

Studi Awal Pengaruh Penambahan Urea pada Kuantum Dot (QDs) ZnO Berdasarkan Karakterisasi Sifat Optik

Mirzanur Hidayat^{1,*}, Sugianto¹, Ria Fitriana¹, Bayu Ardiansah²

¹*Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
Jl. Tanah Merdeka, Jakarta 13830*

²*Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Indonesia
Kampus UI Depok, Depok 16424*

Abstrak

Telah dilakukan studi awal pengaruh penambahan urea pada sintesis kuantum dot (QDs) ZnO dengan menggunakan metode sol gel. Hasil karakterisasi optik menunjukkan bahwa penambahan urea secara berkala menurunkan kadar oksigen pada QDs ZnO pada daerah emisi di panjang gelombang 427 nm. Secara keseluruhan penambahan urea tidak berpengaruh pada puncak utama daerah emisi.

© 2016 Penulis. Diterbitkan oleh Pendidikan Fisika UHAMKA

Kata kunci: QDs ZnO, metode sol gel, penambahan urea

*Penulis koresponden. Alamat email: mirza@uhamka.ac.id

Pendahuluan

QDs semikonduktor, merupakan material semikonduktor yang memiliki ukuran partikel sama dengan jejari Bohr suatu eksiton atau setara dengan panjang gelombang de Broglie [1]. Menurut beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, bahwa material semikonduktor dalam kuantum dot memiliki keunggulan unik diantaranya adalah sifat optik dan elektroniknya [2,3,4]. Untuk berbagai aplikasinya material semikonduktor dalam bentuk kuantum yang sering dikembangkan adalah Si [4], ZnO [5], CdS [6], CdSe [7], CdTe [8,9] dan C-dot [10].

Karena energi gap yang dimilikinya, menjadikan ZnO sebagai material semikonduktor yang memiliki peran penting dan menjanjikan dalam berbagai aplikasi. ZnO merupakan bagian dari kelompok semikonduktor golongan II-VI. Pada suhu ruang, ZnO memiliki lebar pita energi 3,37 eV dan besar energi ikat eksitonnya adalah 60 MeV. Beberapa dekade ini ZnO telah memperlihatkan eksistensinya sebagai material yang multifungsi dalam berbagai aplikasi, diantaranya adalah sebagai bahan semikonduktor yang tidak beracun dan biokom-

petibel. Berbagai aplikasi yang menjanjikan dari semikonduktor ini yaitu biosensor [11,12], bioimaging atau fotodinamik terapi [13,14], dan anti mikro-bial [15,16].

Dalam mensintesis QDs ZnO, sol-gel merupakan salah satu metode yang konvensional dalam pengembangannya. Hal ini dikarenakan prinsip kerjanya yang relatif sederhana dan tidak membutuhkan biaya yang lebih besar sehingga mudah dijangkau dengan peralatan sederhana. Beberapa peneliti yang telah menerapkan metode ini diantaranya adalah [17-19].

Beberapa kajian tentang QDs ZnO yang telah dilakukan diantaranya adalah penambahan surfaktan yaitu diethanolamine (DEA), oleic acid (OA) [20], dan triethanolamine (TEA) [21]. Selain sebagai *stabilizer*, urea juga dapat digunakan sebagai pendonor N yang terbaik yang diakibatkan oleh NH₃ [22]. Hal ini akan menyebabkan ZnO yang semula tipe-n akan berubah menjadi tipe-n bila didoping dengan urea secara berlebih. Namun dalam penelitian kali ini akan dikaji pengaruh penambahan urea terhadap keadaan emisi dari ZnO dengan menggunakan metode sol gel.

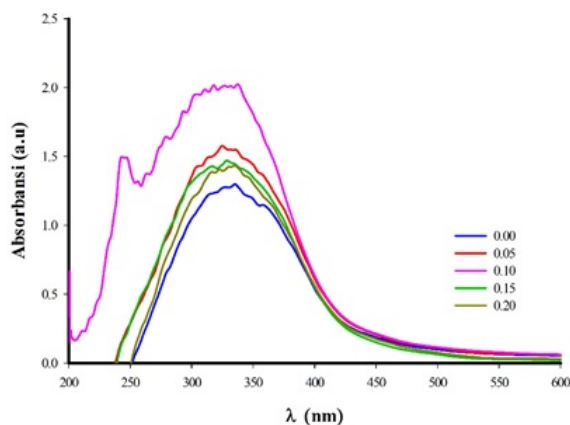
Metode

QDs ZnO diperoleh dengan melarutkan zinc acetate dihydrate $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ ke dalam etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) yang distirrer selama 30 menit sampai terlihat bening. Larutan yang diperoleh selanjutnya ditambahkan sodium hydroxide NaOH (1M) dan DEA dan distirrer pada suhu 90°C selama 30 menit. Larutan yang dihasilkan selanjutnya disebut sebagai precursor.

Prekursor bening yang dihasilkan selanjutnya ditambahkan urea secara berkala dengan penambahan berurutan-urutan 0,5 gram. Setiap penambahan precursor distirrer selama 30 menit. Setiap perlakuan yang dilakukan prekursor ZnO dilakukan pengujian absorpsi dan emisi, secara berturut-turut menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan Fluoresens (USB-4000 Ocean Optic) di Lab. Spektro, Departemen Fisika IPB.

Hasil dan Pembahasan

Secara umum ZnO memiliki karakteristik serapan pada daerah UV yaitu sekitar 365 nm [23] dan memiliki keadaan emisi pada daerah biru [17,20,21]. Hasil karakteristik optik absorpsi dari QDs ZnO dengan variasi penambahan urea secara berturut-turut 0; 0,05; 0,1; 0,15; dan 0,2 gram bahwa ZnO menyerap kuat pada daerah UV dengan puncak serapan 329, 324, 322, 327, dan 334 nm. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa penambahan konsentrasi urea menyebabkan pergeseran pada daerah serapan. Namun dalam penambahan ini terjadi adanya batasan nilai konsentrasi urea pada serapan QDs ZnO. Seperti yang telah dijelaskan bahwa pendopingan ZnO dengan urea akan memberikan donor nitrogen N, karena memang pada dasarnya sifat alamiah dari ZnO yang memiliki banyak kandungan Zinc akan tetapi kurang stabil di dalam oksigen [24]. Donor N ini menyebabkan terjadinya cacat baik secara struktural maupun optikal. Sehingga hal ini akan memungkinkan terjadinya transformasi sifat dari ZnO dari tipe-n menjadi tipe-p.

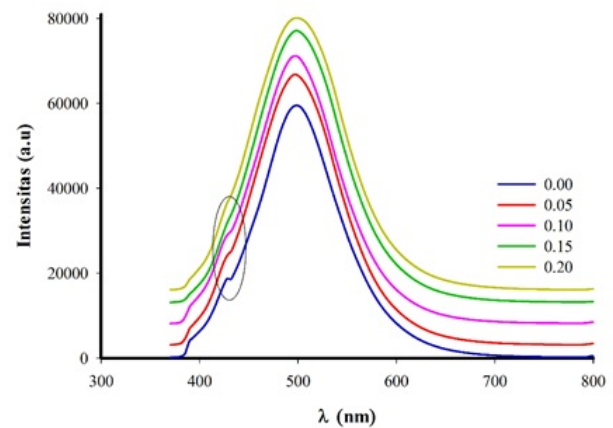


Gambar 1 Kurva absorpsi larutan QDs ZnO dengan variasi doping urea.

Sifat optik keadaan eksitasi dari QDs ZnO yang telah didoping dengan urea ini dapat dilihat pada kurva absorbansi Gambar 1.

Seperti yang telah dilaporkan oleh Jiao *et al.* [25], penambahan konsentrasi nitrogen juga menyebabkan terjadinya pergeseran ke daerah merah atau energi yang lebih rendah. Hal ini diasumsikan bahwa konsentrasi aseptor (NA) lebih tinggi dari pada konsentrasi donor (ND).

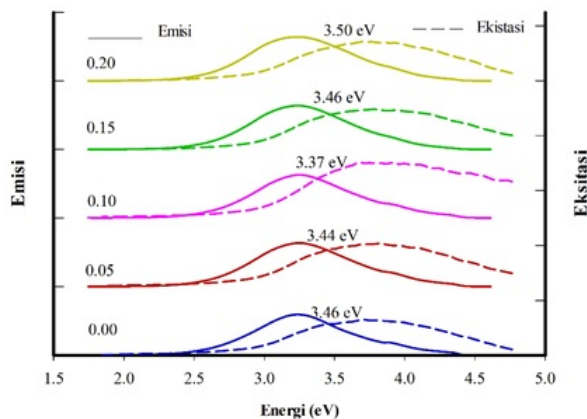
Hasil uji emisi memperlihatkan bahwa penambahan urea secara berkala hampir tidak adanya perubahan yang signifikan, dimana daerah emisi yang dihasilkan rata-rata berkisar pada panjang gelombang 497 nm atau bergeser dari daerah biru menuju hijau dengan keadaan energi yang menurun. Penurunan energi ini kemungkinan diakibatkan oleh perubahan ukuran partikel atau yang dikenal sebagai *quantum confinement* [17,25]. Akan tetapi pada kurva emisi terdapat puncak kecil tepatnya pada panjang gelombang 427 nm. Hal ini mengindikasikan adanya oksigen vakansi yang dominan di dalam kristal Zinc-rich sehingga membentuk energi yang lebih rendah dari pada ion Zinc. Di dalam kristal memperoleh oksigen, sehingga Zinc vakansi akan lebih dominan [26]. Penambahan urea berlebih mengakibatkan terjadinya substitusi nitrogen yang menggantikan oksigen, sehingga terjadi perubahan dari keadaan ion Zinc menjadi Zinc vakansi [26]. Keadaan kurva emisi akibat penambahan urea berlebih dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik keadaan emisi akibat penambahan urea berlebih.

Analisis energi akibat adanya *quantum confinement* dapat dilakukan dengan menggunakan pergeseran antara keadaan eksitasi dan keadaan emisi. Dari analisis pergeseran tersebut didapatkan bahwa secara berturut-turut berdasarkan penambahan urea 0; 0,05; 0,1; 0,15; dan 0,2 gram adalah 0,45; 0,60; 0,62; 0,64; dan 0,54 eV. Pergeseran keadaan tersebut merupakan akibat dari penggabungan antara elektron-fonon, distorsi kisi dan

lokalisasi pembawa muatan dari ZnO QDs. Hal tersebut merupakan pemisahan antara level-level energi yaitu pada keadaan valensi dan konduksi [18,20,27]. Keadaan pergeseran energi ini yaitu dari keadaan tepi adsorpsi dan batas emisi juga dikenal sebagai pergeseran Stokes [27]. Pergeseran Stokes menyatakan secara kuantitatif tentang derajat lokalisasi eksitonik dan juga dapat digunakan untuk menentukan kualitas sampel. Dari sampel menunjukkan bahwa penambahan urea maksimum adalah 0,15 gram dengan pergeseran Stokes 0,64 eV. Hal ini juga menunjukkan bahwa waktu relaksasi dari inti lebih lama sebelum melakukan emisi, sehingga dapat dikatakan lebih stabil. Pergeseran energi dari keadaan eksitasi dan emisi secara berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Kurva pergeseran energi dari keadaan eksitasi dan emisi QDs ZnO dengan variasi penambahan urea.

Kesimpulan

Dari analisis dan pembahasan yang telah disajikan di atas dapat ditarik beberapa simpulan. Pertama, penambahan urea secara berkala sebesar 0; 0,5; 0,15; dan 2,0 gram telah menyebabkan penurunan kadar oksigen QDs ZnO. Penurunan kadar ini ditandai dengan hilangnya puncak emisi pada panjang gelombang 427 nm. Kedua, kestabilan sampel dapat ditandai dengan nilai pergeseran Stokes antara keadaan eksitasi dan emisi. Dalam penelitian ini diperoleh nilai kestabilan sampel 0,64 eV pada penambahan urea 0,15 gram.

Referensi

- [1] H. Yang, W. Luan, S. Tu dan Z.M. Wang, Lab Chip **8**, 451-455 (2008).
- [2] R. Moradian *et al.*, Int. Nano Lett. **3**, 56 (2013).
- [3] K.Y. Kuo *et al.*, Nanoscale Res. Lett. **8**, 439 (2013).
- [4] B. Cho, S. Baek, H.G. Woo dan H. Sohn, J. Nanosci. Nanotech. **14** (8), (2014).
- [5] T. Jin *et al.*, JFS **74**, (2009).
- [6] Y.M. Mo *et al.*, Ind. Eng. Chem. Res. **2** (51), 5995-6000 (2012).
- [7] G.R. Amiri, S. Fatahian dan S. Mahmoudi, MSA **4**, 134-137 (2013).
- [8] J. Kim *et al.*, Sensing Bio-Sensing Res. **3**, 46-52 (2015).
- [9] D. Zhou *et al.*, Chem. Mat. **23**, 4857-4862 (2011).
- [10] R. Zhang *et al.*, Nanotech. **4**, (2013).
- [11] I.K. Battisha *et al.*, New J. Glass Ceramics. **5**, 9-15 (2015).
- [12] H.A. El Zaher *et al.*, IJEIT **4**, (2014).
- [13] S. Li *et al.*, Sci. Reports **5**, 8475 (2015).
- [14] J. Li *et al.*, Nanoscale Res. Lett. **5**, 1063-1071 (2010).
- [15] Z. Fakhroueianl *et al.*, ANP **2**, 247-258 (2013).
- [16] H. Meruvu *et al.*, J. Chem. **4** (1), 217-222 (2011).
- [17] Z. Chen *et al.*, J. Luminescence **131**, 2072-2077 (2011).
- [18] K.F. Lin *et al.*, Chem. Phys. Lett. **409**, 208-211 (2005).
- [19] S. Kumar, F. Singh dan A. Kapoor, IJRTE **4** (1), 25-29 (2014).
- [20] Y.S. Fu *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **129**, 16029-16033 (2007).
- [21] I.K. Battisha *et al.*, New J. Glass Ceramics. **5**, 9-15 (2015).
- [22] F.S. Husairi *et al.*, J. Nanomat. **2013**, (2013).
- [23] D. Haranath, S. Sahai, V. Shanker dan M. Husain, Search Res. **2**, 1-3 (2011).
- [24] Y.B. Lee, C.H. Kwak, S.Y. Seo dan S.H. Kim, J. Korean Phys. Soc. **52** (3), (2008).
- [25] M. Ghosh dan A.K. Raychaudhuri, Nanotech. **9**, (2008).
- [26] R.A. Rodney dan I.V. Khodyuk, Optics and Spectroscopy **111** (5), 776-785 (2011).
- [27] J.G. Lu *et al.*, Appl. Phys. Lett. **88**, 063110 (2006).