

Karakterisasi Struktur Morfologi Material Ferroelektrik Barium Stronsium Titanat ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) dan Stronsium Titanat ($SrTiO_3$) dengan Variasi Komposisi Barium Dan Stronsium

Alpi Zaidah

Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Institut Pendidikan Nusantara Global
Jalan Raya Praya Mantang Km. 07 Aik Mual, Lombok Tengah-NTB 85311
Email: alpizaidah@nusantaraglobal.ac.id

Abstrak: Material ferroelektrik Barium Strontium Titanat ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$, BST) dan ($SrTiO_3$, ST) dengan variasi komposisi Barium dan Stronsium ($x < 0,5$) telah dibuat menggunakan metode reaksi fasa padat. Sampel dicetak dalam bentuk bulk (padatan) kemudian di-*sintering* pada temperatur $1100^\circ C$ dengan holding time 2 jam. Karakterisasi sampel dilakukan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* bertujuan untuk mengetahui struktur morfologi *bulk* barium stronsium titanat ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) dan stronsium titanat ($SrTiO_3$).

Kata kunci: BST, ST, Metode Reaksi Fasa Padat, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dunia hampir setiap tahunnya mengalami kemajuan yang sangat pesat terutama dibidang elektronika. Penelitian mengenai material-material yang mampu menjadi sumber energi atau penyimpan muatan pada komponen elektronika banyak dikembangkan. Misalnya adalah kapasitor yang memiliki kemampuan menyimpan muatan. Muatan yang tersimpan dalam kapasitor dipengaruhi oleh bahan dielektrik yang digunakan (Wee *et al*, 2011). Material ferroelektrik dapat difabrikasi sesuai kebutuhan serta mudah diintegrasikan dalam bentuk divais. Aplikasi divais berdasarkan sifat histerisis dan konstanta dielektrik yang tinggi adalah pada memori Dynamic Random Access Memory (DRAM) (Uchino, 2000).

Material ferroelektrik yang mempunyai perpaduan sifat paling menarik untuk aplikasi memori adalah Barium Stronsium Titanat dan Stronsium Titanat. Material BST dan ST mempunyai konstanta dielektrik yang tinggi, loss dielektrik rendah, densitas kebocoran arus rendah. Konstanta dielektrik yang tinggi akan meningkatkan kapasitansi muatan lebih tinggi sehingga penyimpanan muatan juga lebih banyak (Uchino, 2000). Pembuatan BST dapat dilakukan

beberapa cara diantaranya Metalorganic Chemical Vapor Deposition (MOCVD) (Schneller *et al*, 2011), Pulsed Laser Deposition (PLD) (Pergolesi, *et al*, 2010), Magnetron Sputtering (Ohno, *et al*, 2014) serta Chemical Solution Deposition atau metode sol gel dan metode reaksi fasa padat (*solid state reaction*) (Ries, *et al*, 2003).

Pada paper ini, Barium Strontium Titanat ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$, BST) dan ($SrTiO_3$, ST) dengan variasi komposisi Barium dan Stronsium ($x < 0,5$) dengan temperatur $1100^\circ C$, *holding time* 2 jam dibuat menggunakan metode reaksi fasa padat. Metode ini relatif sederhana dengan mencampurkan semua bahan dasar kemudian dikompaksi (ditekan) dilanjutkan dengan proses *sintering* pada temperatur tertentu sehingga terbentuk senyawa baru yang diinginkan (Pradhan, *et al*, 2005). Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi barium dan stronsium terhadap struktur morfologi material $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$.

METODE PENELITIAN

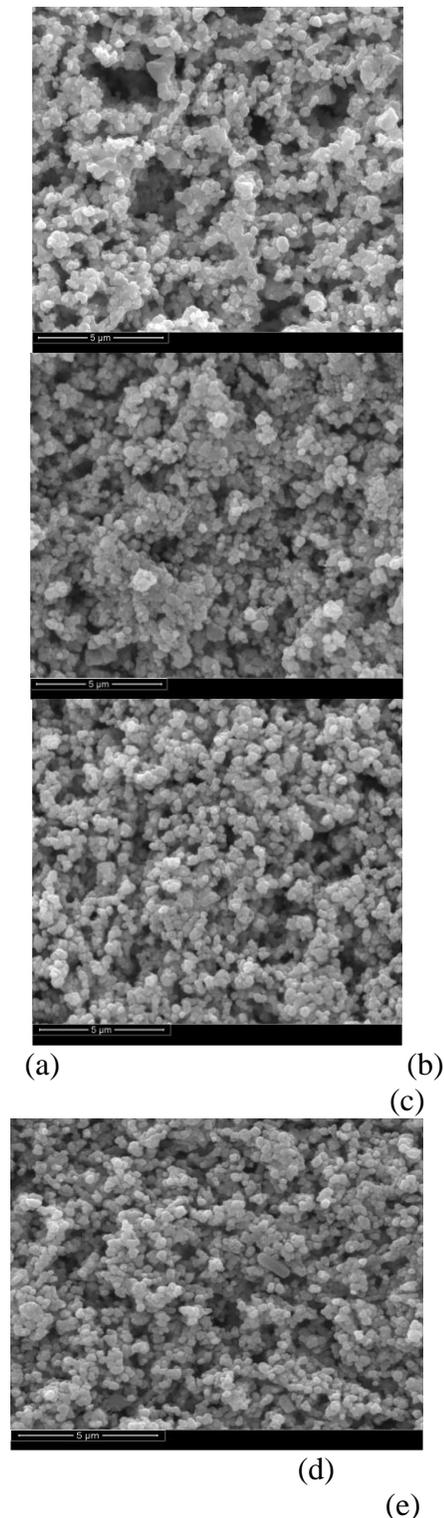
$Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ dibuat dengan metode reaksi fasa padat dengan mencampurkan bahan-bahan serbuk $BaCO_3$, $SrCO_3$, dan TiO_2

dengan variasi komposisi perbandingan mol Ba dan Sr yaitu 40:60, 30:70, 20:80, 10:90, dan 00:100, dengan suhu *sintering* 1100 °C dengan waktu tahan 2 jam, dilakukan proses penggerusan selama 6 jam. Penggerusan dilakukan agar terbentuk campuran yang homogen dengan ukuran partikel yang lebih kecil. Serbuk BST dan ST kemudian dicetak dengan alat pres hidrolik hingga terbentuk pelet (*bulk*) BST dan ST. Proses *sintering* dilakukan pada suhu 1100 °C dengan *holding time* selama 2 jam.

BST dan ST dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan bahan. Karakterisasi bahan menggunakan SEM dimanfaatkan untuk melihat struktur morfologi permukaan, ukuran butiran, cacat struktural dan komposisi pencemaran suatu bahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) bertujuan untuk mengetahui struktur morfologi *bulk* barium stronsium titanat ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) dan stronsium titanat ($SrTiO_3$). Perbesaran yang digunakan adalah 20.000 kali. Gambar 1 merupakan morfologi dari $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$, $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$, $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$, $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$ dan $SrTiO_3$. Dari gambar menunjukkan bahwa masih terdapat pori pada sampel *bulk* yang telah dibuat meskipun sampel sudah melewati proses pengepressan. Percampuran antara *precursor* bahan $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ yang dilakukan dengan waktu lama waktu 6 jam masih menunjukkan bahwa belum homogen dengan terlihat perbedaan warna dari hasil karakterisasi morfologi menggunakan SEM. Butir-butir yang berwarna putih diduga adalah Titanium dan warna yang cenderung gelap diduga adalah Ba dan Sr yang menyatu.



Gambar 1. Karakterisasi morfologi pada suhu *sintering* 1100°C a) $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ b) $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ c) $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$ d) $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$ e) $SrTiO_3$

Gambar 1a dan 1b menunjukkan morfologi permukaan $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ dan $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ yang di-sintering pada suhu $1100^\circ C$ memiliki ukuran butir berturut-turut 217 nm dan 246 nm. Gambar tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat banyak pori pada permukaan *bulk*. Batas butir berwarna terang terlihat jelas. Ukuran butir $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$ dan $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$ terlihat tidak homogen. Pada Gambar 1c dan 1d menunjukkan morfologi permukaan $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$ dan $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$ yang di-sintering pada suhu $1100^\circ C$ memiliki ukuran butir berturut-turut 256 nm dan 271 nm. Gambar tersebut memperlihatkan morfologi permukaan $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$ dan $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$ masih terdapat rongga dan partikel-partikel butir belum menyatu. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses pencampuran serbuk-serbuk *precursor* belum terjadi secara sempurna. Gambar 1e menunjukkan morfologi permukaan $SrTiO_3$ yang di-sintering pada suhu $1100^\circ C$ memiliki ukuran butir 292 nm. Gambar tersebut memperlihatkan morfologi permukaan $SrTiO_3$ masih memiliki pori yang cukup kecil bila dibandingkan $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$, $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$, $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$ dan $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$. Hal ini menunjukkan bahwa $SrTiO_3$ pada proses pencampuran serbuk-serbuk *precursor* terjadi secara lebih sempurna atau lebih homogen dibanding $Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$, $Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$, $Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$ dan $Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$.

Pengaruh variasi Sr terhadap ukuran butir kristal, semakin banyak komposisi Sr menyebabkan ukuran butir rata-rata yang semakin besar. Hal ini disebabkan karena jari-jari Sr yang lebih kecil dari jari-jari Ba. Dengan adanya Sr yang memiliki jari-jari yang lebih kecil memperkecil jarak parameter kisi antar atom sehingga memperkecil volume atom yang pada akhirnya memperbesar polarisasi. Polarisasi semakin besar, artinya semakin banyak momen dipole dalam kristal, dan domain-domain kristal semakin banyak, serta ukuran butir kristal yang semakin besar. Ukuran butir kristal $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$, ditunjukkan pada tabel 1.

Suhu Sintering	Ukuran Butir (nm)				
	$SrTiO_3$	$Ba_{0,1}Sr_{0,9}TiO_3$	$Ba_{0,2}Sr_{0,8}TiO_3$	$Ba_{0,3}Sr_{0,7}TiO_3$	$Ba_{0,4}Sr_{0,6}TiO_3$
$1100^\circ C$	292	271	256	246	217

Tabel 1. Ukuran butir kristal dari sampel $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ dan $SrTiO_3$ pada suhu sintering $1100^\circ C$.

KESIMPULAN

Barium Stronsium Titanat ($Ba_xSr_{1-x}TiO_3$) dan Stronsium Titanat ($SrTiO_3$) telah berhasil dibuat menggunakan metode reaksi fasa padat, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak komposisi Sr menyebabkan ukuran butir rata-rata yang semakin besar karena jari-jari Sr yang lebih kecil dari jari-jari Ba. Dengan adanya Sr yang memiliki jari-jari yang lebih kecil memperkecil jarak parameter kisi antar atom sehingga memperkecil volume atom yang pada akhirnya memperbesar polarisasi. Polarisasi semakin besar, artinya semakin banyak momen dipole dalam kristal, dan domain-domain kristal semakin banyak, serta ukuran butir kristal yang semakin besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan ini banyak mendapatkan bantuan bagi penulis. Oleh sebab itu diucapkan terima kasih, terutama kepada Bapak Dr. A. Thalib, MA selaku Rektor Institut Pendidikan Nusantara Global.

DAFTAR RUJUKAN

- A. Ries, et al., *Materials Characterization*, 50, 217-221 (2003).
- D. Pergolesi, et al., *Nature Materials*, 9, 846-852 (2010).
- K. Uchino, *Ferroelectric Devices* (Marcel Dekker, Inc. New York, 2000).
- Ohno, T, Y. Kamai, Y. Oda, N. Sukamoto, T. Matsuda., 2014. "Strai Engineering Effects on Electrical Properties of Lead

Free Piezoelectric Thin Films on Si Wafers”. *Acta Chim. Slov.*, vol. 61, pp. 453-456.

Pradhan, et al., *Journal of Applied Physics*, 97,093903 (2005).

Schneller, T., S. Halder, R. Waser, C. Pithan, J. Dornseiffer, Y. Shiratori, L. Houben, N. Vyshnavi and B. Majumder., 2011. “Nano Composite Thin Films for Miniaturized Multi Layer Ceramic Capacitors Prepared from Barium Titanate Nano Particle Based Hybrid Solution”. *J. Mater. Chem.*, vol. 21, 7953.

Wee, F.H., Malek, F., Sreekantan, S., Al-Amin, A.U., Ghani, F., and You, K.Y., 2011. Investigation of the characteristic of Barium Strontium Titanate (BST) Dielectric resonator ceramic Loaded on Array Antennas. *Progress in Electromagnetik Research*, Vol. 121, 181 – 213.