

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasir kuarsa, atau silika, adalah salah satu material mineral yang paling melimpah di bumi, terdiri dari kristal silika (SiO_2). Material ini memiliki berbagai aplikasi penting dalam industri modern, termasuk dalam produksi semen, kaca, dan keramik. Kualitas pasir kuarsa sangat dipengaruhi oleh kemurnian silikat yang tinggi, yang menjadikannya pilihan utama dalam berbagai proses industri (Suriyanto Bakri *et al.*, 2023). Pasir kuarsa merupakan material alam yang sangat berpotensi sebagai bahan baku kaca karena kandungan silika (SiO_2) yang tinggi dan stabilitas kimianya. Dan sering kali mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Inovasi dalam pemrosesan pasir kuarsa tidak hanya meningkatkan kualitas produk, tetapi juga membuka peluang baru untuk aplikasi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan di industri modern "(Suriyanto Bakri, *et al.* 2023). Cadangan pasir kuarsa terbesar di Indonesia terletak di Sumatera Barat, dengan potensi lainnya di Kalimantan Barat, Jawa Barat, dan daerah lainnya. Salah satu lokasi yang menarik adalah Huta Ginjang di Kabupaten Tapanuli Utara, Sumatra Utara, yang tidak hanya dikenal karena keindahan Danau Toba, tetapi juga sebagai sumber daya alam yang kaya, termasuk pasir kuarsa (Metungku *et al.*, 2017). Dimana endapan pasir kuarsa ini ditemukan dalam jumlah yang signifikan serta tersebar secara luas di wilayah tersebut. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pasir kuarsa dari Huta Ginjang memiliki kandungan SiO_2 lebih dari 97% dan keberadaan silika tingkat tinggi ini memberikan keuntungan utama dalam pembuatan gelas, termasuk tahan terhadap korosi kimia dan tekanan termal yang tinggi serta menghasilkan gelas dengan homogenitas yang baik setelah proses peleburan dan quenching. Kandungan silika yang tinggi dan jumlah endapan yang melimpah menjadikan pasir kuarsa Huta Ginjang layak sebagai sumber bahan baku kaca dan studi karakterisasi material lanjut menjadi penting untuk mengevaluasi potensi lokalnya dalam aplikasi material fungsional (Bakri, *et al.*, 2023). Pasir kuarsa memiliki keunggulan seperti ketahanan terhadap panas dan bahan kimia,

serta kekuatan mekanik yang unggul. Ini menjadikannya sangat berharga dalam industri kaca, di mana kemurnian silika yang tinggi diperlukan untuk menghasilkan produk berkualitas (Syafrizal *et al.*, 2022).

Pasir kuarsa semakin berkembang dan tidak hanya digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan kaca biasa, tetapi juga dapat digunakan sebagai media dalam system material canggih seperti kaca fungsional yang didoping dengan ion tanah jarang. Struktur silica amorf pasir kuarsa memungkinkan perubahan komposisi kimia, yang membuatnya sesuai untuk digunakan sebagai matriks host untuk berbagai macam elemen, termasuk ion tanah jarang. Keterkaitan ini penting karena stabilitas struktur kaca, transparansi optic, dan kompatibilitas kimia pasir kuarsa dapat mempengaruhi kinerja dopan yang dimasukkan ke dalam system. Salah satu Ion logam tanah jarang, yaitu khususnya ion europium (Eu^{3+}), telah terbukti menjadi salah satu bahan yang paling menjanjikan dalam pengembangan teknologi optik modern. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Ion Europium ini dalam kaca memiliki kemampuan emisi cahaya yang tajam dan efisien, menjadikannya ideal untuk aplikasi dalam diagnosis medis, pencahayaan, dan tampilan (Zhou *et al.*, 2023). Keunggulan utama dari ion europium adalah kemampuannya untuk memancarkan cahaya merah yang kuat dalam rentang spektral 580-625 nm, yang sangat bergantung pada lingkungan lokal dan dapat dimodifikasi melalui perubahan komposisi kimia dari matriks host (Zhang *et al.*, 2022).

Gelas yang didoping dengan ion europium menunjukkan masa pakai yang lebih lama dibandingkan dengan bahan lain, menjadikannya pilihan yang baik untuk aplikasi jangka panjang seperti laser solid-state dan detektor optik. Kaca oksida, sebagai matriks host, menawarkan transparansi yang unggul dan kemudahan produksi, menjadikannya pilihan yang paling disukai untuk doping ion tanah jarang (Chen *et al.*, 2021). Gelas fosfat, yang memiliki komposisi utama senyawa fosfat (P_2O_5), memiliki karakteristik khusus seperti indeks bias rendah dan konduktivitas ionik tinggi dalam melarutkan ion tanah jarang. Ini menjadikannya cocok untuk aplikasi di bidang elektronik, optik, dan biomedis (Dutta *et al.*, 2020). Kelebihan fosfat termasuk titik leleh yang rendah dan stabilitas termal yang tinggi.

Kaca silika-fosfat ($\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$) merupakan material yang semakin banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Kombinasi antara silika dan fosfat dalam struktur kaca memberikan karakteristik yang menarik seperti transparansi yang baik dan kemampuan adsorpsi yang tinggi (Wang *et al.*, 2022). Silika-fosfat adalah material yang terdiri dari dua komponen utama: silika (SiO_2) dan fosfat (P_2O_5). Kestabilan termal yang superior dari kaca silika-fosfat memungkinkan penggunaannya dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap suhu tinggi.

Kalsium Oksida, yang juga dikenal sebagai kapur tohor, adalah senyawa kimia yang terdiri dari kalsium dan oksigen dengan rumus kimia CaO . Senyawa ini merupakan padatan putih yang sangat higroskopis dan memiliki sifat basa yang kuat. Barium Oksida adalah senyawa kimia yang terdiri dari barium dan oksigen dengan rumus kimia BaO . Senyawa ini adalah padatan putih yang bersifat basa dan dapat larut dalam air. Sedangkan Gadolinium Oksida adalah senyawa kimia yang terdiri dari gadolinium dan oksigen dengan rumus kimia Gd_2O_3 . Senyawa ini adalah padatan putih yang tidak larut dalam air dan memiliki sifat luminescent yang menarik. Kalsium oksida (CaO), barium oksida (BaO), dan gadolinium oksida (Gd_2O_3) adalah komponen penting dalam pengembangan kaca silika-fosfat. CaO berfungsi sebagai agen pengikat yang meningkatkan stabilitas termal, sedangkan BaO dapat meningkatkan sifat optik dan mekanik dari kaca. Gd_2O_3 , di sisi lain, dapat berfungsi sebagai doping yang meningkatkan emisi cahaya, terutama ketika dikombinasikan dengan ion europium (M Shwetha dan B Eraiah, 2018). Dalam penelitian ini, sampel yang digunakan memiliki komposisi yang dirancang untuk mengeksplorasi pengaruh doping ion europium terhadap sifat fisis dan struktur dari kaca silika-fosfat. Dengan memodifikasi komposisi kimia, diharapkan dapat diperoleh kaca dengan emisi cahaya yang lebih efisien dan stabil, serta meningkatkan kinerja material dalam aplikasi yang diinginkan.

Keuntungan dari penelitian ini terletak pada integrasi antara pasir kuarsa, ion Europium dan silika fosfat dalam sistem bahan. Meskipun penelitian sebelumnya telah menunjukkan kemungkinan untuk setiap komponennya secara terpisah, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki interaksi antara ketiga komponen -komponen dan bagaimana perubahan komposisi mempengaruhi sifat

fisis dan struktur dari kaca yang dihasilkan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan stabilitas termal dan mekanis yang baik sehingga bahan baru tidak hanya memiliki sifat luminescent yang tinggi tetapi juga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yang lebih luas dan beragam.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh ion Eu^{3+} terhadap sifat fisis dan struktur gelas silika-fosfat berbasis pasir kuarsa Huta Ginjang. Melalui penelitian ini, penulis membuat penelitian berjudul: **Pengaruh Ion Europium (Eu^{3+}) Terhadap Sifat Fisis dan Struktur Medium Gelas Silika-Fosfat Berbasis Pasir Kuarsa**. Karakterisasi menggunakan XRD, FTIR, dan Abbe Refrrometer dilakukan untuk memahami perubahan struktur dan sifat fisis akibat penambahan ion Eu^{3+} ke dalam kaca silika-fosfat.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari pemaparan yang penulis telah jelaskan pada latar belakang diatas penulis mengidentifikasi adanya beberapa permasalahan pada penelitian ini yaitu:

1. Belum optimal untuk pasir kuarsa digunakan sebagai alternatif host matrix dari ion europium.
2. Banyaknya material gelas yang dibutuhkan pada industri, pasir kuarsa menjadi salah satu material yang di perlukan
3. Industri kaca masih belum mencapai penggunaan pasir kuarsa yang ideal.

1.3 Ruang Lingkup

Penelitian yang dilaksanakan mencakup pada pengaruh ion europium dengan penggunaan pasir kuarsa terhadap sifat fisis dan struktur medium gelas silika-fosfat

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Variasi komposisi ion europium (Eu^{3+}) yang ditambahkan ke dalam media gelas silika-fosfat dibuat 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2,0 mol%. Sedangkan komposisi pasir kuarsa sebagai sumber silika.
2. Penggunaan pasir kuarsa dalam bentuk serbuk bubuk melalui metode ball mill selama 4 jam.

3. Penganalisisan sampel berfokus pada sifat fisis dan karakterisasi struktur pasir kuarsa

1.5 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh ion europium terhadap sifat fisis medium gelas silika-fosfat.
2. Bagaimana pengaruh ion europium terhadap struktur medium gelas silika-fosfat

1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh ion europium terhadap sifat fisis medium gelas silika-fosfat.
2. Mengetahui pengaruh ion europium terhadap struktur medium gelas silika-fosfat

1.7 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan informasi tentang pengaruh Ion Europium terhadap sifat fisis dan struktur medium gelas silika-fosfat.
2. Kegunaan dari pasir kuarsa pada pembuatan gelas
3. Menambah pengetahuan mahasiswa terkait penelitian dan pemanfaatan pasir kuarsa.