

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan sistem komunikasi serat optik sampai saat ini telah mencapai generasi keenam, dimana setiap generasi yang lebih baru memperbaiki kekurangan-kekurangan dari generasi sebelumnya. Sistem komunikasi serat optik menjadi salah satu pilihan yang paling diminati sejak pertama kali diperkenalkan. Keuntungan utama dari sistem ini adalah *bandwidth* yang lebar, redaman transmisi yang rendah, kebal terhadap interferensi dan kerahasiaan yang tinggi.

Pengembangan penelitian terhadap material penguat laser berbasis gelas Fosfat saat ini telah banyak dikaji, namun pengembangannya dalam skala industri saat ini masih sangat terbatas. Beberapa permasalahan dan kelemahan medium penguat laser yang saat ini digunakan diantaranya adalah struktur komposisi gelas yang tidak homogen sehingga menyebabkan efek hamburan cahaya yang dihasilkan juga kurang tahan pada panas tinggi. Hal ini menyebabkan turunnya intensitas emisi dari medium gelas sendiri.

Terdapat berbagai bahan yang digunakan dalam pembuatan kaca fiber amplifier. Diantara berbagai macam kaca oksida, kaca Fosfat merupakan *host* yang menarik karena dapat mengakomodasi ion-ion aktif tanpa kehilangan sifat-sifatnya. Selain itu, kaca Fosfat memiliki sifat menarik lainnya, yaitu memiliki ekspansi termal yang tinggi, indeks refraktif yang tinggi, dispersi yang rendah, titik leleh yang rendah, konduktivitas listrik yang tinggi, dan strukturnya bermacam-macam untuk menerima beberapa penukaran kation atau anion. Tetapi kaca Fosfat memiliki daya tahan yang lemah terhadap bahan kimia, memiliki sifat higroskopik yang tinggi dan mudah menguap (Permana, Budi, Marpaung, Sahar, & Buchori, 2016).

Pemakaian gelas Fosfat sebagai material *host* ion-ion tanah jarang (*Rare Earth – RE*) saat ini semakin populer. Beberapa peneliti menggunakan gelas Fosfat untuk

mengamati performa dan parameter gelas Fosfat tersebut setelah didoping dengan jenis ion tanah jarang lain, seperti:

- (Kassab et al., 2004) telah mengamati transisi laser gelas fosfat dengan komposisi $\text{PbO-PbF}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ didoping Er^{3+} , pada sampel dengan 2.20×10^{20} ion/cm³ didapatkan penampang emisi dengan maksimum 0.46×10^{-20} cm², pada 1532 nm, *fluorescence effective bandwidth* 66 nm dan *fluorescence lifetime*-nya 1 ms.
- (Rinto, 2011) telah menganalisis gelas fosfat dengan komposisi $\text{P}_2\text{O}_5\text{-MgO}$ dan $\text{P}_2\text{O}_5\text{-CaO}$ untuk mengamati karakteristik kaca yang memiliki sifat optik lebih baik. Didapat modifikasi MgO memiliki sifat optik yang baik karena bersifat meneruskan intensitas cahaya lebih besar dibandingkan dengan modifier CaO.
- (Pugliese et al., 2016) menyelidiki pengaruh konsentrasi Er^{3+} didoping Fosfat untuk mempelajari efek pendinginan konsentrasi pada kinerja luminescence sebagai evaluasi konten tanah jarang yang paling sesuai untuk pengembangan laser.
- (Soltani et al., 2016) mengamati bahwa kaca dengan komposisi $42\text{P}_2\text{O}_5\text{-}42\text{Na}_2\text{O}\text{-}15\text{ZnO}\text{-}0.5\text{Er}_2\text{O}_3\text{-}0.5\text{Ag}_2\text{CO}_3$ memiliki pengaruh besar nukleasi dan pertumbuhan NP perak pada optik dan spektroskopi sifat dari sampel kaca. Hal ini menunjukkan bahwa kaca yang dipanaskan 12 jam memiliki prospek baik sebagai media gain untuk diterapkan pada band $1.53\mu\text{m}$ luas dan memiliki gain tinggi amplifier doping serat erbium.
- (Rajagukguk, 2017) menggunakan gelas fosfat dengan kombinasi senyawa $(50-x)\text{P}_2\text{O}_5\text{-}8\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}12\text{Na}_2\text{O}\text{-}10\text{KF}\text{-}10\text{CaO}\text{-}10\text{CaF}_2\text{-}x\text{Nd}_2\text{O}_3$ sebagai medium penguat laser menggunakan metode *Melt-Quenching*. Material gelas Nd:Fosfat ini dapat menghasilkan emisi cahaya jika dieksitasi dengan panjang gelombang laser 526 nm, 582 nm, dan 805 nm.

Lee Chia Tiang (2011) memaparkan bahwa serat optik memiliki tiga tipe sifat utama, yaitu dispersi, penyerapan, dan penyebaran. Sifat-sifat tersebut menyebabkan atenuasi, kehilangan daya, dan daya keluaran penurunan, dimana membawa kerugian pada transmisi jarak jauh. Dispersi terjadi saat cahaya yang menyusuri kabel optik “menyebar” menjadi lebih lama dari panjang gelombang dan akhirnya menghilang. Penyerapan dihasilkan oleh pengotor seperti ion hidroksil dimana akan menyebabkan daya optik mereda sebagai tenaga panas. Hamburan mekanisme atenuasi besar pada serat optik. Hal itu terjadi saat perubahan arah cahaya atau difusi dimana disebabkan oleh cahaya yang menyambar partikel dalam homogenitas bahan pemancar.

(Sdiri, Elhouichet, Barthou, & Ferid, 2012) mengatakan bahwa gelas fosfat menunjukkan sifat fisik yang sangat penting seperti titik leleh yang rendah, koefisien termal yang tinggi, suhu transisi gelas yang rendah T_g , suhu pelunakan yang rendah, viskositas rendah dan transmisi ultraviolet (UV) yang tinggi. Kemampuan lain dari gelas fosfat ini adalah kemampuan untuk memasukkan sejumlah besar logam transisi tanpa mengurangi kemampuan pembentukan kaca. Selain itu, kaca fosfat dianggap sebagai *host* yang lebih baik untuk ion Er^{3+} dibandingkan dengan kaca silikat, karena energi fotonya lebih tinggi, kelarutan lebih banyak pada ion RE^{3+} dan koefisien konversi yang lebih kecil dari tingkat $^4I_{13/2}$.

(Hraiech, Bouzidi, & Férid, 2017) memaparkan bahwa Er^{3+} yang didoping gelas Fosfat (P_2O_5) memiliki stabilitas termal dari gelas yang meningkat secara signifikan dan menunjukkan bahwa penggabungan Er_2O_3 ke dalam struktur gelas memperkuat jaringan kaca dan mencegah dari devritifikasi. Namun, pada nilai E_{opt} ditemukan menurun dengan peningkatan konsentrasi ion Er^{3+} . Penurunan ini disebabkan oleh peningkatan oksigen *non-bridging* dalam jaringan gelas tersebut.

Gelas fosfat yang didoping Er^{3+} menunjukkan sebagai bahan penguat potensial dan menawarkan prospek untuk aplikasi fotonik. Hal ini didasarkan pada eksperimen yang dilakukan (Hraiech et al., 2017) memiliki sifat non-eksponensial khususnya pada waktu peluruhan yang singkat. Penurunan *lifetime* dan η terutama ketika peningkatan konsentrasi ion Er^{3+} disebabkan oleh peningkatan transfer energi antara

lingkungan ion Er^{3+} dan transfer energi dari ion Er^{3+} ke *defects* dan pengotor lainnya pada *host* gelas.

Dari permasalahan yang dipaparkan tersebut, penulis akan membuat penelitian berjudul: **SIFAT STRUKTUR DAN OPTIK ION ERBIUM (Er^{3+}) DIDOPING PADA SISTEM GELAS FOSFAT (P_2O_5).** Pada penelitian ini, penulis akan meneliti bagaimana pengaruh variasi komposisi ion Er^{3+} terhadap struktur dan sifat spektroskopik medium gelas sebagai bahan serat optik dengan menggunakan teknik *Melt-Quenching* dengan komposisi Er:PBNG.

Hal yang membedakan penelitian ini dengan yang lain adalah peneliti menggunakan komposisi bahan baru dengan variabel terikat yang digunakan adalah Fosfat (P_2O_5) dan ion Erbium (Er^{3+}). Bahan-bahan pendukung dalam proses pembuatan kaca laser penelitian ini adalah Bi_2O_3 , Na_2O , dan Gd_2O_3 .

1.2. Batasan Masalah

Permasalahan penelitian ini dibatasi pada penganalisisan struktur dan sifat optik medium gelas Fosfat yang dipengaruhi variasi konsentrasi ion aktif Er^{3+} sebagai bahan serat optik dengan menggunakan teknik *Melt-Quenching*. Adapun sampel kaca yang digunakan dalam penelitian ini adalah Er:PBNG dengan komposisi $(70-x)\text{P}_2\text{O}_5 - 10\text{Bi}_2\text{O}_3 - 10\text{Na}_2\text{O} - 10\text{Gd}_2\text{O}_3 - x\text{Er}_2\text{O}_3$ (% mol) kemurnian diatas 99% dimana $x = 0.05; 0.1; 0.1; 0.5; 1.0; 3.0$ sebanyak 20 gram untuk membentuk material kaca sebagai bahan serat optik.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi ion aktif Er^{3+} terhadap struktur medium gelas fosfat?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi ion aktif Er^{3+} terhadap sifat fisis dan optik dari medium gelas fosfat?

3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi ion aktif Er^{3+} terhadap sifat optik medium gelas fosfat?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis medium gelas Fosfat yang divariasikan dengan ion aktif Er^{3+} dengan komposisi $(70-x)\text{P}_2\text{O}_5 - 10\text{Bi}_2\text{O}_3 - 10\text{Na}_2\text{O} - 10\text{Gd}_2\text{O}_3 - x\text{Er}_2\text{O}_3$ (% mol).
2. Mengetahui pengaruh variasi komposisi ion aktif Er^{3+} terhadap struktur medium gelas fosfat.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi ion aktif Er^{3+} terhadap sifat fisis dan optik dari medium gelas fosfat.
4. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ion aktif Er^{3+} terhadap sifat optik medium gelas fosfat.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah.

1. Memperoleh informasi dasar tentang preparasi dan karakterisasi dari struktur dan sifat optik ion Er^{3+} pada medium gelas fosfat.
2. Dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan medium serat optik berbasis ion Erbium.
3. Sebagai bahan informasi baru bagi penelitian lebih lanjut terkait jenis komposisi yang telah dilakukan.