

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Diabetes Mellitus

Diabetes Mellitus adalah sekelompok gangguan metabolisme yang ditandai dengan hiperglikemia. Hal ini terkait dengan kelainan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein dan mengakibatkan komplikasi kronis termasuk gangguan mikrovaskuler, makrovaskuler, dan neuropatik. Diabetes adalah gangguan metabolisme yang ditandai dengan resistensi terhadap aksi insulin, sekresi insulin tidak mencukupi, atau keduanya (Dipiro et al., 2015).

Diabetes mellitus diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe, yaitu (Dipiro et al., 2015)

1. Tipe 1

Diabetes tipe 1 disebabkan oleh defisiensi insulin absolut. Bentuk diabetes ini hasil dari kerusakan sel β pankreas secara autoimun. Diabetes ini biasanya terjadi pada anak-anak dan remaja, namun dapat terjadi pada semua usia. Individu yang lebih muda biasanya memiliki tingkat kerusakan sel β yang cepat dan hadir dengan ketoasidosis, sedangkan orang dewasa sering mempertahankan sekresi insulin yang cukup untuk mencegah ketoasidosis.

2. Tipe 2

Bentuk diabetes ini ditandai oleh resistensi insulin dan kurangnya sekresi insulin, dengan sekresi insulin yang semakin rendah dari waktu ke waktu. Kebanyakan orang dengan diabetes tipe 2 menunjukkan obesitas perut, yang dengan sendirinya menyebabkan resistensi insulin. Selain itu, hipertensi, dan dislipidemia (kadar trigliserida tinggi dan kadar kolesterol HDL rendah). Pasien dengan diabetes tipe 2 berisiko lebih tinggi mengalami komplikasi makrovaskular.

3. Diabetes Gestasional

Diabetes Gestasional didefinisikan sebagai intoleransi glukosa yang pertama kali dikenali selama kehamilan. Diabetes gestasional merumitkan sekitar 7% dari semua kehamilan

4. Diabetes tipe lain-lain

Diabetes yang disebabkan oleh infeksi, obat-obatan, endokrinopati, kerusakan pankreas, dan kerusakan genetik yang diklasifikasikan secara terpisah.

Menurut *American Diabetes Association* (ADA), diagnosis klinis umumnya dilakukan apabila terjadi keluhan khas diabetes mellitus seperti polidipsi, poliuria, polifagia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan penyebabnya. Diagnosis diabetes mellitus dapat ditegakkan apabila memenuhi salah satu kriteria berikut (**Tabel 2.1.**)

	Glukosa Plasma Puasa	Glukosa Plasma 2 Jam Setelah Makan
Normal	< 100 mg/dL	< 140 mg/dL
<i>Impaired fasting glucose</i> (IFG)	100 – 125 mg/dL	-
<i>Impaired glucose tolerance</i> (IGT)	-	140 – 199 mg/dL
Diabetes	≥ 126 mg/dL	≥ 200 mg/dL

Terapi antidiabetes dapat secara farmakologi maupun dengan nonfarmakologi. Secara farmakologi, dapat digunakan beberapa golongan obat antidiabetes seperti golongan sulfonilurea, biguanid, meglitinid, thiazolidinedion, α glukosidase inhibitor dan *dipeptidyl peptidase-IV inhibitor* (DPP IV inhibitor) (Neal, 2006).

Obat golongan inhibitor α -glukosidase mempunyai mekanisme dengan menghambat kerja enzim glukosidase pada usus kecil sehingga memperlambat pencernaan tepung dan sukrosa. Efek dari obat ini adalah penurunan kadar glukosa postprandial. Efek samping yang sering terjadi yaitu flatulen, kembung, ketidaknyamanan pada perut dan diare. Contoh golongan α glukosidase inhibitor yaitu akarbosa dan miglitol (Neal, 2006).

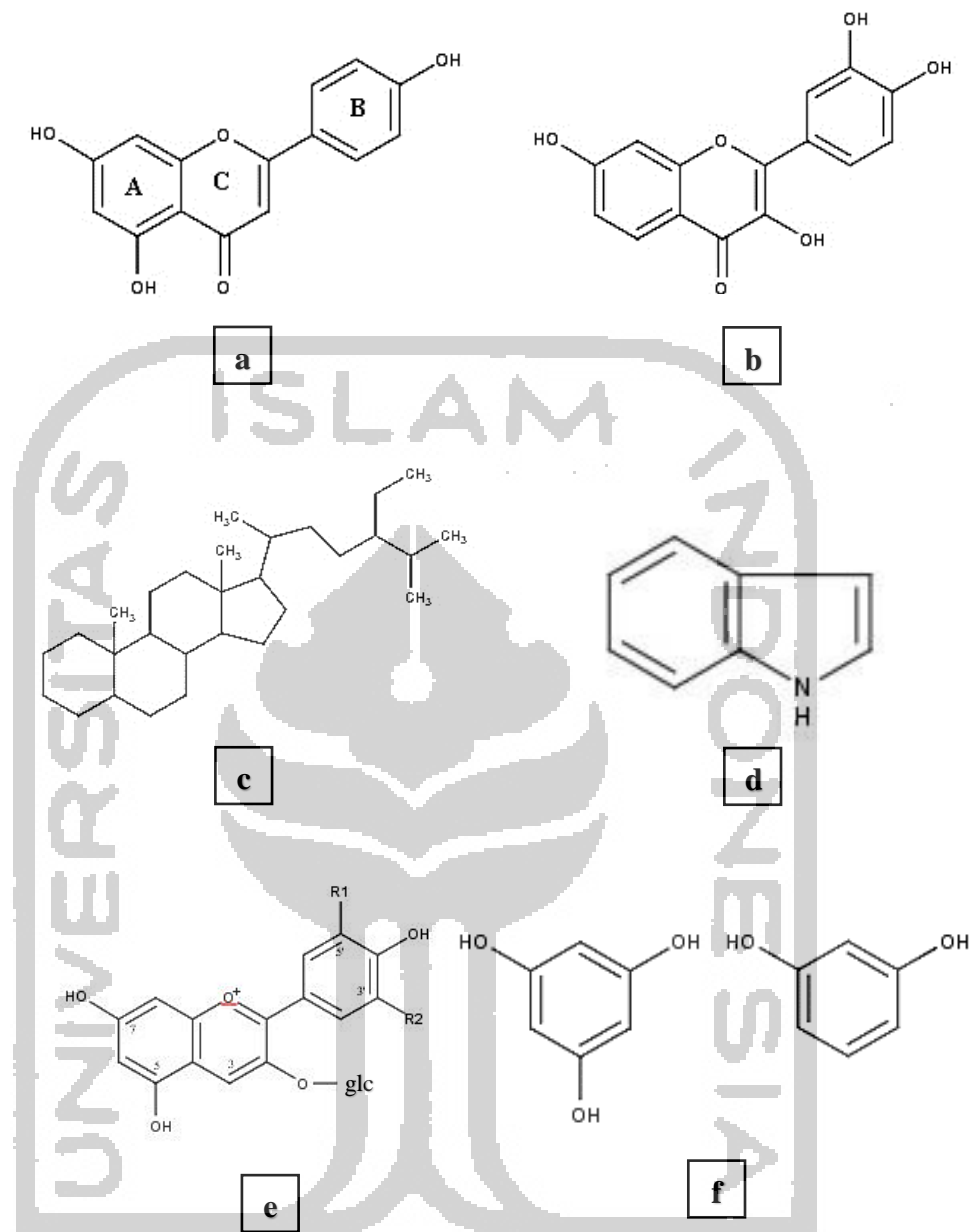
2.1.2. Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L)



Gambar 2.1. Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) (dok. pribadi)

Clitoria ternatea L. (**Gambar 2.1.**) dikenal sebagai *Butterfly pea* yang diklasifikasikan dalam keluarga Fabaceae dan sub-keluarga Papilionaceae. *Clitoria ternatea* L. merupakan tanaman menjalar yang berasal dari Asia tropis dan mulai tersebar secara luas di Korea Selatan, Indonesia, Amerika Selatan dan Tengah, Hindia Timur dan Barat, Cina dan India (Gupta et al., 2010). *Clitoria ternatea* L. adalah tanaman tahunan yang dapat dijadikan sebagai tanaman hias yang memiliki tinggi 2-3 m, dapat tumbuh di kebun serta dapat tumbuh liar dengan kelopak berwarna biru atau putih yang mencolok (Mukherjee et al., 2008). Pada bagian kelopaknya berwarna biru tua ke biru lembayung muda, tangkai sangat pendek dan panjang 4-5 cm (Gupta et al., 2010).

Investigasi fitokimia *Clitoria ternatea* L. menunjukkan adanya glikosida delphinidin minor, antosianin, kaempferol, kaempferol-3-glukosida, kaempferol-3-robinobiosida-7-rhamnosida, kuersetin dan kuersetin 3-glucosida diisolasi dari kelopak *Clitoria ternatea* L. (Gupta et al., 2010). Ternatin adalah antosianin biru yang ditemukan dalam kelopak *Clitoria ternatea* L. (Mukherjee et al., 2008). Ekstrak etanol *Clitoria ternatea* L. mengandung senyawa-senyawa yang diperlukan untuk uji aktivitas kelopak telang yaitu fenolik, flavanoid, alkaloid, terpenoid, dan steroid (Andriani and Murtisiwi, 2018) (**Gambar 2.2.**). Pada ekstrak air *Clitoria ternatea* L. mengandung senyawa saponin, fenolik, dan flavonoid (Zakaria et al., 2018) (**Gambar 2.2.**).



Gambar 2.2. Struktur senyawa pada Ekstrak Etanol dan Ekstrak Air Kembang Telang (Cao and Chen, 2012; Illing, 2017; Sapiee, 2013)

Keterangan : a) Flavonoid, b) Terpenoid, c) Steroid, d) Alkaloid, e) Antosianin, f) Fenolik

Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) memiliki berbagai manfaat secara farmakologi. Ekstraknya memiliki berbagai kegiatan farmakologis seperti antimikroba, antipiretik, antiinflamasi, analgesik, diuretik, local anestesi, antidiabetes, insektisida, agregasi trombosit darah dan sifat relaksan otot polos pembuluh darah (Mukherjee et al., 2008). Senyawa fenol dan delfinidin pada kelopak telang efektif terhadap *Staphylococcus aureus* penyebab radang mata. Selain sebagai antioksidan yang berfungsi menangkap radikal bebas, antosianin

juga berperan dalam pemeliharaan jaringan mata, antidiabetes, antiinflamasi, menjaga sistem imun dan mencegah agregasi trombosit (Djunarko and Manurung, 2016). Pada bagian kelopakinya, ekstrak etanol Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) dapat digunakan sebagai antidiabetes (Lijon et al., 2017).

Pada penelitian sebelumnya (Gupta et al., 2010; Rajamanickam et al., 2015), ekstrak etanol Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) telah diuji aktivitas antidiabetes dan menunjukkan adanya penurunan kadar glukosa serum, kolesterol total, trigliserida, urea, dan kreatinin secara signifikan serta adanya peningkatan insulin, kolesterol HDL. Kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) secara signifikan menurunkan kadar gula serum karena adanya penghambatan aktivitas α -galaktosidase dan α -glukosidase (Mukherjee et al., 2008).

2.1.3. Nanopartikel Perak

Nanoteknologi merupakan pengetahuan dan kontrol material pada skala nano dalam dimensi antara 1-100 nanometer. Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain dan menyusun atau memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru. Partikel primer dari nano partikel, dapat berupa bola, batang atau tabung, serat, atau berbentuk acak (Masakke and Rasyid, 2015). Berbagai jenis bahan nano seperti tembaga (Cu), seng (Zn), titanium, magnesium (Mg), emas (Au), alginat dan perak telah muncul (Rai et al., 2009). Logam perak bersifat netral dalam air, tahan asam, tahan garam, berbasa lemah dan bertoksik rendah. Kestabilan perak yaitu baik dalam kondisi panas dan terkena cahaya. Perak memiliki kelebihan yaitu harga lebih terjangkau dan mudah diproduksi dibandingkan dengan platina (Pt) dan emas (Au) (Elumalai et al., 2011).

Secara garis besar, sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan metode *top down* (fisika) dan metode *bottom up* (kimia). Metode fisika, yaitu dengan cara memecah padatan logam menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano. Metode *top down* (fisika) dapat menggunakan beberapa cara, seperti evaporasi/kondensasi dan penyinaran sinar laser. Metode *bottom up* (kimia) yaitu ion logam dalam larutan direduksi dan penggumpalan logam atau aggregate dikontrol secara seksama.

Metode *bottom up* (kimia) dilakukan dengan cara membentuk partikel-partikel nano dari prekursor molekul atau ionic (Masakke and Rasyid, 2015)

Dalam bidang farmasi telah dikembangkan nanoteknologi sebagai sistem penghantaran obat untuk penemuan terapi farmasetis baru, dalam hal ini lebih memfokuskan pada peningkatan efektifitas penghantaran obat pada jumlah yang tepat (Martien et al., 2012). Nanopartikel perak (AgNP) menunjukkan sifat biomedis yang kuat seperti sebagai antimikroba, antikanker, antidiabetik, aktivitas antioksidan dan antiinflamasi (Johnson et al., 2018). Banyak penelitian menunjukkan peran logam dalam metabolisme glukosa pada pengobatan diabetes. Struktur nanopartikel yang terbuat dari perak logam mulia, dengan resonansi plasmon yang kuat, dapat digunakan dalam mengobati diabetes. Penggunaan nanoteknologi telah secara dramatis meningkatkan tingkat disolusi dan bioavailabilitas banyak obat seperti cisplatin, asam askorbat, dan ibuprofen (Aruna et al., 2014).

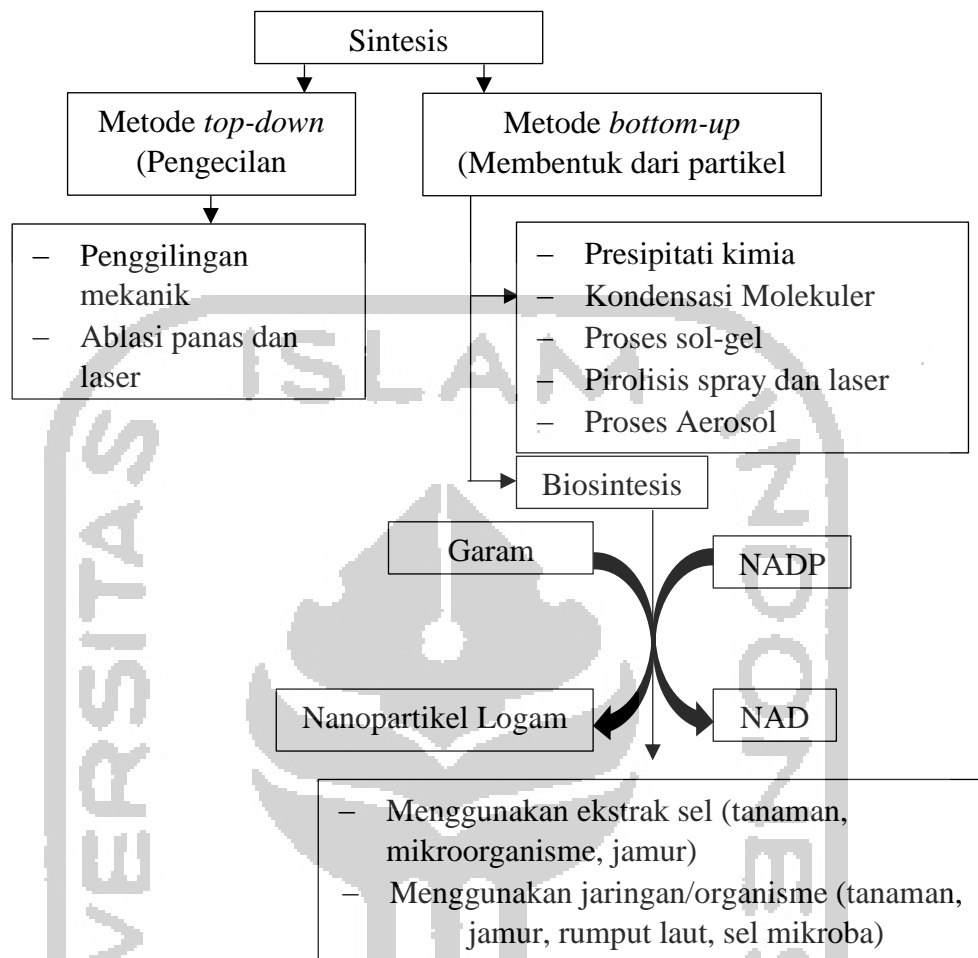
Level keamanan dari nanopartikel perak yang dinyatakan tidak berbahaya belum ditentukan secara empiris. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Giovanni *et al* pada air yang mengandung nanopartikel perak, menunjukan bahwa pada konsentrasi air terkait konsentrasi yang mengandung kurang dari 100 $\mu\text{g} / \text{L}$, nanopartikel perak tidak menyebabkan sitotoksisitas yang signifikan terhadap perwakilan sel yang digunakan dari sistem oral gastrointestinal. Kisaran konsentrasi dari nanopartikel dalam air minum tidak boleh melebihi batas atas 10 mg / L karena dapat memicu kematian sel yang tidak semestinya ke sel-sel di sepanjang saluran oral dan gastrointestinal (Giovanni et al., 2015).

2.1.4. Biosintesis Nanopartikel

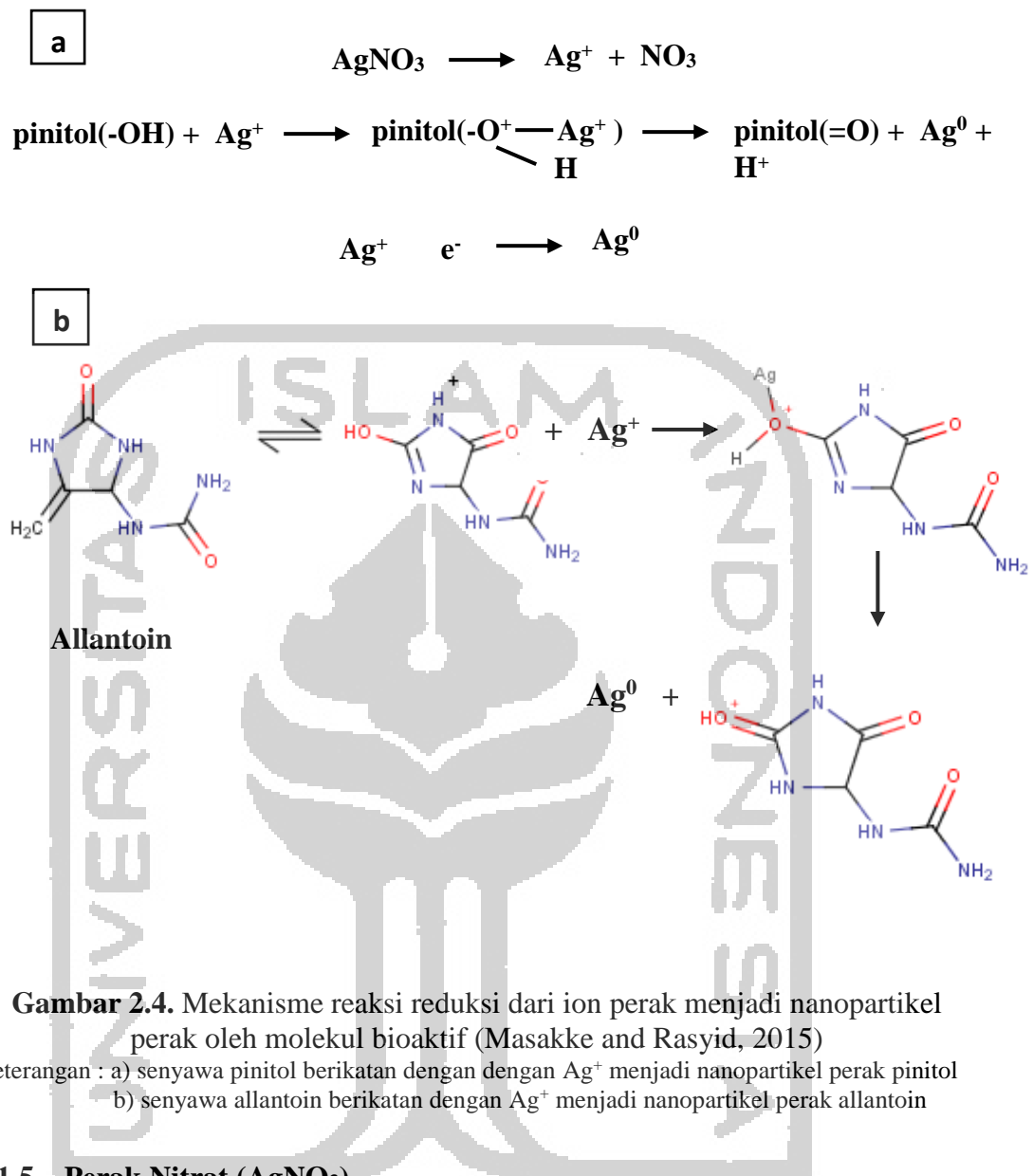
Nanopartikel logam dapat disintesis melalui metode fisika (*top-down*) dan metode kimia (*bottom-up*) pada **Gambar 2.3.**, namun metode-metode tersebut menimbulkan berbagai masalah, seperti penggunaan pelarut beracun, mengeluarkan limbah berbahaya, dan konsumsi energi yang tinggi. Oleh itu perlu dikembangkan sebuah metode yang ramah lingkungan, sehingga muncullah metode biosintesis (Masakke and Rasyid, 2015).

Biosintesis AgNP dapat menggunakan bakteri, jamur, alga dan ekstrak tumbuhan. Secara khusus, sumber tanaman yang diperkaya ekstrak memiliki perhatian yang cukup besar untuk biosintesis nanopartikel (Johnson et al., 2018). Pada biosintesis nanopartikel perak yang menggunakan tumbuhan, Ag terbentuk melalui reaksi reduksi oksidasi dari ion Ag^+ yang terdapat pada larutan maupun ion Ag^+ yang terkandung dalam tumbuhan dengan senyawa tertentu, seperti enzim dan reduktan yang berasal dari bagian tumbuhan. Gugus fungsi dalam senyawa metabolit sekunder bekerja dengan cara mendonorkan elektron ke ion Ag^+ untuk menghasilkan Ag nanopartikel (Masakke and Rasyid, 2015) (**Gambar 2.4**).

Proses reduksi hingga terbentuk partikel-nano perak tidak lepas dari peran senyawa tertentu yang terdapat pada jenis tumbuhan yang digunakan. Senyawa yang berperan dalam proses reduksi terdiri dari beberapa senyawa metabolit sekunder seperti *citronellol* dan *geraniol*. Pada penelitian sebelumnya digunakan tumbuhan *Acalypha Indica*, dimana terpenoid dan flavonoid dari air rebusannya memfasilitasi terjadinya reduksi (Masakke and Rasyid, 2015). Laju produksi nanopartikel, kuantitas dan karakteristik lainnya dari nanopartikel diketahui dapat dipengaruhi oleh sifat ekstrak tanaman, konsentrasinya, konsentrasi garam logam, pH, suhu, dan waktu kontak (Mittal et al., 2013). Pada kelopak *Clitoria ternatea* L. juga mengandung beberapa metabolit sekunder salah satunya yaitu antosianin yang dapat berperan dalam proses reduksi dalam biosintesis nanopartikel perak.



Gambar 2.3. Metode sintesis nanopartikel (Mittal et al., 2013)



2.1.5. Perak Nitrat (AgNO₃)

Golongan logam perak (Ag) sebelum digunakan pada nanopartikel, banyak digunakan masyarakat dalam kegiatan sehari-hari yaitu digunakan untuk perabotan rumah tangga, perhiasan dan pembuatan gigi. Selain itu juga logam perak yang diperoleh dari senyawa perak nitrat (AgNO₃) banyak digunakan untuk fotografi, pembuatan cermin perak, dan sebagai reagen dalam analisis (Shofi, 2017). Dalam berkembangnya, riset nanopartikel perak nitrat (AgNO₃) digunakan sebagai prekursor dalam proses reduksi pembuatan nanopartikel (Sari et al., 2016). Perak nitrat (AgNO₃) berbentuk serbuk yang berwarna putih, bila dibiarkan terpapar cahaya dengan adanya zat organik menjadi berwarna abu-abu atau kehitaman,

memiliki sifat yang tidak tahan terhadap cahaya. Perak nitrat (AgNO_3) mudah larut dengan air, memiliki berat molekul 169,87 g/mol AgNO_3 dengan valensi 1 (Anonim, 2014).

2.1.6. Karakteristik Nanopartikel perak

2.1.6.1. Perubahan warna nanopartikel perak (Visualisasi)

Awal sintesis nanopartikel dapat diamati secara visualisasi dengan terjadi perubahan warna dari kuning pucat menjadi warna coklat. Perubahan warna dalam campuran reaksi menunjukkan pembentukan AgNPs. Warna ini muncul karena eksitasi getaran plasmon permukaan di AgNPs (Balan et al., 2016).

2.1.6.2. Pembentukan panjang gelombang nanopartikel perak

Penggunaan spektrofotometer UV-Vis pada nanopartikel perak untuk mengetahui pembentukan perak (Ag^0) ditunjukkan dengan nilai panjang gelombang 400-450 nm, sedangkan untuk pembentukan ion (Ag^+) ditunjukkan pada panjang gelombang 370-400 nm (Oktaviani, 2015). Dengan menggunakan spektrum UV-Visible, spektra serapan maksimum untuk nanopartikel perak daun *Clitoria ternatea* L. yang terbentuk dalam media reaksi memiliki puncak absorbansi pada 420 nm. (Krithiga et al., 2015).

2.1.6.3. Ukuran nanopartikel perak

Penentuan ukuran nanopartikel perak serta distribusinya dilakukan dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA). Prinsip dari menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA) yaitu dengan menggunakan *laser diffraction* ketika partikelnya melewati sinar laser dan akan menghamburkan cahaya oleh partikel tersebut, dengan ukuran partikel semakin kecil maka daya hambur semakin meningkat sehingga sinar laser menghamburkan cahayanya yang sesuai dengan sudut ukurannya (Mastuti and Handayani, 2014). Menurut penelitian sebelumnya, ukuran partikel nanopartikel yang baik yaitu 10-100 nm. Variasi ukuran nanopartikel yang dihasilkan bermanfaat untuk mengetahui stabilitas partikel (Amalia et al., 2015).

2.1.7. Enzim α -Glukosidase

Enzim α -glukosidase adalah enzim yang dikeluarkan dari epitel usus kecil yang bertanggung jawab atas degradasi karbohidrat. Enzim α -glukosidase bekerja dengan menghidrolisis karbohidrat kompleks menjadi glukosa yang lebih

sederhana untuk diabsorpsi oleh tubuh. Sebelumnya karbohidrat dicerna terlebih dahulu oleh enzim amilase didalam mulut menjadi oligosakarida, kemudian akan disederhanakan kembali di usus hingga menjadi monosakarida (Apriliani and Saputri, 2018).

Laju reaksi enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, konsentrasi substrat dan pH. Peningkatan suhu akan meningkatkan laju reaksi karena meningkatnya kinetik dan frekuensi tumbukan molekul-molekul yang bereaksi. Peningkatan suhu yang terlalu tinggi dapat denaturasi enzim. Suhu optimal untuk sebagian besar enzim pada manusia adalah antara 35 - 40 °C dan mulai mengalami denaturasi pada suhu di atas 40 °C (Harvey and Ferrier, 2011). Enzim α -glukosidase bekerja secara optimum pada suhu ± 37 °C dan pH 6,3 – 7,1.

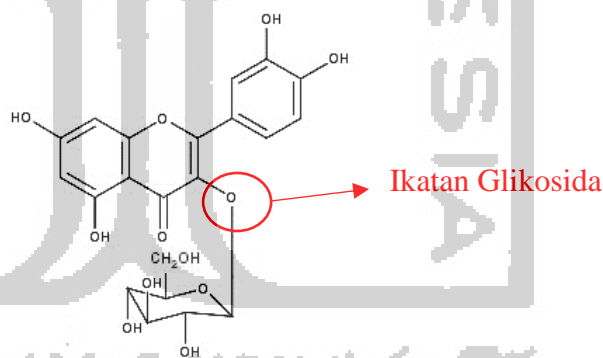
2.1.8. Inhibitor Enzim α -Glukosidase

Kontrol hiperglikemia postprandial diyakini penting dalam pengobatan diabetes mellitus. Inhibitor α -glukosidase bekerja dengan memperlambat proses pencernaan dan penyerapan karbohidrat secara kompetitif dengan memblokir aktivitas enzim glukosidase (Yin et al., 2014). Penghambatan enzim α -glukosidase mengakibatkan enzim tidak mampu mengubah karbohidrat kompleks menjadi glukosa sederhana untuk diserap tubuh (Apriliani and Saputri, 2018). Inhibitor enzim α -glukosidase akan mencegah pemecahan polisakarida menjadi glukosa (Aruna et al., 2014). Sehingga dapat mengurangi peningkatan kadar glukosa *postprandial* pada penderita diabetes.

Inhibitor α -glukosidase dapat digunakan sebagai monoterapi dan dapat diikuti dengan diet diabetes yang sesuai dan olahraga, atau inhibitor α -glukosidase dapat digunakan bersamaan dengan obat antidiabetes lainnya (Aruna et al., 2014). Obat antidiabetes oral yang termasuk golongan inhibitor α -glukosidase yaitu akarbose, miglitol dan voglibose. Penggunaan obat oral tersebut memberikan efek samping seperti kembung, mual, dan diare. Selain penggunaan obat antidiabetes oral, penghambatan kerja enzim α -glukosidase juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan alami seperti tanaman. Senyawa dari fitokimia yang terkandung pada tanaman seperti polifenol termasuk flavonoid memiliki aktivitas dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase (Yunitasari et al., 2015). Mayoritas senyawa yang dilaporkan mengandung struktur cincin flavonoid dan

terpene bertindak sebagai inhibitor α -glukosidase (Yin et al., 2014). Studi terbaru telah menentukan bahwa senyawa flavonoid dapat menjadi sangat efektif dalam menghambat aktivitas α -glukosidase. Sebanyak 103 flavonoid yang dilaporkan dalam literatur menunjukkan aktivitas penghambatan glikosidase, ini termasuk *xanthones*, *flavanones*, *flavans*, *anthocyanins*, *chalcones*, dan motif struktural lainnya (Yin et al., 2014).

Struktur flavonoid yang diketahui dapat menghambat kerja aktivitas enzim α -glukosidase adalah struktur flavonoid glikosida (**Gambar 2.5.**). Struktur ini menyerupai senyawa akarbosa yang juga memiliki ikatan glikosida. Flavonoid bertindak sebagai inhibitor enzim α -glukosidase yaitu pada gugus OH pada C3' dan C4' pada cincin B berikatan dengan sisi aktif enzim α -glukosidase melalui ikatan hidrogen. Oksigen yang terdapat pada gugus hidroksil di C3', C4' pada cincin B dan C3 pada cincin C berperan dalam berikatan dengan hidrogen dari sisi aktif enzim α -glucosidase. Gugus hidroksi C3' dan C4' merupakan faktor utama dalam penghambatan enzim α -glucosidase. Adanya gugus OH pada C3' berfungsi untuk mempertahankan flavonoid terikat pada sisi aktif enzim α -glukosidase secara tepat (Ariani et al., 2017).

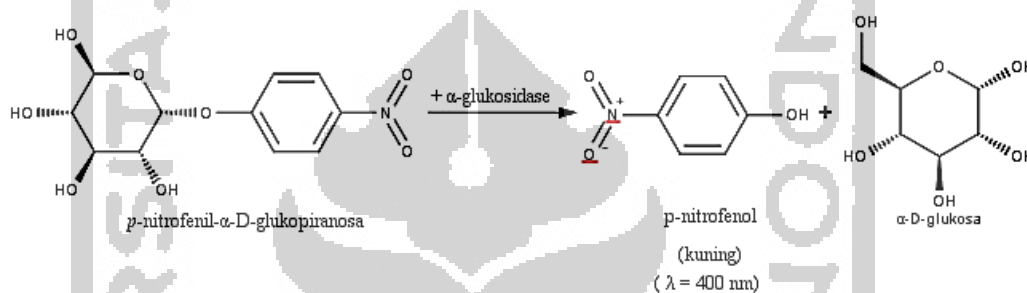


Gambar 2.5. Struktur Flavonoid Glikosida (Auliawan and Cahyono, 2014)

2.1.9. Uji Terhadap Aktivitas Enzim Alfa Glukosidase

Pengujian penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase dapat dilakukan secara *in vitro*. Salah satu substrat yang dapat digunakan untuk pengujian penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase adalah *p*-nitrofenil- α -D-glukopiranososa (*p*-NPG) sebagai substrat dan paling sering digunakan (Ojima, 2013). Enzim α -glukosidase akan menghidrolisis *p*-nitrofenil- α -D-glukopiranososa

menjadi α -D-glukosa dan *p*-nitrofenol yang berwarna kuning. Intensitas warna yang terbentuk dari *p*-nitrofenol ditentukan absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm (Hartati et al., 2010). Semakin tinggi kemampuan ekstrak tanaman menghambat aktivitas α -glukosidase, maka *p*-nitrofenol yang terbentuk akan semakin berkurang dan semakin kecil nilai absorbansi yang diperoleh serta semakin berkurangnya intensitas warna kuning maka semakin besar aktivitas inhibisi dari suatu sampel. Selain *p*-NPG, maltosa atau sukrosa dapat digunakan sebagai substrat dan pelepasan glukosa diukur dengan menggunakan uji oksidase glukosa (Everette et al., 2013).



Gambar 2.6. Reaksi antara enzim α -glukosidase dan *p*-NPG (Guo et al., 2010)

2.2. Landasan Teori

Enzim pencernaan karbohidrat dihidrolisis oleh α -glukosidase usus yang bertanggung jawab atas pemecahan oligosakarida dan disakarida menjadi monosakarida yang cocok untuk penyerapan. Penghambatan kedua enzim pencernaan ini secara khusus berguna untuk pengobatan diabetes non insulin karena akan memperlambat pelepasan glukosa dalam darah (Balan et al., 2016). Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Daisy *et al.* dan Zingare *et al* menunjukkan bahwa ekstrak air kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) memiliki efek hipoglikemik pada tikus diabetes yang diinduksi aloksan dan streptozocin. Ekstrak air kembang telang sangat efektif dalam mengelola komplikasi yang terkait dengan diabetes mellitus, seperti hiperkolesterolemia, hipertriglisieridemia dan gangguan fungsi ginjal. Pada ekstrak etanol kembang telang dan fraksinya juga memiliki aktivitas antidiabetes subkronis. Ekstrak etanol kembang Telang (*Clitoria ternatea* L.) memiliki efek antidiabetes lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak kloroform, ekstrak butanol, dan senyawa rutin (Verma et al., 2013). Senyawa

metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etanol maupun ekstrak air kelopak Kembang Telang seperti flavonoid, memiliki peran dalam menghambat enzim α -glukosidase. (Ariani et al., 2017). Selain flavonoid, senyawa yang dapat menghambat enzim α -glukosidase termasuk dalam senyawa metabolit sekunder, diantaranya yaitu alkaloid, fenolik, dan terpenoid (Kumar et al., 2011).

Pada penelitian perak nanopartikel menggunakan ekstrak tanaman memiliki aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase yang lebih baik dibandingkan dengan ekstraknya saja. Pada penelitian Balan *et al* yang menggunakan daun *Lonicera japonica* dan Aruna *et al* yang menggunakan ekstrak daun metanol *Costus pictus* D menunjukkan aktivitas inhibisi α -glukosidase yang lebih kuat dibandingkan dengan ekstraknya saja. Ekstrak daun metanol *Costus pictus* D. Don kurang kuat dalam menghambat α -glukosidase dibandingkan dengan akar bosa dan nanopartikel perak ekstrak daun metanol *Costus pictus* D. Don. Penghambatan tersebut berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi tingkat AgNPs.

2.3. Hipotesis

Nanopartikel perak ekstrak etanol dan ekstrak air Kembang Telang (*Clitoria ternatea L.*) memiliki aktivitas dalam menghambat α -glukosidase sebagai antidiabetes yang lebih baik dibandingkan dengan ekstrak etanol dan ekstrak air Kembang Telang (*Clitoria ternatea L.*).