

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Superkonduktor merupakan material yang dapat mengalirkan arus listrik tanpa adanya hambatan atau resistansi ( $\rho = 0$ ), sehingga dapat menghantarkan arus listrik tanpa kehilangan daya sedikitpun. Fenomena ini pertama kali ditemukan oleh H.K Onnes pada tahun 1911 dengan mendinginkan merkuri (Hg) menggunakan helium cair pada temperatur 4,2 K (Darminto dkk, 1999). Temperatur terjadinya peristiwa superkonduktivitas disebut dengan temperatur transisi atau temperatur kritis ( $T_c$ ), dimana suatu bahan berada dalam fase transisi yaitu dari kondisi yang memiliki hambatan listrik normal ke kondisi superkonduksi (Windartun, 2010).

Pada awalnya sifat superkonduktivitas bahan hanya terjadi pada suhu yang amat rendah, jauh dibawah  $0^{\circ}\text{C}$ . Dengan demikian niat penghematan pemakaian daya listrik masih harus bersaing dengan biaya pendinginan yang harus dilakukan. Hal tersebut menjadi permasalahan utama dalam pemanfaatan superkonduktor. Oleh karena itu hingga sekarang para peneliti terus berusaha menemukan superkonduktor yang dapat beroperasi pada suhu tinggi. Pada saat ini sudah ditemukan bahan superkonduktor suhu kritis tinggi (SKST) yang umumnya berupa senyawa komponen jamak dan mempunyai fase struktur yang jamak pula.

Namun demikian sifat anisotropis yang berkaitan dengan struktur yang berlapis dan efek fluktuasi thermal yang berkaitan dengan suhu kritis tinggi telah memperumit penelaahan bahan ini. Oleh karena itu sintesis dan penumbuhan kristal tunggal dari senyawa SKST telah dilakukan secara intensif di berbagai laboratorium negara maju sejak tahun 1987 (Darminto dkk, 1999).

Salah satu bahan superkonduktor suhu kritis tinggi yang penting adalah sistem Bi-Sr-Ca-Cu-O (BSCCO), karena suhu kritisnya yang relatif tinggi (Suprihatin, 2008). Superkonduktor BSCCO memiliki 3 fase yaitu fase 2201, fase 2212, dan fase 2223. Suhu kritis dari fase 2201, fase 2212, dan fase 2223 secara berturut-turut adalah 10 K, 80 K, dan 110 K (Maeda *et al.*, 1988). Fase Bi-2212 relatif lebih banyak dikaji karena mudah membentuk fase dalam padatan polikristal dan tersedia metode yang tepat dalam menumbuhkan kristal tunggal. Oleh karena itu, senyawa Bi-2212 banyak dijadikan model studi untuk superkonduktor berbasis Bismuth. Senyawa superkonduktor berbasis Bi (BSCCO), umumnya disintesis dari bahan awal berupa oksida Bi, Sr, Ca dan Cu (Darminto, 2002). Hasil reaksi yang homogen diperoleh dengan pengontrolan suhu, waktu dan ukuran partikel serbuk (Ningrum, 2006).

Dopan sangat berperan penting pada pembentukan superkonduktor  $T_c$  tinggi. Dopan dapat berupa substitusi, artinya mengganti atom asli di dalam superkonduktor dengan atom dopan yang ukurannya tidak jauh berbeda dengan ukuran atom aslinya. Selain itu dopan dapat berupa penambahan, yaitu menambahkan atom-atom dopan ke dalam atom-atom asli superkonduktor. Kelompok superkonduktor  $T_c$  tinggi dapat diekstensifikasi melalui substitusi

khusus dari elemen-elemen tunggal. Selain dopan oksigen, telah pula dilakukan penelitian-penelitian yang menggunakan dopan Pb. Dari hasil yang dilaporkan, penggunaan dopan Pb dalam sintesis polikristal sistem Bi selain memudahkan pembentukan senyawa bersangkutan, juga mempengaruhi sifat-sifat senyawa yang dihasilkannya. Karena kemiripan ukuran ion dan persyaratan valensi dari atom Pb maka telah diyakini bahwa penambahan Pb sebagai dopan menghasilkan substitusi atom Bi oleh atom Pb pada lapisan ganda Bi-O (Nurmalita, 2011).

Sintesis superkonduktor Bi-2212 tanpa doping Pb dihasilkan melalui proses kalsinasi dan sintering yang terpisah (Harnova, 2005). Penambahan doping Pb pada Bi-2212 akan meningkatkan derajat orientasi kristal yang terbentuk (Nurmalita, 2002).

Dalam sistem BSCCO unsur Ca merupakan unsur yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan fase. Bahan yang biasanya digunakan sebagai sumber Ca dalam sintesis BSCCO dengan metode padatan yaitu  $\text{CaCO}_3$ . Pemilihan perlakuan variasi Ca dalam penelitian ini karena penambahan kadar Ca sangat menentukan fase yang akan terbentuk (Ginley *et al.*, 2002). Hal ini dipilih berdasarkan diagram fase pada gambar 4 dimana kadar Ca merupakan parameter penentu fase yang akan terbentuk (Strobel *et al.*, 1992).

Pada penelitian pengaruh kadar  $\text{CaCO}_3$  dalam sintesis superkonduktor BSCCO-2212 tanpa doping Pb dihasilkan fraksi volume sebesar 78,34% dan derajat orientasi sebesar 25,62% yang relatif tinggi pada kadar  $\text{CaCO}_3$  1,05 (Larasati dkk, 2012).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode reaksi padatan (*solid state reaction method*). Metode ini memiliki keuntungan antara lain mudah dilakukan, sederhana serta tidak mahal. Sedangkan untuk kalsinasi dan sinteringnya dilakukan pada suhu 800°C dan 820°C. Pemilihan ini berdasarkan penelitian sebelumnya serta berdasarkan diagram fase sistem BSCCO yang ada (Strobel *et al.*, 1992; Ningrum, 2006). Dan untuk doping Pb yang digunakan dipilih pada fraksi 0,4 karena fraksi tersebut menghasilkan orientasi kristal yang tertinggi (Nurmalita, 2011).

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan variasi kadar  $\text{CaCO}_3$  dalam sintesis superkonduktor BSCCO-2212 dengan doping Pb. Hasil yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui tingkat kemurnian fase yang terbentuk dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui struktur mikro dari sampel.

## **B. Rumusan Masalah**

Komposisi awal merupakan faktor yang penting dalam sintesis superkonduktor Bi-2212. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang variasi kadar  $\text{CaCO}_3$  dalam sintesis superkonduktor Bi-2212 dengan penambahan doping Pb (BPSCCO-2212), sehingga diperoleh informasi kadar  $\text{CaCO}_3$  yang relatif paling baik dalam pembentukan fase Bi-2212 (ditandai dengan fraksi volume tinggi, derajat orientasi tinggi, dan impuritas rendah).

### **C. Batasan Masalah**

Pada penelitian ini variasi kadar  $\text{CaCO}_3$  yang dilakukan adalah 0,95; 1,00; 1,05; dan 1,10 pada penambahan doping Pb sebesar 0,4. Sampel dikalsinasi pada suhu  $800^\circ\text{C}$  selama 10 jam dan disintering pada suhu  $820^\circ\text{C}$  selama 20 jam. Hasil yang diperoleh kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kadar  $\text{CaCO}_3$  yang relatif paling baik pada pertumbuhan fase bahan superkonduktor sistem Bi-2212 dengan penambahan doping Pb.
2. Mengetahui tingkat kemurnian fase bahan superkonduktor sistem Bi-2212 yang terbentuk dengan menganalisis data XRD (menghitung nilai fraksi volume, derajat orientasi, dan impuritas).

### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi kadar  $\text{CaCO}_3$  yang relatif paling baik pada sintesis superkonduktor Bi-2212 dengan doping Pb (BPSCCO-2212).
2. Sebagai bahan acuan untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya, terutama untuk bahan superkonduktor BSCCO-2212.