

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi global diperkirakan akan meningkat 47% menjadi 17,7 miliar ton setara minyak pada kurun waktu 2006-2030. Hal tersebut berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh UNESCAP, Komisi Bidang Ekonomi dan Sosial untuk Asia Pasifik.<sup>[1]</sup> Sementara itu, cadangan sumber energi yang berasal dari fosil di seluruh dunia diperkirakan hanya mampu memenuhi kebutuhan energi sampai 40 tahun untuk minyak bumi, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara. Bahan bakar fosil saat ini menyumbang 87,7% dari total kebutuhan energi global, diperkirakan akan mengalami penurunan jika belum ditemukan sumber energi cadangan.<sup>[2]</sup>

Ketergantungan pemakaian energi yang berbasis minyak bumi, adanya kekhawatiran akan terbatasnya jumlah minyak dan gas bumi, serta tingginya kepedulian terhadap teknologi ramah lingkungan merupakan beberapa alasan yang mendorong para ilmuwan melakukan penelitian mengenai sel bahan bakar.<sup>[3]</sup> Sel bahan bakar adalah seperangkat alat yang dapat menghasilkan energi listrik dan panas secara langsung dari suatu bahan bakar gas  $H_2$  yang bereaksi secara elektrokimia dengan ion oksigen ( $O^{2-}$ ).<sup>[4]</sup> *Alkaline Fuel Cell (AFC)*, *Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC)*, *Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC)*, *Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)*, *Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (PEMFC)*, dan *Direct Methanol Fuel Cell (DMFC)* adalah jenis-jenis sel bahan bakar yang banyak dikembangkan.<sup>[4]</sup>

Dari beberapa jenis sel bahan bakar, salah satunya adalah *SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)*. *SOFC* atau sel bahan bakar oksida padat merupakan sel bahan bakar yang elektrolitnya berbentuk padatan. Perangkat *SOFC* tersusun dari beberapa komponen, yaitu elektrolit, elektroda dan interkoneksi.<sup>[4]</sup> Terdapat dua elektroda yaitu anoda dan katoda yang dipisahkan dengan elektrolit. Elektrolit yang digunakan pada *SOFC* adalah elektrolit padat, biasanya elektrolit padat yang digunakan adalah dalam bentuk keramik, oleh karena itu *SOFC* juga sering disebut sel bahan bakar keramik. Material yang digunakan sebagai bahan untuk membuat elektrolit padat adalah material oksida yang harus memiliki sifat-sifat elektrolit yang khusus yang berkaitan dengan konduktivitas listrik, khususnya transfer ion oksigen melalui oksida tersebut.<sup>[5]</sup> Elektrolit padat

merupakan media dimana ion-ion berpindah dari elektroda satu ke elektroda lain, yang menyebabkan terjadinya perbedaan tegangan antara anoda dan katoda, karena hal tersebut, maka dihasilkan suatu arus listrik.<sup>[6]</sup> Beberapa kriteria elektrolit padat diantaranya: memiliki konduktivitas ion yang tinggi, memiliki ekspansi panas yang kompatibel dengan komponen lain, tidak mudah bereaksi kimia, resisten terhadap penyebaran panas, dan dapat dibuat dari bahan-bahan dengan biaya murah.<sup>[6]</sup>

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk membuat keramik elektrolit adalah CSZ (*Calcium Stabilized Zirconia*). CSZ merupakan zirkonia yang distabilkan oleh kalsium. CSZ disintesis dari zirkonia yang ditambah dopan CaO (kalsium oksida). Zirkonia atau zirkonium banyak terdapat di Indonesia dalam bentuk pasir ( $ZrSiO_4$ ). Zirkonia memiliki tiga struktur kristal yaitu, monoklinik, tetragonal dan kubus. Material zirkonia memiliki struktur paling stabil dalam bentuk kristal kubus. Struktur kubus zirkonia dapat diperoleh dengan cara pemanasan pada suhu sangat tinggi, yaitu pemanasan pada suhu diatas  $2680^\circ C$ . Salah satu cara untuk memperoleh struktur kubus zirkonia pada suhu yang lebih rendah adalah dengan penambahan dopan. Dopan yang ditambahkan berupa oksida bivalen atau trivalen, seperti CaO, MgO,  $Y_2O_3$ , dan  $Sc_2O_3$ .<sup>[7]</sup> Selain itu dengan penambahan dopan juga dapat memperbaiki sifat konduktivitas ionik keramik elektrolit karena penambahan dopan dapat menimbulkan cacat kekosongan berupa kekosongan oksigen.

Pada penelitian sebelumnya, diperoleh hasil bahwa YSZ (*Yttria Stabilized Zirconia*) dapat digunakan sebagai bahan baku elektrolit padat untuk SOFC. Dengan menggunakan metode *tape casting*, dibuat elektrolit padat dari 8YSZ (8% mol  $Y_2O_3$ ), dan menghasilkan konduktivitas ionik sebesar  $8,8 \cdot 10^{-7} S/cm$ , dengan jenis zirkon yang digunakan adalah zirkon lokal.<sup>[8]</sup> Hasil tersebut sangat baik, tetapi harga  $Y_2O_3$  relatif mahal dan sulit didapatkan di Indonesia. Oleh karena itu, pada penelitian ini dopan yang digunakan adalah CaO yang lebih murah dan keberadaannya melimpah di Indonesia.

Dari CSZ yang telah disintesis dibuat keramik yang ditambah aditif CuO. Secara teoritis, dengan penambahan dopan, di antaranya CuO, akan terjadi reaksi-reaksi dimana CuO dapat melarut ke dalam CSZ dan menghasilkan kekosongan oksigen. Dengan dihasilkannya kekosongan oksigen, diduga dapat meningkatkan konduktivitas ionik CSZ. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan studi pengaruh penambahan CuO terhadap konduktivitas ionik CSZ.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang permasalahan yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sintesis serbuk CSZ dari  $ZrCl_4$ ?
2. Bagaimana sintesis keramik CSZ dengan aditif CuO?
3. Bagaimana karakteristik keramik CSZ dengan aditif CuO?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sintesis serbuk CSZ dari  $ZrCl_4$  dengan menggunakan metode sol-gel.
2. Sintesis keramik CSZ dengan penambahan dopan CuO menggunakan metode *pressing* yang dibuat dalam 3 variasi konsentrasi CuO, yaitu 1%, 3%, dan 5%.
3. Karakterisasi keramik CSZ-CuO dengan menggunakan XRD untuk mengetahui karakteristik struktur kristal keramik.
4. Karakterisasi keramik CSZ-CuO dengan menggunakan SEM untuk mengetahui karakteristik struktur mikro keramik.
5. Karakterisasi keramik CSZ-CuO dengan menggunakan LCR meter untuk mengetahui karakteristik konduktivitas elektronik keramik.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi CuO terhadap karakteristik struktur kristal keramik CSZ.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi CuO terhadap karakteristik struktur mikro keramik CSZ.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi CuO terhadap konduktivitas ioni keramik CSZ.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian sintesis dan karakterisasi keramik CSZ-CuO ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang komposisi CuO yang dapat ditambahkan agar memperoleh keramik CSZ dengan karakteristik yang baik dan dapat dimanfaatkan sebagai elektrolit padat pada SOFC.