

SINTESIS NANOPARTIKEL $Y_2O_3:Eu$ BERINTENSITAS TINGGI DIDOP ION LITIUUM DENGAN MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN DALAM LARUTAN POLIMER

Astuti¹, Mikrajuddin Abdullah²

¹Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Andalas

²Departemen Fisika, Institut Teknologi Bandung

e-mail: tuty_phys@yahoo.com

Abstrak

Yttrium Nitrat Hexahidrat ($Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) yang di doping dengan Europium Nitrat Hexahidrat ($Eu(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) merupakan salah satu material yang menghasilkan luminisens berwarna merah yang stabil. Sintesis nanopartikel ini telah dilakukan dengan menggunakan metoda pemanasan sederhana dalam larutan polimer (Polietilen Glikol (PEG)) pada temperatur $1000^{\circ}C$, dan konsentrasi doping 4% mol/mol. Pada jurnal ini juga akan dilaporkan pembuatan nanopartikel $Y_2O_3:Eu$ dengan intensitas yang sangat tinggi. Intensitas yang sangat tinggi ini disintesis dengan cara menambahkan ion Litium, dalam penelitian ini digunakan LiOH. Hasil Photoluminescence menunjukkan intensitas maksimum pada panjang gelombang 612 nm, dengan menggunakan panjang gelombang 250 nm. Irradiasi nanokristal $Y_2O_3:Eu$ dengan sinar Ultra Violet (UV) akan menghasilkan emisi warna merah yang didominasi oleh transisi 5D_0 ke 7F_2 . Nanopartikel $Y_2O_3 : Eu$ ini menunjukkan intensitas yang sangat tinggi dibandingkan dengan yang disintesis tanpa penambahan ion litium. Ukuran kristal $Y_2O_3 : Eu$ berkisar dari 40-70 nm. Dari hasil yang diperoleh nanopartikel ini dapat diaplikasikan sebagai tinta luminisens.

Kata kunci: koloid luminisens, tinta luminisen, yttria, PVA.

Abstract

Yttrium nitrate hexahidrat ($Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) doped with Europium Nitrate Hexahidrat ($Eu(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) is one of material that produces a stable red luminescence. Synthesis of nanoparticles have been carried out using a simple heating in a solution of polymer (Polyethylene Glycol (PEG)) method at a temperature of $1000^{\circ}C$, and the doping concentration of 4% mol/mol. In this paper will also reportedly making nanoparticles $Y_2O_3:Eu$ with a very high intensity, that synthesized by adding Lithium ion from LiOH. Photoluminescence results show maximum intensity at a wavelength of 612 nm, by using Ultra Violet rays (250 nm). Irradiation nanocrystal $Y_2O_3:Eu$ by UV will produce red emission which is dominated by the 5D_0 to 7F_2 transition. Nanoparticles $Y_2O_3:Eu$ show a very high intensity compared with the one synthesized without the addition of Lithium ions. Crystal size of $Y_2O_3:Eu$ are from 40 nm to 70 nm. The results show that nanoparticles could be applied as an ink luminescence.

Keywords: colloidal luminescence, ink luminescence, yttria, PVA.

1. Pendahuluan

Penelitian tentang nanopartikel luminisens saat ini banyak mendapat perhatian dari para peneliti. Hal ini dilakukan karena banyak sekali keunggulan yang dapat diperoleh dari material tersebut apabila ukurannya direduksi dalam skala nanometer. Salah satu material yang berpotensi untuk koloid luminisen adalah dari material oksida. Beberapa contoh material tersebut adalah $LaPO_4:Ce$, Tb dan $LaPO_4:Eu$ yang disintesis dengan menggunakan metoda induksi gelombang mikro (Buhler and Feldmann, 2007). Dalam penelitian ini akan disintesis nanopartikel $Y_2O_3 : Eu$ intensitas tinggi, dengan menggunakan metode pemanasan sederhana dalam larutan polimer.

Irradiasi nanokristal $Y_2O_3:Eu$ dengan sinar Ultra Violet (UV) akan menghasilkan emisi warna merah yang didominasi oleh transisi 5D_0 ke 7F_2 . Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, eksitasi transfer muatan yang terjadi disebabkan oleh eksitasi lokal dimana sebuah elektron pada orbital 2p dari O^{2-} tereksitasi ke orbital 4f dari Eu^{3+} . Transisi elektronik Eu^{3+} -ligand ini menghasilkan pita transfer muatan (*charge transfer band*) dalam rentang panjang gelombang absorpsi dari 220 nm sampai 280 nm (Fiorenzo, 2004; Blasse and Grabmaier, 1994).

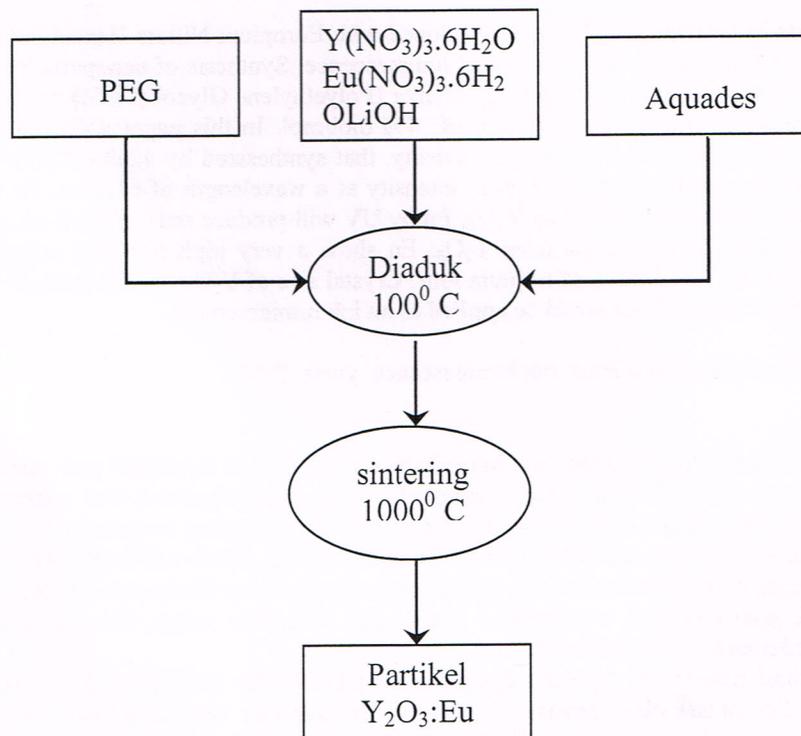
Pengukuran spektrum eksitasi merah menghasilkan transisi dari 5D_0 ke 7F_2 , dengan panjang gelombang emisi adalah 612 nm dalam nanokristal $Y_2O_3 : Eu$ yang disintesis dengan metoda sol gel sederhana

(Zhang *et al.*, 2004). Spektrum eksitasi tersebut menghasilkan pita yang sangat lebar, yang dieksitasi dengan panjang gelombang 233,5 nm. Emisi ini disebabkan oleh transfer muatan oleh transisi keadaan karena interaksi Eu–O. Berdasarkan hasil penelitian, eksitasi pada panjang gelombang 233,5 nm tersebut merupakan transisi dari level 3D_0 ke level 7F_1 dari konfigurasi $4f^6$ pada ion Eu^{3+} [Astuti *et al.*, 2009].

Sulitnya membuat partikel fosfor dari logam oksida dalam ukuran nanometer menjadi tantangan bagi peneliti dalam membuat fosfor tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat nanopartikel fosfor dari $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$, yang menghasilkan luminisensi merah dengan intensitas tinggi. Untuk mendapatkan luminisensi berintensitas tinggi dari nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$, maka ditambahkan ion Litium. Untuk membuat partikel dalam ukuran submikrometer sampai dalam beberapa puluh nanometer dapat digunakan metode polimer kompleks dengan pemanasan sederhana yang kurang dari satu jam.

2. Metode

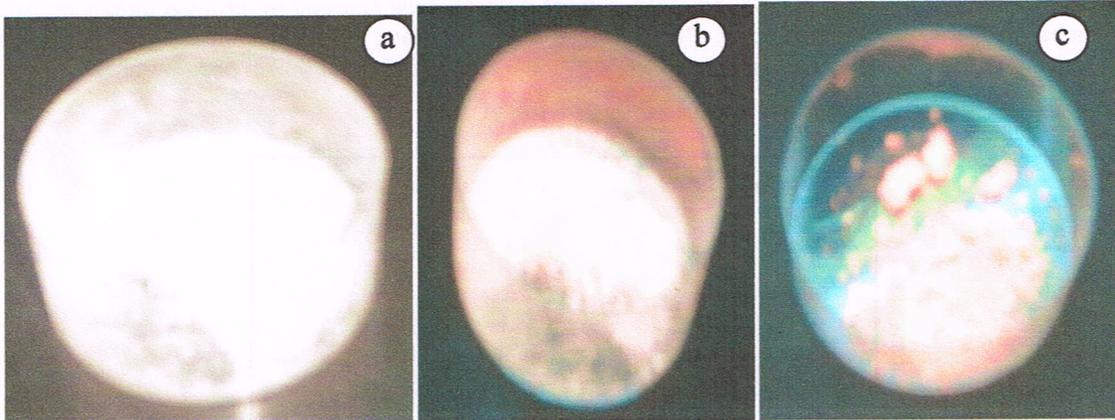
Pembuatan nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ dilakukan dengan menggunakan metode pemanasan sederhana dalam larutan polimer. Pada penelitian sebelumnya sudah diperoleh temperatur optimum dan konsentrasi doping Eu. Sintesis nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ dilakukan dengan metoda pemanasan sederhana. Yttrium nitrate hexahydrate $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Kanto Chemicals, Japan), Europium nitrate hexahydrate $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Kanto Chemicals, Japan), Polietilen Glikol (PEG, Wako Pure Chemicals, Japan) sebanyak 8 gr, dan LiOH dilarutkan dalam 100 ml air destilasi. Perbandingan mol $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang dibuat dalam penelitian ini adalah 4 % mol/mol. Konsentrasi doping ion Eu yang digunakan merupakan konsentrasi maksimum yang telah diperoleh pada penelitian sebelumnya. Larutan diaduk dengan menggunakan stirrer dan dipanaskan pada temperatur 100°C selama 2 jam. Setelah larutan terlihat transparan dan kental, kemudian dimasukkan kedalam alumina crucible dan disintering dengan menggunakan furnace pada temperatur 1000°C selama 45 menit. Penambahan ion litium bertujuan untuk meningkatkan intensitas luminisensi dari nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$. Untuk mendapatkan konsentrasi ion Li maksimum, maka konsentrasi ion Li divariasikan yaitu: 0,3 g, 0,55 g, 1 g, dan 1,5 g. Skema sintesis nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ dengan penambahan Litium diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. skema sintesis nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ dengan penambahan Litium

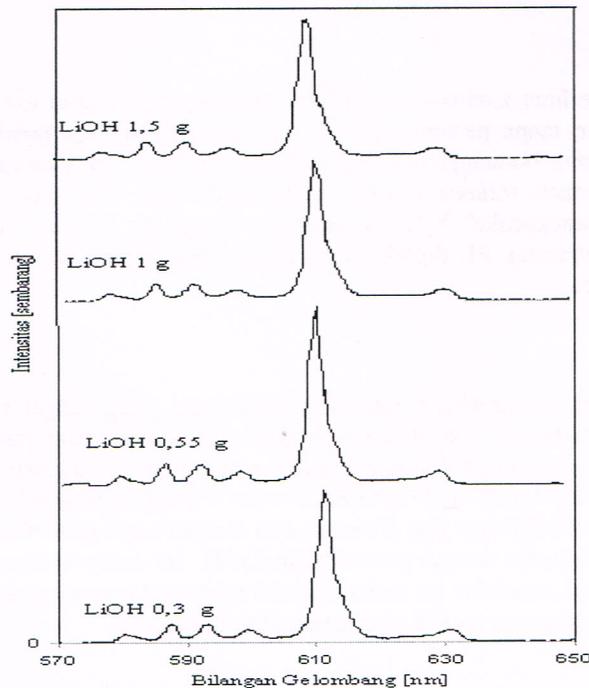
3. Hasil dan Diskusi

Hasil Sintesis ini adalah partikel-partikel $Y_2O_3:Eu$ yang berbentuk serbuk berwarna putih. Serbuk nanopartikel $Y_2O_3:Eu$ dengan penambahan LiOH dapat dilihat pada Gambar 2.



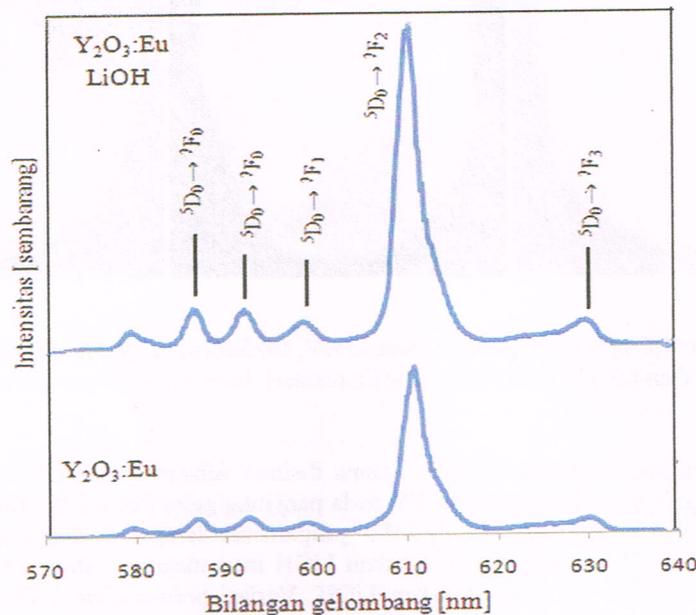
Gambar 2. (a) Serbuk $Y_2O_3:Eu$ tanpa disinari lampu UV, (b) Serbuk $Y_2O_3:Eu$ disinari lampu UV tanpa penambahan LiOH, (c) Serbuk $Y_2O_3:Eu$ disinari lampu UV dengan penambahan LiOH.

Gambar. 2 gambar 2a adalah serbuk $Y_2O_3:Eu$ tanpa disinari dengan lampu UV. Gambar 2b. Adalah serbuk $Y_2O_3:Eu$ yang disinari dengan lampu UV pada panjang gelombang 325 nm tanpa penambahan liOH, dedangkan Gambar 2c adalah serbuk $Y_2O_3:Eu$ yang disinari lampu UV dengan penambahan LiOH. Tampak bahwa serbuk $Y_2O_3:Eu$ dengan penambahan LiOH memancarkan luminisens yang lebih terang dibandingkan dengan serbuk tanpa penambahan LiOH. Variasi penambahan LiOH pada $Y_2O_3:Eu$ ini adalah 0,3 g, 0,55 g, 1 g dan 1,5 g. Intensitas luminisens yang dihasilkan oleh setiap variasi tersebut dapat dilihat dari hasil photoluminescence pada Gambar 3.



Gambar 3. Photoluminescence $Y_2O_3:Eu$ untuk tiap variasi konsentrasi penambahan LiOH

Berdasarkan hasil photoluminescence pada Gambar 3, terlihat bahwa intensitas maksimum diperoleh pada panjang gelombang 612 nm, ini disebabkan oleh transisi elektron pada tingkat energi ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ dalam ion Eu^{3+} , sedangkan transisi yang lainnya yaitu energi ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_{3,1,0}$ terlihat sangat lemah. Luminisens yang dihasilkan adalah dalam daerah panjang gelombang cahaya merah. Ion Li merupakan co-activator yang memainkan peran penting dalam meningkatkan intensitas luminisens dari nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$. Berdasarkan hasil photoluminescence dapat dilihat bahwa konsentrasi tertinggi diperoleh pada penambahan ion Li sebanyak 0,55 g. Perbandingan intensitas yang dihasilkan oleh $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ dengan penambahan LiOH sebanyak 0,55 g, dengan tanpa penambahan LiOH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan intensitas yang dihasilkan oleh $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ dengan penambahan LiOH dengan tanpa penambahan LiOH

Pada Gambar 4, terlihat intensitas luminisens dengan penambahan ion Li terlihat 2 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa penambahan ion Li. Doping ion juga menyebabkan peningkatan kristalinitas nanopartikel yang bertanggung jawab terhadap peningkatan panjang osilasi untuk transisi optik, tetapi juga menurunkan refleksi internal yang disebabkan oleh kekasaran permukaan. Jadi peningkatan kristalinitas nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ dengan doping ion Li juga meningkatkan intensitas luminisens. Peningkatan intensitas PL diperkirakan adanya penggabungan ion Li yang menghasilkan kekosongan terhadap oksigen.

5. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan intensitas luminisens yang sangat tinggi dari nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$. Peningkatan intensitas ini disebabkan oleh penambahan ion litium yang berperan sebagai co-activator. Hasil pengukuran dengan photoluminescence memperlihatkan intensitas maksimum diperoleh dari penambahan LiOH sebanyak 0,55 g, dengan konsentrasi doping Eu adalah 0,4 % mol/mol. Intensitas luminisens menjadi dua kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanpa penambahan LiOH. Peningkatan kristalinitas nanopartikel $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ dengan penambahan LiOH ini menyebabkan peningkatan intensitas luminisens. Berdasarkan hasil penelitian ini maka material ini sangat berpotensi untuk digunakan sebagai aplikasi optoelektronik, pengamanan seperti pembuatan tinta luminisens.

Daftar Pustaka

- Abdullah, M, Panatarani, C, T.-O. Kim, and K. Okuyama, 2004, "Nanostructured ZnO/Y₂O₃:Eu for use as fillers in luminescent polymer electrolyte composites," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 377, no. 1-2, 298–305.
- Abdullah, M, Okuyama, K, Lenggoro, I, W, and Taya, S, 2005 "A polymer solution process for synthesis of (Y,Gd)₃Al₅O₁₂:Ce phosphor particles," *Journal of Non-Crystalline Solids*, vol. 351, no. 8-9, pp. 697–704.
- Abdullah, M and Khairurrijal, 2008. "Derivation of scherrer relation using an approach in basic physics course," *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, vol. 1, no. 1, p. 79.
- Astuti, Abdullah, M, and Khairurrijal, 2009, Synthesis of Luminescent Ink fromEuropium-Doped Y₂O₃ Dispersed in Polyvinyl Alcohol Solution, *Advance in Optoelectronics*, vol 2009.
- Astuti, 2009, Sintesis Tinta Luminisens dari Y₂O₃:Eu yang Didispersikan dalam Larutan Polivinil Alkohol. Institut Teknologi Bandung.
- Bhargava, D. Gallagher, X. Hong, and A. Nurmikko, "Optical properties of manganese-doped nanocrystals of ZnS," *Physical Review Letters*, vol. 72, no. 3, pp. 416–419.
- Blasse, G and Grabmaier, B, C, 1994, *Luminescent Materials*, Springer, New York, NY, USA.
- Buhler, G and Feldmann, C, 2007. "Transparent luminescent layers via ionic liquid-based approach to LaPO₄:RE (RE = Ce, Tb,Eu) dispersions," *Applied Physics A*, vol. 87, no. 4, pp. 631–636.
- Okura Ichiro, *Encyclopedia of Nanoscience and nanotechnology*. Vol 10, 41-48, American Scientific Publisher, 2004
- Shionoya, S and Yen, W, M, 1994 *Phosphor Handbook*, CRC Press, Boca Raton, Fla, USA, 1998.
- Vetrone, Fiorenzo et al, *Encyclopedia of Nanoscience and nanotechnology*. Vol 10, 725-765, American Scientific Publisher, 2004.