

**PENGARUH PUTIH TELUR SEBAGAI ZAT ADITIF PADA SINTESIS
NANOPARTIKEL Al^{3+} DOPED ZnO MELALUI METODA SOL-GEL**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)



Oleh:

**RIKA FAUZIANA SUCI
NIM. 14036052 / 2014**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

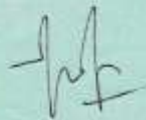
PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH PUTIH TELUR SEBAGAI ZAT ADITIF PADA SINTESIS
NANOPARTIKEL Al^{3+} *DOPED* ZnO MELALUI METODA SOL-GEL**

Nama : Rika Fauziana Suci
Nim : 14036052
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

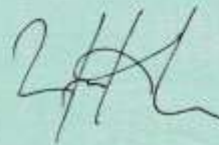
Padang, Mei 2018

Pembimbing I



Sherly Kasuma W N, S.Si., M.Si
NIP. 19840914 200812 2 004

Pembimbing II



Umar Kalmar Nizar, M.Si, Ph.D
NIP.19770311 200312 1 003

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia
Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Putih Telur sebagai Zat Aditif pada Sintesis
Nanopartikel Al^{3+} Doped ZnO melalui Metoda Sol-Gel
Nama : Rika Fauziana Suci
NIM : 14036052
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

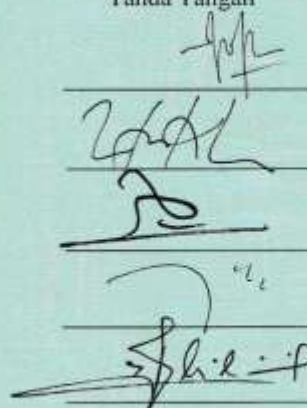
Padang, Mei 2018

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Sherly Kasuma Warda Ningsih S.Si, M.Si
2. Sekretaris : Umar Kalmar Nizar S.Si, M.Si, Ph.D
3. Anggota : Prof. Ali Amran M.Pd, MA, Ph.D
4. Anggota : Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D
5. Anggota : Dra. Syamsi Aini, M.Si, Ph.D



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rika Fauziana Suci
TM/NIM : 14036052/2014
Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi/ 04 April 1996
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : MIPA
Alamat : Tembok, Bukittinggi
No.HP/Telepon : 082386050082
Judul Skripsi : Pengaruh Putih Telur sebagai Zat Aditif pada Sintesis Nanopartikel Al^{3+} Doped ZnO melalui Metoda Sol-Gel

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademi (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangan **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi..

Padang, 8 Mei 2018

Yang membuat pernyataan,



Rika Fauziana Suci

NIM : 14036052

ABSTRAK

Rika Fauziana Suci (2018): “Pengaruh Putih Telur sebagai Zat Aditif pada Sintesis Nanopartikel Al^{3+} Doped ZnO melalui Metoda Sol-Gel”.

Penelitian mengenai pengaruh putih telur sebagai zat aditif pada sintesis dan karakterisasi nanopartikel Al^{3+} doped ZnO telah berhasil dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan pengaruh penambahan putih telur pada sintesis Al^{3+} doped ZnO. Zink sulfat heptahidrat, etanol, aluminium klorida heksahidrat dan putih telur digunakan sebagai prekursor, pelarut, sumber dopan (5%) dan aditif, berturut-turut. Penambahan putih telur divariasikan yakni 10, 20, 30, 40, dan 50 mL. Suhu pengeringan sampel adalah 110°C selama 1 jam dan suhu kalsinasi 600°C selama 3 jam. Sampel dikarakterisasi dengan menggunakan *Transform-Infra Red Spectroscopy* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan *Ultra Violet Diffuse Reflectance Spectroscopy* (UV-DRS). Hasil analisa spektra FTIR menunjukkan terdapat regangan Zn-O pada bilangan gelombang $441,97\text{-}491,58\text{ cm}^{-1}$ dan regangan Zn-O-Al pada bilangan gelombang $560,22\text{-}570,37\text{ cm}^{-1}$. Struktur kristal Al^{3+} doped ZnO dengan berbagai variasi penambahan putih telur adalah *hexagonal wurtzite* dengan rentangan ukuran kristalit 14,93-64,62; 13,02-53,85; 13,83-63,86; 13,01-64,63 dan 9,90-64,29 nm. Nilai *band gap* nanopartikel Al^{3+} doped ZnO dengan penambahan putih telur 10, 20, 30, 40 dan 50 mL adalah 2,64-2,98 eV. Doping Al^{3+} dapat menurunkan nilai *band gap* ZnO.

Kata kunci: Al^{3+} doped ZnO, Putih Telur, Sol-Gel, Wurtzite, Band Gap.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Putih Telur sebagai Zat Aditif pada Sintesis Nanopartikel Al^{3+} Doped ZnO melalui Metoda Sol-Gel**”.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Ibu Sherly Kasuma Warda Ningsih, S.Si.,M.Si selaku Pembimbing I dan selaku Pembimbing Akademik di Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Umar Kalmar Nizar S.Si, M.Si, Ph.D selaku Pembimbing II di Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Prof. Drs. Ali Amran, M.Pd, MA, Ph.D, Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D, dan Ibu Dra. Syamsi Aini, M.Si, Ph.D selaku Dosen Pembahas.
4. Bapak Dr. Mawardi, M.Si selaku Ketua Jurusan, Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi, Bapak Edi Nasra, selaku Sekretaris Jurusan.
5. Dosen-dosen Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
6. Kedua Orang Tua dan adik-adik yang telah memberikan semangat kepada penulis.

7. Teman-teman Kimia Tahun 2014 yang telah memberikan masukan kepada penulis.

Untuk kesempurnaan skripsi ini penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak, supaya penulis dapat meningkatkan lagi dalam penulisan kedepannya. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Rumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Relevan	8
2.2 Zink Oksida.....	13
2.3 Zink Sulfat Heptahidrat.....	15
2.4 Aluminium Klorida heksahidrat	16
2.5 Etanol	17
2.6 Metoda Sol Gel	18
2.7 Zat Aditif.....	19
2.8 <i>Fourier Transform-Infra Red Spectroscopy</i> (FTIR).....	21
2.9 <i>UV-Vis Diffuse Reflectance</i> (UV-DRS)	23
2.10 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	24
 BAB II METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.2 Objek Penelitian.....	27
3.3 Variabel penelitian	27

3.3.1 Variabel Bebas	27
3.3.2 Variabel Terikat	28
3.3.3 Variabel Kontrol	28
3.4 Alat dan Bahan	28
3.4.1 Alat.....	28
3.4.2 Bahan	29
3.5 Prosedur Kerja	29
3.5.1 Sintesis Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO dengan variasi konsentrasi dopan	29
3.5.2 Karakterisasi nanopartikel Al^{3+} doped ZnO.....	30
3.5.2.1 Karakterisasi sampel menggunakan Fourier Transform InfraRed (FTIR).....	30
3.5.2.2 Karakterisasi sampel menggunakan <i>Ultra Violet Diffuse Reflectance spektra</i> (UV-DRS).....	31
3.5.2.3 Karakterisasi sampel menggunakan <i>Difraksi Sinar-X</i> (XRD).....	32
3.6 Desain penelitian.....	33
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sintesis Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO	34
4.1.1 Proses Sintesis Sol Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO.....	34
4.1.2 Pengeringan Sol Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO	36
4.1.3 Kalsinasi Gel Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO	37
4.2 Karakterisasi Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO.....	39
4.2.1 Analisis spektra FTIR	39
4.2.2 Analisis spektra XRD	40
4.2.3 Analisis spektra UV-DRS	46
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Hasil pengamatan secara visual preparasi larutan Al^{3+} doped ZnO	34
4.2 Hasil pengamatan visual gel Al^{3+} doped ZnO	36
4.3 Kalsinasi Gel Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO.....	38
4.4 Vibrasi gugus fungsi dari Al^{3+} doped ZnO.....	40
4.5 Analisis data XRD sampel Al^{3+} doped ZnO dengan penambahan 10 mL putih telur.....	42
4.6 Analisis data XRD sampel Al^{3+} doped ZnO dengan penambahan 20 mL putih telur.....	43
4.7 Analisis data XRD sampel Al^{3+} doped ZnO dengan penambahan 30 mL putih telur.....	43
4.8 Analisis data XRD sampel Al^{3+} doped ZnO dengan penambahan 40 mL putih telur.....	44
4.9 Analisis data XRD sampel Al^{3+} doped ZnO dengan penambahan 50 mL putih telur.....	45
4.10 Nilai celah pita (<i>band gap</i>) dari sampel Al^{3+} doped ZnO	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur Kristal ZnO	13
2.2 Struktur Senyawa Etanol	18
2.3 Bagan Proses Sol-Gel	19
2.4 Skema Instrumentasi FTIR.....	23
2.5 Skema Alat XRD	25
4.1 Foto sol Al ³⁺ <i>doped</i> ZnO	35
4.2 Foto gel Al ³⁺ <i>doped</i> ZnO	37
4.3 Foto hasil kalsinasi Al ³⁺ <i>doped</i> ZnO	38
4.4 Spektra FTIR nanopartikel Al ³⁺ <i>doped</i> ZnO	39
4.5 Pola XRD nanopartikel Al ³⁺ <i>doped</i> ZnO.....	41
4.6 Grafik <i>Band gap</i> Al ³⁺ <i>doped</i> ZnO	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Kerja Sintesis Al^{3+} doped ZnO	55
2. Perhitungan prekursor dan dopan	56
3. Spektra FTIR Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO	57
4. Data Hasil Pengukuran XRD Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO	60
5. Data Perhitungan Ukuran Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO.....	70
6. Data Hasil Pengukuran UV-DRS Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO.....	75
7. ICSD-ICCD Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO.....	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan material kristalin berukuran nano (nanoteknologi) merupakan suatu bidang yang akhir-akhir ini menjadi perhatian penelitian (Herlina, 2012). Penelitian nanoteknologi ini dapat diaplikasikan dalam berbagai aplikasi seperti di bidang medis, biosensor dan katalis (Wiramanda, *et al.*, 2012). Penelitian di bidang ini menghasilkan partikel berukuran nano yang disebut dengan nanopartikel. Nanopartikel adalah partikel dalam ukuran nanometer yaitu sekitar 1-100 nm. Belakangan ini nanopartikel dapat dikembangkan pemanfaatannya pada dunia industri (Omri, *et al.*, 2014). Salah satu material nanopartikel yaitu Zink Oksida (ZnO) (Ahmad, *et al.*, 2016).

ZnO adalah senyawa semikonduktor golongan II-VI yang memiliki struktur kristal *hexagonal* (Selvakumari, *et al.*, 2016). ZnO memiliki nilai *band gap* sekitar 3,37 eV dan energi ikat sekitar 60 MeV pada suhu kamar (Shrisha, *et al.*, 2016). ZnO memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu transparansi yang tinggi pada *range* cahaya tampak, *non-toxicity*, ramah lingkungan (Selvakumari, *et al.*, 2016) dan harganya yang relatif murah (Khan, *et al.*, 2013).

ZnO memiliki aplikasi yang luas, seperti sensor kimia, konduktor transparan (Kajbafvala, *et al.*, 2012), katalis (Zacharakis, *et al.*, 2013), sensor gas (Kiriakidis, *et al.*, 2012), *photocatalysis* (Abed, *et al.*, 2015), sel surya (Xuan, *et al.*, 2017), dan *light-emitting diodes* (LED) (Liu, *et al.*, 2016). Sifat-sifat dari

nanopartikel ZnO menentukan aplikasinya dalam berbagai bidang sehingga dilakukan suatu upaya untuk meningkatkan sifat dari ZnO. Teknik yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat optik dan listrik dari ZnO cukup banyak, diantaranya melalui variasi konsentrasi prekursor dan suhu, penambahan surfaktan, coating dan doping (Chakma, *et al.*, 2013).

Teknik doping adalah teknik yang umum dilakukan untuk meningkatkan sifat dan kinerja dari senyawa ZnO (Jagadish, *et al.*, 2006). Pendopingan dengan unsur logam juga dilakukan untuk meningkatkan sifat optik dan listrik pada senyawa ZnO (Alnaser, *et al.*, 2015), selain itu doping juga dapat meningkatkan konduktivitas lapis tipis ZnO (Xuan, *et al.*, 2017).

Doping adalah suatu teknik untuk memodifikasi sifat semikonduktor oksida. Doping dapat mengubah sifat listrik, optik, dan magnet pada senyawa semikonduktor (Cao, *et al.*, 2012). Doping dilakukan dengan cara menyisipkan unsur logam pada senyawa semikonduktor (Abbad, *et al.*, 2013). Beberapa unsur logam yang biasa digunakan dalam proses pendopingan adalah B^{3+} , Al^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} (Alkahlout, *et al.*, 2014), Li^{2+} dan Mn^{2+} (Viswanatha, *et al.*, 2013).

Dari semua dopan tipe-n di ZnO, Al sangat cocok digunakan sebagai senyawa dopan karena ketersediaan mudah, kemudahan doping (Das, *et al.*, 2010), jari-jari ionik yang kecil, harga senyawa yang relatif murah, dan Al doped ZnO juga sangat menjanjikan sebagai suhu tinggi bahan termoelektrik (Giovannelli, *et al.*, 2014), selain itu substitusi ion Zn^{2+} dengan Al^{3+} dapat merubah konduktivitas dari ZnO (Alkahlout, *et al.*, 2014).

Metoda yang umum digunakan pada sintesis nanopartikel ZnO adalah *solvothermal* (Liu, *et al.*, 2016), kopresipitasi (Giovannelli, *et al.*, 2014), *solid state* (Vaseem, *et al.*, 2010), *hydrothermal* (Alkahlout, *et al.*, 2014), sol gel (Akdag, *et al.*, 2016) dan gelombang mikro/*microwave* (Singh dan Nakate, 2013). Pada penelitian ini lebih memilih metoda sol-gel karena metoda sol-gel memiliki beberapa kelebihan, yaitu homogenitas produk yang dihasilkan tinggi, tingkat kemurnian tinggi, suhu yang digunakan relatif rendah (Ningsih SKW, 2016), fasa pemisahan dan proses pembentukan kristal cepat maka dari segi biaya operasional cukup ekonomis. Dari segi lingkungan proses sol-gel termasuk ramah lingkungan karena limbah yang dihasilkan cukup rendah (Sookman, 2005).

Pada penelitian sebelumnya, Mahdavi, *et al.*, 2017 telah melakukan sintesis Al *doped* ZnO menggunakan metoda sol-gel, dengan menggunakan zink asetat dihidrat 0,15 M sebagai prekursor, methanol sebagai pelarut dan aluminium nitrat sebagai dopan. Penambahan dopan yang dilakukan bervariasi yaitu 1%, 3%, 5% dan 7%. Pada hasil XRD menunjukkan nanopartikel yang disintesis berbentuk *hexagonal wurtzite* dan efek Al atau Al₂O₃ tidak terdapat puncak pada pengamatan, hasil ini diperoleh karena difusi Al³⁺ yang baik pada struktur kristal ZnO dan sejumlah kecil konsentrasi Al yang ditambahkan. Ukuran kristal ZnO dan ZnO/Al 5% adalah 12 nm dan 10 nm. Morfologi dari nanopartikel ZnO *undoped* yaitu struktur *hexagonal polyhedral* dengan ukuran kristal rata-rata 30nm. Pengaruh penambahan konsentrasi Al pada morfologi partikel ditunjukkan pada gambar yaitu pada penambahan 1% Al strukturnya berbentuk bola, pada penambahan 3% terjadi mulai perubahan dari struktur bola menjadi struktur

batang, dan pada penambahan 5% dan 7% morfologi struktur seperti batang. Berdasarkan gambar TEM, ukuran partikel yang diperoleh yaitu 20 nm dan 50 nm masing-masing pada konsentrasi terendah dan tertinggi Al. Komposisi nanopartikel yang disintesis dianalisis oleh EDX, menunjukkan komposisi ZnO 100% pada ZnO *undoped* serta pada komposisi ZnO doping Al 5% terdeteksi adanya 3% Al₂O₃.

Zat aditif dapat mempengaruhi sifat suatu nanomaterial. Zat aditif dapat menghasilkan material dengan kehomogenan tinggi dan bersifat penstabil. Penambahan zat aditif ini dapat menghasilkan produk yang memiliki luas permukaan pervolume yang besar (Ningsih, S.K.W., 2016). Aditif yang biasa digunakan dalam mensintesis suatu nanopartikel ZnO adalah MEA (*Monoethanolamine*), namun MEA memiliki kekurangan yaitu harganya yang mahal sehingga peneliti tertarik mencari alternatif lain, yaitu putih telur. Putih telur dapat dijadikan alternatif sebagai zat aditif pengganti MEA dalam mensintesis nanopartikel ZnO karena dapat digunakan sebagai penstabil sol dan mempermudah kelarutan, selain itu putih telur merupakan suatu bahan yang mengandung albumin yang bertindak sebagai *bio-template*. Menggunakan putih telur sebagai zat aditif memiliki banyak kelebihan diantaranya putih telur mudah didapatkan dan memiliki harga yang jauh lebih murah.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik melakukan penelitian mengenai sintesis nanopartikel ZnO yang didoping logam Al, dengan menggunakan zat aditif putih telur ayam ras. Pada penelitian ini dilakukan suhu oven $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam serta suhu kalsinasi 600°C selama 3 jam untuk mendapatkan hasil

kristilinitas yang tinggi (Munawaroh, *et al.*, 2016). Maka penulis tertarik melakukan suatu penelitian dengan judul **“Pengaruh Putih Telur sebagai Zat Aditif pada Sintesis Nanopartikel Al³⁺ Doped ZnO melalui Metoda Sol-Gel”**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi masalah yaitu ZnO memiliki banyak aplikasi namun terdapat keterbatasan jika di aplikasikan pada cahaya tampak karena ukuran partikel yang relatif besar sehingga memiliki luas permukaan per volume yang kecil serta energi celah pita yang kurang sesuai. Oleh karena itu, untuk mengatasi keterbatasan tersebut, perlu dilakukan *doping*. *Doping* merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengoptimalkan sifat ZnO. Salah satu logam yang dapat digunakan pada proses pendopongan adalah Al. Al memiliki jari-jari ionik yang relatif kecil jika dibandingkan dengan Zn, sehingga logam Al dapat didopongan kedalam kisi ZnO. Pendopongan dengan logam Al juga diharapkan dapat meningkatkan sifat optik dan listrik pada senyawa ZnO.

Putih telur digunakan sebagai zat aditif yang diharapkan dapat menggantikan MEA, karena MEA memiliki harga yang mahal. Putih telur merupakan suatu bahan yang mengandung albumin yang bertindak sebagai *bio-template*, selain itu putih telur juga dapat menstabilkan sol serta mempermudah kelarutan sehingga dapat memenuhi syarat sebagai zat aditif.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. ZnO disintesis menggunakan prekursor zink sulfat heptahidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), dopan aluminium klorida heksahidrat ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dan pelarut etanol.
2. Metoda yang digunakan adalah sol-gel.
3. Penambahan dopan Al^{3+} sebanyak 5%.
4. Konsentrasi prekursor zink sulfat heptahidrat yang digunakan 0,15 M.
5. Zat aditif yang digunakan dalam mensintesis Al^{3+} doped ZnO yakni putih telur ayam ras dengan melakukan variasi penambahan 10, 20, 30, 40 dan 50 mL.
6. Suhu stirer 50°C , suhu oven 110°C , dan suhu *furnace* 600°C .
7. Waktu oven selama 1 jam dan waktu *furnace* selama 3 jam.
8. Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO dikarakterisasi dengan menggunakan *Transform-Infra Red Spectroscopy* (FTIR), *Ultra Violet Diffuse Reflectance Spectroscopy* (UV-DRS), dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah Al^{3+} doped ZnO dengan penambahan putih telur ayam ras dapat disintesis melalui metode sol gel?
2. Bagaimana pengaruh penambahan aditif putih telur ayam ras terhadap struktur Al^{3+} doped ZnO?

3. Bagaimana gugus fungsi Al^{3+} doped ZnO yang dikarakterisasi dengan FTIR?
4. Bagaimana nilai *band gap* Al^{3+} doped ZnO yang dikarakterisasi dengan UV-DRS?
5. Bagaimana struktur kristal Al^{3+} doped ZnO yang dikarakterisasi dengan XRD?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mensintesis nanopartikel Al^{3+} doped ZnO menggunakan metoda sol-gel.
2. Menentukan pengaruh penambahan aditif putih telur ayam ras terhadap struktur Al^{3+} doped ZnO.
3. Menentukan gugus fungsi Al^{3+} doped ZnO yang dikarakterisasi dengan FTIR.
4. Menentukan nilai *band gap* Al^{3+} doped ZnO yang dikarakterisasi dengan UV-DRS.
5. Menentukan struktur kristal Al^{3+} doped ZnO yang dikarakterisasi dengan XRD.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu menambah wawasan mengenai sintesis dan karakterisasi nanopartikel Al^{3+} doped ZnO dengan variasi penambahan putih telur ayam ras.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Relevan

Liu, et al., (2016), telah melakukan sebuah penelitian yang menggunakan metode microwave-solvothermal dari prekursor zink asetat dihidrat, dopan aluminium nitrat dan pelarut etanol. Dari penelitian ini di dapatkan hasil struktur kristal yaitu heksagonal wurzite, intensitas puncak nanopartikel Al^{3+} doped ZnO (AZO) menurun dengan meningkatnya doping Al, hal ini disebabkan oleh jari-jari ionik Al^{3+} lebih kecil dari Zn^{2+} sehingga mampu tersubstitusi kedalam kisi ZnO (*hexagonal wurtzite*). Morfologi AZO yang diperoleh yaitu struktur bola.

Selvakumari, et al., (2016) telah melakukan penelitian mengenai sintesis Al doped ZnO menggunakan metoda *microwave*. Dengan menggunakan prekursor zink nitrat heksahidrat, dopan Aluminium nitrat dan pelarut etilen glikol. Hasil karakterisasi yang didapat yaitu struktur *hexagonal wurtzite*, tanpa perubahan struktur (ZnO undoped). Al^{3+} doped ZnO 7% juga memberikan hasil *hexagonal wurtzite*. Spektrum penyerapan ZnO tanpa doping dan dengan doping 0-7% terlihat pada panjang gelombang 250-800 nm. Nilai *band gap* Al^{3+} doped ZnO yaitu 3,16-3,20 eV.

Cao, et al., (2012), melakukan penelitian tentang Al doped ZnO menggunakan metoda pembakaran *microwave*. Prekursor yang digunakan adalah zink nitrat heksahidrat, dopan aluminium nitrat dan urea sebagai aditif. Hasil yang

didapatkan posisi puncak difraksi utama tampaknya bergeser keposisi 2θ yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa ion Al^{3+} telah tersubstitusi dalam kisi kristal ZnO. Hasil FTIR memiliki diagram puncak tajam terletak puncak luas antara 450-490 nm dan berpusat di 470 nm.

Znaidi, et al., (2015) melakukan penelitian dengan metoda sol-gel yang disintesis dengan menggunakan zink asetat dihidrat sebagai prekursor, etanol sebagai pelarut dan MEA sebagai zat aditif. Ukuran morfologi yang dihasilkan adalah 6,9, 9,2 dan 12,9 nm dengan konsentrasi prekursor 0,25 mol/L, 0,50 mol/L, 0,75 mol/L.

Yiamsawas, et al., (2012) juga telah melakukan suatu penelitian preparasi nanostruktur ZnO dengan menggunakan metoda solvothermal dari prekursor zink asetat dihidrat dan variasi pelarut yaitu etilen glikol dan etanol absolute, ditambahkan zat aditif PVP. Struktur kristal yang dihasilkan dari ketiga pelarut adalah hexagonal wurzite. Dari hasil didapatkan perbedaan ketajaman puncak ZnO. Morfologi ZnO yang dihasilkan dengan menggunakan pelarut etilen glikol dan PVP menunjukkan bentuk kristal ZnO seperti bola dengan ukuran kristalnya 68,1 nm. Morfologi ZnO yang dihasilkan dengan pelarut etanol dan PVP berbentuk batang (*rod*) dan ukuran kristal 54,3 nm, sedangkan morfologi ZnO yang dihasilkan dengan pelarut etilen glikol dan etanol dengan perbandingan (50:50) tanpa PVP menunjukkan bentuk kristal semibola dengan ukuran kristal 108,4 nm.

Khan, et al., (2013) melakukan penelitian mengenai sintesis nanopartikel ZnO doping Al menggunakan metode sol-gel dengan prekursor zink asetat

dihidrat dan aluminium nitrat sebagai dopan, pelarut yang digunakan aquades. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa serbuk nano memiliki struktur *hexagonal wurtzite* dengan kiralinitas yang berkembang dengan baik. Ukuran kristal ZnO tanpa doping adalah 32 nm yang meningkat dari 27,2 nm pada 0,5% doping Al.

Giovannelli, et al., (2014) melakukan penelitian mengenai sintesis nanopartikel ZnO doping Al dengan metoda kopresipitasi. Penelitian ini disintesis dengan zink nitrat sebagai prekursor, aluminium klorida sebagai sumber dopan dan n-butanol sebagai pelarut. Pola XRD menunjukkan dua puncak kecil pada 13,3 dan 16,3 °2 θ , namun puncak intensitas maksimum di XRD adalah ZnO. Pada sampel ini menunjukkan bahwa hanya terdiri dari nanopartikel isotropik dalam ukuran nanometer.

Shrisha, et al., (2016) melakukan penelitian Al doped ZnO menggunakan metoda sol-gel. Prekursor yang digunakan zink asetat dihidrat dan sumber dopan aluminium klorida heksahidrat. Pola XRD yang diamati pada 2 θ = 38,34°, 44,25°, dan 64,40° pada 2,5%, 4% dan 5% Al doped sampel. *Band gap* meningkat dari 3.121eV ke 3,395 eV dengan peningkatan konsentrasi Al 0-5%.

Wang, et al., (2013) melakukan penelitian menggunakan metoda kopresipitasi yang di sintesis menggunakan zink nitrat sebagai prekursor, aluminium nitrat sebagai sumber dopan dan amoniak. Hasil pengamatan yang didapat Jari-jari Al³⁺ dan Zn²⁺ adalah 0,51 dan 0,74Å. Pada ZnO tanpa doping, doping 3% dan doping 5% hanya terdapat puncak ZnO, namun ketika ZnO doping Al 11% telah tampak puncak intensitas ZnAl₂O₄. Puncak XRD bergeser ke arah

sudut yang lebih tinggi dengan meningkatnya konsentrasi Al. Ini membuktikan bahwa atom Al telah masuk ke dalam kisi ZnO.

Wahyu, et al., 2012, telah berhasil melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi pH pada sintesis ZnO dengan metoda sol-gel yang disintesis menggunakan zink asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yang dilarutkan dalam metanol. Pada jurnal ini, variasi pH yaitu pH 7, pH 8, pH 9, pH 10, pH 11, dan pH 12. Hasil yang didapat semakin besar pH pada proses sol-gel, maka semakin besar pula aglomerasi sehingga ukuran partikelnya semakin besar. Ukuran partikel ZnO dari hasil karakterisasi PSA diperoleh yaitu pada pH 7 dan pH 12 adalah 1,3 nm dan 73,8 nm. Hasil XRD diperoleh tingkat kemurnian dari ZnO yang dihasilkan pada pH 7, pH 8, pH 10, dan pH 12 masing masing sebanyak 42,9%, 62,2%, 64,7% dan 100%. PH optimum pada penelitian ini yaitu pH 12 dengan ukuran partikel 73,8 nm dengan komposisi ZnO 100%.

Brintha dan Ajitha, et al., 2015, melakukan peneltian Al doped ZnO yang disintesis dari zink asetat dihidrat yang dilarutkan dengan aquades. Ukuran partikel nanopartikel ZnO yang disintesis metoda hidrotermal adalah 13 nm dan yang disintesis melalui metoda sol-gel adalah 18 nm, dan yang disintesis melalui metoda hidrotermal adalah 14 nm. Morfologi SEM yang didapat yaitu bentuk bola dengan menggunakan proses hidrotermal dan berbentuk bunga dengan metoda sol-gel.

Munawaroh, et al., 2016, telah melakukan penelitian mengenai pengaruh suhu kalsinasi pada sintesis ZnO yang disintesis menggunakan zink asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sebagai prekursor, etanol sebagai pelarut, *Polyethylene*

Glycol 1000 (PEG) sebagai zat aditif dan aluminium asetat sebagai dopan. Pada penelitian ini dilakukan variasi pada suhu kalsinasi yaitu 400°C, 500°C, dan 600°C. Hasil yang didapatkan yaitu memiliki struktur kristal *hexagonal wurtzite*. Suhu annealing mempengaruhi kualitas kristal dari Al doped ZnO, dimana peningkatan suhu anil diikuti oleh peningkatan kristalinitas Al doped ZnO.

Vanaja, et al., 2016, telah melakukan penelitian Al doped ZnO yang disintesis dari zink nitrat sebagai prekursor, aluminium nitrat sebagai sumber dopan, dan etanol sebagai pelarut. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu memiliki struktur kristal *hexagonal wurtzite* dan ukuran kristal 36,448 untuk ZnO murni yang meningkat menjadi 62,83. Ukuran kristal sangat dipengaruhi oleh konsentrasi doping aluminium.

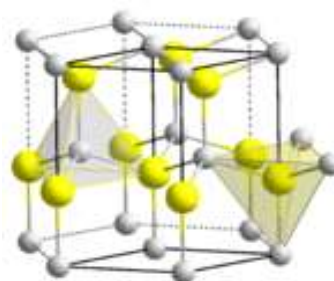
Mahdavi, et al., 2017 telah melakukan sintesis ZnO doped Al menggunakan metoda sol-gel, menggunakan zink asetat dihidrat 0,15M sebagai prekursor, methanol sebagai pelarut dan aluminium nitrat sebagai dopan. Penambahan dopan yang dilakukan bervariasi yaitu 1%, 3%, 5% dan 7%. Pola XRD menunjukkan nanopartikel yang disintesis memiliki struktur *hexagonal wurtzite* dan efek Al atau Al₂O₃ tidak terdapat puncak pada pengamatan, hasil ini diperoleh karena difusi Al³⁺ yang baik pada struktur kristal ZnO dan sejumlah kecil konsentrasi Al yang ditambahkan. Ukuran kristal ZnO dan ZnO/Al 5% adalah 12 nm dan 10 nm.

Bagrheri, 2012 melakukan sebuah penelitian mengenai sintesis nanopartikel menggunakan putih telur (albumin) melalui metode sol-gel. Pada penelitian ini didapatkan bahwa penggunaan putih telur (albumin) memiliki

keuntungan yang utama dalam mensintesis nanopartikel yaitu sebagai suatu *gelling agent* sekaligus pengemulsi yang memiliki peran dalam penstabil nanopartikel jangka panjang dengan mencegah aglomerasi (penumpukan kristal). Putih telur sebagai agen penstabil pada metode sol-gel karena telah membuktikan adanya penurunan ukuran nanopartikel yang dihasilkan yaitu 3,42-12,55 nm dengan penambahan putih telur dan 4,21-21,45 nm tanpa penggunaan putih telur.

2.2 Zink Oksida

Zink oksida adalah senyawa anorganik dengan rumus kimia ZnO. Zink oksida berbentuk seperti serbuk putih dan sulit untuk larut di dalam air. ZnO memiliki bentuk kristal heksagonal, kristal zink oksida menunjukkan efek *piezoelectric* yang akan berubah warna menjadi kuning saat dipanaskan dan akan kembali berwarna putih setelah didinginkan. ZnO terdapat di alam sebagai mineral *zincite* dan merupakan semikonduktor yang memiliki energi celah pita 3,3 eV. Keuntungan ZnO dengan energi celah pita yang besar berkemampuan untuk mendukung medan listrik yang besar, *noise* elektronik lebih rendah, dan operasi daya tinggi serta mempunyai suhu yang tinggi sekitar 1975°C.

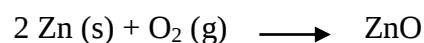


Gambar 2.1. Struktur Kristal ZnO (*hexagonal wurtzite*)

Susunan atom tetrahedral dalam struktur *wurtzite* adalah *noncentrosymmetric* yang menimbulkan momen dipole. Ini adalah karakteristik dari ZnO *wurtzite* yakni menimbulkan beberapa sifat yang unik seperti piezoelektrik (Surono, 2014).

ZnO menghasilkan emisi ultra-violet (UV) yang kuat disebabkan oleh tingginya energi ikat eksiton sebesar 60 MeV, pada temperature ruang, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bahan semikonduktor lain, misalnya galium nitrida (GaN). Nilai energi ikat eksiton yang tinggi dapat memperkuat efisien emisi eksiton pada suhu kamar. Tingginya energi ikat eksiton ini membuat ZnO menjadi material yang potensial untuk digunakan dalam aplikasi laser dengan basis rekombinasi eksiton pada suhu kamar atau bahkan suhu tinggi (Schmidt & Macmanus, 2007).

Zink oksida dalam setiap kristalnya terdapat atom zink dan dikelilingi oleh 4 atom oksigen dalam geometri tetrahedron, dan demikian juga tiap atom oksigen dikelilingi oleh 4 atom zink dalam geometri tetrahedron. Zink oksida dapat diperoleh dari pembakaran logam ionik dalam udara atau dekomposisi termal dari zink karbonat menurut persamaan reaksi:



(Sugiyarto, 2003).

ZnO memiliki karakteristik 2 tipe yaitu tipe-p dan tipe-n. Material doping untuk ZnO tipe-p antara lain kalium, litium, tembaga, fosfor dan arsen sedangkan material doping untuk ZnO tipe-n antara lain boron, aluminium dan fluorin.

ZnO sering disebut semikonduktor golongan II-VI. Hal ini disebabkan unsur Zn dan O masing-masing berada pada periode 2 dan 6 dalam sistem periodik. Semikonduktor ini memiliki beberapa sifat yang menguntungkan; transparansi yang baik, mobilitas elektron yang tinggi, celah pita yang lebar. Karna memiliki celah pita yang lebar maka ZnO transparan terhadap sinar tampak (400-700) (Jayanta, 2008).

Menurut Lubis pada tahun 2008 sifat fisis ZnO meliputi:

a. Sifat mekanik

ZnO adalah material yang relatif lunak yang memiliki kekerasan sekitar 4,5 pada skala *Mohs*. Konstantan elastisnya lebih kecil dari semikonduktor III-V, seperti GaN. Kapasitas panas dan konduktifitas panasnya tinggi, ekspansi termal rendah dan suhu lebur ZnO tinggi yang bermanfaat untuk keramik.

b. Struktur Kristal

Zink oksida mengkristal dalam tiga bentuk yaitu *hexagonal wurtzite*, kubik *zincblende*, dan kubik jarang (*rocksalt*). Struktur wurtzite merupakan struktur ZnO yang paling stabil pada temperature kamar. Bentuk *zincblende* dapat distabilkan dengan menumbuhkan ZnO pada substrat dengan struktur kisi kubik.

2.3 Zink Sulfat Heptahidrat

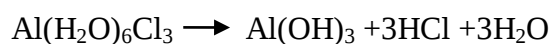
Zink sulfat heptahidrat adalah senyawa kristalin putih dengan rumus $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Massa molekul relatifnya 287,53 g/mol, terdekomposisi pada suhu

100°C. Kegunaan utama zink sulfat heptahidrat adalah untuk bahan sintesis, sebagai koagulan pada industri rayon, digunakan sebagai prekursor dalam pembuatan pigmen litopon (Ningsih SKW, 2015)

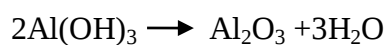
2.4 Aluminium Klorida Heksahidrat

Aluminium klorida (AlCl_3) adalah senyawa kimia utama dari aluminium dan klorin. Senyawa ini berwarna putih, tetapi sampelnya sering terkontaminasi dengan besi triklorida, yang memberikan pewarnaan kuning. Padatannya mempunyai titik leleh dan titik didih rendah. Senyawa ini terutama diproduksi dan dikonsumsi dalam produksi logam aluminium, tetapi sejumlah besar juga digunakan dalam bidang industri kimia. Senyawa ini sering digolongkan sebagai asam Lewis. Ini merupakan contoh senyawa anorganik yang retak pada temperatur rendah, berubah bolak-balik dari polimer menjadi monomer.

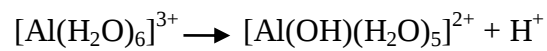
Aluminium klorida bersifat higroskopis, mempunyai afinitas yang kuat terhadap air. Ini menguap di udara lembab dan mendesis ketika dicampur dengan air karena ion Cl^- digantikan dengan molekul H_2O dalam kisi-kisinya untuk membentuk heksahidrat $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (juga berwarna putih kekuningan). Fase anhidrat tidak dapat diperoleh kembali pada pemanasan karena HCl hilang menyisakan aluminium hidroksida dan alumina (aluminium oksida):



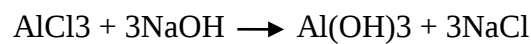
Pada pemanasan kuat ($\sim 400^\circ\text{C}$), aluminium oksida terbentuk dari aluminium hidroksida melalui:



Larutan akuatik AlCl_3 adalah ionik sehingga menghantarkan listrik dengan baik. Larutan semacam ini dijumpai bersifat asam, menandakan hidrolisis parsial ion Al^{3+} . Reaksinya dapat dijelaskan secara sederhana sebagai:



Larutan akuatik berperilaku sama seperti garam aluminium lainnya yang mengandung ion Al^{3+} terhidrasi, membentuk endapan gelatin aluminium hidroksida pada saat direaksikan dengan natrium hidroksida encer:



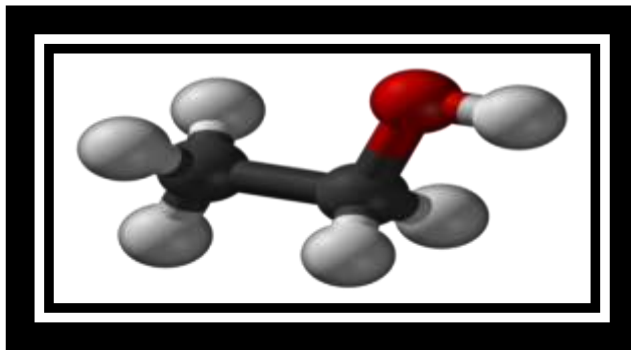
(Wikipedia, 2017)

2.5 Etanol

Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ dan rumus empiris $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Etanol biasa disebut etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja.

Etanol adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern.

Etanol merupakan pelarut yang larut dalam air dan pelarut organik lainnya seperti asam asetat, aseton, benzene, kloroform, dietil eter dan etilen glikol. Etanol memiliki massa molar 46,07 g/mol, densitas 0,789 g/mL, titik lebur $114,3^\circ\text{C}$ dan titik didih $78,4^\circ\text{C}$.



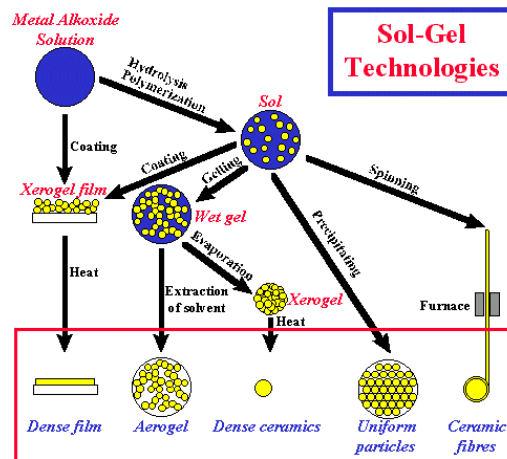
Gambar 2.2. Struktur Senyawa Etanol (Wikipedia, 2017)

2.6 Sol-Gel

Metode *Sol-Gel* dikenal dengan metode sintesis nanopartikel yang cukup sederhana dan mudah. Metode ini merupakan salah satu “*wet method*” karena pada proses ini melibatkan larutan sebagai medianya. Pada metode *sol-gel*, sesuai dengan namanya larutan mengalami perubahan fase menjadi *sol* dan kemudian menjadi *gel*. Metode sintesis yang menggunakan *sol-gel* untuk material berbasis oksida berbeda beda tergantung prekursor dan bentuk produk akhir, baik itu *powder*, *film*, aerogel, atau serat. Struktur dan sifat *gel* sangat bergantung pada beberapa hal, diantaranya, pemilihan bahan baku material, laju hidrolisis dan kondensasi dan modifikasi kimiawi sistem *Sol-Gel* (Brinker & Scherer, 1990).

Metode sol-gel adalah suatu proses yang digunakan untuk pembuatan material anorganik melalui suatu reaksi kimia dalam suatu larutan pada suhu relatif rendah. Metode sol-gel pertama kali digunakan sebagai teknik pembentukan keramik dan kaca dengan kualitas yang tinggi. Sintesis sol-gel secara khusus membawa larutan polar seperti media alkohol dan air, yang mana memudahkan dua reaksi utama pada hidrolisis dan kondensasi (Dharma, 2009).

Prinsip dasar sol-gel adalah pembentukan larutan prekursor dari senyawa yang diinginkan dalam pelarut organik, polimerisasi larutan, untuk pembentukan gel, pengeringan dan pembakaran gel untuk menghilangkan senyawa organik serta membentuk oksida anorganik akhir.



Gambar 2.3. Bagan proses sol-gel

Metoda sol-gel memiliki kelebihan dibandingkan dengan metoda konvensional. Kelebihan metoda sol-gel yaitu kehomogenan yang baik, tingkat kemurnian yang tinggi, suhu yang digunakan relatif rendah, kehilangan bahan akibat penguapan dapat diperkecil, tidak terjadi reaksi dengan senyawa sisa, dapat mengurangi pencemaran udara dan dapat menghasilkan produk berupa film tipis (Ningsih SKW, 2015)

2.7 Zat aditif

Zat aditif merupakan zat yang ditambahkan ke dalam larutan yang bertujuan untuk menghasilkan material yang sangat homogen. Zat aditif ini berfungsi sebagai penstabil (*stabilization agent*) dan juga sebagai pembantu

kelarutan (*dissolution agent*). Aditif ditambahkan bertujuan untuk mengontrol morfologi produk yang dihasilkan. Selain itu, aditif berperan untuk menghasilkan produk dengan kehomogenan yang tinggi, ukuran partikel yang kecil sehingga luas permukaan besar. Dengan meningkatnya luas permukaan material, dapat meningkatkan reaktivitas material tersebut.

Aditif yang biasa digunakan dalam mensintesis suatu nanopartikel ZnO adalah MEA (*Monoethanolamine*), namun MEA memiliki kekurangan yaitu harganya yang mahal sehingga peneliti tertarik mencari alternative lain. Putih telur dapat dijadikan alternatif sebagai zat aditif pengganti MEA dalam mensintesis nanopartikel ZnO karena dapat digunakan sebagai penstabil sol dan mempermudah kelarutan, selain itu putih telur merupakan suatu bahan yang mengandung albumin yang bertindak sebagai *bio-template*.

Putih telur terdiri atas empat lapisan. Lapisan luar terdiri dari cairan kental yang banyak mengandung serat-serat musin. Lapisan tengah merupakan anyaman musin setengah padat. Lapisan ketiga merupakan cairan yang lebih encer, sedangkan lapisan keempat khalazifera berbentuk serat-serat musin yang terjalin seperti anyaman tali dan membatasi antara putih telur dan kuning telur, berfungsi untuk menahan kuning telur agar tetap pada tempatnya. Putih telur bersifat lebih alkalis dengan pH sekitar 7,6. Komponen utama dari putih telur adalah protein, sedangkan lemak terdapat dalam jumlah kecil. Protein putih telur utama terdiri dari ovalbumin, conalbumin, ovomucoid, lizozime, dan globulin. Senyawa antimikroba yang terdapat pada telur adalah lizozime, conalbumin, dan

ovoinhibitor yang berfungsi untuk membantu memperlambat proses kerusakan telur.

Putih telur tersusun atas 86,8% air, 11,3% protein, 0,08% lemak, 1% karbohidrat, dan 0,8% abu. Kadar air yang tinggi pada putih telur akan memudahkan garam larut pada putih telur bila dibandingkan dengan kuning telur. Protein dalam putih telur merupakan suatu polipeptida dengan BM yang sangat bervariasi dari 5.000 – 1.000.000 karena molekul protein yang besar, protein sangat mudah mengalami perubahan fisik dan aktifitas biologisnya. Banyak reagenesia yang menyebabkan perubahan sifat alamiah dari protein seperti panas, asam, basa, pelarut organik, garam, logam berat dan radiasi sinar radioaktif.

Protein akan mengalami presipitasi bila bereaksi dengan ion logam. Pengendapan oleh ion positif (logam) diperlukan pH larutan diatas p_i karena protein bermuatan negatif, pengendapan oleh ion negatif diperlukan pH larutan dibawah p_i karena protein bermuatan positif. Ion-ion positif dapat mengendapkan protein sedangkan ion-ion negative yang dapat mengendapkan protein adalah; ion salisilat, trikloroasetat, piktrat, tanat dan sulfosalisilat (Sirenden, 2012). Dengan fenomena inilah yang dapat dijadikan prinsip dasar bahwa putih telur dapat membentuk ZnO nanostruktur.

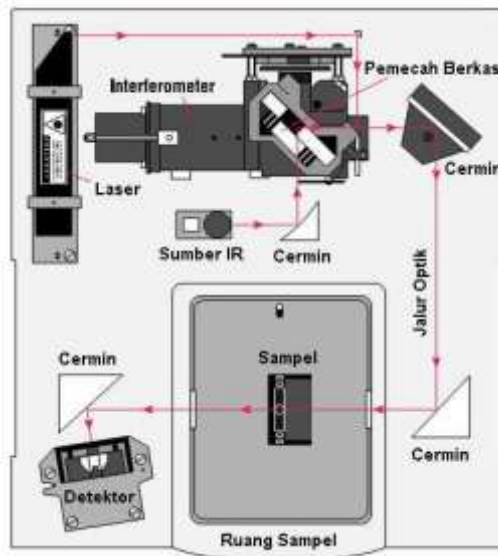
2.8 *Transform-Infra Red Spectroscopy (FTIR)*

Spektroskopi FT-IR (Fourier Transform Infra Red) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FT-IR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal

gabungan. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pentransmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm) (Suseno, et al., 2008).

Spektroskopi inframerah atau fourier transform infrared (FTIR) merupakan salah satu instrument yang menggunakan prinsip spektroskopi, spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak (Anam, et al., 2007).

Spektroskopi inframerah adalah metode analisis yang didasarkan pada absorpsi radiasi inframerah oleh sampel yang akan menghasilkan perubahan keadaan vibrasi dan rotasi dari molekul sampel. Frekuensi yang diabsorpsi tergantung pada frekuensi vibrasi dari molekul (karakteristik). Intensitas absorpsi bergantung pada seberapa efektif energi foton inframerah dipindahkan ke molekul, yang dipengaruhi oleh perubahan momen dipol yang terjadi akibat vibrasi molekul (Åmand and Tullin, 1999). Skema lengkap dari instrumentasi FTIR ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 2.4. Skema instrumentasi FTIR.

2.9 Ultra Violet Diffuse Reflectance Spektra (UV-DRS)

Spektrofotometri UV-Vis *Diffuse Reflectance* merupakan metoda yang digunakan untuk mengetahui besarnya *band gap* hasil sintesis. Metoda ini didasarkan pada pengukuran intensitas UV-Vis yang direfleksikan oleh sampel (Dolat, *et al.*, 2014).

Menurut teori Kubelka-Munk, jika suatu lapisan material dengan ketebalan x diradiasi dengan sejumlah energi foton, maka material tersebut akan menyerap atau menghamburkan foton.

Didapatkan persamaan teori Kubelka-Munk yaitu:

$$F(R) = K/S = (1-R)^2/2R$$

Dimana : $F(R)$ = Faktor Kubelka-Munk

K = Koefisien absorpsi

S = Koefisien *scattering*

R = Nilai reflektan

Nilai $F(R)$ mempunyai hubungan dengan energi foton melalui persamaan berikut :

$$F(R) = A (h\nu - E_g)m^2$$

Dimana A merupakan konstanta proposional

2.10 X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis struktur kristal dilakukan menggunakan instrument difraksi sinar-X (X-Ray Diffraction/XRD). Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi suatu material berdasarkan fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel suatu material dengan menggunakan persamaan Debye-Scherrer.

$$D = \frac{k\lambda}{(\beta \cos \theta)}$$

Dimana: D = diameter rata-rata partikel (nm)

k = konstanta dari instrumen yang digunakan

λ = panjang gelombang sinar-X yang digunakan (nm)

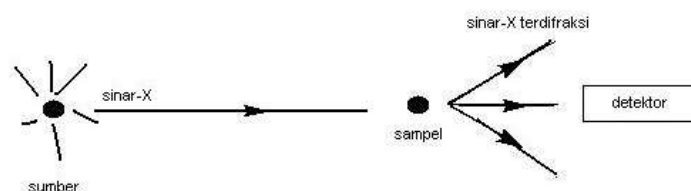
β = pelebaran puncak (radian)

θ = sudut Bragg (radian)

Difraksi sinar-X dapat memberikan informasi tentang struktur polimer, termasuk tentang keadaan amorf dan kristalin polimer. Polimer dapat mengandung daerah kristalin yang secara acak bercampur dengan daerah amorf. Difraktogram sinar-X polimer kristalin menghasilkan puncak-puncak yang tajam, sedangkan polimer amorf cenderung menghasilkan puncak yang melebar. Pola

hamburan sinar-X juga dapat memberikan informasi tentang konfigurasi rantai dalam kristalit, perkiraan ukuran kristalit, dan perbandingan daerah kristalin dengan daerah amorf (derajat kristalinitas) dalam sampel polimer (Rohaeti, 2009).

Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan lapisan permukaan kristal, sebagian sinar-X ditransmisikan, diserap, direfleksikan dan sebagian lagi dihamburkan serta didifraksikan. Pola difraksi yang dihasilkan analog dengan pola difraksi cahaya pada permukaan air yang menghasilkan sekelompok pembiasan. Skema alat XRD ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 2.5. Skema alat XRD.

Beberapa kegunaan dari difraksi sinar-x yaitu

1. Mengetahui struktur Kristal
2. Memberikan informasi tentang komposisi dan keadaan material polikristalin.
3. Menentukan ukuran kristal, derajat kristalinitas dan konstanta kisi. (Mark, 1994).

Prinsip kerja XRD secara umum adalah sebagai berikut: XRD terdiri dari tiga bagian utama, yaitu tabung sinar-X, tempat objek yang diteliti, dan detektor sinar-X. Sinar-X dihasilkan di tabung sinar-X yang berisi katoda memanaskan filamen, sehingga menghasilkan elektron. Perbedaan tegangan menyebabkan percepatan elektron akan menembaki objek. Ketika elektron mempunyai tingkat energi yang tinggi dan menabrak elektron dalam objek sehingga dihasilkan

pancaran sinar-X. Objek dan detektor berputar untuk menangkap dan merekam intensitas refleksi sinar-X. Detektor merekam dan memproses sinyal sinar-X dan mengolahnya dalam bentuk grafik. Kelebihan penggunaan sinar-x dalam karakterisasi material adalah kemampuan penetrasinya, sebab sinar-x memiliki energi sangat tinggi akibat panjang gelombangnya yang pendek. (Ratnasari, et al., 2009).

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Nanopartikel Al^{3+} doped ZnO telah berhasil disintesis menggunakan metoda sol-gel dengan aditif putih telur ayam ras.
2. Peranan penambahan aditif putih telur ayam ras dapat memperkecil partikel dari Al^{3+} doped ZnO yang dibuktikan oleh ukuran kristalit yang dihitung menggunakan persamaan Scherrer yaitu 14,93-64,62; 13,02-53,85; 13,83-63,86; 13,01-64,63; dan 9,90-64,29 nm untuk penambahan putih telur 10 mL, 20 mL, 30 mL, 40 mL, dan 50 mL berturut-turut.
3. Gugus fungsi dari Al^{3+} doped ZnO yang terdeteksi adalah regangan Zn-O pada bilangan gelombang 491-463 cm^{-1} dan regangan Zn-O-Al pada bilangan gelombang 570-560 cm^{-1} .
4. Nilai *band gap* dari Al^{3+} doped ZnO adalah 2,88 eV, 2,74 eV, 2,81 eV, 2,64 eV dan 2,98 eV masing-masing pada sampel Al^{3+} doped ZnO dengan penambahan putih telur 10 mL, 20 mL, 30 mL, 40 mL dan 50 mL.
5. Struktur kristal Al^{3+} doped ZnO yang dihasilkan adalah *hexagonal wurzite*.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian tentang pengaruh putih telur itik terhadap sintesis nanopartikel Al^{3+} doped ZnO.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbad Muneer, Abdul Amir H. Khadhum., Abu Bakar Mohamad., Mohd S. Takriff., dan Kamaruzzaman Sopian. 2013. *Visible Light Photocatalytic Activity of Fe³⁺ doped ZnO Nanoparticle Prepared via Sol-gel Technique*. *Chemosphere. Elsevier*. 91(11) ISSN 0045-6535
- Abed Chayma, Chaker Bouzidi, Habib Elhouichet, Bernard Gelloz, Mokhtar Ferid. 2015. *Mg Doping Induced Hight Structural Quality of Sol Gel ZnO Nanocrystal : Application in photocatalysis*. *Applied surface science* vol.349,hal 855-863.
- Ahmad N, Ahmad mar, Rajesh Kumar dan Manawwer Alam. 2016. *Microwave-assisted synthesis of ZnO doped CeO nanoparticles as potential scaffold for highly sensitive nitroaniline chemical sensor*. *Ceramics International*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.04.01>
- Akdag A, H F Budak, M Yilmaz, A Efe, M Buyukaydin, M Can, G Turgur & E sonmez . 2017. *Structural and Morphological Properties of Al doped ZnO Nanoparticles*. *International Physics Conference at the Anatolian Peak (IPCAP2016) Journal of Physics: Conference Series 707 (2016) 012020*
- Alkahlout A., N.Al Dahoudi, I. Grobelsek, & M. Jilavi. 2014. *Synthesis and characterization of Aluminum doped zinc oxide nanostructures via hydrothermal route*. *Journal of Materials Volume 2014, Article ID 235638*.
- Alnaser, Qusay A.H, Jian Zhou, Han Wang, Guizhen Liu & Lin Wang. 2015. *Synthesis and optical properties of MgO-doped ZnO microtubes using microwave heating*. *Ministry of Education, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, PR China*
- Amand, L. A dan C.J Tuliin. 1998. *The Theory Behind FTIR Analisis, Application Example From Measurement At The 12 MW circulating Fluidized Bed Boiler At Chalmers. Department Of Energy Conversion Chalmers University Of Technology*. Gitenborg. Sweden. Pp 1-15
- Anam, Choirul. Sirojudin dkk. April 2007. *Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR*. *Berkala Fisika*. Vol 10 no.1. 79–85.
- Brinker, C.J., dan G.W. Scherer. 1990. *Sol-Gel science: The Pysics and Chemisrty of Sol-Gel Processing*. Academic Press. USA. Pp 2-216
- Brintha S.R & Ajitha M. 2015. *Synthesis and characterization of ZnO nanoparticles via aqueous solution, sol-gel and hydrothermal methods*. *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*. e-ISSN: 2278-5736. Volume 8, Issue 11 Ver. 1 (Nov. 2015), PP 66-72