

SINTESIS OKSIDA LOGAM AURIVILLIUS $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ MENGGUNAKAN METODE HIDROTERMAL DAN PENENTUAN SIFAT FEROELEKTRIKNYA

Synthesis of Metal Oxide Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ Using Hydrothermal Method and Determination of Its Ferroelectric Properties

Edi Mikrianto¹, Rizky Kurniawan², Dwi Rasy Mujiyanti¹, Utami Irawati¹

¹Dosen Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

²Mahasiswa Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan

E-mail: mikrianto@yahoo.co.uk

ABSTRAK

Salah satu material yang bersifat feroelektrik adalah oksida logam Aurivillius. Pada penelitian ini, dilakukan sintesis oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ menggunakan metode hidrotermal selama 72 jam, konsentrasi NaOH 3 M sebagai mineralizer, dan variasi suhu 200°C, 220°C, dan 240°C. Hasil sintesis dikarakterisasi dengan difraksi sinar-X dan didapatkan bahwa suhu sintesis 240°C menghasilkan senyawa berfasa tunggal dengan sistem kristal ortorombik, grup ruang $A2_1am$, dan parameter sel satuan $a = 5,5396 \text{ \AA}$, $b = 5,5800 \text{ \AA}$, $c = 40,9734 \text{ \AA}$. Senyawa ini memiliki tingkat kristalinitas lebih bagus dan yang lebih tinggi daripada oksida logam sejenis yang dihasilkan dengan metode reaksi kimia fasa padat. Sifat feroelektrik menunjukkan nilai polarisasi remanen $Pr(+)$ 35,10 Ccm^{-2} , $Pr(-)$ 24,10 Ccm^{-2} .

Kata kunci: sintesis, oksida logam, Aurivillius, hidrotermal

ABSTRACT

One of ferroelectric materials is Aurivillius metal oxide. In this research, the synthesis of metal oxide Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ was carried out using hydrothermal method for 72 hours, the concentration of NaOH which was used for mineralizer was 3 M. The temperature of synthesis were varied to be 200°C, 220°C, and 240°C. Based on the result of analysis, the synthesis at 240°C produced a single compound with orthorhombic crystal system, space group $A2_1am$, and unit cell parameters $a = 5,5396 \text{ \AA}$, $b = 5,5800 \text{ \AA}$, $c = 40,9734 \text{ \AA}$. This compound has a high crystallinity. Ferroelectric properties show the value of remanent polarization $Pr(+)$ 35,10 Ccm^{-2} , $Pr(-)$ 24,10 Ccm^{-2} .

Keyword: synthesis, metal oxide, Aurivillius, hydrothermal

PENDAHULUAN

Sifat feroelektrik senyawa piroklor sangat potensial dalam aplikasinya terutama bagi industri elektronika yang berkembang sangat cepat. Hal ini didukung oleh komponen-komponen penyusun perangkat elektronik tersebut. Banyak komponen yang berfungsi sangat penting sebagai penentu operasional pada

perangkat elektronika seperti salah satunya adalah kapasitor. Kapasitor dapat dibuat dari material yang bersifat feroelektrik yang mempunyai kemampuan menahan polarisasi elektrik setelah tegangan listrik dihilangkan. Salah satu material yang dapat bersifat feroelektrik adalah oksida logam Aurivillius (Mikrianto, 2007).

Pada penelitian sebelumnya (Mikrianto, 2007) telah dilakukan sintesis oksida logam aurivillius tipe $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ empat lapis menggunakan metode sintesis reaksi kimia fasa padat. Hasil sintesis tersebut menghasilkan oksida logam dengan sistem kristal ortorombik dengan parameter sel satuan $a = 5,4752 \text{ \AA}$, $b = 5,5443 \text{ \AA}$, $c = 41,719 \text{ \AA}$ dengan grup ruang $A2_1am$. Hasil sintesis ini menghasilkan kapasitor dengan karakteristik feroelektrik senyawa oksida logam aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan nilai polarisasi remanen $P_r(+)$ dan $P_r(-)$ sebesar $24,7 \text{ Ccm}^{-2}$ dan $10,4 \text{ Ccm}^{-2}$, dan nilai polarisasi jenuh $P_s(+)$ dan $P_s(-)$ adalah $45,9 \text{ Ccm}^{-2}$ dan $29,1 \text{ Ccm}^{-2}$. Rizal & Ismunandar (2007) juga telah berhasil mensintesis oksida logam Aurivillius $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ dengan metode hidrotermal. Metode sintesis hidrotermal mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya penggunaan waktu sintesis yang lebih singkat, kemampuan solvasi yang lebih tinggi, tekanan yang tinggi, dan transpot massa pelarut (Ismunandar, 2006). Keunggulan produk sintesis dari metode hidrotermal ini tentunya akan memberikan pengaruh pada sifat karakteristik, terutama sifat feroelektrik yang dimiliki produk sintesis itu. Pada penelitian ini dilakukan sintesis oksida logam Aurivillius tipe $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ empat lapis dengan menggunakan metode sintesis hidrotermal.

Karakterisasi senyawa hasil sintesis senyawa Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dilakukan dengan menggunakan metode difraksi sinar-X (XRD). Setelah itu hasil analisis berupa difraktogram dibandingkan dengan data *Powder Diffraction File* (PDF). Sedangkan penentuan struktur dilakukan dengan menggunakan metode Rietveld dengan analisis Le Baile untuk mengetahui parameter kristalnya diantaranya data indeks Miller, parameter sel, grup ruang dan bentuk geometrinya. Penentuan sifat feroelektrik dilakukan dengan metode keramik menggunakan instrumen RT66A *Ferroelectric System Radiant Technology*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, pipet tetes, sudip, kaca arloji, gelas beker, labu ukur, gelas ukur, mortar, alu, pengukur waktu, furnace, oven, autoklaf, desikator. Karakterisasi senyawa hasil sintesis dilakukan dengan menggunakan difraktometer sinar-X (XRD PW1710 BASED). Analisis data dilakukan menggunakan metode rietveld.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah SrCO_3 (Aldrich 99,99%), TiO_2 (Aldrich 99,99%), Bi_2O_3 (Aldrich 99,99%), larutan NaOH 3 M, dan air bebas mineral.

Prosedur Kerja

Sintesis dengan metode hidrotermal

Sebanyak 0,2179 gram SrCO_3 , 1,3755 gram Bi_2O_3 dan 0,4717 gram TiO_2 ditimbang, dicampur dan digerus hingga menjadi homogen. Campuran dimasukkan ke dalam autoklaf kemudian ditambahi larutan NaOH 3 M hingga volumenya ± 25 mL. Autoklaf tersebut kemudian dipanaskan di dalam *furnace* dengan variasi suhu pemanasan 200°C , 220°C , 240°C selama 72 jam sehingga terbentuk tekanan *autogenous* dalam autoklaf. Serbuk yang diperoleh dicuci dengan air bebas mineral untuk menghilangkan ion Na^+ dan dikeringkan pada suhu 105°C di dalam oven (Rizal & Ismunandar, 2007).

Karakterisasi

Hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan difraktometer sinar-X (XRD PW1710 BASED) dari sumber sinar logam Cu- K_α dengan filter Ni. Proses difraksi dilakukan pada rentang sudut 2θ antara 10° sampai 80° dengan interval kenaikan sudut sebesar $0,05^\circ$ per tahap. Pola difraksi yang diperoleh dibandingkan dengan *database Powder Diffraction File* (PDF) pada program *Phasax* sehingga dapat diketahui apakah senyawa oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ empat lapis telah terbentuk. Kemudian difraktogram dianalisis menggunakan program *Rietica* untuk menentukan indeks Miller, grup ruang, dan parameter sel dari oksida logam hasil

sintesis. Kemudian senyawa oksida Aurivillius hasil sintesis dengan nilai kristalinitas yang paling tinggi dari beberapa perlakuan variasi suhu sintesis diukur sifat feroelektriknya. Hasil pengukuran sifat feroelektrik berupa data digital dan diolah menggunakan program original lab berupa kurva loop histerisis feroelektrik untuk mengetahui nilai polarisasi remanen yang dihasilkan. Dari hasil nilai polarisasi remanen dapat ditentukan kualitas sifat feroelektriknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

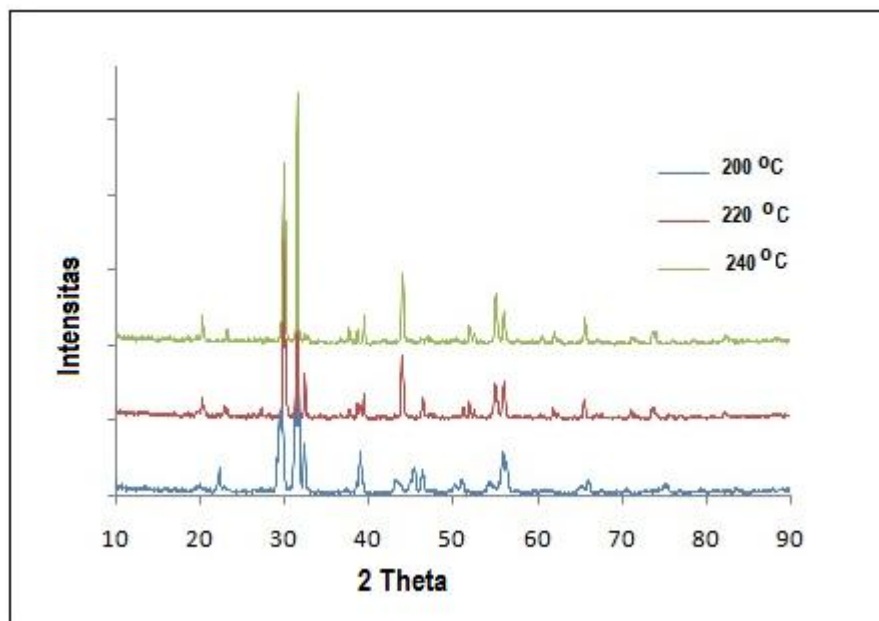
Hasil karakterisasi oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan difraksi sinar-X untuk variasi suhu 200°C , 220°C , dan 240°C dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa hasil sintesis memiliki struktur kristal dan bukan *amorf* ditunjukkan dari puncak difraktogram yang tajam. Setelah dilakukan penelusuran data base PDF ditemukan stuktur yang mirip dengan struktur Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ empat lapis yaitu struktur Aurivillius $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{FeO}_{15}$ empat lapis pada *database PDF* (file No. card 21-0818) dengan group ruang A21am bergeometri ortorombik. Dengan menggunakan penelusuran ini tidak ditemukan adanya pengotor yang biasanya ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak lain dalam difraktogram. Tidak adanya pengotor ini menandakan bahwa reaksi berjalan

sempurna, tidak ada sisa-sisa bahan yang belum habis bereaksi atau bahan-bahan yang bereaksi tetapi membentuk struktur yang tidak diinginkan. Dengan tidak ditemukannya keberadaan puncak pengotor fasa lain menandakan bahwa struktur yang terbentuk merupakan struktur berfasa tunggal.

Intensitas puncak tertinggi untuk variasi suhu 200°C terdapat pada $2\theta = 31,65^\circ$ dengan nilai 832, untuk variasi suhu 220°C pada $2\theta = 29,85^\circ$ dengan nilai intensitas 1528, dan untuk variasi suhu 240°C pada $2\theta = 31,5^\circ$ dengan nilai intensitas 1688. Dari suhu sintesis 200°C, kemudian 220°C, dan sampai pada 240°C menunjukkan kenaikan intensitas dan

ketajaman puncak karakteristik senyawa Aurivillius pada difraktogram. Hal ini menandakan terbentuknya produk dengan kristalinitas yang semakin tinggi seiring dengan semakin tingginya suhu. Pengamatan ini menunjukkan bahwa sintesis senyawa Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ berlangsung relatif optimal pada suhu 240°C.

Senyawa oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ telah berhasil disintesis dengan metode hidrotermal. Adanya struktur kristal dapat dibuktikan dengan karakterisasi difraksi sinar-X. Sampel oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang dianalisis dengan difraksi sinar-X adalah sampel pada variasi suhu 200°C, 220°C, dan 240°C.



Gambar 1. Perbandingan difraktogram hasil sintesis menggunakan metode hidrotermal dengan variasi suhu 200°C, 220°C, dan 240°C

Dari Gambar 1, terlihat bahwa hasil sintesis menunjukkan struktur kristal dengan puncak difraktogram yang tajam pada masing-masing perlakuan. Intensitas puncak tertinggi untuk variasi suhu 200°C terdapat pada $2\theta = 31,65^\circ$ dengan nilai 832, untuk variasi suhu 220°C pada $2\theta = 29,85^\circ$ dengan nilai intensitas 1528, dan untuk variasi suhu 240°C pada $2\theta = 31,5^\circ$ dengan nilai intensitas 1688. Dari suhu sintesis 200°C, kemudian 220°C, dan sampai pada 240°C menunjukkan kenaikan intensitas dan ketajaman puncak karakteristik senyawa Aurivillius pada difraktogram. Hal ini menandakan terbentuknya produk dengan kristalinitas yang semakin tinggi seiring dengan semakin tingginya suhu pemanasan metode hidrotermal.

Hasil pengolahan data luas area dan FWHM (*Full Width at Half Maximum*) dari difraktogram senyawa oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ pada puncak $2\theta = 31,45^\circ$ suhu pemanasan sintesis 200°C,

220°C, dan 240°C masing-masing sebesar 0,6191, 0,1400 dan 0,1292 untuk nilai FWHM, sedangkan luas area masing-masing pada suhu pemanasan sintesis tersebut adalah 0,39; 0,140 dan 0,08. Perbandingan nilai FWHM dan luas area menunjukkan semakin kecil nilainya FWHM dan luas area dari difraktogram senyawa hasil sintesis, maka semakin tinggi nilai kristalinitas senyawa yang terbentuk. Tabel 1 memperlihatkan nilai perbandingan FWHM antara difraktogram-difraktogram untuk setiap variasi suhu. Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa senyawa oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang terbentuk pada variasi suhu 240°C memiliki nilai paling kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur senyawa yang terbentuk pada variasi suhu ini relatif paling baik dari suhu pemanasan 200°C dan 220°C ditinjau dari kemurnian fasa dan tingkat kristalinitasnya.

Tabel 1. Perbandingan nilai FWHM antara variasi suhu 200°C, 220°C, dan 240°C

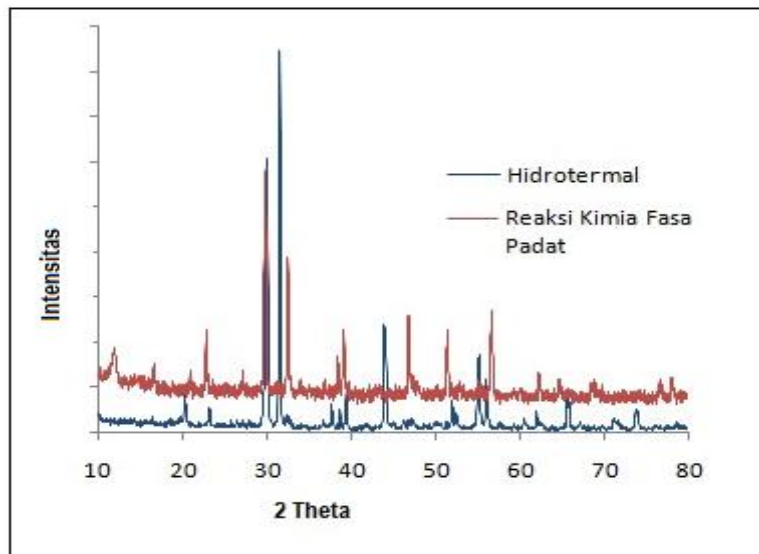
No.	Faktor Perbandingan	Oksida Logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$		
		200°C	220°C	240°C
1.	2θ puncak tertinggi	31,46°	31,43°	31,47°
2.	Intensitas puncak tertinggi	832	1528	1688
3.	FWHM	0,6191	0,1400	0,1292
4.	Luas area	0,39	0,09	0,08

Menurut Mikrianto (2007), oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dengan kristalinitas yang tinggi dihasilkan pada suhu 1050°C berupa senyawa fasa tunggal. Intensitas puncak tertinggi dari difraktogram hasil sintesis reaksi kimia fasa padat ini

sebesar 1160 terdapat pada $2\theta = 29,75^\circ$. Jika dibandingkan dengan intensitas puncak tertinggi dari sintesis dengan metode hidrotermal dari variasi suhu 240°C sebesar 1688 pada $2\theta = 31,47^\circ$, maka dapat dianggap bahwa struktur senyawa oksida

logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis dengan metode hidrotermal relatif lebih baik

daripada yang disintesis dengan reaksi kimia fasa padat.

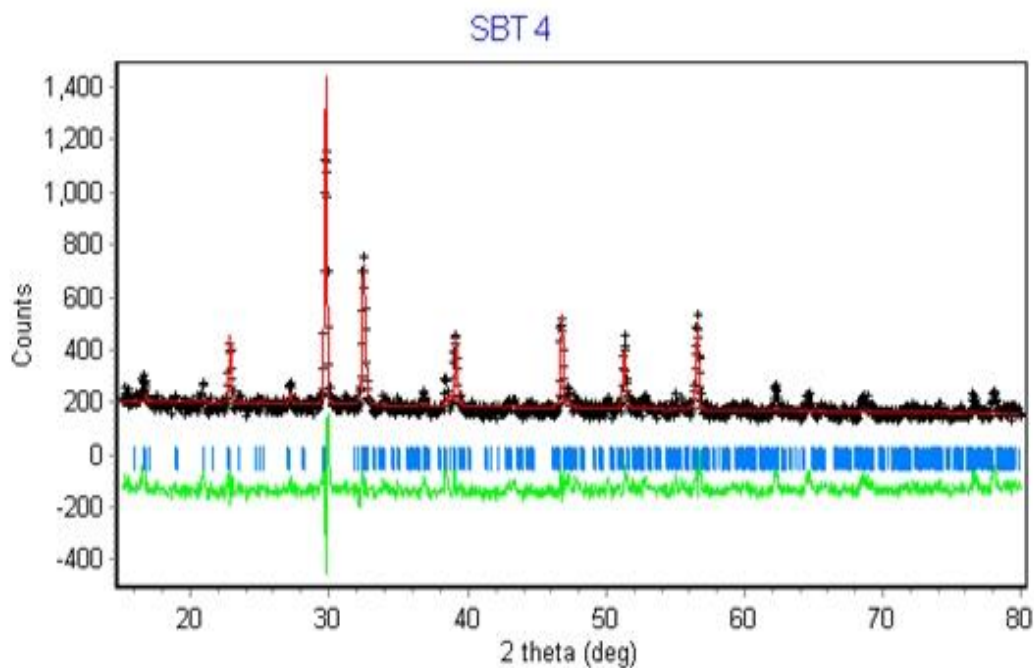


Gambar 2. Perbandingan difraktogram antara senyawa hasil metode reaksi kimia fasa padat dan metode hidrotermal

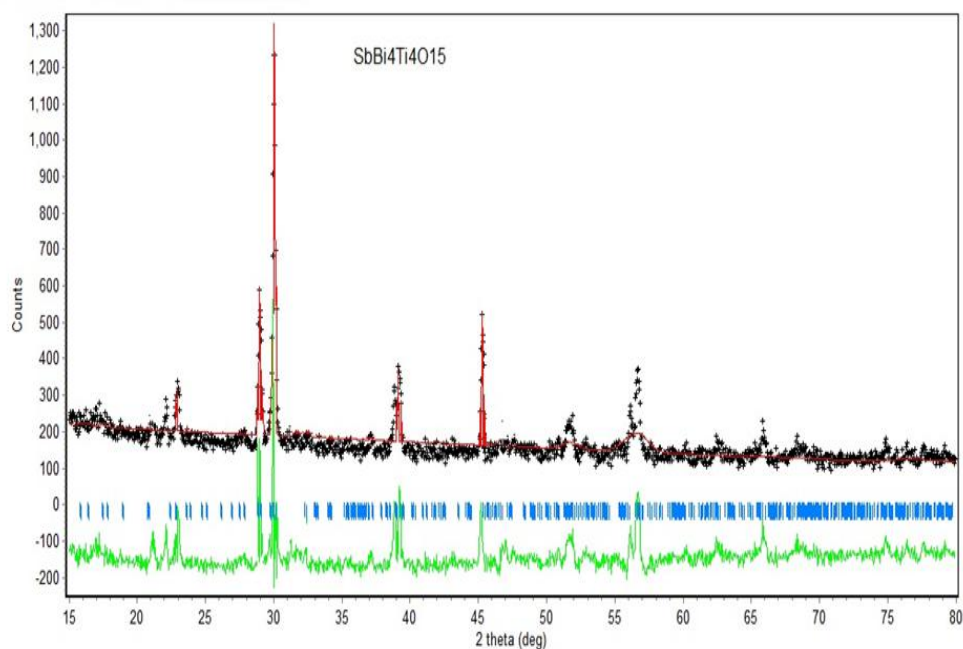
Gambar 2 menunjukkan perbandingan difraktogram antara oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis dengan reaksi kimia fasa padat dan metode hidrotermal. Pola keberadaan puncak-puncaknya memiliki kemiripan karena sama-sama menunjukkan puncak-puncak karakteristik Aurivillius. Tetapi dapat jelas terlihat bahwa intensitas puncak tertinggi dari senyawa yang disintesis dengan metode hidrotermal lebih besar daripada intensitas puncak dari senyawa yang disintesis dengan metode reaksi kimia fasa padat. Nilai FWHM untuk puncak tertinggi dari difraktogram senyawa yang disintesis dengan reaksi kimia fasa padat adalah 0,2567, sedangkan untuk senyawa yang

disintesis dengan metode hidrotermal adalah 0,1292. Hal tersebut menunjukkan bahwa kristalinitas dari senyawa yang disintesis dengan metode hidrotermal lebih tinggi daripada yang disintesis dengan reaksi kimia fasa padat.

Hasil pengolahan data metode *rietveld* didapatkan nilai indeks Miller, parameter sel, grup ruang serta sistem kristal dari oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ suhu 240°C disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Gambar 3 memperlihatkan difraktogram senyawa oksida logam hasil sintesis dengan metode reaksi kimia fasa padat yang sudah diolah dengan metode *rietveld*, sedangkan Gambar 4 dengan teknik sintesis hidrotermal.



Gambar 3. Difraktogram oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ hasil sintesis metode reaksi kimia fasa padat yang diolah dengan metode *rietveld* (Mikrianto, 2007)



Gambar 4. Difraktogram oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ hasil sintesis metode hidrotermal yang diolah dengan metode *rietveld*

Tabel 2. Data indeks Miller senyawa oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ hasil sintesis metode hidrotermal yang diidentifikasi dengan metode *rietveld*

No.	h k l	2θ (°)	Intensitas
1.	0 1 8	20,25	206
2.	1 1 3	23,20	114
3.	1 1 13	29,90	1212
4.	0 2 0	31,50	1688
5.	2 1 5	37,65	124
6.	2 1 7	38,65	104
7.	1 1 22	39,45	207
8.	2 1 14	43,90	480
9.	0 2 22	51,90	140
10.	1 3 3	54,95	327
11.	1 3 9	55,95	234
12.	1 3 11	61,95	92
13.	3 2 7	65,55	189
14.	4 1 11	73,75	102

Tabel 3. Sistem kristal, grup ruang, dan parameter sel senyawa oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ hasil pengindeksan metode *rietveld*

	Reaksi Kimia Fasa Padat	Hidrotermal
Sistem kristal	Ortorombik	Ortorombik
Grup ruang	$A2_1am$	$A2_1am$
Parameter sel (Å)	$a = 5,4752$ $b = 5,5443$ $c = 41,7190$	$a = 5,5396$ $b = 5,5800$ $c = 40,9734$

Berdasarkan data pada Tabel 2, maka dapat dikatakan bahwa senyawa oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis melalui dua metode yang berbeda memiliki struktur yang hampir sama. Hal ini ditinjau dari sistem kristal dan grup ruangnya yang sama, dan nilai-nilai parameter sel yang tidak berbeda jauh. Tetapi jika ditinjau dari tingkat kemurnian dan kristalinitas senyawa seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, maka oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis dengan metode hidrotermal relatif lebih baik

daripada yang disintesis dengan metode reaksi kimia fasa padat.

Pada penentuan sifat feroelektrik dilakukan dengan cara menghubungkan kawat tembaga dengan elektroda pada instrumen dan dilakukan pengaturan pengukuran. Data diambil pada tegangan maksimum 16 volt pada kapasitor pembobot 0,1 μF dengan jumlah titik sebanyak 300 buah. Data yang didapat kemudian diolah agar dapat membentuk kurva histerisis feroelektrik. Kurva histerisis tersebut ditampilkan dalam Gambar 5.

Dari Gambar 5 dapat terlihat bahwa oksida Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang dihasilkan memiliki sifat feroelektrik $P_s(+)$ $66,8 \text{ Ccm}^{-2}$, $P_s(-)$ $50,1 \text{ Ccm}^{-2}$, $Pr(+)$ $35,1 \text{ Ccm}^{-2}$, $Pr(-)$ $24,1 \text{ Ccm}^{-2}$. Nilai polarisasi remanen yang cukup tinggi ini mengindikasikan bahwa material feroelektrik $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis dengan metode hidrotermal memiliki kemampuan yang besar dalam mempertahankan arah polarisasinya. Sehingga pada saat pemberian medan listrik dihilangkan, sebagian besar domain tetap mempertahankan pada keadaannya semula yaitu sejajar dengan arah medan listrik yang diberikan. Selanjutnya medan listrik luar diberikan dengan arah terbalik sehingga domain-domain tadi juga akan mengalami perbalikan arah. Dari kurva histerisis terlihat bahwa setelah terjadi proses perbalikan arah, maka nilai-nilai polarisasi mengalami penurunan, baik itu polarisasi remanen (Pr) maupun polarisasi jenuh (P_s). Hal ini bisa terjadi karena sebagian momen dipol tidak berbalik arah mengikuti arah medan listrik luar yang diberikan karena masih mempertahankan arah sebelumnya.

Sementara pengukuran sifat feroelektrik pada Gambar 6 senyawa oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ hasil sintesis metode reaksi kimia fasa padat telah diukur dan ditentukan oleh Mikrianto (2007). Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa

nilai polarisasi remanen $Pr(+)$ dan $Pr(-)$ yaitu $24,7 \text{ Ccm}^{-2}$ dan $10,4 \text{ Ccm}^{-2}$ untuk senyawa oksida logam $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$.

Dari perbandingan pola loop histerisis pengukuran sifat feroelektrik terlihat nilai polarisasi remanen yang diperoleh lebih tinggi pada senyawa yang disintesis menggunakan metode hidrotermal. Polarisasi remanen dari reaksi fasa padat mempunyai nilai $Pr(+)$ dan $Pr(-)$ yaitu $24,7 \text{ Ccm}^{-2}$ dan $10,4 \text{ Ccm}^{-2}$. Sedangkan senyawa Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dari metode hidrotermal mempunyai nilai polarisasi remanen $Pr(+)$ dan $Pr(-)$ masing-masing yaitu sebesar $35,1 \text{ Ccm}^{-2}$ dan $24,1 \text{ Ccm}^{-2}$. Nilai polarisasi remanen inilah yang sangat berpengaruh terhadap kemampuan material feroelektrik untuk digunakan sebagai kapasitor. Semakin besar nilai polarisasi remanen, maka suatu kapasitor akan mampu lebih lama untuk menyimpan muatan listrik.

KESIMPULAN

Oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ dapat disintesis dengan metode hidrotermal pada suhu 200°C , 220°C , dan 240°C selama 72 jam, menggunakan NaOH 3 M sebagai *mineralizer*, menghasilkan senyawa berfasa tunggal dengan kristalinitas dan kemurnian yang semakin tinggi seiring dengan semakin tingginya suhu. Oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis

dengan metode hidrotermal pada suhu 240°C memiliki sistem kristal ortorombik, grup ruang $A2_1am$, dan parameter sel satuan $a = 5,5396 \text{ \AA}$, $b = 5,5800 \text{ \AA}$, $c = 40,9734 \text{ \AA}$. Oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang dihasilkan memiliki sifat feroelektrik $P_s(+)$ 66,80 Ccm^{-2} , $P_s(-)$ 50,10 Ccm^{-2} , $P_r(+)$ 35,10 Ccm^{-2} , $P_r(-)$ 24,10 Ccm^{-2} . Struktur dan sifat feroelektrik oksida logam Aurivillius $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ yang disintesis dengan metode hidrotermal lebih tinggi kristalinitas dan nilai feroelektriknya daripada yang disintesis dengan metode reaksi kimia fasa padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Damjanovic, D. 1998. Ferroelectric, Dielectric, and Piezoelectric Properties of Ferroelectric Thin Films and Ceramics. *Rep Prog Phys*. 61:1267-1324.
- Hervoches, C.H., Snedden, A., Riggs, R., Kicoyne, S.H., Manuel, P. & Lightfoot, P. 2002. Structural Behavior of The Four-Layer Aurivillius-Phase Ferroelectrics $\text{SrBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ and $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{FeO}_{15}$, *J. Solid State Chem.*, 164, 280.
- Ismunandar. 2006. *Padatan Oksida Logam: Struktur, Sintesis dan Sifat-sifatnya*. Penerbit ITB, Bandung.
- Mikrianto, E & Ismunandar. 2007. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Oksida Logam Berstruktur Aurivillius Seri Homolog Tipe $(\text{Bi}_2\text{O}_2)^{2+} (\text{A}_{(n-1)}\text{B}_n\text{O}_{3n+3})^{2-}$ (A^{2+} : Ba, Sr) dan Penentuan Sifat Feroelektriknya. Laporan Hibah Pekerti. Banjarbaru, Kalimantan Selatan.
- Rizal, M., & Ismunandar. 2007. *Sintesis dengan Metode Hidrotermal dan Karakterisasi Senyawa Berstruktur Aurivillius $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$* . Kelompok Keahlian Kimia Anorganik dan Fisik, FMIPA, ITB, Bandung.