

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi menjadi salah satu bidang ilmu Fisika, kimia, biologi, dan rekayasa yang penting dan menarik beberapa tahun terakhir ini. Jepang dan Amerika Serikat merupakan dua negara terdepan dalam riset nanoteknologi. Salah satu pengembangan nanoteknologi yang sedang berkembang yaitu nanopartikel (Wahyudi, 2011).

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). Selain itu, nanopartikel juga telah dikembangkan untuk aplikasi sensor. Seperti yang telah dilakukan Farhadi et al. (2011) dimana telah dilakukan sintesis nanopartikel perak dengan ekstrak tanaman *manna of hedysarum* sebagai agen pereduksi dan penstabil untuk aplikasi sensor optik ion  $Hg^{2+}$ .

Suatu bahan tergolong nano jika memiliki ukuran 1 - 100 nm. 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 sedangkan metode kimia dilakukan dengan cara membentuk partikel-partikel nano dari prekursor molekular atau ionik (Wahyudi dan Rismayani, 2008).

Sintesis nanopartikel dipelajari secara ekstensif baik dengan metode kimia maupun fisika. Sintesis nanopartikel secara fisika menunjukkan teknik yang sulit dan secara ekonomi membutuhkan biaya yang cukup mahal (Gopinath et al., 2012). Sementara itu, metode sintesis secara kimia misalnya reduksi kimia, teknik sol gel berpotensi melibatkan penggunaan bahan kimia beracun, adanya hasil samping

yang berbahaya, serta kontaminasi dari precursor kimia (Thakkar, 2010). Oleh karena itu, akhir-akhir ini dikembangkan teknik biosintesis nanopartikel, dimana teknik ini memanfaatkan tumbuhan atau mikroorganisme sebagai agen pereduksi.

Timah (IV) oksida ( $\text{SnO}_2$ ) memiliki celah pita lebar khas semikonduktor tipe-n(3,6 eV) (Robertson, 1979).  $\text{SnO}_2$  merupakan salah satu semikonduktor oksida yang sering digunakan sebagai pigmen dalam cat dan keramik. Beberapa keunggulan yang dimilikinya, diantaranya: memiliki sifat optik yang baik, tidak beracun, memiliki aktivitas fotokatalis yang baik, memiliki permukaan yang luas, stabilitas mekanik dan termal yang tinggi, stabilitas fisikokimia yang tinggi, daya adsorpsi yang tinggi, dan ramah lingkungan (Sivakumar dkk. 2015; Miyake dkk. 2015; Koppenol dkk. 2010).  $\text{SnO}_2$  berpotensi diaplikasikan sebagai fotokatalis, sel surya, pewarna makanan, fotoelektroda, sensor gas, alat optik, LED, adsorben, dan sebagainya (Sivakumar dkk. 2015; Miyake dkk. 2015; Koppenol dkk. 2010).

Teknologi nano memungkinkan diproduksinya  $\text{SnO}_2$  dalam ukuran sangat kecil dengan luaspermukaan yang relatif besar sehingga sangat efektif bagi aplikasinya. Senyawa  $\text{SnO}_2$  sebagai material berstruktur nano akhir-akhir ini banyak digunakan dalam teknologi sensor dan juga detektor gas. Misalnya,  $\text{SnO}_2$  telah terbukti dapat digunakan untuk mendeteksi gas hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dalam jumlah renik(Hiskia, dkk., 2006). Akhir-akhir ini  $\text{SnO}_2$  sering digunakan dan dikembangkan untuk sensor gas alkohol karena kelebihanannya dibanding bahan lain. Adapun kelebihan sensor gas berbasis  $\text{SnO}_2$  yang tidak dimiliki oleh sensor yang dibuat secara konvensional yaitu dapat digunakan dalam waktu yang lama dan relatif stabil, serta memiliki daya tahan yang tinggi dan menghasilkan persen kesalahan yang kecil (Hiskia, dkk., 2006). Oleh karena itu,  $\text{SnO}_2$  juga berpotensi untuk digunakan sebagai material sensor analit lainnya, seperti logam berat.

Selama ini sintesis nanopartikel telah banyak menggunakan reduktor kimia seperti natrium tetraborohidrat ( $\text{NaBH}_4$ ) dan telah berfungsi dengan baik sebagai reduktor (Julkarnain *et al.*, 2013). Namun, menurut Kundu *et al.* (2002),  $\text{NaBH}_4$  cukup reaktif serta memiliki dampak buruk terhadap lingkungan. Dengan demikian, perlu adanya penggunaan jenis reduktor lain seperti bio-reduktor sebagai agen

pereduksi yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk memproduksi nanopartikel yang lebih ramah lingkungan (*biosintesis/greensynthesis*).

Prinsip biosintesis dengan metode reduksi dalam preparasi nanopartikel ialah dengan memanfaatkan tumbuhan atau mikroorganisme sebagai agen pereduksi. Mikroorganisme yang dapat digunakan seperti jamur, khamir, dan bakteri. Teknik bioreduksi dalam preparasi nanopartikel yang menggunakan mikroorganisme memiliki kelemahan seperti pemeliharaan kultur yang sulit dan waktu sintesis yang lama, sehingga penggunaan tumbuhan menjadi alternatif dalam teknik bioreduksi nanopartikel (Bakir, 2011).

Indonesia merupakan salah satu negara yang sebagian besar penduduknya bertumpu pada bidang pertanian. Bumi Indonesia yang subur ini mampu memproduksi beraneka ragam tanaman yang bermanfaat seperti tanaman pangan, tanaman obat-obatan dan tanaman industri. Kondisi ini mendukung untuk dilakukannya penelitian yang terkait dengan pemanfaatan tumbuhan sebagai agen biosintesis nanopartikel. Terlebih lagi, beberapa jenis tumbuhan tertentu mengandung senyawa kimia, seperti senyawa metabolit sekunder, yang dapat berperan sebagai agen pereduksi. Misalnya, Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tumbuhan daun tin, seperti flavonoid diduga berperan dalam proses biosintesis nanopartikel timah (Hu, 2015).

Bayam merah (*Amaranthustricolor L*) mengandung vitamin, protein, karbohidrat, lemak, mineral, zat besi, magnesium, mangan, kalium, dan kalsium. Vitamin yang terkandung dalam bayam merah adalah vitamin A, C, dan E (Syarifuddin, 2015). Bayam merah juga mengandung komponen antioksidan, antara lain: betalain, karotenoid, vitamin C, flavonoid, dan polifenol (Wiyasihati dan Wigati, 2016). Oleh karena itu, bayam merah berpotensi untuk digunakan sebagai agen pereduksi dalam biosintesis nanopartikel.

Biosintesis nanopartikel SnO<sub>2</sub> dengan menggunakan ekstrak daun bayam merah sebagai agen pereduksi, yaitu mereduksi Sn<sup>2+</sup> dari SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O menjadi Sn<sup>0</sup>. Diantara penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan ekstrak tanaman sebagai agen reduksi menunjukkan hasil yang positif dalam pembentukan nanopartikel antara lain, dilaporkan oleh Hong (2017) telah dilakukan biosintesis

nanopartikel SnO<sub>2</sub> dengan agen pereduksi ekstrak buah Kilemo (*Litsea cubeba*), hasil menunjukkan terbentuk nanopartikel SnO<sub>2</sub> dengan ukuran kira-kira 30 nm. Phanjom (2012) melakukan sintesis nanopartikel perak dari perak nitrat yang direduksi dengan ekstrak daun bayam hijau, dihasilkan ukuran rata-rata nanopartikel adalah 23 nm. Hal serupa juga dibuktikan dengan penelitian Lee (2011) bahwa terbentuk nanopartikel dengan morfologi dan ukuran yang baik dari ekstrak daun kecubung, terungkap juga adanya senyawa bioaktif seperti alkaloid, asam amino dan alkohol yang dianggap bertanggung jawab dalam reduksi nanopartikel perak. Hu (2015) mensintesis nanopartikel SnO<sub>2</sub> dengan agen reduksi ekstrak daun tin (*Ficus Carica*) dan diperoleh ukuran nanopartikel yaitu 128 nm. Walaupun ukuran partikel tidak tergolong nano, tetapi partikel tersebut berhasil digunakan untuk modifikasi elektroda untuk deteksi logam Hg<sup>2+</sup> dalam variasi sampel air.

Sementara itu, pencemaran logam berat merupakan permasalahan yang sangat serius untuk ditangani, karena merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum, serta berbahaya bagi manusia. Sejak kasus merkuri (Hg) di Minamata Jepang pada tahun 1953, pencemaran logam berat semakin sering terjadi dan semakin banyak dilaporkan. Merkuri misalnya, merupakan salah satu jenis logam berat berbahaya karena berisiko tinggi terhadap tubuh manusia. Merkuri berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Secara prinsip, pada konsentrasi yang rendah, merkuri menyebabkan gangguan paru-paru, emphysema, dan renal tubular disease kronis (Putranto, 2011). Sesuai dengan peraturan The Environmental Protection Agency (EPA), kadar logam Hg di air minum tidak boleh lebih dari 0,002 ppm (Goldman, 2001). Oleh karena itu, monitoring kandungan logam Hg di lingkungan, terutama air minum penting untuk dilakukan. Untuk mendeteksi logam berat seperti merkuri dapat menggunakan *inductive coupled plasma mass spectrometry* (ICP-MS) atau *atomic absorption spektroskopi* (AAS). Namun, kedua instrumen tersebut membutuhkan biaya mahal, preparasi sampel yang rumit, dan operator khusus (Kristianingrum, 2009).

Metode elektrokimia memiliki kelebihan seperti sensitivitas dan selektivitas yang tinggi, memiliki rentang deteksi yang luas, mudah dan murah, dapat diminiaturisasi (Alferov et al, 2011). Salah satu faktor penting yang menentukan sensitivitas dan selektivitas sensor elektrokimia adalah elektroda kerja yang digunakan. Modifikasi elektroda kerja dengan nanopartikel logam maupun oksida logam biasa dilakukan untuk meningkatkan performa deteksi sensor elektrokimia tersebut. Salah satu elektroda kerja yang sering digunakan adalah logam emas (Au). Elektroda emas memiliki kelebihan dalam sensor elektrokimia yaitu dapat digunakan dalam interval potensial yang besar serta secara kimia bersifat inert (Chira, 2012). Selain itu elektroda emas memiliki afinitas tinggi terhadap merkuri (Giacomino, 2008). Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini difokuskan untuk melakukan preparasi bioreduktor ekstrak bayam merah yang akan digunakan untuk mensintesis nanopartikel SnO<sub>2</sub> menggunakan metode biosintesis yang ramah lingkungan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

1. Bagaimana karakteristik nanopartikel SnO<sub>2</sub> yang disintesis dengan bioreduktor ekstrak bayam merah?
2. Bagaimana pengaruh modifikasi nanopartikel SnO<sub>2</sub> pada elektroda kerja emas terhadap sensitivitas deteksi logam Hg(II) menggunakan metode voltametri siklik?
3. Bagaimana kinerja elektroda kerja emas termodifikasi nanopartikel SnO<sub>2</sub> untuk deteksi logam Hg(II) menggunakan metode voltametri siklik dilihat dari nilai parameter limit deteksi (LOD), limit kuantifikasi (LOQ), linearitas, presisi, dan akurasinya (*recovery*)?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui karakteristik nanopartikel SnO<sub>2</sub> yang disintesis dengan bioreduktor ekstrak bayam merah.

2. Mengetahui pengaruh dari penambahan nanopartikel SnO<sub>2</sub> pada elektroda kerja emas terhadap sensitivitas deteksi logam Hg(II) menggunakan metode voltametri siklik.
3. Mengetahui kinerja elektroda kerja emas termodifikasi nanopartikel SnO<sub>2</sub> untuk deteksi logam Hg(II) menggunakan metode voltametri siklik dilihat dari nilai parameter limit deteksi (LOD), limit kuantifikasi (LOQ), linearitas, presisi, dan akurasinya (*recovery*)

#### **1.4 Manfaat penelitian**

1. Memberikan informasi karakteristik nanopartikel SnO<sub>2</sub> yang disintesis dengan bioreduktor ekstrak bayam merah.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh dari penambahan nanopartikel SnO<sub>2</sub> pada elektroda kerja emas terhadap sensitivitas deteksi logam Hg(II) menggunakan metode voltametri siklik
3. Memberikan informasi tentang kinerja elektroda kerja emas termodifikasi nanopartikel SnO<sub>2</sub> untuk deteksi logam Hg(II) menggunakan metode voltametri siklik dilihat dari nilai parameter limit deteksi (LOD), limit kuantifikasi (LOQ), linearitas, presisi, dan akurasinya (*recovery*)

