

## Pengaruh Pencampuran Etilen Glikol dan Propilen Glikol Terhadap Sifat Optik Kawat Nano Perak yang Disintesis Menggunakan Metode *Polyol*

Syaifudin<sup>(1,a)</sup>, Junaidi<sup>(1,b)</sup>, Simon Sembiring<sup>(1,c)</sup> dan Roniyus Marjunus<sup>(1,d)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35141

Email: Syaifudin.oxe77@gmail.com<sup>(a)</sup>, junaidi.1982@fmipa.unila.ac.id<sup>(b)</sup>,  
simon.sembiring@fmipa.unila.ac.id<sup>(c)</sup>, roniyus.1977@fmipa.unila.ac.id<sup>(d)</sup>

Diterima (06 November 2020), Direvisi (10 Desember 2020)

**Abstract.** Research has been carried out aimed for looking effect of mixing Ethylene Glycol (EG) and propylene glycol (PG) on optical characteristics of silver nano wire (AgNWs) which synthesized using the polyol method. Synthesis was carried out for  $\pm 5$  hours on temperature of 130 °C inside erlenmeyer flask. The material used are silver (Ag) which is obtained from AgNO<sub>3</sub>, mixed solution of EG/PG with a concentration ratio of 100:0%; 75:25%; 50:50%; 25:75%; and 0:100%, FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, and capping agent in the form of Polyvinyl Pyrrolidone (PVP). The optical characteristics of AgNWs were observed through UV-Vis, FTIR, and length distribution through optical microscopy. The results of UV-Vis analysis showed four absorption peak at a wavelength of around 340, 350, 360 and at a wavelength of 390 nm as well as a change in the absorbance value. While the optical microscope test results also show that the length of the AgNWs increased on sample EG/PG 75:25% and 50:50%. Based on these results, it can be concluded that the mixing of EG and PG can affect the optical characteristics of AgNWs.

**Keywords:** Ethylene glycol, propylene glycol, silver nano wire (AgNWs), optic characteristic.

**Abstrak** Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk melihat pengaruh dari pencampuran etilen glikol (EG) dan propilen glikol (PG) terhadap sifat optik kawat nano perak (AgNWs) yang disintesis menggunakan metode *polyol*. Sintesis dilakukan selama  $\pm 5$  jam pada suhu 130 °C di dalam tabung *erlenmeyer*. Bahan yang digunakan berupa perak (Ag) yang didapatkan dari AgNO<sub>3</sub>, larutan campuran EG/PG dengan perbandingan konsentrasi 100:0%; 75:25%; 50:50%; 25:75%; dan 0:100%, FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, serta *capping agent* berupa Polivinyl Pyrrolidone (PVP). Karakteristik sifat optik AgNWs diamati melalui uji UV-Vis, FTIR, dan distribusi ukuran panjang melalui mikroskop optik. Hasil analisis UV-Vis menunjukkan adanya empat puncak serapan yaitu pada panjang gelombang disekitaran 340, 350, 360 dan pada panjang gelombang 390 nm serta adanya perubahan nilai absorbansi. Sedangkan hasil uji mikroskop optik juga menunjukkan bahwa ukuran panjang AgNWs meningkat pada sampel EG/PG 25:75% dan 50:50%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pencampuran EG dan PG dapat mempengaruhi karakteristik sifat optik AgNWs.

**Kata kunci:** Etilen glikol, propilen glikol, kawat nano perak (AgNWs), sifat optik.

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era digital saat ini tidak lepas dari peran serta perkembangan ilmu material khususnya *nanomaterial*. Kemajuan teknologi dibidang digital seperti layar sentuh pada *smartphone*

maupun layar televisi kini sudah dilengkapi dengan *Transparent Conductive Electrode* (TCE) yang mampu menampilkan gambar dengan resolusi yang cukup tinggi [1]. Bahan yang sering digunakan dalam pembuatan TCE adalah *indium tin oxide* (ITO) [2],[3]. Keunggulan dari TCE

berbahan ITO memiliki transmitansi yang cukup tinggi yaitu mencapai 90%, dan resistansi 10-30  $\Omega/\text{sq}$ . Namun, bahan ITO sangatlah rapuh dan mahal sehingga tidak dapat diaplikasikan pada substrat yang fleksibel serta sulit diproduksi dalam skala besar, sedangkan dimasa mendatang dibutuhkan bahan yang dapat diaplikasikan sesuai dengan kebutuhan.

Penelitian terkait bahan pengganti ITO banyak dilakukan dalam beberapa dekade terakhir seperti *nanorod* [4], *nanotube* [5], dan *nanowire* (NWs) [6]. Berdasarkan ketiga jenis bahan tersebut, NWs merupakan material yang berpotensi tinggi sebagai bahan alternatif pengganti ITO karena selain dapat disintesis menggunakan suhu rendah, NWs juga memiliki keunggulan dalam hal konduktivitas dan dapat diaplikasikan pada substrat yang fleksibel [7].

Metode yang pernah digunakan dalam mensintesis NWs diantaranya adalah solvothermal atau hidrotermal [8], teknik irradiasi ultraviolet [9], dan metode *polyol* [10],[11]. Metode solvothermal merupakan metode sintesis AgNWs yang menggunakan tabung tertutup (*autoclave*) berlapis teflon sebagai media penghantar panas. Kelemahan dari metode ini adalah mahalnya alat-alat yang digunakan serta bentuk ukuran NWs yang tidak seragam. Metode iradiasi ultraviolet merupakan metode yang membutuhkan sinar ultraviolet dalam proses sintesisnya. Kelemahan metode ini yaitu lamanya waktu yang dibutuhkan dalam proses sintesis dan membutuhkan lampu xenon sebagai sumber radiasi yang diketahui harganya cukup mahal. Metode *polyol* merupakan metode sintesis AgNWs yang menggunakan

penanggas minyak (*oil bath*) sebagai penghantar panas selama proses sintesis. Metode *polyol* banyak digunakan oleh para peneliti dikarenakan proses sintesisnya cukup sederhana dan biaya yang dibutuhkan terbilang murah (*low cost*) dibanding metode lainya serta NWs yang dihasilkan memiliki aspek rasio yang cukup baik.

Sintesis AgNWs menggunakan metode *polyol* dilakukan dengan bantuan polimer sebagai *capping agent*, pelarut dan reduktor dalam proses pembentukan AgNWs. Polimer *capping agent* yang telah berhasil digunakan adalah polivinil pirolidon (PVP) dan polivinil alkohol (PVA) [12]. PVP lebih sering digunakan karena mampu menghasilkan AgNWs yang cukup panjang dan diameter yang kecil dibandingkan dengan PVA. Pelarut yang pernah digunakan untuk mensintesis AgNWs diantaranya adalah gliserol [13], 1,2 propanediol [14], propilen glikol (PG) [15], dan etilen glikol (EG) [16]. Dari berbagai macam pelarut yang pernah digunakan, propilen glikol dan etilen glikol adalah pelarut yang banyak digunakan dalam proses sintesis NWs. Hal tersebut dikarenakan sintesis dengan menggunakan pelarut propilen glikol dan etilen glikol dapat menghasilkan NWs dengan rasio tinggi. Sintesis menggunakan (PG) dapat menghasilkan NWs dengan diameter ( $210 \pm 53$ ) nm dan panjang ( $14 \pm 5$ )  $\mu\text{m}$ , sedangkan sintesis menggunakan pelarut EG juga dapat menghasilkan NWs rasio tinggi dengan diameter ( $109 \pm 22$ ) nm dan panjang ( $10 \pm 5$ )  $\mu\text{m}$ . Namun, sintesis NWs dengan menggunakan EG cenderung memiliki diameter yang kecil dan pendek dibandingkan sintesis menggunakan pelarut

PG yang dapat menghasilkan NWs panjang tetapi berdiameter lebih besar. Sedangkan, dimasa yang akan datang dibutuhkan pelarut yang dapat mengontrol aspek rasio NWs untuk mendapatkan diameter yang kecil dan memiliki ukuran yang relatif panjang.

Berdasarkan pemaparan diatas, telah dilakukan studi tentang pengaruh pencampuran etilen glikol dan propilen glikol terhadap sifat optik kawat nano perak yang disintesis menggunakan metode *polyol*. Pencampuran EG dan PG diharapkan mampu menghasilkan NWs dengan aspek rasio yang lebih tinggi. Bahan yang digunakan dalam mensintesis AgNWs adalah campuran EG dan PG sebagai pelarut sekaligus reduktor,  $\text{AgNO}_3$  sebagai prekursor logam, PVP sebagai polimer *capping agent*, dan  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sebagai pengontrol ukuran. AgNWs disintesis pada suhu  $130^\circ\text{C}$  menggunakan penangas minyak. Parameter fisis AgNWs diamati melalui uji sifat optik pada larutan sampel AgNWs. Pengujian sifat optik dilakukan menggunakan UV-Vis *spectroscopy* untuk mengetahui puncak penyerapan AgNWs dan mikroskop optik untuk menganalisis panjang dari AgNWs yang dihasilkan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, *hot plate stirrer* merk diab MS-H280 PRO, *magnetic stirrer*, termometer digital merk listron TM-920 C, mikro pipet, tabung erlenmeyer, gelas ukur, jarum suntik, spatula besi, statif, penangas aluminium, tabung *autoclave*, *sentrifuge*, mikroskop digital, perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), PVP 5500

g/mol *sigma aldrich*, etilen glikol, propilen glikol, *ethanol 96% erkamed*,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , minyak dapur.

### Preparasi Sampel

#### 1. Pembuatan larutan EG/PG

Larutan EG/PG dibuat dengan mencampur larutan EG dan PG dengan perbandingan 100:0%; 75:25%; 50:50%; 25:75%; dan 0:100% masing-masing sebanyak 100 ml. Larutan kemudian disimpan di dalam wadah tertutup untuk menghindari penguapan.

#### 2. Pembuatan Larutan $\text{AgNO}_3$ 0,3 M

$\text{AgNO}_3$  sebanyak 0,499 gram dilarutkan ke dalam 10 ml larutan EG/PG (dengan variasi EG/PG seperti pada tahap 1) (Junaidi dkk., 2016) dan diaduk hingga menjadi larutan yang homogen. Kemudian disimpan di dalam wadah gelap tertutup agar tidak terkontaminasi oleh sinar matahari.

#### 3. Pembuatan larutan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,04 M

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sebanyak 0,071 gram dilarutkan ke dalam 10 ml larutan EG/PG (dengan variasi EG/PG seperti pada tahap 1) [17], dan diaduk hingga menjadi larutan yang homogen. Larutan kemudian disimpan di dalam wadah tertutup.

### Sintesis AgNWs

Sintesis AgNWs dilakukan dengan menggunakan metode *polyol* selama  $\pm 5$  jam. PVP sebanyak 0,995 gram dimasukan kedalam 20 ml larutan EG/PG pada tabung *erlenmeyer* distirrer dengan kecepatan 350 rpm selama 1 jam didalam *oil bath* dengan suhu rata-rata  $130^\circ\text{C}$ . Kemudian 0,04 M

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sebanyak 100  $\mu\text{l}$  dimasukan kedalam larutan PVP/EG/PG menggunakan pipet mikro (*micro pipette*). Setelah itu, sebanyak 4 ml larutan  $\text{AgNO}_3$  0,3 M diinjeksikan menggunakan jarum suntik selama  $\pm 20$  menit (0,2 cc/min). Setelah proses injeksi  $\text{AgNO}_3$  selesai, proses *stirrer* terus dilanjutkan selama 2 jam dalam kondisi suhu *oil bath* rata-rata 130 °C. Proses akhir sintesis yaitu dengan mendinginkan larutan sampel pada suhu ruangan.

### *Proses Sentrifugasi*

Larutan AgNWs yang disintesis menggunakan larutan EG/PG disentrifugasi menggunakan mesin *centrifuge*. Melalui proses ini, sebagian besar AgNWs akan mengendap dan menyisakan larutan yang mengandung AgNPs. Alkohol 96% digunakan dalam proses sentrifugasi sebagai larutan pembilas. Proses sentrifugasi dilakukan sebanyak 2 kali dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Endapan AgNWs yang dihasilkan kemudian disimpan dalam etanol agar tidak rusak dan teroksidasi untuk dilakukan proses pengujian sifat optiknya.

### *Karakterisasi*

Karakterisasi sampel dilakukan melalui tiga proses pengujian diantaranya uji UV-VIS, FTIR, dan mikroskop optik.

#### *1. UV-VIS spectroscopy*

Karakterisasi puncak serapan dari masing-masing sampel dilakukan dengan menggunakan UV-VIS *spectrophotometry* Shimadzu UV-1700. Proses pengujian serapan optik sampel dilakukan pada rentang panjang gelombang 300-800 nm.

Sampel yang akan diuji yaitu sampel hasil sintesis AgNWs dengan pelarut campuran EG dan PG.

Data hasil karakterisasi berupa spektrum serapan optik AgNWs disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara absorbansi dan panjang gelombang. Pengolahan data tersebut dibantu dengan menggunakan aplikasi Kaleidagraph 4.0. Dari grafik tersebut, dianalisis puncak-puncak absorbansi yang muncul untuk mengidentifikasi puncak SPR dari AgNWs.

#### *2. Mikroskop Optik*

Analisis mikroskop optik digunakan untuk melihat struktur dari sampel berupa panjang dari AgNWs. Sampel yang diuji adalah sampel AgNWs yang disintesis menggunakan larutan campuran antara EG/PG dengan perbandingan 0:100%; 25:72%; 50:50%; 75:25%; dan 100:0%.

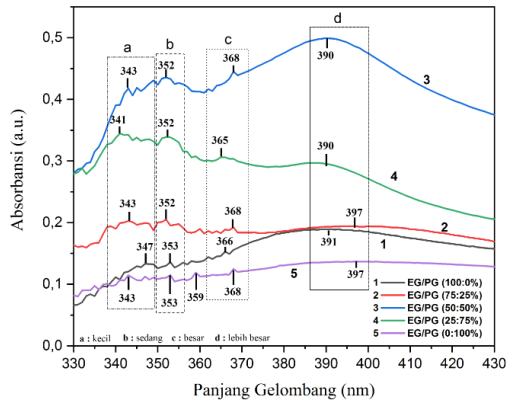
Sampel hasil sintesis ditetaskan pada sebuah kaca preparat transparan dan kemudian diamati menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 400 kali. Hasil uji mikroskop optik kemudian diolah menggunakan aplikasi ImageJ untuk mengukur panjang dari AgNWs dan Origin Pro 9.0 untuk menampilkan grafik besaran rata-rata dari panjang AgNWs.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### *1. Puncak Serapan AgNWs*

Untuk menganalisis sifat optik dari sebuah material kita dapat mengidentifikasinya melalui puncak serapan yang dihasilkan dari larutan material tersebut. Melalui uji UV-Vis didapatkan beberapa puncak absorbansi pada rentang panjang gelombang tertentu dari sampel AgNWs yang disintesis

menggunakan larutan campuran EG/PG. Puncak serapan AgNWs ditunjukkan pada **Gambar 1**.

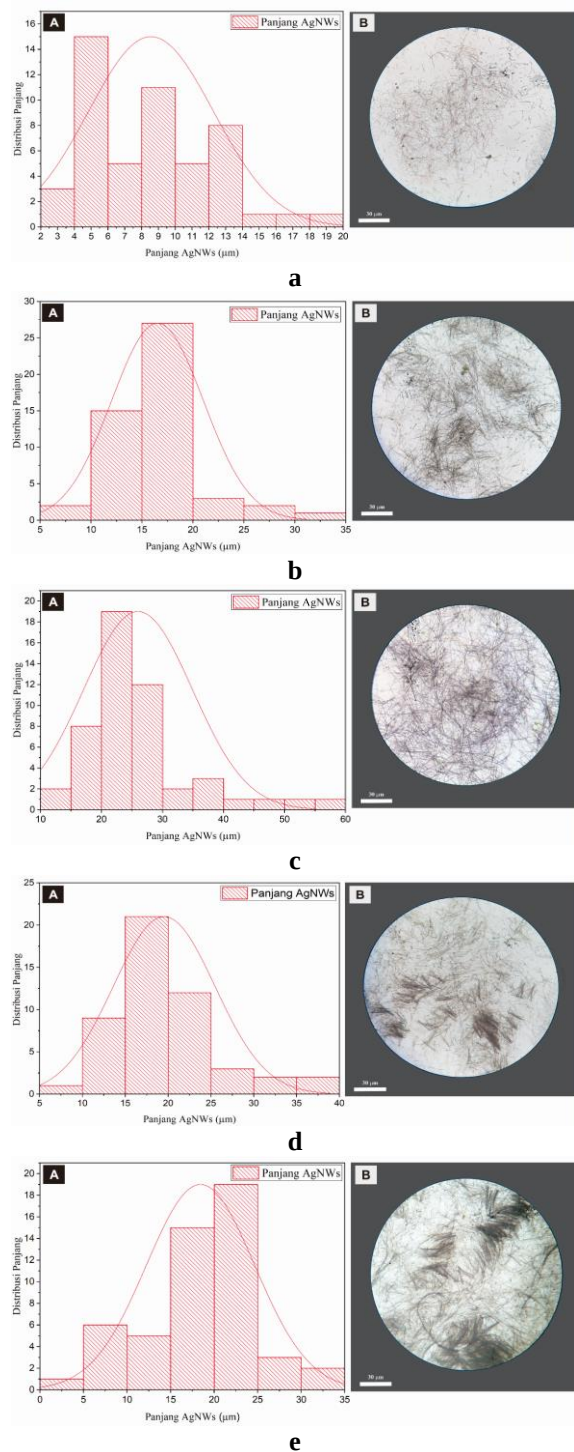


**Gambar 1.** Spektrum hasil analisis UV-VIS

Hasil analisis UV-VIS pada **Gambar 1**. menunjukkan adanya empat puncak serapan diantaranya pada panjang gelombang sekitar 340, 350, 360, dan 390 nm. Empat puncak serapan yang dihasilkan mengindikasikan adanya perbedaan ukuran diameter dari AgNWs [18]. Semakin besar ukuran diameter AgNWs maka puncak serapan akan bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih tinggi yang disebabkan oleh eksitasi resonansi plasmon transversal dan longitudinal [19]. Dari kelima sampel yang diuji, perbandingan EG/PG 25:75% memiliki puncak-puncak serapan pada panjang gelombang yang lebih rendah dari lainnya yaitu 341, 352, 365, dan 390 nm. Oleh sebab itu, sampel dengan variasi EG/PG 25:75% memiliki kemungkinan menghasilkan AgNWs dengan diameter yang lebih kecil.

## 2. Distribusi Panjang AgNWs

Distribusi panjang dari AgNWs merupakan salah satu faktor yang dapat dapat menentukan besar rasio dari AgNWs yang dihasilkan. Distribusi panjang AgNWs dapat diamati menggunakan citra mikroskop optik dengan perbesaran 400 kali. Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Distribusi panjang AgNWs EG/PG 100:0%(a); 75:25%(b); 50:50%(c); 25:75%(d); 0:100%(e).

Berdasarkan hasil uji mikroskop optik yang diperlihatkan pada **Gambar 2**.(a) sampai (e) bagian (A), menunjukkan adanya perubahan panjang dari AgNWs. Pada sampel EG/PG 100:0% panjang

AgNWs relatif lebih pendek dikarenakan EG memiliki viskositas yang lebih tinggi dibanding PG, sehingga proses pembentukan AgNWs akan lebih lambat dan terjadi pengikisan oleh garam. Seiring dengan penambahan PG panjang AgNWs semakin bertambah hingga pada sampel EG/PG 50:50% yang panjang rata-ratanya mencapai  $(25 \pm 8)$   $\mu\text{m}$ . Akan tetapi, ketika konsentrasi PG semakin mendominasi secara bertahap panjang AgNWs akan semakin berkurang seperti yang ditunjukkan pada sampel EG/PG 25:75% yang panjang rata-ratanya mencapai  $(19 \pm 5)$   $\mu\text{m}$  dan 0:100% mencapai  $(18 \pm 6)$   $\mu\text{m}$ . Sedangkan untuk **Gambar 2.**(a) sampai (e) bagian (B) memperlihatkan bahwa seluruh sampel sudah didominasi oleh keberadaan AgNWs namun masih terdapat butiran-butiran AgNPs.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pencampuran larutan EG/PG 50:50% menghasilkan AgNWs dengan panjang rata-rata tertinggi yaitu mencapai  $(25 \pm 8)$   $\mu\text{m}$ .
2. Sampel EG/PG 25:75% memiliki karakteristik terbaik dikarenakan memiliki puncak serapan pada panjang gelombang terkecil 341, 352, 365, dan 390 nm dan ukurannya masih relatif panjang dengan rata-rata  $(19 \pm 5)$   $\mu\text{m}$ .
3. Sintesis AgNWs dengan pelarut campuran EG/PG dapat memperkecil ukuran diameter dan menambah ukuran panjang AgNWs.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Johnson. E.A. (1965). *Touch display – a novel input/output device for computers. Electronics letter*, 1(8), hal. 219.
- [2] Ellmer, K. (2012). Past Achievement and Future Challenges in the Development of Optically Transparent Electrode. *National Photonic*. (6), hal. 809-817.
- [3] Eda, G., Lin, Y. Y., Miller, S., Chen, C.W., Su, W.F., dan chhowalla, M. (2008). Transparent and Conducting Electrodes for Organic Electronics from Reduced Graphene Oxide. *Applied Physic letters*. 92(23), hal. 233-305.
- [4] Pung S.Y. (2014). Synthesis and Characterization of Cu-Dopped ZnO Nanorods. *Sains Malaysiana*. 43(2), hal. 237-281.
- [5] Peng H. Y, N. Wang, Y. F. Zheng, dan Y. Lifshitzb. (2000). Smallest Diameter Carbon Nanotubes. *Applied Physics Letters*. 77, 2831 (2000).
- [6] Li, X., Sun, L., Wang, H., Xie, K., Long, Q., Lai, X., dan Liao, L. (2016). Synthesis of Cobalt Nanowires in Aqueous Solution Under an External Magnetic Field. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 7(1), hal. 990–994.
- [7] Lee, J., Lee, I., Kim, T.S. dan Lee, J.Y. (2013). Efficient Welding of Silver Nanowire Networks Without Post-Processing. *Small*, 9(17): hal. 2887–2894.
- [8] Li, X., Sun, L., Wang, H., Xie, K., Long, Q., Lai, X., dan Liao, L. (2016). Synthesis of Cobalt Nanowires in Aqueous Solution Under an External Magnetic Field. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 7(1), hal. 990–994.
- [9] Chung, W. H., Kim, S. H., dan Kim, H. S. (2016). Welding of Silver Nanowire Networks Via Flash White Light And UV-C Irradiation for Highly Conductive and Reliable Transparent Electrodes. *Scientific Reports*, 6(2), hal. 1–11.
- [10] Gebeyehu, M. B., Chala, T. F., Chang, S. Y., Wu, C. M., dan Lee, J. Y. (2017). Synthesis and Highly Effective Purification of Silver Nanowires to Enhance Transmittance at Low Sheet Resistance with Simple Polyol and Scalable Selective Precipitation Method. *RSC Advances*, 7(26), hal. 16139–16148.
- [11] Teymouri, Z., Naji, L., dan Fakharan, Z. (2018). The influences of polyol process parameters on the optoelectronic characteristics of AgNWs-based flexible electrodes and their application in ITO-free polymer solar cells. *Organic Electronics: Physics, Materials, Applications*, 62(5), hal. 621–629.
- [12] Junaidi, K Triyana, dan Harsojo dan E Suharyadi. (2017). High-Performance Silver Nanowire Film on Flexible Substrate Prepared

- by Meyer-rod Coating. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 202 012055, hal. 1-7.
- [13] Jia, C., Yang, P., danZhang, A. (2014). Glycerol and Ethylene Glycol Co-Mediated Synthesis of Uniform Multiple Crystalline Silver Nanowires. *Materials Chemistry and Physics*, 143(2), hal. 794–800.
- [14] Johan, M. R., Aznan, N. A. K., Yee, S. T., Ho, I. H., dan Ooi, S. W., Darman Singho, N., & Aplop, F. (2014). Synthesis and Growth Mechanism of Silver Nanowires Through Different Mediated Agents (Cucland Nacl) Polyol Process. *Journal of Nanomaterials* (Sample 1).
- [15] Lee, H. S., Kim, Y. W., Kim, J. E., Yoon, S. W., Kim, T. Y., Noh, J. S., dan Suh, K.S. (2015). Synthesis of Dimension-Controlled Silver Nanowires for Highly Conductive and Transparent Nanowire Films. *Acta Materialia*, 83, hal. 84–90.
- [16] Teymouri, Z., Naji, L., dan Fakharan, Z. (2018). The influences of polyol process parameters on the optoelectronic characteristics of AgNWs-based flexible electrodes and their application in ITO-free polymer solar cells. *Organic Electronics: Physics, Materials, Applications*, 62(5), hal. 621–629.
- [17] Junaidi, Yunus, M., Harsojo, Suharyadi, E., dan Triyana, K. (2016). Effect of Stirring rate on The Synthesis Silver Nanowires using Polyvinyl Alcohol as A Capping Agent by Polyol Process. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6(3), hal. 365.
- [18] Wang, L., Jiang, G., Zhou, J., Chen, X., Yu, H., danYang, Q. (2005). Study on the synthesis of silver nanowires with adjustable diameters through the polyol process. *Nanotechnology*, 17(15), hal. 3933–3938.
- [19] Chen, D., Zhao, L., Diao, H., Zhang, W., Wang, G. dan Wang, W. 2014. Rheological Properties and Related Screen-Printing Performance of Low-Temperature Silver Pastes for a-Si:H/c-Si Heterojunction Solar Cells. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 25(12): 5322–5330.

