

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Telah terjadi peningkatan minat terhadap sifat spektroskopik dari ion tanah jarang (*rare earth*) dalam gelas optik karena banyak aplikasi praktisnya dibidang laser dan telekomunikasi optik. Ion tanah jarang merupakan salah satu dari mineral strategis dan termasuk *critical mineral* terdiri dari 15 unsur – unsur *Lantanida* ditambah dengan scandium (Sc), dan yttrium (Y) yang sangat berperan dalam pengembangan industri maju berbasis teknologi. Ion Neodymium (Nd^{3+}) merupakan salah satu ion lantanida yang paling efisien dan banyak dipelajari untuk digunakan sebagai laser dan pandu gelombang optik.

Dalam beberapa tahun terakhir, bahan yang didoping ion tanah jarang (*rare earth*) memainkan peran penting dalam teknologi optik modern sebagai konstituen aktif untuk menghasilkan sumber laser terintegrasi dengan harga rendah, penguat optik terintegrasi, dan perangkat tampilan 3D. Diantara ion tanah jarang lainnya, ion neodymium adalah salah satu ion paling efisien yang digunakan untuk membuat laser solid – state karena emisi intensnya pada 1060 nm (M. Venkateswarlu, *et al.*, 2014).

Gelas fosfat (P_2O_5) memiliki beberapa keunggulan yaitu ekspansi termal yang tinggi, suhu leleh rendah, dan transmisi ultra-violet. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian tentang peningkatan sifat fisik dan daya tahan kimia dari gelas fosfat, dengan memasukkan sejumlah logam berat oksida kedalam jaringan gelas fosfat (Rada, *et al.*, 2008). Marzouk, *et al.*, (2013) menyampaikan bahwa gelas fosfat merupakan *host* menarik karena dapat mengakomodasi ion-ion aktif tanpa kehilangan sifat khasnya.

Menurut Shelby (2005) ada tiga komponen pembentuk utama material gelas berdasarkan sifat ikatan ionik pada ikatan kation-kation gelas, yaitu former, intermediet, dan modifier. Menurut Pramuda, *et al.*, (2013) Na_2O sebagai *modifier* yang bertujuan untuk menaikkan kelarutan gelas. Kajian dan evaluasi terhadap efek amorf material gelas sebagai *host* dari ion Nd^{3+} sangat diperlukan untuk memperoleh jenis dan komposisi optimum dari material

gelas tersebut (Ch, *et al.*, 2009). Penambahan fluorida kedalam gelas fosfat dapat mengurangi sifat higroskopis gelas dengan peningkatan ketahanan terhadap air (Chantima, *et al.*, 2017). Lithium oksida ditambahkan untuk memodifikasi struktur kaca, yang meningkatkan stabilitas bahan kimia dan titik leleh yang rendah (Rao, *et al.*, 2011).

Secara umum, sifat transisi spektral ion tanah jarang dapat ditingkatkan dengan mengembangkan bahan gelas baru. Pemanfaatan material gelas sebagai medium *host* ion neodymium (Nd^{3+}) pertama kali diperkenalkan oleh Snitzer (Snitzer, 1961). Banyak aplikasi yang menjanjikan dari pemanfaatan ion Nd^{3+} yang didoping pada material gelas fosfat. Menurut Serqueria, *et al.*, (2011) aplikasi dopingan Nd^{3+} sebagai penguat optik, pandu gelombang, fiber optik, dan sistem penyimpanan data optik.

Karakteristik yang diinginkan untuk kinerja laser yang baik adalah penguatan dan kapasitas penyimpanan energi yang tinggi. Sejauh ini ion Nd^{3+} telah terbukti mampu menghasilkan daya puncak tinggi dan masa pakai yang lama. Gelas yang didoping dengan ion neodymium merupakan sesuatu material optik yang penting disebabkan karena kemudahannya dalam preparasi dan mensintesis sampel.

Aplikasi laser berdasarkan berbagai bahan gelas yang didoping dengan ion Nd^{3+} telah digunakan pada panjang gelombang 1060 dan 1350 nm. Syarat terbentuknya laser adalah sumber cahaya yang monokromatis dan koheren (Reynaldo, 2001). Prinsip kerja laser dengan memancarkan cahaya dalam radiasi gelombang elektromagnetik berdasarkan proses emisi. Manfaat laser dalam keseharian dapat dilihat pada remote, alat scan ditoko, alat pengelasan, dan dapat diaplikasikan dalam bidang optik, elektronik, kedokteran, militer, sains dan teknologi.

Berbagai penelitian untuk mendapatkan penguat optik yang baik pada medium tertentu, tidak lepas dari pengaruh sifat fisis dan sifat optik kaca yang digunakan sebagai medium penguat optik. Pada penelitian Marbun (2014) menghasilkan transisi dari ion Nd^{3+} ketika didoping dengan medium gelas Nd:Fosfat adalah ${}^4\text{I}_{9/2} \rightarrow {}^4\text{D}_{3/2}$, ${}^4\text{D}_{3/2}$, ${}^4\text{P}_{1/2}$, ${}^4\text{G}_{11/2}$, ${}^4\text{G}_{9/2}$, ${}^4\text{G}_{7/2}$, ${}^2\text{H}_{11/2}$, ${}^4\text{F}_{5/2}$, ${}^4\text{F}_{3/2}$, dan ${}^4\text{I}_{9/2}$ yang masing – masing berada pada panjang gelombang 362 nm, 379

nm, 407 nm, 451 nm, 488 nm, 522 nm, 544 nm, 652 nm, 802 nm, 859 nm, dan 978 nm. Pita emisi yang dihasilkan oleh medium gelas Nd:Fosfat terdiri dari dua transisi yakni: ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$, dan ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$ dimana berada pada panjang gelombang 1069 nm dan 1336 nm.

Pemakaian gelas fosfat sebagai material *host* ion tanah jarang saat ini semakin populer. Beberapa peneliti menggunakan gelas fosfat untuk mengamati performa dan parameter gelas fosfat tersebut setelah didoping dengan ion tanah jarang Nd^{3+} , diantaranya adalah:

- (M. Venkateswarlu, *et al.*, 2014) mengamati bahwa gelas dengan komposisi $15PbF_2 - 25WO_3 - (60 - x) TeO_2 - xNd_2O_3$ memiliki kapasitas yang baik untuk menerima dopingan ion lantanida pada konsentrasi yang berbeda. Jangkauan transmisi yang diperpanjang dengan indeks bias gelas telurit yang tinggi memungkinkan pengamatan emisi laser dari ion tanah jarang dalam rentang spektrum yang luas.
- (Ramachari, *et al.*, 2014) telah menganalisis gelas fosfat dengan komposisi $20Nb_2O_5 - 20K_2O - (20 - x) ZnF_2 - 10LiF - 30SiO_2 - xNd_2O_3$ terbukti bahwa gelas oxyfluorosilicate berpotensi menawarkan fitur terbaik dari flourida dan silika. Gelas oxyfluorosilicate seperti itu juga lebih baik daripada gelas oxyfluoride, yang memiliki kehilangan hamburan spektrum yang besar dan akibatnya perolehan yang buruk pada daya pompa tertentu.
- (S. Surendra, *et al.*, 2007) mempelajari sifat spektroskopi terperinci dari $P_2O_5 - K_2O - Al_2O_3$ dimana gelas berbasis metafosfat adalah salah satu gelas terbaik untuk ion Nd^{3+} , terutama untuk laser energi tinggi dan daya puncak tinggi.
- (Suhaldi & Rinto, A., 2011) telah menganalisis gelas fosfat dengan komposisi $P_2O_5 - MgO$ dan $P_2O_5 - CaO$ untuk mengamati karakteristik gelas yang memiliki sifat laser optik lebih baik.

AA Andrade, *et al.*, (2012) memaparkan bahwa ion Nd^{3+} dipilih karena fitur penting yang membedakannya dari ion aktif lainnya. Pertama diantaranya adalah bahwa panjang gelombang transisi emisi dan absorpsi relatif tidak sensitif terhadap *host*. Selain itu, *lifetime* keadaan metastabilnya (${}^4F_{3/2}$) adalah

300 – 1200 detik dalam ion Nd^{3+} yang didoping dan efisiensi fluoresensinya cenderung tinggi.

Penggunaan senyawa *host* Na_2O , CaF_2 , Li_2O memiliki peran pada senyawa gelas. Senyawa Na_2O mengarah pada pembentukan sejumlah besar bahan amorf. Untuk membantu dalam proses penurunan suhu saat *annealing*, CaF_2 mampu memperbaiki sifat mikrostruktur dan makrostruktur, dapat membuat kekerasan dan kekuatan pada campuran gelas sehingga dapat mengurangi tingkat porositas, dan CaF_2 juga mampu dalam perlekatan senyawa di dalam pembuatan gelas. Senyawa Li_2O memiliki karakter pembentuk gelas yang kuat. Preparasinya bisa dilakukan dengan teknik *melt-quenching*, meningkatkan nilai konduktivitas pada gelas, memiliki struktur amorf, dan juga dapat mempercepat pelelehan pada campuran senyawa gelas.

Dari penjelasan dan manfaat yang dimiliki gelas fosfat dan ion Nd^{3+} tersebut, penulis akan membuat penelitian berjudul: **PREPARASI, SIFAT STRUKTUR DAN OPTIK ION NEODYMIUM OXIDE (Nd_2O_3) DIDOPING PADA SISTEM GELAS FOSFAT (P_2O_5)**. Pada penelitian ini, penulis akan meneliti bagaimana preparasi dari komposisi ion Nd^{3+} terhadap struktur dan sifat spektroskopik medium gelas sebagai bahan serat optik dengan menggunakan teknik *melt-quenching* dengan komposisi Nd:PNCL

Hal yang membedakan penelitian ini dengan yang lain adalah peneliti menggunakan komposisi bahan baru yang digunakan adalah Fosfat (P_2O_5) dan ion Neodymium (Nd^{3+}). Bahan – bahan pendukung dalam pembuatan gelas penelitian ini adalah Na_2O , CaF_2 , dan Li_2O .

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Intensitas emisi yang dihasilkan oleh medium gelas Nd^{3+} masih belum maksimum saat dieksitasi dengan menggunakan panjang gelombang.
2. Pengaruh ion Neodymium (Nd^{3+}) di dalam gelas Fosfat yang diberikan senyawa modifier

3. Pengembangan struktural dalam gelas Fosfat berdasarkan sifat spektroskopik yang belum ada modifikasinya.

1.3 Ruang Lingkup Masalah

Penelitian yang akan dilakukan mencakup pada preparasi struktur dan karakterisasi sifat penentu optik gelas Fosfat yang didoping ion Nd^{3+} sebagai bahan material optik.

1.4 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana proses pembentukan gelas yang akan dipreparasi dari komposisi senyawa $60\text{P}_2\text{O}_5 - 20\text{Na}_2\text{O} - 10\text{CaF}_2 - 10\text{Li}_2\text{O} - x\text{Nd}_2\text{O}_3$?
2. Bagaimana sifat fisis dan struktur material gelas Nd_2O_3 yang didoping pada senyawa gelas Fosfat ?
3. Bagaimana sifat optik dan spektroskopik material gelas Nd_2O_3 yang didoping pada senyawa gelas Fosfat ?

1.5 Batasan Masalah

Permasalahan penelitian ini dibatasi pada:

1. Parameter struktur dan optik.
2. Jenis gelas Fomer berbahan gelas Fosfat.
3. Molar yang dipakai pada Neodymium adalah 0.5;1.0;1.5;2.0 persen (%) molar.

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui proses pembentukan gelas yang akan dipreparasi dari komposisi senyawa $60\text{P}_2\text{O}_5 - 20\text{Na}_2\text{O} - 10\text{CaF}_2 - 10\text{Li}_2\text{O} - x\text{Nd}_2\text{O}_3$.
2. Mengetahui sifat fisis dan struktur material gelas Nd_2O_3 yang didoping pada senyawa gelas Fosfat.

3. Mengetahui sifat optik dan spektroskopik material gelas Nd_2O_3 yang didoping pada senyawa gelas Fosfat.

1.7 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh informasi terbaru tentang preparasi sampel gelas yang didoping oleh ion aktif Nd^{3+} .
2. Dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif perhiasan pengganti kristal yang berbasis dari bahan gelas
3. Dapat dimanfaatkan untuk pengembangan penelitian berbahan Nd:PNCL dimasa yang akan datang.

