

Pengaruh Penambahan Poli Vinil Alkohol Terhadap Ukuran dan Kestabilan Nanopartikel Perak Hasil Sintesis Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Akasia (*Accacia mangium Wild*).

Effect of Poly Vinyl Alcohol Addition on the Size and Stability of Silver Nanoparticles Synthesis Using Bioreductor Acacia Leaf Extract (*Accacia mangium Wild*)

¹⁾Nurfadilah Adam, ²⁾Suriati Eka Putri, ³⁾Mohammad Wijaya
^{1,2,3)}Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Makassar, Jl. Dg. Tata
Email: ekaputri_chem@unm.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan poli vinil alkohol (PVA) terhadap ukuran dan kestabilan nanopartikel perak yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun akasia (*Accacia Mangium Wild*). Nanopartikel perak dibuat dengan variasi konsentrasi PVA 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%. Proses pembentukan nanopartikel perak diamati menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai absorbansi meningkat dengan bertambahnya waktu reaksi. Serapan maksimum UV-Vis dari sampel hasil sintesis dengan konsentrasi PVA 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% masing-masing pada panjang gelombang 481,00 nm, 433,0 nm, 471,0 nm, 265,0 nm, 455,0 nm dan 419,0 nm selama penyimpanan 4 hari. Ukuran kristal nanopartikel perak ditentukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dengan persamaan *Debye Scherrer*. Distribusi rata-rata ukuran kristal nanopartikel perak tanpa penambahan PVA sebesar 17,0 - 20,48 nm sedangkan ukuran terkecil terjadi dengan penambahan PVA 2% sebesar 7,82 - 17,30 nm. Morfologi nanopartikel perak diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), terlihat partikel tidak memiliki pori dan bentuk partikel yang tidak seragam.

Kata kunci: Daun akasia, nanopartikel perak, bioreduktor.

ABSTRACT

The research has been carried out on the effect of adding poly vinyl alcohol (PVA) to the size and stability of silver nanoparticles synthesized using acacia leaf extract bioreductant (*Accacia Mangium Wild*). Silver nanoparticles were made with various concentrations of PVA 0%, 1%, 2%, 3%, 4% and 5%. The process of forming silver nanoparticles was observed using a UV-Vis spectrophotometer. The results showed that the absorbance value increased with increasing reaction time. The maximum absorption of UV-Vis from the synthesized samples with PVA concentrations of 0%, 1%, 2%, 3%, 4% and 5% at wavelengths of 481.00 nm, 433.0 nm, 471.0 nm, 265.0 nm, 455.0 nm and 419.0 nm during 4 days of storage. The crystal size of silver nanoparticles was determined using X-Ray Diffraction (XRD) with the Debye Scherrer equation. The distribution of the average crystal size of silver nanoparticles without the addition of PVA was 17.0 - 20.48 nm, while the smallest size occurred with the addition of 2% PVA of 7.82 - 17.30 nm. The morphology of silver nanoparticles was observed with a Scanning Electron Microscope (SEM), it was seen that the particles did not have pores and the shape of the particles was not uniform.

Keywords: Acacia leaf, silver nanoparticles, bioreductant

PENDAHULUAN

Nanoteknologi merupakan kajian ilmu dan rekayasa material dalam skala nanometer yang sedang dikembangkan oleh para ilmuwan di seluruh dunia (Wahyudi, 2011). Nanopartikel memiliki peran yang sangat penting di bidang nanoteknologi saat ini. Suatu produk dapat diartikan sebagai nanopartikel jika memiliki ukuran 1 nm – 100 nm.

Nanopartikel logam dapat berupa emas, perak, besi, zinc, dan logam oksida. Menurut Lembang, (2013) dari semua nanopartikel logam tersebut nanopartikel perak dan emaslah yang banyak mendapat perhatian karena dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi seperti sebagai sensor, sebagai katalisis, di bidang biokimia, di bidang optik, dan di bidang elektronik.

Nanopartikel perak dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam berat yang merupakan polutan yang tersebar luas di alam. Hal ini dikarenakan sifat optis nanopartikel perak yang sangat baik sehingga dapat dikembangkan sebagai sensor.

Beberapa teknik yang dapat digunakan dalam memproduksi nanopartikel perak adalah cara reduksi kimia, fotokimia, sonokimia, dan lain-lain (Guzman, 2009). Sintesis nanopartikel perak juga dapat dilakukan menggunakan tanaman yang berfungsi sebagai reduktor dan stabilisator. Stabilisator melindungi nanopartikel dan mencegah terjadi agregasi. Cara ini merupakan cara yang sangat populer karena alasan faktor kemudahan, biaya yang relatif murah dan kemungkinannya untuk

diproduksi dalam skala besar (Lu, 2008).

Pemanfaatan tumbuhan sebagai agen biosintesis nanopartikel, berdasarkan atas kemampuan tumbuhan dalam menyerap ion logam dari lingkungan. Pemanfaatan tumbuhan dalam biosintesis nanopartikel berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktifitas antioksidan (Handayani, 2010).

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 menggunakan ekstrak daun Strawberi sebagai reduktor oleh Naik (2013), dengan reduktor ekstrak daun *Azadirachta indica* oleh Renugadevi (2012), dengan reduktor ekstrak daun *Stigmaphyllon littorale* oleh Kudle (2013), dengan reduktor ekstrak daun ketapang oleh Yunita (2013).

Tanaman yang dapat digunakan sebagai reduktor adalah tanaman akasia dari jenis Akasia mangium (*Acacia mangium Wild*). Tanaman ini dapat dijadikan bahan baku industri pulp dan sebagai pohon peneduh. Daun akasia masih menyimpan potensi untuk dikembangkan karena mengandung polifenol alam berupa zat tannin, saponin dan kadar selulosa tinggi. Tanin memiliki gugus $-\text{OH}$ yang dapat mengikat logam berat melalui pertukaran ion (Lembang, 2013).

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. Beberapa jenis polimer yang dapat digunakan sebagai stabilizer seperti poli vinil alkohol (PVA), poli vinil prolidin (PVP), poli asam akrilat (PAA) (Bae, 2011). Selain murah dan mudah diperoleh PVA memiliki daya afinitas yang paling baik dalam menstabilkan nanopartikel perak

Penambahan PVA untuk menstabilkan ukuran nanopartikel berhasil dilakukan oleh Bakir (2011) dan menghasilkan nanopartikel perak yang memiliki ukuran 35 – 43 nm sedangkan ukuran nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan PAA 1% terdistribusi antara 23 - 86 nm dan dengan PVP 1% ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan terdistribusi di antara 40 - 164 nm (Wahyudi, 2011).

Oleh karena itu, peneliti menganggap perlu diadakan suatu penelitian untuk menentukan pengaruh penambahan poli vinil alkohol (PVA) untuk mempelajari pengaruh terhadap ukuran dan kestabilan nanopartikel perak yang dihasilkan dari ekstrak air rebusan daun Akasia (*Acacia mangium Wild*).

METODE PENELITIAN

A. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan analitik, spektrofotometer UV-Vis (Varian 2600 series), XRD (*X-Ray Diffraction* 700 Shimadzu), SEM (Hitachi Flexsem 1000), oven pemanas listrik, pengaduk magnetik stirrer, satu set alat gelas, tabung *sentrifuge*, corong Buchner, botol semprot, dan gunting.

B. Bahan

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

C. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Larutan 1 mM AgNO_3

Larutan AgNO_3 1 mM dibuat dengan melarutkan 0,085 g serbuk AgNO_3 ke dalam akuabides hingga volume 500 mL. Selanjutnya, larutan perak nitrat dikocok dan dapat digunakan langsung. Larutan perak nitrat disimpan di dalam lemari es ketika tidak dipakai

2. Pembuatan Air Rebusan Daun Akasia Segar

Daun akasia segar dicuci hingga bersih dengan akuades. Daun tersebut dipotong-potong dan ditimbang sebanyak 10 g. Daun dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL dan ditambahkan 100 mL akuabides lalu dipanaskan hingga mendidih. Setelah mencapai suhu ruang, air rebusan dituang dan disaring menggunakan kertas Whatman.

3. Pembuatan Larutan PVA

Larutan PVA 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% dibuat dengan menimbang 0,75 g, 1,50 g, 2,25 g, 3,00 g dan 3,75 g PVA pada gelas kimia yang berbeda dan dilarutkan dengan aquabides 75 mL. Selanjutnya larutan PVA diaduk menggunakan pengaduk magnetik stirrer dan dipanaskan pada suhu 85 °C. Setelah mencapai suhu ruang, larutan PVA dapat digunakan untuk proses modifikasi.

4. Sintesis Nanopartikel Perak

a. Sampel A (tanpa penambahan PVA)

Air rebusan daun akasia sebanyak 2 mL dicampurkan ke dalam 40 mL larutan AgNO_3 , kemudian larutan campuran diaduk selama 2 jam dengan diaduk menggunakan pengaduk magnetic stirrer. Karakterisasi larutan campuran berupa warna, dan spektrum UV-Vis pada pada 1 hari, 2 hari, 3 hari, dan 4 hari pada panjang gelombang 395-515 nm.

b. Sampel B (penambahan PVA)

Air rebusan daun akasia sebanyak 2 mL dicampurkan kedalam 40 mL larutan AgNO_3 . Kemudian kedalam larutan ditambahkan 24 mL PVA dengan variasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%, kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnetic stirrer selama 2 jam. Karakterisasi larutan campuran berupa warna, dan spektrum UV-Vis pada pada 1 hari, 2 hari, 3 hari, dan 4 hari pada panjang gelombang 395-515 nm.

5. Karakterisasi Produk

Serbuk nanopartikel perak hasil sintesis kemudian diidentifikasi lebih lanjut menggunakan spektrofotometer *X-ray diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sampel Daun Akasia (*Accacia mangium Wild*)

Daun akasia yang masih segar dicuci dan dipotong kecil-kecil lalu diekstrak menggunakan akuabides dengan metode pemanasan hingga mendidih untuk mengambil ekstrak senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada daun akasia. Ekstrak kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman kemudian

digunakan sebagai bioreduktor dalam proses sintesis nanopartikel perak. Ekstrak yang diperoleh berwarna kuning bening seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ekstrak Daun Akasia (*Accacia mangium Wild*)

B. Sintesis Nanopartikel Perak

1. Karakterisasi Warna Larutan

Karakterisasi warna larutan dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi terhadap pembentukan nanopartikel perak. Dengan variasi sampel A (tanpa penambahan PVA), sampel B (dengan penambahan PVA 1%), sampel C (dengan penambahan PVA 2%), sampel D (dengan penambahan PVA 3%), sampel E (dengan penambahan PVA 4%), dan sampel F (dengan penambahan PVA 5%) yang dikarakterisasi dengan mengamati perubahan warna mulai dari waktu pembuatan sampai 4 hari pada Gambar 2. Hasil pencampuran menunjukkan perubahan warna dari warna kuning menjadi coklat. Perubahan warna yang terjadi ini menunjukkan adanya reaksi reduksi pada campuran tersebut.



Gambar 2. Hasil pengamatan warna sampel mulai dari waktu pembuatan sampai 4 hari.

2. Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan UV-Vis

Lamanya penyimpanan berpengaruh terhadap kestabilan nanopartikel perak. Tabel 4.1. menunjukkan perubahan absorbansi serta puncak panjang gelombang larutan nanopartikel seiring dengan bertambahnya waktu. Analisis dengan spektrofotometer UV-Vis untuk melacak saat terbentuknya nanopartikel perak yang ditandai dengan munculnya puncak serapan pada panjang gelombang 395-515 nm (Yasin, 2013). Nilai absorbansi yang meningkat merupakan indikator yang menandakan bahwa nanopartikel perak yang terbentuk semakin bertambah (Handayani, 2010). Nilai absorbansi meningkat dalam pengamatan selama 4 hari.

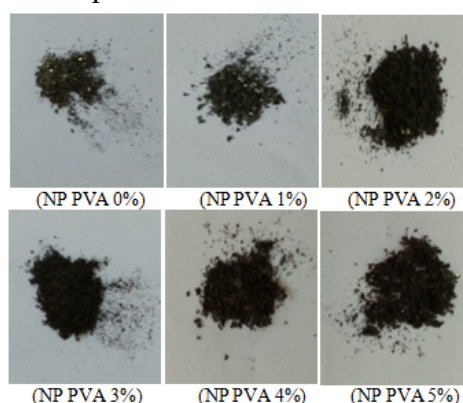
Tabel 1. Hubungan antara Spektrum Absorbansi UV-Vis Nanopartikel Perak Terhadap Waktu Reaksi.

	Hari	λ (nm)	Abs
Tanpa PVA	1	384,0	4,370
	2	451,0	4,676
	3	431,0	4,676
	4	463,0	4,682
PVA 1%	1	464,0	3,717
	2	456,0	4,372
	3	475,0	4,372
	4	465,0	4,503
PVA 2%	1	439,0	2,839
	2	438,0	3,009
	3	433,0	3,799
	4	432,0	3,059
PVA 3%	1	436,0	2,089
	2	437,0	2,210
	3	437,0	2,514
	4	433,0	2,066
PVA 4%	1	411,0	3,826
	2	405,0	3,389
	3	415,0	4,671
	4	454,0	3,962
PVA 5%	1	433,0	4,074
	2	427,0	4,676
	3	408,0	4,673

4 422,0 4,358

Berdasarkan hasil UV-Vis pengaruh penambahan PVA menunjukkan nilai absorbansi yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa penambahan PVA. Hal ini karena rantai-rantai polimer PVA menghambat perkembangan dan nukleasi partikel secara sterik sehingga PVA mampu mempertahankan ukuran partikel dan tidak mudah beraglomerasi membentuk ukuran yang besar.

Campuran didiamkan selama 3 hari kemudian disentrifugasi untuk memisahkan endapan dan cairannya selama 45 menit pada kecepatan 8900 rpm. Endapan nanopartikel yang diperoleh dari hasil *sentrifugasi* berwarna coklat dan bertekstur basah karena masih mengandung sedikit cairan. Endapan kemudian dikeringkan sehingga diperoleh serbuk nanopartikel perak berwarna hitam dan mengkilat seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Serbuk Hasil Sintesis Nanopartikel Perak (NP) dengan Ekstrak Daun Akasia (*Accacia mangium Wild*)

Endapan yang diperoleh dari hasil *sentrifugasi* kemudian dikeringkan untuk memperoleh serbuk nanopartikel perak. Dari hasil bioreduksi Ag^+ menjadi nanopartikel

Ag, diperoleh serbuk nanopartikel perak tanpa penambahan PVA 0,0274 g dengan randemen sebesar 51,69 %. Untuk sintesis nanopartikel perak dengan penambahan PVA 1 % dan 2 % diperoleh serbuk nanopartikel seberat 0,0250 g dan 0,0323 g dengan randemen sebesar 47,16 % dan 60,94 %. Sedangkan untuk sintesis nanopartikel perak dengan penambahan PVA 3 %, 4 % dan 5 % diperoleh serbuk nanopartikel perak berturut-turut seberat 0,0318 g, 0,0316 g dan 0,0488 g dengan randemen berturut turut sebesar 60 %, 59,62 % dan 92,07 %.

C. Karakterisasi Nanopartikel Perak

1. X-Ray Diffractometry (XRD)

Sesuai dengan data JCPDS No.03-0921, puncak yang sesuai adalah puncak dengan sudut 2θ : $38,18^\circ$, $45,81^\circ$ dan $64,87^\circ$, yang masing-masing bersesuaian dengan bidang hkl: (1 1 1), (2 0 0) dan (2 2 0). Bidang hkl (Indeks Miller) merupakan bidang kisi kristal yang menyatakan sistem kristal suatu material. Dengan demikian di dalam sampel sudah terbentuk nanopartikel perak dengan struktur *Face Center Cubic* (FCC). Hasil karakterisasi menggunakan XRD dengan metode analisis langsung menunjukkan puncak-puncak pola difraksi nanopartikel perak. Data yang didapatkan dari hasil analisis XRD digunakan untuk menentukan ukuran partikel. Melalui data difraktogram dapat ditentukan ukuran kristal hasil sintesis ukuran nanopartikel perak dapat ditentukan dengan metode *Debye Scherrer* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisaran Ukuran Nanopartikel Perak Berdasarkan Nilai FWHM (*full width at half maximum*) dan 2-Theta (2θ)

Sampe 1 %	hkl	2-theta	FWH M (deg)	Ukuran (nm)
0	111	38,420 0	0,5400 0	17,002 3
	200	45,802 9	0,7684	20,480 9
	220	64,304 1	0,4592	18,004 5
1	111	38,240 0	0,5714	16,135 1
	200	45,480 0	0,2266	41,962 0
	220	64,393 6	0,3063	33,650 9
2	111	39,440 0	1,1800	7,8210
	200	45,960 0	0,5800	16,231 3
	220	64,317 6	0,5953	17,307 3
3	111	39,360 0	1,1760	7,8193
	200	46,006 6	0,8067	11,712 2
	220	64,368 0	0,6310	16,211 7
4	111	38,680 0	0,4200	21,912 0
	200	45,660 0	0,2072	45,488 5
	220	64,401 8	0,2096	49,547 5
5	111	38,089 1	1,1097	8,2730
	200	44,036 4	0,6995	13,344 6
	220	64,396 2	0,6215	16,513 9

Nanopartikel perak tanpa penambahan PVA memiliki ukuran yang hampir seragam dengan kisaran 17,0 - 20,48 nm. Untuk nanopartikel perak dengan penambahan PVA 1% memiliki ukuran partikel yang besar dengan kisaran 16,13 - 41,96 nm sedangkan untuk nanopartikel perak dengan penambahan PVA 2% dan 3% memiliki ukuran partikel yang paling kecil dengan kisaran masing-masing 7,82 - 17,30 nm dan 7,81 - 16,21 nm.

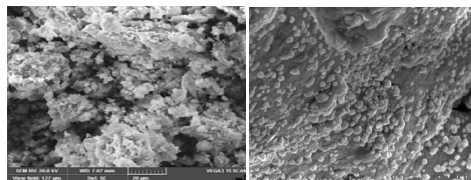
Nanopartikel perak dengan penambahan PVA 4% memiliki ukuran partikel paling besar dengan kisaran 21,91 - 49,54 nm dan untuk nanopartikel perak dengan penambahan PVA 5% memiliki ukuran dengan kisaran 8,27 - 16,51 nm. Keenam data telah memenuhi ukuran nanopartikel yakni 1-100 nm. Berdasarkan data tersebut 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).

Menurut Apriandanu (2013), bahwa nanopartikel perak dengan penambahan PVA 4% memiliki ukuran partikel paling besar. Hal ini terjadi karena konsentrasi stabilisator yang ditambahkan di atas kondisi optimum ($>3\%$) dapat mengakibatkan pencegahan stabilitas nanopartikel perak sehingga menyebabkan terjadinya proses aglomerasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Zhao (2010) dalam sintesis nanopartikel perak dengan variasi konsentrasi stabilisator, bahwa penggunaan stabilisator dapat mengontrol ukuran nanopartikel perak jika berada dalam kondisi konsentrasi optimum. Apabila konsentrasi stabilisator di atas kondisi maksimum, justru

menyebabkan stabilitas nanopartikel perak dapat terganggu.

2. Scanning Elektron Microscope (SEM)

Hasil analisis Scanning Elektron Microscope (SEM) dapat dilihat pada Gambar 4. dengan pembesaran $1.000\times$, $2.500\times$, $5.000\times$ dan $10.000\times$.



Gambar 4. Hasil Analisis SEM Nanopartikel Perak (a) Ekstrak Metanol Daun Akasia tanpa menggunakan PVA (b) Ekstrak Daun Akasia dengan PVA 2%

Analisis SEM bertujuan untuk menunjukkan morfologi partikel. Sampel yang dianalisis dengan SEM adalah sampel dengan penambahan PVA 2% karena memiliki ukuran partikel yang hampir seragam dengan kisaran 7,82 - 17,30 nm. Hasil analisis SEM pada Gambar 4(a) ekstrak metanol daun akasia tanpa menggunakan PVA terlihat bahwa ukuran partikel yang dihasilkan berbeda antara satu dengan yang lain dan membentuk aglomerasi (penggabungan). Hal ini disebabkan karena pertumbuhan partikel yang sangat cepat. Sedangkan pada Gambar 4(b) pada ekstrak daun akasia dengan PVA 2% terlihat partikel tidak memiliki pori dan bentuk partikel yang tidak seragam. Dari gambar juga terlihat bahwa ukuran partikel yang dihasilkan berbeda antara satu dengan yang lain. 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

Menurut Masakke (2014), bahwa hasil analisis SEM diperoleh bahwa nanopartikel hasil biosintesis berbentuk acak. Bentuk serta ukuran nanopartikel memiliki peran penting dalam menentukan sifat nanopartikel seperti sifat optik, mekanik, konduktif, dan toksisitas. Penelitian yang dilakukan oleh Mock, dkk (2002) dan Kholoud, dkk (2010) menemukan bahwa bentuk geometri nanopartikel berperan penting dalam menentukan resonansi plasmon, spektrum nanopartikel bergeser ke arah panjang gelombang lebih besar seiring meningkatnya ukuran partikel. Bentuk serta ukuran nanopartikel juga mempengaruhi sifat mekanik material komposit. Penelitian yang dilakukan Kashiwagi (2005) menemukan bahwa nanopartikel yang memiliki aspek rasio tinggi cenderung memberi perlindungan yang lebih efektif terhadap panas.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan PVA mempengaruhi ukuran dan kestabilan nanopartikel perak. Nanopartikel perak tanpa penambahan PVA mulai terbentuk pada hari kedua sedangkan nanopartikel perak dengan penambahan PVA mulai terbentuk pada hari pertama hingga hari keempat. Distribusi rata-rata ukuran sintesis nanopartikel perak dengan menggunakan XRD pada nanopartikel perak tanpa penambahan PVA dan dengan penambahan PVA

dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% masuk dalam ukuran nanopartikel. Berdasarkan data tersebut diperoleh bahwa ukuran nanopartikel dengan penambahan PVA memiliki ukuran nanopartikel perak yang lebih kecil hal ini disebabkan karena PVA dapat menstabilkan ukuran nanopartikel.

B. Saran

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

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimasi biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun akasia.
2. Dilakukan penelitian mengenai penambahan stabilizer lain seperti poli asam akrilat (PAA) dan poli vinil porolidon (PVP) untuk mendapatkan kestabilan yang lebih baik
3. Penelitian lebih lanjut mengenai karakterisasi bioreduktor menggunakan FTIR dan GC-MS untuk mengetahui oksidasi senyawa yang terkandung dalam bioreduktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Agromedia, Redaksi. 2008. *Buku Pintar Tanaman Obat*. Jakarta: Pt. Agromedia Pustaka.
- Apriandanu, S.Wahyuni, S Hadasaputro, dan Harjono, 2013. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Metode Poliol dengan Agen Stabilisator Polivinil Alkohol. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science*, 36(2).

- Bae, E.2011, Effect Of Chemical Stabilizers In Silver Nanoparticle Suspensions On Nanotoxicity. *Bull. Korean Chem. Soc*, 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 10 Oktober 2012), Jurusan Fisika FMIPA Universitas Indonesia. Jakarta.
- Guzman MG. 2009. Synthesis of silver nanoparticles by chemical reduction method and their antibacterial activity. *Int J Chem Biomol Eng* 2: 3.
- Handayani W. 2010. *Potensi Ekstrak Beberapa Jenis Tumbuhan Sebagai Agen Pereduksi Untuk Biosintesis Nanopartikel Perak*. Seminar Nasional Biologi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Haryono, A., dan Harmami. 2008, Sintesa Nanopartikel Perak Dan Potensi Aplikasinya, *Jurnal Riset Industri*, 2 (3). 156-163.
- Hasfita, Fikri. Studi Pembuatan Biosorben Dari Limbah Daun Akasia Mangium (*Acacia Mangium Wild*) Untuk Aplikasi Penyisihan Logam. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 1:1 (2012) 36-48.
- Lembang, Esty Yunita. Zakir, Maming M. 2013. Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*). *Jurnal Penelitian Kimia*. 2(1): 3-11.
- 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.
- Rochani, S., dan Wahyudi, A. 2010. Peran Nanoteknologi Dalam Pengolahan Mineral. *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Mineral Dan Batubara*, 8 (1).
- Wahyudi. 2011. Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *E. Coli* Dan *S. Aureus*. *Arena Tekstil*, 26 (1).1-60.
- Yunita, Esty. Renugadevi, K. 2013. Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*). *Jurnal Penelitian*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar. 1:1 (2013) 36-48.