

# Pengaruh Heat Treatment Pada Sifat Kristal, Listrik Dan Optik Nanokomposit ZnO/Pva

1<sup>st</sup> Wan Rizti Fadila  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
wanriztifdl@student.telkomuni-  
versity.ac.id

2<sup>nd</sup> Abrar  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
abrarselah@telkomuniversity.a  
c.id

3<sup>rd</sup> Muhammad Nasir  
LIPI,  
Bandung, Indonesia  
mnasir71@yahoo.com

## Abstrak

Perkembangan nanokomposit sudah banyak dijumpai di berbagai bidang seperti biomedis, sensor dan komputasi. Dengan ukuran yang kecil, nanokomposit memiliki sifat yang berbeda untuk menyesuaikan bahan. Nanokomposit ZnO/PVA telah berhasil disintesis dengan metode in situ dimana ZnO sintesis dan ZnO nanopartikel sebagai *filler* dan PVA sebagai matriks, serta diberi *treatment* suhu saat (suhu ruang dan suhu 80°C) dan setelah proses sintesis (70°C, 90°C, 120°C). Karakterisasi I-V, UV-Vis, XRD, dan SEM telah dilakukan untuk mengetahui sifat listrik, kristal dan optik pada nanokomposit ZnO/PVA. Karakterisasi sifat listrik menggunakan pengukuran I-V menunjukkan bahwa ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA memiliki nilai arus yang tinggi yaitu 1.55 nA sedangkan untuk ZnO<sub>nano</sub>/PVA memiliki nilai arus lebih kecil yaitu 1.49 nA saat diberi *treatment* suhu 120°C. Selain itu juga semakin tinggi *treatment* suhu yang diberikan, resistansi ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA dan ZnO<sub>nano</sub>/PVA mengalami kenaikan. Karakterisasi UV-Vis menunjukkan bahwa ZnO<sub>nano</sub>/PVA mengalami *red shifted* saat suhu meningkat sedangkan ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA dan ZnO<sub>nano</sub>/PVA saat diberi *treatment* suhu 120°C mengalami *blue shifted*. Karakterisasi XRD pada ZnO<sub>nano</sub>/PVA menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang diberikan, maka kristalinitasnya menurun dari 45.77-34.81%. Karakterisasi SEM bahwa ZnO<sub>nano</sub>/PVA dengan suhu ruang

mengalami aglomerasi dan membentuk partikel yang lebih besar.

**Kata Kunci :** Nanokomposit ZnO/PVA, *treatment* suhu, I-V, XRD, SEM, UV-Vis.

## Abstract

*The development of nanocomposites has been found in various fields such as biomedicine, sensors and computing. With their small size, nanocomposites have different properties to suit the material. ZnO/PVA nanocomposites have been successfully synthesized using the in situ method in which ZnO synthesized and ZnO nanoparticles as filler and PVA as a matrix, were treated at temperature (room temperature and 80°C) and after the synthesis process (70°C, 90°C, 120°C). I-V, UV-Vis, XRD, and SEM characterizations have been carried out to determine the electrical, crystalline and optical properties of ZnO/PVA nanocomposites. Characterization of electrical properties using I-V measurements showed that ZnO<sub>synthesized</sub>/PVA had a high current value of 1.55 nA while ZnO<sub>nano</sub>/PVA had a smaller current value of 1.49 nA when treated at 120°C. In addition, the higher the treatment temperature, the resistance of ZnO<sub>synthesized</sub>/PVA and ZnO<sub>nano</sub>/PVA increased. UV-Vis characterization showed that ZnO<sub>nano</sub>/PVA experienced a red shifted when the temperature increased, while ZnO<sub>synthesized</sub>/PVA and ZnO<sub>nano</sub>/PVA when treated at 120°C experienced a blue shifted temperature. XRD characterization of ZnO<sub>nano</sub>/PVA showed that the higher the given temperature, the lower the crystallinity from 45.77-*

**34.81%. SEM characterization showed that ZnO<sub>nano</sub>/PVA at room temperature agglomerated and formed larger particles.**

**Keywords: ZnO/PVA nanocomposites, heat treatment, I-V, XRD, SEM, UV-Vi**

## I. PENDAHULUAN

Nanokomposit merupakan komposit anorganik (polimer) atau organik yang berukuran nanometer dan berperan sebagai *filler* dan matriks [1, 2]. Perkembangan nanokomposit saat ini sudah banyak dijumpai di bidang biomedis, sensor dan komputasi. Karena memiliki ukuran yang kecil, nanokomposit memiliki sifat berbeda untuk menyesuaikan bahan [3].

Polimer yang digunakan pada penelitian ini adalah *Polyvinyl Alcohol* (PVA). PVA merupakan sebuah polimer yang terbuat dari *polyvinyl esters* ataupun *polyvinyl ethers* dengan melalui prosedur melalui reaksi transesterifikasi menggunakan metil atau etil alkohol seperti *polyvinyl acetate*. Diketahui *polyvinyl acetate* berbentuk kristal dan memiliki ukuran gugus hidroksil yang relatif kecil dan berdekatan sehingga *polyvinyl alcohol* ini mudah larut dalam air [4]. Selain itu, PVA juga memiliki kemampuan untuk membentuk film dengan kualitas optik tinggi, dilihat dari sifat luminesensinya, yang dapat digunakan untuk perangkat optik nonlinier dan sensor optik. Sedangkan *filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Zinc Oxide* (ZnO). ZnO saat ini muncul sebagai bahan yang menjanjikan untuk perangkat semikonduktor, piezoelektrik dan optoelektronik, karena sifat optik dan listriknya. Selain itu juga ZnO memiliki *band gap* yang lebar (3,3 eV) dan energi pengikat eksitasi yang besar (60 meV) [5]. Kombinasi dari nanopartikel ZnO dan PVA menghasilkan sifat listrik, mekanik dan optik yang lebih baik [6].

Penelitian mengenai nanokomposit ZnO/PVA ini sudah banyak dilakukan salah satunya untuk pengaplikasian sensor optik. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Kandulna, et al (2017) dimana nanokomposit ZnO/PVA yang disintesis dengan metoda *in situ* dengan berbagai konsentrasi digunakan sebagai transfer elektron pada OLED [7]. Pada penelitian tersebut, menggunakan nanokomposit ZnO/PVA di fabrikasi menjadi bahan *hybrid* yang baru dengan *band gap* rendah, *dielectric permittivity* tinggi, *breakdown voltages* tinggi dan *energy storage density* untuk aplikasi pada OLED dan kapasitor sebagai perangkat penyimpanan energi listriknya. Selain itu,

nanokomposit ZnO/PVA juga dikarakterisasi sifat-sifat fisika seperti sifat kristal dengan *X-Ray Diffraction* (XRD), morfologi permukaan dengan analisis FTIR dan FESEM serta sifat optik dengan *UV-Visible Spectroscopy*. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa konsentrasi dapat mempengaruhi sifat-sifat fisika nanokomposit ZnO/PVA. Maka, perlu dipelajari hal-hal yang dapat mempengaruhi sifat-sifat yang ada nanokomposit ZnO/PVA seperti pemberian *treatment* suhu. Pemberian *treatment* suhu ini bertujuan untuk degradasi termo-mekanis dan termo-oksidatif bahan serta meningkatkan kelarutan pada PVA selama sintesis maupun setelah proses sintesis nanokomposit ZnO/PVA [4, 8]. Selain itu juga pemberian *treatment* suhu ini bertujuan untuk mengontrol ukuran partikel nanokomposit ZnO/PVA [9]. Pada penelitian ini akan meneliti pengaruh *treatment* suhu pada nanokomposit ZnO/PVA yang menggunakan 2 jenis ZnO (ZnO hasil sintesis dan ZnO nanopartikel) dengan metoda *in situ* yang kemudian dikarakterisasi sifat kristal, sifat listrik maupun sifat optik.

## II. KAJIAN TEORI

*Polyvinyl Alcohol* (PVA) (87-90% *hydrolyzed*), *Zinc Oxide* (ZnO) (<100 nm *particle size*), bahan untuk sintesis ZnO (*Zinc acetate*, NaOH, metanol), dan aquades sebagai pelarut.

### a. Sintesis ZnO

Proses sintesis ZnO menggunakan metoda kimia yang sederhana. Mengaduk 0.1M *zinc acetate* ke dalam 100 ml metanol di suhu ruang dengan *magnetic stirrer* sampai larut kemudian menambahkan 0.2M NaOH dengan pipet. Proses pengadukan dilakukan selama  $\pm 2$  jam, lalu di filtrasi menggunakan kertas filter. Kemudian dikeringkan dengan oven di suhu 50°C selama 5-6 jam [10].

### b. Sintesis Lapisan Tipis Nanokomposit ZnO/PVA

Sintesis nanokomposit ZnO/PVA menggunakan metode *in situ*. Pada penelitian ini, ZnO yang digunakan ada 2 yaitu ZnO hasil sintesis dan ZnO nanopartikel. Pertama, membuat larutan dengan campuran 0,1 gr ZnO yang sudah di sintesis maupun ZnO nanopartikel dan 10 ml air suling kemudian disonikasi dengan suhu ruang selama 30 menit. Setelah itu, campurkan larutan ZnO tersebut dengan 10% w/v nanokomposit PVA dan di aduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam dengan suhu ruang dan suhu 80°C. Lalu, larutan ZnO/PVA

disonikasi dengan suhu ruang selama 30 menit. Setelah di sonikasi, larutan tersebut dicetak di atas substrat kaca dan diratakan. Untuk terbentuknya *thin film*, dilakukan pengeringan di suhu ruang dengan ruang tertutup selama 24-48 jam untuk larutan ZnO/PVA suhu ruang dan suhu tertentu (70°C, 90°C, dan 120°C) dengan *hot plate stirrer* selama 10 menit untuk larutan ZnO/PVA suhu 80°C. Pemberian *heat treatment* dengan suhu tersebut berdasarkan wilayah degradasi termal PVA pada suhu 70°C-120°C dimana terjadinya penguapan ikatan H<sub>2</sub>O [11].

### c. Karakterisasi

Pengukuran I-V nanokomposit ZnO<sub>nano</sub>/PVA dan ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA dilakukan 5 kali pengukuran dengan rentang tegangan -5 volt sampai 5 volt menggunakan Keithley 2400. Karakterisasi sifat optik menggunakan UV-Vis dengan rentang panjang gelombang 200-800 nm yang dilakukan di Pusat Pelayanan Basic Science Universitas Padjajaran dengan alat Spektrofotometer Shimadzu UV-1800 UV-Vis. Untuk karakterisasi struktural ZnO<sub>nano</sub>/PVA menggunakan metoda SEM/EDX dengan alat JEOL JSM IT300/OXFORD XMAX 20 dengan energi sinar 20kV perbesaran 10.000x dan XRD menggunakan alat XRD Bruker D8 Advance 3kW dengan detektor LynxEye XE-T dan difraktometer sinar-X (Cu K $\alpha$   $\lambda$  = 0.154 nm) untuk rentang intensitas 10<sup>0</sup>-80<sup>0</sup>.

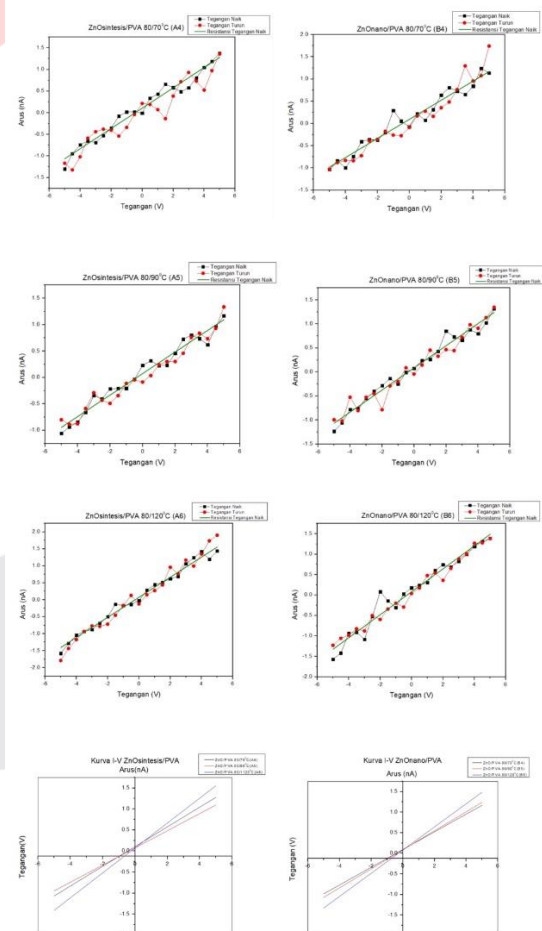
## III. METODE

### a. Analisis Sifat Listrik *Thin Film* Nanokomposit ZnO/PVA

Pada karakteristik sifat listrik *thin film* nanokomposit ZnO/PVA menggunakan sampel ZnO<sub>nano</sub>/PVA dan ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA untuk mengetahui material ZnO yang sesuai untuk aplikasi sensor optik berdasarkan ukuran partikel. Kurva I-V dapat dibagi dua wilayah, yaitu wilayah *ohmic* (resistansi tinggi) dan *non-ohmic* (resistansi rendah). Ukuran partikel berkaitan dengan sifat listrik, dimana semakin kecil ukuran partikel dan semakin tinggi *treatment* suhu yang diberikan, maka secara efektif meningkatkan sifat listrik [12].

Sampel ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA (A4, A5, A6) dan ZnO<sub>nano</sub>/PVA (B4, B5, B6) terlihat kurva *ohmic* dimana masing-masing sampel memiliki arus berskala nano dan arus meningkat secara linier dengan peningkatan tegangan yang diberikan yang diakibatkan oleh mobilitas elektron yang didasarkan pada proses rekombinasi *electron-hole* (pembawa

muatan *hole* meningkat) dengan adanya ZnO pada matriks PVA sehingga mekanisme konduksi nanokomposit polimer sedikit berbeda dengan semikonduktor intrinsik [7]. *Thin film* ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA dan ZnO<sub>nano</sub>/PVA memiliki arus tertinggi sebesar 1.55 nA dengan tegangan 5.01 V yang diperoleh resistansi sebesar 3.23 G $\Omega$  dan 1.49 nA dengan tegangan 5.03 V yang diperoleh resistansi sebesar 3.37 G $\Omega$  dimana *thin film* diberi *treatment* suhu 120°C yang ditunjukkan pada Gambar 1(d). Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa ukuran partikel ZnO<sub>sintesis</sub> lebih besar daripada ZnO nanopartikel. Untuk analisis sifat listrik akibat pemberian *treatment* suhu pada sampel ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA terjadi penurunan resistansi saat diberi suhu 90°C (A5) sedangkan sampel ZnO<sub>nano</sub>/PVA semakin tinggi suhu yang diberikan, maka resistansi semakin tinggi.



**Gambar 1** Perbandingan ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA dan ZnO<sub>nano</sub>/PVA dengan pemberian *treatment* suhu yang bervariasi: suhu 70°C (a); suhu 90°C (b); suhu 120°C (c); (d) Kurva I-V *ohmic* ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA dan ZnO<sub>nano</sub>/PVA

(a)

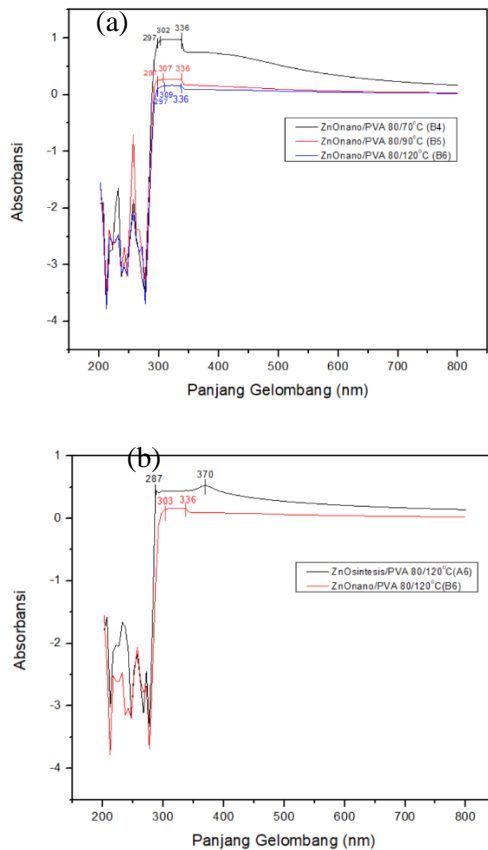
(b)

(c)

(d)

b. Analisis UV-Vis Spectroscopy Thin Film Nanokomposit ZnO/PVA

Pada karakteristik sifat optik *thin film* nanokomposit ZnO/PVA menggunakan sampel ZnO<sub>nano</sub>/PVA 70<sup>o</sup>C (B4), 90<sup>o</sup>C (B5), 120<sup>o</sup>C (B6) dan ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA 120<sup>o</sup>C (A6) yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 (a) Hasil UV-Vis sampel B4, B5, dan B6; (b) Perbandingan UV-Vis sampel A6 dan B6

Berkaitan dengan penurunan ukuran partikel akibat suhu yang bervariasi dan efek *quantum confinement* semikonduktor, maka tepi absorpsi akan bergeser ke energi yang lebih tinggi [9, 13]. Oleh karena itu dapat diperoleh energi *band gap* dengan persamaan (1) dengan  $E_g$  adalah energi *band gap* (eV),  $h$  adalah konstanta Planck ( $4.13 \times 10^{-15}$  eVs),  $c$  adalah kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s) dan  $\lambda_c$  adalah panjang gelombang *cut-off* (m).. Pada ZnO<sub>nano</sub>/PVA (B4, B5 dan B6) energi *band gap* menurun dari 4.10-4.01 eV dengan panjang gelombang meningkat dari 302-309 nm. Untuk ZnO<sub>sintesis</sub> (A6) dapat diketahui dari besaran energi *band gap* lebih kecil yaitu 3.35 eV dengan panjang gelombang 370 nm, dibanding ZnO<sub>nano</sub> (B6). Dari hasil pergeseran pada tepi absorpsi disebabkan oleh efek *quantum confinement*. Oleh karena itu, ukuran partikel rata-

rata dapat ditentukan dari titik belok dalam spektrum absorpsi dengan panjang gelombang menggunakan penurunan persamaan model massa efektif seperti persamaan (2) dimana ukuran partikel ( $r$ , radius) sebagai fungsi dari panjang gelombang *peak* absorpsi ( $p$ ) untuk nanopartikel ZnO monodispersi [13].

$$E_g = \frac{h \cdot c}{\lambda_c} \dots(1)$$

$$r(\text{nm}) = \frac{-0.3049 + \sqrt{(-26.23012 + \frac{10240.72}{\lambda_p(\text{nm})})}}{-6.3829 + \frac{2483.2}{\lambda_p(\text{nm})}} \dots(2)$$

Tabel 1 Energi *band gap* dan ukuran partikel sampel *thin film* ZnO<sub>nano</sub>/PVA (B4, B5, B6) dan ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA (A6)

| Sampel   | $\lambda_c$ (nm) | Energi <i>band gap</i> (eV) | Ukuran partikel 2r (nm) |
|--|------------------|-----------------------------|-------------------------|
| ZnO <sub>sintesis</sub> /PVA 120 <sup>o</sup> C (A6) | 370              | 3.35                        | 5.47                    |
| ZnO <sub>nano</sub> /PVA 70 <sup>o</sup> C (B4)      | 302              | 4.10                        | 2.68                    |
| ZnO <sub>nano</sub> /PVA 90 <sup>o</sup> C (B5)      | 307              | 4.04                        | 2.77                    |
| ZnO <sub>nano</sub> /PVA 120 <sup>o</sup> C (B6)     | 309              | 4.01                        | 2.81                    |

Pada tabel 1, dapat dilihat bahwa *treatment* suhu yang diberikan semakin tinggi, maka ukuran partikel semakin besar sehingga puncak panjang gelombang absorpsi pada *thin film* ZnO<sub>nano</sub>/PVA (B4, B5, dan B6) mengalami *red shifted* karena penurunan *quantum confinement* dengan meningkatnya ukuran partikel dan deformasi struktur pita dan pembentukan cacat pada matriks PVA [14]. Sedangkan untuk ZnO<sub>sintesis</sub> (A6) memiliki ukuran yang paling besar yaitu 5.47 nm dibandingkan dengan ZnO<sub>nano</sub> (B6) sehingga mengalami *blue shifted*.

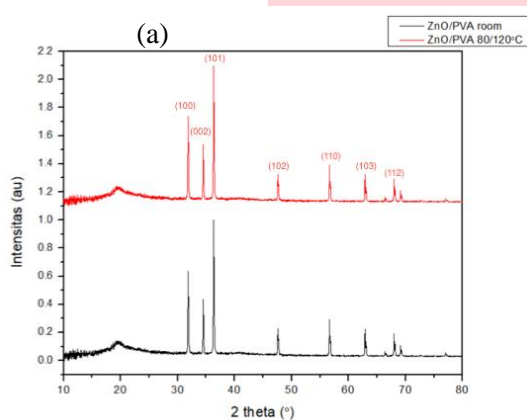
c. Analisis XRD Thin Film Nanokomposit ZnO/PVA

Pada analisis XRD digunakan sampel ZnO<sub>nano</sub>/PVA suhu ruang (B) dan sampel ZnO<sub>nano</sub>/PVA 120<sup>o</sup>C (B6). Hasil XRD sampel tersebut bertujuan untuk mengetahui ukuran kristal dan kristalinitas serta dibandingkan dengan pola standar difraksi standar JCPDS No. 36-1451 yang sesuai dengan struktur ZnO dan PVA murni seperti pada Gambar 3 (b) dan (c). Pada hasil XRD sampel B dan B6 masing-masing memiliki 7 *peak* yang sesuai dengan bidang *hkl* dan *peak* JCPDS No. 36-1451. Untuk mengukur

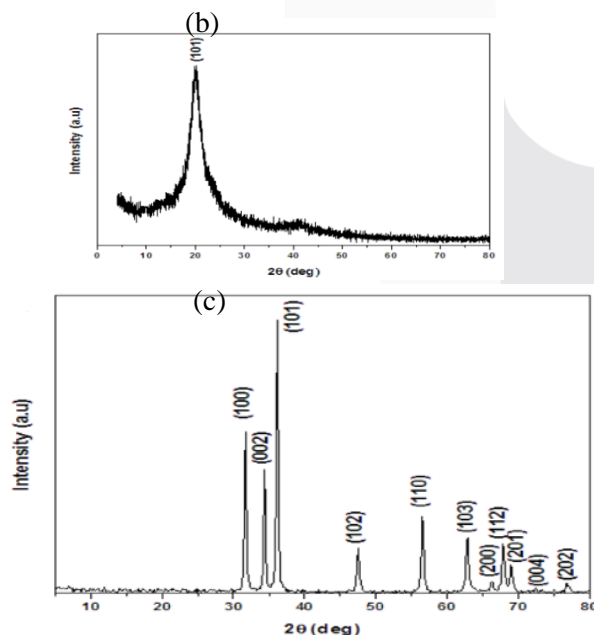
ukuran kristal ZnOnano/PVA dapat menggunakan persamaan Scherrer sebagai berikut:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos\theta} \quad \dots(3)$$

Dengan D adalah ukuran kristal rata-rata (nm), K adalah faktor konstanta (0.9),  $\lambda$  adalah Panjang gelombang sinar X (0.154 nm),  $\beta$  adalah Full Width at Half Maximum (FWHM) dan  $\theta$  = sudut hamburan ( $^{\circ}$ ) sehingga dapat mengetahui ukuran kristal. Dari hasil ukuran kristal pada sampel *thin film* ZnO/PVA suhu ruang (B) rata-rata ukuran kristal  $\approx$  66.978 nm sedangkan ZnO/PVA suhu 120 $^{\circ}$ C (B6) rata-rata ukuran kristal  $\approx$  37.897 nm dimana ukuran kristal B hampir 2 kalinya sampel B6.



lanjutan



**Gambar 3** (a) Hasil Pengukuran XRD Sampel B dan B6; (b) PVA murni; (c) ZnO nanocrystal JCPDS No. 36-1451 [15].

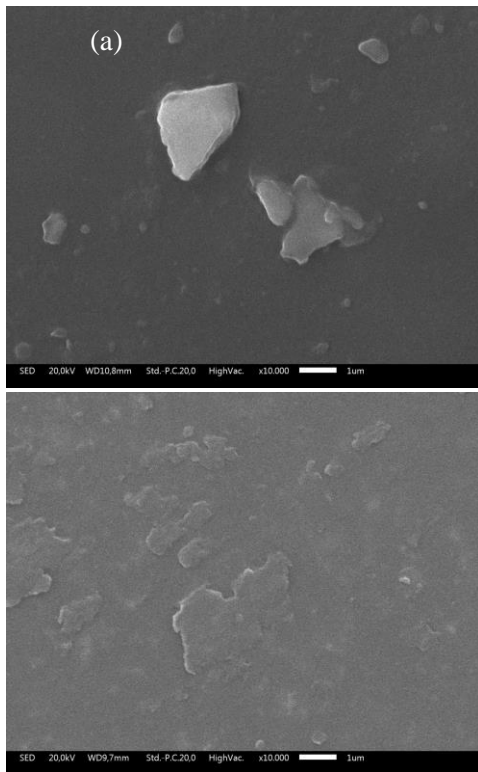
Untuk kristalinitas dari PVA dapat dihitung dengan membandingkan area puncak kristal dari hasil origin menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kristalinitas (\%)} = \frac{\text{Total area terintegrasi puncak kristal}}{\text{Total area terintegrasi dari semua puncak}} \times 100\% \quad (4)$$

Menurut Kandulna et al (2017), terdapat korelasi FWHM dan indeks kristalinitas dengan nanokomposit ZnO/PVA dengan penggabungan ZnO dalam matriks polimer PVA [7]. Kristalinitas sampel B sebesar 45.77% sedangkan sampel B6 (0.23387) memiliki kristalinitas sebesar 34.81%, dimana semakin tinggi *treatment* suhu yang diberikan, maka kristalinitas ZnOnano/PVA menurun. Hal ini disebabkan oleh degradasi termal PVA yang mengalami penurunan massa dimana saat diberi *heat treatment* 70 $^{\circ}$ C-120 $^{\circ}$ C mengalami penguapan ikatan H<sub>2</sub>O yang lemah secara fisik dan kuat secara kimia [11]. Selain itu juga, dari hasil kristalinitas pada ZnOnano/PVA menunjukkan bahwa ZnO nanopartikel memiliki struktur semi kristalin dan distribusi ZnO nanopartikel pada permukaan PVA.

d. Analisis SEM dan EDX *Thin Film* Nanokomposit ZnO/PVA

Hasil SEM thin film ZnOnano/PVA B dan B6 ditunjukkan pada Gambar 4. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa partikel saat diberi suhu ruang (B) lebih besar daripada partikel saat diberi suhu 120 $^{\circ}$ C (B6). Untuk pengukuran partikel dari hasil SEM menggunakan software imageJ yang ditunjukkan pada tabel 2. Hal tersebut diakibatkan oleh energi permukaan pada sampel B sehingga partikel cenderung aglomerasi dan membentuk partikel yang lebih besar. [6]



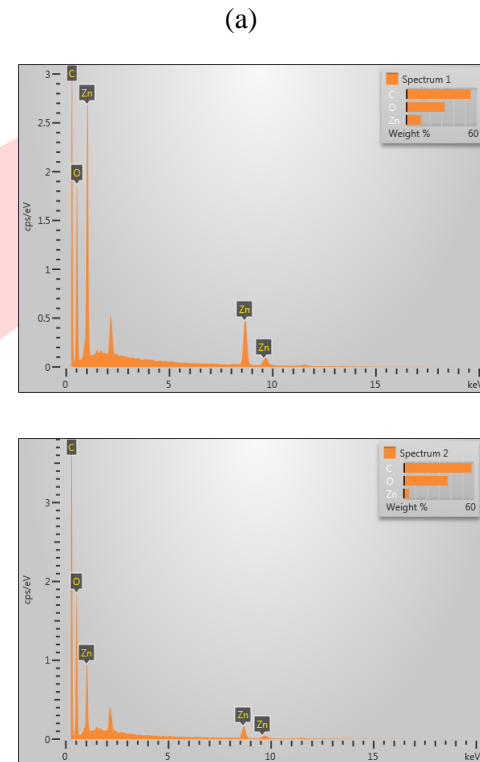
**Gambar 4** Hasil SEM *thin film* ZnO<sub>nano</sub>/PVA suhu ruang (a) dan suhu 120°C (b)

**Tabel 2** Hasil pengukuran partikel ZnO<sub>nano</sub>/PVA suhu ruang (B) dan 120°C (B6) menggunakan *software imageJ*

| No.       | ZnO/PVA suhu ruang (B) |                      | ZnO/PVA 120°C (B6) |                      |
|-----------|------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
|           | Luas                   | Ukuran Partikel (µm) | Luas               | Ukuran Partikel (µm) |
| 1.        | 0.005                  | 0.474                | 0.018              | 1.821                |
| 2.        | 0.004                  | 0.380                | 0.006              | 0.579                |
| 3.        | 0.003                  | 0.328                | 0.005              | 0.493                |
| 4.        | 0.020                  | 1.966                | 0.006              | 0.606                |
| 5.        | 0.009                  | 0.898                | 0.007              | 0.643                |
| 6.        | 0.013                  | 1.297                | 0.006              | 0.580                |
| 7.        | 0.002                  | 0.220                | 0.003              | 0.267                |
| 8.        | 0.006                  | 0.546                | 0.005              | 0.455                |
| 9.        | 0.002                  | 0.177                | 0.002              | 0.179                |
| 10.       | 0.001                  | 0.100                | 0.004              | 0.405                |
| Rata-Rata | 0.007                  | 0.639                | 0.006              | 0.603                |

Dari hasil pengukuran menggunakan *software imageJ* terlihat bahwa rata-rata ukuran partikel nanokomposit ZnO<sub>nano</sub>/PVA di suhu ruang lebih besar yaitu 639 nm dibandingkan dengan ZnO/PVA saat diberi *treatment* suhu 120°C yaitu 603 nm. Untuk kristalinitas dapat dihitung dengan

menggunakan ukuran partikel yang terbesar yaitu 1966 nm (B) dan 1821 nm (B6) sehingga dapat menghasilkan kristalinitas sebesar 30.77% untuk suhu ruang dan 29.03% untuk suhu 120°C. Hasil pengukuran EDX sampel ZnO<sub>nano</sub>/PVA B dan B6 ditunjukkan pada Gambar 5 dimana terdapat komposisi atom Karbon (C), Oksigen (O) dan Seng (Zn) yang merupakan elemen dari nanokomposit ZnO<sub>nano</sub>/PVA serta persentasi dari masing-masing komposisi ditunjukkan pada tabel 3 dan 4.



**Gambar 5** Hasil EDX sampel B (a) dan sampel B6 (b)

**Tabel 3** Hasil Pengukuran EDX ZnO<sub>nano</sub>/PVA suhu ruang (B)

| Element | Line Type | Apparent Concentration | k Ratio | Wt%    | Wt% Sigma | Atomic % | Standard Label |
|---------|-----------|------------------------|---------|--------|-----------|----------|----------------|
| C       | K series  | 25.42                  | 0.25416 | 54.64  | 0.53      | 67.05    | C Vit          |
| O       | K series  | 25.42                  | 0.08552 | 32.66  | 0.49      | 30.09    | SiO2           |
| Zn      | K series  | 20.04                  | 0.20039 | 12.70  | 0.33      | 2.86     | Zn             |
| Total:  |           |                        |         | 100.00 |           | 100.00   |                |

**Tabel 4** Hasil Pengukuran EDX ZnO<sub>nano</sub>/PVA 120°C (B6)

| Element | Line Type | Apparent Concentration | k Ratio | Wt%    | Wt% Sigma | Atomic % | Standard Label |
|---------|-----------|------------------------|---------|--------|-----------|----------|----------------|
| C       | K series  | 25.42                  | 0.25416 | 54.64  | 0.53      | 67.05    | C Vit          |
| O       | K series  | 25.42                  | 0.08552 | 32.66  | 0.49      | 30.09    | SiO2           |
| Zn      | K series  | 20.04                  | 0.20039 | 12.70  | 0.33      | 2.86     | Zn             |
| Total:  |           |                        |         | 100.00 |           | 100.00   |                |

Dari hasil pengukuran EDX ZnO<sub>nano</sub>/PVA dimana persentasi atom Seng (Zn) berkurang dari 2.86% (tabel 3) hingga 0.98% (tabel 4) dan atom Karbon (C) pada ZnO<sub>nano</sub>/PVA berkurang dari 67.05% hingga 66.05% akibat *treatment* suhu yang diberikan.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut kesimpulan yang diperoleh yaitu:

1. Dari analisis sifat listrik dan optik dapat diketahui bahwa *thin film* ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA memiliki ukuran partikel yang lebih besar daripada ZnO<sub>nano</sub>/PVA dimana dari segi sifat listrik ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA memiliki arus tertinggi sebesar 1.55 nA dengan tegangan 5.01 V yang diperoleh resistansi sebesar 3.23 GΩ dan ZnO<sub>nano</sub>/PVA memiliki arus 1.49 nA dengan tegangan 5.03 V yang diperoleh resistansi sebesar 3.37 GΩ saat diberi suhu 120°C. Selain itu juga untuk ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA (A4, A5, A6) terjadi penurunan resistansi saat diberi suhu 90°C sedangkan ZnO<sub>nano</sub>/PVA (B4, B5, B6) resistansi semakin naik seiring pemberian *treatment* suhu yang semakin tinggi. Untuk sifat optik *thin film* ZnO<sub>nano</sub>/PVA saat diberi *treatment* suhu yang semakin tinggi maka energi *band gap* semakin turun dari 4.10-4.01 eV dan ukuran partikel meningkat dari 2.68-2.81 nm sehingga mengalami *red shifted*. Sedangkan ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA (B6) memiliki energi *band gap* sebesar 3.35 eV dimana lebih kecil dibandingkan energi *band gap* ZnO<sub>nano</sub>/PVA (B6) dan ukuran partikel ZnO<sub>sintesis</sub>/PVA (B6) lebih besar yaitu 5.47 nm sehingga mengalami *blue shifted*.
2. Dari analisis struktural *thin film* ZnO<sub>nano</sub>/PVA ketika diberi suhu ruang (B) dan suhu 120°C (B6), ukuran kristal dan kristalinitas mengalami penurunan dari 66.978-37.897 nm dan 45.77-34.81%. Oleh karena itu dapat dilihat pada hasil SEM bahwa sampel B mengalami aglomerasi dan membentuk partikel yang lebih besar. Untuk

komposisi yang terdapat pada *thin film* ZnO<sub>nano</sub>/PVA B dan B6 terdiri dari atom C, O, dan Zn.

#### REFERENSI

- [1] S. Komarneni, "Nanocomposites," *Mater. Chem*, vol. 2, no. 12, pp. 1219-1230, 1992.
- [2] I. Sriyanti, "Nanocomposite prepared by simple mixing method," in *PROCEEDING OF THE THIRD INTERNATIONAL SEMINAR ON SCIENCE EDUCATION "Challenging Science Education in The Digital Era"*, Bandung, 2009.
- [3] S. K. Kulkarni, *Nanotechnology: Principles and Practices*, Pune, India: Springer, 2015.
- [4] A. Ravve, *Principles of Polymer Chemistry*, Niles, USA: Springer, 2012.
- [5] B. S. Murty, P. Shankar, R. Baldev, B. B. Rath and M. and James, *Textbook of Nanoscience and Nanotechnology*, Chennai: Springer, 2013.
- [6] G. A. Elham, H. A.-F. Mohammad, S. Nasser, K. Mehdi and M. Parisa, "PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF PVA/ZnO NANOCOMPOSITE," *Food Processing and Preservation*, vol. 39, no. 6, pp. 1442-1451, 2014.
- [7] R. Kandulna and R. B. Choudhary, "Concentration-dependent behaviors of ZnO-reinforced PVA-ZnO nanocomposites as electron transport materials for OLED application," *Polymer Bulletin*, vol. 75, no. 7, pp. 3089-3107, 2017.
- [8] B. Luigi, P. L. M. Francesco, C. Manuela and C. M. Maria, "Effect of processing temperature and mixing time on the properties of PP/GnP nanocomposites," *Polymer Degradation and Stability*, vol. 181, pp. 1-10, 2020.
- [9] S. Zandi, P. Kameli, H. Salamati, H. Ahmadvand and M. Hakimi, "Microstructure and Optical Properties of ZnO Nanoparticles Prepared by a Simple Method," *Physica B: Condensed Matter*, vol. 406, no. 17, pp. 3215-3218, 2011.
- [10] P. P. Jeeju, S. Jayalekshmi and K. Chandrasekharan, "Nonlinear optical properties of ZnO/poly (vinyl alcohol)

- nanocomposite films," in *AIP Conference Proceedings*, 2014.
- [11] G. Xinghou, T. Chak Yin, P. Ling, H. Zhonghua and T. Chi Pong, "Characterization of poly(vinyl alcohol) (PVA)/ZnO nanocomposites prepared by a one-pot method," *Composites: Part B*, no. 60, pp. 144-149, 2014.
- [12] A. A. Khalaf, A. Sahar, Z. Jean and S. Chafic, "Synthesis of ZnO Nanopowders By Using Sol-Gel and Studying Their Structural and Electrical Properties at Different Temperature," *Energy Procedia*, vol. 119, pp. 565-570, 2017.
- [13] S. M. Soosen, B. Lekshmi and K. C. George, "OPTICAL PROPERTIES OF ZnO NANOPARTICLES," *SB Academia Review*, vol. 16, no. 1 & 2, pp. 57-65, 2009.
- [14] A. Muhammad, A. K. Mazhar and A. R. Zulfiqar, "Polyvinyl Alcohol: A Review of Research Status and Use of Polyvinyl Alcohol Based Nanocomposites," *Polymer Engineering and Science*, pp. 2119-2132, 2018.
- [15] A. F. Mansour, S. F. Mansour and M. A. Abdo, "Improvement Structural and Optical Properties of ZnO/ PVA Nanocomposites," *IOSR Journal of Applied Physics*, vol. 7, no. 2, pp. 60-69, 2015.