

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan industry saat ini. Berdasarkan data dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2018) yang dimuat oleh Yudiartono dkk, pada tahun 2016, penggunaan batubara masih mendominasi sebagai bahan bakar pembangkit, yaitu sebesar 62% atau sekitar 75 juta ton (315 juta SBM). Untuk bahan bakar fosil lain, seperti gas dan minyak, masing-masing adalah 17% (87 juta SBM) dan 5% (25 juta SBM). Adapun sisanya sebesar 16% (77 juta SBM) diisi oleh bahan bakar yang berasal dari energi baru terbarukan, seperti panas bumi, air, matahari, angin, serta biomassa. Kurangnya pasokan energi untuk menyeimbangi hal tersebut menyebabkan terjadinya krisis energy di berbagai belahan dunia termasuk Indonesia. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan dan mengoptimalkan potensi energi terbarukan. (Sari *et al*, 2016 : 2100)

Cahaya matahari merupakan salah satu potensi energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah krisis energi tersebut. Hal ini dikarenakan Indonesia termasuk negara yang memiliki intensitas penyinaran yang cukup tinggi, karena Indonesia dilewati oleh garis khatulistiwa. Setiap detiknya matahari mengkonversi 5 ton materi menjadi energi yang dipancarkan ke angkasa luar sebanyak $6,41 \times 10^7$ W/m²/hari. Suplai energi surya dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi mencapai 3×10^{24} joule per tahun. (Fitriya dkk, 2017) Intensitas matahari yang dapat ditangkap di Indonesia sekitar 4,8 kWh/m²/hari dengan pemanfaatan baru sebesar 12,1 MWe. (Sugiyono *et al*, 2014:17). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan cara merubah energi matahari ini menjadi energi listrik seperti pembuatan sel surya / *solar cell*. (Supriyanto *et al*, 2016 :1-8)

Sel surya adalah peralatan yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic*

merupakan fenomena munculnya tegangan listrik akibat adanya kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan dibawah paparan energy cahaya. Sel surya berdasarkan perkembangan teknologi saat ini dan bahan pembuatannya dapat dibedakan menjadi tiga yaitu pertama, sel surya yang terbuat dari silikon tunggal, dan silikon multi kristal. Kedua, sel surya tipe lapis tipis dan yang ketiga sel surya organik (*Dye Sensitized Solar Cell*) (Ekasari dkk, 2013). Sel surya yang saat ini sedang dikembangkan oleh peneliti adalah sel surya generasi ketiga, yaitu *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC) yang dikembangkan pertama kali oleh Michael Gratzel dan Brian O'Regan pada tahun 1991 di École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Swiss. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) adalah sel surya fotoelektrokimia yang menggunakan elektrolit sebagai medium transport muatan untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik Efisiensi maksimum DSSC saat ini sebesar 11% dengan material aktif elektroda kerja yang digunakan adalah TiO_2 (Chiba *et al*, 2004).

TiO_2 mempunyai *band gap* energi yaitu sebesar 3,2 eV dengan rentang - 1,2 eV - 2,0 eV. TiO_2 banyak digunakan karena memiliki karakteristik tidak mudah bereaksi (inert), tidak beracun, mudah diperoleh dan memiliki karakteristik optik yang baik. (Furqoni *et al*, 2016) Adapun semikonduktor lain yang memiliki sifat yang hampir sama seperti TiO_2 adalah ZnO. Harga TiO_2 yang cukup mahal dibandingkan ZnO, serta kemampuan mengikat energy exciton yang rendah (kurang dari 30 MeV) menjadi alasan mengapa penggunaan ZnO saat ini sering digunakan dan gencar untuk dikembangkan. Pemilihan ZnO sebagai material aktif bukannya tidak beralasan, ZnO merupakan unsur yang melimpah di alam dengan memiliki energi gap 3,37 eV yang hampir sama dengan TiO_2 yaitu 3,2 eV, sehingga mampu menggantikan TiO_2 sebagai material aktif (Iwantono dkk, 2016). ZnO juga memiliki kemampuan mengikat energy exciton yang tinggi (± 60 MeV), murah, dan mudah untuk didapatkan (Mia *et al*, 2017). Adapun kekurangan dari ZnO ini yaitu stabilitas kimia yang kurang baik, sehingga dibutuhkan modifikasi sebagai upaya meningkatkan kualitas ZnO. Salah satu upaya yang dilakukan ialah penambahan atau pemberian doping terhadap semikonduktor ZnO tersebut. Pemberian *doping* dilakukan untuk meningkatkan sifat fisik, optik dan elektrik

dari ZnO, dengan menggunakan berbagai jenis bahan logam pen-*doping* seperti Ga, In, Sn, Mg, Al dan B sebagai benda asing yang disubstitusikan ke dalam struktur ZnO (Yun *et al.*, 2011).

DSSC tersusun dari dua kaca TCO (*Transparent Conducting Oxide*), masing-masing bekerja sebagai elektroda kerja dan elektroda lawan (Gratzel, 2006). Elektroda kerja dari kaca TCO (*transparent conductive oxide*) dideposisikan pada suatu semikonduktor tersensitasi zat warna (*Dye*) yang berfungsi sebagai transport pembawa muatan. (TCO) adalah semikonduktor yang memiliki lebar celah pita energi antara 2,5 - 4,5 eV. Pada DSSC, *Dye* berfungsi sebagai penyerap energy matahari, sedangkan elektroda berfungsi sebagai donor elektron yang menyebabkan timbulnya ruang saat molekul lawan dibuat dari kaca TCO yang dilapisi karbon. Kedua elektroda tersebut dirangkai mengapit larutan elektrolit. Pasangan elektrolit redoks yang biasa digunakan adalah *iodide/triiodide* (I^-/I_3), (Smestad, 1998).

DSSC tidak terlepas dari pengaruh *dye* (pewarna), sejauh ini *dye* yang digunakan sebagai sensitizer dapat berupa *dye* sintesis maupun *dye* alami. *Dye* sintesis umumnya menggunakan organik logam berbasis *ruthenium complex*. Pada penelitian yang pernah dilakukan, pewarna dari senyawa *ruthenium complex* dapat mencapai efisiensi 11,1% (Chiba *et al.*, 2006). Namun, jumlah pewarna *ruthenium complex* terbatas dan harganya cukup mahal. Dengan alasan tersebut, penelitian berkembang ke arah pencarian pewarna alami yang diekstrak dari bunga, daun, dan buah-buahan (Zhou *et al.*, 2011). Pewarna (*dye*) alami yang digunakan sebagai fotosensitizer, salah satunya berupa ekstrak antosianin. Antosianin adalah bagian dari senyawa fenol yang tergolong flavonoid. Antosianin merupakan zat warna yang paling penting dan tersebar luas, pigmen yang memberikan warna merah, biru, ungu pada tumbuhan tinggi dan mudah larut dalam air (Durst *et al.*, 2005)

Penelitian mengenai DSSC telah banyak dilakukan dengan menggunakan film tipis ZnO dengan berbagai variasi pendoping. Seperti yang dilakukan oleh Tsay *et al.*, (2008) dengan menambahkan logam magnesium dengan film tipis ZnO dengan konsentrasi 0%; 10%; 20%; 30%; 33%; 36%. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan spesies Mg dalam film ZnO secara nyata mengurangi

kekasaran permukaan, meningkatkan transparansi dalam kisaran yang terlihat dan meningkatkan resistivitas. Doping ZnO:Mg dengan konsentrasi 20 (at%) menunjukkan sifat terbaik, yaitu fase wurzite tunggal, transmisi optik 94,7%, kekasaran RMS sebesar 1,63 nm dan resistivitas $8,3 \times 10^5 \Omega\text{-cm}$. Huang *et al*, (2012) melaporkan pendopongan Film Tipis ZnO dan Mg yang diendapkan pada Si dan substrat kuarsa dengan rasio atom Mg terhadap ZnO yaitu 0%, 2%, 4%, dan 8% (at%). Hasil menunjukkan bahwa film tipis ZnO:Mg memperlihatkan bahwa kekasaran RMS dari film tipis berubah dari 7,89 nm menjadi 16,9 nm dengan meningkatnya konsentrasi Mg serta transmisi cahaya yang tinggi yaitu antara 70-90%. Spektrum gelombang menunjukkan pita emisi UV sekitar 386-402 nm dan puncak emisi biru sekitar 460 nm. Alasan pemilihan logam magnesium dikarenakan jari-jari ionic antara Mg dan Zn hampir sama yaitu 0.57 Å dan 0.60 Å, sehingga mudah diatur pada berbagai macam suhu dan juga memiliki energy bandgap sebesar 7.8 eV (Kılınç *et al.*, 2010). Serta mudah didapatkan karena ketersediaannya yang melimpah di alam, sehingga magnesium dapat dijadikan doping untuk meningkatkan nilai sifat listrik ataupun optic dari ZnO

Berdasarkan hal diatas tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian *Dye Sensitized Solar Cell* dengan menggunakan ZnO yang dibuat dari precursor *Zinc Acetat Dehydrete* $\{Zn(CH_3COOH).2H_2O\}$ lalu kemudian didoping dengan logam Magnesium (Mg) dengan variasi konsentrasi. Penelitian ini menggunakan *Dye* alami yaitu antosianin yang didapat dari ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana L*). Adapun metode yang digunakan yaitu metode Sol-gel dengan teknik spin coating. Untuk cairan elektrolitnya akan dibuat dari campuran *Pottasium Iodide* dan *Iodine* yang diaduk bersama dengan larutan *acetonitrile* dan akan dikaji kelayakan listrik dari *Dye Sensitized Solar Cell* yang divariasikan pada konsentrasi doping Magnesium (Mg) pada pasta ZnO:Mg. diharapkan hasil yang didapat dari prototipe *Dye Sensitized Solar Cell* dengan nilai efisiensi yang lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Adapun judul yang akan diangkat pada penelitian ini adalah **“Pengaruh Doping Magnesium Pada Film Tipis ZnO Terhadap Efisiensi Dye Sensitizer Solar Cell (DSSC) Dengan Dye Ekstrak Kulit Manggis”**

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penulis membatasi ruang lingkup kajian pada :

1. Metode yang digunakan dalam sintesis film tipis ZnO:Mg adalah metode *Sol-Gel* dengan teknik *Spin Coating*.
2. Bahan yang digunakan sebagai *dye* adalah kulit buah manggis .
3. Temperature *pre-heating* adalah 250°C dan *post-heating* adalah 500°C.
4. Waktu tahan kalsinasi adalah 30 menit.
5. Kecepatan putaran *spin coating* adalah 5000 rpm.
6. Persentasi doping Magnesium (Mg) adalah 1%, 3%, 5%, 7%, dan 10%.
7. Preperat yang digunakan adalah Kaca FTO (*Flourine doped Tin Oxide*).

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka peneliti membuat rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh doping logam Magnesium (Mg) pada ZnO terhadap ukuran kristal film tipis ZnO:Mg ?
2. Bagaimana pengaruh doping Magnesium (Mg) terhadap sifat optik film tipis ZnO:Mg.?
3. Bagaimana cara membuat dan mensintesis film tipis ZnO:Mg menjadi sebuah prototype DSSC ?
4. Bagaimana pengaruh doping logam Magnesium (Mg) pada ZnO terhadap efisiensi DSSC ?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh doping Magnesium terhadap ukuran kristal film tipis ZnO:Mg .
2. Mengetahui pengaruh doping logam Magnesium (Mg) terhadap sifat optik film tipis ZnO:Mg.
3. Mengetahui cara pembuatan *prototype* DSSC.
4. Mengetahui pengaruh doping logam Magnesium (Mg) pada ZnO terhadap efisiensi DSSC.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diperolehnya data mengenai pengaruh doping Magnesium (Mg) terhadap ukuran kristal film tipis yang tepat untuk menciptakan *prototype Dye Sensitized Solar Cell* dengan menggunakan ZnO sebagai bahan semikonduktor, dan ekstraksi kulit manggis sebagai *dye*-nya. Dari penelitian ini diharapkan diperoleh efisiensi DSSC yang paling optimal.

