

Pengaruh Penambahan Poli Vinil Alkohol (PVA) terhadap Karakteristik Nanopartikel Perak Hasil Sintesis Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

The Effect of Poly Vinyl Alcohol Addition on the Characteristics of Silver Nanoparticles Synthesis Using Bioreduktor *Moringa oleifera* Extract (*Moringa oleifera*)

¹Nur Aifah Tun Nisa, ²Diana Eka Pratiwi, ³Maryono

Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Makassar. Jl. Dg. Tata Raya, Parang Tambung
e-mail: nuraifahtunnisa@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) yang berperan sebagai agen pereduksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan PVA terhadap karakteristik nanopartikel perak yang terbentuk dengan menggunakan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). Nanopartikel perak disintesis dengan variasi konsentrasi PVA yang berbeda-beda yaitu 0%, 1%, 3% dan 5%. Proses pembentukan nanopartikel perak dimonitoring dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai absorbansi meningkat dengan bertambahnya waktu reaksi dimana PVA digunakan untuk menstabilkan ukuran nanopartikel perak sehingga mencegah aglomerasi pada pembentukan nanopartikel perak. Serapan maksimum UV-Vis dari sampel hasil sintesis dengan variasi konsentrasi PVA yaitu 0%, 1%, 3% dan 5% masing-masing pada panjang gelombang 432,1 nm, 431,0 nm, 502,0 nm, dan 409,0 nm selama penyimpanan 2 hari. Ukuran nanopartikel perak ditentukan menggunakan instrumen *X-Ray Diffraction* (XRD) dengan persamaan *Debye Scherrer*. Distribusi rata-rata ukuran sintesis nanopartikel perak tanpa penambahan PVA yaitu 13,24 - 22,53 nm sedangkan dengan penambahan PVA ukuran terkecil nanopartikel perak mencapai 11,61 - 15,40 nm pada konsentrasi PVA 5%. Berdasarkan *database* ICDD, hasil analisis XRD menunjukkan adanya kesesuaian pola difraksi dengan referensi sehingga dapat disimpulkan pada penelitian ini terbentuk nanopartikel perak dengan sistem kristal kubik *fcc* (Face Centered Cubic) dengan indeks Miller (111), (200), (220), dan (311). Morfologi nanopartikel perak diamati dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), terlihat partikel tidak memiliki pori dan bentuk partikel yang tidak seragam.

Kata kunci: Ekstrak daun kelor, nanopartikel perak, bioreduksi, dan Poli Vinil Alkohol

ABSTRACT

The research was conducted to synthesize of silver nanoparticle using bioreductor of *Moringa Oleifera* leave extract (*Moringa oleifera*) as a reducing agent. This study aims to determine the effect of addition of PVA to the characteristics of silver nanoparticles formed using *Moringa Oleifera* leave extract (*Moringa oleifera*). Silver nanoparticles was synthesized with varying concentrations of PVA namely 0%, 1%, 3% and 5%. The process of forming silver nanoparticles was monitored by using a UV-Vis spectrophotometer. The results showed that the absorbance value increased with increasing reaction time where PVA was used to stabilize the size of silver nanoparticles so as to preventing agglomeration in the formation of silver nanoparticles. The maximum UV-Vis uptake of the synthesize samples with variation PVA is 0%, 1%, 3% and 5% respectively at wavelengths of 432.1 nm, 431.0 nm, 502.0 nm, and 409.0 nm for 2 days of storage. The size of silver nanoparticles was determined using X-Ray Diffraction (XRD) with the Debye Scherrer equation. The average distribution of the size of silver nanoparticles synthesis without the addition of PVA is 13,24 – 22,53 nm while with the addition of PVA the smallest size of silver nanoparticles reaches 11,61 – 15,40 nm at a 5% PVA concentration. Based on the ICDD database, the results of the XRD analysis indicate that there is a suitability of the diffraction pattern with reference so that it can be concluded that this study formed silver nanoparticles with a fcc (Face Centered Cubic) crystalline system with the Miller index (111), (200), (220), and (311). The morphology of silver nanoparticles was observed by Scanning Electron Microscope (SEM). It was seen that the particles did not have pores and the shape of the particles was not uniform.

Keywords: *Moringa leaves extract, silver nanoparticles, bioreduction, and Poly Vinyl Alcohol*

PENDAHULUAN

Nanoteknologi merupakan inovasi teknologi yang menarik dari penelitian yang berkaitan dengan bidang produksi, ukuran, dan bentuk. Nanosains dan nanoteknologi merupakan kajian ilmu dan rekayasa material dalam skala nanometer yang sedang dikembangkan oleh para ilmuwan di seluruh dunia. Nanoteknologi menjadi salah satu bidang ilmu fisika, kimia, biologi, dan rekayasa yang penting dan menarik beberapa tahun terakhir ini. Jepang dan

Amerika Serikat adalah dua negara terdepan dalam riset nanoteknologi.

Nanopartikel adalah partikel yang sangat halus berukuran orde nanometer atau partikel yang ukurannya dalam interval 1-100 nm. Nanopartikel dapat berupa logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, material karbon dan senyawa organik. Saat ini nanopartikel logam menarik perhatian beberapa peneliti karena aplikasinya dalam bidang optik, elektronik, dan medis (Bakir, 2011).

Beberapa teknik yang dapat digunakan dalam mensintesis nanopartikel perak adalah cara reduksi kimia, fotokimia, sonokimia, dan lain-lain. Diantara beberapa teknik tersebut metode bioreduksi adalah yang paling mudah karena menggunakan tumbuhan dan mikroorganisme sebagai agen pereduksi. Cara ini merupakan cara yang sangat populer karena alasan faktor kemudahan, biaya yang relatif murah dan kemungkinannya untuk diproduksi dalam skala besar serta menggunakan temperatur rendah (Lu, 2008). Selain itu, metode bioreduksi dapat disebut metode *green synthesis* yaitu metode sintesis nanopartikel yang menggunakan media bahan-bahan biologi, baik mikroorganisme maupun tumbuhan sebagai bioreduktornya.

Sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan menggunakan larutan perak nitrat (AgNO_3) sebagai prekursor dan tumbuhan sebagai pereduksi. Sintesis ini merupakan cara reduksi kimia yang ramah lingkungan. Hal tersebut telah dilakukan dalam sintesis nanopartikel perak yang menggunakan ekstrak daun Strawberi sebagai reduktor oleh Naik (2013), sintesis nanopartikel perak dengan reduktor ekstrak daun *Azadirachta indica* telah dilakukan oleh Renugadevi (2012), sintesis nanopartikel perak dengan reduktor ekstrak daun *Stigmaphyllon littorale* telah dilakukan oleh Kudle (2013), dan sintesis nanopartikel perak dengan reduktor ekstrak daun ketapang telah dilakukan oleh Yunita (2013).

Kelor merupakan tanaman yang berumur panjang dan berbunga

sepanjang tahun. Kelor diketahui mengandung lebih dari 90 jenis nutrisi berupa vitamin esensial, mineral, asam amino, antipenuaan dan antiinflamasi. Menurut penelitian Hardiyanti, dkk (2011) daun kelor (*Moringa oleifera L*) mengandung tannin, steroid dan triterpenoid, flavonoid, saponin, antarquinon dan alkaloid dimana semuanya merupakan antioksidan (Kasolo *et al.*, 2010). Dalam daun kelor segar memiliki kekuatan antioksidan 7 kali lebih banyak dibandingkan vitamin C. Tanin termasuk senyawa fenol dengan berat molekul besar, terdiri dari gugus hidroksil dan beberapa gugus yang bersangkutan seperti karboksil untuk membentuk kompleks kuat yang efektif dengan protein dan beberapa makromolekul (Hayati, 2010).

Carter (1978) melaporkan tannin memiliki gugus $-\text{OH}$ yang dapat mengikat logam berat melalui pertukaran ion. Senyawa tanin adalah senyawa fenolik yang merupakan polimerasi polifenol sederhana. Pemanfaatan tumbuhan untuk mensintesis nanopartikel dapat dilakukan dan didasarkan pada kemampuan tumbuhan tersebut untuk menyerap ion logam dari lingkungan. Ion-ion tersebut akan direduksi melalui proses metabolisme yang kompleks dan diakumulasi pada organ-organ tertentu.

Nanopartikel perak hasil sintesis cenderung mengalami agregasi membentuk ukuran besar. Upaya pencegahan terjadinya agregat antar nanopartikel dapat dilakukan dengan penambahan material atau molekul pelapis partikel. Senyawa yang biasa

digunakan untuk menstabilkan ukuran nanopartikel adalah polimer, seperti polivinil alkohol (PVA), polivinil pirolidon (PVP), dan poli asam akrilat (PAA) (Bae, 2011). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bakir (2011), nanopartikel perak yang ditambahkan PVA memiliki ukuran 35-43 nm dan nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan PAA 1 % terdistribusi antara 23 - 86 nm sedangkan dengan PVP 1 % terdistribusi di antara 40 - 164 nm (Wahyudi, 2011).

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat-alat gelas, oven, timbangan analitik, Spektrofotometer Varian UV-Vis 50 Conc, XRD (*X-Ray Diffraction*) 700 Shimadzu Maxima, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Jeol-jsm.6360 LA, pemanas listrik, *magnetic stirrer*, tabung sentrifuge, corong Buchner dan botol semprot.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu padatan AgNO_3 , akuades, akuabides, padatan Polivinil Alkohol (PVA), kertas saring Whatman No.1 dan aluminium foil.

B. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Larutan AgNO_3 5 mM

Larutan AgNO_3 5 mM dibuat dengan melarutkan 0,8495 g serbuk AgNO_3 ke dalam akuabides hingga volume 1000 mL. Selanjutnya, larutan perak nitrat dikocok dan dapat digunakan langsung. Larutan perak

nitrat disimpan di dalam ruang gelap ketika tidak dipakai.

2. Pembuatan Air Rebusan Daun Kelor Segar

Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tumbuhan kelor (*Moringa oleifera*). Tumbuhan ini diperoleh di Makassar, Sulawesi Selatan. Bagian tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun. Daun kelor dipetik lalu dicuci hingga bersih dengan akuades. Daun tersebut ditimbang sebanyak 20 g. Daun dimasukkan kedalam gelas kimia 500 mL dan ditambahkan 200 mL akuabides lalu dipanaskan hingga mendidih lalu didinginkan. Setelah mencapai suhu ruang, air rebusan dituang dan disaring menggunakan kertas saring Whatman.

3. Pembuatan Larutan PVA 1%, 3% dan 5%

Larutan PVA 1 % dibuat dengan menimbang 1 g PVA dan dilarutkan dengan akuabides 100 mL. Larutan PVA 3 % dibuat dengan menimbang 3 g PVA dan dilarutkan dengan akuabides 100 mL. Larutan PVA 5 % dibuat dengan menimbang 5 g PVA dan dilarutkan dengan akuabides 100 mL. Selanjutnya masing-masing larutan PVA diaduk dengan *stirrer* dan dipanaskan pada suhu 85°C lalu didinginkan.

4. Sintesis Nanopartikel Perak

Sintesis nanopartikel perak dilakukan secara triplo dengan mencampur larutan AgNO_3 dan air rebusan daun kelor. Ada 2 macam proses sintesis yang dilakukan yaitu

sampel A tanpa penambahan PVA dan sampel B penambahan PVA

a. Sampel A (Tanpa Penambahan PVA)

Sebanyak 41,7 mL air rebusan daun kelor dicampurkan ke dalam 208,3 mL larutan AgNO_3 , kemudian larutan campuran diaduk selama 2 jam dengan menggunakan *stirrer*. Pengamatan berupa warna larutan dan spektrum UV-Vis dilakukan pada waktu 30 menit, 1 jam, 1 jam 30 menit, 2 jam, 2 jam 30 menit, 3 jam, 1 hari, 2 hari dan 3 hari pada panjang gelombang 385-515 nm.

b. Sampel B (Dengan Penambahan PVA)

Sebanyak 41,7 mL air rebusan daun kelor dicampurkan kedalam 208,3 mL AgNO_3 . Kemudian kedalam larutan ditambahkan masing-masing 60 mL larutan PVA 1%, 3%, 5% dan diaduk dengan *stirrer* selama 2 jam. Pengamatan berupa warna larutan dan spektrum UV-Vis pada waktu 30 menit, 1 jam, 1 jam 30 menit, 2 jam, 2 jam 30 menit, 3 jam, 1 hari, 2 hari dan 3 hari pada panjang gelombang 385-515 nm.

5. Karakterisasi Nanopartikel Perak

Larutan sampel yang diperoleh kemudian disentrifugasi pada kecepatan 8900 rpm selama 30 menit, endapan yang dihasilkan lalu dicuci dengan 30 mL akuabides lalu disentrifugasi kembali, proses ini dilakukan sebanyak 3 kali. Endapan yang diperoleh kemudian dikeringkan di oven pada suhu 80°C selama 12

jam. Serbuk yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan instrumen XRD dan SEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Sampel

Daun kelor dicuci menggunakan akuades, lalu diekstrak menggunakan akuabides dengan metode pemanasan hingga mendidih untuk mengambil ekstrak senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada daun kelor. Ekstrak yang di peroleh berwarna kuning bening. Ekstrak disaring menggunakan kertas saring Whatman kemudian digunakan sebagai bioreduktor dalam proses sintesis nanopartikel perak seperti yang terlihat pada Gambar 4.1

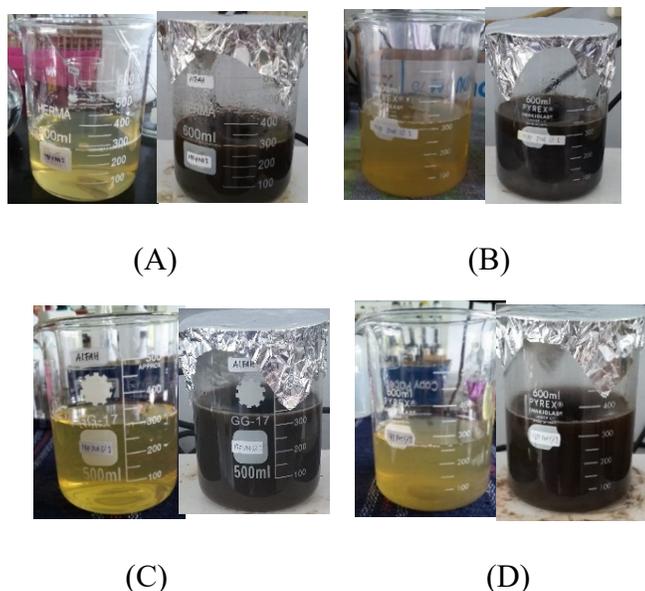


Gambar 4.1. Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*)

B. Sintesis Nanopartikel Perak

1. Pengamatan Warna Larutan

Pengamatan warna larutan dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi terhadap pembentukan nanopartikel perak. Perubahan warna larutan sampel A (tanpa penambahan PVA), sampel B (dengan penambahan PVA 1%), sampel C (dengan penambahan PVA 3%), dan sampel D (dengan penambahan PVA 5%) yang diamati mulai dari waktu pembuatan sampai 2 hari terlihat pada Gambar 4.2.



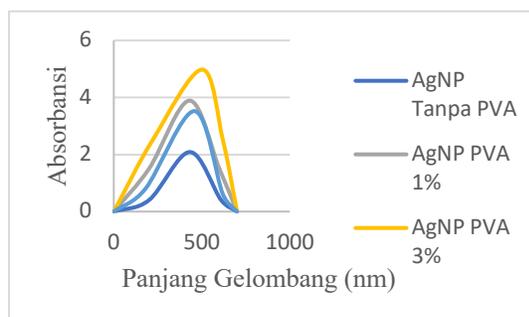
(A) (B)
(C) (D)
Gambar 4.2. Hasil pengamatan warna sampel A (tanpa PVA), sampel B (dengan PVA 1%), sampel C (dengan PVA 3%), dan sampel D (dengan PVA 5%) mulai dari waktu pembuatan sampai 2 hari.

Perubahan warna yang terjadi menunjukkan adanya reaksi reduksi pada campuran tersebut. Seiring bertambahnya waktu, warna larutan semakin pekat diakibatkan oleh semakin banyak ion perak yang tereduksi oleh senyawa fenolik yang terkandung dalam ekstrak daun kelor salah satunya tanin, karena senyawa tersebut memiliki gugus $-OH$ yang dapat mereduksi ion perak (Ag^+) menjadi nanopartikel perak (Ag).

2. Analisis Nanopartikel Perak dengan UV-Vis

Serapan UV-Vis digunakan untuk memonitoring jumlah nanopartikel perak yang terbentuk sesuai dengan nilai absorbansi. Dari

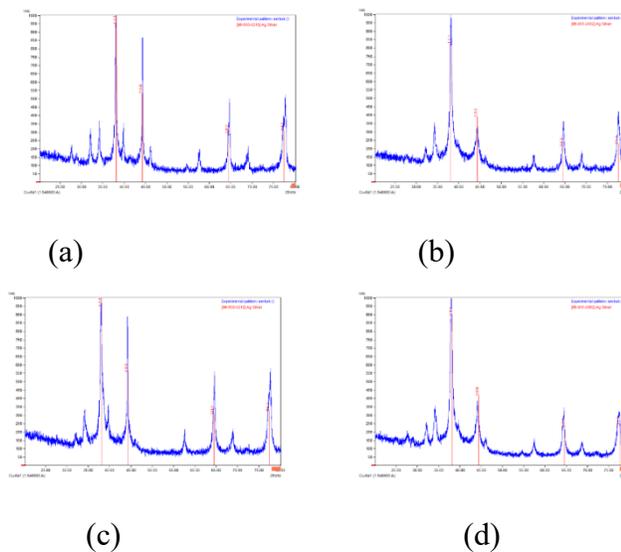
hasil analisis terlihat absorbansi semakin membesar dengan pertambahan waktu. Secara kualitatif dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai absorbansi maka jumlah Ag yang terikat pada OH yang terbentuk juga semakin banyak (Prasetiowati, 2018).



Gambar 4.3. Grafik UV-Vis nanopartikel perak pada waktu ke 2 hari.

C. Karakterisasi Nanopartikel Perak

1. X-Ray Diffraction (XRD)



Gambar 4.4. Pola XRD (a) AgNP tanpa PVA (b) AgNP dengan PVA 1%

(c) AgNP dengan PVA 3% (d) AgNP dengan PVA 5% (e)

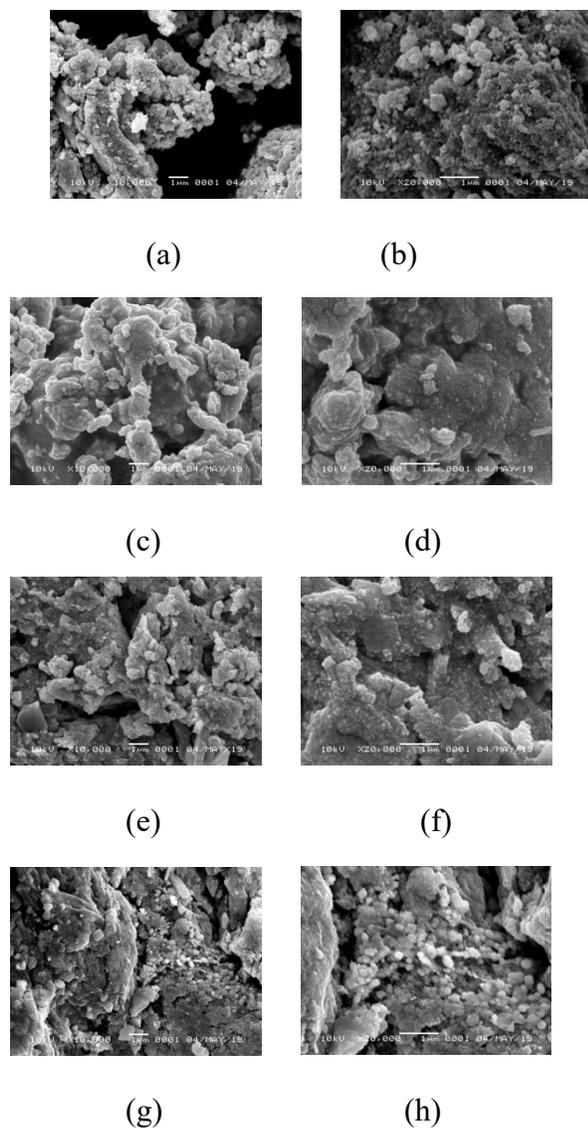
Menurut *database* pada *International Centre for Diffraction Data* (ICDD No. 01-071-4613), pola difraksi nanopartikel perak terdapat pada puncak difraksi $38,09^\circ$, $44,27^\circ$, $64,41^\circ$ dan $77,35^\circ$ menunjukkan peak peak tinggi 2θ dengan indeks Miller (111), (200), (220), dan (311). Bidang hkl (Indeks Miller) merupakan bidang kisi kristal yang menyatakan sistem kristal suatu material. Berdasarkan *database* ICDD, Hasil analisis XRD menunjukkan adanya kesesuaian pola difraksi dengan penelitian yang dilakukan Fabiani (2018) sehingga dapat disimpulkan pada penelitian ini terbentuk nanopartikel perak dengan sistem kristal kubik *fcc*. Nanopartikel perak tanpa penambahan PVA memiliki ukuran partikel dengan kisaran 13,24 - 22,53 nm. Untuk nanopartikel perak dengan penambahan PVA 1% memiliki ukuran partikel dengan kisaran 11,52 - 17,76 nm. Untuk nanopartikel perak dengan penambahan PVA 3% memiliki ukuran partikel dengan kisaran 13,36 - 23,22 nm dan untuk nanopartikel perak dengan penambahan PVA 5% memiliki ukuran partikel yang hampir seragam dengan kisaran 11,61 - 15,40 nm. Dari keempat data tersebut dapat disimpulkan bahwa nanopartikel perak hasil sintesis berada dalam kisaran nanopartikel yakni 1-100 nm. Berdasarkan data tersebut diperoleh bahwa nanopartikel dengan penambahan PVA memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan

dengan tanpa penambahan PVA. Hal ini terjadi karena stabilisator berperan untuk mengontrol ukuran nanopartikel perak. Rantai-rantai polimer PVA yang ada di sekeliling partikel Ag^+ dan Ag^0 menghambat perkembangan dan nukleasi partikel secara sterik sehingga PVA mampu mempertahankan ukuran partikel dan tidak mudah beraglomerasi membentuk ukuran yang besar (Patakfalvi, 2004).

2. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Serbuk nanopartikel perak hasil sintesis selanjutnya dianalisis menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) bertujuan untuk mengetahui morfologi dan kecenderungan nanopartikel untuk beragregasi. Hasil analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Hasil analisis SEM pada tiap gambar terlihat bahwa ukuran partikel yang dihasilkan berbeda antara satu dengan yang lain dan distribusi partikel tidak merata, terlihat banyak partikel yang menumpuk menjadi bongkahan yang lebih besar dari partikel lainnya sehingga ukurannya tidak seragam dan membentuk aglomerasi (penggabungan). Hal ini disebabkan karena pertumbuhan partikel yang sangat cepat. Kecenderungan nanopartikel untuk beragregasi disebabkan oleh efek gerak Brown dan gaya Van Der Waals dalam larutan nanopartikel. Adanya kecenderungan nanopartikel untuk beragregasi menyebabkan ukuran dan diameter nanopartikel tidak seragam.



Gambar 4.5. Hasil Analisis SEM (a) AgNP tanpa PVA pembesaran 10.000x (b) pembesaran 20.000x (c) AgNP dengan PVA 1 % pembesaran 10.000x (d) pembesaran 20.000x (e) AgNP dengan PVA 3 % pembesaran 10.000x (f) pembesaran 20.000x (g) AgNP dengan PVA 5 % pembesaran 10.000x (h) pembesaran 20.000x.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh penambahan PVA terhadap karakteristik nanopartikel perak yaitu distribusi rata-rata ukuran nanopartikel perak menggunakan XRD tanpa penambahan PVA memiliki ukuran partikel dengan kisaran 13,24 - 22,53 nm, sedangkan untuk nanopartikel perak dengan penambahan PVA 5 % memiliki ukuran partikel dengan kisaran 11,61 - 15,40 nm dengan sistem kristal kubik *fcc*. Berdasarkan data tersebut, diperoleh bahwa ukuran nanopartikel dengan penambahan PVA memiliki ukuran nanopartikel yang lebih kecil, hal ini disebabkan karena PVA dapat menstabilkan ukuran nanopartikel. Hasil analisis SEM pada tiap sampel berbeda antara satu dengan yang lain serta distribusi partikel tidak merata. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan partikel yang sangat cepat. Adanya kecenderungan nanopartikel untuk beragregasi menyebabkan ukuran dan diameter nanopartikel tidak seragam.

B. Saran

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh melalui penelitian ini, maka peneliti menyarankan :

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimasi biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun kelor.
2. Dilakukan penelitian mengenai penambahan stabilizer lain seperti poli asam akrilat (PAA) dan poli vinil pirolidon (PVP) untuk

mendapatkan kestabilan yang lebih baik.

3. Penelitian lebih lanjut mengenai karakterisasi bioreduktor menggunakan FTIR dan GC-MS untuk mengetahui gugus fungsi serta senyawa-senyawa yang dipisahkan dalam bioreduktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin., dan Khairurrijal. 2009. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains Dan Nanoteknologi*. Vol 2 (1) : 1.
- Aminah, Syarifah., Tezar Ramdhan., Muflihani Yanis. 2015. Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan*. Vol 5 (2): 36.
- Apriandanu, DOB., S Wahyuni., S Hadisaputro., Harjono. 2013. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Metode Poliol Dengan Agen Stabilisator Polivinilalkohol (PVA). *Jurnal MIPA*. Vol 35 (2): 157-168.
- Bae, Eunjoo., Hee-Jin Park., Junsu Park., Jeyong Yoon., Younghun Kim., Kyunghee Choi., Jongheop Yi. 2011. Effect of Chemical Stabilizers In Silver Nanoparticle Suspensions On Nanotoxicity. *Bull. Korean Chem. Soc*. Vol 32 (2): 613-619.
- Bakir. 2011. *Pengembangan Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (Diospyros Blancoi) Untuk Deteksi Ion Tembaga (II) Dengan Metode Kolorimetri*, Skripsi Diterbitkan, (Online) Pada Tanggal 15 Februari 2018. Jakarta: Jurusan Fisika FMIPA Universitas Indonesia.
- Caro, Carlos., Paula M. Castillo., Rebecca Klippstein., David Pozo., Ana P. Zaderenko. 2010. Silver Nanoparticles: Sensing and Imaging Applications, *Silver Nanoparticles*. 201-223.
- Fabiani, Verry Andre., Febry Sutanti., Desti Silvia., Megawati Ayu Putri. 2018. Green Synthesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratoxylum Glaucum*) Sebagai Bioreduktor. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*. Vol 1 (2): 73.
- Guzman, Maribel G., Jean Dille., Stephan Godet. 2009. Synthesis of Silver Nanoparticles By Chemical Reduction Method and Their Antibacterial Activity. *International Journal of Chemical and Biomolecular Engineering*. Vol 2 (3): 104.
- Handayani, Windri., Bakir., Cuk Imawan., Susiani Purbaningsih. 2010. Potensi Ekstrak Beberapa Jenis Tumbuhan Sebagai Agen Pereduksi Untuk Biosintesis Nanopartikel Perak. *Seminar Nasional Biologi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. 559-560.
- Hardiyanti, Febby. 2015. *Pemanfaatan Aktivitas Oksidan Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera) Dalam Sediaan Hand*

- And Body Cream*. Skripsi. Diterbitkan. (Online) Pada Tanggal 26 Februari 2018. Jakarta: Jurusan Kimia UIN Syarif Hidayatullah.
- Haryono, A., dan Harmami, S.B. 2010. Aplikasi Nanopartikel Perak Pada Serat Katun Sebagai Produk Jadi Tekstil Antimikroba. *Jurnal Kimia Indonesia*. Vol 5 (1): 1-6.
- Irvina. F.W.H., Dkk. 2009. *X-Ray Diffractometer (XRD)*. Program Studi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
- Kudle, Karunakar Rao., Manisha R Donda., Ramchander Merugu., Y. Prashanthi., M. P. Pratap Rudra. 2013. Microwave Assisted Green Synthesis of Silver Nanoparticles using *Stigmaphyllon littorale* leaves, Their Characterization and Anti-Microbial Activity. *International Journal of Nanomaterials and Biostructures*. Vol 3 (1): 13-16.
- Kumala I, Noer., Masfufatun., Emilia Devi D.R. 2016. Potensi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Hepatoprotektor Pada Tikus Putih (*Rattus Novergicus*) Yang Diinduksi Parasetamol Dosis Toksik. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*. Vol 5 (1): 58-66.
- Leone, Alessandro., Alberto Spada., Alberto Battezzati., Alberto Schiraldi., Junior Aristil dan Simona Bertoli. 2015. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves. *Int. J. Mol. Sci* 16: pp. 12791-12835.
- Lu, Y.C., dan Chou K.S. 2008, A Simple And Effective Route For Synthesis Of Nano Silver Colloidal Dispersions, *J. Chin. Ins.Chem. Eng.* 39. 673-678.
- Lubis, Khairiza. 2015. Metoda-Metoda Karakterisasi Nanopartikel Perak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol 12 (79): 51.
- Majumdar, Rakhi., Braja Gopal Bag., Nabasmita Maity. 2013. *Acacia nilotica* (Babool) Leaf Extract Mediated Size-Controlled Rapid Synthesis of Gold Nanoparticles and Study of Its Catalytic Activity. *International Nano Letters*. Vol 3 (1): 53-58.
- Moore, A., dan Goettmann, F. 2006. The Plasmon Band In Noble Metal Nanoparticles: An Introduction To Theory And Applications, *New J. Chem.* 30. 1121-1132.
- Muliadi., Adiba Arief., Khadijah. 2015. Biosintesis Nanopartikel Logam Menggunakan Media Ekstrak Tanaman. *JF FIK UINAM*. Vol 3 (2): 67.
- Naik, L. Srinivas., K. Paul Marx., P. Sree Vennela., Prof. Ch. Venkata Ramana Devi. 2013. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Strawberry Leaf Extract (*Arbutus unedo*) and Evaluation of Its Antimicrobial Activity-A Novel Study. *International Journal of Nanomaterials and Biostructures*. Vol 3 (13): 47-50.

- Oktaviani, Dita Tri., Danang Cahya, Aziz Amrullah. 2015. Sintesis Nano Ag Dengan Metode Reduksi Kimia. *Saintekno.* Vol 13 (2): 103.
- Park. 2007. Current And Future Applications Of Nanotechnology. *Issue In Env. Sci. Tech.* 24. 1-8.
- Patakfalvi, R., Viranyi, Z., dan Dekany, I. 2004. Kinetics of Silver Nanoparticle Growth in Aqueous Polymer Solutions. *Colloid Polym Sci*, 283: 299–305.
- Rochani, S., dan Wahyudi, A. 2010. Peran Nanoteknologi Dalam Pengolahan Mineral. *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Mineral Dan Batubara.* Vol 8 (1).
- Shankar, S.S., Dkk. 2004, Rapid Synthesis Of Au, Ag, And Bimetallic Au Core-Ag Shell Nanoparticles Using Neem (*Azadirachta Indica*) Leaf Broth. *J. Coll. Inter. Sci.* Vol 275 (4): 496-502.
- Solomon, S.D., Dkk. 2007. Synthesis And Study Of Silver Nanoparticles. *J. Chem. Edu.* Vol 84 (2): 322-325.
- Syaifulloh, M. Irfan., Ina Ristian. 2017. *Green Synthesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Ekstrak Sambiloto (Andrographis paniculata).* Prsiding HEFA 1st. ISSN 2581-2270. 255
- Sugianto, Ajeng Kinanti. 2016. *Kandungan Gizi Daun Kelor (Moringa oleifera) Berdasarkan Posisi Daun dan Suhu Penyeduhan.* (Skripsi), Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor.
- Thamilselvi, V., dan Radha, K.V. 2013. Synthesis Of Silver Nanoparticles From *Pseudomonas Putida* NCIM 2650 In Silver Nitrate Supplemented Growth Medium And Optimization Using Response Surface Methodology, *Journal Of Nanomaterial And Biostructures.* Vol 8 (3): 1101-1111.
- Wahyudi, T., dan Rismayani, S. 2008. Aplikasi Nanoteknologi pada Bidang Tekstil, *Arena Tekstil.* Vol 23 (2): 52-109.
- Wahyudi, Dkk. 2011. Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivasnya Terhadap Bakteri *E. Coli* Dan *S. Aureus.* *Arena Tekstil*, 26(1). 1-60.