

*Skripsi*

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN BIOREDUKTOR  
EKSTRAK DAUN JAMBLANG (*Syzygium cumini*) DAN POTENSINYA  
SEBAGAI NANOSENSOR GULA DARAH**

**YOGIE IMANUEL PUTRA B.**

**H311 15 309**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2020**

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN BIOREDUKTOR  
EKSTRAK DAUN JAMBLANG (*Syzygium cumini*) DAN POTENSINYA  
SEBAGAI NANOSENSOR GULA DARAH**

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

**Oleh**

**YOGIE IMANUL PUTRA B.**

**H311 15 309**



**MAKASSAR**

**2020**

**SKRIPSI**

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN BIOREDUKTOR  
EKSTRAK DAUN JAMBLANG (*Syzygium cumini*) DAN POTENSINYA  
SEBAGAI NANOSENSOR GULA DARAH**

**Disusun dan diajukan oleh**

**YOGIE IMANUEL PUTRA B.**

**H311 15 309**

**Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:**

**Pembimbing Utama**  
  
**Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc**  
**NIP. 19490827 197602 1 001**

**Pembimbing Pertama**  
  
**Dr. Abd. Karim, M.Si**  
**NIP. 19620710 198803 1 002**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogie Imanuel Putra B.

NIM : H311 15 309

Program Studi : Kimia

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 1 Desember 2020



Yogie Imanuel Putra B.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa, karena atas kasih dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Jamblang (*Syzygium Cumini*) dan Potensinya Sebagai Nanosensor Gula Darah** yang menandakan berakhirnya suatu dimensi perjuangan syarat akan makna dan penuh kenangan dalam menggapai gelar sarjana kimia strata satu Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Keberhasilan penulis dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril dari orang-orang terdekat penulis. Melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada orang tua penulis, Drs. Yohanis dan Marleni S.Pd untuk setiap perhatian, pengorbanan, kasih sayang, dukungan dan doa yang tiada henti bagi penulis.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc selaku pembimbing utama dan Bapak Dr. Abd. Karim, M.Si selaku pembimbing pertama, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Ketua Departemen Kimia Bapak Dr. Abd. Karim, M.Si dan Sekretaris Departemen Kimia ibu Dr. St. Fauziah, M.Si beserta dosen dan staf Departemen Kimia yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di departemen kimia.
2. Dosen penguji ujian sarjana kimia, yaitu Bapak Dr. Firdaus Zenta, M.Si (Ketua), Ibu Erna Mayasari, S.Si, M.Si (Sekretaris), Bapak Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc (Ex. Officio), dan Bapak Dr. Abd. Karim, M.Si (Ex. Officio).

3. Seluruh Analis laboratorium kimia Departemen Kimia, Universitas Hasanuddin, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu selama proses penelitian.
4. Seluruh warga dan alumni KMF FMIPA Unhas dan KMK FMIPA Unhas yang telah banyak membantu penulis selama berada dikampus.
5. Teman-teman seperjuangan POLIHEDRA 2015 yang telah berjuang bersama dan saling membantu dan memberi semangat dikala susah dan saling bahagia dan tertawa dikala senang.

Penulisan skripsi ini tidak luput dari kekeliruhan, karena itu penulis sangat menghargai apabila ada kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi dan perkembangan ilmu pengetahuan serta penelitian ke depannya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya, Tuhan Yesus memberkati.

Makassar, November 2020

Penulis

## ABSTRAK

Penelitian sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak daun jamblang (*Syzygium cumini*) dan potensinya sebagai nanosensor gula darah telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak daun jamblang. Nanopartikel yang terbentuk menunjukkan nilai absorbansi yang meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak reaksi pada uji spektrofotometer UV-Vis. Nilai panjang gelombang 417-421,5 nm pada serapan maksimum. Ukuran AgNP ditentukan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) dengan distribusi ukuran rata-rata partikel sebesar 61,1 nm. Analisis gugus fungsi yang berperan dalam sintesis menggunakan FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*). Morfologi AgNP diamati menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan karakterisasi struktur senyawa dianalisis menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*). Hasil sensor glukosa berbasis AgNP memiliki kisaran pengukuran 1- 4 mM dengan regresi linear  $y = 0,982x + 1,51$  dengan  $R^2 = 0,9722$

Kata kunci: ekstrak daun jamblang, glukosa, nanopartikel perak, sensor, sintesis.

## ABSTRACT

Synthetic silver nanoparticles using syzygium cumini extract and their potential as nanosensors for blood sugar have been performed. The research was to synthesize silver nanoparticles using a syzygium cumini as bioreductor. Nanoparticles form show the value of absorbance that increases as the time of reaction contact on the UV-Vis spectrophotometry test. The total length of 417-421.5 nm on the maximum absorption. AgNP measures are determined by PSA (Particle Size Analyzer) with an average distribution of particles is 61.1 nm. Analysis of the function clusters that act in the synthesis uses FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy). Morphology AgNP was observed using SEM (Scanning Electron Compounds) and the chemical structure characterized by XRD (X-ray diffraction). AgNP based glucose sensor has a measuring range of 1- 4 mm with linear regression  $y = 0.982x + 1.51$  with  $r^2 = 0.9722$ .

Keywords: syzygium cumini extract, glucose, silver nanoparticles, sensor, synthesis.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
ABSTRAK .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	6
1.3.1 Maksud Penelitian .....	6
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Diabetes Melitus .....	7
2.2 Sensor Gula Darah .....	8
2.3 Nanopartikel .....	10
2.4 Nanopartikel Perak .....	12
2.5 Biosintesis Nanopartikel Perak .....	14
2.6 Daun Jamblang .....	16
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 Larutan AgNO <sub>3</sub> 1 mM .....	20
3.4.2 Pembuatan Larutan Poli Asam Akilat (PAA) 1% .....	20
3.4.3 Pembuatan Larutan Glukosa Standar.....	20
3.4.4 Pembuatan Ekstrak Daun Jamblang ( <i>Syzygium cumini</i> ) .....	20
3.4.5 Sintesis Nanopartikel Perak .....	21
3.4.6 Karakterisasi Nanopartikel Perak .....	21
3.4.6.1 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan Spektrofotometri Uv-Vis.....	21
3.4.6.2 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan PSA .....	21
3.4.6.3 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan XRD .....	21
3.4.6.4 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan SEM .....	22
3.4.6.5 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan FTIR.....	22
3.4.7 Persiapan Elektroda dan Pengendapan Nanopartikel .....	22
3.4.8 Pengukuran Larutan Glukosa Standar.....	22

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Nanopartikel Perak .....	24
4.2 Karakterisasi Nanopartikel Perak.....	24
4.2.1 Karakterisasi Warna Larutan Nanopartikel Perak.....	24
4.2.2 Karakterisasi Nanopartikel Perak menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.....	25
4.2.3 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan PSA.....	26

4.2.4 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan SEM .....	28
4.2.5 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan XRD .....	28
4.2.6 Karakterisasi Nanopartikel Perak dengan FTIR .....	30
4.3 Aplikasi Sensor Berbasis Nanopartikel Perak.....	32
4.3.1 Deteksi pada Glukosa .....	32
4.3.2 Limit Deteksi.....	33
4.3.3 Sensitivitas .....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran .....	36
DAFTAR PUSTAKA .....	37
LAMPIRAN .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Serapan UV-Vis .....	25
2. Data Hasil Pengukuran menggunakan XRD .....	30
3. Hasil Pengukuran elektroda kerja yang dilapisi nanopartikel perak ....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Reaksi Oksidasi Glukosa menjadi Glunolakton .....	10
2. Skema Sintesis Nanopartikel.....	11
3. Struktur molekul Poli Asam Akrilat .....	14
4. Mekanisme reaksi Pembentukan NPAg dengan senyawa Tanin.....	16
5. Daun Jamblang ( <i>Syzygium cumini</i> ).....	17
6. Perbedaan Warna Larutan sebelum dan setelah distirer .....	24
7. Spektrum UV-Vis Nanopartikel Perak berdasarkan Variasi Hari .....	26
8. Hasil Analisis Nanopartikel Perak meggunakan PSA .....	27
9. Hasil Analisis Nanopartikel Perak menggunakan SEM.....	28
10. Difraktogram XRD Nanopartikel Perak.....	29
11. Spektrum FTIR Ekstrak Daun Jamblang sebelum penambahan AgNO <sub>3</sub> dan Ekstrak Daun Jamblang setelah penambahan AgNO <sub>3</sub> .....	30
12. Kurva Regresi Linier Konsetrasi vs Kuat Arus .....	33
13. Limit Deteksi Elektroda Kerja yang dilapisi nanopartikel perak.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bagan Kerja .....	44
2. Data Hasil Karakterisasi Nanopartikel Perak menggunakan PSA.....	48
3. Data Hasil Karakterisasi Nanopartikel Perak menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.....	55
4. Data Hasil Karakterisasi Nanopartikel Perak menggunakan XRD .....	58
5. Data Hasil Karakterisasi Ekstrak Daun Jamblang sebelum penambahan AgNO <sub>3</sub> dengan FTIR .....	59
6. Data Hasil Karakterisasi Ekstrak Daun Jamblang setelah penambahan AgNO <sub>3</sub> menggunakan FTIR .....	60
7. Perhitungan Ukuran Partikel .....	61
8. Perhitungan Limit Deteksi dan Sensitivitas .....	63
9. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	64

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
NPAg	Nanopartikel Perak
DM	Diabetes Melitus
SEM	Scanning Electron Microscopy
PAA	Poli Asam Acrilic
PSA	Particel Size Analyzer
XRD	X-Ray Diffraction

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kehidupan manusia saat ini sangat dipengaruhi oleh perkembangan zaman yang semakin modern. Hal ini memicu perubahan gaya dan pola hidup di dalam masyarakat, salah satunya adalah dengan mengkonsumsi makanan yang tidak sehat yang banyak mempengaruhi kadar gula darah seperti makanan cepat saji, minuman-minuman bersoda dan jenis makanan yang lainnya. Hal ini menjadi salah satu faktor pemicu peningkatan terjadinya penyakit degeneratif seperti diabetes melitus (Nurarif dan Kusuma, 2015).

*World Health Organization* (WHO) memperkirakan pada tahun 1980 jumlah orang dewasa yang mengidap penyakit diabetes melitus di dunia adalah sebanyak 108 juta jiwa dan angka ini meningkat 4 kali lipat pada tahun 2014 sekitar 422 juta jiwa (Cho dkk., 2018). Di Indonesia sendiri, WHO memprediksi akan terjadi peningkatan jumlah penderita diabetes melitus yang cukup besar pada beberapa tahun mendatang. Peningkatan jumlah penderita penyakit diabetes melitus di Indonesia pada tahun 2000 berjumlah 8,4 juta akan meningkat menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030 (Perkeni, 2011).

Diabetes mellitus (DM) atau yang lebih dikenal dengan penyakit gula atau kencing manis diakibatkan oleh kekurangan hormon insulin. Hal ini disebabkan oleh pankreas sebagai produsen insulin tidak memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup besar daripada yang dibutuhkan oleh tubuh, sehingga pembakaran dan penggunaan karbohidrat tidak sempurna (Studiawan, 2005).

Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit yang sangat mengancam kesehatan manusia. Rata-rata 1,5-2% dari seluruh penduduk dunia menderita diabetes yang bersifat menurun. Penyakit ini bisa timbul secara mendadak pada anak-anak dan orang dewasa. Pada orang yang telah berumur, penyakit ini sering muncul tanpa gejala dan sering kali baru diketahui bila yang bersangkutan melakukan pemeriksaan kesehatan rutin (Kristiana dan Suharmiati, 2006). Penyakit diabetes akan menimbulkan berbagai komplikasi baik yang akut maupun yang kronis atau menahun apabila tidak dikendalikan dengan baik. Penyakit ini termasuk penyakit degeneratif yang tidak dapat disembuhkan tetapi dapat dikendalikan atau dikelola (Isnati, 2007).

Kadar glukosa yang tinggi dalam darah merupakan indikator seseorang mengalami penyakit diabetes melitus (Asnawati dkk., 2013). Darah manusia normal mengandung glukosa dalam jumlah atau konsentrasi yang tetap, yaitu antara 70-100 mg/10 mL darah. Namun, pada penderita diabetes melitus, jumlah glukosa darah lebih besar dari 130 mg/100 mL darah (Poedjiadi dan Supriyanti, 2005). Sehingga untuk tetap menjaga tingkat glukosa darah pada keadaan normal diperlukan alat untuk memantau kadar glukosa darah. Salah satu alat pendeteksi yang dapat digunakan adalah sensor. Namun saat ini sensor untuk keperluan tersebut masih diimpor dari negara lain dengan harga yang relatif mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian yang intensif untuk mengembangkan pemenuhan terhadap sensor kadar gula darah yang murah, akurat dan mudah penggunaannya (Fadhilah dkk, 2015).

Dewasa ini penerapan nanoteknologi merupakan salah satu metode dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang sedang marak dikembangkan oleh para peneliti dan ilmuwan. Hal ini disebabkan oleh manfaat dan dampaknya yang

sangat luas bagi kehidupan manusia serta dapat diterapkan dalam berbagai bidang (Tsuzuki, 2009; Handayani dkk., 2010). Nanoteknologi didefinisikan sebagai rekayasa material melalui proses kimia atau fisika untuk menghasilkan suatu bahan dengan sifat tertentu yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi (Muliadi dkk, 2015).

Salah satu bagian dari nanoteknologi yang sedang berkembang adalah sintesis nanopartikel (Hasan, 2012). Suatu bahan atau produk dapat dikatakan sebagai nanopartikel apabila memiliki ukuran pada skala nano dengan dimensi antara 1-100 nanometer. Selain itu nanopartikel memiliki keunikan sifat seperti optik, termal, listrik kimia dan sifat fisik (Muliadi dkk, 2015). Pengaruh kemajuan nanopartikel dan pengaplikasian nanopartikel pada kehidupan sehari-hari dapat ditemukan diberbagai bidang seperti pada bidang medis, sensor, antimikroba, elektronik, pertanian, katalis, dan produk kecantikan (Kavitha dkk, 2013). Nanopartikel tersebut dapat berupa logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, material karbon, senyawa organik, dan biologi seperti DNA, protein, atau enzim (Bakir, 2011). Nanopartikel logam, seperti emas, perak, besi, zink, dan logam oksida memiliki peluang besar dalam aplikasi biomedis karena luas permukaan yang besar dan rasio volumenya (Prasad, 2013). Diantara logam-logam tersebut, perak merupakan salah satu logam yang umum digunakan sebagai bahan baku pembuatan nanopartikel karena sifatnya yang tidak toksik terhadap kulit manusia dan memiliki sifat optis yang baik (Caro dkk., 2010). Perak merupakan salah satu logam yang memiliki kualitas optik yang cukup baik setelah emas dengan harga yang lebih terjangkau serta tidak bersifat toksik terhadap kulit manusia. Selain itu, potensi pengembangan nanopartikel perak di berbagai bidang sangat terbuka luas, diantaranya sebagai sensor dan antibiotik (Dubey dkk., 2009; Caro dkk., 2010).

Secara umum, teknik sintesis nanopartikel dikelompokkan atas dua metode yaitu metode *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia). Metode fisika yaitu dengan cara memecah padatan logam menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano sedangkan metode kimia dilakukan dengan cara membentuk partikel-partikel nano dari prekursor molekular atau ionik (Ahmed dkk., 2016). Namun, metode-metode tersebut masih memiliki kekurangan yaitu seperti penggunaan pelarut yang beracun, limbah yang dihasilkan berbahaya, dan konsumsi energi yang tinggi. Oleh karena itu telah dikembangkan sebuah metode yang lebih ramah lingkungan, sehingga muncullah metode biosintesis nanopartikel logam dengan menggunakan ekstrak tanaman. Metode ini dapat menjadi alternatif dalam sintesis nanopartikel dimana beberapa keuntungan yang diperoleh yaitu ramah lingkungan, kompatibel untuk aplikasi farmasi dan biomedis, biaya rendah, dan tidak memerlukan tekanan, energi, dan temperatur yang tinggi, serta terhindar dari penggunaan bahan kimia yang beracun (Masakke, 2015; Bakir, 2011). Prinsip sintesis dengan metode ini dalam preparasi nanopartikel adalah dengan memanfaatkan tumbuhan sebagai agen pereduksi (Lembang, 2013). Metabolit sekunder yang terkandung di dalam tumbuhan seperti flavonoid dan triterpenoid diduga dapat digunakan sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel karena memiliki aktifitas antioksidan (Shankar dkk., 2004).

Beberapa jenis tumbuhan tertentu mengandung metabolit sekunder yang dapat berperan sebagai agen pereduksi. Salah satu tumbuhan yang memiliki kandungan senyawa yang dapat digunakan sebagai agen pereduksi adalah tumbuhan jambang (*Syzygium cumini*). Hal ini didasarkan atas hasil penelitian Prabhakaran dkk., (2011) menunjukkan bahwa ekstrak daun jambang

mengandung senyawa alkaloid, fenol, flavonoid, tanin, dan minyak atsiri sebagai metabolit sekunder.

Tumbuhan jamblang (*Syzygium cumini*) telah dikenal sejak lama sebagai obat tradisional. Seluruh bagian organ tumbuhan jamblang dapat digunakan dalam pengobatan tradisional, namun daun dan kulit batang menjadi bagian yang paling banyak mengandung senyawa bioaktif (Sah & Verma, 2011). Ekstrak etanol daun *Syzygium cumini* telah diketahui dapat menurunkan kadar glukosa darah (Mustika dkk., 2017). Berbagai studi praklinis dan klinis telah dilakukan dan memperoleh hasil bahwa beberapa organ tumbuhan jamblang seperti daun, kulit batang dan buahnya memiliki aktifitas antidiabetes (Katiyar dkk., 2016).

Berdasarkan uraian diatas, maka dianggap perlu untuk dilakukan penelitian dengan mensintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak daun jamblang untuk mengetahui potensinya sebagai nanosensor gula darah yang murah, sederhana dan ramah lingkungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu:

1. bagaimana potensi ekstrak daun jamblang (*Syzygium cumini*) sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak?
2. bagaimana karakteristik nanopartikel perak yang dihasilkan dengan menggunakan bioreduktor ekstrak daun jamblang (*Syzygium cumini*)?
3. bagaimana respon sensor berbasis nanopartikel perak dengan menggunakan bioreduktor ekstrak daun jamblang (*Syzygium cumini*) sebagai nanosensor gula darah?

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi sensor berbasis nanopartikel perak yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun jamblang (*Syzigium cumini*) terhadap gula darah.

#### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun Jamblang (*Syzigium cumini*) sebagai bioreduktor
2. mengkarakterisasi nanopartikel perak yang dihasilkan dengan bioreduktor ekstrak daun Jamblang (*Syzigium cumini*) menggunakan spektrofotometer UV-Vis, XRD, SEM dan PSA
3. menentukan respon sensor berbasis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak daun Jamblang (*Syzigium cumini*) sebagai sensor gula darah.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi tentang:

1. pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terhadap pembuatan sensor berbasis nanopartikel perak.
2. salah satu cara sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor dari alam yang mudah diperoleh, murah dan ramah lingkungan
3. salah satu acuan dalam hal pengontrolan kadar gula darah yang berbasis nanopartikel.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Diabetes Melitus**

Diabetes melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya (*American Diabetes Association, 2004*). Diabetes melitus terbagi menjadi 2 tipe utama, yaitu DM tipe 1 dan DM tipe 2. Diabetes melitus tipe 1 dikarakterisasi dengan ketidakmampuan produksi insulin karena kerusakan sel pankreas akibat reaksi autoimun sehingga mutlak memerlukan insulin dari luar tubuh. DM tipe 1 dapat timbul pada usia muda (anak-anak dan remaja). Diabetes melitus tipe 2 merupakan penyakit yang melibatkan beberapa patofisiologi, termasuk gangguan fungsi pulau Langerhans dan resistensi insulin yang menghasilkan gangguan toleransi glukosa yaitu insulin tidak bisa mengatur kadar gula darah. Penyakit diabetes melitus tipe 2 ini biasanya muncul ada usia 30-40 tahun, bahkan dalam beberapa kasus timbul pada usia 50 atau 60 tahun (*Wisudanti, 2016; Widowati, 2008*).

Kadar gula darah yang tinggi yaitu sama atau diatas 200 mg/dl dalam tubuh seseorang menunjukkan bahwa orang tersebut mengidap penyakit diabetes mellitus (*Misnadiarly, 2006*). Kondisi inilah yang disebut dengan hiperglikemia. Peningkatan kadar gula darah ini disebabkan karena penyakit ini menyebabkan menurunnya fungsi pankreas untuk memproduksi insulin atau reseptor insulin tidak peka sehingga terjadi gangguan metabolisme dimana glukosa tidak diubah menjadi glikogen sehingga glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel, akibatnya glukosa darah meningkat (*Setiawan dkk., 2011*). Kadar gula (glukosa) darah

adalah kadar gula yang terdapat dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Kadar gula darah tersebut merupakan sumber energi utama bagi sel tubuh di otot dan jaringan (Sustrani L, 2006).

## **2.2 Sensor Gula Darah**

Sensor pada dasarnya merupakan sebuah perangkat yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital. Sensor dapat dikategorikan ke dalam dua jenis yaitu sensor fisika dan sensor kimia. Sensor fisika mendeteksi suatu besaran berdasarkan hukum-hukum fisika contohnya sensor cahaya, sensor suara, sensor kecepatan, sensor percepatan dan sensor suhu. Sedangkan sensor kimia mendeteksi jumlah zat kimia dengan cara mengubah besaran kimia menjadi besaran listrik, contohnya sensor pH, sensor oksigen, sensor ledakan, dan sensor gas (Setiawan, 2009).

Voltametri merupakan salah satu jenis sensor kimia yang mengamati kerja pada kurva arus potensial yang didasarkan pada proses reaksi oksidasi-reduksi pada permukaan elektroda (Wang, 2000). Sel voltametri menggunakan sistem tiga elektroda yaitu elektroda pembanding, elektroda pembantu dan elektroda kerja. Ketiga elektroda ini dicelupkan ke dalam sel voltametri yang berisi analit (Mikkelsen dan Schroder, 1999).

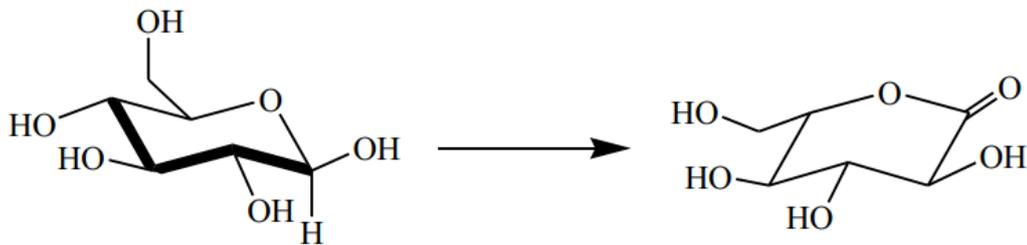
Elektroda kerja merupakan elektroda yang berfungsi sebagai tempat terjadinya reaksi kimia. Dalam hal ini reaksi oksidasi reduksi. Elektroda kerja akan melakukan kontak dengan analit sehingga menunjukkan adanya respon potensial dan memfasilitasi transfer elektron dari dan ke analit Dalam pemilihan

elektroda kerja harus dipertimbangkan tiga hal yaitu jenis bahan, morfologi permukaan dan desain elektroda. Oleh sebab itu, syarat logam yang dapat digunakan sebagai elektroda kerja adalah stabil, reaktif, konduktor yang baik dan sifat elektrokatalitik. Elektroda pembanding adalah elektroda setengah sel yang nilai potensial reduksinya telah diketahui. Pada prinsipnya elektroda ini harus mengetahui potensial yang ada dengan mengukur potensial yang ada pada elektroda kerja. Ag/AgCl merupakan elektroda yang paling banyak digunakan sebagai elektroda pembanding. Namun elektroda ini mudah rusak karena pengeringan. Oleh sebab itu, cara untuk mengatasinya biasanya elektroda ini direndam didalam garam seperti natrium klorida atau kalium klorida saat tidak digunakan. Sedangkan elektroda bantu adalah elektroda yang bertugas untuk melewatkan semua arus yang dibutuhkan dalam penyeimbangan arus di elektroda kerja. (Riyanto, 2012; Kounaves, 1987).

Aplikasi nanopartikel perak dalam mengukur kadar glukosa dilakukan dengan menggunakan teknik voltametri siklik. Pengamatan dilakukan dengan membandingkan voltamogram 2 elektroda kerja. Elektroda kerja yang digunakan pada sistem voltametri siklik yaitu elektroda kerja yang tidak dilapisi nanopartikel perak dan elektroda kerja yang dilapisi nanopartikel perak (Armah, 2014).

Menurut Armah (2014), puncak oksidasi voltamogram dari elektroda kerja yang tidak dilapisi nanopartikel perak tidak terlihat secara jelas dan cenderung tertumpuk. Sedangkan elektroda kerja yang kedua yang dibuat dengan memodifikasi elektroda platina dengan menambahkan lapisan nanopartikel perak pada permukaan paling luar elektroda. Hasil voltamogram pada elektroda kerja yang dilapisi nanopartikel perak tampak kenaikan arus seiring dengan peningkatan konsentrasi glukosa dari 3 – 10 mM. Peningkatan arus disebabkan karena

penggunaan nanopartikel perak pada sensor dapat meningkatkan transfer elektron secara langsung antara senyawa biomolekul (glukosa) dengan permukaan elektroda (Sahadi dkk., 2011).



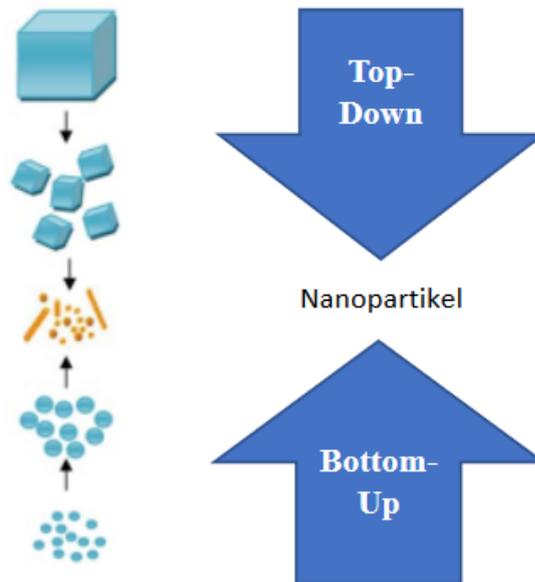
**Gambar 1.** Reaksi Oksidasi Glukosa menjadi glunolakton (Yasser, 2013)

### 2.3 Nanopartikel

Nanopartikel merupakan bagian dari nanoteknologi yang sangat populer dan semakin pesat perkembangannya sejak awal tahun 2000. Hal ini disebabkan oleh manfaat dan dampaknya yang sangat luas dalam kehidupan manusia. Manfaat dan aplikasi nanopartikel saat ini telah berkembang di berbagai bidang, diantaranya yaitu di bidang lingkungan, biomedis, perawatan kesehatan, pertanian dan pangan, tekstil, industri, elektronika, serta energi (Tsuzuki, 2009). Nanopartikel adalah partikel yang berukuran sangat kecil dengan diameter 1-100 nanometer. Nanopartikel merupakan suatu partikel berdimensi tiga yang memiliki ukuran berskala nanometer. Hal ini menyebabkan sifat kimia, fisika dan biologi dari materi nanopartikel lebih unggul dibandingkan dengan materi yang berukuran lebih besar (Khan dkk., 2014).

Sintesis nanopartikel secara umum dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode *top-down* (fisika) dan metode *bottom-up* (kimia). Metode fisika yaitu dengan cara memecah padatan logam menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano sedangkan metode kimia dilakukan dengan cara membentuk

partikel-partikel nano dari prekursor molekular atau ionik. Metode *bottom-up* (kimia) merupakan metode yang paling berkembang saat ini. Karena dalam metode ini, nanopartikel dapat dikendalikan secara kimiawi dalam fasa larutan (Fatihin, 2016).



**Gambar 2.** Skema Sintesis Nanopartikel (Abdullah dkk., 2008)

Nanopartikel memiliki ukuran yang kecil sehingga nanopartikel memiliki rasio antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel sejenis dalam ukuran besar. Hal ini membuat nanopartikel lebih reaktif. Reaktivitas material ditentukan oleh fraksi atom-atom di permukaan, karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lain ketika terjadi reaksi kimia (Abdullah dan Khairurrijal, 2009). Ukuran nanopartikel yang semakin kecil belum tentu memiliki stabilitas yang baik. Hal tersebut dikarenakan suatu nanopartikel memiliki kecenderungan untuk beraglomerasi. Partikel berukuran nanometer memiliki energi permukaan spesifik yang sangat besar. Pada energi permukaan yang besar ikatan kimia antar partikel membentuk

dipol listrik yang kuat sehingga dapat beraglomerasi. Oleh karena itu keberadaan stabilisator dalam sintesis nanopartikel memiliki peranan yang sangat penting (Ariyanta dkk., 2014).

## **2.4 Nanopartikel Perak**

Nanopartikel perak memiliki aplikasi dalam berbagai bidang, seperti elektronik untuk biologi, obat-obatan untuk diagnosis medis dan terapi untuk pengembangan biosensor (Tapa dkk., 2016). Hal ini disebabkan karena struktur nanomaterial memiliki sifat fisik dan sifat kimia yang unik karena ukurannya yang kecil sehingga memiliki keunggulan dibandingkan pada ukuran makro, salah satunya adalah sifat optis dan elektronis yang dimiliki oleh perak dalam ukuran nano tidak ditemukan pada ukuran makro (Lee dkk., 2008).

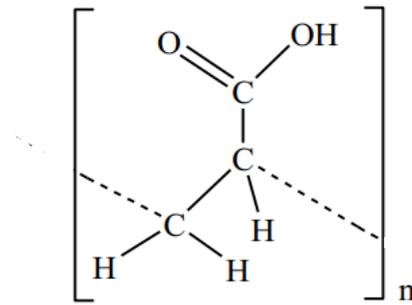
Perak dalam bentuk makro merupakan logam yang berwarna putih cemerlang dan sangat mudah ditempa. Perak mempunyai nomor atom 47 dan nomor masa 107,87. Perak mempunyai bilangan oksidasi 0, +1, +2, dan +3. Perak dengan bilangan oksidasi 0 dan +1 merupakan spesies yang sangat banyak, sementara perak dengan bilangan oksidasi +2 dan +3 merupakan spesies yang sangat jarang. (Bakir, 2011).

Kestabilan koloid nanopartikel perak hasil sintesis diketahui melalui pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pola serapan dan panjang gelombang maksimum menjadi dasar pengamatan terhadap pembentukan nanopartikel perak dimana koloid perak memberikan puncak serapan absorpsi pada panjang gelombang disekitar 400-500 nm yang menunjukkan puncak serapan plasmon khas nanopartikel perak sehingga warna yang tampak adalah warna kuning. Kestabilan larutan koloid nanopartikel perak diketahui dari

terjadinya perubahan puncak serapannya. Jika terjadi pergeseran puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar menunjukkan bahwa kestabilan koloid nanopartikel perak rendah dikarenakan telah terjadi peristiwa aglomerasi atau juga disebut agregasi (Wahyudi, 2011).

Stabilitas nanopartikel perak memiliki peran yang penting dalam proses karakterisasi dan pengaplikasiannya dalam suatu produk. Upaya yang sering dilakukan untuk pencegahan terjadinya agregasi pada nanopartikel perak adalah dengan penambahan material atau molekul pelapis partikel (Haryono dkk., 2008). Adapun senyawa yang paling efektif digunakan adalah polimer yang berfungsi untuk mencegah terjadinya agregasi. Penambahan polimer diharapkan dapat menjadi penghalang terjadinya proses agregasi dan proses oksidasi yang tidak diinginkan. Beberapa polimer yang sering digunakan adalah polivinil alkohol (PVA), polivinil pirolidin (PVP), polietilen glikol (PEG), polistiren sulfonat (PSS), poliasam akrilat (PAA) dan kitosan (Marliyana dkk, 2006).

Poli asam akrilat merupakan salah satu polimer yang dapat digunakan untuk menstabilkan nanopartikel. Senyawa ini memiliki sifat tidak berbahaya dan larut dalam air. Poli asam akrilat efektif dalam menstabilkan nanopartikel karena memiliki massa molar relatif rendah (2500 g/mol) sehingga menghasilkan ukuran partikel yang lebih sempit dan memiliki afinitas yang baik (Baygazieva dkk., 2014). Pada strukturnya, poli asam akrilat memiliki gugus  $-OH$  dimana atom O akan menempel pada logam karena atom O memiliki pasangan elektron bebas sedangkan gugus akrilat yang mempunyai rantai panjang akan menjadi ligan-ligan yang menjauhi permukaan perak dan melindungi logam agar tidak mengalami agregasi (Lembang, 2014).



**Gambar 3.** Struktur molekul Poli Asam Akrilat (Swantomo, 2008)

Hasil penelitian Payapo (2016), nanopartikel perak disintesis dengan menggunakan bioreduktor ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa*) dengan penambahan PAA dapat menstabilkan ukuran nanopartikel perak yaitu yaitu 92,48 nm. Sintesis nanopartikel perak dengan cara mereduksi prekursor perak nitrat dengan natrium borohidrida dan penstabil asam poli akrilat (PAA) telah berhasil dilakukan dengan menghasilkan ukuran rata-rata partikel perak 71,8 nm.

Pada pengaplikasiannya, nanopartikel perak dapat menyerap dan menyebarkan sinar secara efisien. Interaksi kuat dengan sinar dalam ikatan konduksi elektron secara kolektif dengan sinar pada panjang gelombang yang spesifik ini dapat mendeteksi molekul biologis tunggal. Sifat optis tersebut dikembangkan pada skala aplikasi analitis seperti biolabeling, fluoresensi, dan biosensor (Singh dkk., 2013).

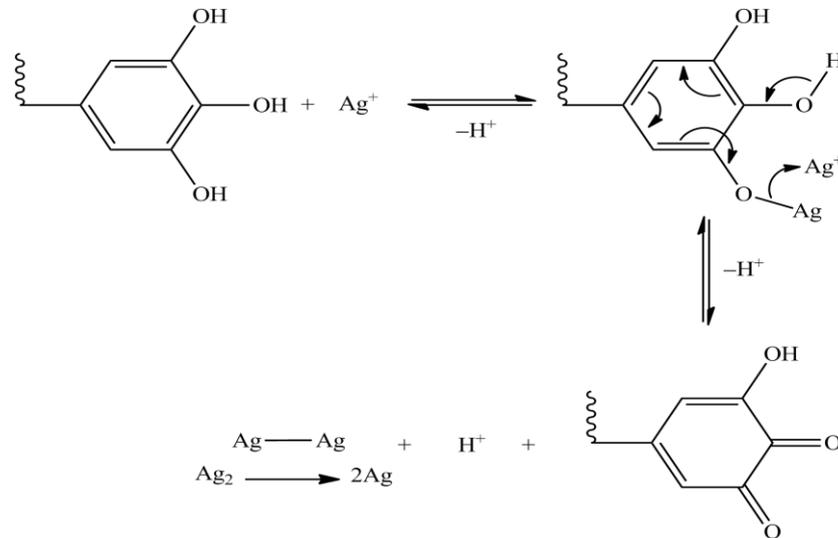
## 2.5 Biosintesis Nanopartikel Perak

Biosintesis nanopartikel merupakan sintesis nanopartikel dengan menggunakan senyawa organik yang diperoleh dari tumbuhan. Metode ini diketahui lebih sederhana karena menggunakan biaya yang relatif murah, lebih berdampak ramah pada lingkungan, dapat digunakan dalam sintesis skala besar dan dalam metode ini juga tidak perlu menggunakan tekanan tinggi, energi, suhu dan bahan kimia beracun. (Lembang, 2014).

Pemanfaatan tumbuhan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktifitas antioksidan. Beberapa jenis tumbuhan tertentu mengandung senyawa kimia tertentu yaitu senyawa-senyawa organik seperti seperti enzim, protein, dan karbohidrat ataupun kelompok senyawa metabolit sekunder yang dapat berperan sebagai agen pereduksi (Handayani dkk., 2010; Bakir, 2011). Kemampuan senyawa bioaktif pada tumbuhan tersebut dapat membentuk  $Ag^0$  melalui reaksi reduksi oksidasi (redoks) ion  $Ag(I)$  yang terdapat pada larutan (Kumar dan Yadav, 2009). Adapun tumbuhan yang telah dimanfaatkan dalam menghasilkan nanopartikel perak dengan metode biosintesis diantaranya *Diospyros blancoi* (Bakir, 2011), *Polyalthia longifolia* (Kaviya dkk., 2011), *Azadiracta indica* (Shankar dkk., 2004), *Moringa oleifera* (Prasad dan Elumalai, 2011), dan masih terdapat beberapa tumbuhan lainnya.

Sintesis nanopartikel perak dari ekstrak tanaman dilakukan dengan mencampurkan ekstrak tanaman dengan larutan perak nitrat sebagai prekursor pada suhu kamar. Perak nitrat ( $AgNO_3$ ) merupakan senyawa organik yang bisa menjadi prekursor serbaguna untuk banyak senyawa perak lainnya. Hal ini disebabkan karena senyawa ini relatif stabil terhadap cahaya, sehingga bisa larut dalam banyak pelarut, termasuk air. Reaksi selesai dalam beberapa menit dan sebagai akibat dari reaksi dengan senyawa organik, logam dalam hal ini yaitu perak, dikonversi dari keadaan mono atau divalen menjadi valensi nol. Hal ini menandai pembentukan nanopartikel yang secara fisik ditunjukkan melalui

perubahan warna yang dapat diamati secara langsung (Yanti dan Astuti, 2018, Muliadi dkk., 2015).



**Gambar 4.** Perkiraan Mekanisme Reaksi Pembentukan NPAg dengan Senyawa Tanin pada Tanaman (Nurafni, 2018)

## 2.4 Daun Jamblang

Jamblang (*Syzygium cumini*) juga dikenal dengan nama ilmiah *Syzygium jambolanum* atau *Eugenia cumini* adalah tanaman tropis hijau yang sangat banyak tumbuh di Pakistan, India, Bangladesh dan Indonesia. Semua bagian tanaman ini digunakan untuk tujuan pengobatan. Studi praklinis menunjukkan bahwa batang, daun dan buah dari tanaman jamblang memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antiinflamasi, obat cacing, antikanker, antibakteri, dan antidiabetes (Swami dkk., 2012; Haroon, 2015).

Jamblang dapat tumbuh hingga ketinggian 4-15 m. Buahnya berbentuk bulat lonjong, seringkali melengkung, berukuran 1,25-5 cm. Saat masih muda warnanya hijau dan ketika sudah matang akan berwarna ungu kehitaman atau hampir hitam. Buahnya dapat dimakan, memiliki rasa masam serta ada juga yang memiliki rasa manis, memiliki satu biji besar disetiap buahnya. Daunnya tunggal, tebal dan panjang tangkai daun 1-3,5 cm, helaian daunnya lebar berbentuk bulat

melonjong atau bulat telur, panjang 7-16 cm, lebar 5-9 cm, warnanya hijau. Bunganya memiliki aroma yang khas, berwarna merah muda atau hampir putih, tidak bertangkai. Kelopaknya berbentuk corong dengan ukuran sekitar 4 mm. benang sarinya sangat banyak dan memiliki panjang hampir sepanjang kelopak (Amudha dkk, 2018; Jadhav dkk., 2009).



**Gambar 5.** Daun Jamblang (*Syzygium cumini*) (Swami dkk., 2012).

Menurut Sharma dkk (2012), Jamblang memiliki klasifikasi sebagai berikut.

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophita  
Kelas : Manoliosida  
Ordo : Myrtales  
Famili : Myrtaceae  
Genus : *Syzygium*  
Spesies : *Syzygium cumini* L.

Seluruh bagian tanaman jamblang seperti buah, daun, biji kering, dan kulit telah banyak digunakan untuk pengobatan beberapa penyakit namun aktivitas antioksidan sangat kuat ditunjukkan pada bagian daun jamblang sehingga berpotensi dikembangkan dan diaplikasikan dalam penelitian (Sah dan Verma,

2011; Marliani dkk., 2014). Aktivitas sebagai antioksidan ini diduga karena adanya senyawa flavonoid dan polifenol pada bagian tanaman tersebut (Eshwarappa dkk., 2014 dan Siti-Azima dkk., 2013).

Menurut Mahmoud dkk., (2001) bahwa secara umum genus *Syzygium* mengandung metabolit sekunder berupa flavonoid, alkaloid, tanin dan terpenoid. Hal ini selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan Ramos dan Bandiola, (2017) dimana ekstrak daun jambang diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenol, triterpenoid, dan steroid sedangkan pada penelitian Kumar dkk., (2010) menyatakan bahwa senyawa polifenol dari ekstrak daun jambang berperan dalam sintesis nanopartikel perak.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**