# BAB I

# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Sejak ditemukannya silikon (Si) dan germanium (Ge) sebagai material semikonduktor, berbagai penelitian dilakukan untuk memperoleh material semikonduktor lain melalui teknik rekayasa. Penelitian tersebut bertujuan untuk menghasilkan material semikonduktor dalam pembuatan komponen yang berkualitas tinggi sebagai upaya pemenuhan kebutuhan manusia yang semakin komplek. Dalam perkembangan teknologi yang berbasis elektronika dibutuhkan suatu material dasar yang berkualitas tinggi untuk pembuatan piranti elektronika dan optoelektronika sesuai tujuan aplikasi. Penelitian terhadap material paduan golongan IV-VI seperti PbS, PbTe, PbSe, PbSeTe dilakukan dalam upaya pembuatan piranti optoelektronika yang berkualitas tinggi.

Perkembangan teknologi optoelektronika hingga saat ini cukup cepat. *Light Emitting Diode* (LED) dan *Laser Diode* (LD) merupakan piranti optoelektronik yang sedang diminati untuk dikembangkan. Kemajuan dalam bidang optoelektronik yang dicapai dengan menghasilkan LED dan LD menggunakan material paduan golongan IV-VI. Penelitian terhadap material golongan IV-VI semakin menarik perhatian sejak ditemukan bahwa PbS mempunyai efisiensi yang tinggi sebagai material dasar pembuatan LED (Mukherjee *et al,* 2010).

Penelitian tentang penumbuhan kristal dan karakterisasi semikonduktor PbS paduan golongan IV-VI telah dilakukan oleh Braun pada awal tahun 1874. Pita

energi gap (*band gap*) bahan semikonduktor PbS (< 0,4 eV) hampir sama dengan PbTe dan PbSe dan juga bahan semikonduktor *ternary* (paduan dari tiga unsur) seperti PbSnSe, PbSnTe, PbSrSe, dan PbSeTe yang memiliki *band gap* (0,05 eV – 0,5 eV) yang dapat diaplikasikan secara optimal dalam peralatan inframerah seperti LED, LD, dan generator termoelektrik. Selain itu juga dapat diaplikasikan sebagai peralatan optoelektronika seperti detektor dan laser. Permitivitas tinggi dari bahan-bahan semikonduktor tersebut akan mengisi medan listrik secara efektif dalam peralatan tersebut (Mukherjee *et al,* 2010). Tabel 1 menunjukkan beberapa jenis bahan semikonduktor dan nilai celah energinya.

Tabel 1. Energi gap ($E_G$) pada semikonduktor (Mikrajuddin, 2010: 81).

| Golongan II-VI | Energi gap (eV) | Golongan III-V | Energi gap (eV) |
|---|---|---|---|
| CdS | 2,40 | GaAs | 1,40 |
| ZnTe | 2,26 | GaP | 2,24 |
| ZnS | - | GaSb | 0,77 |
| CdTe | - | InAs | 0,33 |
| CdSe | - | InP | 1,29 |
| | | InSb | 1,16 |
| Golongan IV | Energi gap (eV) | Golongan IV-VI | Energi gap (eV) |
| Si | 1,11 | PbS | 0,4 |
| Ge | 0,67 | | |
| Sn | 0,08 | | |

Jenis bahan-bahan semikonduktor dari paduan golongan IV-VI sangat berguna dalam mengembangkan teknologi optoelektronika dibandingkan bahan

semikonduktor Si dan GaAs yang tergolong mahal dan sulit untuk mendapatkan kristal yang berkualitas tinggi. Komponen semikonduktor (zat padat) memberikan banyak sifat-sifat listrik yang unik, yang hampir dapat memecahkan semua persoalan elektronika sehingga dikembangkan piranti elektronika yang dibuat dari bahan semikonduktor yang memilki efisiensi tinggi (Reka Rio, 1982: 51).

Pada penelitian ini akan ditumbuhkan kristal dari bahan semikonduktor *ternary* $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ dengan variasi pada pemanasan sampai temperatur maksimum 500 $^{o}$C dan 600 $^{o}$C. Struktur dan ikatan yang mirip antar material menyebabkan material tersebut memiliki perilaku yang hampir sama terhadap perubahan temperatur. Material yang tidak memiliki titik beku tertentu menunjukkan viskositas yang berangsur berubah dalam selang temperatur tertentu. Hal ini dapat dipandang sebagai proses pembekuan yang berlangsung secara bertahap karena setiap material memiliki energi ikat yang berbeda. Pembentukan *fasa* padat (kristalisasi) akan dimulai dari material yang memiliki energi ikat terendah, yang kemudian disusul oleh material yang memiliki energi ikat yang lebih tinggi, seiring dengan menurunnya temperatur. Oleh karena itu terdapat selang temperatur dimana proses pembentukan struktur padat itu terjadi (Ning Utari, 2000).

Kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ akan ditumbuhkan menggunakan metode Bridgman. Metode ini sering digunakan di laboratorium untuk penumbuhan kristal, karena prosesnya yang sederhana dan biayanya relatif murah. Penggunaan metode ini dipilih karena metode Bridgman memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode lainnya yaitu: (a) temperatur dapat dikontrol secara teliti, (b)

kecepatan pembekuan bahan dapat diatur, (c) kecepatan penurunan temperatur pada saat berubah dari keadaan cair dapat dikontrol secara teliti, (d) tekanan mekanis di dalam bahan juga dapat dikurangi untuk menghindari terjadinya keretakan, dan (e) kenaikan temperatur juga dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi timbulnya bahaya ledakan yang diakibatkan oleh unsur tertentu pada temperatur kritisnya (Wahjuniati, 2002: 1-2).

Untuk mengetahui bahan hasil preparasi dilakukan karakterisasi menggunakan *X-Ray Difraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *Energy Dispersive Analysis X-Ray* (EDAX). XRD digunakan untuk mengetahui struktur kristal dan SEM digunakan untuk meneliti struktur morfologi permukaan yaitu butiran kristalnya. EDAX dimanfaatkan untuk mengetahui komposisi kimia secara kuantitatif dengan memanfaatkan interaksi tumbukan elektron dengan material.

## B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian yang dikemukakan pada latar belakang, maka dapat diidentifikasikan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Belum diketahui pengaruh temperatur tinggi terhadap kualitas kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ hasil preparasi dengan metode Bridgman.
2. Belum diketahui struktur dan parameter kisi kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ hasil preparasi pada temperatur tinggi dengan metode Bridgman.
3. Belum diketahui komposisi kimia kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,}2)$ hasil preparasi pada temperatur tinggi dengan metode Bridgman.

4. Belum diketahui morfologi permukaan kristal $Pb(S_{e0,8}T_{e0,}2)$ hasil preparasi pada temperatur tinggi dengan metode Bridgman.

## C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah dibatasi pada variasi waktu pemanasan pada temperatur maksimum yaitu 500 $^{o}$C untuk sampel 1 dan 600$^{o}$C untuk sampel 2, karakterisasi bahan untuk mengetahui struktur kristal, morfologi permukaan, dan komposisi kimia kristal yang terbentuk.

## D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah diuraikan dalam identifikasi masalah dan batasan masalah, masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh temperatur terhadap kualitas kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ hasil preparasi pada temperatur tinggi dengan metode Bridgman?
2. Bagaimana struktur dan parameter kisi kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ hasil preparasi pada temperatur tinggi dengan metode Bridgman?
3. Bagaimana komposisi kimia kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ hasil preparasi pada temperatur tinggi dengan metode Bridgman?
4. Bagaimana morfologi kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ hasil preparasi pada temperatur tinggi dengan metode Bridgman?

## E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap kualitas kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ hasil preparasi pada temperatur tinggi dengan metode Bridgman.
2. Mengetahui struktur dan parameter kisi kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ yang terbentuk.
3. Mengetahui komposisi kimia kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ yang terbentuk.
4. Mengetahui morfologi permukaan kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ yang terbentuk.

## F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ yang berkualitas baik.
2. Kristal $Pb(Se_{0,8}Te_{0,2})$ yang diperoleh dapat dijadikan sebagai bahan dasar piranti optoelektronika (detektor inframerah dan laser).