

STRUKTUR KRISTAL DAN MORFOLOGI PERMUKAAN BAHAN SEMIKONDUKTOR $Cd(S_{0,5}Te_{0,5})$ HASIL PREPARASI DENGAN METODE BRIDGMAN PADA BERBAGAI VARIASI ALUR PEMANASAN

Crystal Structure and Surface Model of Semiconductor Cd ($S_{0,5}Te_{0,5}$) Preparation Result with Bridgman Method in Various Variations of Heating Variation

Oleh: Risma Widayati, Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses penumbuhan kristal $Cd(S_{0,5}Te_{0,5})$ dengan metode Bridgman, mengetahui pengaruh alur pemanasan terhadap struktur kristal dan parameter kisi kristal yang terbentuk, serta mengetahui pengaruh alur pemanasan terhadap morfologi permukaan dan komposisi kimia bahan semikonduktor $Cd(S_{0,5}Te_{0,5})$ yang terbentuk. Proses penumbuhan kristal menggunakan metode Bridgman dilakukan dengan memanaskan bahan Cd, S dan Te pada tiga variasi alur pemanasan. Kristal hasil preparasi dengan teknik Bridgman kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction*, *Scanning Electron Microscopy*, dan *Energy Dispersive Analysis X-Ray*. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa alur pemanasan tidak mempengaruhi kristal $Cd(S_{0,5}Te_{0,5})$ yang terbentuk yaitu polikristal dengan struktur hexagonal dan parameter kisi kristal $Cd(S_{0,5}Te_{0,5})$ memiliki nilai yang hampir sama dari ketiga sampel. Analisis karakterisasi SEM menunjukkan bahwa alur pemanasan mempengaruhi morfologi permukaan dan komposisi kimia dari kristal $Cd(S_{0,5}Te_{0,5})$.

Kata kunci: *Semikonduktor Cd($S_{0,5}Te_{0,5}$)*

Abstract

The purpose of this research is to know the process of crystal growth of Cd ($S_{0,5}Te_{0,5}$) with Bridgman method, to know the effect of heating flow to crystal structure and crystal lattice parameters, and to know the influence of heating flow to surface morphology and chemical composition of Cd semiconductor material ($S_{0,5}Te_{0,5}$) formed. The process of crystal growth using Bridgman method is done by heating the material Cd, S and Te on three variations of heating flow. Bridgman's preparation crystals were then characterized using X-Ray Diffraction, Scanning Electron Microscopy, and Energy Dispersive Analysis X-Ray. The XRD characterization results show that the heating flow does not affect the crystalline Cd ($S_{0,5}Te_{0,5}$) formed ie the polycrystalline with hexagonal structure and the crystal lattice parameter of Cd ($S_{0,5}Te_{0,5}$) has almost the same value of the three samples. SEM characterization analysis showed that the heating flow affected the surface morphology and chemical composition of the Cd crystals Cd ($S_{0,5}Te_{0,5}$).

Keyword : *Semiconductors Cd($S_{0,5}Te_{0,5}$)*

PENDAHULUAN

Indonesia ikut merasakan krisis energi yang melanda dunia. Bukti nyata krisis energi yang melanda Indonesia adalah pemadaman listrik bergilir yang sering terjadi di seluruh pelosok negeri. Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 tahun 2006 tentang Sasaran Bauran Energi Primer Nasional 2025, energi terbarukan tersebut akan menjadi pasokan energi primer nasional dengan presentase 17% dengan rincian *biofuel* 5%, biomassa, nuklir, air,

surya, angin 5% dan batubara yang dicairkan sebesar 2%. Masa mendatang energi surya akan diperhitungkan sebagai sumber energi primer di Indonesia. Hal ini didukung oleh kondisi geografis Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa yang hampir setiap tahun mendapat sinar radiasi.

Indonesia menerima radiasi energi harian rata-rata sebesar $4,8 \text{ kW/m}^2$ (Ariswan, 2011:1). Pancaran energi matahari yang diterima oleh permukaan bumi sangat besar yaitu 3×10^{24}

Joule/tahun sedangkan energi matahari yang digunakan di seluruh dunia adalah 60% dari energi yang dipancarkan sinar matahari maka dengan memanfaatkan energi matahari yang melimpah dapat memenuhi suplai energi untuk seluruh dunia. Sel surya dengan harga terjangkau dan memiliki efisiensi yang tinggi sangat diperlukan, oleh karena itu banyak penelitian untuk mengembangkan sel surya dengan berbagai model dan bahan. Bahan semikonduktor merupakan bahan dasar untuk komponen aktif piranti elektronik seperti diode, transistor, rangkaian terpadu (*intergrated circuit* = IC) dan piranti-piranti teknologi konversi seperti sel surya. Bahan semikonduktor adalah bahan yang memiliki energi gap sekitar 0,2-3,5 eV (Ariswan, 2016: 2). Bahan untuk membuat piranti sel surya telah dibuat antara lain CuInSe_2 , CuInS_2 , kristal silikon dan lain sebagainya. Bahan semikonduktor memiliki efisiensi sel surya tinggi sangat beragam seperti *Cadmium Telluride* dan *Copper Indium Galium Selenide*.

Bahan semikonduktor lain yang merupakan hasil perpaduan golongan II dan IV yang mungkin dapat dikembangkan adalah $\text{Cd}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$. Penumbuhan kristal pada penelitian ini dengan menggunakan metode Bridgman. Prinsip metode Bridgman yaitu menyiapkan bahan dasar, bahan dasar divakum untuk menghilangkan zat pengotor yang akan mengganggu proses pembentukan kristal. Setelah divakum bahan kemudian dipanaskan sehingga bahan tersebut melebur dan mengalami proses kristalisasi pada bahan tersebut.

Karakterisasi hasil preparasi dengan menggunakan XRD (*X-ray Diffraction*) untuk menentukan struktur kristal dan parameter kisi.

SEM-EDAX (*Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive Analysis X-Ray*) untuk menentukan morfologi permukaan dan struktur kimia dari bahan tersebut. Hasil dari karakterisasi bahan, akan dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam pembuatan lapisan tipis $\text{Cd}(\text{S}_{0,5}\text{Te}_{0,5})$.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Februari 2018 sampai dengan bulan Mei 2018. Pembuatan sampel menggunakan metode Bridgman dengan proses evaporasi vakum kemudian difurnace untuk memperoleh 3 sampel dengan alur pemanasan yang berbeda dilakukan di Laboratorium Fisika Material UNY. Kemudian uji *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur kristal yang terbentuk dilakukan pada minggu awal Maret hingga awal bulan April dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik UNY. Serta Laboratorium LPPT (Lembaga Pusat Penelitian Terpadu) UGM untuk mengetahui morfologi permukaan menggunakan *Scanning Elektron Microscopy* (SEM) dan analisis komposisi kimia dengan menggunakan *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS). Karakterisasi dilakukan pada minggu kedua April hingga minggu kedua Mei.

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan berbagai variasi alur pemanasan.

Target Penelitian

Target penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi alur pemanasan terhadap

struktur kristal, parameter kisi, morfologi permukaan dan komposisi kimia bahan *massif* Cd(S_{0,5}Te_{0,5}) dengan metode Bridgman.

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan menyiapkan bahan dasar, memvakum bahan dasar dan mem-furnace dengan tiga alur pemanasan. Bahan *massif* hasil preparasi kemudian di karakterisasi menggunakan XRD (X-Ray Diffraction), SEM (*Scanning Elettromagnetik Microscopy*), dan *Energy Dispersive Analysis X-Ray* (EDAX).

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari karakterisasi dengan menggunakan XRD adalah hubungan antara intensitas dengan sudut difraksi 2θ , hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan standar JCPDS (*Join Commite on Powder Diffraction Standards*), sehingga diperoleh bidang-bidang *hkl* dari sampel sedangkan untuk mengetahui nilai dari parameter kisi (*a*, *b* dan *c*) yang terbentuk dapat dilakukan dengan metode analitik dan untuk mengetahui hasil karakterisasi SEM dan EDAX diperoleh perbandingan komposisi kimia serta foto morfologi permukaan dari sampel.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dibuat tiga buah *massif* bahan Cd(S_{0,5}Te_{0,5}) dengan menggunakan metode Bridgman untuk diaplikasikan menjadi bahan sel surya. Penumbuhan kristal dimulai dengan menentukan perbandingan massa Cadmium (Cd), Sulfur (S), dan Tellerium (Te) yaitu 1 : 0,5 : 0,5

Pemanasan dilakukan secara bertahap dengan alur pemanasan yang berbeda pada setiap

sampel bahan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pembentukan bahan kristal Cd(S_{0,5}Te_{0,5}) dengan kualitas kristal yang terbaik. Preparasi diawali dengan menimbang bahan dasar Cd, S, dan Te sesuai perbandingan molar. Sampel ditimbang sesuai perhitungan yang telah dibahas pada metode penelitian, yaitu Cd = 0,75 gram, S = 0,106 gram, dan Te = 0,425 gram. Ketiga bahan dasar dimasukkan ke dalam tabung *pyrex* kemudian divakum hingga tekanan mencapai $3-4 \times 10^{-5}$ mbar. Setelah vakum selesai, tabung *pyrex* di las pada salah satu ujungnya hingga membentuk suatu kapsul. Kapsul berisi bahan dasar yang sudah divakum siap untuk dipanaskan. Kapsul tersebut dimasukkan ke dalam *furnace* dengan variasi alur pemanasan.

Ketiga sampel yang telah selesai dipanaskan kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui kualitas kristal yang terbentuk. Hasil *massif* Cd(S_{0,5}Te_{0,5}) yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDAX (*Energy Dispersive Analysis X-Ray*).

Analisis data XRD dapat digunakan untuk menentukan nilai parameter kisi pada bahan Cd(S_{0,5}Te_{0,5}). Berdasarkan hasil perhitungan parameter kisi dapat dibandingkan dengan data JCPDS CdTe dan CdS seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil perbandingan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa parameter kisi bahan Cd(S_{0,5}Te_{0,5}) dari ketiga alur pemanasan memiliki nilai yang mendekati sama dengan nilai parameter kisi JCPDS CdTe. Hal tersebut, karena bahan yang digunakan memiliki kandungan Te lebih dominan dari pada bahan S. Nilai parameter

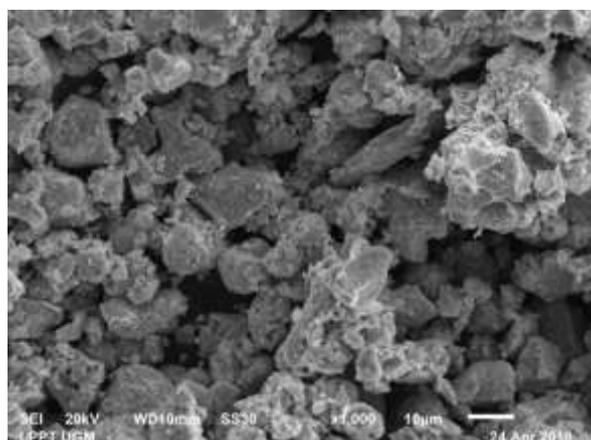
kisi CdS lebih kecil dari pada bahan Cd(S_{0,5} Te_{0,5}) karena suhu yang digunakan terlalu tinggi dari titik leleh bahan S. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi alur pemanasan tidak mempengaruhi nilai parameter kisi bahan.

Tabel 1. Perbandingan parameter kisi kristal Cd(S_{0,5} Te_{0,5}) hasil preparasi pada ketiga alur pemanasan dengan JCPDS CdTe.

Parameter Kisi	Alur Pemanasan			JCPDS CdTe
	Alur Pemanasan 1	Alur Pemanasan 2	Alur Pemanasan 3	
A	4,550 A°	4,538 A°	4,533 A°	4,58 A°
C	7,902 A°	7,944 A°	7,902 A°	7,50 A°
Struktur	Heksagonal	Heksagonal	Heksagonal	Heksagonal

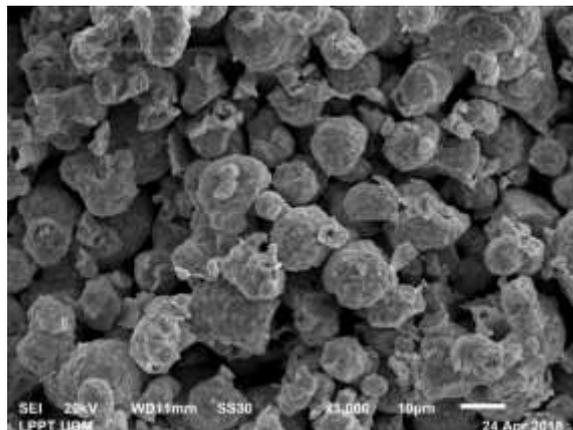
Karakterisasi SEM dilakukan pada sampel 1 dan sampel 2. Hasil pengamatan permukaan bahan Cd(S_{0,5} Te_{0,5}) dengan perbesaran 1000 kali ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Karakterisasi SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan *massif* bahan Cd(S_{0,5} Te_{0,5}). Hasil SEM menunjukkan bahwa kristal Cd(S_{0,5} Te_{0,5}) adalah homogen, yang ditandai dengan bentuk dan warna yang sama seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Perbesaran 1000 kali

Gambar 1 . Foto permukaan bahan Cd(S_{0,5} Te_{0,5}) alur pemanasan 1

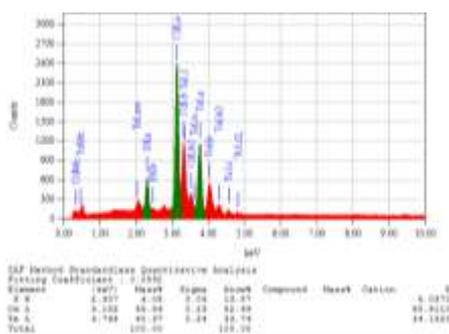


Perbesaran 1000x

Gambar 2. Foto permukaan bahan Cd(S_{0,5} Te_{0,5}) alur pemanasan 2

Ukuran kristal pada sampel 1 adalah X = 10,584 ± 0,176 mikron dan Y = 10,115 ± 0,982 mikron. Ukuran kristal pada sampel 2 adalah X = 9,292 ± 0,005 mikron dan Y = 8,297 ± 0,105 mikron. Alur pemanasan bahan *massif* Cd(S_{0,5} Te_{0,5}) mempengaruhi morfologi permukaan yang terbentuk. Hasil preparasi sampel 2 menghasilkan morfologi permukaan yang lebih homogen dibandingkan dengan sampel 1. Hal ini dikarenakan sampel 2 suhu dikondisikan konstan dengan jangka waktu yang lebih lama dari pada sampel 1. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembentukan kualitas kristal Cd(S_{0,5} Te_{0,5}) lebih baik saat suhu konstan dengan waktu yang lama.

Karakterisasi EDAX digunakan untuk mengetahui komposisi kimia bahan Cd(S_{0,5} Te_{0,5}). Hasil karakterisasi EDAX ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik hubungan antara Intensitas dengan Energi hasil karakterisasi

lebih tinggi lagi untuk meminimalisir adanya unsur oksigen dalam proses preparasi. Proses Pemanasan pada preparasi dibutuhkan waktu yang lebih lama sehingga perpaduan dapat berinteraksi secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariswan. (2017). *Hand Out Semikonduktor*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ariswan. (2011). *Prospek Penelitian dan Aplikasi Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Indonesia*. Makalah Penelitian. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kebijakan Energi Nasional. (2006). *Blueprint Pengelola Energi Nasional 2006-2025*. Jakarta: Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral.

Yogyakarta, 25 Juli 2018
Disetujui
Dosen Pembimbing



Dr. Ariswan
NIP. 195909141988031003