peak pada sudut 2theta antara 30-40.puncak pertumbuhan terorientasi pada bidang (100) berbentuk hexagonal pada  $2\theta = 32,4$ , bidang (002) pada  $2\theta = 35.2^\circ$  dan bidang (101) pada  $2\theta = 37.01^\circ$ . dengan puncak kristal terorientasi pada bidang (101). Hasilini sesuai dengan penelitian Huang,(2010) dimana

terbentuk peak 2theta antara 30-400, begitu pula dengan Mia, (2015). Besar kristal yang terbentuk sebesar

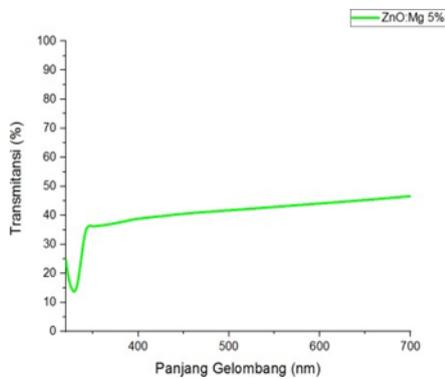
24 nm. Berdasarkan Penelitian Huang dkk,(2012) dimana penambahan doping Mg (8 at%) dapat meningkatkan ukuran kristal secara signifikan.

## 2. Sifat Optik Film Tipis ZnO:Mg

Pada Gambar 2. merupakan grafik absorbansi ZnO:Mg(5%), dimana peak ZnO:Mg terorientasi pada panjang gelombang 300- 400nm yang merupakan daerah cahaya tampak.Hal ini sesuai dengan penelitian Tsay, (2008) dengan peak pada rentang panjang gelombang 300-400nm.



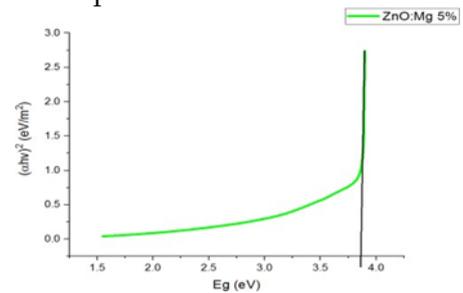
**Gambar 2.** Grafik Absorbansi ZnO:Mg(5%)



**Gambar 3.** Grafik Transmittansi ZnO:Mg(5%)

Gambar 3. menunjukkan adanya penurunan transmittansi cahaya pada panjang gelombang 310-330 nm dengan nilai maksimum transmisi 46% pada panjang gelombang 700 nm. Hasil ini hampir sama dengan yang diperoleh Tsay, (2008) dengan nilai transmittansi berada diantar rentang 400-700 nm. Menurut Purwaningsih, (2005) Besar, atau kecil nya nilai transmittansi pada film tipis dapat dipengaruhi oleh beberapa factor, seperti jumlah atom doping yang masuk kedalam kisi ZnO, ukuran butir kristal,

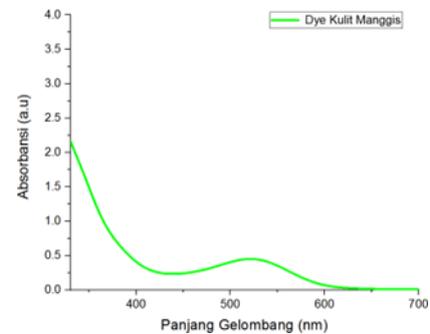
permukaan lapisan bertekstur, kekasaran permukaan, pembentukan senyawa lain yang tumbuh pada waktu yang sama dengan lapisan ZnO doping, dan kerapatan lapisan pada film tipis.



**Gambar 4.** Nilai energi gap ZnO:Mg(5%)

Gambar.4 menunjukkan nilai celah energy film tipis ZnO:Mg (5%) dengan menggunakan metode Tauc Pot didapat nilai celah energy sebesar 3.89 eV. hal ini sedikit lebih tinggi dibanding dengan hasil yang diperoleh Tsay pada persentase doping 30% sebesar 3.52 eV, juga dibanding hasil yang diperoleh Huang, (2012) dengan menggunakan doping 0%, 2%, 4% dan 8% dengan hasil, 3,26; 3,29; 3,31, 3,34 eV.

## 3. UV-Vis Larutan Dye



**Gambar 5.** Hasil UV-Vis dye kulit buah manggis

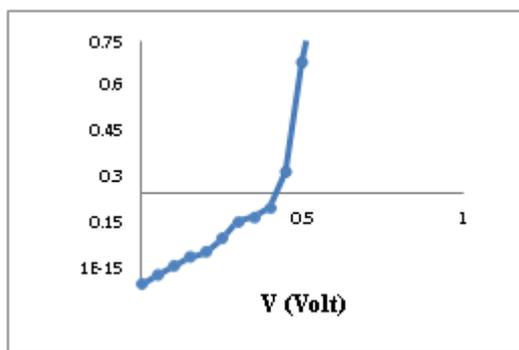
Gambar 5. Menunjukkan bahwa dye hasil ekstrak kulit manggis dapat menyerap spectrum cahaya dari panjang gelombang 300nm-800nm. Hal ini sesuai dengan yang diharapkan, karena cahaya tampak terjadi pada panjang gelombang 400nm-800nm, dengan daya serap optimum pada panjang gelombang 521nm sebesar 0.44 a.u. lebih rendah dibanding dengan hasil yang diperoleh oleh Maulina dkk. (2014 ) dengan dye yang diekstrak dari kulit manggis sebesar 0.82 a.u.

## 4. Efisiensi DSSC

Persentase efisiensi dapat diperoleh dengan membandingkan daya yang dihasilkan prototipe DSSC ( $P_{max}$ ) dengan daya yang masuk ( $P_{in}$ ), atau

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

Gambar.6 memperlihatkan hubungan antara densitas arus dan tegangan pada pengukuran DSSC dengan kondisi terang. tampak bahwa arus meningkat secara eksponensial terhadap kenaikan tegangan



**Gambar 6.** Grafik Karakterisasi I-V DSSC Pada Kondisi Terang

Pada pengukuran dengan menggunakan daya input 100 (W/mm<sup>2</sup>), didapat nilai efisiensi sebesar 0.30. adapun penelitian ini merupakan penelitian yang pertama kali dilakukan dengan menggunakan film tipis ZnO:Mg pada dye ekstrak kulit manggis.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) telah difabrikasi dengan menggunakan material semikonduktor ZnO yang didoping dengan magnesium 5% berbasis dye alami ekstrak kulit manggis dan counter elektroda Platina. Film tipis ZnO:Mg disintesis dengan teknik reflux, dan metode Sol-Gel, dan dicoating dengan menggunakan teknik Spin-Coating. Hasil pengujian XRD menunjukkan bahwa gugus ZnO:Mg berbentuk kristal hexagonal pada ukuran 24 nm. hasil UV-Vis menunjukkan celah energy ZnO:Mg sebesar 3.89 eV. Efisiensi ZnO:Mg sebesar 0.30%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fan J.C., Ling, C.C., Xie, Z. 2011. Fabrication and Characterization of As Doped p-Type ZnO Films Grown by Magnetron Sputtering. Hongkong. Chapter XVI. Optoelectronics-Materials and Techniques.
- Gratzel, M., (2013), Demonstrating Electron Transfer And Nanotechnology : A Natural Dye Sensitized Naocrystalline Energy Converter, Journal Of Chemical Education Vol.75 No.6, hal: 752
- Huang, K., Tang, Z., Zhang, L., Yu, J., Lv, J., Liu, X., Liu, F. 2012. Preparation and Characterization of Mg-doped ZnO Thin Films by Sol-Gel Method. Applied Surface Science 258: 3710-3713.
- Jun, M.C., Park, S.U., Koh, J, H., (2012), Comparative studies of Al-doped ZnO and Ga-doped ZnO transparent conducting oxide thin films. Journal of springer Vol.7 hal: 639
- Maulina, A., Hardeli.,Bahrizal. 2014. Preparasi Dye Sensitized Solar Cell Menggunakan EkstrakAntosianin Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana L). Jurnal Saintek Vol. VI No. 2: 158-167. ISSN: 2085-8019.
- Sari, N.K., Handayani, I.P., Abrar. 2016. Optimasi Pembuatan Sel Surya Tio<sub>2</sub> Dengan Metode Spin Coating Dan Perendaman Dye Buah Naga Merah. e-Proceeding of Engineering, Vol 03. Pages 2100. ISSN: 2355-9365.
- Siregar, N., Marlianto, E., Saharman, G., Motlan. 2015. The Effect of Concentration of Structure and Optical Properties of Thin Films Synthesized by Sol-Gel Methods Spin Coating. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) Volume 22, No 1 pp 428-434. ISSN: 2307-4531.
- Tsay, C.Y., Wang, M.C., Chiang, S.C. 2008. Effect of Mg Additions on Microstructure and Optical Properties of Sol-Gel Derived ZnO Thin Films. Materials Transactions Vol.49 No.5 :pp 1186-1191.

Yun, S., Lee, J., Yang, J., dan Lim, S, (2010),  
Hydrothermal synthesis of Al-doped  
ZnO nanorod arrays on Si substrate.  
Physica B: Condensed matter Vol.405,  
No.1 hal: 413-419