

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Saat ini kemajuan di bidang teknologi, informasi, dan industri membawa pengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan energi. Berdasarkan survey yang dilakukan oleh Professor Ricards Smalley dari Rice University mengenai masalah terbesar yang akan dihadapi manusia untuk 50 tahun mendatang, ternyata energi menduduki peringkat pertama. Cadangan sumber energi fosil di seluruh dunia terhitung sejak 2002 yaitu 40 tahun untuk minyak, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara. Dengan keadaan semakin menipisnya sumber energi fosil tersebut, di dunia sekarang ini terjadi pergeseran dari penggunaan sumber energi tak terbarui menuju sumber energi yang terbarui. Dari sekian banyak sumber energi terbarui seperti angin, biomass dan hydro power, penggunaan energi melalui solar cell/sel surya merupakan alternatif yang paling potensial. Hal ini dikarenakan jumlah energi matahari yang sampai ke bumi sangat besar, sekitar 700 Megawatt setiap menitnya. Bila dikalkulasikan, jumlah ini 10.000 kali lebih besar dari total konsumsi energi dunia (Taqwa, 2015).

Oleh sebab itu, perlu diadakan penelitian yang bertahap untuk menemukan teknologi yang tepat guna memanfaatkan energi matahari yang melimpah di muka bumi ini. Salah satunya adalah penggunaan sel surya yang konvensional digunakan secara komersial oleh banyak negara-negara maju dan berkembang. 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). Menurut Taqwa (2015), berdasarkan perkembangan teknologi saat ini dan bahan sintetisnya sel surya dapat dibedakan menjadi tiga yaitu pertama, sel surya yang terbuat dari silikon tunggal, dan silikon multi kristal. Kedua, sel surya tipe lapis tipis (*thin film solar cell*) dan yang ketiga sel surya organik (*Dye Sensitized Solar Cell*). Ditemukan oleh Gratzel, *DSSC (Dye Sensitized Solar Cell)* merupakan sel surya yang menggunakan *dye sensitizer* dari bahan organik yang banyak ditemukan di

lingkungan sekitar yang dapat secara langsung dikembangkan dengan biaya murah serta mudah fabrikasinya.

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) merupakan sel surya fotoelektrokimia menggunakan elektrolit sebagai medium transport muatan listrik yang tersusun dari tiga komponen utama yaitu elektroda kerja (*working electrode*), elektrode pembanding (*counter electrode*) dan larutan elektrode. Elektrode kerja terdiri dari kaca konduktif transparan, seperti Fluor Doped Tin Oxide (FTO), lapisan aktif *dye* dan lapisan semikonduktor ZnO (Gratzel, 1998). Penggunaan material semikonduktor pada *DSSC* harus memiliki *band gap* yang lebar, mobilitas elektron tinggi, dan lapis tipis dengan luas penampang yang besar sehingga proses penyerapan energy pada *dye* akan lebih efisien dan lebih ringan. Penggunaan elektroda dengan *band gap* lebar akan memperbanyak elektron yang mengalir dari pita konduksi ke pita valensi, karena dengan *band gap* yang lebar tersebut akan membuat ruang reaksi fotokatalis dan absorpsi oleh *dye* akan menjadi lebih banyak atau dengan kata lain spektrum absorpsi menjadi lebar (Nadeak, 2012). Material dengan karakteristik diatas tersebut dapat diperoleh dari senyawa kimia terutama pada logam oksida. Salah satu material semikonduktor dari senyawa kimia oksida dengan band-gap lebar yang banyak dikembangkan pada zaman ini adalah ZnO (*Zinc Oxide*).

Penggunaan ZnO sebagai semikonduktor merupakan alternative pengganti TiO₂ karena senyawa ZnO telah menunjukkan sifat multifungsi dengan kekuatan mengikat energi yang besar, resistivitas rendah, dan memiliki karakteristik penangkap cahaya yang besar (Caglar, 2009). Selain itu ZnO juga memiliki *band gap* yang lebar yaitu 3,37 eV, memiliki transparansi optik yang tinggi pada suhu kamar, dan kemampuan untuk mengikat electron bebas sebesar 60 meV (Siregar, dkk. 2015). ZnO (*Zinc Oxide*) juga memiliki sifat fotokatalis dengan efisiensi yang cukup tinggi, serta memiliki permukaan yang luas sehingga *dye* yang teradsorpsi 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 bahan anorganik berbasis Ruthenium kompleks, *dye* sintesis ini membutuhkan biaya yang mahal. Selain itu, *dye* berbasis Ruthenium kompleks mengandung logam berat, yang sangat tidak baik untuk lingkungan. Oleh karena itu, penelitian tentang bahan pewarna organik baik sintetik ataupun ekstraksi bahan alam menjadi alternatif untuk menguji untuk kerja *DSSC* (Ernawita, 2017).

Komponen lain yang berperan dalam menentukan efisiensi *DSSC* yaitu elektrolit. Elektrolit mengandung pasangan redoks yang dapat mereduksi *dye* teroksidasi dan berfungsi sebagai pembawa elektron antar elektroda dalam *DSSC*. Dengan demikian, suatu elektrolit mengandung pasangan redoks yang sesuai, dan berperan penting dalam penentuan efisiensi *DSSC*. (Mustaqim, 2017). Untuk mempertinggi konduksi listriknya, ZnO sering kali didoping dengan dopan ekstrinsik. Pemberian doping dilakukan untuk meningkatkan sifat fisik, optik dan elektrik dari ZnO, dengan menggunakan berbagai jenis bahan logam pen-doping golongan IIIA seperti B, Al, Ga, In, dan Tl sebagai benda asing yang disubstitusikan ke dalam struktur ZnO (Iwantono, 2016). Di antara unsur-unsur kelompok IIIA, bahan boron sangat efektif digunakan sebagai bahan doping karena unsur tersebut memiliki jari-jari kationik terendah, elektronegativitas tertinggi dan asam Lewis yang kuat bersama dengan nilai Z/r^2 tertinggi (Z , radius ionik empiris dan r , jumlah muatan inti atom) (Jana, 2011).

Yi Lee, (2012) telah melakukan penelitian memanfaatkan film tipis ZnO dengan bahan zinc oxide yang didoping Boron (B), menggunakan metode *ultrasonic spray pyrolysis* pada temperatur 500°C dengan variasi doping 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75% dan 1% dengan data ukuran kristal berturut-turut yaitu 27.7 nm; 25.9 nm; 21.8 nm; 20.8 nm dan 14.3 nm. ZnO tanpa doping dan ZnO doping memiliki nilai energi gap 3,24 eV - 3,28 eV. Dimana nilai energi gap tertinggi adalah ZnO doping Boron 1% dengan nilai energi gap 3,28 eV. Kim, dkk, (2013) juga telah melakukan penelitian dengan film tipis ZnO berbahan zinc oxide dan doping Boron (B) dengan variasi doping 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5% menggunakan metode *sol-gel dip-coating* pada temperatur *annealing* 550°C . Dari penelitiannya diperoleh energi gap berturut-turut 3.257 eV; 3.266 eV; 3.269 eV;

3.270 eV; 3.275 eV dan 3.260 eV pada 0%; 0,5%; 1%; 1,5%, 2% dan 2,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa energi gap tertinggi terdapat pada konsentrasi doping boron 2%.

Pada penelitian ini untuk meningkatkan efisiensi *DSSC* (*Dye Sensitized Solar Cell*) digunakan *dye* dari ekstraksi ubi jalar ungu. Sudah diteliti bahwa spektrum serapan ekstrak ubi jalar ungu cukup lebar yaitu 480-580 nm dengan panjang gelombang maksimum (λ_{max}) 533 nm. Serapan ekstrak ubi jalar ungu yang cukup lebar ini akan meningkatkan performansi dari sel surya. Hasil absorbansi dari ekstrak ubi jalar ungu ini cukup bagus untuk digunakan sebagai sumber zat warna pada *DSSC* (Damayanti, dkk. 2014). Dalam penelitian ini akan dibuat prototipe *Dye Sensitized Solar Cell* dengan menggunakan film tipis ZnO yang dibuat dari precursor *Zinc Acetat Dehydrete* $\{Zn(CH_3COOH).2H_2O\}$ dan didoping dengan Boron (B). Sedangkan untuk elektrolit cairnya digunakan campuran *Pottasium Iodide* dan *Iodine* yang diaduk bersama dengan larutan *acetonitrile* yang akan dikaji kelayakan uji listrik dari *Dye Sensitized Solar Cell* yang dihasilkan. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Doping Boron (B) Pada Film Tipis ZnO Terhadap Efisiensi *DSSC* (*Dye Sensitized Solar Cell*) Berbahan *Dye* Alami Dengan Metode *Sol-Gel Spin Coating*”.

1.2. Batasan Masalah

Agar diperoleh hasil akhir yang baik dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian ini, maka penulis membatasi ruang lingkup masalah pada:

1. Metode yang digunakan dalam sintesis film tipis ZnO:B adalah metode *Sol-gel spin coating*
2. Bahan yang digunakan sebagai *dye* adalah ubi jalar ungu
3. Temperatur *pre-heating* adalah $250^{\circ}C$ dan *post-heating* adalah $500^{\circ}C$
4. Waktu tahan kalsinasi 30 menit
5. Kecepatan putaran *spin coating* adalah 1800 rpm
6. Persentasi doping adalah 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%
7. Preparat yang digunakan adalah ITO

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan batasan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah adalah :

1. Bagaimana pengaruh doping Boron (B) terhadap ukuran kristal film tipis ZnO:B?
2. Bagaimana pengaruh doping Boron (B) terhadap sifat optik film tipis ZnO:B?
3. Bagaimana sintesis prototype *DSSC*?
4. Bagaimana pengaruh doping Boron (B) terhadap efisiensi *DSSC*?

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh doping Boron (B) terhadap ukuran kristal film tipis ZnO:B
2. Mengetahui pengaruh doping Boron (B) terhadap sifat optik film tipis ZnO:B
3. Membuat prototype *DSSC*
4. Mengetahui pengaruh doping Boron (B) terhadap efisiensi *DSSC*

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diperolehnya data mengenai variasi doping boron yang optimal terhadap film tipis ZnO yang merupakan bahan elektroda kerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. *Prototype* ini disintesis dengan menggunakan ZnO sebagai bahan semikonduktor, boron sebagai bahan doping, dan ekstraksi ubi jalar ungu sebagai *dye sensitizer* yang dapat mengkonversi energi cahaya menjadi energi listrik dalam skala laboratorium dengan arus dan beda potensial yang maksimal. Dengan terbentuknya efisiensi *DSSC* yang optimal, harapannya bisa menjadi acuan untuk pengembangannya dalam memenuhi energi alternatif di masa mendatang.