

Pengaruh Temperatur dan Waktu Putar Terhadap Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO yang Dibuat dengan Metode Sol-Gel Spin Coating

Fitriani *, Sri Handani *

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Andalas

Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

*fitriania1010@gmail.com, *shandani69@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian tentang pengaruh temperatur dan waktu putar terhadap sifat optik lapisan tipis ZnO yang dibuat dengan metode sol-gel spin coating telah dilakukan. Penelitian dilakukan dengan variasi suhu 400°C, 500°C dan 600°C dengan waktu putar 4 menit dan 6 menit pada kecepatan 2000 rpm. Uji UV-Vis dan XRD digunakan untuk mempelajari sifat optik dan struktur. Nilai minimum bandgap sebesar 5,5 eV diperoleh pada lapisan tipis yang dideposisi dengan waktu putar 6 menit dan suhu annealing 600°C. Karakterisasi UV-Vis menunjukkan absorpsi paling besar 0,944 diperoleh pada lapisan tipis yang terdeposisi dengan waktu putar 4 menit dan suhu annealing 400°C. Hasil XRD yang menunjukkan penambahan suhu menyebabkan menurunnya ukuran kristal.

Kata kunci : sol gel spin coating dan bandgap.

ABSTRACT

The research on the effect temperature and spin time to the optical properties of ZnO thin layer made by sol-gel spin coating method has been done. The research is conducted at temperature variations of 400°C, 500°C and 600°C with 4 minutes and 6 minutes spinning time at speed of 200 rpm. UV-Vis and XRD techniques have been used to investigate the optical properties and structure. The minimum bandgap is 5.5 eV from thin film that deposited at 600°C with 6 minutes spinning time. UV-Vis characteristic show that biggest absorption is 0.944 from ZnO thin film that deposited at 400°C with 4 minutes spinning time. XRD results indicates that the increase of temperature causes the decrease of the crystal size.

Keyword: sol gel spin coating and bandgap.

I. PENDAHULUAN

Material semikonduktor ZnO menjadi pusat perhatian para peneliti baik di bidang industri maupun teknologi. Hal ini disebabkan material ZnO mempunyai sifat yang menarik dan aplikasi yang luas. Material semikonduktor ini mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan seperti : mempunyai daya tembus yang baik, mobilitas elektron yang tinggi, bandgap (celah pita) yang lebar, tahan pada temperatur tinggi, dapat memendarkan cahaya dan sebagainya. Terkait dengan sifat-sifatnya tersebut, material ZnO telah diteliti dan dipelajari secara luas untuk aplikasi sensor gas (Musat, 2008), LED dan elektroda transparan (Kwak, 2008).

ZnO dalam bentuk nanopartikel ataupun lapisan tipis dapat dengan mudah disintesis menggunakan metode yang sederhana (tanpa proses sublimasi keadaan vakum) dan temperatur relatif rendah dibandingkan dengan jenis logam lainnya (Musat, 2008). Beberapa jenis metode sintesis ZnO berstruktur nano adalah chemical vapor deposition (CVD), metal-organic CVD, elektrodeposisi, solution process termasuk metode sol-gel (Jain, 2005).

Sol-gel spin coating adalah metode untuk membuat lapisan dari bahan polimer photoresist yang dideposisikan pada permukaan silikon dan material lain yang berbentuk datar. Setelah larutan (sol-gel) diteteskan di atas substrat, kecepatan putar diatur oleh gaya sentrifugal untuk menghasilkan lapisan tipis yang homogen. Metode sol-gel spin coating ini menggabungkan metode fisika dan kimia biasa. Metode ini sangat mudah dan efektif untuk membuat lapisan tipis dengan hanya mengatur parameter waktu dan kecepatan putar serta viskositas larutan.

Pada penelitian ini, dibuat lapisan tipis ZnO menggunakan metode sol-gel *spin coating* dengan variasi temperatur dan waktu putar. Dengan metode ini diharapkan lapisan tipis yang dihasilkan homogen dan transparan.

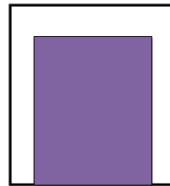
II. METODE

2.1 Pembuatan pasta ZnO (Zinc Oxide)

Dalam pembuatan pasta ZnO (Zinc Oxide), PVA (Polyvinyl Alcohol) dengan massa 0,3 gram ditambahkan kedalam 4 mL aquades, kemudian diaduk selama 60 menit pada suhu 400°C, yang akan berfungsi sebagai binder dalam pembuatan pasta. Suspensi dicampurkan dengan 3 tetes asam asetat 25 % dan ditambahkan bubuk ZnO (Zinc Oxide) 0,3 gram. Campuran suspensi dan bubuk ZnO (Zinc Oxide) diaduk selama 60 menit menggunakan magnetic stirer sampai didapatkan pasta yang baik untuk dilapisi pada substrat. Setelah itu, pasta ZnO (Zinc Oxide) disonikasi selama 10 menit untuk menghomogenkan partikel ZnO.

2.2 Penumbuhan ZnO (Zinc Oxide)

Penumbuhan ZnO pada substrat kaca FTO (*Fluorine Tin Oxide*) dimulai dengan menempatkan substrat FTO yang sudah dibersihkan di atas piringan *spin coater* dengan area deposisi pasta ZnO seperti Gambar 1. Penumbuhan pasta ZnO pada substrat FTO menggunakan metode dispensi statis pada kecepatan 2000 rpm dengan variasi waktu 4 menit dan 6 menit



Gambar 1 Ilustrasi daerah deposisi pasta ZnO

2.3 Prose pemanasan (Heating)

Substrat yang telah dilapisi dengan pasta ZnO dipanaskan selama 10 menit pada suhu 400°C, 500°C dan 600°C, proses pemanasan ini berfungsi untuk menumbuhkan kristal ZnO pada lapisan tipis tersebut.

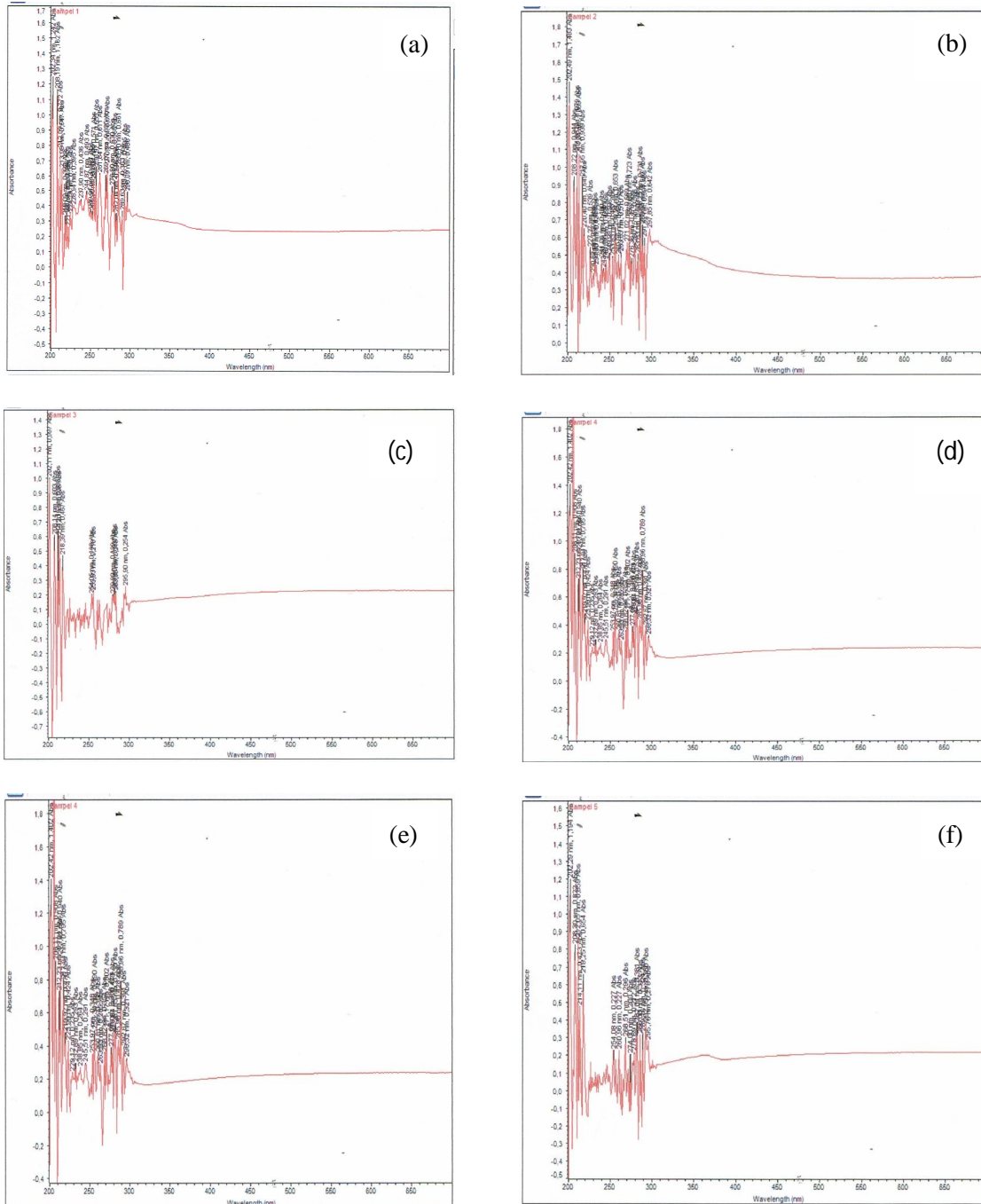
2.4 Karakterisasi Sampel ZnO

Karakterisasi *X-ray diffraction* (XRD) bertujuan untuk mengetahui struktur dan ukuran kristal lapisan tipis ZnO yang terdeposisi dengan metode *sol-gel spin coating*. Karakterisasi UV-Vis bertujuan untuk mengetahui sifat optik lapisan tipis ZnO yang terdeposisi dengan metode *sol-gel spin coating*.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Karakterisasi UV-Vis

Karakterisasi spektroskopis UV-Vis dilakukan untuk mengetahui tingkat absorpsi lapisan tipis ZnO untuk masing-masing suhu pemanasan dan waktu putar. Selain itu dapat juga ditentukan nilai energi gap pada masing-masing sampel. Kurva serapan untuk enam buah sampel yang dikarakterisasi dengan UV-Vis dan hasilnya menunjukkan sampel mempunyai serapan dari panjang gelombang 208 nm sampai 300 nm. Nilai serapan minimum ditunjukkan oleh sampel pada suhu 500°C dengan waktu empat menit pada panjang gelombang 254,05 nm yaitu 0,198 dan penyerapan maksimum ditunjukkan oleh sampel pada suhu 400°C dengan waktu enam menit pada panjang gelombang 208,22 nm sebesar 0,944. Berdasarkan nilai absorpsi yang terbaca untuk seluruh sampel merupakan rentang panjang gelombang ultraviolet. Berikut spektrum absorpsi lapisan tipis ZnO yang terbentuk.



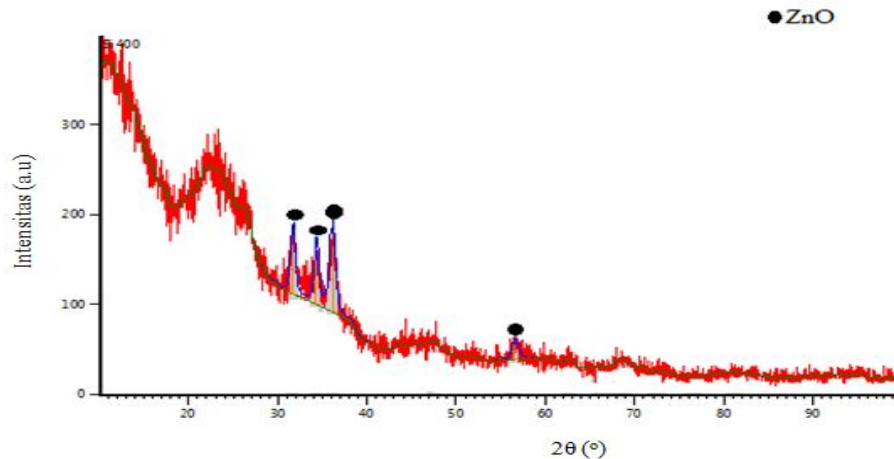
Gambar 2 Grafik hasil UV-Vis variasi suhu dan waktu putar *spin coater* (a) 400°C, 4 menit (b) 400°C, 6 menit, (c) 500°C, 4 menit, (d) 500°C, 6 menit, (e) 600°C, 4 menit, (f) 600°C, 6 menit.

Hasil dari karakterisasi keseluruhan lapisan tipis ZnO menunjukkan absorpsi panjang gelombang yang berbeda pada perlakuan variasi suhu dan waktu putar *spin coater*. Panjang gelombang yang mampu diserap oleh lapisan tipis harus bersesuaian dengan *band gap* lapisan tipis tersebut, karena foton yang datang harus memiliki energi yang sama atau besar dari pada *band gap* yang dimiliki lapisan tipis ZnO. Lapisan tipis yang dihasilkan dengan metode ini hanya mampu menyerap cahaya UV dengan rentang panjang gelombang 208,22 nm sampai 297,85 nm.

3.2 Karakterisasi XRD

3.2.1 Analisis sampel dengan suhu 400°C

Hasil karakterisasi XRD sampel dengan suhu 400°C menghasilkan empat puncak difraksi seperti yang terlihat pada Gambar 3. Setiap puncak yang dihasilkan memiliki nilai intensitas yang berbeda terhadap posisi 2θ yang berbeda. Intensitas tertinggi berada pada posisi 2θ 36,08600 yaitu sebesar 100 dan intensitas terendah sebesar 22,35 berada pada posisi 2θ 56,54420. Kristalin yang kecil akan menghasilkan puncak difraksi yang lebar karena kristalin yang kecil memiliki bidang pantul sinar-X yang terbatas.



Gambar 3 Hasil karakterisasi XRD pada suhu 400°C

Tabel 1 Nilai 2θ dan puncak tertinggi kurva XRD sampel suhu 400°C

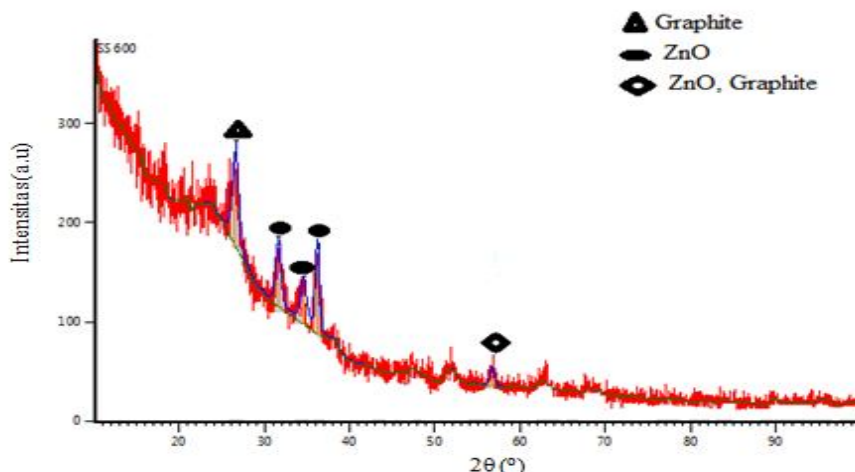
Puncak	2θ	Intensit	FWH
1	31,6609	75,21	0,6140
2	34,3246	67,60	0,6140
3	36,0860	100,00	0,7164
4	56,5442	22,35	0,8187

Berdasarkan data JCPDS no 010790208 struktur kristal yang dihasilkan pada suhu 400 °C dengan waktu 4 menit berbentuk *wurtzite* dengan parameter kisi $a = 3,2648 \text{ \AA}$, $b = 3,2648 \text{ \AA}$ dan $c = 5,2194 \text{ \AA}$. Struktur *wurtzite* merupakan struktur ZnO yang paling stabil (Patnaik, 2003; Sayono dan Sudjidno, 2008).

3.2.2 Analisis Sampel dengan suhu 600°C

Hasil karakterisasi XRD sampel dengan suhu 600°C menghasilkan lima puncak difraksi seperti yang terlihat pada Gambar 4. Setiap puncak yang dihasilkan memiliki nilai intensitas yang berbeda terhadap posisi 2θ yang berbeda. Intensitas tertinggi berada pada posisi 2θ yaitu 26,56200 yaitu sebesar 100 dan intensitas terendah sebesar 19,73 berada pada posisi 2θ 56,64120.

Hasil karakterisasi XRD sampel dengan suhu 600°C menghasilkan lima puncak difraksi seperti yang terlihat pada Gambar 4. Setiap puncak yang dihasilkan memiliki nilai intensitas yang berbeda terhadap posisi 2θ yang berbeda. Intensitas tertinggi berada pada posisi 2θ yaitu 26,56200 yaitu sebesar 100 dan intensitas terendah sebesar 19,73 berada pada posisi 2θ 56,64120.



Gambar 4 Hasil karakterisasi XRD pada suhu 600°C

Tabel 2 Nilai 2θ dan puncak tertinggi kurva XRD sampel suhu 600°C

Puncak	2θ	Intensitas	FWHM
1	26,5620	100,00	0,8187
2	31,5981	64,01	0,7164
3	34,5583	43,73	0,8181
4	36,1843	95,66	0,5117
5	56,6412	19,73	0,6140

Tinggi rendahnya intensitas yang tertangkap detektor itu dipengaruhi oleh keteraturan susunan atom pada kristal tersebut. Semakin tinggi intensitas yang tertangkap oleh detektor menunjukkan bahwa susunan atomnya semakin teratur. Hasil dari kedua sampel yang dikarakterisasi dengan XRD menunjukkan bahwa sampel ini memiliki intensitas tertinggi sebesar 100. Struktur yang dihasilkan pada suhu 600°C dengan waktu 4 menit juga berbentuk wurtzite dengan parameter kisi $a = 3,2522 \text{ \AA}$, $b = 3,522 \text{ \AA}$ dan $c = 5,2095 \text{ \AA}$.

Tabel 3 Ukuran kristal lapisan tipis ZnO

Suhu	Ukuran Kristal
400°C	24,294 nm
600°C	20,344 nm

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa ukuran kristal masing-masing suhu berbeda. Pada suhu 400°C didapatkan ukuran kristal sebesar 24,294 nm dan pada suhu 600°C ukuran kristal sebesar 20,344 nm. Peningkatan temperatur pemanasan menyebabkan ukuran kristal semakin kecil.

IV. KESIMPULAN

Sampel lapisan tipis semikonduktor ZnO yang telah dikarakterisasi dengan UV-Vis menghasilkan serapan dari panjang gelombang 208 nm - 298 nm yang merupakan rentang panjang gelombang yang dimiliki sinar ultraviolet. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan sampel pada suhu 600°C dengan waktu 6 menit memiliki bandgap minimum yaitu 5,5 eV. Hasil karakterisasi XRD untuk sampel 400°C dan 600°C menunjukkan perubahan ukuran kristal yang semakin kecil dengan bertambahnya suhu pemanasan.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M., 2009, Distribusi Celah Pita Energi Titanium Kotor, *Prosiding*, FMIPA, ITB

- Adnan, S.R, 2012, Proses Pembuatan dan Karakterisasi Lapisan Tipis Barium Zirkonium Titanat ($BaZr_x Ti_{1-x}O_3$) yang Didoping Lantanum dengan Metode Sol Gel, *Skripsi*, FMIPA, UI, Depok.
- Aprilia, A., Bahar, H., dan Hidayat, R., 2010, Preparasi Lapisan Tipis ZnO Transparan Menggunakan Metode *Sol-gel* Beserta Karakterisasi Sifat Optiknya, *Prosiding*, ISBN 978-979-98010-6-7, FMIPA, ITB.
- Arief, M, 2011, Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Seng Oksida (ZnO) dengan Metode Proses Pengendapan Kimia Basah dan Hidrotermal untuk Alikasi Fotokatalis, *Skripsi*, Fakultas Teknik, UI, Depok.
- Beiser, A., 1987, *Konsep Fisika Modern Edisi Keempat*, Erlangga, Jakarta.
- Bilalodin, 2012, Pembuatan dan Penentuan Celah Pita Optik Film Tipis TiO_2 , *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, ISSN 0853-0823, Program Studi Fisika, Universitas Jenderal Soedirman.
- Jain A, dkk, 2005, *Materials Science Poland*, Vol. 25.No 1.
- Kittel, C., 2005, *Introduction to Solid State Physics Eight Edition*, John Wiley & Sons, Inc., United States of America.
- Kwak, H., 2008, *Solid State Communication* 145 : 227-230.
- Maddu, A., 2006, Struktur dan Sifat Optik Film ZnO Hasil Deposisi Dengan Teknik Spin-Coating Melalui Proses Sol-Gel, *Jurnal Sains Material Indonesia*, Vol. 7 No 3, hal 85-90, FMIPA, IPB.
- Musat, dkk, 2008, *Thin Solid Films* 516 1512-1515.
- Patnaik, P., 2003, *Handbook of Inorganic Chemicals*, McGraw-Hill, New York.