

Skripsi

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK DENGAN MENGGUNAKAN
EKSTRAK DAUN KLUWAK (*Pangium edule* Reinw) SEBAGAI
BIOREDUKTOR DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIOKSIDAN**

INDRAWATI PATABANG

H311 14 013



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



Optimization Software:
www.balesio.com

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK DENGAN METODE REDUKSI
MENGUNAKAN EKSTRAK BUAH KLUWAK (*Pangium Edule Reinw*)
SEBAGAI BIOREDUKTOR DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI
ANTIOKSIDAN**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh

INDRAWATI PATABANG

H311 14 013



MAKASSAR

2019



SKRIPSI

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK DENGAN MENGGUNAKAN
EKSTRAK BUAH KLUWAK (*Pangium Edule Reinw*) SEBAGAI
BIOREDUKTOR DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIOKSIDAN**

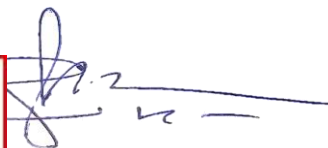
Diajukan dan disusun oleh

INDRAWATI PATABANG

H311 14 013

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama



Ruddin Kasim, M.Si
90705 199703 1 001

Pembimbing Pertama



Dr. Paulina Taba, M. Phil
NIP. 19571115 198810 2 001



LEMBAR PERSEMBAHAN

**Aku hendak bersyukur kepada-Mu, ya Tuhan,
Allahku, dengan segenap hatiku, dan memuliakan
nama-Mu untuk selama-lamanya. Sebab kasih setia-
Mu besar atas aku, dan Engkau telah melepaskan
nyawaku dari dunia orang mati yang paling bawah.**

“Mazmur 86:12-13”

*Kupersembahkan karya kecilku ini untuk kedua orang tuaku
tercinta serta saudara-saudaraku yang kusayangi.*



PRAKATA

Segala puji dan syukur hanya kepada Tuhan Yesus Kristus oleh karena berkatNya, kasih dan setiaNya selalu nyata akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan yang berjudul “**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK DENGAN MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN KLUWAK (*Pangium edule Reinw*) SEBAGAI BIOREDUKTOR DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIOKSIDAN**”. Laporan hasil merupakan salah satu syarat dasar untuk menempuh ujian sidang sarjana di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanudin. Dalam penyusunan ini, penulis menyadari penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan dengan berbagai kekurangan dan keterbatasan yang ada, oleh karena itu untuk kesempurnaan laporan hasil penelitian ini penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Skripsi ini penulis persembahkan khusus untuk kedua orang tua (**Y.S PATABANG dan SARLINA SUBA**) yang dengan penuh cinta dan kasih sayang, keikhlasan, dan kesabarn membimbing, mendidik, dan mengarahkan penulis baik secara moril maupun material di sertai dengan doa yang tulus yang mengantarkan penulis mencapai cita-cita. Buat saudaraku Irma, Srye, Putri, Indri dan Wandu yang selalu memberi inspirasi, doa dan dukungan untuk tetap bertahan menghadapi setiap tantangan yang ada, thank you my beloved brother and sister keep fighting, GBU. Selama menyusun laporan hasil penelitian ini maupun dalam mengikuti kegiatan akademik lainnya, banyak

ak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Pada kesempatan ini ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada



semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, doa serta semangat yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima:

kasih dengan tulus penulis sampaikan kepada yang terkasih dan terhormat:

1. Bapak Dr. Eng. Amiruddin selaku Dekan Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
2. Bapak Dr. Abd Karim, M.Si sebagai Ketua Departemen Kimia Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Dr. Syahrudin Kasim, M.Si selaku pembimbing akademik
4. Bapak Dr. Syahrudin Kasim, M.Si selaku pembimbing Utama dan ibu Dr. Paulina Taba, M. Phil selaku pembimbing pertama, terima kasih atas bimbingan dan waktu luang dari bapak dan ibu sejak rencana pengajuan judul sampai selesai.
4. Prof. Dr. Nunuk Soekamto, M.Si, dan Dr. Seniwati Dali, M.Si selaku penguji. Terima kasih atas saran dan kritikan yang membangun.
5. Analis laboratorium Kak Linda, Pak Sugeng, Kak Anti, Kak Fibi, Ibu Tini dan Pak Iqbal.
6. Teman-teman penelitian kimia anorganik dan kimia fisika yang selalu mendukung dan membantu saya selama mengerjakan penelitian.
7. Teman-teman kho5ong Rani, Helen, Tina, Fenti dan Anti terima kasih atas dukungannya, semangat dan motivasinya.
8. Kak Enda, Kak Uni, Kak Handa dan Kak Feli terima kasih atas bantuan dan dukungannya selama ini.



an-teman sepergerakan Gerakan Mahasiswa Kristen Indonesia (GMKI)
isariat FMIPA UNHAS. Terima kasih atas pengkaderannya, terima kasih

untuk cinta dan kasih sayang dari kakak-kakak, teman-teman, adik-adik yang senantiasa selalu penulis rasakan. Untuk pengurus yang pernah ada terima kasih atas doa-doanya, keep pray, keep spirit and Ut Omnes Unum Sint.

Tuhan Yesus Memberkati

10. Teman-teman angkatan 2014 Kimia unhas, terima kasih untuk perkenalannya selama beberapa tahun, terima kasih sudah mau menjadi teman yang baik.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat menjadi berkat dan bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, November 2018

Penulis



ABSTRAK

Nanopartikel perak telah disintesis dengan menggunakan ekstrak daun kluwak (*Pangium edule Reinw*) sebagai bioreduktor dan uji aktivitasnya sebagai antioksidan. Nanopartikel yang terbentuk dimonitoring dengan mengamati serapan UV-Vis dan dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen FTIR, PSA, XRD dan SEM. Hasil karakterisasi gugus fungsi dengan FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi OH, C=O, C-O dan CH₂ yang berperan agen pereduksi Ag⁺. Ukuran nanopartikel perak ditentukan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) menunjukkan distribusi ukuran rata-rata partikel sebesar 93,2 nm. Morfologi nanopartikel perak diamati dengan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan analisis dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa distribusi rata-rata ukuran nanopartikel perak yang tela disintesis adalah 51,78 nm. Aktivitas antioksidan ekstrak daun kluwak dan nanopartikel perak ditunjukkan dengan nilai IC₅₀ beturut-turut sebesar 831,33 ppm dan 1493,09 ppm.

Kata Kunci: Antioksidan, Nanopartikel Perak, Daun Kluwak, karakterisasi, Metode Reduksi.



ABSTRACT

Silver nanoparticles have been synthesized using kluwak leaf extract (*Pangium edule Reinw*) as bioreductor and antioxidant activity assay. The nanoparticles formed were monitored by observing UV-Vis absorption and characterized by using FTIR, PSA, XRD and SEM instruments. The result of functional group characterization with FTIR show that the functional groups OH, C = O, C-O and CH₂ act as Ag⁺ reducing agent. The size of silver nanoparticles was determined by using Particle Size Analyzer (PSA) and the result show average particle size distribution of 93.2 nm. Morphology of AgNp were observed by Scanning Electron Microscope (SEM) and *X-Ray Diffraction* (XRD) analysis show result of 51,78 nm. The antioxidant activity was shown by in kluwak leaf extract and silver nanoparticles with IC₅₀ values respectively 831,33 ppm dan 1493,09 ppm.

Keywords: Antioxidant, Characterization, Kluwak Leaves, Reduction Method, Silver Nanoparticles.



DAFTAR ISI

Halaman

PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACK.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Maksud Penelitian.....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Daun Kluwak.....	6
2.2 Tinjauan Umum Nanopartikel.....	7
2.3 Sintesis Nanopartikel Perak.....	9
2.4 Kajian Sintesis Nanopartikel Logam dari Ekstrak Bahan alam dan Uji Aktivasnya Sebagai Antioksidan.....	12
2.5 Karakterisasi Nanopartikel.....	14
2.6 Antioksidan.....	17



BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2 Alat Penelitian	19
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1 Pembuatan Ekstrak Daun Kluwak.....	20
3.4.2 Pembuatan Larutan AgNO ₃ Variasi Konsentrasi 2 mM; 1,5mM; 1 mM dan 0,5 Mm.....	20
3.4.3 Biosintesis Nanopartikel Perak	20
3.4.3.1 Sintesis Nanopartikel Perak	22
3.5 Karakterisasi Nanopartikel Perak.....	21
4.6 Aktivitas Antioksidan.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Penentuan Konsentrasi Optimum Larutan AgNO ₃	24
4.2 Karakterisasi Nanopartikel Perak.....	26
4.3.1 Karakterisasi Warna	26
4.3.2 Karakterisasi menggunakan PSA	27
4.3.5 Karakterisasi menggunakan XRD.....	28
4.3.4 Karakterisasi FTIR	30
4.3.5 Karakterisasi SEM.....	31
4.4 Uji Aktivitas Antioksidan.....	33
BAB V KESIMPULA DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tumbuhan Kluwak.....	7
2. Biosintesis Nanopartikel	11
3. Reaksi Antara Radikal DPPH dengan Antioksidan	17
4. Spektrum serapan UV-Vis kosentrasi AgNO ₃ selama 9 Hari, a). 0,5 mM; b). 1 mM; c). 1,5 mM dan d). 2 mM.....	24
5. Warna Larutan Nanopartikel Perak Selama 9 hari.....	27
6. Hasil analisis PSA nanopartikel perak, (a) dispersi ukuran dengan intensitas, (b) dispersi ukuran dengan nomor, (c) dispersi ukuran dengan volume	27
7. Difraktogram XRD nanopartikel perak.....	28
8. Spektrum FTIR (a) ekstrak daun kluwak, (b) nanopartikel perak	30
9. Analisis morfologi nanopartikel perak menggunakan SEM, a). perbesaran 10000X dan b.) 15000X	32



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Uji fitokimia daun kluwak	6
2. Aplikasi nanoteknologi dalam berbagai bidang.....	9
3. Panjang gelombang pada absorbansi maksimum menunjukkan kisaran ukuran nanopartikel.....	15
4. Ukuran Nanopartikel Perak dengan Menggunakan Karakterisasi XRD	29
5. Aktivitas antioksidan Ektrsak Daun Kluwak dan Nanopartikel Perak	33
6. Nilai aktivitas antioksidan Asam Askorbat sebagai Pembanding.....	34
7. Nilai IC ₅₀ Dari Sampel Uji	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bagan Kerja Penelitian.....	45
2. Perhitungan	50
3. Kurva Pengukuran Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kluwak.....	57
4. Kurva Pengukuran Aktivitas Antioksidan Nanopartikel Perak	59
5. Kurva Pengukuran Aktivitas Antioksidan Asam Askorbat	61
6. Data hasil Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	63
7. Tabel λ_{maks} dan Absorbansi Nanopartikel Perak	73
8. Hasil Pengukuran Nanopartikel Perak dengan Menggunakan <i>Particle size analyzer</i> (PSA).....	75
9. Data Hasil Karakterisasi Nanopartikel Perak Menggunakan XRD	83
10. Data Hasil SEM	86
11. Data Hasil Karakterisasi Ekstrak Daun Kluwak Menggunakan FTIR	88
12. Data Hasil Karakterisasi Nanopartikel Perak Menggunakan FTIR	89
13. Dokumentasi	90
14. Perkiraan Mekanisme Reaksi Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Menggunakan ekstrak daun kluwak (<i>Pangium edule Reinw</i>).....	92



DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
FTIR	Fourier Transform InfraRed
nm	Nanometer
ppm	Part Per Million
PAA	Poli Asam Acrilic
PSA	Particel Size Analyzer
PVP	Polovinil Pirolidin
PEG	Polietilen Glikol
PSS	Polistrien Sulfonate
PVA	Polivinil Alkohol
SPR	<i>Surface Plasmon Resonance</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>
NpAg	Nanopartikel Perak



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan nanoteknologi sekarang ini sangat pesat karena memiliki peranan penting pada berbagai bidang. Nanoteknologi secara umum dapat didefinisikan sebagai teknologi perancangan (desain), pembuatan dan aplikasi struktur atau material yang berdimensi nanometer. Nanoteknologi tidak hanya mencakup cara menghasilkan material atau partikel yang berukuran nanometer, melainkan memiliki pengertian yang lebih luas termasuk cara memproduksi serta mengetahui kegunaan sifat baru yang muncul dari material nano yang telah dibuat (Ariyanta, 2014).

Salah satu penerapan nanoteknologi saat ini adalah preparasi material yang berukuran 1-100 nm (nanopartikel). Nanopartikel memiliki sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dibandingkan partikel yang berukuran besar. Nanopartikel memiliki banyak kegunaan seperti dalam bidang sains, teknologi, industri dan kesehatan. Nanopartikel yang menarik dikembangkan adalah nanopartikel perak (Nagarajan dan Hotton, 2008). Nanopartikel perak banyak dikembangkan karena ukuran dan bentuknya bergantung pada sifat optik, listrik dan magnetik yang dapat diaplikasikan sebagai antimikroba, antioksidan, bahan biosensor, produk kosmetik dan komponen elektronik (Panigrahi, 2013).

Secara garis besar sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia). Namun, metode *top down* memiliki kekurangan seperti penggunaan bahan kimia yang berlebihan, pencemaran lingkungan, dan biaya yang mahal (Asri, 2015). Teknik lain yang



digunakan dalam memproduksi nanopartikel perak adalah metode reduksi kimia, fotokimia, sonokimia dan lain-lain. Metode reduksi kimia sering digunakan karena prosesnya mudah, biaya relatif murah serta kemungkinan hasil diproduksi dalam skala besar (Wahyudin dkk., 2011).

Sintesis nanopartikel perak menggunakan metode reduksi kimia dapat dilakukan dengan menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai bioreduktor disebut biosintesis. Penggunaan ekstrak tumbuhan untuk sintesis nanopartikel perak menguntungkan karena bahan mudah didapat dan nontoksik, bahan kimia yang digunakan relatif kurang dan beragam metabolit sekunder dapat digunakan sebagai bioreduktor nanopartikel perak. Ekstrak tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bioreduktor yaitu tumbuhan yang memiliki senyawa yang dapat berperan sebagai agen pereduksi ion Ag^+ dalam larutan menjadi Ag^0 (Isaac dkk., 2013). Senyawa yang terdapat pada tumbuhan dan dapat berfungsi sebagai agen pereduksi adalah terpenoid, fenolik, flavonoid, tanin, steroid, saponin, alkaloid dan lain-lain (Matutu dkk., 2016). Senyawa-senyawa tersebut dapat ditemukan pada tumbuhan kluwak.

Tumbuhan kluwak (*Pangium edule* Reinw) merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai obat-obatan seperti obat cacing, penawar keracunan makanan, dan sebagai rempah-rempah. Salah satu Bagian tumbuhan kluwak (*Pangium edule* Reinw) yang mengandung senyawa bioaktif adalah daun (Sukaryo, 2016). Menurut Rusman (2002), daun kluwak (*Pangium edule* Reinw) mengandung senyawa bioaktif seperti tanin, steroid, flavonoid, alkaloid dan

Senyawa bioaktif tersebut dapat berperan sebagai agen pereduksi ion
n memiliki potensi sebagai antioksidan (Firdiyani dkk., 2015; Handayani
0).



Nanopartikel dapat dikembangkan dalam bidang kesehatan sebagai antioksidan. Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah terjadinya proses oksidasi dengan mengikat radikal bebas (Rumengan dan Mantiri, 2015). Proses tersebut dapat mencegah pembentukan radikal dan molekul yang sangat reaktif (Winarsi, 2007). Beberapa penelitian yang berhubungan dengan sintesis nanopartikel perak telah dilakukan dengan menggunakan ekstrak tumbuhan dan aktivitasnya diuji sebagai antioksidan. Abdel-Aziz dkk (2015) mensintesis nanopartikel perak dengan menggunakan buah kozan muda sebagai bioreduktor dan memperoleh nanopartikel perak dengan ukuran sebesar 30-50 nm dan nanopartikel perak yang diperoleh memiliki nilai IC_{50} sebagai antioksidan sebesar 13.720 ppm dan ekstrak sampel sebesar 12.630 ppm. Thomas dkk (2018) mensintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak tumbuhan *Coleus Vettiveroids* sebagai bioreduktor, dimana diameter nanopartikel perak yang diperoleh adalah 5 nm serta nilai IC_{50} yang diperoleh dari nanopartikel perak adalah 719,01 ppm. Bharathi dkk (2018) mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak kulit batang *Diospyros Montana* sebagai bioreduktor. Nanopartikel perak yang terbentuk memiliki diameter rata-rata sebesar 28 nm dengan aktivitas antioksidan 89,12%.

Berdasarkan uraian di atas, daun kluwak (*Pangium edule* Reinw) memiliki potensi sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak yang dilakukan dalam penelitian ini. Uji aktivitasnya sebagai antioksidan dilakukan dengan

akan metode DPPH. Karakterisasi dilakukan dengan spektrofotometer PSA, SEM dan FTIR.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah, yaitu:

1. bagaimana potensi ekstrak daun kluwak (*Pangium edule Reinw*) sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak?
2. bagaimana karakteristik nanopartikel perak dengan bioreduktor ekstrak daun kluwak (*Pangium edule Reinw*) dengan menggunakan UV-VIS, PSA, SEM, XRD dan FTIR?
3. bagaimana aktivitas antioksidan ekstrak daun kluwak dan nanopartikel perak?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui potensi ekstrak daun kluwak (*Pangium edule Reinw*) sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak dan uji aktivitsnya sebagai antioksidan.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. mensintesis nanopartikel perak menggunakan prekursor AgNO_3 dan bioreduktor ekstrak daun kluwak (*Pangium edule Reinw*).
2. mengkarakterisasi nanopartikel perak yang dihasilkan dari bioreduktor ekstrak daun kluwak (*Pangium edule Reinw*).

menguji dan menentukan aktivitas antioksidan ekstrak daun kluwak dan nanopartikel perak



1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tambahan khususnya dalam bidang sintesis nanopartikel menggunakan bahan alam dan pemanfaatan bahan alam asli Indonesia sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel yang bersifat lebih ramah lingkungan serta memberikan tambahan pengetahuan tentang aktivitas antioksidan nanopartikel perak dan ekstrak daun kluwak .



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kluwak (*Pangium edule* Reinw)

Kluwak (*Pangium edule* Reinw) merupakan tumbuhan khas Indonesia (Gambar 1). Tumbuhan kluwak (*Pangium edule* Reinw) dikenal dengan sebutan yang berbeda di Indonesia. Tanaman ini tumbuh pada ketinggian 10-1.000 m di atas permukaan laut dan tinggi pohon mencapai 40 m dengan diameter batang 2,5 meter. Daun pada pohon ini tunggal terkumpul pada ujung ranting, berbentuk bulat telur dengan ujung runcing, pangkal tumpul dan tepi rata, pertulangan menjari serta berwarna hijau (Suyanto, 2015). Tumbuhan kluwak (*Pangium edule* Reinw) digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai rempah-rempah untuk pembuatan berbagai masakan (Sibuea, 2015). Selain itu, tumbuhan kluwak berkhasiat sebagai antiseptik, racun terhadap ikan, obat rematik dan penyakit kulit (gatal-gatal) karena memiliki beberapa senyawa kimia seperti alkaloid, tanin, flavonoid, steroid, saponin, polifenol dan lain-lain (Utami, 2008). Menurut Listaty dkk (2016), buah kluwak mengandung senyawa utama penyusun minyak seperti dietil phtalat, metil palmitate, metil oleat dan metil stearate, sedangkan menurut Pinta dkk (2017), Pratidina (2008) dan Sulistianingsih dkk (2016), kandungan senyawa metabolit sekunder pada daun kluwak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji fitokimia daun kluwak

Identifikasi senyawa	Hasil Penelitian
Sianogen	+
Alkaloid	+
Steroid	+
Tanin	+
Flavonoid	+
Saponin	+





Gambar 1. Tumbuhan Kluwak (Sumber: <https://www.google.co.id>)

Menurut (Sari dan Suhartati, 2015), taksonomi tumbuhan kluwak (*Pangium edule* Reinw) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Super Divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub Kelas : Dilleniidae
Ordo : Violales
Famili : Flacourtiaceae
Genus : *Pangium*
Spesies : *Pangium edule* Reinw

2.2 Tinjauan Umum Nanopartikel

Perkembangan zaman yang sangat pesat menghasilkan teknologi yang semakin tinggi pula dan para ahli fisika, biologi, kimia dan lainnya berusaha untuk menciptakan teknologi yang semakin tinggi, tepat guna dan bebas polusi.

Itemukannya teknologi nano tanpa disadari kita sudah berada di depan ipitek yang akan membawa dampak yang sangat berpengaruh dalam



segala aspek kehidupan manusia (Poli, 2006). Nanoteknologi merupakan revolusi teknologi baru yang dapat mengubah cara pandang terhadap penerapan teknologi karena materialnya terdiri atas atom atau molekul dengan ukuran nano yang lebih unggul dari material yang sudah ada. Material berukuran nano bermanfaat dalam berbagai bidang (Wong dkk., 2006). Nanomaterial sangat penting karena sifat fisika kimia logam berubah saat mencapai ukuran nano, sifatnya berbeda dibandingkan dengan logam asalnya. Karakteristik spesifik dari nanomaterial bergantung pada ukuran, distribusi, morfologi, dan fasanya (Apriandanu dkk., 2013).

Penerapan nanoteknologi merupakan pusat perhatian dalam beberapa tahun terakhir, karena nanoteknologi memiliki peran penting dalam kemajuan teknologi (Kumar, 2014). Nanoteknologi berkecimpung mulai dari penggabungan atom atau ion menjadi molekul membentuk struktur dan ukuran nanometer yang berguna untuk menghasilkan produk. Nanoteknologi dihasilkan melalui proses reaksi kimia untuk membentuk zat cair atau padat seperti keramik, polimer, dan logam yang diatur (dimanipulasi) sedemikian rupa sehingga menghasilkan sifat kimia atau fisika yang baru (Poli, 2006). Nanopartikel adalah salah satu bagian dari nanoteknologi yang memiliki peran penting dalam berbagai bidang kehidupan sekarang ini. Ukuran partikel adalah 1-100 nm menurut *International Organization for Standardization* (ISO) (Kumar, 2014).

Nanopartikel merupakan bagian dari nanoteknologi yang sangat populer dan semakin pesat perkembangannya sejak awal tahun 2000, karena sangat penting untuk digunakan bagi perkembangan ilmiah dan industri (Suwarda dan Maarif, 2013). Nanopartikel memiliki sifat unik, dapat dikontrol dan dimodifikasi



ukurannya dan fungsionalisasi permukaannya (Hasan, 2012). Potensi nanoteknologi yang telah dikembangkan untuk aplikasi nanopartikel diberbagai bidang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Aplikasi nanoteknologi dalam berbagai bidang (Pal dkk., 2011 dan Suwarda dan Maarif, 2011).

Bidang Ilmu	Aplikasi
Kesehatan	Obat, alat kesehatan, rekayasa jaringan, Terapi kanker, biomarker, antimikroba pengantar obat, antibakteri, pelepasan obat yang terkontrol dan proteksi UV
Kimia dan Kosmetik	Bahan dan senyawa kimia, cat, dan pelapis yang berukuran nano
Lingkungan	Penyaring pemurnian air dan udara, katalis lingkungan, penangkap polutan,, sensor pengamatan polusi dan penanganan air limbah
Militer dan Energi	Biosensor, , senjata, peningkatan sensorik, katalis zat bahan bakar, katalis fuel cell dan fotokatalisis produksi hidrogen.
Elektronik	Kepingan semikonduktor, , penyimpanan memori, fotonika, optoelektronik, sensor gas, laser quantum, sensor dengan sensitivitas yang tinggi dan sensor kimia
Industri	Katalis bahan kimia, cat, pigmen nano, bahan penghantar listrik dan bahan antinoda
Pertanian	Gaya atomik, mikroskop pengamatan yang bersifat mikroskopis dan fungisida
Makanan	Pengolahan Ilmu Pangan, makanan nutrasetikal, nanokapsul, sensor analisis makanan dan pengemas makanan

Nanoteknologi berbasis biosintesis untuk pembuatan nanopartikel dapat berasal dari alam. Indonesia memiliki sumber daya alam yang beraneka ragam sehingga Indonesia memiliki peluang untuk bisa bersaing dalam pengembangan nanoteknologi saat ini (Suwarda dan Maarif, 2011).

2.3 Sintesis Nanopartikel Perak

Perak adalah suatu elemen yang berkilau, sangat elastis dan mudah dengan simbol Ag, nomor atom 47 dan nomor massa 107,8682 g/mol.



Kerapatannya adalah sekitar 10,5 g/mol dan titik leburnya adalah 960,5 °C. Logam perak relatif tidak beracun dan tidak bersifat karsinogenik terhadap sistem tubuh manusia seperti sistem syaraf, kekebalan tubuh reproduksi atau kardiovaskuler. Oleh karena itu penggunaan perak untuk pembuatan nanopartikel beberapa tahun terakhir ini telah meningkat seperti di industri medis, plastik, tekstil dan lain-lain (Keat dkk., 2015). Nanopartikel adalah partikel yang memiliki ukuran kurang dari 100 nm (Suwarda dan Maarif, 2011).

Salah satu penerapan nanopartikel adalah nanopartikel perak. Nanopartikel perak memiliki sifat yang stabil untuk aplikasi yang potensial dalam berbagai bidang seperti sebagai katalis, detektor sensor optik, dan agen antimikroba. Sebagian besar pemanfaatannya adalah sebagai agen antimikroba (Haryono dkk., 2008). Sifat antimikroba nanopartikel perak dipengaruhi oleh ukuran partikel. Jika ukuran partikel semakin kecil, maka luas permukaan nanopartikel perak semakin besar, sehingga material dapat mempengaruhi metabolisme sel dan menghambat pertumbuhan sel. Nanopartikel menetrasi ke dalam membran sel mikroba untuk mencegah sintesis protein, sehingga dapat menurunkan permeabilitas membran sel dan menyebabkan kematian sel (Ristian, 2013).

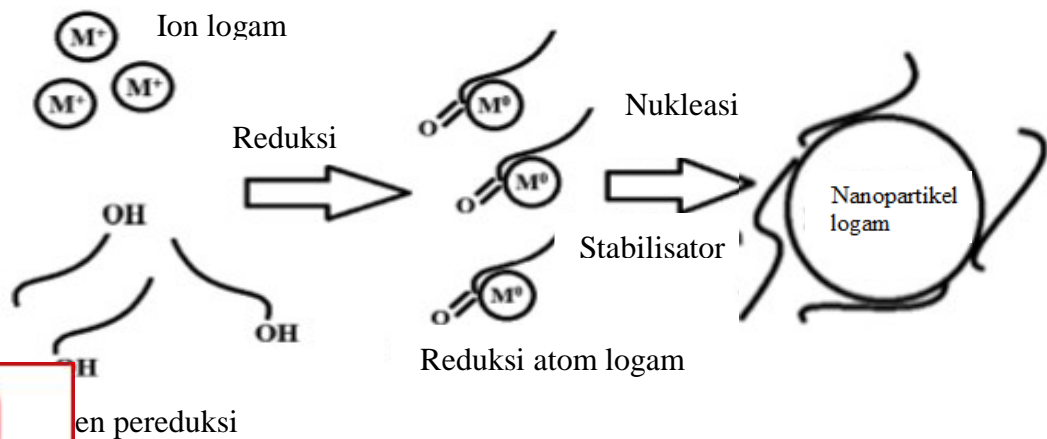
Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan metode *bottom up* (kimia) dan metode *top down* (fisika). Metode *bottom up* melibatkan proses sol gel, deposisi uap kimia, sintesis fluida dan pirolisis sedangkan metode *top down* melibatkan laser ablasi, goresan, litografi dan dekomposisi termal (Keat dkk., 2015). Penerapan kedua metode ini memerlukan energi dalam jumlah besar untuk mempertahankan tekanan, suhu tinggi yang diperlukan untuk reaksi dan menimbulkan resiko terhadap lingkungan (Khatoun dkk., 2017). Teknik lain yang digunakan untuk memproduksi nanopartikel perak adalah fotokimia, sonokimia, ultrasonik, sintesis solvotermal, poliol dan reduksi kimia ion perak dengan



atau tanpa agen stabilisator (Guzman dkk., 2009). Metode reduksi kimia sering digunakan sebagai metode yang paling efektif untuk menghasilkan nanopartikel perak karena prosesnya mudah, biaya relatif murah dan hasil diproduksi dalam skala besar (Wahyudin dkk., 2011).

Sintesis nanopartikel perak menggunakan metode reduksi kimia dapat dilakukan dengan menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai bioreduktor yang disebut biosintesis. Biosintesis lebih sering dilakukan karena penggunaan bahan kimia sedikit, ramah lingkungan, nontoksik dan mudah didapat. Tumbuhan diketahui memiliki senyawa-senyawa organik atau metabolit sekunder diantaranya terpenoid, tanin, steroid, alkaloid, dan flavonoid yang berperan sebagai bioreduktor untuk pembentukan nanopartikel (Handayani dkk., 2010).

Nanopartikel perak cenderung mengalami aglomerasi membentuk ukuran besar. Oleh sebab itu, dibutuhkan material sebagai stabilisator untuk mencegah aglomerasi. (Haryono dkk., 2008). Beberapa material yang digunakan sebagai stabilisator nanopartikel perak adalah polivinil alkohol (PVA), poliasam akrilat (PAA) polivinil pirolidin (PVP), polietilen glikol (PEG) dan polistiren sulfonate (PSS) (Marliyana dkk., 2006). Menurut Keat dkk (2015), mekanisme yang terjadi pada biosintesis nanopartikel diberikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Biosintesis nanopartikel (Keat dkk., 2015).



Tanaman yang mengandung metabolit sekunder memiliki peran utama sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel. Umumnya, sintesis nanopartikel logam pada tanaman dan ekstrak tumbuhan mencakup tiga fase utama berdasarkan mekanisme (Gambar 2). Fase pengaktifan, yaitu fase dimana reduksi ion logam dengan metabolit sekunder yang ada dalam tumbuhan. Fase pertumbuhan, yaitu fase terbentuknya nanopartikel menjadi partikel dengan ukuran lebih besar (aglomerasi) sehingga dibutuhkan material sebagai stabilisator. Fase pembentukan, yaitu fase dimana bentuk akhir dari nanopartikel yang memiliki ukuran nanopartikel lebih kecil (Keat dkk., 2015).

2.4 Kajian Sintesis Nanopartikel Logam dari Ekstrak Bahan alam dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan

Nanopartikel dapat disintesis dari berbagai ekstrak bahan alam dan telah diuji aktivitasnya sebagai antioksidan. Abdel-Aziz dkk (2015) mensintesis nanopartikel perak dengan menggunakan buah kolan muda sebagai agen pereduksi dengan menggunakan AgNO_3 sebagai prekursor. Terbentuknya nanopartikel perak ditandai dengan adanya perubahan warna hijau kekuningan menjadi merah gelap. Ukuran nanopartikel perak yang terbentuk memiliki diameter 30-50 nm. Aktivitas antioksidan dari nanopartikel perak yang diperoleh memiliki nilai IC_{50} sebesar 13,720 ppm dan ekstrak sampel sebesar 12.630 ppm.

Mitiku dan Yilma (2017) mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun kelor sebagai bioreduktor logam Ag^+ menjadi Ag^0 dalam larutan

perak. Terbentuknya nanopartikel perak ditunjukkan oleh adanya perubahan warna. Ketika ekstrak sampel ditambahkan dengan larutan AgNO_3 dari warna



kuning menjadi coklat gelap. Rata-rata diameter nanopartikel perak yang diperoleh adalah 11,44 nm. Aktivitas antioksidan dari nanopartikel perak diperoleh sebesar 38.57%.

Keshari dkk (2018) mensintesis nanopartikel perak dengan menggunakan tumbuhan *Cestrum nocturnum* sebagai bioreduktor. Karakteristik dari pembentukan nanopartikel perak adalah adanya perubahan warna bening menjadi merah bata seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Ukuran nanopartikel yang diperoleh sebesar 20 nm. Aktivitas antioksidan dari nanopartikel perak yang diperoleh sebesar 29,55%.

Thomas dkk (2018), mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak tumbuhan *Coleus Vettiveroids* sebagai bioreduktor. Pembentukan nanopartikel perak ditandai dengan adanya perubahan warna kuning menjadi coklat gelap. Diameter nanopartikel perak yang diperoleh sebesar 5 nm serta aktivitas antioksidannya sebesar 63,87% nilai IC_{50} yang diperoleh dari nanopartikel perak sebesar 719,01 ppm.

Poudel dkk (2017) mensintesis nanopartikel perak dengan menggunakan tumbuhan *Ganoderma Lucidum* sebagai bioreduktor. Nanopartikel yang terbentuk memiliki diameter rata-rata sebesar 24,1 nm yang ditandai dengan perubahan warna kuning menjadi merah gelap. Aktivitas antioksidan dari nanopartikel yang terbentuk adalah 73,49%.

Bharathi dkk (2018) mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak kulit batang *Diospyros Montana* sebagai bioreduktor. Nanopartikel perak

terbentuk memiliki diameter rata-rata sebesar 28 nm dan perubahan warna



dari kuning menjadi coklat gelap. Aktivitas antioksidan dari nanopartikel yang terbentuk adalah 89,12%.

2.5 Karakterisasi Nanopartikel

Karakterisasi nanopartikel sangat penting untuk mengetahui struktur dan bentuk dari nanopartikel itu sendiri. Beberapa instrument yang biasa digunakan untuk karakterisasi nanopartikel seperti FTIR, UV-VIS, XRD, PSA dan SEM.

2.5.1 Karakterisasi *Fourier Transform InfraRed* (FTIR)

Spektrum FT-IR dalam kisaran $4000-400\text{ cm}^{-1}$ tercatat untuk menyelidiki gugus fungsi yang terdapat pada suatu senyawa (Junejo dkk., 2013). Pancaran infra merah pada umumnya mengacu pada bagian spektrum elektromagnetik yang terletak diantara daerah tampak dan daerah gelombang mikro. Pancaran infra merah pada bagian gelombang antara $10.000-10\text{ cm}^{-1}$ diserap oleh sebuah molekul organik dan diubah menjadi energi getaran molekul dan muncul sebagai pita atau *peak*. Sebuah molekul paling sederhana sekalipun dapat dilihat sebagai spektrum yang rumit pada FTIR (Hakim, 2008).

2.5.2 Karakterisasi Spektrofotometer UV-Vis

Di dalam bidang nanosains dan nanoteknologi analisis UV-VIS spektrosopi digunakan untuk memprediksi ukuran dan bentuk nanopartikel. Selain itu analisis absorbansi ini juga merupakan jenis analisis tercepat dan termudah untuk mengetahui bagaimana pembentukan nanopartikel (Haryono dkk., 2008).

Nanopartikel memiliki sifat optis yang sensitif terhadap ukuran, bentuk, distribusi, aglomerasi, dan indeks reflektif yang mendekati permukaan nanopartikel sehingga spektroskopi UV-Vis berfungsi dalam identifikasi, karakterisasi, dan pengkajian material tersebut. Nanopartikel yang terbuat dari



logam tertentu seperti emas dan perak, berinteraksi secara kuat dengan panjang gelombang tertentu dari cahaya dan sifat optis unik dari material tersebut (Ronson, 2012). Penyebaran nanopartikel bergantung pada panjang gelombang yang pendek tersebar secara intens daripada panjang gelombang yang lebih panjang (Taylor dkk., 2013). Kisaran panjang gelombang maksimum nanopartikel ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Panjang gelombang pada absorbansi maksimum menunjukkan kisaran ukuran nanopartikel

Ukuran Partikel (nm)	λ_{maks} (nm)
10-14	395-405
35-50	420
60-80	438

Sumber: (Salomon dkk., 2007).

2.5.3 Karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD)

XRD merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal, ukuran kristal dari suatu bahan padat. Semua bahan yang mengandung kristal tertentu ketika dianalisis menggunakan XRD akan menghasilkan puncak-puncak yang spesifik. Pengindeksan pola XRD adalah proses penentuan parameter sel satuan dari posisi puncak untuk mengindeks pola difraksi. Heryanto dkk (2018), menggunakan persamaan Debye-Scherrer persamaan (1) untuk menentukan ukuran nanopartikel.

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cdot \cos(\theta)} \quad (1)$$

D = Ukuran kristal

K = 0,98

λ = Panjang gelombang dari Sinar X (1,54178Å)



β = Nilai FWHM (rad)

θ = Sudut difraksi ($2\theta/2$)

2.5.4 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

SEM adalah suatu mikroskop elektron yang mampu menghasilkan gambar beresolusi tinggi dari sebuah permukaan sampel. Fungsi utama SEM adalah mengetahui morfologi permukaan dari sampel padat. Pada SEM suatu berkas elektron dilewatkan pada permukaan sampel dan disinkronkan dengan berkas sinar dari tabung katoda. Pancaran elektron yang dihasilkan dapat menghasilkan sinyal yang memodulasi berkas tersebut sehingga akan menghasilkan gambar. Kebanyakan alat SEM mempunyai jangkauan magnifikasi dari 20-100.000 kali (Maulidiyah, 2017).

SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada mikroskop optik karena panjang gelombang de Broglie yang dimiliki elektron lebih pendek daripada gelombang optik. Makin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop. Syarat agar SEM dapat menghasilkan data yang baik adalah permukaan benda harus bersifat sebagai pemantul elektron atau dapat melepaskan elektron sekunder ketika ditembak dengan berkas elektron. Material yang memiliki sifat demikian adalah logam (Abdullah dan Khairurrijal, 2009).

2.5.5 Karakterisasi Nanopartikel perak dengan *Particles Size Analyzer* (PSA)

Pada analisis ukuran partikel dengan menggunakan PSA, partikel didispersikan ke dalam media cair sehingga partikel tidak saling beraglomerasi.

Partikel yang terukur adalah ukuran dari single partikel. Data ukuran yang didapatkan berupa tiga distribusi yaitu intensitas, nomor dan volume, sehingga dapat menggambarkan keseluruhan kondisi sampel.

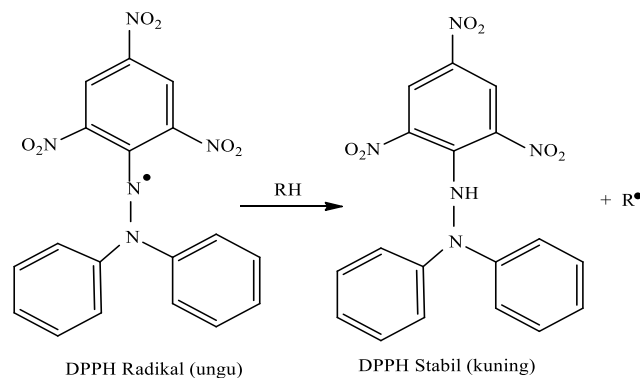


PSA menggunakan metode *dinamyc Light Scattering* (DLS) yang memanfaatkan hamburan inframerah (Nikmatin dkk., 2010).

2.6 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa kimia yang mampu menetralkan senyawa radikal bebas dalam tubuh. (Damayanthi dkk, (2010) menyatakan bahwa antioksidan dapat menghambat aktivitas oksidan dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa oksidan. Senyawa bioaktif yang terdapat dalam tumbuhan seperti senyawa saponin, tanin, fenol dan terpenoid memiliki peran sebagai antioksidan. Kandungan senyawa antioksidan yang cukup dapat membantu meningkatkan pertahanan tubuh terhadap timbulnya penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas (Wahdaningsih dkk., 2011).

Antioksidan tidak hanya digunakan dalam industri farmasi, tetapi juga digunakan secara luas dalam industri makanan, industri petroleum, industri karet dan sebagainya (Tahir dkk., 2003). Salah satu uji untuk menentukan aktivitas antioksidan penangkap radikal adalah metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhidrazyl). Reaksi antara DPPH dengan antioksidan secara umum dapat terlihat pada Gambar 3.



3. Reaksi antara radikal DPPH dengan antioksidan (Molyneux 2004).



DPPH berwarna ungu gelap yang memberikan serapan kuat pada panjang gelombang 517 nm. Penangkap radikal bebas menyebabkan elektron menjadi berpasangan yang kemudian menyebabkan kehilangan warna yang sebanding dengan jumlah elektron yang diambil. Larutan DPPH dicampur dengan senyawa yang dapat mendonorkan atom hidrogen, maka warna ungu dari larutan akan hilang seiring dengan tereduksinya DPPH dan menjadi kuning (Molyneux 2004).

Sebuah penelitian yang telah dilakukan oleh Khan dkk (2015), berhasil mensintesis nanopartikel perak dari *Citrus sinensis var* dengan metode bioreduksi. Nanopartikel yang dihasilkan berukuran 4-10 nm dengan karakteristik puncak SPR pada 443 nm. Nanopartikel tersebut juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang baik. Uji antioksidan dilakukan dengan mengamati kemampuan nanopartikel perak dengan konsentrasi yang berbeda dalam menghambat radikal bebas pada DPPH. Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif. Berdasarkan hasil yang didapatkan, konsentrasi nanopartikel 1 ppm menunjukkan persentase inhibisi DPPH yang tertinggi pada 80%. Nanopartikel perak berperan sebagai donor elektron yang bereaksi dengan radikal bebas untuk mengkonversi radikal menjadi produk yang lebih stabil yang dapat menghentikan reaksi gugus radikal. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa kekuatan mereduksi nanopartikel perak dapat dikorelasikan dengan aktivitas antioksidannya.

