

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam yang sangat melimpah, termasuk bahan gas, minyak dan mineral. Salah satu sumber daya alam yang sangat berpotensi untuk dikembangkan adalah pasir kuarsa yang terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan (Fairus dkk, 2009). Pasir Kuarsa dapat ditemukan dari berbagai lokasi di Indonesia, seperti Nanggroe Aceh Darussalam, Sumatera Utara, Bengkulu, Pulau Bangka, Pulau Belitung, Pulau Jawa, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, dan Papua. Penyebaran pasir kuarsa terdapat di berbagai lokasi di Indonesia, termasuk kawasan Huta Ginjang di Sumatera Utara. Huta Ginjang memiliki letak geografis di bagian tengah Sumatera Utara pada Lintang Utara  $1^{\circ}20'$  –  $2^{\circ}41'$  dan Bujur Timur  $98^{\circ}05'$  –  $99^{\circ}16'$  pada peta bumi. Huta Ginjang tidak hanya terkenal dengan pemandangan yang indah dari Danau Toba tetapi juga memiliki sumber daya alam yang menarik seperti pasir kuarsa. Pasir kuarsa di Huta Ginjang tersebar secara luas serta memiliki jumlah yang melimpah sehingga menjadi daya tarik dalam penelitian ini.

Pasir kuarsa menjadi salah satu bukti kemajuan material yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan gelas, karena pasir kuarsa mengandung silikon dioksida melebihi 97% disertai dengan senyawa pengotor (*impurities*) dari pasir kuarsa (Unasir dkk, 2015). Pembuatan gelas menggunakan pasir kuarsa memiliki keunggulan seperti tahan terhadap bahan kimia dan panas, memiliki sifat kekuatan mekanik yang tinggi (Syafrizal dkk, 2022; Slamet dan Bastian, 2018). Pasir kuarsa memiliki keunggulan yang luar biasa karena memiliki kemurnian silikat yang tinggi, sehingga banyak dimanfaatkan dalam bidang industri. Pemanfaatann dalam bidang industri seperti pembuatan kaca yang menghasilkan kaca wadah, kaca pelat datar, kaca khusus dan *fiberglass* (Hidayat dan Mayzzani, 2022). Dari keunggulan pada pasir kuarsa tidak menutup kemungkinan bahwa pasir kuarsa mempunyai kelemahan, seperti memiliki titik leleh yang tinggi. Jika terlalu banyak

menggunakan bahan oksida logam untuk mengurangi titik lelehnya maka akan berpengaruh pada ketahanan dari bahan dasar gelas (Islam dkk, 2017).

Beberapa jenis senyawa yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan gelas adalah borat, silikat, telleruit dan fosfat (Islam dkk, 2017). Bahan dasar pembuatan gelas akan berpengaruh terhadap sifat fisis jaringan pembentuk gelas, sehingga tidak dapat diabaikan dalam penelitian karena bertujuan mencapai penguat optik yang baik. Gelas yang berbahan dasar pasir kuarsa, bertindak sebagai pembentuk jaringan kaca. Dengan oksida pengubah dari pembentuk gelas yang digunakan seperti  $Na_2O$ ,  $BaO$ , dan  $P_2O_5$  dimasukkan untuk menyesuaikan sifat kaca yang dihasilkan. Oksida ini biasanya dimasukkan dalam proporsi molar tertentu untuk menghasilkan gelas yang aktif dan meningkatkan ketahanan gelas ini, pada umumnya tiga karakteristik komposisi bahan dasar pembuatan gelas yang perlu dipertimbangkan, (1) kandungan  $SiO_2$  72% molar, (2) kandungan  $Na_2O$  14% dan  $CaO$  yang tinggi, (3) rasio  $CaO$  atau  $P_2O_5$  yang tinggi (Islam dkk, 2017; Jauhariyah dan Marzuki, 2015)

Berbagai penelitian telah muncul yang menunjukkan fenomena fisis dari suatu bahan, terutama bahan penguat optik berbasis gelas. Seperti pada penelitian Rajagukguk (2016) Formulasi kimia dari gabungan host material dan ion dopingan adalah  $(50-x)P_2O_5-8Al_2O_3-12Na_2O-10KF-10CaO-10CaF_2-xNd_2O_3$  gelas. Dimana  $x$  merupakan persentase berat molekul ion  $Nd^{3+}$  yang didoping ke dalam sistem gelas. Gelas fosfat secara tepat digunakan sebagai matriks host  $Nd^{3+}$  karena memiliki sifat fluoresensi, konstanta termal-optik yang rendah dan indeks bias nonlinier yang rendah.. Penelitian ini bertujuan untuk pengembangan teknologi baru yang menarik. Teknologi penguat optik harus diperiksa tidak hanya dari segi sifat fisis tapi juga dari struktur gelasnya ( Rajagukguk dkk. 2022).

Bahan yang digunakan dalam produksi penguat kaca, salah satunya adalah gelas fosfat. Hal ini disebabkan kemampuannya menampung ion aktif tanpa mengurangi sifat-sifatnya sendiri. Islam dkk. (2017) mengatakan kaca fosfat memiliki karakteristik menarik lainnya seperti ekspansi termal tinggi, indeks bias tinggi, dispersi rendah, titik leleh rendah, konduktivitas listrik tinggi, dan beragam struktur yang memungkinkan terjadinya pertukaran kation atau anion ganda.

Gelas fosfat ( $P_2O_5$ ) sering digunakan karena kemampuannya menjaga transparansi pada berbagai panjang gelombang, mulai dari ultraviolet hingga inframerah. Karakteristik ini menjadikannya sangat cocok untuk produksi serat optik. Selain itu, gelas ini menawarkan keunggulan dalam persiapannya yang mudah dan kemampuan untuk memasukkan lantanida konsentrasi tinggi dan ion logam transisi ke dalam strukturnya. Komposisi ideal dari gelas ini tidak hanya menunjukkan stabilitas mekanis dan ketahanan terhadap kelembapan tetapi juga memungkinkan konsentrasi ion logam transisi setinggi mungkin sebagai pencampur, melebihi jenis gelas lainnya. Akhir-akhir ini juga, telah banyak jenis komposisi pemodifikasi dari golongan alkali dan oksida logam alkalin juga senyawa fluorida yang dicampurkan pada gelas fosfat dengan tujuan untuk meningkatkan sifat spektroskopi medium gelas tersebut. Beberapa di antara golongan alkali atau oksida alkali yang sering digunakan sebagai pemodifikasi jaringan gelas adalah  $Na_2O$  dan  $BaO$ . Pemanfaatan golongan sebagai struktur pemodifikasi gelas memiliki memanfaatkan memvariasikan sifat non-linear seperti kerapatan, viskositas, suhu transisi, dan konduktivitas termal (Rajagukguk, 2022)

Penelitian sifat fisis gelas fosfat dengan metode *melt-quenching* oleh Nurliana dkk.(2014) telah berhasil difabrikasi kemudian dikarakterisasi meliputi densitas, indeks bias menggunakan metode sudut *Brewster* dan absorpsi menggunakan spektrometer FTIR. Hasil yang diperoleh adalah hasil dari penggabungan unsur  $PbO$ , yang dikenal karena kemampuan polarisasi ionnya yang signifikan, ke dalam komposisi. Penelitian tersebut mengarah pada peningkatan kepadatan, indeks bias, dan peningkatan energi celah pita optik

Pada penelitian (Les & Miluski 2019) pembuatan material dengan komposisi  $(x-70)TeO_2-P_2O_5-(20-x)ZnO-xBaO$  dengan  $x = 0,5$  dan  $10$  mol% juga telah berhasil dilakukan dengan teknik *melt quenching*. Kaca yang dihasilkan ternyata amorf berdasarkan pola difraksi sinar-X. Sifat serapan fisik dan optik kaca dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi% mol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai densitas dan energi gap menurun sedangkan volume molar, energi Urbach, dan indeks bias meningkat seiring dengan peningkatan% mol  $ZnO$ .

Dengan demikian, meskipun banyak penelitian telah dilakukan mengenai hal tersebut, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan gelas fosfat yang mengandung silikon oksida dari pasir kuarsa di Huta Ginjang dan memberikan hasil yang optimal. Media penguatan optik saat ini memiliki kelemahan dan keterbatasan tertentu, seperti komposisi kaca yang tidak homogen yang menyebabkan efek hamburan cahaya dan berkurangnya ketahanan terhadap suhu tinggi, sehingga mengakibatkan penurunan emisi dari media gelas. Mengingat permasalahan ini, penulis bertujuan untuk menyelidiki dampak dari berbagai konsentrasi dari Pasir Kuarsa terhadap sifat fisis dan struktur media gelas. Penelitian ini akan menggunakan metode pendinginan leleh (*melt quenching*), yang banyak disukai karena kesederhanaan dan kemampuannya menghasilkan struktur kaca yang sangat homogen. Adapun judul penelitian ini adalah : **Sifat Fisis dan Struktur Pasir Kuarsa "Huta Ginjang" yang Dicampur dengan Sistem Gelas Fosfat ( $P_2O_5$ )**

Penelitian ini akan berbeda dengan penelitian lain karena menggunakan komposisi bahan yang menarik yaitu fosfat ( $P_2O_5$ ) dan mineral yang terkandung pada pasir kuarsa. Adapun komposisi senyawa yang digunakan dalam pembuatan gelas dalam penelitian ini adalah  $(x)\text{Quartz Sand} + (60 - x) P_2O_5 + 10BaO + 30Na_2O$  dimana nilai  $(x = 0; 2,5; 5; 10; 15; 20 \text{ mol}\%)$ .

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari pemaparan yang penulis telah sampaikan pada latar belakang di atas penulis mengidentifikasi terdapat beberapa masalah yang menjadi permasalahan pada penelitian

1. Belum optimalnya pemanfaatan pasir kuarsa sebagai kandidat *host matrix* dari ion tanah jarang
2. Mahal dan sulitnya memperoleh senyawa gelas fosfat, borat, silikat, dan telleruit dari industri

## 1.3 Ruang Lingkup

Penelitian yang dilakukan akan mencakup kepada pengaruh senyawa terhadap sifat fisis dan struktur pasir kuarsa dengan sistem gelas fosfat

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Metode pembentukan serbuk pasir kuarsa menggunakan metode *ball mill*
2. Analisis sampel difokuskan pada sifat fisis dan karakterisasi struktur pasir kuarsa

#### 1.5 Rumusan Masalah

1. Bagaimanan tahapan pengelolaan bahan alam pasir kuarsa Huta Gintang sebagai kandidat host matriks ion tanah jarang
2. Bagaimana sifat fisis pasir kuarsa Huta Gintang yang dicampur dengan sistem gelas fosfat ( $P_2O_5$ )
3. Bagaimana struktur pasir kuarsa Huta Gintang yang dicampur dengan sistem gelas fosfat ( $P_2O_5$ )

#### 1.6 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengelolaan pasir kuarsa dari bahan alam menjadi kandidat *host matrix* gelas
2. Mengetahui sifat fisis pasir kuarsa Huta Gintang yang dicampur dengan medium gelas fosfat
3. Mengetahui sifat struktur pasir kuarsa Huta Gintang yang dicampur dengan medium gelas fosfat

#### 1.7 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dasar tentang sifat fisis dan struktur optik pada pasir kuarsa di doping dengan gelas fosfat
2. Dapat digunakan untuk pengembangan penelitian berbahan pasir kuarsa dengan kandungan mineral silika oksida ( $SiO_2$ ) dimasa yang akan datang
3. Menambah wawasan mahasiswa dalam penelitian dan publikasi ilmiah