ISBN: 978-979-792-691-5

ANALISA MORFOLOGI DAN KOMPOSISI UNSUR NANOMATERIAL ZnO DI*DOPING* RUTHENIUM DENGAN METODE *SEED MEDIATED HYDROTHERMAL*

Iwantono*, Aprillia

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau, Jl. H. R Seobrantas KM 12,5 Pekanbaru

*E-mail korespondensi: iwan_tono@yahoo.co.uk

ABSTRACT

Undoped and Ru doped ZnO nanomaterials have successfully synthesized using seed mediated hydrothermal method on the FTO surface. The morphology of ZnO nanomaterials were shown in the FESEM pictures which have hexagonal structures of ZnO. Increasing concentration dopant changed growth orientation of samples, ZnO pure had growth orientation direction was $[000\bar{1}]$ *changed to the other plane directions susch as* $(\bar{1}100)$, $(\bar{1}010)$, $(0\bar{1}10)$, $(1\bar{1}00)$, $(10\bar{1}0)$ *dan* $(01\bar{1}0)$. *EDX characterization of 3 mM Ru doped ZnO nanomaterials showed weight percentages of Zn element was 84.5%, O element 15,1%, and Ru element 0.4%. Atomic percentages of Zn element was 57.69%, O element 42,13%, and Ru element 0.18%.*

Keywords: *Zn*O nanomaterials, Rhutenium , Seed mediated hydrothermal

ABSTRAK

Nanomaterial ZnO tanpa dan dengan pendopingan Ruthenium dengan variasi konsentrasi telah berhasil disintesis dengan menggunakan metode seed mediated hydrothermal di atas permukaan FTO. Morfologi nanomaterial ZnO pada foto FESEM menunjukkan penampang ZnO yang berbentuk heksagonal. Peningkatan konsentrasi pendoping mengakibatkan perubahan orientasi penumbuhan pada sampel, ZnO murni memiliki arah orientasi penumbuhan $[000\bar{1}]$ *berubah menuju ke arah bidang lainnya yaitu;* $(\bar{1}100)$, $(\bar{1}010)$, $(0\bar{1}10)$, $(1\bar{1}00)$, $(10\bar{1}0)$ *dan* $(01\bar{1}0)$. *Karakterisasi EDX nanomaterial ZnO yang didoping dengan 3 mM Ru menunjukkan komposisi unsur penyusun sampel dengan persentasi berat dari unsur Zn 84,5%, unsur O 15,1%, dan unsur Ru 0,4%. sedangkan persentasi atom dari unsur Zn 57,69%, unsur O 42,13%, dan unsur Ru 0,18%.*

Kata kunci: Nanomaterial ZnO, Ruthenium, *Seed mediated hydrotermal*

PENDAHULUAN

Ukuran dan bentuk nanomaterial semikonduktor akan mempengaruhi sifat dari nanomaterial tersebut seperti sifat optik, sifat mekanik, sifat listrik dan struktur material, sehingga telah diteliti secara mendalam hubungan yang saling berkaitan ini, tidak terkecuali nanomaterial semikonduktor II-IV [1]. Zink Oksida merupakan salah satu nanomaterial semikonduktor II-IV yang paling banyak diteliti karena memiliki kelebihan yaitu Zink Oksida (ZnO) dapat difabrikasi dalam berbagai bentuk nanostruktur seperti *nanowire, nanoribbons, nanobelts, nanocombs, nanosphere, nanofibers,* dan *nanotetrapod* dengan menggunakan berbagai metode sintesis, bila dibandingkan dengan nanomaterial semikonduktor lainnya yang memiliki bentuk yang lebih terbatas [2].

Pengaturan terhadap morfologi kristal nanomaterial ZnO sangat berdampak pada penggunaannya yang lebih luas pada berbagai jenis aplikasi, seperti piranti optoelektronik, sel surya, sensor gas dan lain sebagainya [3]. Proses penambahan suatu unsur pada nanomaterial ZnO dapat menjadi salah satu metode dalam mengontrol ukuran dan bentuk nanomaterial ZnO tersebut. Zhang et al (2007)

[3] melaporkan terjadi perubahan morfologi pada nanomaterial ZnO akibat penambahan unsur Kadmium ditandai dengan meningkatkan rasio Cd^{+2}/Zn^{+2}. Pendopingan unsur Ruthenium terhadap nanomaterial ZnO seperti yang telah dilaporkan Iwanono et al (2018) [4] bahwa unsur Ru dapat mengubah orientasi penumbuhan nanomaterial dan mengubah penampang nanomaterial ZnO.

Mengatur bentuk dan ukuran nanomaterial ZnO dengan melakukan pen*doping*an unsur tertentu untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu yang sesuai dengan aplikasi yang diinginkan dari material menjadi latar belakang penelitian ini dilakukan. Penelitian ini akan fokus pada analisa terhadap perubahan morfologi nanomaterial ZnO akibat pen*doping*an unsur Ruthenium dan analisa komposisi unsur pada nanomaterial ZnO yang telah ditambahkan unsur Ruthenium.

TINJAUAN PUSTAKA

Nanomaterial ZnO

ZnO (*Zinc Oxide*) merupakan salah satu semikonduktor II-VI yang paling penting karena sifatnya yang menarik dan unik, seperti celah energi yang lebar (3,37eV), energi ikatan eksiton yang besar (60meV), stabilitas fisik dan kimia, biokombatibilitas, tidak beracun, fotosensitifitas yang tinggi dan sifat piezoelektrik serta sifat piroelektrik. Sifat-sifat uniknya ini telah membuat ZnO sangat dibutuhkan dalam berbagai aplikasi seperti sel surya, transistor film tipis, laser dioda, piezoelekrik dan aplikasi optoelektronik pada piranti permukaan gelombang akustik dan laser ultraviolet [5].

ZnO murni merupakan semikonduktor tipe n. ZnO hadir dengan bentuk kristal heksagonal putih atau bubuk putih yang sering disebut dengan zink putih [5]. ZnO memiliki struktur kristal yang baik, biasanya struktur *cubic rocksalt, hexagonal wurtzite* atau *cubic zinc blende*. Struktur ZnO wurtzite memiliki stabilitas termodinamika yang paling tinggi diantara tiga bentuk tersebut sehingga membuat struktur wurtzite menjadi yang paling umum digunakan.

Ruthenium

Ruthenium menempati posisi di bagian tengah dari unsur blok d pada tabel periodik dengan nomor atom 44 dan massa atom 101,07. Unsur ruthenium pertama kali ditemukan oleh Kimiawan Rusia Karl Karlovich Klaus pada 1844 saat menganalisa residu dari platina yang berasal dari Gunung Ural. Unsur ruthenium dinamai dari nama Latin dari Russia yaitu Ruthenia. Penamaan tersebut merupakan rasa hormat terhadap kampung halaman Klau dan sebagai pengingat usaha dari Gottfroed Osann yang menyarankan adanya unsur baru dalam residu tersebut, yang salah satunya dinamai Ruthenium. Ruthenium merupakann unsur metalik kuat yang berwarna putih keabu-abuan [6]. Sifat dasar Ruthenium dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat dasar unsur ruthenium [7].

Sifat	Unsur Ruthenium
Nomor Atom	44
Massa Atom	101,07
Konfigurasi Elektron	Kr $4d^7$ $5s^1$
Densitas (g/cc)	12,2
Titik Leleh (^oC)	2334
Titik Didih (^oC)	4150
Keelektronegatifan	2,2

Seed Mediated Growth –Hydrothermal

Metode *seed mediated growth* merupakan salah satu metode yang paling efisien dan serba guna untuk mensintesis nanostruktur logam dengan ukuran dan bentuk yang dapat diatur. Hal tersebut merupakan suatu keuntungan karena menghasilkan suatu bentuk nanokristal melalui pemilihan benih nanopartikel yang tepat dalam memanipulasi kondisi penumbuhan kristal. Benih nanopartikel tidak selamanya merupakan nanopartikel logam. Penumbuhan dari benih nanopartikel menjadi bentuk yang diinginkan merupakan langkah selanjutnya dari proses *seed mediated growth* ini. Larutan penumbuh

mengandung surfaktan atau agen pembentuk dan agen reduksi yang ringan. Proses ini logam garam akan direduksi pada permukaan dari benih nanopartikel. Molekul surfaktan akan membentuk pola tertentu yang memfasilitasi proses penumbuhan untuk menghasilkan nanopartikel dengan morfologi sesuai dengan yang diinginkan. Ukuran dari nanopartikel dapat diatur dengan mengubah jumlah benih nanopartikel yang ditambahkan. Agen eksternal seperti berbagai molekul atau ion yang dapat mengubah arah penumbuhan nanopartikel dan dapat menghasilkan pembentukan nanopartikel dengan berbagai bentuk [8].

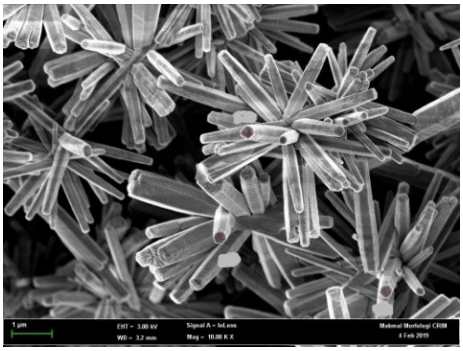
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yaitu menggunkan metode *Seed Mediated Hydrothermal* untuk menistesis sampel yang memiliki dua tahap, yaitu pembenihan dan penumbuhan. Proses pembenihan menggunakan senyawa ZAD yang dilakukan dengan metode pelapisan menggunakan *spin coater*, 0,1 M larutan ZAD yang telah dilarutkan pada 10 mL absolut etanol kemudian diteteskan ke atas substrat kemudian dilakukan spin coating dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 detik kemudian dipanaskan di atas hot plate bersuhu 100° C selama 15 menit. Proses pelapisan dilakukan sebanyak 3 kali agar senyawa pembenih benar-benar terlapiskan diatas substrat secara merata. Setelah dilakukan pelapisan larutan pembenih substrat di*annealing* dengan menggunakan furnace selama 1 jam pada suhu 350°C.

Proses penumbuhan dilakukan dengan menggunakan larutan penumbuh yaitu 0,1 M senyawa ZNH dan 0,1 M HMT yang dilarutkan dengan 10 mL *DI Water*. Substrat yang telah dilapisi senyawa pembenih disusun secara horizontal didalam botol pembenih yang sudah berisi larutan penumbuh. Sampel dioven selama 8 jam pada suhu 90°C. Pen*doping*an dilakukan dengan membuat larutan pen*doping* yaitu senyawa $Rucl_3.H_2O$ yang dilarutkan dalam DI Water. Larutan pen*doping* ini dimasukkan bersamaan dengan larutan penumbuh kemudian substrat dimasukkan ke dalam botol sintesis yang telah berisi larutan penumbuh dan larutan pen*doping*, kemudian substrat dioven selama 8 jam pada suhu 90°C. Pada penilitian ini dilakukan variasi konsentrasi pen*doping*an pada sampel, yaitu ; 1 mM, 2 mM, dan 3 mM. Sampel kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan metode FESEM dan EDX.

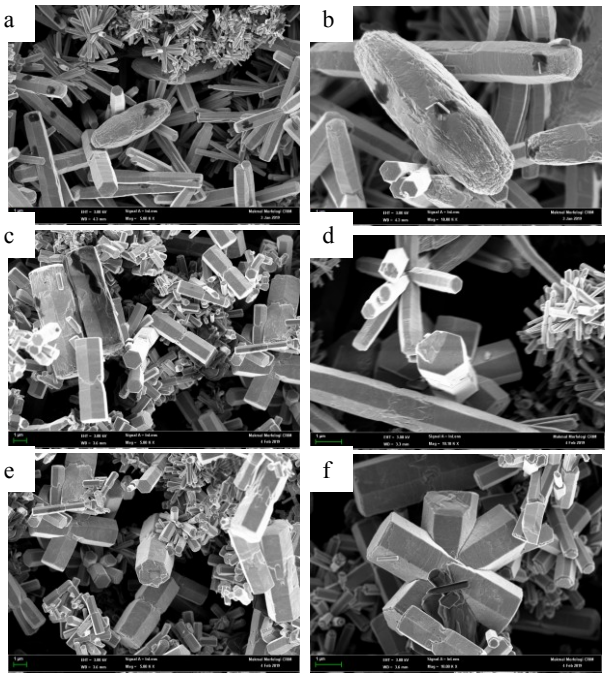
HASIL DAN PEMBAHASAN

Foto FESEM dari sampel dengan perbesaran 10.000x dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan morfologi permukaan ZnO yang terbentuk pada substrat FTO untuk sampel ZnO tanpa Ru, gambar menunjukkan nanomaterial yang terbentuk berupa nanorod ZnO.

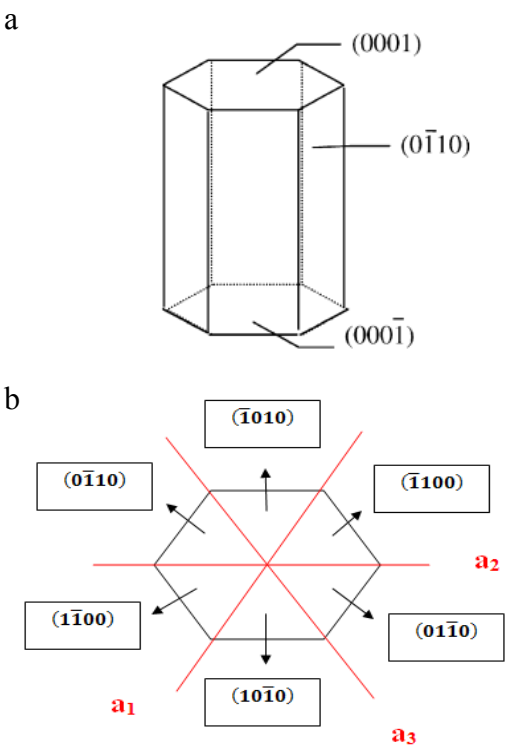


Gambar 1. Foto FESEM dengan perbesaran 10.000X Nanomaterial ZnO yang belum ditambahkan Ruthenium.

Gambar 2 menunjukkan foto FESEM sampel yang di*doping* dengan 1 mM, 2 mM dam 3 mM Ruthenium dengan perbesaran 5.000X dan 10.000X. Gambar tersebut menunjukkan bahwa nanorod mengalami perubahan akibat pendopingan Ruthenium, dapat dilihat terjadi peningkatan luas pada penampang nanomaterial ZnO dan nanorod yang memendek bila dibandingkan dengan sampel yang belum ditambahkan Ru. Ukuran nanorod ZnO belum homogen bila ditinjau dari luas penampangnya karena ukuran penampang nanorod ZnO pada sampel tersebut masih beragam, hal ini terjadi karena konsentrasi unsur Ru yang sangat kecil.



Gambar 2. Foto FESEM a) dan b) nanomaterial ZnO di*doping* 1 mM Ru, c) dan d) nanomaterial ZnO di*doping* 2 mM Ru, e) dan f) ZnO di*doping* 3 mM Ru, gambar di kiri dengan perbesaran 5.000X dan gambar di kanan dengan perbesaran 10.000X.



Gambar 3. Bentuk Penampakkan kristal ZnO, a) dari samping dan b) dari atas.

Vetummperumal et al. [9] melaporkan terjadinya perubahan ukuran penampang karena pada permukaan nanorod ZnO terdapat unsur Ru. Keberadan Ru pada kisi ZnO yang kemudian dikonfirmasi dengan puncak EDX. Iwantono et al. [4] juga mengasumsi bahwa terjadinya perubahan pada permukaan ZnO akibat pen*doping*an Ru disebabkan karena perubahan bidang kisi tertentu selama proses penumbuhan yang merupakan hasil dari ketidakserasian kisi dari unsur Ru dan ZnO. Seperti yang telah dilakukan Zhang et al. [3], dengan meningkatnya konsentrasi pen*doping* maka akan mengubah arah orientasi penumbuhan kristal ZnO. Nanomaterial ZnO murni tumbuh dengan arah $[000\bar{1}]$ dengan membentuk nanorod heksagonal yang berkerumun pada sebuah inti, lalu dengan penambahan unsur ruthenium mengubah arah penumbuhan nanomaterial ZnO menjadi ke arah 6 bidang lainnya, yaitu $(\bar{1}100)$, $(\bar{1}010)$, $(0\bar{1}10)$, $(1\bar{1}00)$, $(10\bar{1}0)$ dan $(01\bar{1}0)$. Hal ini menyebabkan luas permukaan heksagonal nanorod menjadi semakin besar.

Spektrum EDX sampel ZnO yang di*doping* dengan konsentrasi 3 mM Ru ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar tersebut menunjukkan puncak-puncak intensitas yang muncul untuk mempresentasikan komposisi unsur-unsur pada sampel, yaitu unsur Zn, O dan Ru. Unsur Zn *(Zinc)* merupakan unsur yang paling dominan yang memiliki puncak yang paling banyak yaitu tiga puncak dan menjadi unsur yang memiliki puncak paling tinggi.

Persentase atom dapat dihitung dengan menggunakan persamaan;

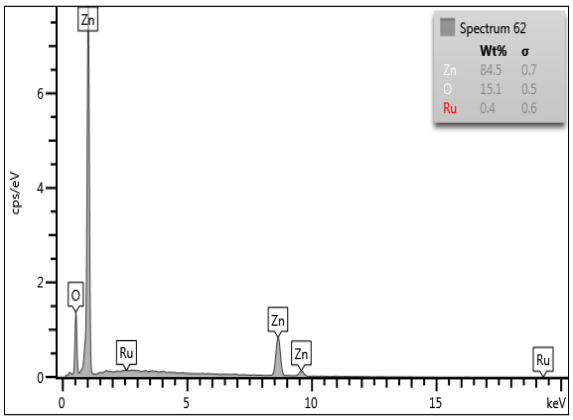
$$\% \text{ Atom} = \frac{K}{\Sigma K} \times 100$$

dimana,

K = %Berat /massa relatif molekul

ΣK = Jumlah seluruh nilai K

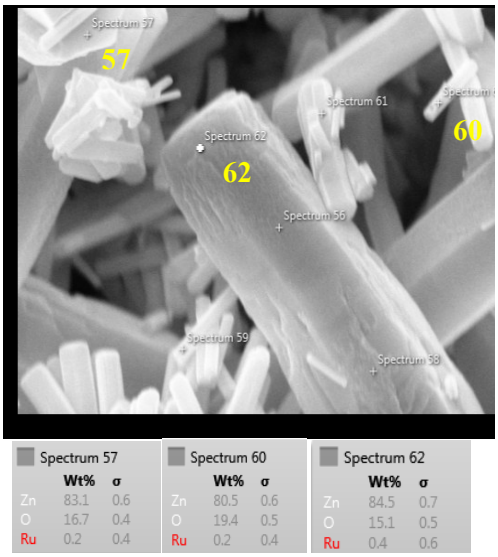
Persentase berat dan persentase atom masing-maisng unsur dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 4. Spektrum EDX sampel ZnO dengan konsentrasi pen*doping* 3 mM Ru

Tabel 2. Nilai persentase berat dan persentase atom masing-masing unsur

Nama Unsur	Massa Relatif	% Berat	% Atom
Zn	65,38	84,5	57,69
O	15,999	15,1	42,13
Ru	101,07	0,4	0,18
Total		100	100



Gambar 5. *Mapping point* untuk sampel ZnO yang di*doping* dengan 3 mM

Karakterisasi EDX juga dapat digunakan untuk mengetahui persebaran unsur-unsur penyusun sampel yang ada pada permukaan substrat dengan menganalisa data *mapping point*, yang menunjukkan bagaimana persebaran unsur Zn, O dan Ru pada sampel. Gambar 5 menunjukkan persebaran unsur pada sampel nanomaterial ZnO yang di*doping* 3 mM Ruthenium.

KESIMPULAN

Morfologi permukaan nanomaterial ZnO semakin luas dan semakin homogen dengan meningkatnya konsentrasi Ru. Foto FESEM menunjukkan terjadi peningkatan luas penampang nanorod ZnO akibat pen*doping*an Ru.

REFERENSI

1. Vennell, S. W., Funke, S., Draper, C., Stevens, & Divett, T. (2015). Designing large arrays of tidal turbines: a synthesis and review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* **41** (5),454-472.
2. Kamoji, M. Kedare, S, Prabhu, S. (2009). Performance Test on Helical Savonius Rotors. *Renewable Energy,* **34**(3), 521-529.
3. Gorlov, A. M. (1998). Helical turbines fot the Gulf Stream: Conceptual approach design of a large- scale floating power farm.*Marine Technology,* **35**(1), 175-177.
4. Mauller, G. & Kauppert, K. (2004). Performance characteristic of water wheels. *Journal of Hydraulic Research,* **42** (5), 1-6
5. Akimoto, H., Tanaka, K.., & Uzawa J (2013). A conceptual study of floating axis water current turbine for low-cost energy capturing from river, tide and ocean current *Renewable Energy* **57**(1)**,** 283-288.
6. Hassanzadeh, R., Yaakob, U., Gholami, A., Pourmahdavi, M, Hoissenzadeh, M., Taheri M. M. & Ahmed, Y. (2018). Experimental investigation of an innovative configuration for new marine current turbine.*Renewable Energy,* **18** (1), 92-93
7. Khan, M. J., Iqbal, M. T. & Quiacoe, J. E. (2008). River current energy conversion system: Progress, prospects and challenges *Renewable Sustain Energy Reviews,***8**(3), 2177-2179
8. Bhayo, B. & Kayiem. (2017). Experimental Characterization and Comparison of Performance of S-Rotor for Standalone Wind Power System. *Journal of Energy*. **138** (2), 752-763.

9. Wu, H. N., Chen, L. J., Ming, H. Y., Li, W. Y. & Chen, B. F., (2012). On design and performance prediction of the horizontal-axis water turbine. *Ocean Engineering,* **50**(1), 23-30.

Artikel ini menggunakan lisensi Creative Commons Attribution 4.0 International License