

# SINTESIS NANO Ag DENGAN METODE REDUKSI KIMIA

---

Dita Tri Oktaviani, Danang Cahya F, Aziz Amrullah

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang,  
Email:dewaoq09@gmail.com

**Abstrak.** Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Mengetahui pengaruh rasio mol agen reduktor etilen glikol terhadap  $Ag^+$  dalam sintesis nanopartikel perak terhadap karakteristik produk yang dihasilkan.(2) Mengetahui pengaruh % PVA (b/v) dalam sintesis nanopartikel perak terhadap karakteristik produk yang dihasilkan. Nanopartikel perak disintesis dengan metode reduksi kimia yaitu melarutkan  $AgNO_3$  ke dalam etilen glikol sebagai reduktor dan polivinilalkohol (PVA) sebagai stabilisator. Selanjutnya, dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan TEM (*Transmission Electron Microscope*). Analisis terhadap spektra UV-Vis menunjukkan bahwa nanopartikel yang relatif stabil pada pengukuran panjang gelombang maksimum 417-418 nm adalah nanopartikel yang disintesis menggunakan PVA 3 %. Karakterisasi dengan TEM menunjukkan nanopartikel perak yang disintesis berdasarkan rasio mol etilen glikol terhadap  $Ag^+$  50:1 memiliki ukuran terkecil dengan kisaran 10,15 – 27,56 nm dengan struktur kristal *Face Centered Cubic* (FCC). Semakin tinggi rasio mol EG / $Ag^+$  dalam sintesis nanopartikel perak akan menghasilkan peningkatan absorbansi sampel yang signifikan.

Kata Kunci: nano partikel perak, reduksi kimia, stabilisator, karakterisasi

## PENDAHULUAN

Baru-baru ini telah berkembang dengan pesat teknologi nanopartikel atau sering disebut nanoteknologi. Nanoteknologi secara umum dapat didefinisikan sebagai teknologi perancangan (desain), pembuatan dan aplikasi struktur/material yang berdimensi nanometer. Nanoteknologi berhubungan dengan struktur dan partikel material berdimensi kecil dalam skala nanometer. Menurut Abdullah & Khairurrijal (2010), nanoteknologi adalah ilmu dan rekayasa dalam penciptaan material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Jadi nanoteknologi tidak hanya sebatas bagaimana cara menghasilkan material atau partikel yang berukuran nanometer, melainkan memiliki pengertian yang lebih luas termasuk bagaimana cara memproduksi serta mengetahui kegunaan sifat baru yang muncul dari material nano yang telah dibuat. ). Material ini banyak dimanfaatkan dan dapat disintesis sebagai nanopartikel, salah satu material yang disintesis sebagai nanopartikel adalah Nanopartikel perak.

Dalam sintesis Nanopartikel perak yang perlu dikontrol karakterisasinya antara lain adalah ukuran, bentuk dan morfologinya(Rai, dkk. 2009). Bentuk dan ukuran Nanopartikel perak sangat

penting dalam penentuan sifat optik, listrik, magnet, katalis dan antimikrobanya. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ukuran partikel dalam sintesis yaitu temperatur larutan, konsentrasi garam, agen pereduksi dan waktu reaksi (Sileikaite, dkk. 2006).

Nanopartikel perak telah banyak dibuat dengan beberapa metode dan kondisi yang berbeda seperti metode reduksi kimia, foto kimia, sonokimia, radiasi ultrasonik, sintesis solvotermal, dll (Guzman, 2008). Diantara banyak metode yang dapat dilakukan, metode reduksi kimia dipilih sebagai metode yang paling efektif untuk menghasilkan nanopartikel perak. Hal ini dikarenakan langkah kerja yang mudah, cepat, murah, dan menggunakan temperatur rendah.

Pada umumnya ketika dilakukan preparasi nanopartikel logam dengan metode reduksi kimia, ion logam direduksi oleh agen pereduksi dengan penambahan agen protektif untuk menstabilkan nanopartikel. Stabilitas nanopartikel memegang peranan yang sangat penting terutama ketika nanopartikel tersebut dikarakterisasi dan diaplikasikan ke dalam sebuah produk (Haryono, 2008).

Metode reduksi ini pernah dilakukan beberapa kali oleh para peneliti, diantaranya Guzman(2008) dan Mailu (2010). Guzman (2008) menggunakan perak nitrat sebagai *bulk*, hidrasin hidrat sebagai agen pereduksi dan dua agen stabilisator yaitu natrium sitrat dan SDS. Begitu pula dengan Mailu(2010) yang juga menggunakan perak nitrat dan natrium sitrat. Namun, natrium sitrat disini digunakan sebagai agen pereduksi dan agen stabilisator sekaligus.

Berdasarkan pemaparan latar belakang tersebut, dalam penelitian ini sintesis nanopartikel perak akan dilakukan sesuai prosedur Mailu (2010) karena prosesnya yang sederhana dan materialnya yang mudah didapatkan. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini langkah-langkahnya adalah dengan menggunakan larutan perak nitrat direduksi menggunakan *ethylene glycol* (EG) yang divariasikan volumenya tujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pereduksi dan stabilisator terhadap ukuran partikel. Karakterisasi produk yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan Spektrometer UV-Vis, dan *Transmission Electron Microscopy* (TEM).

## METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Seperangkat alat gelas (Pirex), *magnetic stirrer* (IKAMAG), oven, neraca analitik AL20U Mettler Toledo. Untuk analisis dan pengujian digunakan Spektrofotometer UV-Vis SHIMADZU 1240 dan *Transmission Electron Microscopy* (TEM) SHIMADZU CTLA-4. Bahan yang digunakan adalah aquademin, akuades, serta *Polyvinylalcohol* (PVA), *ethylene glycol* ( $C_2H_4(OH)_2$ ), perak nitrat ( $AgNO_3$ ) dengan *grade pro analyst* buatan Merck.

Sintesis Nano Ag mengacu pada prosedur yang dilaporkan oleh Kim (2006) yang dimodifikasi. Prekursor  $AgNO_3$  direduksi dengan EG yang dimodifikasi dan distabilkan dengan menggunakan PVA.

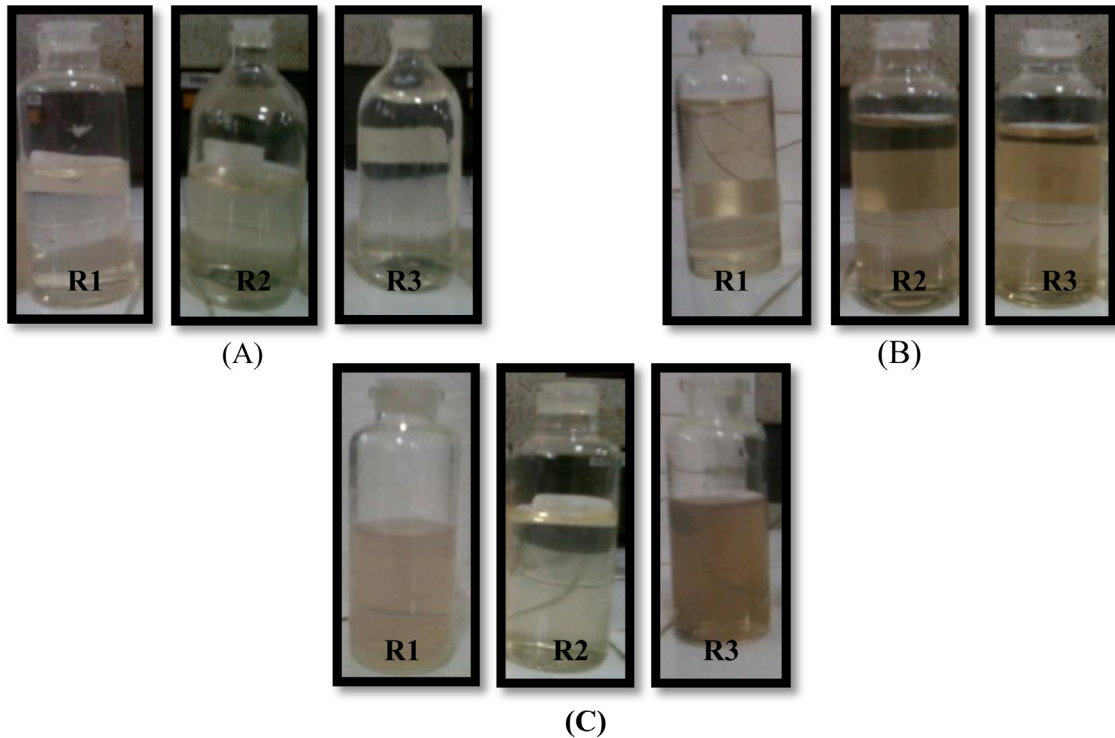
Mula-mula  $\text{AgNO}_3$  dengan konsentrasi  $1 \times 10^{-3}\text{M}$  dilarutkan ke dalam *ethylene glycol* (EG) yang divariasikan volumenya (5 mL, 10 mL dan 20 mL) dari perhitungan rasio mol *ethylene glycol* (EG) terhadap  $\text{Ag}^+$  (50 : 1; 20 : 1 dan 10 : 1). Pada larutan tersebut, tambahkan 20 mL PVA yang divariasikan dengan konsentrasi (1, 3, dan 5 %,) dipanaskan hingga mendidih pada temperatur 100 °C dalam labu erlenmeyer. Selama proses pemanasan, campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga berwarna kuning pucat. Kemudian hentikan pemanasan tetapi tetap lakukan pengadukan hingga temperatur campuran menjadi temperatur kamar. Koloid nanopartikel perak yang terbentuk diamati dan diukur sampai hari ke empat belas setelah sintesis dengan spektrofotometer UV-Vis. Selanjutnya, sampel koloid nanopartikel perak akan dikarakterisasi menggunakan *Transmission Electron Microscopy* (TEM).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hari 1 setelah sintesis, koloid nanopartikel perak ada yang memiliki panjang gelombang maksimum kurang dari 400 nm. Tetapi, pada hari 14 semua koloid nanopartikel perak memiliki panjang gelombang maksimum lebih dari 400 nm. Lamanya penyimpanan berpengaruh terhadap kestabilan nanopartikel perak. Menurut Handaya dkk. (2010) sampel hasil sintesis yang terbentuk pada panjang gelombang 400 nm hingga 450 nm merupakan nanopartikel perak ( $\text{Ag}^0$ ), sedangkan sampel yang terbentuk pada panjang gelombang 370 nm hingga 400 nm merupakan ion perak ( $\text{Ag}^+$ ). Pada hari 1 setelah sintesis, bentuk  $\text{Ag}^+$  dapat diartikan bahwa belum semua  $\text{Ag}^+$  tereduksi menjadi  $\text{Ag}^0$  sehingga panjang gelombang maksimum koloid hasil sintesis masih kurang dari 400 nm.

Kestabilan koloid nanopartikel perak hasil sintesis diketahui melalui pengukuran menggunakan spektrofotometer. Kestabilan larutan koloid nanopartikel perak diketahui dari terjadinya perubahan puncak serapannya. Jika terjadi pergeseran puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar menunjukkan bahwa kestabilan koloid nanopartikel perak rendah dikarenakan telah terjadi peristiwa aglomerasi (Wahyudi dkk., 2011).

Berdasarkan hasil penelitian ini, koloid nanopartikel perak yang terbentuk memiliki warna yang berbeda, mulai dari kuning pucat, kuning jernih, kuning keruh. Menurut Handaya dkk. (2010) nanopartikel perak hasil preparasi berbentuk koloid, dari hasil pengamatan terlihat bahwa warna dari koloid nanopartikel perak berbeda-beda, mulai dari kuning, transparan, atau krem/abu-abu. Warna dari logam nanopartikel tergantung dari bentuk dan ukuran nanopartikel serta konstanta dielektrik dari media lingkungannya. Koloid silver memperlihatkan warna-warna yang berbeda berdasarkan pada absorpsi cahaya dan pancaran pada daerah cahaya tampak, frekuensi pada getaran konduksi elektron-elektron yang merupakan respon terhadap medan listrik hasil radiasi elektromagnetik. Namun, hanya elektron-elektron dengan elektron bebas (seperti Au, Ag, Cu dan logam alkali) memiliki resonansi plasmon pada spektrum cahaya tampak, yang dapat memberikan warna yang baik. Hasil sintesis koloid nanopartikel perak ditunjukkan pada Gambar 1.



Keterangan:

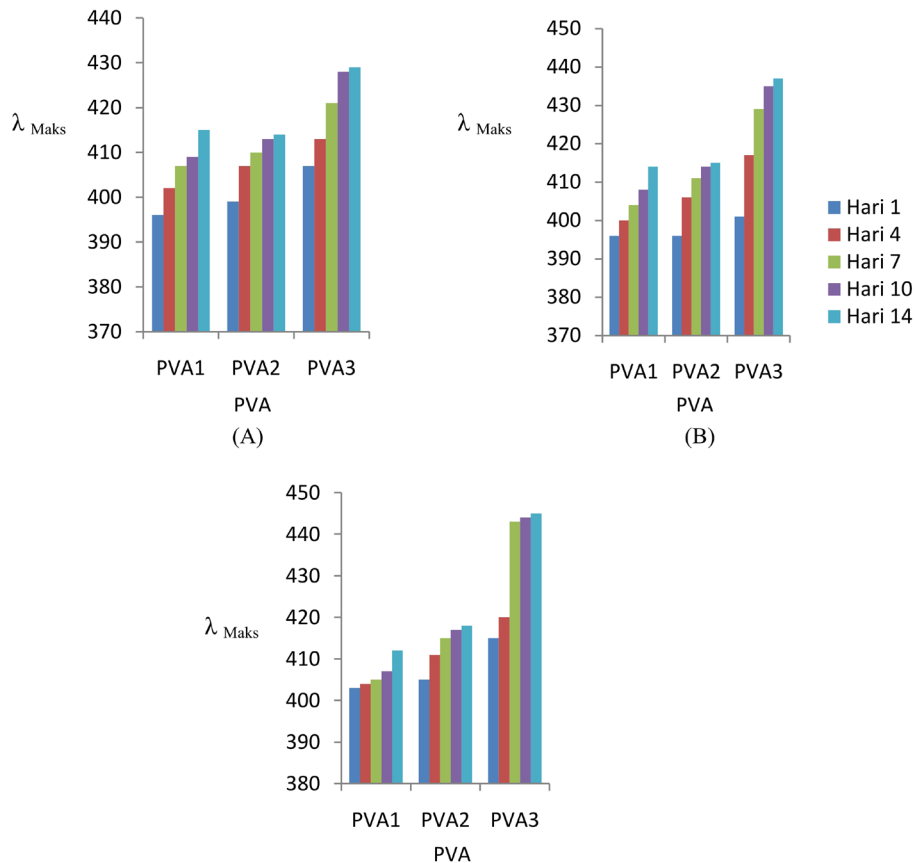
R1: dengan rasio mol EG/ Ag<sup>+</sup> 10:1

R2: dengan rasio mol EG/ Ag<sup>+</sup> 20:1

R3: dengan rasio mol EG/ Ag<sup>+</sup> 50:1

**Gambar 1. Koloid Nano Ag pada Penambahan PVA (A) 1% (B) 3% (C) 5%**

Gambar (B) merupakan koloid nanopartikel perak yang diharapkan dalam sintesis karena menghasilkan warna kuning pucat yang memiliki panjang gelombang maksimum dengan kisaran 410-420 nm. Hal ini menunjukkan kesesuaian dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa koloid nanopartikel hasil sintesis terbukti merupakan koloid dengan ukuran berskala nanometer. Zielinska (2009) melakukan sintesis *nanocube* perak menggunakan PVP sebagai stabilisator. Spektra koloid perak yang dihasilkan berada pada panjang gelombang maksimum 410 nm. Spektra tersebut menunjukkan bahwa ion perak telah tereduksi menjadi Ag<sup>0</sup> dalam fasa cairan.



**Gambar 2. Kestabilan Nano Ag pada Rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> (A) 10:1 (B) 20:1 (C) 50:1**

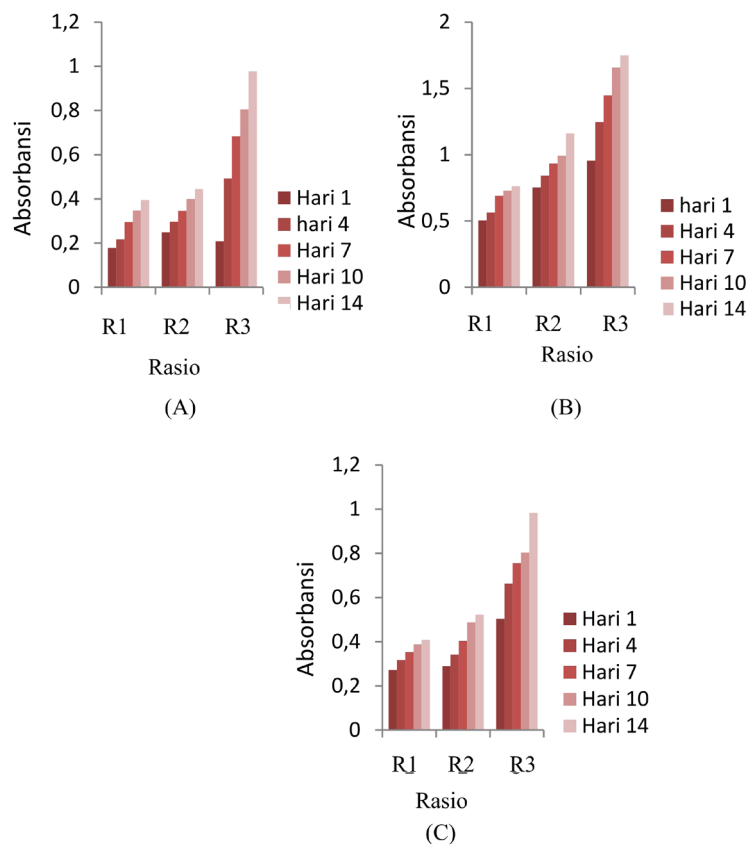
Gambar 4.7. menunjukkan bahwa penambahan %PVA mempengaruhi kestabilan nanopartikel perak. Panjang gelombang maksimum koloid hasil sintesis mengalami pergeseran tiap hari hingga pengukuran pada hari ke 14. Dari Grafik A, B dan C, nanopartikel perak dengan penambahan PVA 1 % memberikan hasil pengukuran panjang gelombang maksimum yang bergeser menjadi (415 nm, 414 nm, 412 nm) pada hari 14. Sedangkan pada penambahan PVA 3 % memberikan hasil pengukuran panjang gelombang maksimum yang bergeser menjadi (414 nm, 415 nm, 418 nm) pada hari 14. Akan tetapi pada penambahan PVA 5% justru memberikan hasil pengukuran panjang gelombang maksimum pergeseran hingga (429 nm, 437 nm, 445 nm) pada hari 14 dan terdapat endapan hitam pada sampel.

Penambahan PVA 1% menghasilkan nanopartikel perak yang cukup stabil karena terjadi pergeseran panjang gelombang maksimum yang kecil. Sedangkan penambahan PVA 3% menghasilkan nanopartikel perak yang relatif stabil karena terjadi pergeseran panjang gelombang maksimum yang paling kecil. Berbeda dengan penambahan PVA 5%, menghasilkan nanopartikel perak yang tidak stabil ditandai dengan pergeseran puncak absorbansi pada panjang gelombang maksimum lebih dari 420 nm (429 nm, 437 nm, 445 nm) dan terdapat endapan hitam pada sampel. Endapan hitam menunjukkan bahwa koloid nanopartikel perak mengalami aglomerasi.

Hal ini terjadi karena stabilisator berperan untuk mengontrol ukuran nanopartikel perak. Apabila konsentrasi stabilisator yang ditambahkan diatas kondisi optimum (>3%) dapat

mengakibatkan pencegahan stabilitas nanopartikel perak sehingga menyebabkan terjadinya proses aglomerasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Zhao, dkk. (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 diatas kondisi maksimum, justru menyebabkan stabilitas nanopartikel perak dapat terganggu.

Oleh karena itu, pada penelitian ini penambahan PVA 3% merupakan kondisi konsentrasi optimum dalam sintesis karena menghasilkan nanopartikel perak yang memiliki spektra panjang gelombang maksimum stabil yang ditandai dengan panjang gelombang maksimum yang tidak bergeser dan tetap berada pada kisaran 410-420 nm. Oleh karena itu, sampel dengan kode PVA2 selanjutnya akan dikarakterisasi menggunakan *Transmission Electron Microscopy* (TEM) untuk melengkapi data yang diperoleh menggunakan spektrofotometer UV-Vis.



**Gambar 3. Peningkatan Absorbansi Sampel pada Penambahan (A) PVA 1 % (B) PVA 3 % (C) PVA 5 %**

Gambar 3. menunjukkan bahwa absorbansi semakin meningkat seiring dengan berjalannya waktu dari hari 1 sampai dengan hari 14. Grafik A, B dan C menunjukkan pada rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> 10:1, koloid nanopartikel perak di hari 1 memiliki puncak absorbansi (0.179, 0.505 dan 0.271) kemudian pada hari 14 puncak absorbansi meningkat menjadi (0.394, 0.762 dan 0.409) sedangkan pada rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> 20:1, koloid nanopartikel perak di hari 1 memiliki puncak



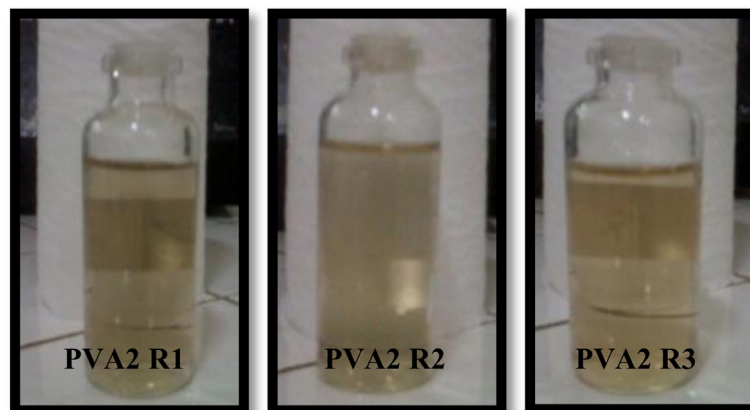
absorbansi (0.249, 0.752 dan 0.289) kemudian pada hari 14 puncak absorbansi meningkat menjadi (0.445, 1.16 dan 0.523). Berbeda lagi pada rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> 50:1, koloid nanopartikel perak di hari 1 memiliki puncak absorbansi (0.209, 0.954 dan 0.504) kemudian pada hari 14 puncak absorbansi meningkat menjadi (0.977, 1.749 dan 0.982).

Rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> 50:1 pada sintesis nanopartikel perak menunjukkan peningkatan absorbansi yang terlihat relatif signifikan dibandingkan dengan rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> 20:1 dan 10:1. Hal tersebut terjadi diperkirakan karena pengaruh volume reduktor yang digunakan paling besar dan volume AgNO<sub>3</sub> yang digunakan paling kecil. Volume reduktor yang besar (20 mL) membuat reduksi nanopartikel perak membutuhkan waktu yang lebih lama agar Ag<sup>+</sup> tereduksi menjadi Ag<sup>0</sup> seluruhnya sehingga terjadi peningkatan absorbansi secara signifikan.

Pada penelitian yang dilakukan Ariyanta (2013), sintesis nanopartikel perak menggunakan variasi konsentrasi reduktor juga menunjukkan adanya peningkatan absorbansi. Semakin tinggi konsentrasi reduktor mengakibatkan reduksi nanopartikel perak membutuhkan waktu yang lebih lama, nanopartikel perak yang terbentuk dari hari ke hari menjadi bertambah banyak dan absorbansi meningkat secara signifikan. Pada hari pertama sintesis, hanya sedikit Ag<sup>+</sup> yang telah tereduksi menjadi Ag<sup>0</sup> sehingga pada hari berikutnya mengalami peningkatan absorbansi yang signifikan agar Ag<sup>+</sup> tereduksi menjadi Ag<sup>0</sup> seluruhnya.

Pada penelitian ini, rasio mol EG / Ag<sup>+</sup> 50 : 1 (EG 20 mL : AgNO<sub>3</sub> 35 mL) dalam sintesis nanopartikel perak memberikan peningkatan absorbansi yang relatif signifikan. Berdasarkan hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, semakin tinggi rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> dalam sintesis nanopartikel perak, akan menghasilkan peningkatan absorbansi sampel yang signifikan.

Karakterisasi dilanjutkan dengan menggunakan TEM untuk mengetahui morfologi dan difraksi nanopartikel perak hasil sintesis. Kode sampel yang digunakan untuk karakterisasi TEM adalah PVA2 R1, PVA2 R2 dan PVA2 R3. Hasil foto TEM ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 5 sampai dengan 10.



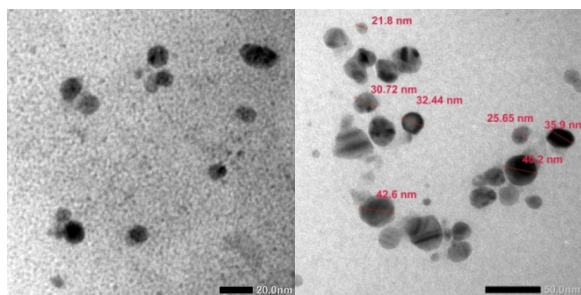
Keterangan:

PVA2 R1: Penambahan PVA 3% dengan rasio mol EG / Ag<sup>+</sup> 10:1

PVA2 R2: Penambahan PVA 3% dengan rasio mol EG / Ag<sup>+</sup> 20:1

PVA2 R3: Penambahan PVA 3% dengan rasio mol EG / Ag<sup>+</sup> 50:1

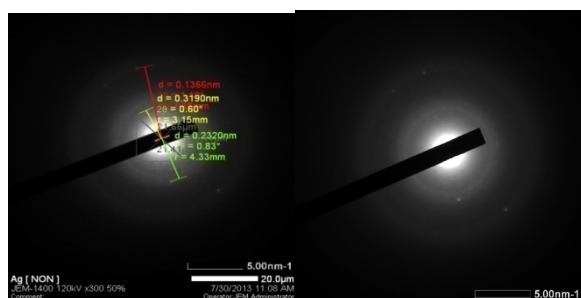
**Gambar 4. Sampel Nano Ag yang dikarakterisasi dengan TEM**



(A)

(B)

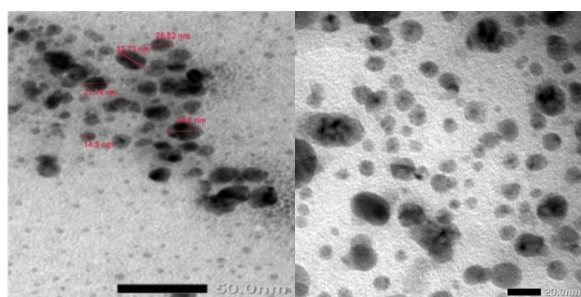
**Gambar 5.** Hasil foto TEM nanopartikel perak sampel II hasil sintesis pada perbesaran 150.000x (A) dan 100.000x (B)



(A)

(B)

**Gambar 6.** Pola difraksi nanopartikel perak sampel II sebelum (A) dan sesudah (B) terukur data difraksinya

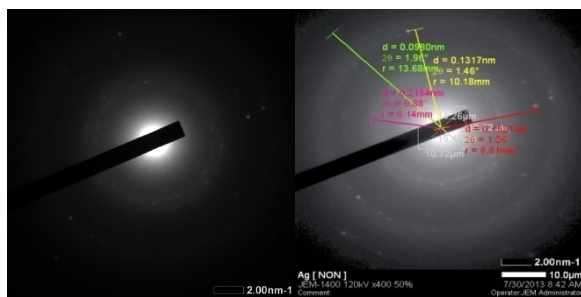


(A)

(B)

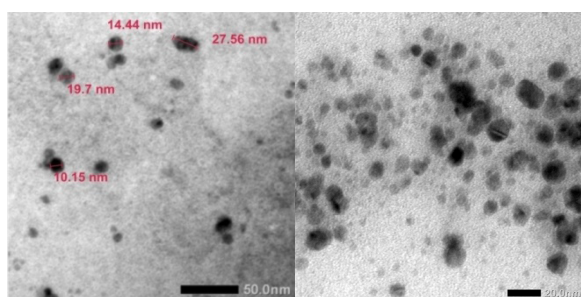
**Gambar 7.** Hasil foto TEM nanopartikel perak sampel V hasil sintesis pada perbesaran 150.000x(A) dan 100.000x (B)





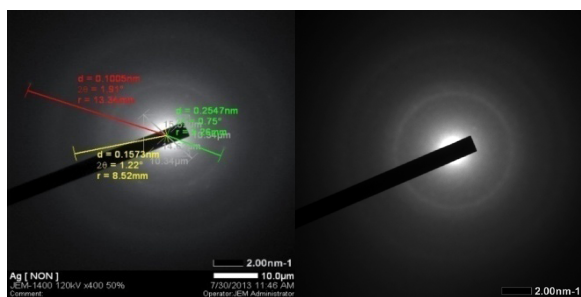
(A) (B)

Gambar 8. Pola Difraksi nanopartikel perak sampel V sebelum (A) dan sesudah (B) terukur data difraksinya



(A) (B)

Gambar 9. Hasil foto TEM nanopartikel perak sampel VIII hasil sintesis pada perbesaran 150.000x (A) dan 100.000x (B)



(A) (B)

Gambar 10. Pola difraksi nanopartikel perak sampel VIII sebelum (A) dan sesudah (B) terukur data difraksinya

**Tabel 1.** Ukuran nanopartikel perak menggunakan karakterisasi TEM

Kode sampel	PVA	AgNO <sub>3</sub> 1,0 x 10 <sup>-3</sup> M	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> 0.1 M	Ukuran terkecil (nm)	Ukuran terbesar (nm)
		50 ml	5 ml	21.8	42.6
PVA 2	3 %	45 mL	10 ml	14.5	34.6
		35 mL	20 ml	10.15	27.56

Hasil analisis TEM menunjukkan bahwa rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> 50 : 1 (EG 20 mL : AgNO<sub>3</sub> 35 mL) dapat menghasilkan ukuran partikel perak yang paling kecil yaitu 10,15 nm.

Menurut wahyudi, dkk. (2011) kelebihan reduktor dalam larutan ikut berperan dalam menstabilkan nanopartikel perak yang terbentuk. Penggunaan PVA 3% dalam sintesis juga dapat menghambat pertumbuhan nanopartikel perak, mencegah terjadinya aglomerasi sehingga partikel tidak tumbuh membesar. Hal ini yang mengakibatkan pada kode sampel PVA2 R3 menghasilkan ukuran partikel perak yang paling kecil, karena jumlah AgNO<sub>3</sub> kecil maka pengurangan AgNO<sub>3</sub> terlarut dalam EG juga kecil, sehingga koloid nanopartikel perak yang terbentuk berjumlah sedikit. Oleh karena itu, PVA dalam konsentrasi yang sama yang berperan mempertahankan dan menstabilkan nanopartikel perak yang berjumlah sedikit, secara efektif dapat menghasilkan nanopartikel perak yang memiliki ukuran yang kecil. Hal ini menunjukkan kesesuaian dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa koloid nanopartikel hasil sintesis terbukti memiliki distribusi morfologi dan ukuran partikel yang tergantung pada berbagai kondisi reaksi seperti konsentrasi AgNO<sub>3</sub>, rasio mol reduktor terhadap garam AgNO<sub>3</sub> (Kim, 2006).

Selain untuk melihat diameter nanopartikel perak, karakterisasi TEM juga digunakan untuk mengetahui difraksinya. Berdasarkan pola difraksinya, struktur kristal nanopartikel perak dapat ditentukan secara teoritik dan eksperimen. Secara teoritik struktur kristal dapat ditentukan menggunakan rumus pada Tabel 2. sampai dengan 4. seperti yang dijelaskan oleh Klug & Alexander (1974).

**Tabel 2.** Analisis Data Difraksi Nanopartikel Sampel II Secara Teoritik

No	2θ (°)	Sin <sup>2</sup> θ	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\min}}$	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\min}} \times 2$	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\min}} \times 3$	$\frac{m}{(h^2 + k^2 + l^2)}$	Hkl
1	0,60	2,742x10 <sup>-5</sup>	1	2	3	3	111
2	0,83	5,246x10 <sup>-5</sup>	2,580	5,160	7,740	8	220
3	1,40	1,493x10 <sup>-4</sup>	5,445	5,294	16,335	16	400

**Tabel 3.** Analisis Data Difraksi Nanopartikel Sampel V Secara Teoritik

No	2θ (°)	Sin <sup>2</sup> θ	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\min}}$	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\min}} \times 2$	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\min}} \times 3$	$\frac{m}{(h^2 + k^2 + l^2)}$	Hkl
1	0,88	5,897x10 <sup>-5</sup>	1	2	3	3	111
2	1,26	1,209x10 <sup>-4</sup>	1,470	2,294	4,41	4	200
3	1,46	1,623x10 <sup>-4</sup>	2,752	5,504	8,256	8	220
4	1,96	2,925x10 <sup>-4</sup>	5,293	10,586	15,880	16	400

**Tabel 4. Analisis Data Difraksi Nanopartikel Sampel VIII Secara Teoritik**

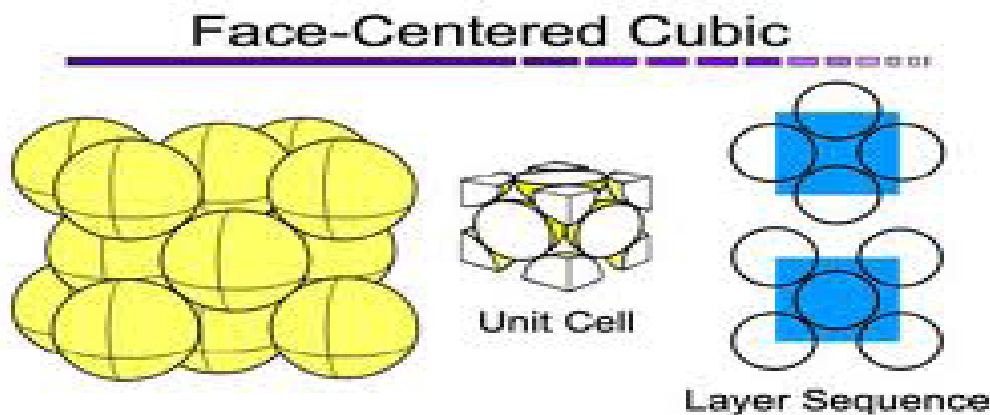
No	$2\theta$ ( $^{\circ}$ )	$\text{Sin}^2\theta$	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\text{min}}}$	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\text{min}}} \times 2$	$\frac{\text{Sin}^2\theta}{\text{Sin}^2\theta_{\text{min}}} \times 3$	$m$ ( $h^2 + k^2 + l^2$ )	Hkl
1	0,75	$4,284 \times 10^{-5}$	1	2	3	3	111
2	1,22	$1,133 \times 10^{-4}$	2,645	5,290	7,935	8	220
3	1,91	$2,778 \times 10^{-4}$	6,485	12,970	19,455	20	420

Nilai  $m$  yang diperoleh dari analisis data diatas dicocokkan dengan tabel penentuan struktur kristal untuk mengetahui susunan struktur kristal. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Penentuan Struktur Kristal Berdasarkan Nilai hkl (Ismul, 2011)**

Struktur Kristal	$h^2 + k^2 + l^2$
<i>Simple Cubic (SC)</i>	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,.....
<i>Body Centered Cubic (BCC)</i>	2,4,6,8,10,12,14,16,.....
<i>Face Centered Cubic (FCC)</i>	3,4,8,11,12,16,19,20,24,27,.....

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa nanopartikel perak pada penelitian ini mempunyai struktur *Face Centered Cubic (FCC)*. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa nanopartikel yang terbentuk merupakan nanopartikel perak sesuai JCPDS Ag yang mempunyai hkl {111}, {200}, {220}, {311}. Adapun ilustrasi struktur kristal nanopartikel perak ditunjukkan pada Gambar 11.



**Gambar 11. Struktur kristal *Face Centered Cubic (FCC)***

Hasil penelitian juga didukung oleh data eksperimen dengan mencocokkan data JCPDS Ag. Data eksperimen yang diperoleh dari hasil karakterisasi TEM dapat dilihat pada Tabel 6. sampai dengan 8.

**Tabel 6. Data difraksi nanopartikel perak sampel II**

No.	2 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	D		r (mm)
		(nm)	( $\text{Å}$ )	
1	0,60	0,3190	3,190	3,15
2	0,83	0,2320	2,320	4,33
3	1,40	0,1366	1,366	7,36

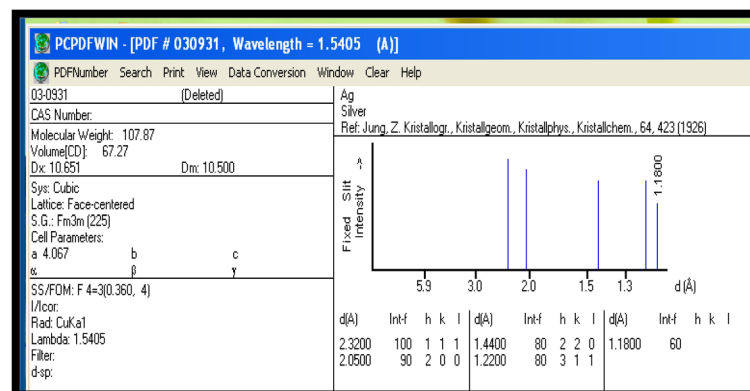
**Tabel 7. Data difraksi nanopartikel perak sampel V**

No.	2 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	D		r (mm)
		(nm)	( $\text{Å}$ )	
1	0,88	0,2184	2,184	6,14
2	1,26	0,1521	1,521	8,81
3	1,46	0,1317	1,317	10,18
4	1,96	0,0980	0,980	13,68

**Tabel 8. Data difraksi nanopartikel perak sampel VIII**

No.	2 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	D		r (mm)
		(nm)	( $\text{Å}$ )	
1	0,75	0,2547	2,547	5,26
2	1,22	0,1573	1,573	8,52
3	1,91	0,1005	1,005	13,34

Nilai  $d$  (jarak antar bidang) yang ditunjukkan pada Tabel 6. sampai dengan 8. memiliki kemiripan dengan nilai  $d$  pada JCPDS Ag. Kemiripan tersebut menunjukkan bahwa sampel II, sampel V dan sampel VII nanopartikel hasil sintesis pada penelitian ini merupakan nanopartikel perak. Sampel V merupakan sampel yang memiliki kemiripan yang lebih besar karena dari nilai  $d$  yang diperoleh, 3 diantaranya sama dengan nilai  $d$  pada JCPDS Ag yaitu {111}, {200}, {220}. JCPDS Ag dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Joint Committee on Powder Diffraction Standard (JCPDS) Ag**

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> 50 : 1 (EG 20 mL : AgNO<sub>3</sub> 35 mL) memberikan peningkatan absorbansi nanopartikel perak paling besar. Semakin tinggi rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> dalam sintesis nanopartikel perak akan menghasilkan peningkatan absorbansi sampel yang signifikan. Penambahan PVA 3% pada kode sampel PVA2 menghasilkan nanopartikel perak yang relatif stabil pada pengukuran panjang gelombang maksimum 417-418 nm. Oleh karena itu, Penambahan PVA 3% merupakan kondisi konsentrasi optimum dalam sintesis nanopartikel perak. Hasil analisis Spektrometer UV-Vis dan TEM menunjukkan bahwa kode sampel PVA2 R3 berdasarkan rasio mol EG/Ag<sup>+</sup> 50:1 dengan penambahan PVA 3% merupakan koloid nanopartikel perak yang relatif stabil dengan struktur kristal *Face Centered Cubic* (FCC) dengan ukuran terkecil yaitu 10.15 nm.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., & Khairurijal. 2010. *Karakterisasi Nanomaterial Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: CV. Rezeki Putera Bandung.
- Ariyanta, H.A. 2013. *Preparasi Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Penyebab Luka Infeksi*. Skripsi. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Guzman, M.G., Jean D., & Stephan G. 2009. Synthesis of Silver Nanoparticles by Chemical Reduction Method and Their Antibacterial Activity. *International Journal of Chemical and Biomolecular Engineering* 2: 3.
- Handaya A., J.A. Laksmono & A. Haryono. 2011. Preparasi Koloid Nanosilver Menggunakan Stabilizer Polivinil Alkohol dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Pada Bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. *Jurnal Kimia Indonesia*.
- Hosokawa, M., J. Nishino & Y. Kanno. 2007. *Nanoparticle Technology Handbook*, 1<sup>st</sup> edition, Elsevier Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK.
- Huang, H., Yang, X. 2006. Synthesis of polysaccharide-stabilized gold and silver. *Journal of nanoparticles: a green method. Carbohyd. Res.* 2004, 339, 2627-2631.
- Ismul, A. H., Sumariah, M. Dahlan, & Mohtar. 2011. Penentuan Struktur Kristal AlMg Alloy Dengan Difraksi Neutron. *Jurnal Fisika* Vol. 14 No. 2, 41 - 48.
- Kim D., S. Jeong & J. Moon. 2006. Synthesis of Silver Nanoparticles using The Polyol Process and The Influence of Precursor Injection. *Institute of Physics Publishing*, Vol. 17 No. 4019.
- Klug, H.P. & Alexander, L.E. 1974. *X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials*, (2nd Edition). California: University of California.
- Mailu, S. N., Tesfaye T.W., Peter M. Ndangili, Fanelwa R. Ngece, Abd A. Baleg, Priscilla G. Baker dan Emmanuel I. Iwuoha. 2010. Determination of Anthracene on Ag-Au Alloy Nanoparticles/Overoxidized-Polypyrrole Composite Modified Glassy Carbon Electrodes. *Sensors*. No. 10, hal 9449-9465
- Muttia, T., 2009. Peran Serat Alam untuk Bahan Baku Tekstil Medis Pembalut Luka (Wound Dressing). *Arena Tekstil*, 24 (2): 60-112.
- Mahendra, R., Yadav, Alka., Gade, Aniket. 2009. *Nanoparticles as a New Generation of Antimicrobials*, *Biotechnology Advances*, 27: 76 – 83.
- Rai, dkk. 2009. *Nanoparticles as a New Generation of Antimicrobials*, *Biotechnology Advances*,

27: 76 – 83.

- Sileikaite, A., Igoris P., Judita P., Algimantas J. & Asta G. 2006. Analysis of Silver Nanoparticles Produced by Chemical Reduction of Silver Salt Solution. *Materials Science*, Vol. 12 (4)
- Wahyudi, T., Doni S. & Qomarudin H. 2011. Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *E. coli* dan *S. Aureus*. *Arena Tekstil*. Vol 26 (1): 55-60.
- Willems & Wildenberg, V.D. 2005. *Roadmap Report on Nanoparticle*, W&W España s.l., Barcelona, Spain.
- Zhao, T., R. Sun, S. Yu, Z. Zhang, L. Zhou, H. Huang, R. Du. 2010. Size Controlled Preparation of Silver Nanoparticles by a Modified Polyol Method. *Journal of Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 366 (2010) 197- 202.
- Zielinska, A., E. Skwarek, A. Zaleska, M. Gazda, & J. Hupka. 2009. *Preparation of Silver Nanoparticles with Controlled Particle Size*, *Procedia Chemistry*, 1: 1560–1566.