

KAJIAN PENGARUH KONSENTRASI PERAK NITRAT TERHADAP UKURAN PARTIKEL PADA SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK

Ina Ristian*), Sri Wahyuni dan Kasmadi Imam Supardi

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Pebruari 2014
Disetujui Pebruari 2014
Dipublikasikan Mei 2014

Kata kunci:
nanopartikel perak
reduksi
antibakteri
binder cat

Abstrak

Kajian pengaruh konsentrasi perak nitrat (AgNO_3) terhadap ukuran partikel dalam sintesis nanopartikel perak telah dipelajari. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi perak nitrat terhadap ukuran partikel. Sintesis nanopartikel perak dilakukan menggunakan metode reduksi dengan variasi konsentrasi AgNO_3 yaitu $0,5 \times 10^{-3}$, $1,0 \times 10^{-3}$ dan $1,5 \times 10^{-3}$ M dan natrium sitrat sebagai zat pereduksi. Dari hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis, serapan panjang gelombang nanopartikel perak terjadi pada kisaran 419-421 nm. Identifikasi ukuran partikel dengan PSA menunjukkan nanopartikel perak yang disintesis mempunyai ukuran antara 13,9-54,3 nm. Hal ini didukung oleh karakterisasi menggunakan TEM yang menunjukkan terdapat partikel perak berukuran nano hingga mencapai 6,9 nm. Nanopartikel perak yang memiliki stabilitas paling baik diaplikasikan pada binder cat PVAc dan diuji kemampuan antibakterinya terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi AgNO_3 1×10^{-3} M merupakan konsentrasi optimum dalam menghasilkan nanopartikel perak yang cukup efisien dalam membunuh bakteri hingga 96,11%.

Abstract

Study of silver nitrate concentration influences to size measure of particle at silver nanoparticles synthesis was studied. The purpose of this study to know silver nitrate concentration influences to size measure of particle at silver nanoparticles synthesis. Synthesis of silver nanoparticles was done by chemical reduction method with varied of AgNO_3 concentration 0.5×10^{-3} , 1.0×10^{-3} and 1.5×10^{-3} M and sodium citrate as reducing agent. The UV-Vis spectrophotometer revealed the formation of silver nanoparticles by exhibiting the typical surface plasmon absorption at 419-421 nm. The particle size analyzer show that size of silver nanoparticles is about 13,9-54,3 nm. This result can confirmed by TEM. TEM photographs indicate that the silver nanoparticles consist of 6,9 nm. The most stable silver nanoparticles was applicated in binder paint PVAc and their performance for inhibition of microbial growth was evaluated through antimicrobial activity test for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The result of the silver nanoparticles with AgNO_3 1×10^{-3} M is an optimum concentration in the silver nanoparticles that can kill the bacteria until 96.11%.

Pendahuluan

Dewasa ini, peran nanoteknologi begitu penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk kesejahteraan kehidupan manusia. Nanoteknologi telah banyak menarik perhatian tidak hanya para ilmuwan dan peneliti, melainkan juga para pengusaha karena diyakini bahwa aplikasi nanoteknologi di berbagai bidang merupakan era revolusi industri di abad 21 dan memiliki prospek ekonomi yang sangat besar. Dengan nanoteknologi, dimungkinkan dapat dibuat material berukuran nano atau sering disebut nanopartikel. Nanopartikel memiliki banyak kegunaan antara lain sebagai detektor, katalis, zat pelapis permukaan, dan antibakteri.

Penelitian di bidang nanoteknologi telah menunjukkan terciptanya produk-produk baru dengan kinerja yang lebih baik. Hal ini mengarahkan penelitian kimia untuk mensintesis material berukuran nano. Salah satu nanopartikel yang banyak dipelajari adalah nanopartikel perak. Nanopartikel perak memiliki sifat yang stabil dan aplikasi yang potensial dalam berbagai bidang antara lain sebagai katalis, detektor sensor optik, dan agen antimikroba. Sebagian besar pemanfaatannya adalah sebagai agen antimikroba (Haryono, dkk; 2008).

Sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti metoda elektrokimia, reduksi kimia, *ultrasonic irradiation*, fotokimia, dan sonokimia. Sintesis nanopartikel perak yang paling sering digunakan yaitu reduksi kimia garam perak oleh natrium sitrat atau natrium borohidrat karena prosesnya sederhana dan mudah. Metode reduksi ini pernah dilakukan beberapa kali oleh para peneliti, diantaranya Guzman, dkk (2009) dan Mailu, dkk (2010). Guzman, dkk (2009) menggunakan perak nitrat sebagai prekursor, hidrasin hidrat sebagai agen pereduksi dan dua agen stabilisator yaitu natrium sitrat dan SDS. Begitu pula dengan Mailu, dkk (2010) yang juga menggunakan perak nitrat dan natrium sitrat. Namun, natrium sitrat disini digunakan sebagai agen pereduksi dan agen stabilisator sekaligus.

Sifat antibakteri nanopartikel perak dipengaruhi oleh ukuran partikel. Semakin kecil ukuran nanopartikel perak semakin besar efek antibakterinya (Guzman, dkk; 2009). Jika ukuran partikel semakin kecil, luas permukaan nanopartikel perak semakin besar sehingga meningkatkan kontak mereka dengan bakteri atau jamur, dan mampu meningkatkan efek-

tivitas bakterisida dan fungisida. Pada saat nanopartikel perak kontak dengan bakteri dan jamur maka nanopartikel perak akan berfungsi dalam mempengaruhi metabolisme sel dan menghambat pertumbuhan sel. Nanopartikel perak melakukan penetrasi dalam membran sel kemudian mencegah sintesis protein selanjutnya terjadi penurunan permeabilitas membran, dan pada akhirnya menyebabkan kematian sel (Montazer, dkk; 2012).

Berdasarkan pemaparan tersebut, maka penelitian ini menekankan pada teknik preparasi nanopartikel perak yaitu dengan menggunakan metode reduksi kimia dan kajian pengaruh konsentrasi garam perak terhadap ukuran partikel yang dihasilkan. Nanopartikel perak yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai bahan antibakteri pada binder sebagai bahan baku pembuatan cat tembok. Kondisi tembok sangat rentan dengan perkembangan bakteri terutama tembok yang lembab. Selain menimbulkan berbagai penyakit, bakteri juga menyebabkan bau tidak sedap di dalam ruangan. Beberapa jenis bakteri yang berbahaya seperti bakteri *Staphylococcus aureus*, penyebab penyakit kulit, infeksi luka bedah dan radang paru-paru, bakteri *Escherichia coli*, penyebab diare, kejang perut dan kegagalan ginjal. Hal tersebut dapat dihindari dengan mengaplikasikan cat tembok anti bakteri.

Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas (Pirex), oven, neraca analitik (Ohaus), *magnetic stirrer*, spektrofotometer UV-Vis, *Particle Size Analyzer* (PSA) dan *Transmission Electron Microscope* (TEM), cawan petri, *coloni counter*, jarum ose, inkubator, *autoclaf*, lampu spiritus. Bahan yang digunakan adalah perak nitrat (Sigma Aldrich), natrium sitrat (Merck), Polivinil Asetat (PVAc), aquades, Nutrien Broth (NB), Nutrien Agar (NA).

Dalam penelitian ini, nanopartikel perak disintesis dengan cara mereduksi AgNO_3 dengan trisodium sitrat. Sebanyak 50 mL AgNO_3 dengan konsentrasinya ($0,5 \times 10^{-3}$, $1,0 \times 10^{-3}$ dan $1,5 \times 10^{-3}$ M) dipanaskan sampai mendidih. Kemudian pada larutan ditambahkan 5 mL 1% trisodium sitrat tetes demi tetes sampai habis. Selama proses pemanasan, dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* sehingga larutan homogen. Pemanasan dilanjutkan sampai larutan berwarna kuning pucat. Kemudian pemanasan dihentikan tetapi tetap dilakukan pengadukan hingga temperatur campuran menjadi temperatur kamar.

Nanopartikel perak yang telah disintesis kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui karakteristik dari nanopartikel perak tersebut. Analisis yang dilakukan untuk karakterisasi yaitu menggunakan spektrofotometer UV-Vis, PSA dan TEM.

Sampel yang menghasilkan distribusi ukuran rata-rata terkecil di aplikasikan pada binder cat PVAc. Koloid nanopartikel perak dengan variasi 1, 2 dan 3 mL dicampurkan dengan 10 mL PVAc 1 % dilakukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 3 jam. Pencampuran dilakukan pada temperatur kamar (Yazdi, dkk; 2011). Selanjutnya campuran diuji kemampuan antibakterinya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan mengambil 1 mL campuran AgNP-PVAc kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi steril. Selanjutnya ditambahkan 2 mL NB sehingga volume total menjadi 3 mL. Kemudian ke dalam tabung reaksi dimasukkan 10 μ L suspensi bakteri. Lalu selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemampuan antibakteri dapat ditentukan melalui % reduksi dari bakteri yang mampu bertahan hidup. Kemampuan antibakteri dapat ditentukan melalui % reduksi dari bakteri yang mampu bertahan hidup. Persentase reduksi dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Reduksi \%} \left(\frac{\text{CFU}}{\text{mL}} \right) = \frac{B - A}{B} \times 100$$

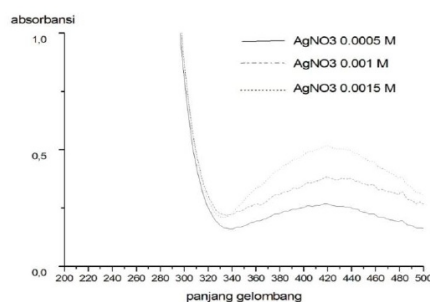
Hasil dan Pembahasan

Sintesis nanopartikel perak dengan variasi konsentrasi AgNO_3 ditunjukkan melalui Gambar 1. tampak bahwa larutan dari kiri ke kanan semakin tua warna kuningnya. Larutan paling kiri menggunakan AgNO_3 dengan konsentrasi paling rendah dan semakin ke kanan semakin besar. Hal ini memberikan pengaruh terhadap ukuran partikel yang dihasilkan. Dari kiri ke kanan rata-rata ukuran partikel yang dihasilkan semakin kecil. Reaksi kimia yang terjadi adalah:



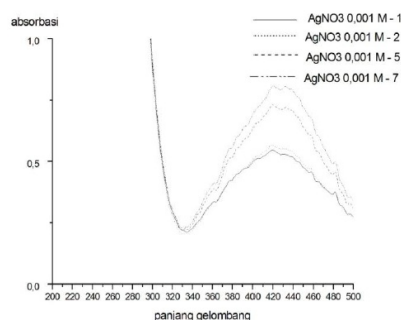
Gambar 1. Koloid nanopartikel perak menggunakan metode reduksi dengan variasi konsentrasi AgNO_3

Pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada koloid nanopartikel perak dilakukan pada rentang panjang gelombang 200 -500 nm. Reduksi ion perak terlihat secara fisis dari perubahan warna larutan yaitu dari tak berwarna menjadi kuning pucat sehingga pada pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis nanopartikel perak koloidal memberikan puncak absorpsi pada panjang gelombang di sekitar 410 nm yang merupakan puncak serapan khas nanopartikel perak. Hasil pengukuran nanopartikel perak koloidal pada daerah panjang gelombang 200-500 nm ditunjukkan pada Gambar 2.



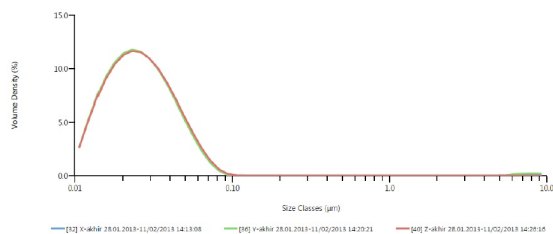
Gambar 2. Spektrum UV-Vis nanopartikel perak dengan variasi konsentrasi AgNO_3

Pengukuran spektrum serapan menggunakan spektrofotometer UV-Vis juga dapat digunakan untuk mengetahui kestabilan nanopartikel perak koloidal hasil sintesis berdasarkan fungsi waktu. Kestabilan larutan koloid nanopartikel perak dapat diketahui dari terjadinya perubahan puncak serapannya (Wahyudi, dkk; 2011). Jika terjadi pergeseran puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar menunjukkan bahwa larutan koloid nanopartikel perak kurang stabil dikarenakan telah terjadi aglomerasi. Jika nanopartikel perak teraglomerasi maka warna dari larutannya akan berubah sehingga puncak serapan panjang gelombangnya akan bergeser. Koloid nanopartikel perak yang memiliki kestabilan paling baik yaitu koloid nanopartikel perak dengan AgNO_3 $1,0 \times 10^{-3}$ M. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan Gambar 3.



Gambar 3. Stabilitas nanopartikel perak dengan konsentrasi prekursor AgNO_3 $1,0 \times 10^{-3}$ M

Penentuan ukuran nanopartikel perak serta distribusinya dilakukan menggunakan PSA dan TEM. Hasil identifikasi menggunakan PSA menunjukkan ukuran nanopartikel perak hasil sintesis yaitu antara 13,9-54,3 nm (Gambar 4). Namun dengan melihat persentase volume, nanopartikel perak dengan konsentrasi AgNO_3 $1,0 \times 10^{-3}$ M memiliki partikel dengan ukuran dibawah 50 nm lebih besar dibandingkan dengan AgNO_3 $0,5 \times 10^{-3}$ M maupun AgNO_3 $1,5 \times 10^{-3}$ M. Berbeda dengan "Y" yang memiliki 93,18% partikel perak dengan ukuran dibawah 50 nm, sampel dengan konsentrasi prekursor AgNO_3 $0,5 \times 10^{-3}$ M dan AgNO_3 $1,5 \times 10^{-3}$ M (X dan Z) memiliki persentase volume berturut-turut adalah 93,08% dan 92,9%. Hal ini menunjukkan bahwa sampel Y dengan konsentrasi AgNO_3 $1,0 \times 10^{-3}$ M mempunyai ukuran rata-rata terkecil dengan persentase volume lebih banyak dibandingkan Z (konsentrasi AgNO_3 $1,5 \times 10^{-3}$ M). Hal ini dibuktikan dengan hasil identifikasi menggunakan TEM yang menunjukkan bahwa nanopartikel perak yang dihasilkan memiliki ukuran dalam skala nano dengan ukuran terkecil yang terukur adalah sebesar 6,94 nm. Hasil identifikasi menggunakan PSA ditunjukkan Gambar 4 dan distribusi ukuran nanopartikel perak ditunjukkan pada Tabel 1.



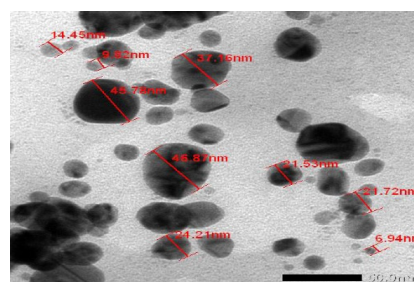
Gambar 4. Ukuran nanopartikel perak dengan variasi konsentrasi perak nitrat

Tabel 1. Distribusi ukuran nanopartikel perak hasil sintesis

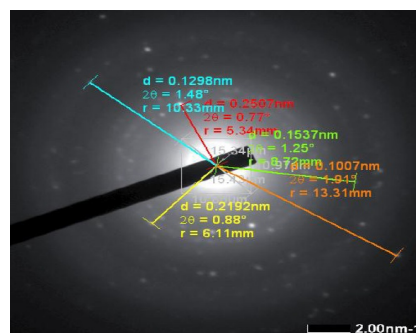
AgNO_3 (M)	Dx 10 (nm)	Dx 50 (nm)	Dx 90 (nm)	D[4,3] (nm)
$0,5 \times 10^{-3}$ M	13,8	24,5	46,6	40,0
$1,0 \times 10^{-3}$ M	14,4	27,2	54,3	31,3
$1,5 \times 10^{-3}$ M	14,4	27,0	54,1	31,1

Dari tabel tersebut terlihat bahwa ketiga sampel memiliki partikel dengan ukuran maksimum yang dapat terukur yaitu sebesar 14,4 nm pada persentase volume sampel 10% (Dx 10 (nm)). Nanopartikel perak dengan konsentrasi prekursor paling besar memiliki ukuran rata-rata terkecil yaitu 28,6 nm. Namun pada Dx 50 (nm) dan Dx 90 (nm) tampak bahwa sampel dengan prekursor AgNO_3 $1,0 \times 10^{-3}$ M menghasilkan ukuran maksimum yang dapat terukur yaitu berturut-turut sebesar 24,8 dan 47,9 nm. Pada

D[4,3] (nm) sampel dengan AgNO_3 $1,0 \times 10^{-3}$ M memiliki distribusi ukuran rata-rata paling besar mencapai 73,6 nm. D[4,3] (nm) menunjukkan ukuran rata-rata dari keseluruhan sampel yang diukur sehingga sangat sensitif terhadap keberadaan partikel yang lebih besar (Malvern Instrumen Limited; 2012). Berdasarkan data distribusi ukuran partikel, pada sampel "Y" (AgNO_3 $1,0 \times 10^{-3}$ M) memiliki 0,58% partikel berukuran besar sehingga menyebabkan ukuran rata-rata menjadi besar namun 93,18% dari volume sampel memiliki ukuran dibawah 50 nm. Hasil analisa TEM dapat dilihat pada Gambar 5 yang menunjukkan diameter nanopartikel perak dan membuktikan bahwa partikel perak yang dihasilkan memiliki ukuran dalam skala nano. Hasil analisa TEM juga diperoleh data difraksi nanopartikel perak untuk menentukan struktur kristalnya. Pola difraksi nanopartikel perak pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Hasil analisa nanopartikel perak menggunakan TEM



Gambar 6. Pola difraksi nanopartikel perak dari pengukuran TEM

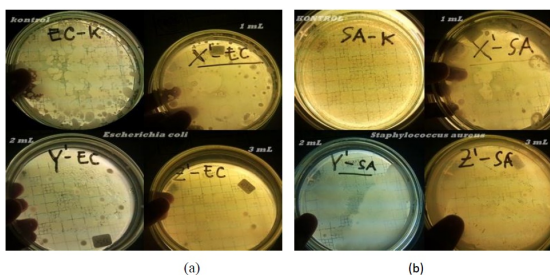
Secara teoritik, struktur kristal nanopartikel perak dapat ditentukan berdasarkan nilai hkl. Dari Gambar 6 didapatkan nilai hkl {111}, {200}, {220} dan {311}. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nanopartikel perak pada penelitian ini mempunyai struktur *Face Centered Cubic* (FCC) karena menunjukkan bahwa nanopartikel yang terbentuk merupakan nanopartikel perak sesuai JCPDS Ag. Nanopartikel perak yang memiliki distribusi ukuran kecil dan stabilitas yang baik yang kemudian dicampur

dengan binder cat PVAc dalam penelitian ini yaitu sampel dengan konsentrasi $1,0 \times 10^{-3}$ M. Proses pencampuran yang dilakukan menggunakan variasi volume nanopartikel perak untuk membuktikan efisiensi antibakteri nanopartikel perak terhadap aktivitas bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Berikut hasil uji kemampuan antibakteri selengkapnya secara kuantitatif pada campuran AgNP-PVAc terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Tabel 2. Persentase reduksi bakteri

No.	Nanopartikel perak : PVAc	% Reduksi bakteri EC	% Reduksi bakteri SA
1.	1 : 10	78,12%	96,11%
2.	2 : 10	91,01%	97,88%
3.	3 : 10	98,82%	99,64%

Pengujian antibakteri nanopartikel perak dilakukan untuk membuktikan bahwa nanopartikel perak memiliki kemampuan antibakteri yang baik dalam campuran. Proses pengujian kemampuan antibakteri dari campuran AgNP-PVAc dilakukan secara kuantitatif. Secara kuantitatif digunakan untuk menghitung persentase reduksi bakteri (% R) pada campuran AgNP-PVAc. Persentase reduksi bakteri merupakan perbandingan jumlah koloni bakteri sebelum dan sesudah dikontakkan dengan binder cat PVAc. Dari hasil pengujian persentase reduksi bakteri *Escherichia coli* tertinggi terdapat pada campuran AgNP-PVAc dengan volume nanopartikel perak sebesar 3 mL yaitu mencapai 98,82%. Demikian pula untuk persentase reduksi bakteri *Staphylococcus aureus* tertinggi sebesar 99,64% yaitu campuran AgNP-PVAc dengan volume nanopartikel perak sebesar 3 mL. Hasil uji kemampuan antibakteri campuran dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Uji kuantitatif kemampuan antibakteri campuran AgNP-PVAc pada bakteri (a) *Escherichia coli* dan (b) *Staphylococcus aureus*

Simpulan

Konsentrasi AgNO_3 dalam sintesis nanopartikel perak berpengaruh terhadap ukuran partikel yang dihasilkan. Dalam penelitian ini konsentrasi AgNO_3 1×10^{-3} M merupakan konsentrasi optimum dalam sintesis nanopartikel perak dengan ukuran partikel mencapai 6,9 nm. Nanopartikel perak terbukti efisien menghambat pertumbuhan bakteri. Dalam penelitian ini 1 mL nanopartikel perak yang digunakan dalam campuran telah mereduksi 78% bakteri *Escherichia coli* dan 96,11% terhadap *Staphylococcus aureus*.

Daftar Pustaka

- Haryono A., Dewi S., Harmami S.B. dan Randy M. 2008. Sintesa Nanopartikel Perak dan Potensi Aplikasinya. *Jurnal Riset Industri*. Vol. 2 (3) hal 156-163
- Guzman M.G., Jean D. dan Stephan G. 2009. Synthesis of silver nanoparticles by chemical reduction method and their antibacterial activity. *International Journal of Chemical and Biomolecular Engineering*. 2: 3
- Mailu S.N., Tesfaye T.W., Peter M., Ndangili, Fanelwa R., Ngece A.A., Baleg P., Baker G. and Emmanuel I.I. 2010. Determination of Anthracene on Ag-Au Alloy Nanoparticles / Overoxidized-Polypyrrole Composite Modified Glassy Carbon Electrodes. *Sensors*. No. 10: 9449-9465
- Montazer M., Hajimirzababa H., Rahimi M.K., Alibakhshi S. 2012. Durable Anti-bacterial Nylon Carpet Using Colloidal Nano Silver. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. Vol. 20. No.4 (93): 96-101
- 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) hal 55-60
- Yazdi M.M., Malihe P., Babak K. 2011. Synthesis of Latex Based Antibacterial Acrylate Polymer/Nanosilver via In Situ Miniemulsion Polymerization. *Macromolecular Research*. Vol. 19. No. 3: 243-249