



Pengaruh Variasi Kadar CaCO_3 terhadap Pertumbuhan Fase Superkonduktor BPSCCO-2212 Menggunakan Metode Pencampuran Basah

Rianggi Wahyuni Pratiwi^{(a)*}, Suprihatin^(b), Simon Sembiring, dan Roniyus Marjunus

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141

Email :^(a*)riangqipratiwi@gmail.com, :^(b)suprihatin_itb@yahoo.com,

Article Information

Article history:

Received January 5th, 2021

Received in revised form

January 13th, 2021

Accepted January 22, 2021

Keywords:

Superconductors BPSCCO-2212, CaCO_3 , volume fraction, degree of orientation.

Abstract

This research was conducted to determine the effect of CaCO_3 levels on the formation of superconducting phase BPSCCO - 2212 by calculating the level of purity of the phases formed and looking at the microstructure. The variation of CaCO_3 was 0.95, 1.00, 1.05 and 1.10 mole using the wet mixing method. The samples were calcined at 800 ° C for 10 hours, and sintered at 820 ° C for 20 hours. Synthesized samples were characterized using X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM). The XRD's characterization results show that the level of purity of the formed phases increases with increasing Ca levels with maximum point at BPSCCO-2212/1.10 mole. The highest volume fraction was 79,06% in the BPSCCO-2212/1.10 sample. While the lowest volume fraction was 72.10% in the BPSCCO-2212/0.95 sample. Meanwhile, the highest degree of orientation was 20.59% at BPSCCO-2212/0.95. The lowest degree of orientation was 8.46% at BPSCCO-2212/1.10. SEM's characterization results show of all samples have been oriented although not perfect yet and have relatively little space between slabs (voids).

Informasi Artikel

Proses artikel:

Diterima 5 Januari 2021

Diterima dan direvisi dari

13 Januari 2021

Accepted 22 Januari 2021

Kata kunci:

Superkonduktor BPSCCO-2212, CaCO_3 , fraksi volume, derajat orientasi.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kadar CaCO_3 terhadap pembentukan fase superkonduktor BPSCCO-2212 dengan menghitung tingkat kemurnian fase yang terbentuk dan melihat struktur mikronya. Variasi CaCO_3 yang dilakukan sebesar 0.95, 1.00, 1.05 dan 1.10 mol menggunakan metode pencampuran basah. Sampel dikalsinasi pada suhu 800°C selama 10 jam, dan disintering pada suhu 820°C selama 20 jam. Sampel hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscopy (SEM). Hasil karakterisasi XRD menunjukkan fraksi volume meningkat seiring dengan bertambahnya kadar Ca. Fraksi volume tertinggi didapatkan sebesar 79,06% pada sampel BPSCCO-2212/1,10. Sedangkan fraksi volume terendah sebesar 72,10% pada sampel BPSCCO-2212/0,95. Sementara, derajat orientasi tertinggi 20,59% pada BPSCCO-2212/0,95. Derajat orientasi terendah 8,46% pada BPSCCO-2212/1,10. Hasil karakterisasi SEM menunjukkan sudah terorientasi meskipun belum sempurna serta ruang kosong antar lempengan (void) yang sedikit.

1. Pendahuluan

Superkonduktor merupakan bahan yang dapat menghantarkan arus listrik tanpa adanya hambatan di bawah suhu tertentu (Darminto dkk, 1999). Superkonduktor dapat berupa konduktor, semikonduktor, ataupun isolator pada keadaan suhu ruang (Ismunandar dan Sen, 2002). Prinsipnya, superkonduktor dapat mengalirkan arus listrik tanpa kehilangan energi. Namun secara praktik, superkonduktor ideal sangat sulit untuk dihasilkan (Aruku, 2009).

* Corresponding author.

E-mail address: (a) riangqipratiwi@gmail.com; (b) suprihatin_itb@yahoo.com

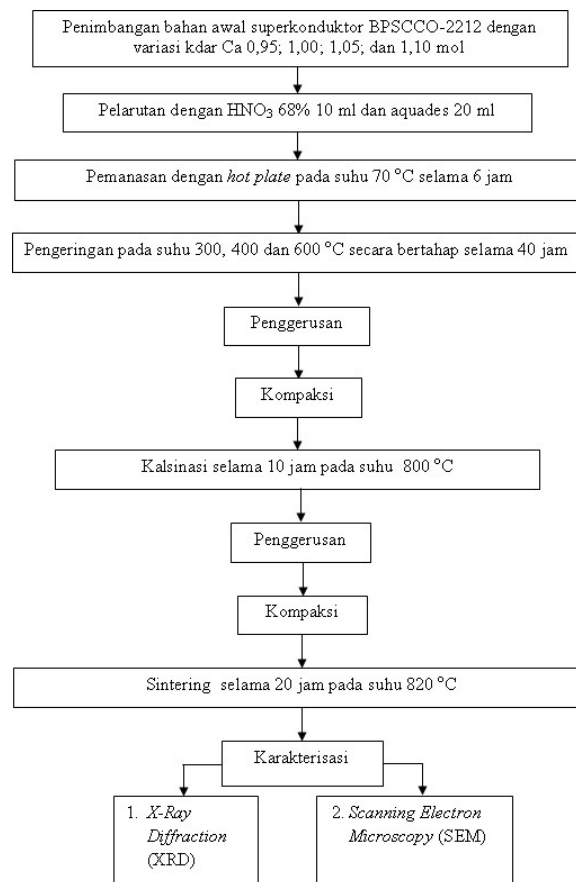
Dalam sistem BSCCO, doping sangat berperan penting pada pembentukan suatu superkonduktor T_c tinggi. Doping yang dimaksud dapat berupa substitusi, artinya mengganti atom asli di dalam superkonduktor dengan atom doping yang ukurannya tidak jauh berbeda dengan ukuran atom aslinya. Doping dapat pula berupa penambahan, yaitu menambahkan atom-atom doping ke dalam atom-atom asli superkonduktor (Nurmalita, 2011). Penambahan kadar Ca sangat menentukan fase yang akan terbentuk (Ginley *et al.*, 2002), seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Pratiwi, (2020), kadar Ca juga sangat berpengaruh terhadap pembentukan fase. Bahan yang biasa digunakan sebagai sumber Ca dalam sintesis BSCCO adalah CaCO_3 .

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini dilakukan variasi kadar CaCO_3 0,95, 1,00, 1,05, dan 1,10 dalam sintesis superkonduktor BPSCCO-2212 menggunakan metode pencampuran basah untuk mengetahui pengaruh variasi kadar CaCO_3 terhadap tingkat kemurnian fase dengan menghitung fraksi volume (Fv), derajat orientasi (P), dan impuritas (I) serta struktur mikro dari superkonduktor BPSCCO-2212.

2. Metode Penelitian

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan oksida dan karbonat dengan tingkat kemurnian yang tinggi yaitu: PbO (99,9%) *Strem Chemical*, Bi_2O_3 (99,9%) dari *Strem Chemical*, SrCO_3 (99,9%) dari *Strem Chemical*, CaCO_3 (99,95%) dari *Strem Chemical*, CuO (99,9%) dari *Merck*, HNO_3 68%, dan *aquades*. Bahan dasar terlebih dahulu ditimbang sesuai dengan hasil perhitungan jumlah massa, kemudian dilarutkan. Setelah bahan larut, dilakukan pemanasan menggunakan alat pemanas (*hot plate*) dengan suhu sekitar 70°C pada pH 1 hingga larutan menjadi kering dan mengerak. Pemanasan ini bertujuan untuk menguapkan *aquades*.

Setelah pemanasan, dilakukan pengeringan dalam *furnace* pada suhu 300, 400, dan 600°C secara bertahap. Selanjutnya, dilakukan penggerusan dengan *mortar* dan *paste* secara bertahap selama ± 10 jam sampai bahan relatif halus kemudian dikompaksi dengan massa tekan 8 ton. Bahan yang sudah berbentuk pelet dikalsinasi pada suhu 800°C selama 10 jam. Setelah dikalsinasi sampel digerus selama ± 10 jam hingga relatif halus dan dikompaksi kembali. Sampel disintering pada suhu 820°C selama 20 jam. Sampel dikarakterisasi menggunakan XRD dan SEM. Diagram alir penelitian ditampilkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Hasil karakterisasi XRD dianalisis dengan program *HighScore Plus* versi 3.0e (3.0.5). Tingkat kemurnian fase BPSCCO-2212 diperoleh dengan menghitung fraksi volume (Fv), derajat orientasi (P) dan impuritas (I) yang terkandung pada sampel menggunakan persamaan (1) sampai (3).

$$Fv = \frac{\sum I_{2212}}{\sum I_{total}} \times 100\% \quad (1)$$

$$Fv = \frac{\sum I_{00l}}{\sum I_{2212}} \times 100\% \quad (2)$$

$$I = 100\% - Fv \quad (3)$$

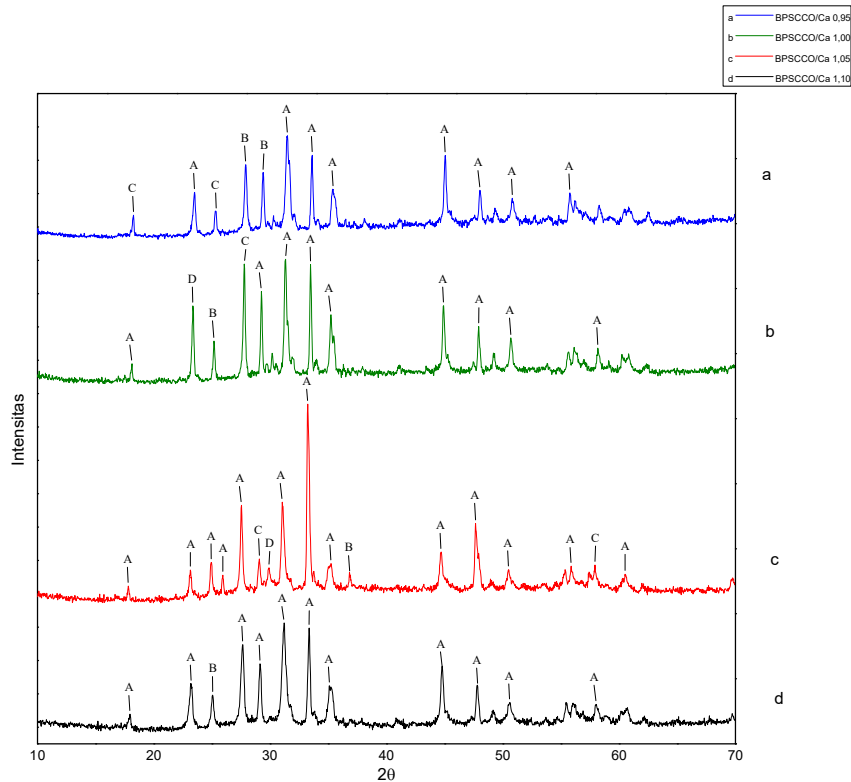
dengan Fv, P dan I berturut-turut adalah fraksi volume, derajat orientasi, dan impuritas. Sedangkan I(total), I(2212), dan I(00l) berturut-turut adalah intensitas total, intensitas fase BPSCCO-2212 dan intensitas fase BPSCCO-2212 dengan h=k=0 dan l bilangan genap.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis superkonduktor BPSCCO-2212 dengan variasi kadar Ca sebanyak 0.95, 1.00, 1.05, dan 1.10 mol pada kadar Pb 0,4 mol menggunakan metode pencampuran basah. Sampel dikalsinasi pada suhu 800°C selama 10 jam dan disintering pada suhu 820 °C selama 20 jam.

3.1 Hasil Analisis XRD

Hasil sintesis BPSCCO-2212 dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Spektrum hasil XRD dianalisis menggunakan program *Highscore Plus* versi ke 3.0e (3.0.5). Tingkat kemurnian fase superkonduktor ditentukan dengan cara menghitung nilai fraksi volume (*Fv*), derajat orientasi (*P*), dan impuritas (*I*). Hasil analisis spektrum XRD ditampilkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Hasil analisis XRD sampel superkonduktor BPSCCO-2212. Keterangan: A = BPSCCO-2212, B = BPSCCO-2201, C = BPSCCO-2223, D = SrPbO₃

Puncak-puncak yang dihasilkan terdiri dari puncak-puncak superkonduktor BPSCCO-2212 dan impuritas. Puncak BPSCCO-2212 disimbolkan dengan A, sedangkan impuritas disimbolkan B, C, dan D. Impuritas yang

muncul pada masing-masing sampel yaitu B = BPSCCO-2201, C = BPSCCO-2223, D = SrPbO₃. Berdasarkan **Gambar 2**, sampel BPSCCO-2212/1,10 memiliki puncak yang relatif lebih baik karena hanya memiliki 1 puncak impuritas dengan intensitas yang kecil dibandingkan sampel yang lain. Hal ini terlihat dengan banyaknya fase impuritas yang terdapat pada sampel yang lain.

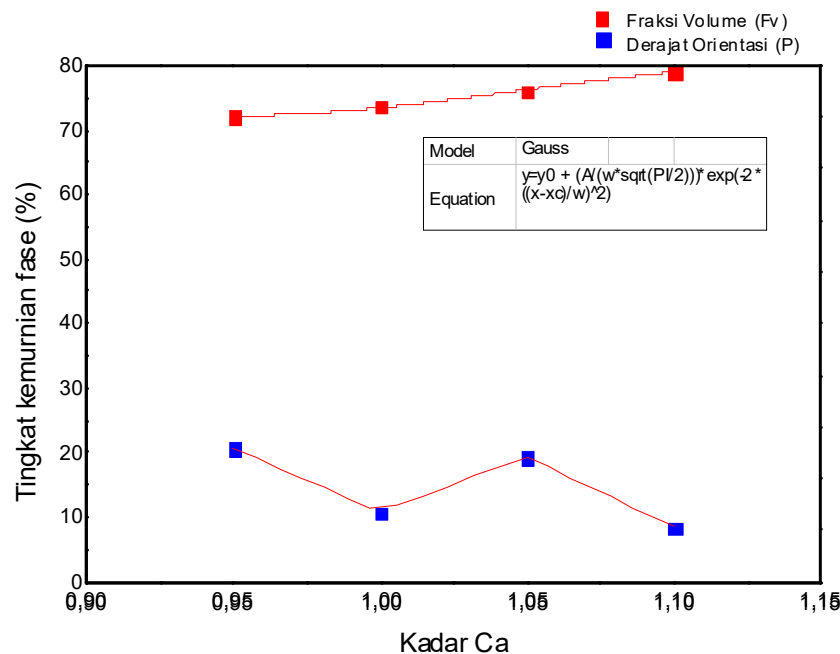
Hasil perhitungan tingkat kemurnian fase yang terbentuk berupa, fraksi volume (Fv), derajat orientasi (P) dan impuritas (I) ditampilkan pada **Tabel 1**. Berdasarkan **Tabel 1** dapat dilihat bahwa fraksi volume tertinggi terdapat pada sampel BPSCCO-2212/1,10 yaitu sebesar 79,06% dan fraksi volume terendah terdapat pada sampel BPSCCO-2212/0,95 yaitu sebesar 72,10%. Semakin banyak kadar Ca yang digunakan pada sampel, maka nilai fraksi volume yang dihasilkan semakin besar.

Tabel 1. Hasil perhitungan fraksi volume, derajat orientasi, dan impuritas

| Kode Sampel | Fraksi volume (%) | Derajat Orientasi (%) | Impuritas (%) |
|------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| BPSCCO-2212/0,95 | 72,10 | 20,59 | 27,89 |
| BPSCCO-2212/1,00 | 73,75 | 10,69 | 26,24 |
| BPSCCO-2212/1,05 | 76,14 | 19,31 | 23,85 |
| BPSCCO-2212/1,10 | 79,06 | 8,46 | 20,93 |

Nilai derajat orientasi yang dihasilkan pada setiap sampel mengalami kenaikan dan penurunan secara tidak teratur sehingga menghasilkan nilai yang tidak linier. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar Ca yang digunakan tidak mempengaruhi nilai derajat orientasi yang dihasilkan. Nilai derajat orientasi tertinggi dihasilkan oleh sampel BPSCCO-2212/0,95 yaitu sebesar 20,59%.

Berdasarkan **Gambar 3**, fraksi volume yang dihasilkan meningkat dan impuritas menurun seiring bertambahnya kadar Ca yang digunakan. Sedangkan derajat orientasi yang dihasilkan tidak teratur. Sampel BPSCCO-2212/0,95 memiliki fraksi volume sebesar 72,10% dengan derajat orientasi sebesar 20,59%. Sampel BPSCCO-2212/1,00 menghasilkan fraksi volume sebesar 73,75% dengan derajat orientasi sebesar 10,69%. Sedangkan sampel BPSCCO-2212/1,05 dan sampel BPSCCO-2212/1,10 menghasilkan fraksi volume sebesar 76,14% dan 79,06% dengan derajat orientasi masing-masing sebanyak 19,31% dan 8,46%.

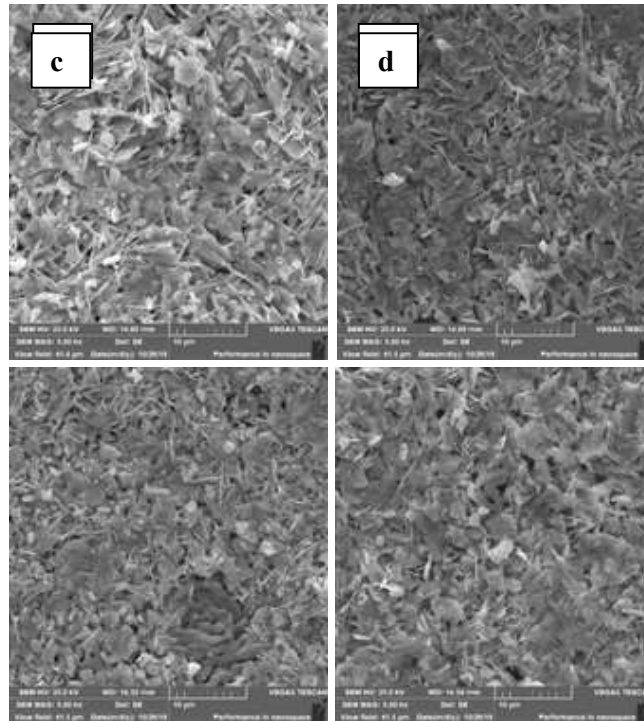


Gambar 3. Hubungan antara variasi kadar Ca terhadap tingkat kemurnian fase superkonduktor BPSCCO-2212.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Suprihatin, dkk. (2017) yang menyatakan bahwa fraksi volume yang dihasilkan meningkat seiring bertambahnya kadar Ca, dan kadar Ca yang optimal dalam pembentukan fase BPSCCO-2212 sebesar 1,10 mol.

3.2 Hasil Analisis SEM

Pengujian struktur mikro dilakukan pada semua sampel superkonduktor BPSCCO-2212 pada berbagai kadar Ca menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Masing-masing sampel direkam dengan perbesaran $5000\times$. Hasil perekaman SEM diperlihatkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Hasil karakterisasi SEM pada BPSCCO-2212 (a). BPSCCO-2212/0,95; (b). BPSCCO-2212/1,00; (c). BPSCCO-2212/1,05; (d). BPSCCO-2212/1,10.

Secara umum semua sampel telah menunjukkan lapisan-lapisan yang tersusun searah (terorientasi) meskipun belum sempurna. Selain itu, semua sampel telah menunjukkan pembentukan kristal yang relatif baik dengan susunan kristal yang lebih searah dan *void* (ruang kosong) yang terbentuk sangatlah sedikit.

Berdasarkan **Gambar 4**, lempengan yang terlihat sudah terorientasi terdapat pada **Gambar 4 (a)**, yaitu pada sampel BPSCCO-2212/0,95. Hal ini sesuai dengan nilai derajat orientasi yang dihasilkan yaitu sebesar 20,59 %. Sedangkan untuk hasil yang tidak terorientasi dengan baik terdapat pada **Gambar 4 (d)**. Terlihat hasil karakterisasi banyak yang belum membentuk lempengan searah dengan nilai derajat orientasi sebesar 8,46%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu semakin banyak kadar Ca yang digunakan, maka semakin tinggi nilai fraksi volume yang dihasilkan. Sedangkan derajat orientasinya tidak membentuk pola yang teratur dan fraksi volume tertinggi sebesar 79,06% diperoleh pada sampel BPSCCO-2212/1,10. Derajat orientasi tertinggi diperoleh pada sampel BPSCCO-2212/0,95 yaitu sebesar 20,59%. Hasil uji SEM menunjukkan secara umum semua sampel sudah terorientasi meskipun belum sempurna dan sedikit *void* (ruang kosong antar lempengan) yang dihasilkan.

5. Daftar Pustaka

- Aruku. 2009. *Superkonduktor*. <http://aruku.byethost7.com/blog/articles/superkonduktor/>. Diakses pada tanggal 28 November 2019 pukul 07.35 WIB.
- Darminto, A.A.Nugroho, A.Rusyadi, A.A.Menovsky, dan W.Loeksmanto. 1999. Variasi tekanan oksigen dalam penumbuhan kristal tunggal superkonduktor $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*. 31(3), 121-137.
- Ginley, D.S., Taylor, D.A.C., and Francis. 2002. *Handbook of Superconducting Materials*. IOP Publishing. Bristol.
- Imaduddin, A., Yudanto, S. D., Siswayanti, B., & Hendrik. (2014). Pergeseran suhu kritis superkonduktor Bi-Pb-Sr-

Ca-Cu-O pada medan magnet tinggi. *Majalah Metalurgi*, 1.

Ismunandar dan Sen Cun. 2002. *Mengenal Superkonduktor*. Fiksinet. Jakarta.

Lusiana, L. (2018). Proses Pembuatan Material Superkonduktor BscCo Dengan Metoda Padatan. *Metalurgi*, 29(1), 1.

Nurmalita. 2011. The Effect of Pb on the volume fraction of BSCCO-2212 superconducting crystal. *Jurnal Natural*, 2(2), 2.

Pratiwi, Prastiana T., Suprihatin, Simon Sembiring. 2020. Variasi kadar CaCO_3 terhadap pembentukan fasa superkonduktor BSCCO-2223 menggunakan metode pencampuran basah. *Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika dan Komputer*. Vol.2. No.1. Hal.47-55.

Suprihatin, Riandini Pratiwi, Syafriadi. 2017. Variasi doping Pb terhadap pertumbuhan fase bahan superkonduktor Bi-2212 pada kadar Ca 1,10 dan suhu sintering 830°C . *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 5(2), 187-194.