

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK
KAYU MANIS (*Cinnamomum sp.*) SEBAGAI BIOREDUKTOR**

JAMALUDIN NUR

H311 09 259



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2014**

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK
KAYU MANIS (*Cinnamomum sp.*) SEBAGAI BIOREDUKTOR**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains*

Oleh

JAMALUDIN NUR

H311 09 259



**MAKASSAR
2014**

SKRIPSI

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK
KAYU MANIS (*Cinnamomum sp.*) SEBAGAI BIOREDUKTOR**

Disusun dan diajukan oleh

JAMALUDIN NUR

H 311 09 259

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama

**Dra. Rohani Bahar, M.Si
NIP. 19490902 198601 2 001**

Pembimbing Pertama

**Dr. Maming, MS
NIP. 19631231 198903 1 031**

Pembimbing Kedua

**Ir. Abdul Hayat Kasim, MT
NIP. 19570216 198702 1 001**

*Katakanlah: "Siapakah Tuhan langit dan bumi?" Jawabnya: "Allah".
Katakanlah: "Maka patutkah kamu mengambil pelindung-pelindungmu dari selain Allah, padahal mereka tidak menguasai kemanfaatan dan tidak (pula) kemudharatan bagi diri mereka sendiri?" Katakanlah: "Adakah sama orang buta dan yang dapat melihat, atau samakah gelap gulita dan terang benderang; apakah mereka menjadikan beberapa sekutu bagi Allah yang dapat menciptakan seperti ciptaan-Nya sehingga kedua ciptaan itu serupa menurut pandangan mereka?" Katakanlah: "Allah adalah Pencipta segala sesuatu dan Dia-lah Tuhan Yang Maha Esa lagi Maha Perkasa."*

(QS. Ar-Ra'd [13] : ayat 16)

Kupersembahkan karya kecil ini untuk kalian . . .

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, Tuhan seluruh alam yang telah menciptakan semesta beserta keteraturannya. Rasa syukur penulis panjatkan pada-Nya, yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat sehingga penulis dapat menyelesaikan sebuah karya kecil berjudul “**Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum sp.*) Sebagai Bioreduktor**,” yang mana menjadi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Bukan jalan luas nan lurus yang memberikan banyak pembelajaran dan pengalaman, melainkan jalan terjal nan sempit dan penuh bebatuan. Penulis menyadari bahwa betapa banyak hambatan dan beratnya rintangan dalam menyelesaikan tulisan ini namun dengan adanya berbagai macam bentuk dukungan dan bantuan dari banyak pihak yang diberikan kepada penulis menjadi pemicu semangat untuk merampungkan tulisan ini. Tiada hal yang dapat membalasnya selain doa yang penulis bisa haturkan semoga kebahagiaan dan kesuksesan senantiasa menyertai. Oleh karena itu, melalui tulisan ini pula, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tuaku, ayahanda **Nur Alam** dan ibunda **Jurmiah** atas curahan kasih sayangnya selama ini, kesabaran dalam mendidik ketiga buah hatinya dan motivasi yang tiada henti kepada penulis. Kakak dan adikku, **Nasrudin** dan **Alvian Nur Ramadhani**, *we are different one another but we are completing each others.*

2. Ibu **Dra. Rohani Bahar, M.Si** selaku pembimbing utama, Bapak **Dr. Maming, MS** selaku pembimbing pertama, dan Bapak **Ir. Abdul Hayat Kasim, MT** selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam mengarahkan penulis mulai dari penyusunan proposal hingga rampungnya skripsi ini.
3. Ketua Jurusan Kimia, Bapak **Dr. Firdaus Zenta, MS** dan Sekretaris Jurusan Kimia, Ibu **Dr. Seniwati Dali, M.Si** serta seluruh dosen yang telah membagi ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan, juga para staff Jurusan Kimia Fakultas MIPA Unhas terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
4. Bapak **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si**, Bapak **Dr. Firdaus Zenta, MS**, dan Ibu **Dr. Seniwati Dali, M.Si** sebagai Tim Penguji yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada penulis.
5. Seluruh analis di Jurusan Kimia FMIPA Unhas yang telah banyak membantu penulis selama melakukan penelitian.
6. **Keluarga Pelajar Mahasiswa Balikpapan (KPMB) Makassar** yang menjadi keluarga baru penulis di Makassar. Terima kasih telah memberikan fasilitas yang mendukung penulis dalam menyelesaikan studinya, pengalaman dan pembelajaran dalam berorganisasi yang penulis tidak banyak dapatkan dalam perkuliahan, persaudaraan, dan nuansa yang mana membuat penulis serasa tidak pernah pergi jauh dari kota kelahiran.
7. Teman - teman sejurusan, **Kimia 2009 alias "309"** atas keakraban yang terjalin hingga saat ini. Kita pernah berjuang bersama melewati masa-masa sulit di kampus merah ini. Kalian cukup menginspirasi penulis dalam banyak hal, *thanks*.

8. Teman - teman **KKN Tematik Padang-Sumatera Barat Gelombang 85** atas kebersamaannya yang telah terjalin dan juga teman-teman KKN dari **Universitas Andalas** atas kebersamaan dan kerja samanya selama kurang lebih sebulan di Nagari Batu Bulek, Batu Sangkar, Sumatera Barat.
9. *My partner in Research of Nanoparticles*, **Esty Y. Lembang**. Terima kasih atas solusi dan kerja samanya selama melakukan penelitian. Senang bisa lolos seleksi PKM-Dikti walaupun tidak sampai ke Pimnas, *never give up!*
10. Bapak **Wisnu Ari Adi** yang telah membantu penulis dalam analisa sampel penelitian di Laboratorium Nanotech Indonesia.
11. Kakak - kakak dan adik - adikku di jurusan kimia angkatan 2004 – 2013 atas motivasi dan kerja samanya hingga kini.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu - persatu, terima kasih telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis hanyalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan sehingga penulis menyadari bahwa apa yang penulis berikan melalui karya kecil ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritikan dan saran konstruktif dari semua pihak.

Penulis

2014

ABSTRAK

Sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan metode reduksi menggunakan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*) yang berperan sebagai agen pereduksi dan AgNO_3 sebagai prekursor. Proses pembentukan nanopartikel perak dimonitoring dengan mengamati spektrum serapan UV-Vis. Hasil pengamatan menunjukkan nilai absorbansi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu reaksi. Serapan maksimum UV-Vis dari sampel sintesis tanpa pengadukan, dengan pengadukan, dan dengan penambahan larutan PAA 0,5% masing-masing pada panjang gelombang 418 – 431 nm, 421,5 – 433,5 nm, dan 402 - 406,5 nm selama 7 hari. Proses sintesis dengan pengadukan mempercepat pembentukan nanopartikel perak. Ukuran nanopartikel perak ditentukan menggunakan PSA dengan distribusi rata-rata ukuran untuk sampel sintesis tanpa pengadukan, dengan pengadukan dan dengan penambahan larutan PAA 0,5% masing-masing adalah 40,2 nm, 42,8 nm dan 32,3 nm. Nanopartikel perak dianalisis dengan SEM-EDX untuk mengamati morfologi dan menentukan komposisi elemental yang terkandung di dalamnya.

Kata kunci: nanopartikel perak, metode reduksi, kayu manis, PAA, karakterisasi

ABSTRACT

Synthesis of silver nanoparticles was made by using the reduction method with kayu manis bark extract (*Cinnamomum sp.*) which acts as a reducing agent and as a precursor is AgNO₃. The formation process of silver nanoparticles monitored by UV-Vis absorbance. The results showed absorbance values increased along with increasing reaction time. UV-Vis absorbtion maximum of the sample synthesis without stirring, with stirring, and the addition of PAA 0,5% respectively at a wavelength of 418 – 431 nm, 421,5 – 433,5 nm, and 402 – 406,5 nm for 1 week. Synthetic process by stirring accelerates the formation of silver nanoparticles. Silver nanoparticle size is determined using PSA with an average size distribution for sample synthesis without stirring, with stirring and the addition of 0,5% PAA respectively 40,2 nm, 42,8 nm and 32,3 nm. Silver nanoparticles was analyzed by using SEM-EDX as an instrument to observe the morphology of the silver nanoparticles and determined its elemental composition.

Keywords: silver nanoparticles, methods of reduction, kayu manis, PAA, characterization

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Maksud Penelitian	4
1.3.2 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Taksonomi dan Morfologi Kayu Manis	6
2.2 Ekstrak Kayu Manis Sebagai Bioreduktor	8
2.3 Tinjauan Umum Nanopartikel Perak	11

2.4	Sintesis Nanopartikel Perak	14
2.5	Karakterisasi Nanopartikel Perak	17
BAB III METODE PENELITIAN		18
3.1	Bahan Penelitian	18
3.2	Alat Penelitian	18
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.4	Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1	Dekontaminasi Material Organik dan Anorganik pada Alat Gelas	19
3.4.2	Pembuatan Larutan AgNO ₃ 0,1 mM, 0,5 mM, 1 mM, 1,5 mM, 2 mM, 2,5 mM, 3 mM, 5 mM, 7,5 mM, dan 10 mM	19
3.4.3	Pembuatan Larutan PAA 0,5%, 1%, dan 1,5%	19
3.4.4	Pembuatan Ekstrak Kayu Manis	20
3.4.5	Sintesis Nanopartikel Perak	20
3.4.6	Karakterisasi Produk	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Sintesis Nanopartikel Perak	22
4.1.1	Penentuan Konsentrasi Optimum Larutan AgNO ₃	22
4.1.2	Penentuan Waktu Optimum	24
4.1.3	Karakterisasi Warna dan pH	25
4.1.4	Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan Spektrofotometer UV-Vis	29
4.1.5	Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan PSA	34
4.1.6	Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan SEM-EDX ..	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Aplikasi Nanopartikel Perak pada Bidang Pangan dan Kemasan	13
2. Nilai λ_{maks} dan Absorbansi Larutan Nanopartikel Perak dengan Variasi Konsentrasi Larutan AgNO_3	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pohon Induk Kayu Manis dan Buah Kayu Manis	8
2. Struktur Molekul Sinamaldehyd	10
3. Mekanisme Terbentuknya Nanopartikel Menggunakan Fasa Cairan atau Koloid	15
4. Struktur Molekul Asam Poliakrilat	16
5. Spektrum Serapan UV-Vis Larutan Nanopartikel Perak dengan Konsentrasi AgNO_3 0,1 – 10 mM	23
6. Spektrum Serapan UV-Vis pada Waktu Optimum	25
7. Karakterisasi Warna Sampel A, Sampel B, dan Sampel C Selama 7 Hari	26
8. Larutan AgNO_3 2 mM dan Ekstrak Kayu Manis	27
9. Warna Larutan Sampel A, Sampel B, dan Sampel C pada Waktu Awal Sintesis	28
10. Spektrum Serapan UV-Vis Ekstrak Kayu Manis, Larutan AgNO_3 2 mM dan Larutan PAA 0,5% pada Rentang Panjang Gelombang 200 - 600 nm	30
11. Spektrum Serapan UV-Vis Sampel A, Sampel B, dan Sampel C pada Rentang Panjang Gelombang 330 – 600 nm	33
12. Perbandingan Kestabilan Koloid Nanopartikel Perak pada Sampel A, Sampel B, dan Sampel C Selama 7 Hari	34
13. Hasil Analisa PSA Sampel A, Sampel B, dan Sampel C Berdasarkan Distribusi Ukuran Partikel dan Distribusi Volume...	36
14. Pola SEM dari Nanopartikel Perak Sampel A pada Skala 2 μm , Skala 5 μm , Skala 20 μm , dan Skala 200 μm	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Mekanisme Reaksi pada Proses Bioreduksi AgNO_3 oleh Sinamaldehyd	44
2. Bagan Kerja	45
3. Kondisi Larutan Nanopartikel Perak dengan Variasi Larutan AgNO_3	51
4. Penentuan Waktu Optimum	52
5. Perbandingan Kestabilan Sintesis Nanopartikel Perak dengan Penambahan Larutan PAA 0,5%, 1%, dan 1,5%	56
6. Perbandingan Kestabilan Sintesis Nanopartikel Perak antara Sampel A, Sampel B, dan Sampel C	57
7. Gambar Sampel A, Sampel B, dan Sampel C	58
8. Hasil Analisa dengan Spektrofotometer UV-Vis	59
9. Hasil Analisa dengan PSA	67
10. Hasil Analisa dengan SEM-EDX	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Para peneliti dari dunia akademik maupun dari dunia industri seakan-akan sedang berlomba untuk mewujudkan karya baru sebagai bentuk upaya dalam hal mengembangkan nanoteknologi. Nanoteknologi menghasilkan produk dan sistem paling tidak memiliki satu sifat superior. Suatu bahan tergolong nano jika berada pada ukuran 1-100 nm. Ukuran yang begitu kecil jika dibandingkan dengan ukuran sehelai rambut 100.000 nm (Rochani dan Wahyuni, 2010).

Salah satu bidang yang menarik minat banyak peneliti adalah pengembangan dalam metode-metode sintesis nanopartikel (Abdullah dkk., 2008). Pembentukan nanopartikel dengan keteraturan yang tinggi dapat menghasilkan pola yang lebih seragam dan ukuran yang seragam pula. Kebanyakan penelitian telah mampu menghasilkan nanopartikel yang lebih bagus dengan menggunakan metoda-metoda yang umum digunakan, yaitu seperti kopresipitasi, sol-gel, mikroemulsi, hidrotermal atau solvotermal, menggunakan cetakan (*templated synthesis*), sintesis biomimetik, metoda cairan superkritis dan sintesis cairan ionik (Fernandez, 2011).

Cara yang sangat populer karena alasan faktor kemudahan, biaya yang relatif murah serta kemungkinannya untuk diproduksi dalam skala besar adalah dengan metode reduksi kimia (Lu dan Chou, 2008). Prinsip biosintesis dengan metode reduksi dalam preparasi nanopartikel ialah memanfaatkan tumbuhan dan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan khamir sebagai agen pereduksi. Pemanfaatan mikroorganisme sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel

memiliki beberapa kelemahan seperti pemeliharaan kultur yang sulit dan waktu sintesis yang lama sehingga tumbuhan menjadi alternatif dalam sintesis nanopartikel (Bakir, 2011 dalam Mohanpuria dkk., 2008).

Salah satu nanopartikel yang dapat disintesis dengan cara reduksi kimia adalah nanopartikel perak. Sintesis nanopartikel perak dengan cara ini dilakukan dengan menggunakan reduktor dan larutan perak nitrat sebagai prekursor. Nanopartikel perak memiliki beberapa potensi antara lain sebagai katalis, detektor sensor optik dan juga agen antimikroba (Haryono dkk., 2008).

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya alam melimpah dan keanekaragaman hayati yang tinggi sehingga memiliki potensi untuk penelitian yang terkait dengan eksplorasi pemanfaatan tumbuhan dalam sintesis nanopartikel. Penggunaan senyawa organik tumbuhan dalam sintesis nanopartikel merupakan metode yang ramah lingkungan dan lebih sederhana (Handayani dkk., 2010).

Tanaman kayu manis (*Cinnamomum sp.*) merupakan tanaman tahunan yang menjadi salah satu komoditas ekspor penting Indonesia. Kulit batang, dahan dan rantingnya dapat digunakan untuk bahan minyak dan obat, juga dapat dihasilkan minyak atsiri yang banyak digunakan dalam industri kosmetika, farmasi dan industri makanan (Widiyanti, 2012). Senyawa organik yang terkandung di dalam kulit kayu manis memiliki kemampuan mereduksi ion perak sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak yang ramah lingkungan atau disebut dengan *Green Synthesis* (Sathishkumar dkk., 2009).

Nanopartikel perak dapat dibuat dari perak nitrat (AgNO_3) dengan menggunakan larutan natrium borohidrida (NaBH_4) sebagai pereduksi dan larutan

asam poliakrilat (PAA) sebagai penstabil seperti yang telah dilakukan oleh Wahyudi dkk. (2011). Sintesis nanopartikel perak dengan cara reduksi kimia yang ramah lingkungan adalah dengan menggunakan ekstrak kayu manis sebagai pereduksi (Sathishkumar dkk., 2009). Nanopartikel perak cenderung mengalami agregasi membentuk ukuran besar. Stabilitas nanopartikel perak memegang peranan yang sangat penting ketika akan dikarakterisasi dan diaplikasikan ke dalam sebuah produk (Haryono dkk., 2008).

Penambahan material atau molekul pelapis partikel adalah upaya untuk menstabilkan nanopartikel sehingga terjadinya agregat antar nanopartikel dapat dicegah (Haryono dkk., 2008). Senyawa yang biasa digunakan untuk menstabilkan ukuran nanopartikel adalah polimer. Polimer diharapkan mampu menjadi dinding penghalang terjadinya proses aglomerasi dan proses oksidasi yang tidak diinginkan. Selain menggunakan jenis polimer PAA, nanopartikel perak juga dapat distabilkan dengan beberapa jenis polimer lainnya seperti PVP, PAH, CMC (Bae dkk., 2011) dan PVA (Bakir, 2011).

Menurut penelitian diketahui bahwa rempah-rempah adalah tumbuhan yang pada umumnya mengandung komponen bioaktif yang bersifat antioksidan (Nely, 2007). Senyawa antioksidan memiliki kemampuan untuk mereduksi. Kayu manis adalah salah satu rempah-rempah yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami (Cholisoh dan Utami, 2007). Dengan mengacu kepada beberapa penelitian terkait, maka akan dilakukan sintesis nanopartikel perak dengan cara reduksi kimia menggunakan ekstrak kayu manis sebagai bioreduktor dan menentukan pengaruh waktu kontak serta penambahan asam poliakrilat (PAA) terhadap sifat dan ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah, yaitu:

1. Bagaimana potensi ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*) sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak?
2. Bagaimana pengaruh waktu kontak terhadap sifat dan ukuran yang dihasilkan dalam sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*)?
3. Bagaimana pengaruh penambahan PAA terhadap sifat dan ukuran yang dihasilkan dalam sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*)?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dilakukan penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui potensi ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*) sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak.
2. Mengetahui pengaruh waktu kontak dan penambahan PAA terhadap sifat dan ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan dari proses bioreduksi Ag^+ menggunakan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*).

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini, yaitu:

1. Melakukan sintesis nanopartikel perak melalui proses bioreduksi Ag^+ menggunakan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*).

2. Menentukan pengaruh waktu kontak terhadap sifat dan ukuran yang dihasilkan dalam sintesis nanopartikel perak melalui proses bioreduksi Ag^+ menggunakan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*).
3. Menentukan pengaruh penambahan PAA terhadap sifat dan ukuran yang dihasilkan dalam sintesis nanopartikel perak melalui proses bioreduksi Ag^+ menggunakan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai potensi ekstrak kayu manis (*Cinnamomum sp.*) sebagai agen pereduksi dan PAA sebagai penstabil dalam sintesis nanopartikel perak serta diharapkan dapat menjadi alternatif produksi nanopartikel perak yang ramah lingkungan (*green synthesis*) karena mampu meminimalisir penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya dan sekaligus limbahnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi dan Morfologi Kayu Manis

Menurut Rismunandar dan Paimin (2001), taksonomi kayu manis adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Gymnospermae
Subdivisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Subkelas	: Dialypetalae
Ordo	: Polioleales
Famili	: Lauraceae
Genus	: <i>Cinnamomum</i>
Spesies	: <i>Cinnamomum burmanni</i>

Jenis kayu manis yang dikenal di dunia sebanyak 300 klon dan 12 klon diantaranya berada di Indonesia. Dari berbagai jenis kayu manis, hanya empat jenis yang terkenal dalam perdagangan ekspor maupun lokal (Rismunandar dan Paimin, 2001), yaitu:

1. *Cinnamomum burmanni*

Tanaman ini tumbuh baik pada ketinggian 600-1.500 mdpl dan banyak dijumpai di Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Maluku. Tinggi tanaman dapat mencapai 15 m, berdaun kecil dan kaku dengan pucuk berwarna merah. Kulit berwarna abu-abu dengan

aroma khas, rasanya manis, dan dipanen (berupa kulit batang dan ranting) setelah tanaman berumur 10 tahun dengan lingkaran batangnya mencapai 1 meter

2. *Cinnamomum zeylanicum*

Jenis ini merupakan tanaman asli Srilanka (pulau Ceylon) yang tidak dapat tumbuh baik di Indonesia karena kualitas kulit kayu yang dihasilkan kurang baik (lebih tipis). Tanaman ini sangat cocok bila ditanam di dataran rendah sampai 500 mdpl. Tinggi tanaman mencapai 5-6 m dan bercabang. Panen dapat dilakukan pada umur 3 tahun, kulit kayu berwarna abu-abu.

3. *Cinnamomum cassia*

Kayu manis dengan nama lain *C. aromaticum* ini merupakan tanaman asli dari Birma dan banyak dijumpai di daerah Jawa Tengah (Kebumen, Baturaden dan Purwokerto). *Cinnamomum cassia* punya karakter yang berbeda dengan *Cinnamomum zeylanicum* maupun *Cinnamomum burmanni* dengan pucuk berwarna hijau muda sampai hijau kemerahan dan tajuk berbentuk piramida. Kandungan atsiri jenis ini lebih banyak pada kulit cabang dibanding kulit batang, ranting dan daun. Kulit batang agak tebal tetapi mudah dikelupas. Panen pertama saat tanaman berumur 10-15 tahun.

4. *Cinnamomum cullilawan*

Kayu manis ini hanya dikenal di daerah Maluku (Ambon dan Pulau Seram). Kayunya termasuk jenis kayu lunak dan berwarna putih dengan kulit batang dan akar mengandung minyak atsiri. Kulit batangnya berbau minyak kayu putih yang dalam perdagangan disebut dengan kulitlawan. Minyak kulitlawan umumnya dimanfaatkan untuk pengobatan sakit maag (gangguan pencernaan) dan penyakit kolera. Sampai saat ini minyak kulitlawan dijual dengan nama minyak lawang yang sering digunakan untuk obat gosok.



Gambar 1. Pohon induk kayu manis (kiri) dan buah kayu manis (kanan) (Widiyanti, 2012)

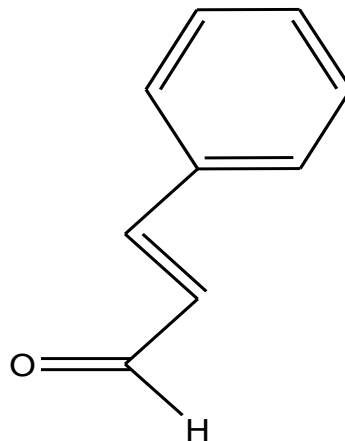
2.2 Ekstrak Kayu Manis Sebagai Bioreduktor

Buah dan sayuran adalah sumber pangan yang kaya akan komponen antioksidan. Selain buah dan sayuran, bahan alami lainnya yang banyak mengandung antioksidan adalah rempah-rempah. Rempah-rempah umumnya mengandung komponen bioaktif yang bersifat antioksidan dan memiliki kandungan antioksidan yang lebih banyak dibandingkan dengan buah dan sayuran (Nely, 2007). Antioksidan adalah zat yang melindungi tubuh dari efek radikal bebas yang merusak sel-sel tubuh dan menyebabkan berbagai penyakit degeneratif. Mekanisme senyawa antioksidan adalah senyawa tersebut memiliki kemampuan untuk mereduksi (Cholisoh dan Utami, 2007). Selain itu, antioksidan dapat berperan sebagai penangkap radikal bebas, pengkelat logam dan peredam terbentuknya singlet oksigen (Sukarnawan, 2008).

Senyawa tertentu yang terkandung di dalam tumbuhan mempunyai peran dalam sintesis nanopartikel perak. Tumbuhan diketahui memiliki senyawa-senyawa organik yang berfungsi sebagai reduktan yang dapat digunakan untuk substitusi ataupun komplemen reduktan anorganik (Handayani dkk., 2010). Pada tumbuhan *Ocimum sanctum* yang berperan sebagai pereduksi sekaligus penstabil

diduga adalah protein dan senyawa metabolit sekunder seperti terpenoid serta adanya gugus fungsi alkohol, keton, aldehid dan asam karboksilat (Mallikarjuna dkk., 2011). Pada tumbuhan *Azadirachta indica*, flavonoid dan terpenoid diduga berperan dalam proses reduksi karena memiliki *surface active molecule stabilizing* (Shankar dkk., 2004 dalam Bakir, 2011).

Salah satu rempah-rempah yang cukup banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari yaitu kayu manis. Daun dan kulit kayu manis mengandung senyawa kimia yang dapat berpotensi sebagai sumber antioksidan alami (Cholisoh dan Utami, 2007). Antioksidan pada daun kayu manis didominasi oleh senyawa eugenol sedangkan pada kulit batang kayu manis didominasi oleh senyawa sinamaldehyd. Ekstrak daun dan kulit kayu manis serta campurannya menunjukkan adanya aktivitas antioksidan (Rohmah, 2010). Selain itu, juga terdapat senyawa metabolit sekunder lainnya seperti tanin, flavonoid, triterpenoid dan saponin. Menurut Robinson (1995) dan Sastrohamidjojo (1996), tanin dan flavonoid merupakan senyawa yang banyak berperan sebagai antioksidan sedangkan triterpenoid dan saponin kemungkinan dapat berperan sebagai anti agregasi platelet. Struktur molekul senyawa utama yang terkandung di dalam kulit kayu manis dapat dilihat pada Gambar 2.



Sinamaldehyd

Gambar 2. Struktur molekul sinamaldehyd (Ngadiwiyana dkk., 2003)

Flavonoid, polifenol dan tanin merupakan senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan karena ketiga senyawa tersebut adalah senyawa-senyawa fenol, yaitu senyawa dengan gugus –OH yang terikat pada karbon cincin aromatik, berfungsi sebagai antioksidan yang efektif. Produk radikal bebas senyawa-senyawa ini terstabilkan secara resonansi dan karena itu tak reaktif dibandingkan dengan kebanyakan radikal bebas lain (Fessenden dan Fessenden, 1994).

Uji aktivitas isolat kulit kayu manis yang telah dilakukan oleh Ekaprasada (2010), membuktikan bahwa ekstrak kasar etanol dan isolatnya memberikan aktivitas antioksidan yang kuat. Sifat antioksidan itu diduga disebabkan oleh senyawa ester dan fenolik, seperti 4-vinilfenol, 4-vinil-2-metoksi fenol, metil sinamat, etil laurat dan etil tetradekanoat. Senyawa sinamaldehyda yang diisolasi dari minyak kulit kayu manis diuji aktivitas antioksidannya dengan menggunakan metode 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). Hasil pengujian aktivitas antioksidan menggunakan kontrol positif butil hidroksi toluena (BHT) yaitu aktivitas antioksidan senyawa sinamaldehyda lebih tinggi dibandingkan senyawa antioksidan sintetik (BHT) (Pebrimadewi, 2011).

2.3 Tinjauan Umum Nanopartikel Perak

Nanoteknologi adalah teknologi yang menekankan pada pemahaman dan perubahan struktur suatu material dalam skala lebih kecil daripada sepersejuta milimeter atau pada skala yang lebih kecil dari 100 nanometer (Jaya, 2010). Dua hal utama yang membuat nanopartikel berbeda dengan material sejenis dalam ukuran besar yaitu: (a) karena ukurannya yang kecil, nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel sejenis dalam ukuran besar. Hal ini membuat

nanopartikel bersifat lebih reaktif. Reaktivitas material ditentukan oleh atom-atom di permukaan, karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lain; (b) ketika ukuran partikel menuju orde nanometer, maka hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum (Abdullah dkk., 2008).

Dengan nanoteknologi, dimungkinkan untuk membuat partikel perak pada skala nano sehingga, secara kimia akan lebih reaktif dan lebih mudah terionisasi dibandingkan partikel perak yang berukuran lebih besar. Selain itu, rasio luas permukaan terhadap volume juga akan meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel (Haryono dkk., 2008).

Sifat-sifat yang berubah pada nanopartikel biasanya berkaitan dengan fenomena-fenomena berikut ini; pertama, fenomena kuantum sebagai akibat keterbatasan ruang gerak elektron dan pembawa muatan lainnya dalam partikel. Fenomena ini berimbas pada beberapa sifat material seperti perubahan warna yang dipancarkan, transparansi, kekuatan mekanik, konduktivitas listrik, dan magnetisasi dan yang kedua, perubahan rasio jumlah atom yang menempati permukaan terhadap jumlah total atom. Fenomena ini berimbas pada perubahan titik didih, titik beku dan reaktivitas kimia (Abdullah dkk., 2008).

Beberapa metode telah dikembangkan dalam preparasi nanopartikel perak untuk mendapatkan kontrol yang baik terhadap bentuk dan ukuran partikel perak yang dihasilkan (Haryono dan Harmami, 2010). Menurut Haryono dkk. (2008), penentuan jenis atau konsentrasi reduktor memegang peranan penting dalam upaya pengontrolan terhadap ukuran nanopartikel perak. Reaksi reduksi yang cepat akan membentuk nanopartikel yang banyak pada permulaan proses sintesisnya. Jumlah nanopartikel yang banyak ini akan menghambat nanopartikel

yang besar. Konsentrasi larutan yang homogen akan membantu terbentuknya nanopartikel perak yang homogen.

Aplikasi material perak memiliki beberapa manfaat seperti potensinya sebagai senyawa antimikroba. Penggunaan perak dengan mengaplikasikan teknologi nano akan meningkatkan daya penetrasi dari perak terutama ion-ion perak tersebut. Partikel-partikel perak dapat mempengaruhi metabolisme bakteri sehingga pertumbuhan bakteri tersebut dapat terhambat (Handayani dkk., 2009). Nanopartikel perak memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* (Jain dkk., 2009) dan hasil sintesis larutan koloid nanopartikel perak yang juga dilakukan oleh Wahyudi dkk. (2011) memperlihatkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dan daya hambat terhadap *Staphylococcus aureus* ditemukan 30% lebih kuat dibanding terhadap bakteri *Escherichia coli*. Kemampuan antimikroba perak dapat membunuh semua mikroorganisme patogenik (Haryono dkk., 2008). Tabel 1 menunjukkan aplikasi nanopartikel perak pada bidang pangan dan kemasan.

Tabel 1. Aplikasi nanopartikel perak pada bidang pangan dan kemasan (Haryono dkk., 2008)

Perusahaan/Institusi	Aplikasi
Sharper Image	Kemasan plastik penyimpanan makanan
Bluemonn Goods, A. DO. Global, Quan Zhou Hu Zheng	Wadah penyimpanan makanan
Daewco, Samsung dan LG	Lemari es
Baby Dream Co	Cangkir bayi
A. DO. Global	Talenan (alas potong)
Songsing Nano	Cangkir teh

Technology Co	
Nano Care Technology	Peralatan dapur

Nanopartikel perak yang diimobilisasi pada silika telah diuji kemampuan katalisnya untuk mereduksi zat warna menggunakan NaBH_4 . Luas permukaan nanopartikel perak yang besar menjadikan fungsinya optimal sebagai katalis (Haryono dkk., 2008). Menurut Liang dkk. (2010), nanopartikel perak yang dipasangkan pada nanotube TiO_2 atau Ag-TiO_2 dapat berperan sebagai katalisator dalam elektrokatalitik oksidasi etanol dalam media alkali.

Logam mulia seperti perak memiliki kemampuan untuk mengikat senyawa organik dengan suatu ikatan kovalen yang relatif kuat. Kemampuan inilah yang menyebabkan nanopartikel perak dapat berfungsi sebagai sensor. Dengan menggunakan *Surface Plasmon Resonance (SPR) effect*, nanopartikel perak memiliki sensitivitas tinggi yang dapat digunakan sebagai detektor pada sensor optis (Haryono dkk., 2008).

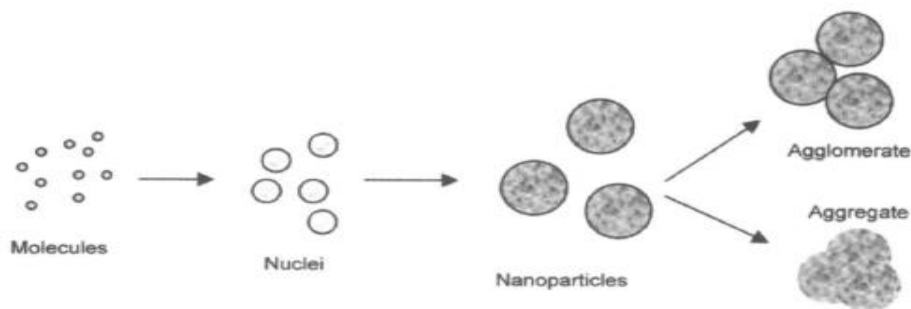
2.4 Sintesis Nanopartikel Perak

Nanopartikel dapat terjadi secara alamiah ataupun melalui proses sintesis oleh manusia. Sintesis nanopartikel berarti pembuatan nanopartikel dengan ukuran yang kurang dari 100 nm sekaligus mengubah sifat atau fungsinya (Fernandez, 2011).

Sifat kimia dan fisika dari material yang berukuran nanometer lebih unggul dari material berukuran besar (*bulk*) karena material tersebut dapat menghasilkan sifat yang tidak dimiliki oleh material berukuran besar. Sejumlah sifat dapat diubah-ubah dengan melalui pengontrolan ukuran material, pengaturan

komposisi kimiawi, modifikasi permukaan dan pengontrolan interaksi antar partikel (Astuti, 2007).

Nanopartikel dapat dibuat dari beranekaragam material kimia seperti logam, oksida logam, silikat, non-oksida keramik, polimer, zat organik dan biomolekul (Nagarajan dan Hatton, 2008). Pembentukan nanopartikel logam secara umum dapat dilakukan dengan metoda *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia). Metoda kimia (*bottom up*) dilakukan dengan cara menumbuhkan partikel-partikel nano mulai dari atom logam yang didapat dari prekursor molekular atau ionik (Fernandez, 2011). Gambar 3 menunjukkan bagaimana nanopartikel dapat terbentuk.



Gambar 3. Mekanisme terbentuknya nanopartikel menggunakan fasa cairan atau koloid (Nagarajan dan Hatton, 2008)

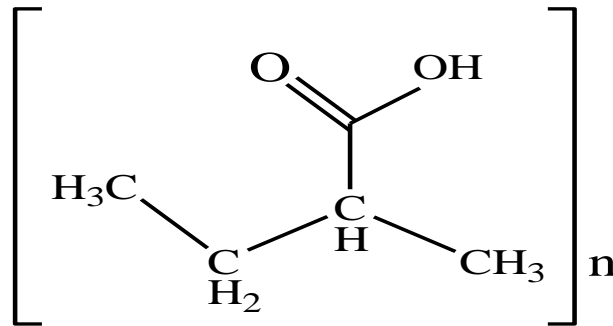
Sintesis nanopartikel dengan metode *bottom up*, dapat menggunakan bahan-bahan anorganik maupun organik sebagai agen pereduksi (Handayani dkk., 2010). Contoh agen pereduksi adalah natrium sitrat, natrium tetrahidroborat, borohidrat dan alkohol (Fernandez, 2011). Teknik yang ramah lingkungan dan hemat biaya untuk mensintesis nanopartikel perak adalah dengan menggunakan agen pereduksi dari ekstrak tumbuhan (Jain dkk., 2009).

Menurut Hakim (2008), nanopartikel cenderung mengalami agregasi membentuk *bulk* kembali. Penambahan material atau molekul pelapis partikel dapat dilakukan sebagai upaya untuk mencegah terjadinya agregat antar

nanopartikel. Modifikasi permukaan nanopartikel memiliki beberapa tujuan seperti pasivator untuk nanopartikel yang sangat reaktif, stabilisasi nanopartikel yang sangat agregatif dalam media (yang mungkin pelarut atau lelehan polimer) di mana nanopartikel harus tersebar, fungsionalisasi nanopartikel untuk aplikasi seperti pengenalan molekul atau perakitan nanopartikel. Metode modifikasi permukaan nanopartikel yang paling umum menggunakan surfaktan, polimer dan molekul biologis seperti DNA, peptida, protein, streptavidin atau antigen (Nagarajan dan Hatton, 2008).

Menurut Haryono dan Harmami (2010), nanopartikel perak mempunyai karakteristik mudah mengalami aglomerasi antar sesamanya dan mudah teroksidasi sehingga pada umumnya pada proses pembentukan nanopartikel perak ditambahkan penstabil. Beberapa jenis surfaktan seperti NaDDBS, SDS, TW80, CTAB dan juga beberapa polimer seperti PVP, PAA, PAH, CMC telah digunakan sebagai penstabil nanopartikel perak (Bae dkk., 2011).

Sintesis larutan koloid nanopartikel perak dari perak nitrat (AgNO_3) dengan menggunakan larutan natrium borohidrida (NaBH_4) sebagai pereduksi, asam poliakrilat (PAA) 1% dan larutan polivinil pirolidon (PVP) 17% sebagai penstabil telah dilakukan. Wahyudi dkk. (2011) memperoleh hasil bahwa penambahan zat penstabil PAA memiliki kemampuan yang relatif lebih baik dalam menstabilkan partikel perak daripada PVP. Jumlah zat penstabil PAA 1% yang semakin besar menyebabkan partikel perak teraglomerasi. Struktur molekul asam poliakrilat yang merupakan polimer anionik terdapat pada gambar 4.



Gambar 4. Struktur molekul asam poliakrilat (Swantomo dkk., 2008)

2.5 Karakterisasi Nanopartikel Perak

Analisis kualitatif dan untuk mendapatkan deskripsi morfologi serta ukuran dari nanopartikel perak dilakukan dengan karakterisasi nanopartikel menggunakan beberapa instrumen. Instrumen yang biasa digunakan adalah PSA (*Particle Size Analyzer*) (Hasan, 2012), spektrofotometer UV-Vis, dan SEM (*Scanning Electron Microscope*) (Bakir, 2011).

Analisis dengan PSA digunakan untuk menentukan ukuran partikel. Data ukuran partikel yang didapatkan berupa tiga distribusi yaitu intensitas, nomor, dan volume distribusi sehingga dapat diasumsikan menggambarkan keseluruhan kondisi sampel (Nikmatin dkk., 2011).

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui apakah nanopartikel yang disintesis telah terbentuk. Nanopartikel perak memiliki absorpsi yang kuat pada panjang gelombang antara 400-500 nm (Solomon dkk., 2007). Dari hasil spektrofotometer, spektrum absorpsi maksimum (nm) dapat diperkirakan ukuran nanopartikel yang dihasilkan. Semakin besar $\lambda_{\text{maksimum}}$, semakin besar pula ukuran nanopartikel (Bakir, 2011).

Analisis dengan SEM bertujuan untuk menentukan morfologi partikel hasil sintesis dan alat ini dapat digabungkan menjadi satu unit dengan EDX (*Energy Dispersive X-ray*) sehingga dapat pula ditentukan komposisi elemental yang terkandung di dalamnya (Hasmiah, 2012).