

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Bunga Telang



Gambar 2.1 Bunga Telang (*Clitoria ternatea*)

Kingsom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Magnoliopsida
Famili	: Fabaceae
Subfamili	: Faboideae
Genus	: <i>Clitoria</i>
Spesies	: <i>Clitoria ternatea</i>
Nama	: Kembang telang (Krithiga et al., 2015)

Clitoria ternatea L. merupakan tanaman yang berasal dari Asia tropis yang kemudian tersebar luas dan dibudidayakan di Amerika, India, Cina. Tanaman ini dikenal juga dengan nama *butterfly pea*, tumbuh merambat dengan panjang dapat mencapai 3 meter. Tanaman ini memiliki bunga tunggal berbagai warna mulai dari warna biru, ungu, pink dan putih. berukuran sekitar 4-5cm. (Hall et al, 1985).

Bunga telang mengandung berbagai metabolit berupa alkaloid, glikosida, terpenoid, flavonoid, tanin dan steroid. Flavonoid banyak ditemukan pada bunga telang *Clitoria ternatea* dan diketahui mempengaruhi warna yang dihasilkan pada kelopak bunga ini. Penelitian menunjukkan adanya delphinidin glikosida, dan 8 jenis antosianin (ternatin C1, C2, C3, C4, D3 dan preternatin A3 dan C4) yang diisolasi dari bunga *Clitoria ternatea* yang masih muda. Penelitian lain menunjukkan adanya 5 jenis flavonoid lain yang diisolasi dari bunga ini, yaitu ternatin A3, B3, B4, B2, dan D2 (Terahara, 1996).

Ekstrak bunga telang memiliki efek imunomodulator, antiplatelet, antidiabetes, antihiperlipid, antiradang, antioksidan. Bunga telang juga digunakan untuk mengobati sakit kulit dan gigitan serangga. Di Thailand ekstrak bunga ini diaplikasikan dalam sediaan kosmetik, di India sebagai obat gigitan ular dan kalajengking, sakit kepala, dan infeksi mata (Ragupathy, 2009).

2.1.2. Nanopartikel Perak

Nanoteknologi didefinisikan sebagai desain, karakterisasi, produksi dan penerapan struktur, perangkat dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nanometer (Haryono, 2008). Nanopartikel menjadi bahan penelitian yang sangat menarik, material yang berukuran nano biasanya memiliki partikel dengan sifat kimia atau fisika yang lebih unggul dari material yang berukuran besar (C. R. Vestal et al. 2004).

Secara tradisional, logam perak telah digunakan untuk mengobati infeksi, luka, ulkus, dan pengawet makanan. Namun saat ini logam perak telah dibuat dalam bentuk nanopartikel yang dapat diaplikasikan diberbagai bidang sebagai agen antimikroba, penyambung gigi dan tulang, biokatalis reaksi, perbaikan lingkungan, hingga penjernihan air (Singh, 2013). Perak memiliki efek toksik bagi beberapa mikroba. Namun menunjukkan toksisitas yang rendah terhadap sel mamalia. Kombinasi nanopartikel berbahan dasar logam perak akan meningkatkan kemampuan antimikroba patogen (Nalawati, AN. 2015).

Daya antimikroba nanopartikel perak disebabkan karena nanopartikel perak dapat melekat pada sel mikroorganisme sehingga mengganggu permeabilitas dinding sel serta respirasi sel mikroorganisme. Selain itu, nanopartikel perak juga dapat menembus dinding sel sehingga menyebabkan kerusakan pada organ dalam sel. Di dalam sel nanopartikel perak dapat bereaksi dengan senyawa yang mengandung sulfur dan fosfor, seperti DNA dan protein yang terdapat dalam sel (Geoprincy, 2012).

2.1.3. Biosintesis Nanopartikel Perak dari Ekstrak Tanaman

Secara umum, sintesis nanopartikel perak dikelompokkan menjadi dua pendekatan. Pendekatan pertama adalah memecah (*Top Down*) partikel berukuran besar menjadi partikel nano. Pendekatan ini disebut pendekatan *top-down*. Pendekatan kedua adalah penggabungan dari atom-atom atau molekul molekul yang membentuk partikel nano yang dikehendaki, pendekatan ini disebut *bottom-up* (Abdullah, M.,2008).

Senyawa organik yang terkandung di dalam tumbuhan diketahui memiliki kemampuan sebagai agen pereduksi ion logam pada proses biosintesis (Philip dkk., 2010). Mekanisme utama sintesis nanopartikel perak adalah melalui peran utama senyawa fitokimia dalam mereduksi ion perak. Senyawa fitokimia seperti terpenoid, flavon, keton, aldehida, amida dan asam karboksilat memiliki peran utama dalam biosintesis nanopartikel perak (Glusker 1999).

Berbagai metabolit dari tanaman termasuk terpenoid, polifenol, gula, alkaloid, asam fenolat dan protein memiliki peran penting dalam mereduksi ion logam menjadi bentuk nanopartikel. Pengamatan menggunakan FTIR menunjukkan bahwa terpenoid erat hubungannya dengan nanopartikel. Sebab terpenoid memiliki aktivitas antioksidan yang kuat yang diketahui memiliki peran dalam bioeduksi nanopartikel perak. (Rai et al 2007).

Flavonoid memiliki gugus fungsi yang beragam yang terlibat dalam pembentukan nanopartikel. Transformasi tautomerik flavonoid dari gugus enol menjadi gugus keto dapat melepaskan atom hidrogen reaktif yang dapat mereduksi ion

logam menjadi bentuk nanopartikel. Flavonoid juga dapat diadsorpsi pada permukaan partikel. Dalam hal ini berarti flavonoid terlibat dalam fase nukleasi dan agregasi lebih lanjut dalam fase bioreduksi (Ahmad et al 2010).

Carillo-Lopez dkk (2014), menyatakan bahwa gugus -OH dari terpenoid dan flavonoid dalam ekstrak bertanggung jawab dalam reduksi ion perak dan kelompok COO- berpartisipasi dalam stabilisasi nanopartikel. Hipotesis lain juga mengusulkan bahwa kelompok -OH berpartisipasi dalam proses reduksi oksidasi, kelompok gugus karbonil dan karboksilat terlibat dalam stabilisasi partikel (Huang dkk, 2007; Cruz dkk., 2012). Meskipun begitu, hingga saat ini mekanisme proses biosintesis terkait dengan reduksi Ag⁺ menjadi partikel-nano perak masih terus diteliti (Bakir, 2011).

Biosintesis nanopartikel perak melalui 3 fase utama. Fase pertama disebut dengan fase aktivasi atau *activation phase* dimana ion logam tereduksi dan mengalami nukleasi. Fase kedua disebut dengan fase pertumbuhan atau *growth phase*, dimana nanopartikel-nanopartikel yang berukuran sangat kecil berdekatan dan bergabung menjadi ukuran nanopartikel yang lebih besar secara spontan. Saat fase pertumbuhan, nanopartikel-nanopartikel kemudian beragregasi membentuk nanosilinder, nanoprismatik, nanoheksadron, dan berbagai bentuk nanopartikel yang tidak beraturan. Fase ketiga adalah fase pembatasan atau *termination phase*. Pada fase ini, nanopartikel mendapatkan konformasi yang paling sesuai dengan energinya. Ekstrak tanaman memiliki peran penting dalam menstabilkan nanopartikel logam. (Si et al, 2007)

Reaksi biokimia dari AgNO₃ dan ekstrak tanaman membentuk nanopartikel perak (AgNPs) melalui reaksi berikut (Tripathy et al, 2010). Reaksi tersebut menggambarkan mekanisme dari sintesis nanopartikel perak (AgNPs) secara biologi :



2.1.4. Karakterisasi Nanopartikel Perak

2.1.4.1. Perubahan Warna Nanopartikel Perak

Perubahan warna larutan adalah indikator kualitatif utama dari sintesis nanopartikel. Karakteristik nanopartikel perak yang terbentuk adalah perubahan warna kuning menjadi warna coklat. Perubahan warna yang terjadi disebabkan karena adanya molekul aktif yang terdapat pada ekstrak mereduksi ion logam perak menjadi bentuk nanopartikel perak. Hal ini karena adanya eksitasi dari resonansi plasmon di permukaan partikel nanopartikel perak yang telah tersintesis. (Shankar et al, 2003)

2.1.4.2. Pembentukan Panjang Gelombang Nanopartikel Perak

Terbentuknya nanopartikel perak juga ditandai dengan nilai panjang gelombang maksimum pada rentang 400-450 nm yang merupakan panjang gelombang khas dari nanopartikel perak (Ag^0). Kestabilan koloid nanopartikel perak juga dapat diketahui dari pergeseran puncak serapan menuju panjang gelombang yang lebih besar setelah jangka waktu tertentu karena adanya aglomerasi partikel. (Solomon et al, 2007).

2.1.4.3. Ukuran Partikel dan Polidispers indeks Nanopartikel Perak

Nanopartikel perak yang terbentuk dapat diketahui distribusi serta keseragaman ukuran partikelnya menggunakan metode particle size analyzer (PSA). Ukuran nanopartikel perak harus dalam kisaran 1-100nm. (Abdullah, 2009). Polidispersitas merupakan nilai keseragaman ukuran partikel dari sebuah sistem dispersi. Ukuran partikel yang seragam akan mencegah terjadinya agregasi partikel yang berdampak pada stabilitas sebuah sistem koloid (Kumar et al, 2009). Nilai PDI yang baik menunjukkan stabilitas jangka panjang yang baik. Polidispers indeks beserta keterangan perolehan nilai PDI dapat dilihat pada **tabel 2.1** (Anonim. 2010).

Tabel 2.1 Acuan indeks polidispersitas

Nilai PDI	Keterangan
<0,05	Monodispersi
<0,08	Hampir monodisperse
0,08-0,7	Nilai tengah dari PDI, ini adalah kisaran atas yang mana algoritma distribusi beroperasi paling baik.
>0,7	Sangat polidispersi dan menunjukkan distribusi yang sangat luas dari ukuran partikel. Kemungkinan terjadi sedimentasi.

2.1.4.4. Zeta Potensial Nanopartikel Perak

Pengukuran zeta potensial memberikan informasi muatan permukaan nanopartikel yang mempengaruhi kestabilan koloid. Sistem koloid yang stabil ditandai dengan zeta potensial yang tinggi (baik bermuatan positif maupun negatif) sehingga mengurangi kecenderungan partikel untuk beragregasi (Honda et al, 1999). Sementara koloid dengan nilai zeta potensial rendah cenderung mengental atau terflokulasi. Gambaran nilai zeta potensial dituangkan dalam tabel

Tabel 2.2 Stabilitas berdasarkan nilai zeta potensial

Nilai Zeta Potensial	Stabilitas dari koloid
0 sampai ± 5	Flokulasi
$\pm 10 \pm 30$	Kurang stabil
$\pm 30 \pm 40$	Stabilitas tingkat moderat
$\pm 40 \pm 60$	Stabilitas baik
Lebih dari ± 61	Stabilitas sangat baik

2.1.5. Stabilitas Nanopartikel

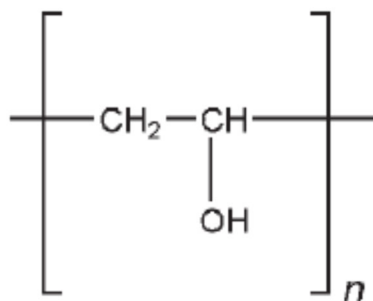
Nanopartikel juga memiliki beberapa kekurangan yang sering timbul pada saat preparasi seperti agregasi yang cepat dan memiliki keseragaman ukuran partikel yang tidak merata, mengakibatkan stabilitas dari sistem disperse menjadi sulit dikontrol.

Permasalahan dapat dipahami dengan melakukan karakterisasi secara menyeluruh pada nanopartikel (Nagavarma, 2012)

Untuk mencegah nanopartikel saling melekat dan mengendap dalam larutan, nanopartikel harus distabilkan. Terdapat dua metode utama dalam stabilisasi nanopartikel dalam larutan yaitu stabilisasi elektrostatis dan stabilisasi sterik (Jassby, 2011). Stabilisasi elektrostatis adalah suatu mekanisme saat atraksi gaya Van der Waals diimbangi oleh gaya Coulomb repulsif antara partikel yang bermuatan negatif. Larutan ionik ditambahkan ke dalam media untuk memberikan efek Coulomb repulsif dengan cara membentuk lapisan bermuatan di sekeliling partikel (Shi, 2002). Stabilisasi sterik atau stabilisasi polimerik menggunakan molekul polimer yang ditambahkan ke dalam media dengan tujuan untuk mencegah agregasi partikel. Molekul polimer bekerja dengan cara membentuk gaya repulsif di sekeliling nanopartikel untuk mengimbangi gaya Van der Waals yang terdapat dalam larutan (Kopeliovich, 2013).

2.1.6. Polivinil Alkohol (PVA)

Polivinil alkohol adalah sebuah polimer sintesis berbentuk bubuk granul warna putih hingga krem, tidak berbau, dan larut dalam air. PVA digunakan sebagai pelumas, agen penstabil, agen pelapis, dan agen peningkat viskositas. PVA memiliki rumus molekul $(C_2H_4O)_n$ dengan berat molekul 20.000-200.000. Selain itu, polimer sintesis ini juga stabil terhadap suhu dan cahaya serta tidak beracun .



Gambar 2.2 Struktur kimia polivinil alcohol (PVA)

Menurut Nafee et al, penambahan agen stabilisator seperti PVA (Polyvinyl Alcohol) kedalam nanopartikel berperan untuk mengontrol ukuran partikel, dengan penambahan konsentrasi PVA maka ukuran diameter partikel akan mengecil. Penggunaan PVA sebagai stabilisator dapat mengontrol ukuran nanopartikel jika berada dalam kondisi konsentrasi optimum. Apabila konsentrasi stabilisator yang ditambahkan di atas kondisi optimum ($>3\%$), dapat mengakibatkan pencegahan stabilitas nanopartikel sehingga menyebabkan terjadinya proses agregasi (Nafee et al 2007). PVA bersifat sebagai stabilisator sterik yang dapat meningkatkan stabilitas dengan cara mengurangi interaksi antar partikel sehingga tidak terjadi agregasi pada nanopartikel (Honary, 2013)

2.2. Landasan Teori

Nanopartikel dapat disintesis melalui pendekatan secara biologi dan bersifat ramah lingkungan di bandingkan metode sintesis secara fisika dan kimia. Biosintesis nanopartikel logam adalah suatu langkah mudah, sederhana dan ramah lingkungan dan dinilai menghasilkan nanopartikel yang lebih stabil. Hal ini dikarenakan senyawa fitokimia dalam ekstrak tanaman dapat berperan sebagai reduktor ion logam sekaligus agen pelapis dan penstabil nanopartikel (Chandran, 2006).

Tanaman telang mengandung berbagai senyawa fitokimia yang terbukti memiliki berbagai aktivitas farmakologi. Ekstrak air daun bunga telang telah digunakan untuk mensintesis nanopartikel perak dan menunjukkan aktivitas antibakteri. Nanopartikel perak juga telah dihasilkan dari berbagai bagian tanaman lain dan menghasilkan nanopartikel yang stabil (Krithinga et al, 2015). Di sisi lain, agen penstabil seperti polivinil alkohol (PVA) banyak digunakan untuk meningkatkan kestabilan nanopartikel karena dapat membantu dalam mengontrol ukuran partikel serta mengurangi aglomerasi antar partikel (Tshabalala, 2012).

Penambahan stabilisator polivinil alkohol (PVA) diharapkan dapat meningkatkan kestabilan nanopartikel perak yang dimediasi ekstrak air mahkota bunga

telang (*Clitoria ternatea L*) karena kemampuan polivinil alkohol (PVA) dalam mengurangi agregasi nanopartikel.

2.3. Hipotesis

Penambahan stabilisator polivinil alkohol (PVA) akan meningkatkan stabilitas nanopartikel perak yang dimediasi ekstrak air mahkota bunga telang (*Clitoria ternatea L*) dengan mencegah terjadinya aglomerasi nanopartikel perak.