

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat dan seiring perkembangan jumlah penduduk dan ekonomi mengakibatkan meningkatnya kebutuhan energi listrik. Kemajuan teknologi serta penggunaan barang-barang elektronik yang semakin meningkat mengakibatkan kebutuhan energy semakin besar. Peran energy sebagai komoditas yang diperdagangkan menjadi makin penting. Kecenderungan ini semakin diperkuat dengan belum tersedianya sumber energy terbarukan (energy surya, angin, panas bumi, nuklir, dan lain-lain) dengan biaya produksi yang terjangkau(Pradnyana, 2016). Dari beberapa sumber energi terbarukan tersebut, matahari merupakan kandidat yang sangat menjanjikan sebagai energi alternatif, terutama di Indonesia yang berada di khatulistiwa yang mendapatkan penyinaran cukup tinggi. (Iwantono, dkk, 2016).

Cahaya matahari merupakan salah satu energi alternatif yang bersifat terbarukan. Hal ini dikarenakan Indonesia berada di garis khatulistiwa. Matahari yang berkisar 2000 jam per tahun, sehingga Indonesia tergolong kaya akan sumber energy matahari (Widodo ,dkk , 2009). Hal ini didasarkan karena energi yang dikeluarkan oleh sinar matahari sebenarnya diterima oleh permukaan bumi sebesar 69% dari total energi pancaran matahari. Sedangkan suplai energi surya dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi mencapai 3×10^{24} joule pertahun, energi ini setara dengan 2×10^{17} Watt. Jumlah energi tersebut setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Dengan kata lain, dengan menutup 0.1 % saja permukaan bumi dengan perangkat solar sel yang memiliki efisiensi 10 % sudah mampu untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia (Yulianto, dkk, 2009). Untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia perlu diadakan penelitian yang bertahap untuk menemukan teknologi yang tepat guna memanfaatkan energy matahari yang ada di muka bumi ini. Salah satu teknologi tepat guna yang memanfaatkan energy matahari adalah penggunaan sel surya atau solar cell. Penggunaan sel surya yang konvensional digunakan secara komersial oleh banyak negara-negara maju dan berkembang. Adapun beberapa

kendala pada sel surya konvensional yaitu diantaranya harganya sangat mahal sehingga membuat solar sel panel yang dihasilkan menjadi tidak efisien sebagai sumber energi alternative. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dikembangkanlah suatu teknologi yang menggunakan prinsip sel surya konvensional dengan biaya yang lebih murah serta ketersediaan bahannya melimpah atau biasa yang kita kenal dengan sebutan Dye Sensitized Solar Cell (Anguilar, dkk, 2017).

Dye-sensitized solar cell (DSSC) adalah generasi ketiga dari sel surya yang telah dikembangkan oleh O'Regan dan Gratzel pada tahun 1991. Rakitan sederhana sel surya ini (juga dikenal sebagai perangkat fotovoltaiik) bekerja dengan mengubah foton murah dari energi matahari menjadi energi listrik, berdasarkan kepekaan semikonduktor pita lebar, pewarna dan elektrolit (Huang , dkk, 2007).

Semikonduktor yang sering digunakan pada DSSC adalah metal oksida (keramik) seperti TiO_2 , SnO_2 , ZnO . TiO_2 mempunyai *band gap* lebar yaitu sebesar 3,2 eV (energi celah) 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. (Lutfi *et al*, 2016:1) 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. ZnO mempunyai band gap yang lebar sekitar 3,21 eV pada temperatur ruang (Balta et al. 2015) dan transmitansi yang tinggi sekitar 90% pada panjang gelombang visibel. Kelebihan ZnO yang lain adalah dapat ditumbuhkan pada temperatur substrat yang relatif rendah sekitar 200-400°C. Hal ini menjadi sifat menarik yang dimiliki oleh ZnO karena pembentukan kristal dapat terjadi pada temperatur di bawah 400°C. Film tipis Zinc Oxide tanpa doping memiliki karakteristik sifat listrik yang kurang baik, memiliki resistivitas sebesar 0.78 $\Omega\cdot\text{cm}$ (Sim et al. 2010). Nilai konduktivitas film tipis ZnO tanpa doping yaitu sekitar $6,24 \times 10^{-7} (\Omega\text{m})^{-1}$ (Suprayogi 2014). Dan nilai transmitansi film tipis ZnO tanpa

doping 70-80%. Kelebihan lain dari ZnO adalah memiliki kestabilan kimia yang sangat tinggi, koefisien kopling elektrokimianya juga tinggi, memiliki kemampuan absorpsi radiasi sinar UV yang luas, dan juga sangat peka terhadap cahaya (Segets, 2009). Semikonduktor ZnO diketahui stabil pada suhu ruang dan mampu bertahan dalam suhu yang sangat tinggi (Al-Kahlout, 2012). Kelemahan ZnO adalah memiliki sifat listrik, sifat optik serta struktur unit yang kurang bagus sehingga diperbaiki dengan cara diberi doping (Kim et al. 2010). Untuk menaikkan konduktivitas listriknya, ZnO seringkali didoping dengan dopan ekstrinsik. (Amara & Mohamed 2014).

Dopan ekstrinsik yang sering ditambahkan pada film tipis ZnO berupa senyawa kimia diantara periode IIA sampai III A seperti Al, Ga, In, B, Mg, dan Cu. Pada penelitian ini logam Cu digunakan sebagai atom doping dengan tujuan mampu meningkatkan konduktivitas elektrik dari ZnO, karena Cu memiliki jari-jari ion yang lebih kecil daripada ZnO dan harganya yang lebih murah dibandingkan dengan material lain (Iwantono dkk, 2016). Selain pemilihan logam Cu dikarenakan dapat digunakan sebagai semikonduktor, tidak beracun dan band gap mencapai 2,137 eV (Awinda, 2011). Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan Film tipis ZnO doping Cu ditumbuhkan di atas substrat corning glass dengan variasi temperatur annealing menggunakan metode DC magnetron sputtering. Hasilnya Film yang diannealing pada temperatur 3000C mempunyai nilai resistivitas yang lebih kecil dibandingkan dengan film yang lainnya yaitu sekitar $2,89 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$. Hal tersebut konsisten dengan hasil XRD yang menyatakan bahwa film tipis Zinc oksida yang di doping dengan tembaga pada temperature 300⁰C memiliki ukuran kristal yang semakin besar, kompak dan homogeny (Sugianto dkk, 2016). Pada penelitian yang lainnya, Dilakukan pengujian arus dan tegangan pada film tipis dengan perendaman selama 24 jam di suhu ruang. Hasilnya menunjukkan efisiensi DSSC Dye sebesar 0,0027%, sedangkan ketika ditambahkan doping Cu menunjukkan efisiensi DSSC Dye+Cu sebesar 0,0055% (Fadli, dkk, 2015).

Dalam penelitian (Motlan, dkk, 2017) hasil karakterisasi struktural pada film tipis ZnO Dengan variasi kecepatan putaran spin coating berturut-turut 3000, 4000 dan 5000 rpm, masing-masing selama 30 detik dan kalibrasi dengan 300°C pra-pemanasan dan suhu 500°C pasca-pemanasan. menunjukkan film tipis ZnO adalah heksagonal dan ukuran kristal terkecil adalah 24,9 nm pada kecepatan putaran 5.000 rpm. Karakterisasi optik menunjukkan bahwa transmisi tertinggi adalah 52,6% pada kecepatan putaran 3000 rpm dan penyerapan tertinggi adalah 1,277 pada kecepatan putaran 5.000 rpm, dan celah pita terkecil 3,13 eV pada kecepatan putaran 5000 rpm. Dalam Penelitian (Sariroh Aska, dkk, 2018) untuk menunjukkan efisiensi DSSC Dye+Cu telah dilakukan percobaan dengan ZnO doping Cu adanya perbedaan ketebalan karena perbedaan waktu putar dan kecepatan putar pada saat pelapisan dengan teknik spin coating. Semakin lama waktu putar spin coating, semakin kecil nilai ketebalan lapisan tipis. Hal ini karena semakin lama spin coating berputar, larutan akan semakin menyebar dan merata yang mengakibatkan ketebalan semakin kecil. Begitu pula dengan kecepatan putar, semakin besar kecepatan putar spin coating, semakin kecil nilai ketebalan lapisan tipis. Hal ini karena semakin cepat spin coating berputar, larutan akan semakin menyebar dengan cepat yang menjadikan nilai ketebalan lapisan tipis semakin kecil. semakin besar kecepatan putar spin coating, semakin kecil nilai ketebalan yang dihasilkan. semakin lama waktu putar spin coating akan menghasilkan ketebalan lapisan tipis yang semakin kecil.

Spin coating merupakan teknik pelapisan bahan dengan cara menyebarkan larutan ke atas substrat kemudian diputar dengan kecepatan konstan untuk memperoleh lapisan baru yang homogeny pada DSSC. Pada DSSC digunakan *dye* sebagai transport muatan, Se jauh ini *dye* yang sering digunakan sebagai sensitizer dapat berupa *dye* sintesis maupun alami. *Dye* sintesis umumnya menggunakan organik logam berbasis ruthenium kompleks, *dye* sintesis ini cukup mahal. Untuk *dyeorganic* bahan yang digunakan dapat dipilih dari bahan-bahan alami, seperti daun, bunga atau buah yang diekstrak. Ekstrak *dye* atau pigmen tumbuhan yang digunakan sebagai fotosensitizer berupa ekstrak klorofil, karoten, atau antosianin. Buah karamunting mengandung zat antosianin yang tinggi (Jumiati dkk, 2017). Ini

dikarenakan buah karamunting mengandung senyawa flavonoid, saponin, kuinon, monoterpen, seskuiterpen, polifenolat, tanin, dan steroid. Buah karamunting juga berpotensi sebagai pewarna alami (Nasution, 2014).

Berdasarkan hal diatas tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian *Dye Sensitized Solar Cell* dengan menggunakan ZnO yang dibuat dari *precursor Zinc Acetat Dehydrate* $\{Zn(CH_3COOH).2H_2O\}$ lalu kemudian didoping dengan logam tembaga (Cu) dengan variasi kecepatan putaran pada spin coating. Adapun *Dye* alami yang digunakan yaitu ekstrak buah karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*). Sedangkan 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 Tembaga(Cu) pada pasta ZnO:Cu. Berdasarkan hal tersebut peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul: **Pengaruh Kecepatan Putaran Spin Coating Terhadap Unjuk Kerja Semikonduktor ZnO:Cu Sebagai Dye sensitizer Solar Cell (DSSC) Dengan Dye Ekstrak Buah Karamunting.**

1.2 Batasan Masalah

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

1. Metode yang digunakan dalam sintesis film tipis ZnO:Cu adalah metode *Sol-Gel, Spin Coating*.
2. Bahan yang digunakan sebagai *dye* adalah buah Karamunting.
3. Temperatur *pre-heating* adalah 250 °C dan *post-heating* adalah 500 °C.
4. Waktu tahan kalsinasi adalah 30 menit.
5. Kecepatan putaran *spin coating* adalah 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm dan 5000 rpm
6. Perparat yang digunakan adalah FTO.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh kecepatan putaran pada doping ZnO terhadap ukuran kristal film tipis ZnO:Cu?
2. Bagaimana pengaruh penambahan doping Tembaga (Cu) terhadap sifat optik film tipis ZnO:Cu.
3. Bagaimana sintesis prototype Dye Sensitized Solar Cell (DSSC).
4. Bagaimana pengaruh Kecepatan Putaran spin coating terhadap unjuk kerja semikonduktor ZnO:Cu sebagai dye sensitizer solar cell (DSSC) dengan dye ekstrak buah karamunting

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh kecepatan putaran terhadap ukuran kristal film tipis ZnO:Cu.
2. Mengetahui pengaruh doping logam Tembaga (Cu) terhadap sifat optik film tipis ZnO:Cu.
3. Membuat *prototype* DSSC
4. Mengetahui pengaruh Kecepatan Putaran spin coating terhadap unjuk kerja semikonduktor ZnO:Cu sebagai dye sensitizer solar cell (DSSC) dengan dye ekstrak buah karamunting

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diperolehnya data mengenai pengaruh Kecepatan Putaran spin coating semikonduktor ZnO:Cu terhadap ukuran kristal film tipis yang tepat untuk menciptakan *prototype Dye Sensitized Solar Cell* dengan menggunakan ZnO sebagai bahan semikonduktor, tembaga sebagai doping, dan ekstraksi buah Karamunting sebagai *dye*-nya. Dari penelitian ini diharapkan diperoleh efisiensi DSSC yang paling optimal dengan variasi kecepatan putaran pada Spin Coating.