SINTESIS BAHAN La_{2-x}Y_xCuO₄ PADA SUHU RENDAH DENGAN METODE PRESIPITASI

RISDIANA *

Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor 45363

 st email : risdiana@phys.unpad.ac.id

Abstrak. Telah dilakukan sintesis bahan $La_{2-x}Y_xCuO_4$ dengan x=0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 menggunakan metode presipitasi langsung pada suhu 350 – 400°C selama 24 – 300 jam pada kondisi udara biasa dan Ar dengan bantuan KOH/NaOH untuk mendapatkan bahan superkonduktor doping elektron dengan struktur T'. Puncak-puncak XRD untuk bahan dengan x=0 yang disintesis pada suhu 350°C selama 300 jam didalam aliran gas argon dan seluruh bahan dengan x=0 antara 0,1 dan 0,4 yang disintesis pada udara biasa pada suhu 400°C selama 24 jam didominasi oleh puncak-puncak struktur T yang biasanya ditemui untuk bahan superkonduktor doping hole. Bahan superkonduktor doping elektron yang biasanya berstruktur T' tidak dapat diperoleh pada penelitian ini..

Kata kunci: superkonduktor doping elektron, superkonduktor doping hole, struktur T

Abstract. Various samples of $La_{2-x}Y_xCuO_4$ with $x=0,\,0.1,\,0.2,\,0.3,\,0.4$ were synthesized at various temperatures as low as $350-400^{\circ}C$ for 24-300 h in air or in Ar gas flow by direct precipitation from the molten KOH/NaOH eutectic mixture in order to get good samples of T' structure of electron-doped superconductor. The XRD peaks of samples with x=0 which is growing in Ar gas flow at $350^{\circ}C$ for 300 h and samples with x between 0.1 and 0.4 which prepared in air for $400^{\circ}C$ at 24 h are dominated by T-type structure which is usually observed in the hole-doped system. The electron-doped cuprate that usually has T'-type structures was not obtained for all samples by the present preparation method.

Keywords: electron-doped superconductor, hole-doped superconductor, T structure

1. Pendahuluan

Mekanisme munculnya sifat superkonduktifitas suatu bahan masih terus diperdebatkan. Berbagai macam teori dan bahan bermunculan dari tahun ke tahun. Salah satu teori yang muncul untuk mendeskripsikan mekanisme terbentuknya superkonduktifitas adalah teori mengenai keberadaan *Stripe* yang dikenal dengan *stripe model* dimana bahan tersusun secara periodik dari spin dan muatan (*charge*). Model ini dideskripsikan oleh Emery dan Kivelson yang menyebutkan bahwa sebelum terbentuk superkonduktor dibawah suhu kritisnya (T_c), bahan memiliki dua keadaan lain yang dicirikan dengan kehadiran suhu pasangan (T_{pair}) dan suhu stripe (T_{stripe}) [1]. Dibawah suhu stripe, muatan (dalam hal ini *hole*) bermodulasi satu dimensi dan membentuk domain *hole* dan domain spin. Dibawah T_{pair}, muatanmuatan tersebut berpasangan dan pada saat dibawah T_c, muatan-muatan berpasangan tersebut bergerak bebas di dalam bahan yang menandakan munculnya sifat superkonduktor.

Dengan model stripe ini, para peneliti dapat memprediksi kemungkinan munculnya sifat superkonduktor jika sifat stripe dapat diamati. Keberadaan stripe pada bahan

30 Risdiana

superkonduktor telah dikonfirmasi pada bahan superkonduktor dengan pembawa muatan berjenis hole (hole-doped superconductor) [2,3]. Namun demikian, keberadaan stripe ini belum terkonfirmasi dengan jelas pada bahan superkonduktor dengan pembawa muatan tipe elektron (electron-doped superconductor) [4] sehingga model stripe sebagai salah satu model yang di usulkan untuk dapat menjelaskan mekanisme terbentuknya superkonduktor masih sulit diterima. Salah satu alasan belum terkonfirmasinya model stripe pada bahan superkonduktor doping elektron adalah karena sulitnya membuat bahan superkonduktor yang memiliki komposisi yang mirip dengan bahan superkonduktor doping hole.

Pada salah satu bahan superkonduktor doping *hole* La_{2-x}Sr_xCuO₄, superkonduktor muncul saat sebagian bahan La yang memiliki valensi 3+ di doping oleh bahan Sr yang bervalensi 2+. Pada bahan superkonduktor doping elektron yang banyak diteliti sekarang, bahan yang menjadi penyusun utamanya adalah bahan dari unsur tanah jarang seperti Nd, Eu dan Pr yang memiliki valensi 3+ yang kemudian didoping dengan bahan dari unsur tanah jarang lainnnya yaitu Ce yang memiliki valensi 4+. Keberadaan unsur tanah jarang pada bahan utama pembentuk superkonduktor doping elektron, menyebabkan sulitnya dilakukan perbandingan secara langsung sifat-sifat bahan superkonduktor doping *hole* dan doping elektron.

Jika bahan superkonduktor dengan doping elektron dengan unsur utama berbahan dasar La misalnya La_{2-x}Y_xCuO₄ (LYCO) seperti halnya pada bahan superkonduktor doping *hole* misalnya La_{2-x}Sr_xCuO₄ (LSCO) dapat disintesis, perbandingan sifat sifat dasar antara doping *hole* LSCO dan doping elektron LYCO dapat sangat mudah untuk dibandingkan dan dianalisis. Namun demikian sintesis untuk mendapatkan bahan superkonduktor doping elektron LYCO sangatlah sulit untuk dilaksanakan. Hal ini salah satunya disebabkan sulitnya untuk membentuk struktur T' sebagai struktur yang membedakan antara superkonduktor doping *hole* (struktur T) dan superkonduktor doping elektron (T'). Oleh sebab itu pada penelitian ini telah dilakukan ujicoba sintesis bahan LYCO dengan metode presipitasi dengan harapan mendapatkan bahan superkonduktor doping elektron dengan struktur T' agar bahan yang telah diperoleh dapat dipergunakan untuk penelitian lebih lanjut dalam rangka membandingkan sifat-sifat fisis bahan superkonduktor doping *hole* dan doping elektron.

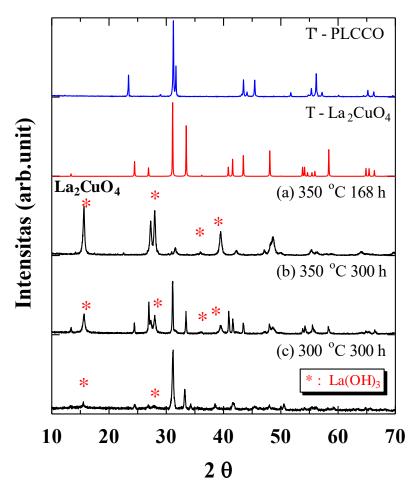
2. Metode Penelitian

Bahan $La_{2-x}Y_xCuO_4$ dengan x = 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 disintesis dengan menggunakan metode presipitasi pada suhu rendah dengan dicampurkan cairan KOH/ NaOH [5]. Untuk bahan $La_{2-x}Y_xCuO_4$ dengan x = 0, proses sintesis dilakukan dengan variasi suhu 300 dan 350 °C selama 168 dan 300 jam pada kondisi dialiri gas Argon. Untuk sampel dengan x = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4, sintesis dilakukan pada suhu 400 °C selama 24 jam pada kondisi udara biasa. Seluruh bahan diuji dengan menggunakan XRD untuk mengetahui struktur yang terbentuk dan kemurnian bahan.

3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 memperlihatkan hasil XRD bahan $La_{2-x}Y_xCuO_4$ dengan x = 0. Sebagai bahan perbandingan, ditampilkan pula puncak-puncak XRD untuk bahan La_2CuO dengan struktur T dan hasil XRD bahan $Pr_{0,86}LaCe_{0,14}CuO_4$ (PLCCO) dengan struktur T'[6]. Puncak utama yang membedakan struktur T dan T' adalah puncak puncak pada rentang 2θ sebesar 30 dan 35 derajat. Untuk bahan dengan suhu

sintesis 350 °C selama 168 jam, puncak-puncak utama baik untuk struktur T ataupun struktur T' belum terbentuk dengan sempurna. Pada saat waktu sintesis dinaikkan menjadi 300 jam, puncak utama struktur T sudah terbentuk dengan sempurna. Namun demikian struktur T' yang diharapkan tidak ditemui pada kondisi sintesis ini. Pada saat suhu sintesis diturunkan menjadi 300 °C, struktur T' yang diharapkan terbentuk, tetap tidak dapat ditemukan. Pengotor yang muncul pada semua sampel dengan kondisi sintesis tersebut adalah La(OH)3.

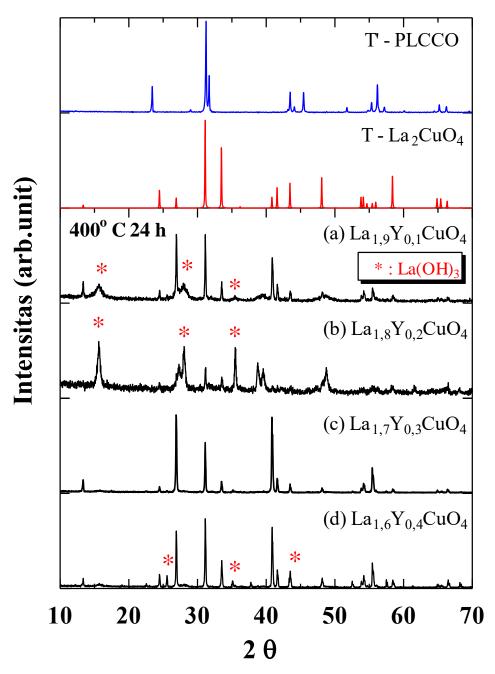


 $\label{eq:Gambar 1.} \textbf{ Hasil XRD bahan $La_{2-x}Y_xCuO_4$ dengan $x=0$ pada berbagai suhu dan waktu sintesis dalam keadaan dialiri gas argon. Sebagai perbandingan hasil XRD untuk bahan PLCCO dengan struktur T' dan hasil XRD bahan La_2CuO_4 yang memiliki struktur T ditampilkan pada bagian atas gambar. Tanda * mengidendikasikan pengotor $La(OH)_3$.}$

Gambar 2 memperlihatkan hasil XRD bahan $La_{2-x}Y_xCuO_4$ dengan x = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4. Disertakan pula hasil puncak-puncak XRD bahan dengan struktur T struktur T' sebagai perbandingan [6]. Puncak-puncak utama struktur T pada sudut 2θ sebesar 30 dan 35 derajat dapat dilihat pada seluruh bahan dengan perbedaan intensitas. Intensitas puncak utama untuk x = 0,2 terlihat lebih rendah dibandingkan dengan tiga sampel lainnya. Pada seluruh sampel ini, struktur T' bahan superkonduktor doping elektron juga tidak dapat terbentuk. Pengotor yang muncul pada seluruh bahan yang disintesis adalah pengotor yang berasal dari bahan utama La_2O_3 yang bereaksi dengan KOH/NaOH yang membentuk $La(OH)_2$. Salah satu sebab

32 Risdiana

ketidakberhasilan pembentukan struktur T' pada bahan LYCO ini dimungkinan oleh kurang optimalnya suhu dan waktu sintesis. Suhu dan waktu sintesis yang kurang tepat dapat menyebabkan apical oksigen sebagai salah satu bagian dari struktur yang menentukan terbentuknya struktur T' belum berada pada posisinya. Untuk mendapatkan bahan LYCO dengan struktur T', perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengatur suhu dan waktu sintesisi



Gambar 2. Hasil XRD bahan $La_{2-x}Y_xCuO_4$ dengan x=0,1; 0,2; 0,3 dan 0,4 yang disintesis pada suhu 400 °C selama 24 jam dalam keadaan udara biasa. Sebagai perbandingan hasil XRD untuk bahan PLCCO dengan struktur T' dan hasil XRD bahan La_2CuO_4 yang memiliki struktur T ditampilkan pada bagian atas gambar. Tanda * mengidendikasikan pengotor $La(OH)_3$.

4. Kesimpulan

Telah dilakukan sintesis bahan La_{2-x}Y_xCuO₄ dengan metode pretisipasi pada suhu rendah untuk mendapatkan bahan superkonduktor doping elektron dengan struktur T'. Dengan variasi suhu dan waktu sintesis antara 300 sampai dengan 400 °C selama 24 sampai 300 jam. Seluruh bahan memiliki puncak difraksi yang didominasi oleh struktur T yang biasanya muncul untuk bahan superkonduktor doping *hole*. Struktur T' yang diharapkan terbentuk sebagai penciri terbentuknya bahan superkonduktor doping elektron tidak dapat ditemukan yang mungkin disebabkan karena suhu dan waktu sintesis yang masih kurang tepat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Koike Lab di Tohoku University yang telah memberikan fasilitas sintesis bahan dan RIKEN yang telah memberikan bantuan dana selama penelitian ini berlangsung.

DaftarPustaka

- V. J. Emery, S. A. Kivelson, J. M. Tranquada, Proc. Natl. Acad. Sci. 96 (1999) 8814.
- 2. T. Adachi, N. Oki, Risdiana, S. Yairi, Y. Koike, I. Watanabe, Phys. Rev. B **78** (2008) 134515.
- 3. Risdiana, T. Adachi, N. Oki, S. Yairi, Y. Tanabe, K. Omori, T. Suzuki, I. Watanabe, A. Koda, W. Higemoto and Y. Koike, Phys. Rev. B 77 (2008) 054516.
- 4. Risdiana, T. Adachi, N. Oki, Y. Koike, T. Suzuki, I. Watanabe, Phys. Rev. B 82 (2010) 014506.
- 5. Y. Imai, M. Kato, Y. Takarabe, T. Noji and Y. Koike, Chemistry of Materials **19** (2007) 3584.
- 6. Risdiana, Disertasi doctor Department of Applied Physics, Graduate School of Engineering, Tohoku University, Japan 2006.