

PREPARASI DAN KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ DENGAN TEKNIK EVAPORASI VAKUM

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF THIN FILM $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ WITH VACUUM EVAPORATION TECHNIQUES

Oleh: Wahyu Lestari^{1a}, dan Ariswan^{2b}

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UNY

^{a)} w.fisika@yahoo.com

^{b)} ariswan@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu substrat terhadap kualitas lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$, mengetahui struktur kristal, parameter kisi, morfologi permukaan dan komposisi kimia lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ hasil preparasi dengan teknik evaporasi vakum. Proses penumbuhan kristal lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ menggunakan teknik evaporasi vakum dilakukan dengan memanaskan bahan Sn, S, dan Te pada suhu tertentu dengan perbandingan molaritas 1:0,5:0,5. Dalam penelitian ini, penumbuhan kristal lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ dengan memvariasikan suhu substrat, yaitu 350°C, 450°C, 500°C, dan 600°C. Lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ hasil preparasi dengan teknik evaporasi vakum kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk menentukan struktur kristal dan parameter kisi kristal, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui morfologi permukaan kristal, dan EDS (*Energy Dispersive Spectrometry*) untuk mengetahui komposisi kimia pada kristal. Hasil karakterisasi XRD berupa difraktogram menunjukkan hasil bahwa kristal pada lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ yang terbentuk berstruktur kubik, dengan nilai parameter kisi pada sampel 1 $a = 6,071 \text{ \AA}$, sampel 2 $a = 6,108 \text{ \AA}$, sampel 3 $a = 6,497 \text{ \AA}$, dan untuk sampel 4 amorf. Hasil karakterisasi SEM memperlihatkan bahwa kristal pada lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ yang terbentuk memiliki keseragaman bentuk dan warna butiran kecil-kecil serta sudah terbentuk *grain* dan hasil karakterisasi EDS diperoleh perbandingan unsur Sn:S:Te yaitu 1 : 0,25 : 0,51.

Kata kunci: struktur kristal, lapisan tipis, teknik evaporasi vakum, preparasi

Abstract

*This research aims to determine the effect of heating substrate temperature on the quality of $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$, the crystal structure, lattice parameter, surface morphology and chemical composition of the $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ thin film by vacuum evaporation technique. The crystal growing process of $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ thin film by vacuum evaporation technique was done by heating the material at a certain temperature and molarity 1: 0.5: 0.5 comparison. In this research, the process of growing crystals of the $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ thin film with the variation of substrate temperature are 350°C, 450°C, 500°C, and 600°C. The result of thin film preparation by vacuum evaporation technique is characterized by XRD (*X-Ray Diffraction*) to determine crystal structure, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) to determine the crystal surface morphology, and EDS (*Energy Dispersive Spectrometry*) to determine chemical composition of crystals. The result of XRD characterization shows that diffractogram from crystalline of the $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ thin film have cubic crystal structure with the values of lattice parameter, on sample 1 $a = 6.071 \text{ \AA}$, sample 2 6.108 \AA , sample 3 $a = 6.497 \text{ \AA}$, and for the sample 4 amorf. The result of SEM characterization shows that the crystalline of $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ thin film that formed has the pieces of grains and homogeneous and the results of EDS characterization obtained Sn:S:Te molarity ratio is 1:0.25:0.51.*

Key words : crystal structure, thin film, vacuum evaporation technique, preparation

PENDAHULUAN

Kemampuan menguasai teknologi tinggi merupakan syarat mutlak bagi suatu negara untuk memasuki negara industri baru. Perkembangan teknologi dalam elektronika yang semakin cepat telah memicu perkembangan bidang informasi secara global (Syamsul dkk, 2005). Kemampuan ini didukung oleh penemuan dan pengembangan material semikonduktor lapisan tipis yang digunakan sebagai material dasar dalam pembuatan piranti elektronika dan optoelektronika yang sesuai dengan tujuan aplikasinya.

Lapisan tipis merupakan lapisan yang sangat tipis yang terbuat dari bahan organik, inorganik, logam maupun campuran yang memiliki sifat-sifat konduktor, semikonduktor, maupun isolator. Bahan-bahan lapisan tipis akan memperlihatkan sifat-sifat khusus, yaitu mempunyai sifat-sifat bahan unik yang diakibatkan oleh proses pertumbuhan lapisan tipis. Dalam pembuatan lapisan tipis suatu ragen direaksikan dengan cara dideposisi di atas suatu bahan yang disebut substrat yang berbentuk keping, sehingga sifat bahan awalnya akan sama dengan hasil deposisi lapisan tipis yang terbentuk. Aplikasi lapisan tipis saat ini telah menjangkau berbagai bidang ilmu. Hampir semua bidang industri baik dalam pembuatan piranti elektronik seperti kapasitor, transistor, fotodetektor, sel surya, rangkaian hidrid, dan teknologi mikroelektronika menggunakan lapisan tipis.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan peningkatan kebutuhan hidup, berbagai bahan oksida logam terus dikembangkan. Mengingat manfaat dalam dunia teknologi, material ini menarik banyak perhatian, salah satu bahan oksida logam yang sangat bermanfaat adalah SnTe (*Stannum Tellurium*), bahan ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan respon yang cepat, sehingga dikenal sebagai bahan untuk detektor inframerah. Aplikasi SnTe ditemukan dalam deteksi inframerah, *photodetektor*, laser *infrared*, mikroelektronik, dan perangkat termoelektrik (Saini, 2010:1).

Dalam penelitian ini bahan semikonduktor yang dikembangkan adalah SnS dan SnTe. Keduanya memiliki kesamaan, yaitu merupakan bahan semikonduktor bertipe-p yang dibuat dari perpaduan golongan IV A (Sn) dan golongan VI A (S dan Te). Bahan semikonduktor dari golongan ini yang dimungkinkan untuk dikembangkan adalah $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ yang merupakan material termoelektrik yang memiliki energi gap sekitar 0,18 eV (Askerov, 1994). Oleh karena itu,

penelitian ini akan dilakukan penumbuhan kristal bahan Sn (STe) dengan variasi molaritas yang dititik beratkan pada pengaruh suhu substrat. Variasi molaritas yang dilakukan peneliti dalam penelitian ini pada bahan $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ difokuskan pada suhu substrat saat penumbuhan kristal lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$.

Salah satu metode penumbuhan lapisan tipis adalah dengan menggunakan metode vakum atau sering disebut dengan metode evaporasi vakum. Metode ini memiliki kelebihan antara lain preparasi yang dihasilkan lebih baik dan merata pada permukaan substrat dan hasil preparasi lapisan tipis. Pada penelitian ini, dilakukan penumbuhan lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ dengan menggunakan teknik evaporasi vakum. Lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ yang dihasilkan, dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) yang bertujuan untuk menentukan struktur kristal lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$. Analisis struktur morfologi permukaan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), kemudian untuk mengetahui komposisi kimia secara kuantitatif dengan menggunakan EDS (*Energy Dispersive Spectrometry*).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari sampai April 2016 di Laboratorium Fisika Material UNY, Laboratorium Kimia Organik FMIPA UNY, dan Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (LP3G) ITB Bandung.

Langkah Penelitian

Penelitian ini meliputi 2 tahap, yaitu tahap preparasi dan tahap karakterisasi. Tahap preparasi merupakan tahap penumbuhan lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ menggunakan teknik evaporasi vakum yang bekerja pada tekanan (5×10^{-5}) mbar dan dilakukan pada substrat kaca. Sebelum dilakukan deposisi, substrat kaca terlebih dahulu dibersihkan menggunakan aquades dan alkohol, kemudian di *furnace*. Substrat kaca diletakkan pada holder dengan jarak 15,6 cm yang diatur menggunakan spacer, yang merupakan jarak antar cawan (*crucible*) dengan substrat kaca yang digunakan sebagai tempat pendeposisian lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$. Proses deposisi dimulai dengan melakukan pemvakuman ruangan di sekitar bahan dan substrat. Kemudian serbuk Sn, S, Te dengan

perbandingan molar 1:0,5:0,5 dipanaskan hingga semua bahan menguap dan terdeposisi pada substrat kaca. Proses deposisi dilakukan sampai serbuk $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ yang berada pada crucible habis. Pada proses preparasi lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ dilakukan dengan memvariasikan suhu substrat sebanyak 4 kali, yaitu 250°C , 350°C , 500°C dan 600°C untuk mengetahui apakah perbedaan suhu pada substrat bisa berpengaruh pada kualitas kristal yang terbentuk.

Tahap karakterisasi dilakukan untuk mengetahui struktur kristal dengan XRD (*X-Ray Diffraction*), morfologi permukaan dan ukuran partikel dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*), dan komposisi kimia dengan EDS (*Energy Dispersive Spectrometry*).

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil karakterisasi XRD berupa difraktogram. Difraktogram ini menunjukkan intensitas sebagai fungsi sudut difraksi. Difraktogram tersebut kemudian dicocokkan dengan data standar yang berasal dari database JCPDS (Joint Committee Powder Diffraction Standard) sehingga diperoleh bidang-bidang hkl dari sampel. Nilai parameter kisi a,b,c ditentukan dengan metode analitik.

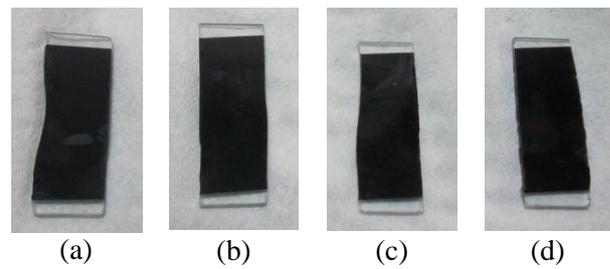
Data yang diperoleh dari hasil karakterisasi SEM berupa foto morfologi permukaan lapisan tipis yang terbentuk. Dari foto tersebut kemudian diamati bentuk dan ukuran butiran-butiran melalui berbagai pembesaran.

Data yang diperoleh dari hasil karakterisasi EDS berupa spectrum yang menunjukkan hubungan antara intensitas terhadap energi. Dari hasil tersebut dilakukan analisis kualitatif untuk mengetahui jenis unsur yang terkandung dalam sampel dan analisa kuantitatif untuk mengetahui komposisi atom unsur-unsur yang terkandung dalam sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

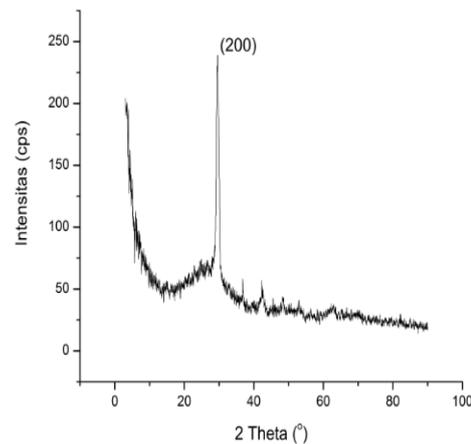
Hasil Preparasi Lapisan Tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$

Penelitian ini menghasilkan empat sampel lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ dengan suhu substrat 250°C , 350°C , 500°C dan 600°C dan menggunakan metode evaporasi vakum seperti pada Gambar 1.

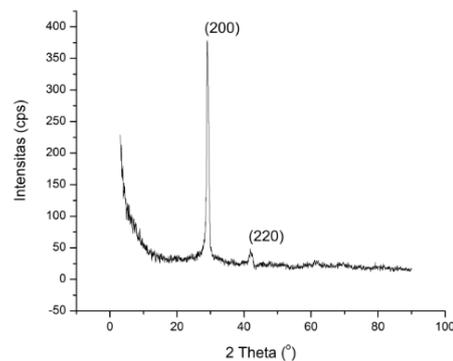


Gambar 1. Hasil lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ (a) sampel 1 dengan suhu substrat 250°C , (b) sampel 2 dengan suhu substrat 350°C , (c) sampel 3 dengan suhu substrat 500°C , (d) sampel 4 dengan suhu substrat 600°C .

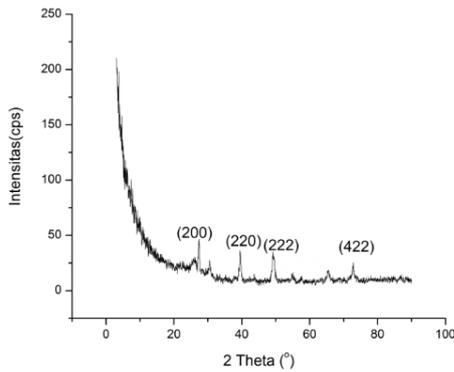
Data hasil karakterisasi dengan XRD yang diperoleh keempat sampel berupa difraktogram, yaitu ditunjukkan oleh Gambar 2, 3, 4, dan 5 yang menyatakan grafik hubungan antara intensitas puncak spektrum dan sudut hamburan (2θ).



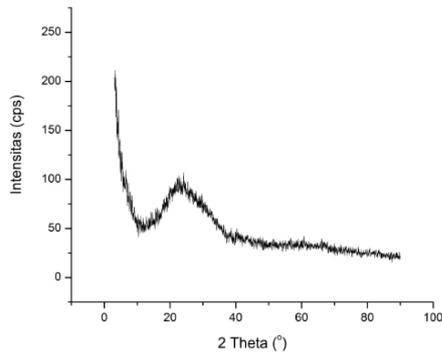
Gambar 2. Difraktogram lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ sampel 1 dengan suhu substrat 250°C



Gambar 3. Difraktogram lapisan tipis $\text{Sn}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$ sampel 2 dengan suhu substrat 350°C



Gambar 4. Difraktogram lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) sampel 3 dengan suhu substrat 500°C



Gambar 5. Difraktogram lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) sampel 4 dengan suhu substrat 600°C

Pada Gambar 2,3,4 dan 5, menunjukkan perbedaan antara keempat difraktogram terletak pada nilai intensitas pada tiap-tiap puncaknya. Puncak-puncak tersebut bergantung pada sudut hamburan sinar-X pada kristal. Puncak difraktogram pada sampel 2 mempunyai intensitas relatif yang lebih tinggi dibandingkan sampel 1, sampel 3, dan sampel 4, dengan puncak tertinggi pada keempat sampel lapisan tipis berada pada 2θ sekitar 29°. Pada Gambar 5, struktur lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) memiliki satu puncak, dari puncak yang terbentuk terlihat bahwa strukturnya bukan kristal tetapi amorf, karena struktur kristal biasanya memiliki puncak-puncak energi yang tajam dan sempit, tetapi pada Gambar 5 tidak menunjukkan hal tersebut. Hal ini disebabkan karena terlalu tinggi suhu pemanasan pada saat preparasi lapisan tipis sehingga atom-atom bahan ini tidak mengalami susunan kristal yang periodik.

Difraktogram XRD yang dihasilkan, dicocokkan dengan difraktogram data standar JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standard*) untuk mengetahui nilai *hkl* yang digunakan untuk menentukan parameter kisi kristal. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) mempunyai struktur kristal kubik. Hasil perbandingan data difraktogram tiap

sampel dengan JCPDS disajikan dalam Tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 2. Perbandingan data XRD lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) sampel 1 dengan data JCPDS bahan SnTe

Peak	Sn(S _{0,5} Te _{0,5}) sampel 1		JCPDS Bahan SnTe		<i>hkl</i>
	2θ(°)	I Relatif	2θ(°)	I Relatif	
1	29,45	100	28,190	100	200

Tabel 3. Perbandingan data XRD lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) sampel 2 dengan data JCPDS bahan SnTe

Peak	Sn(S _{0,5} Te _{0,5}) sampel 2		JCPDS Bahan SnTe		<i>hkl</i>
	2θ(°)	I Relatif	2θ(°)	I Relatif	
1	29,031	100	28,190	100	200
2	41,8	6,6	40,283	50	220

Tabel 4. Perbandingan data XRD lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) sampel 3 dengan data JCPDS bahan SnTe

Peak	Sn(S _{0,5} Te _{0,5}) sampel 2		JCPDS Bahan SnTe		<i>hkl</i>
	2θ(°)	I Relatif	2θ(°)	I Relatif	
1	27,43	100	28,190	100	200
2	39,49	59	40,283	50	220
3	49,33	83	49,884	14	222
4	72,63	38	73,222	8	422

Karakterisasi dengan XRD juga dapat digunakan untuk mengetahui parameter kisi dan struktur kristal. Penentuan parameter kisi lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) dilakukan dengan metode analitik, dan diperoleh parameter kisi seperti pada Tabel 5.

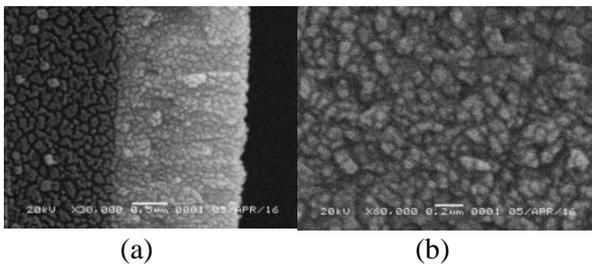
Tabel 5. Parameter kisi Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) pada sampel 1, 2, 3 dan 4 terhadap JCPDS SnTe

Parameter	Sampel Sn(S _{0,5} Te _{0,5})				JCPD
	1	2	3	4	

kisi					S
a (Å)	6,071	6,108	6,497	-	6,327
Struktur	kubik	kubik	kubik	amorf	kubik

Morfologi Permukaan Hasil SEM

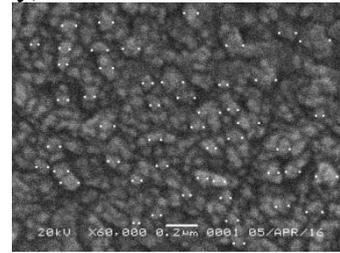
Karakterisasi SEM menghasilkan foto yang menunjukkan morfologi permukaan lapisan tipis yang terbentuk, seperti Gambar 6.



Gambar 6. Foto morfologi permukaan lapisan tipis Sn(S_{0,5} Te_{0,5}) Sampel 3 hasil karakterisasi SEM dengan perbesaran (a) 30.000 kali dan (b) 60.000 kali

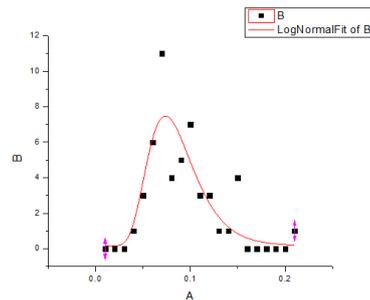
Berdasarkan foto hasil analisis SEM untuk lapisan tipis Sn(S_{0,5} Te_{0,5}) pada Gambar 6 dengan perbesaran 60.000 kali sudah menunjukkan grain dan memperlihatkan adanya keseragaman bentuk, struktur, dan warna butir kecil-kecil, sehingga morfologi permukaan cukup merata dan terdistribusi secara homogen. Dari hasil foto SEM dapat ditentukan distribusi ukuran partikel yaitu berupa diameter partikel tersebut. Setiap foto SEM memiliki bar skala yang panjangnya sudah tertentu. Bar tersebut menjadi acuan penentuan ukuran partikel, dalam menentukan ukuran partikel dapat menggunakan program sederhana dalam windows yaitu, Paint, MS Excel, dan program aplikasi Origin Lab. Hasil foto dari SEM yang dibuka dengan Paint dan ditentukan ukurannya dengan diberi tanda, disajikan dalam Gambar 7. Pemberian tanda dilakukan dengan membuat titik putih disisi kanan dan kiri menggunakan fasilitas penghapus pada Paint sehingga membentuk koordinat titik. Koordinat tersebut menyatakan

posisi horizontal (koordinat x) dan vertikal (koordinat y).



Gambar 7. Foto morfologi permukaan lapisan tipis Sn(S_{0,5} Te_{0,5}) Sampel 3 hasil karakterisasi SEM dengan Perbesaran 60.000 kali yang sudah ditentukan ukurannya dengan diberi tanda pada program Paint

Setelah didapatkan banyak ukuran partikel, dilakukan fitting distribusi ukuran partikel dengan Origin. Pada umumnya ukuran partikel memenuhi fungsi distribusi Log Normal, oleh karena itu data yang diperoleh dalam pengukuran partikel di fitting dengan menggunakan fungsi Log Normal yang tersedia di program Origin, dan disajikan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan antara jumlah partikel dan ukuran partikel.

Tabel 6. Tabel parameter fungsi distribusi hasil fitting Log Normal

Model	LogNormal		
Equation	$y = y_0 + A/(\sqrt{2 * PI} * w * x) * \exp(-(\ln(x/xc))^2 / (2 * w^2))$		
Reduced Chi-Sqr	2.53734		
Adj. R-Square	0.70994		
		Value	Standard Error
B	y0	0.16403	0.62417
B	xc	0.08197	0.00467
B	w	0.327	0.06337
B	A	0.46629	0.06782

Parameter fungsi distribusi hasil fitting Log Normal tampak dalam Tabel 6, dimana xc merupakan lokasi puncak fungsi distribusi dan w adalah simpangan deviasi geometri. Dengan demikian diameter rata-rata partikel dapat dihitung dengan persamaan:

$$\bar{D} = D_p \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right)$$

Dimana $D_p = x_c, \sigma = w$

$$\bar{D} = 0,08197 \exp\left(\frac{0,327^2}{2}\right)$$

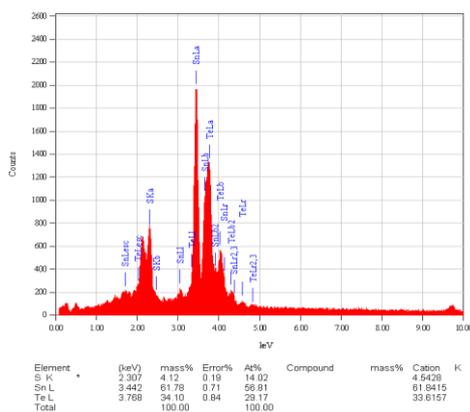
$$\bar{D} = 0,08197 \exp(0,053)$$

$$\bar{D} = 0,08197 \exp(0,053)$$

$$\bar{D} = 0,14 \mu\text{m}$$

Komposisi Kimia Lapisan Tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) Hasil EDS

Hasil karakterisasi dari EDS berupa spektrum yang menunjukkan hubungan antara energi dengan intensitas, yang menyatakan hasil spektrum energi sinar-X. Spektrum ini dihasilkan dari penembakan eksitasi dan ionisasi sehingga atom-atom pada target tidak stabil. Suatu atom memiliki kecenderungan untuk stabil apabila jumlah proton sama dengan elektron, dan melakukan transisi ke tingkat energi yang berada di bawahnya untuk mencapai energi lebih tinggi. Pada saat transisi, elektron akan melepaskan energi dalam bentuk sinar-X karena perbedaan tingkat energi. Setiap atom memiliki tingkat energi tertentu untuk masing masing orbit elektronnya sehingga energi sinar-X juga mempunyai nilai tertentu (karakteristik). Energi inilah yang ditangkap detektor sehingga dihasilkan spektrum EDS, yang menunjukan komposisi kimia yang terkandung di dalam kristal. Prinsip kerja dari EDS adalah menangkap dan mengolah sinyal fluoresensi sinar-X yang keluar apabila berkas elektron mengenai daerah tertentu pada bahan (specimen). Hasil EDS yang diperoleh pada lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) ditampilkan dalam bentuk spektrum pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik antara intensitas dengan energi hasil karakterisasi EDS lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) dengan teknik evaporasi vakum.

Tabel 7. Perbandingan molaritas unsur Sn, S dan Te pada lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) sampel 3 dari hasil karakterisasi EDS.

Konsentrasi Unsur (%)			Perbandingan Mol Unsur		
Sn	S	Te	Sn	S	Te
56,81	14,02	29,17	1	0,25	0,51

Berdasarkan hasil karakterisasi EDS, dapat diketahui bahwa preparasi lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) sampel 3 mengandung unsur penyusunnya yaitu Stannum (Sn), Sulfur (S), dan Tellurium (Te), serta dapat diketahui perbandingan persentase komposisi kimia bahan dasarnya yaitu, unsur Sn = 56,81%, S = 14,02%, dan Te = 29,17% dan memiliki perbandingan molaritas dari masing-masing unsur Sn: S: Te adalah 1: 0,25: 0,51, sedangkan menurut teori Sn: S: Te adalah 1: 0,5: 0,5, sehingga jika dibandingkan terdapat tidak kesesuaian perbandingan molaritas unsur Sn: S: Te dari hasil penelitian dengan teori. Hal ini menunjukkan bahwa bahan tersebut mengalami *non stoichiometry*. Perbandingan molaritas Sn, S dan Te dapat dilihat pada tabel 7.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai preparasi dan karakterisasi lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) dengan teknik evaporasi vakum dapat disimpulkan bahwa:

1. Preparasi lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) menggunakan teknik evaporasi vakum dengan variasi suhu substrat yang dikarakterisasi menggunakan XRD dapat mempengaruhi kualitas kristal yang terbentuk, yang ditunjukkan pada sampel 2 dengan variasi suhu substrat 350oC menghasilkan kristal yang lebih baik dibandingkan dengan variasi suhu substrat sampel 1 250oC, sampel 3 500oC dan sampel 4 600oC. Hal ini ditunjukkan oleh difraktogram sampel 2 yang mempunyai intensitas lebih tinggi daripada sampel 1,

- 3, dan 4. Intensitas spektrum yang tinggi menunjukkan susunan atom penyusun lapisan tipis juga memiliki keteraturan yang semakin baik.
2. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) hasil preparasi menggunakan teknik evaporasi vakum mempunyai struktur kristal kubik, dengan nilai parameter kisi sebagai berikut: Sampel 1, dengan suhu substrat 250°C, a = b = c = 6,071Å, Sampel 2, dengan suhu substrat 350°C = 6,109Å, Sampel 3, dengan suhu substrat 500°C = 6,497Å, Sampel 4, dengan suhu substrat 600°C Amorf.
 3. Berdasarkan hasil SEM dapat diketahui bahwa lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) mempunyai morfologi permukaan yang tersusun atas butiran-butiran (*grain*) yang menunjukkan adanya keseragaman bentuk, struktur, dan warna grain sehingga morfologi permukaan cukup merata dan terdistribusi secara homogen dengan ukuran diameter rata-rata partikel 0,14 µm. Berdasarkan hasil EDS dapat diketahui bahwa lapisan tipis Sn(S_{0,5}Te_{0,5}) mengandung unsur Sn (Stannum), S (Sulfur), dan Te (Tellurium) dengan presentase komposisi kimia Sn = 56,81%, S = 14,02%, dan Te = 29,17%. Perbandingan molaritas Sn : S : Te adalah 1 : 0,25 : 0,51, sedangkan perbandingan

secara teoritis adalah 1 : 0,5 : 0,5. Perbandingan molaritas unsur S yang berbeda, menunjukkan bahan tersebut mengalami *non stoichiometry*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin, dan Khairurrijal. (2010). *Karakterisasi Nanomaterial, Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: CV. Rezeki Putera.
- Askerov, B.M. (1994). *Electron Transport Phenomena in Semiconductors*. Salem: World Scientific Publishing.
- Cullity, B.D. (1956). *Elements of X-Ray Diffraction*. Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company.
- Reka Rio & Lida Masamori. (1982). *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*. Jakarta: P.T.Pradnya Paramita.
- Saini, R., Pallavi, Singh, M., Kumar, R., & Jain, G (2010). Structural and Electrical Characterization of Sintered SnTe Films. *Chalcogenide Letters*. Vol. 7, No. 3 P. 197 – 202. Hlm. 1 – 6.
- Syamsul, Darsikin, Iqbal, Jusman, Winata, Sukirno, Barmawi. (2005). *Penumbuhan Lapisan Tipis µc-Si:H dengan Sistem Hot Wire PECVD untuk Aplikasi Divais Sel Surya*. Jurnal Matematika dan Sains. Bandung: ITB.
- Vlack, Van. (2004). *Elemen-Elemen dan Ilmu Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.