

## SINTESA NANOPARTIKEL PERAK DAN POTENSI APLIKASINYA (SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLE AND ITS APPLICATION)

Agus Haryono, Dewi Sondari, Sri Budi Harmami dan Muhammad Randy  
Polymer Chemistry Group, Pusat Penelitian Kimia  
[haryonolipi@yahoo.com](mailto:haryonolipi@yahoo.com), [agus.haryono@lpi.go.id](mailto:agus.haryono@lpi.go.id)

### ABSTRAK

Tulisan ini menurukan beberapa metode sintesis nanopartikel perak yang sudah dilakukan. Salah satu metode sintesa nanopartikel perak yang dilakukan adalah dengan metode reduksi kimia dari larutan perak nitrat. Potensi aplikasi nanopartikel perak antara lain sebagai katalis, detektor sensor optik dan agen antimikroba. Salah satu aplikasi nanopartikel perak yang sudah banyak dipasarkan adalah produk dengan agen antimikroba. Karena produk komersial yang menggunakan nanopartikel perak sudah cukup banyak beredar di pasaran, maka dilakukan kajian menyeluruh terhadap sisi keamanan terhadap kesehatan dan lingkungan.

**Kata Kunci:** *Nanopartikel perak, metoda sintesa, aplikasi, agen antimikroba.*

### ABSTRACT

Research and development of silver nanoparticle has been done intensively by many researchers in the world. This paper described several method on the synthesis of silver nanoparticle. Among them, the simplest method to synthesize silver nanoparticle was: the chemical reduction method of silver nitrate solution. Silver nanoparticle was synthesized in the various reaction temperature (90, 100 and 110°C). The obtained silver nanoparticles were characterized by using of Particle Size Analyzer, Scanning Electron Microscopy and UV-vis Spectroscopy. In the nanometer scale, silver (Ag) has a big potential in the application, such as catalyst, sensor and anti-microbial agent. There are many commercial products of the food packaging and medical devices using silver nanoparticle as the anti-microbial agent. As the applications of silver nanoparticle has been widely commercialized, the potential health and environmental risk must be studied carefully.

**Keywords :** *silver nanoparticle, synthesis method, application, antimicrobial agent*

### PENDAHULUAN

Nanopartikel telah diteliti secara intensif karena keunikan sifat fisik, reaktivitas kimia, dan potensi aplikasinya yang berdampak pada dunia akademik dan industri. Ada dua metoda besar untuk membuat nanopartikel, yaitu metoda *top-down* dan metoda *bottom-up*. Metoda *top-down* dapat dilakukan dengan melakukan *milling* atau metoda korosi atau abrasi dengan penambahan asam. Sedangkan metoda *bottom-up* dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti: kimia, elektrokimia, radiasi, fotokimia, abrasi laser, dan lain-lain. Dibandingkan dengan metoda *top-down*, maka preparasi nano-

partikel dengan metoda *bottom-up* mampu membuat nanopartikel dalam ukuran antara 1 sampai 10 nm. Selain itu, nanopartikel yang dibuat dengan metoda *bottom-up* memiliki stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan pembuatan metoda *top-down*.

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

Koloid logam perak pertama kali dipreparasi lebih dari satu abad yang lalu. Nanopartikel emas, besi dan perak sudah banyak diteliti dan diaplikasikan di berbagai produk komersial. Di antara nanopartikel logam, nanopartikel perak banyak mendapat perhatian karena sifat fisik dan kimianya. Koloid perak telah lama diketahui memiliki sifat antimikroba dan juga ramah lingkungan. Kemampuan antimikroba perak dapat membunuh semua mikroorganisme patogenik, dan belum dilaporkan adanya mikroba yang resisten terhadap perak.

Sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan berbagai cara. Di antara metode pembuatan nanopartikel perak yang sudah ada, metode *wet-chemical* adalah metode yang paling populer. Sintesis koloid nanopartikel perak dengan reduksi kimia dari larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) merupakan metode yang sering dilakukan karena prosesnya sederhana, menggunakan senyawa pereduksi berupa trisodium sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3$ ).

Selain itu terdapat metode *reverse micell systems* untuk melakukan sintesis nanopartikel perak. Metode ini menggunakan cairan superkritik, dalam *reverse micelle* ammonium perfluoropolietil (PFPE- $\text{NH}_4$ ). Stabilisasi intermediet nanopartikel difasilitasi oleh lingkungan akibat adanya surfaktan PFPE- $\text{NH}_4$  dalam lingkungan air.

Metoda ketiga sintesis nanopartikel perak adalah dengan menggunakan *hydroxyl functionalized ionic liquids* (HFILs) dan *hydroxyl functionalized cationic surfactants* (HFCSSs) sebagai reduktan dan agen protektif. Metode ini merupakan sintesis nanopartikel perak kristalin monodispers dalam sistem air menggunakan kation yang ter-mono dan dihidrokilasi dan surfaktan kationik berbasis 1,3-disubstitusi imidazolium kation dan anion halogen.

Metoda terakhir adalah sintesis nanopartikel perak dengan menggunakan strain *Fusarium oxysporum*. Pada metode ini, sintesis nanopartikel perak dilakukan secara ekstraseluler oleh *Fusarium oxysporum* dalam larutan  $\text{AgNO}_3$  dengan cara enzimatik.

Pada penelitian ini, pembuatan nanopartikel perak dilakukan dengan metode reduksi kimia dari larutan perak nitrat, karena metode ini paling mudah dan sederhana. Selain itu hasil dari metode ini berupa koloid perak yang berukuran

seragam dan relatif stabil. Nanopartikel perak yang dihasilkan dikarakterisasi dengan *Particle Size Analyzer* (PSA), *UV-Vis spectroscopy* dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Di bagian akhir tulisan ini, dipaparkan juga tentang potensi aplikasi nanopartikel perak dan hal-hal spesifik yang perlu diperhatikan ketika mengaplikasikan ke dalam suatu produk.

## BAHAN DAN METODA

### A. Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan adalah perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dari Sigma Aldrich (Singapore), Trisodium sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3$ ) dari Sigma Aldrich (United Kingdom) dan akuades. Sedangkan alat yang digunakan adalah *hot plate*, *magnetic stirrer*, labu leher tiga, dan kondensor sebagai pendingin balik.

### B. Metode

Pembuatan koloid nanopartikel perak dilakukan dengan proses reduksi kimia dari larutan  $\text{AgNO}_3$  dimana sebagai pereduksi digunakan sodium sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3$ ). Perak nitrat dilarutkan ke dalam 150 ml air di dalam labu leher tiga, selanjutnya dipanaskan dengan variasi suhu yaitu  $90^\circ\text{C}$ ,  $100^\circ\text{C}$  dan  $110^\circ\text{C}$ . Kemudian larutan ditambahkan 15 ml Trisodium sitrat 1 % tetes demi tetes selama proses pemanasan, sambil dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik sehingga larutan homogen dan larut sempurna.

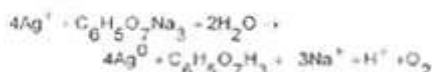
Pemanasan dilanjutkan sampai larutan berubah warna menjadi warna kuning agak pekat. Kemudian proses pemanasan larutan dihentikan dan larutan didinginkan pada suhu kamar dengan tetap dilakukan pengadukan. Selanjutnya koloid nanopartikel perak yang terbentuk dikarakterisasi dengan analisa UV-Vis Spektroskopi, PSA (*Particle Size Analyzer*) dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui struktur nanopartikel perak. Analisa UV-Vis spektroskopi dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol. Sebelum dilakukan pengukuran UV-Vis spektrum, terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap etanol p.a. sebagai standar. Hasil pengukuran UV-Vis spektrum, dibandingkan antara sebelum dan setelah proses reduksi terhadap koloid perak.

Analisa PSA dilakukan dengan mendispersikan nanopartikel perak ke dalam

larutan heksan. Hasil yang diambil adalah nilai rata-rata dari tiga kali pengukuran PSA. Analisa SEM dilakukan dengan mengeringkan terlebih dahulu nanopartikel perak dari kandungan pelarut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketika perak nitrat dilarutkan ke dalam air, maka terjadi disosiasi menjadi ion perak positif ( $Ag^+$ ) dan ion nitrat negatif ( $NO_3^-$ ). Untuk mengubah ion perak positif menjadi perak padat diperlukan proses reduksi dengan menerima elektron dari donor. Reduksi ion perak kation dilakukan di dalam larutan etanol. Mekanisme reaksi yang terjadi adalah:



Ukuran nanopartikel perak dapat dikontrol dengan berbagai cara. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengatur jenis atau konsentrasi dari agen pereduksinya. Setelah ion perak direduksi, maka logam perak akan terbentuk dan mulai tumbuh membesar. Ukuran partikel perak akan terhenti pada posisi kesetimbangan antara ion perak ( $Ag^+$ ) dan logam perak ( $Ag^0$ ).

Dalam hal ini nanopartikel perak akan berukuran kecil apabila menggunakan agen pereduksi yang cepat. Reaksi reduksi yang cepat akan membentuk nanopartikel yang banyak pada permulaan proses sintesanya. Jumlah nanopartikel yang banyak ini akan menghambat pertumbuhan nanopartikel perak yang besar. Konsentrasi larutan yang homogen dapat membantu terbentuknya nanopartikel yang homogen.

### 1. Ukuran Partikel

Hasil analisa ukuran partikel pada koloid perak menggunakan alat PSA dengan variasi suhu reaksi pada suhu 90°C, 100°C dan 110°C dapat dilihat pada Gambar 1. Ternyata pada suhu reaksi 100°C ukuran partikel koloid perak yang dihasilkan adalah 19,9 nm. Dari variasi suhu reaksi diatas pada 100°C dihasilkan ukuran partikel perak yang paling kecil. Suhu 100°C adalah titik didih dari air yang digunakan sebagai pelarut pada sintesa nanopartikel perak. Pada suhu reaksi 90°C, larutan reaksi belum mencapai titik didih, sehingga reaksi menjadi lambat.

Akibatnya pertumbuhan partikel nano perak menjadi sulit dikontrol, dan partikel perak cenderung menjadi besar.

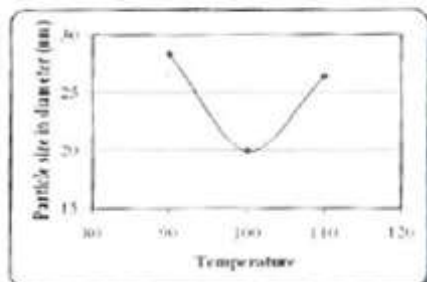
Demikian juga ketika suhu reaksi adalah 100°C, pembentukan nanopartikel terganggu oleh adanya panas yang berlebih. Diperkirakan terjadi proses aglomerasi antara nanopartikel setelah proses pembentukan logam perak nano.

### 2. Hasil Scanning Electron Microscopy

Nanopartikel perak mempunyai karakteristik yang mudah beraglomerasi antar sesamanya dan mudah teroksidasi, sehingga pada umumnya pada proses pembentukan nanopartikel perak disertakan juga senyawa lain sebagai stabilizer. Senyawa yang digunakan biasanya adalah polimer. Diharapkan lapisan polimer yang melapisi nanopartikel perak ini mampu menjadi dinding penghalang terjadinya proses aglomerasi dan proses oksidasi yang tidak diinginkan. Dalam memilih senyawa stabilizer perlu dipertimbangkan sifat dan jenis pelarut yang digunakan.

Pada penelitian ini tidak digunakan stabilizer untuk menjaga nanopartikel perak dari terjadinya proses aglomerasi antar sesama nanopartikel perak. Dengan demikian nanopartikel yang dihasilkan pada proses pertumbuhan dapat mengalami proses aglomerasi dan ukuran nanopartikel yang dibentuk menjadi lebih besar dari perkiraan awal dengan PSA.

Pengamatan permukaan nanopartikel dengan SEM merupakan metoda pengamatan yang sangat penting. Prinsip kerja dari SEM ini hampir sama dengan cara kerja mikroskop optik. Dari Gambar 2 dapat dilihat morfologi struktur nanopartikel perak yang terjadi pada koloid nanopartikel



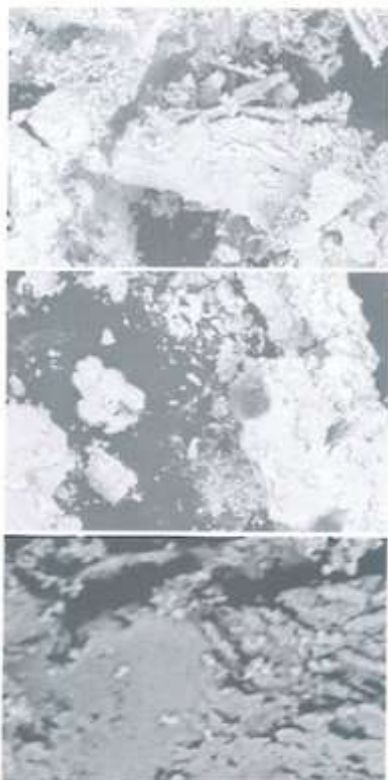
Gambar 1. Pengaruh suhu reaksi terhadap ukuran partikel koloid perak.

perak dengan variasi suhu reaksi. Ukuran nanopartikel menjadi jauh lebih besar, karena analisa SEM dilakukan beberapa waktu setelah analisa PSA. Diperkirakan nanopartikel perak telah mengalami proses aglomerasi antar sesamanya.

Selain itu masih terdapat pelarut yang tersisa di dalam nanopartikel perak. Keberadaan pelarut ini dapat mengganggu analisa SEM, seperti terlihat dalam Gambar 2. Pemanasan dalam suhu tinggi (500°C) atau pemanasan dengan microwave dapat mengatasi masalah ini, sekaligus membentuk nanopartikel perak dengan sifat monodispersi.

### 3. Hasil UV-VIS Spektrokopi

Analisa absorbansi dapat sekaligus menunjukkan sifat optik dari suatu material.



**Gambar 2.** Struktur morfologi nanopartikel koloid perak dari hasil analisa SEM (A : suhu reaksi 90 °C, B :suhu 100 °C dan C , suhu 110 °C)

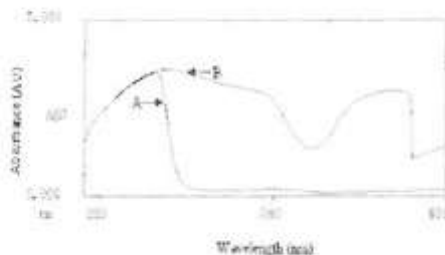
Di dalam bidang nanosains dan nanoteknologi, analisa UV-VIS spektrokopi dapat juga digunakan untuk memprediksi ukuran dan bentuk nanopartikel. Selain itu, analisa absorbansi ini juga merupakan jenis analisa tercepat dan termudah untuk mengetahui apakah nanopartikel telah terbentuk. Hasil analisa UV-Vis spektra ini masih perlu diperkuat dengan analisa yang lain seperti PSA dan SEM atau TEM.

Pengukuran UV-Vis spektrokopi pada koloid nanopartikel perak dilakukan pada rentang panjang gelombang 190 – 400 nm. Setelah proses reduksi, absorbansi tampak pada rentang panjang gelombang 200 – 390 nm, dengan puncak terjadi pada panjang gelombang 370 nm (Gambar 3). Hal ini merupakan indikasi bahwa terbentuk ukuran nanopartikel perak. Sebaliknya adanya puncak pada panjang gelombang 240 nm merupakan indikasi senyawa  $Ag^+$  pada larutan. Puncak gelombang ini terindikasi berkurang atau hilang setelah selesainya proses reduksi.

Puncak plasma dan lebar penuh dari setengah puncak maksimum tergantung pada tingkat agregasi koloid. Perubahan spektrum UV-Vis pada Gambar 3 menunjukkan terjadinya proses ionisasi yang menghasilkan  $Ag^0$  bebas.

### 4. Potensi Aplikasi Nanopartikel Perak

Sejak berhasil disintesis, nanopartikel perak telah banyak diaplikasikan diberbagai bidang. Sebagian besar pemanfaatannya adalah sebagai agen anti-mikroba. Produk-produk yang menggunakan nanopartikel perak sebagai agen antimikroba telah banyak dipasarkan. Selain itu, telah dipelajari juga potensi nanopartikel perak



**Gambar 3** UV-Vis spektra dari nanopartikel perak (A: sebelum proses reduksi dengan trisodium sitrat, B: setelah proses reduksi)

sebagai katalis dan detektor sensor. Beberapa bentuk aplikasi nanopartikel perak yang sudah ada juga dibahas di dalam tulisan ini.

#### a. Sebagai Katalis

Salah satu aplikasi nanopartikel perak yang digunakan adalah sebagai katalis. Nanopartikel perak yang dimobilisasi pada silika telah diuji kemampuan katalisnya untuk mereduksi zat warna menggunakan natrium borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ). Pengujian pada reaksi reduksi pewarna dilakukan karena kemudahan deteksi perubahan warna ketika terjadi reduksi. Penambahan nanopartikel perak pada reduksi menyebabkan perubahan warna lebih cepat terjadi, yang berarti reaksi reduksi juga berlangsung lebih cepat.

Nanopartikel perak berperan sebagai elektron relay yang membantu transfer elektron dari ion  $\text{BH}_4^-$  ke zat warna, sehingga menyebabkan percepatan reduksi zat warna. Ion  $\text{BH}_4^-$  yang nukleofilik menyumbangkan elektronnya kepada partikel perak, sementara zat warna yang elektrofilik menangkap elektron dari partikel perak. Luas permukaan nanopartikel perak yang sangat besar, menjadikan fungsinya sebagai katalis menjadi sangat optimal.

#### b. Sebagai Sensor Optik *Real Time*

Sensor optik dengan sensitivitas zeptomol ( $10^{-21}$ ) merupakan kemungkinan lain potensi aplikasi nanopartikel perak. Dengan menggunakan *surface plasmon resonance (SPR) effect*, nanopartikel perak memiliki sensitivitas tinggi dan pengukuran dapat dilakukan *real-time*. Nanopartikel perak digunakan sebagai detektor pada sensor optik. Kemungkinan aplikasi sensor adalah pada deteksi *in vivo*. Dimungkinkan juga untuk memantau jumlah spesi kimia di dalam sel selain memantau proses dinamik yang berlangsung.

Sama halnya dengan logam mulia yang lain seperti emas dan platina, logam perak juga memiliki kemampuan untuk mengikat senyawa organik dengan suatu ikatan kovalen yang relatif kuat. Kemampuan inilah yang menyebabkan nanopartikel perak dapat berfungsi sebagai sensor. Luas permukaan nanopartikel perak yang tinggi memungkinkan sensor optik ini dapat dilakukan dalam *real time*.

#### c. Sebagai Agen Antimikroba

Produk yang mengaplikasikan nanopartikel perak sebagai agen antimikroba sudah banyak dipasarkan. Logam perak sudah sejak lama diketahui memiliki aktivitas antimikroba. Logam perak memiliki keuntungan karena bersifat toksik bagi mikroba, tetapi aman bagi manusia. Dengan semakin resistennya beberapa mikroba patogenik terhadap antibiotik, penggunaan perak sebagai antimikroba makin banyak diteliti.

Dalam bentuk ionnya, perak merupakan agen antimikroba yang kuat, dan juga bersifat toksik bagi sel. Kemampuan antimikroba perak antara lain disebabkan kemampuannya merusak dinding sel bakteri, mengganggu metabolisme sel, dan menghambat sintesis sel mikroba. Metabolisme sel dapat dihambat karena adanya interaksi antara perak dengan makromolekul di dalam sel, seperti protein dan DNA.

Dengan nanoteknologi, dimungkinkan untuk dibuat partikel perak pada skala nano, sehingga secara kimia lebih reaktif dan lebih mudah terionisasi dibandingkan partikel perak yang lebih besar. Selain itu, rasio luas permukaan terhadap volume juga semakin meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel. Oleh karena itu, nanopartikel perak memiliki kemampuan antimikroba yang lebih kuat.

Tabel 1. Aplikasi nanopartikel perak pada bidang pangan dan kemasan

Perusahaan/Institusi	Aplikasi
Sharper Image	Kemasan plastik penyimpan makanan
BlueMoon Goods, A-DO Global, Quan Zhou Hu Zheng Nano Technology Co. Ltd dan Sharper Image	Wadah penyimpanan makanan
Daewoo, Samsung dan LG	Lemari es
Baby Dream Co. Ltd	Cangkir bayi
A-DO Global	Talenan (alas potong)
SongSing Nano Technology Co	Cangkir teh
Nano Care Technology Ltd	Peralatan dapur

Kemampuan nanopartikel perak yang kuat bukan hanya karena sifat kimia dan produksi ionnya saja. Karakteristik fisik nanomaterial, seperti ukuran, bentuk dan sifat permukaan juga memberikan pengaruh terhadap efek toksisitas. Nanopartikel perak memproduksi *reactive oxygen species* (ROS) yang menyebabkan toksisitas yang dimediasi oleh stress oksidatif. Produksi ROS yang merupakan molekul sangat reaktif, termasuk radikal bebas, berdampak terhadap metabolisme sel, menyebabkan peradangan dan rusaknya protein, membran dan DNA.

Karena ukurannya yang kecil, nanopartikel perak dapat diinkorporasi pada bahan lain. Filter air dan udara yang mengandung nanopartikel perak menyebabkan bertambahnya kemampuan anti-

mikroba filter. Nanopartikel perak juga dapat diinkorporasi dengan bahan dan serat tekstil. Pada pakaian dan kaos kaki, adanya nanopartikel perak menyebabkan pakaian lebih tahan terhadap bau yang disebabkan oleh mikroba.

Diperkirakan produk nanoteknologi yang telah dipasarkan di bidang pangan mencapai 150-600 produk dan pada bidang kemasan makanan sebanyak 400-500 produk. Pada bidang pangan, aplikasi nanopartikel perak dapat ditemui pada pengemasan makanan. Pengemasan makanan dengan nanoteknologi memungkinkan adanya kontak kemasan dengan makanan. Nanoperak pada kemasan dapat memperpanjang daya tahan makanan, juga mempertahankan rasa dan bau. Nanopartikel perak yang diinkorporasikan pada kemasan makanan dirancang

Tabel 2. Aplikasi nanopartikel perak pada peralatan dapur

Kategori produk	Nama produk	Perusahaan pembuat	Kandungan
Agen pembersih	Baby bottle cleaning brush	Kheo Sung World Inc	Nanoperak
Agen pembersih	Generic additive	J&E	Nanoperak
Agen pembersih	Nano silver colloid	Nanogist, Co Ltd	Koloid nanoperak
Agen pembersih	Nano silver dish wash	Nanogist, Co Ltd	Nanoperak
Agen pembersih	Nano silver disinfectant spray	Nanogist, Co Ltd	Nanoperak
Agen pembersih	Nano silver hand sanitizer	Nanogist, Co Ltd	Nanoperak
Agen pembersih	Nano Silver Spray	SongSing nanotechnology	Nanoperak
Agen pembersih	Nano silver wet wipes	Nanogist, Co Ltd	Nanoperak
Agen pembersih	Nano silver wet wipes	Nano Silver Wholesale Ltd	Nanoperak
Agen pembersih	Washing up gloves	Kheo Sung World Inc	Nanoperak
Peralatan masak	Marble Durastone non-stick frypans and woks	Joycook	Nanoperak
Peralatan masak	Nano silver cutting board	A-Do Global	Nanoperak
Peralatan masak	Nano silver cutting board	Nano Silver Wholesale Ltd	Nanoperak
Peralatan masak	Nano Silver Teapot	SongSing nanotechnology	Nanoperak
Peralatan makan	Antibacterial Kitchenware	NCT (Nano Care Technology)	Nanoperak
Peralatan makan	Antibacterial Tableware	NCT (Nano Care Technology)	Nanoperak
Peralatan makan	Silver Nano Baby Milk Drink Bottle	Baby Dream	Nanoperak
Peralatan makan	Silver Nano Baby Mug	Baby Dream	Nanoperak
Penyimpanan makanan	Food Container NS	A-Do Global	Nanoperak
Penyimpanan makanan	Fresh Box Silver Nanoparticle Food Storage Container	BlueMoonGoods	Nanoperak
Penyimpanan makanan	Nano Silver Food Storage Containers	JR Nanotech Plc	Nanoperak
Penyimpanan makanan	Nano Silver Food Storage Containers	Nano Silver Products	Nanoperak
Penyimpanan makanan	Nano Silver Food Storage Containers	Nano Silver Wholesale Ltd	Nanoperak
Penyimpanan makanan	Silver Nano Antibacterial Bag	WorldOne	Nanoperak
Lemari es	LG Refrigerator that incorporates Bioshield	LG Electronics	Nanoperak, nanokarbon
Lemari es	Refrigerator	Daewoo Industries	Nanoperak
Lemari es	Samsung Refrigerator RS2621SW	Samsung	Nanoperak

untuk tetap menempel pada kemasan dan tidak dilepaskan ke makanan.

Aplikasi nanopartikel perak pada bidang pangan dan kemasan, pada bidang peralatan dapur dan bidang kesehatan masing-masing dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

### 1. Dampak nanopartikel Perak pada Kesehatan

Ketika nanopartikel perak digunakan sebagai antibiotik dan penjaga kualitas makanan, berarti akan ada kontak antara nanopartikel dengan makanan, yang berarti juga kontak dengan manusia. Oleh karena itu efek nanopartikel terhadap kesehatan manusia perlu untuk dipelajari. Dengan ukuran yang kecil, nanopartikel perak juga dapat dengan mudah menyebar di lingkungan. Diperlukan uji yang menyeluruh pada produk aplikasi nanopartikel perak sebelum dilepas ke pasar.

Peraturan tentang penggunaan nanopartikel pada produk pangan dan kemasan makanan perlu diterapkan untuk mengantisipasi risiko nanopartikel perak. Hal ini diperlukan karena:

- Risiko toksisitas nanopartikel pada produk makanan dan pertanian belum banyak dipelajari. Bukti-bukti ilmiah tentang resiko nanomaterial sudah ada dan mencukupi untuk pendekatan manajemen antisipasi. Tapi masih perlu untuk menambah pengetahuan yang terkait kestabilan makanan.
- Sampai saat ini, nanomaterial tidak diterapkan sebagai bahan kimia baru. Peraturan yang ada tidak memberlakukan nanomaterial sebagai bahan kimia baru. Sehingga jika suatu bahan telah dikategorikan aman pada ukuran tertentu, maka risiko bahan tersebut pada skala nano juga dianggap sama.
- Metode pengukuran paparan yang ada sekarang belum sesuai untuk materi pada skala nano. Pendekatan pengukuran laju paparan masih berdasarkan material dengan masa besar dan belum tentu cocok digunakan untuk mengukur paparan nanomaterial yang memben efek lebih besar.
- Pengujian keselamatan yang ada sekarang belum sesuai untuk materi pada skala nano.
- Banyak pengkajian keselamatan dilakukan dengan studi konfidensial dalam perusahaan. Belum ada kewajiban pengkajian dilakukan oleh penguji nanotoksikologi independen.

Tabel 3 Aplikasi nanopartikel perak pada bidang kesehatan

Nama produk	Perusahaan pembuat
Colloidal Silver Cream	Skybnght Natural Health
Colloidal Silver Liquid	Skybnght Natural Health
Colloidal Clear Nano Silver	Nano Health Solutions
Maat Shop Crystal Clear NanoSilver	Ma'at Shop
Maat Shop Nano-2*	Ma'at Shop
Meso Silver	Purist Colloids
Nano Silver Dispersion	Nano Silver Technology
Nanocentials Silver 22	RBC Lifesciences
NanoSil-10	Greenwood Consumer Products
Silvix3	Natural Care

Sumber: *Out of the Laboratory and to Our Plates: Nanotechnology in Food&Agriculture*

## KESIMPULAN DAN SARAN

Nanopartikel perak telah terbentuk dengan ukuran partikel 20 nm. Analisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) menunjukkan bahwa kondisi optimum pembuatan nanopartikel dilakukan pada suhu 100 °C yang merupakan titik didih air. Analisa lain yaitu UV-Vis Spektroskopi dan analisa SEM terbukti dapat memperkuat hasil terbentuknya nanopartikel perak. Nanopartikel perak yang telah terbentuk memiliki banyak jenis aplikasi yang menjanjikan. Namun demikian untuk memperkecil risiko yang muncul bagi lingkungan dan kesehatan manusia, perlu dilakukan kajian yang lebih dalam tentang manajemen risiko terhadap nanopartikel perak.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Masyarakat Nanoteknologi Indonesia (MNI) yang telah banyak memberikan bantuan dan masukan terhadap penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bell, W. C., Myrick, M. L. *Preparation and characterization of Nanoscale Silver Colloids by Two Novel Synthetic Routes Journal of Colloid and Interface Science* 242, 2001.
- Choi, S. H., Zhang, Y. P., Gopalan, A., Lee, K. P., Kang, H. D. *Preparation of Catalytically Efficient Precious Metallic Colloids by  $\gamma$ -irradiation and*

- characterization Colloids and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects* 250, 2005.
3. Dembereinyamba D, Maamaa A., Young Key S. *Synthesis of Silver Nanoparticles Using Hydroxyl Functionalized Ionic Liquids and Their Antimicrobial Activity*. *Int. J. Mol. Science*, 2008.
  4. Kildeby, N., Andersen, O., Roge, R., Larsen, T., Petersen, R., Riis, J. *Silver Nanoparticles*. Aalborg University. Institute of Physics and Nanotechnology, 2006.
  5. Li, z., Li, Y., Qian, X. F., Yin, J., Zhu, Z.K. A simple Method for Selective Immobilization of Silver Nanoparticles, *Applied Surface Science* 250, 2005.
  6. Miller, Georgia dan Senjen, Rye. *Out of the Laboratory and to Our Plates: Nanotechnology in Food & Agriculture*. Friends of the Earth. 2008.
  7. Patel, K., Kapoor, S., Dave, D. P., Mukherjee, T. *Synthesis of Nanosized Silver Colloids by Microwave Dielectric Heating* *J. Chem. Sci.* 117(1) 2005.
  8. Song, Y.H., Ko, K.K., Oh, I.H., Lee, B.T. *Fabrications of Silver Nanoparticles and their Antimicrobial Mechanisms*. *European Cells and Materials* 11(1), 58. 2006.
  9. Tsuji, T., Watanabe, N., Tsuji, M. *Laser Induced Morphology Change of Silver Colloids*. *Formation of Nano-size Wires* *Applied Surface Science* 211, 2003.
  10. Vorobyova, S. A., Lesnikovich, A. I., Sobal, N. S. *Preparations of Silver Nanoparticles by Interphase Reduction* *Colloids and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects* 152, 1999.
  11. Yakutik, I.M., Shevchenko, G.P., Raakhmanov, S.K. *The Formation of Monodisperse Spherical Silver Particles* *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 242 2004.