

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekstrak Daun Bayam Merah Sebagai Bioreduktor dalam Biosintesis Nanopartikel

Bayam merah merupakan tanaman bahan pangan sumber protein, yang mudah tumbuh dan tersebar didaerah tropis dan subtropis diseluruh dunia. Bayam merah memiliki batang yang tegak, berair, dan mempunyai tinggi sekitar 80-120 cm. Daunnya berbentuk jantung terbalik yang disetiap ruasnya terdapat 2 daun berhadapan dengan ukuran lebar daun berkisar 5-7 x 3-4 cm dan bertangkai (referensi).

Bayam merah merupakan famili *Aranthaceae* yang memiliki kandungan beragam seperti vitamin, niacin, mineral (kalsium, mangan, fosfor dan zat besi), serat, karotenoid, klorofil, alkaloid, flavonoid, saponin pada daun, serta polifenol pada batang. Bayam merah mempunyai empat manfaat utama yakni menurunkan kolesterol, melancarkan pencernaan, sebagai antidiabetes, dan menurunkan resiko penyakit kanker (Wiranto, 2004). Bayam merah memiliki aktivitas antioksidan karena mempunyai senyawa flavonoid (Samsul, 2013).

Berkaitan dengan pendekatan kimia hijau (*green chemistry*), sintesis nanopartikel banyak dikembangkan ke arah penggunaan reagen yang ramah lingkungan dan proses-proses yang efisien secara energi. Penggunaan ekstrak tanaman sebagai reagen reduktor atau pencetak (*template*) nanopartikel banyak dipilih. Pada umumnya reagen dari ekstrak tanaman berperan menyumbangkan sifat reduksi (sebagai bioreduktor) dari kandungan metabolit di dalam tanaman baik bagian akar, batang, daun, buah maupun bunga tanaman. Kemampuan reduksi ekstrak tanaman disebabkan oleh adanya gugus-gugus fungsi aktif dari tanaman seperti alkenil (C=C), amida (C=N), fenolik dan alcohol (O-H), amina (N-H) dan karboksilat (COO) yang berasal dari metabolit sekunder tanaman seperti katekin, gingerol dan flavonoid (Fatimah, 2017).

Ekstrak bayam merah telah digunakan dalam sintesis sejumlah nanopartikel. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan sintesis nanopartikel

perak dari precursor AgNO_3 yang direduksi dengan ekstrak bayam merah dan diaplikasikan sebagai antibakteri. Nanopartikel perak disintesis dengan metode reduksi kimia dengan penambahan ekstrak bayam merah yang diperoleh dengan metode maserasi. Reaksi yang terjadi yaitu reaksi reduksi Ag^+ dari AgNO_3 menjadi Ag^0 yang dibantu oleh senyawa metabolit sekunder dari ekstrak bayam merah. Ukuran partikel yang dihasilkan yaitu 109,3 nm (Aftrid, 2018). Sejauh yang peneliti ketahui, belum ada yang pernah memanfaatkan ekstrak bayam merah sebagai bioreduktor dalam mensintesis nanopartikel SnO_2 .

2.2 Sintesis Nanopartikel Timah Oksida (SnO_2)

Timah oksida (SnO_2) akan bekerja lebih optimal apabila dibuat dalam ukuran nano. Nanopartikel SnO_2 dapat disintesis menggunakan berbagai teknik seperti metode hidrotermal, metode mekano-kimia, metode sol gel, mini busur plasma, sintesis *flame spray*, dan reaksi solid-state (Widodo, 2014). Pada penelitian Abbas dkk (2012), telah dilakukan sintesis nanopartikel SnO_2 dari bahan $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$ dan polietilenn glikol (PEG), dengan metode sol gel, dimana semua bahan dicampurkan, dipanaskan pada suhu 80°C , kemudian ditambah PEG. Hasil yang diperoleh berupa nanopartikel SnO_2 dengan bentuk Kristal *rutile*.

Pada penelitian Bing Hong (2017), biosintesis nanopartikel SnO_2 dilakukan menggunakan ekstrak dari buah cubeba *Litsea*, nanopartikel SnO_2 yang disintesis memiliki morfologi tidak teratur dan berukuran sekitar 30 nm. Hasilnya menunjukkan bahwa nanopartikel SnO_2 dapat disintesis menggunakan zat pereduksialami (bioreduktor), seperti ekstrak buah *Litsea cubeba*, dengan pendekatan yang sama, nanopartikel SnO_2 juga berpotensi dapat disintesis menggunakan bioreduktor lain seperti menggunakan ekstrak daun bayam merah.

2.3 Pemanfaatan Nanopartikel SnO_2 sebagai Sensor ion logam Hg^{2+}

Pada penelitian Junjie Hu (2015) telah dilakukan pembuatan nanopartikel SnO_2 dengan metode biosintesis menggunakan ekstrak daun *Ficus carica*, dengan ukuran nanopartikel SnO_2 yang diperoleh rata-rata 132 nm. Nanopartikel SnO_2 yang diperoleh kemudian digunakan sebagai material untuk memodifikasi elektroda

kerja *glassy* karbon (SnO_2/GCE) untuk deteksi ion logam Hg^{2+} secara elektrokimia menggunakan metode *different pulse voltametry* (DPV). Elektroda kerja SnO_2/GCE menunjukkan hubungan linear pada rentang konsentrasi Hg^{2+} dari 0,001 M sampai 1,5 μM .

2.4 Logam Emas (Au) Sebagai Elektroda Kerja untuk Deteksi Ion Logam Berat

Elektroda emas (Au) telah digunakan sebagai elektroda kerja untuk mendeteksi keberadaan ion logam berat, salah satunya yaitu ion logam Hg^{2+} . Elektroda emas digunakan karena afinitas elektroda emas terhadap logam Hg cukup baik (Watson, 1999). Namun demikian, saat pengukuran secara voltametri terjadi adsorpsi logam Hg ke permukaan elektroda emas sehingga mengganggu performa deteksinya. Oleh karena itu, pengembangan modifikasi elektroda emas dengan suatu material, misalnya nanopartikel SnO_2 , sehingga performa deteksinya menjadi lebih baik akan menjadi topik kajian penelitian yang menarik.

2.6 Penelitian Pendukung

Tabel 1 Ringkasan penelitian pendukung

No	Bahan	Ringkasan	Hasil	Referensi
1	$\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$ $\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_4\text{OH}$	Seluruh bahan dicampurkan dan dipanaskan pada suhu 700 $^\circ\text{C}$	SnO_2 nanopartikel yang dapat menyerap sinar UV	Uchiyama dkk., 2013
2	SnCl_4 CTAB Alkohol	Seluruh bahan dicampurkan dan dipanaskan pada suhu 200 $^\circ\text{C}$	SnO_2 nanopartikel dengan bentuk kristal cassiterite.	Wang dkk., 2010
3	$\text{Sn}[\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_4$ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ C_7H_8	Seluruh bahan dicampurkan dan dipanaskan pada suhu 150 $^\circ\text{C}$	SnO_2 nanopartikel dengan bentuk kristal cassiterite.	Ohodnicki dkk., 2012
4	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$	Seluruh bahan dicampurkan dan dipanaskan pada suhu 80 $^\circ\text{C}$	SnO_2 nanopartikel dengan bentuk kristal tetragonal.	Aziz dkk., 2013

			Semakin tinggi suhu kalsinasi, semakin besar ukuran kristal	
5	SnCl ₂ .2H ₂ O CH ₃ CH ₂ OH CH ₃ COCH ₂ COCH ₃ PEG	Seluruh bahan dicampurkan dan dipanaskan pada suhu 80 °C, ditambahkan PEG	SnO₂ nanopartikel dengan bentuk kristal rutile.	Abbas dkk., 2012
6	Tin chloride 0,1 M dan ekstrak buah <i>Litsea cubeba</i>	Biosintesis dari ekstrak buah <i>Litsea cubeba</i> , bahan dicampur dalam incubated shaker pada suhu kamar, 100 rpm selama 10 menit	SnO₂ Nanopartikel dengan ukuran 30 nm, ekstrak buah Litsea cubeba sebagai agen pereduksi. SnO ₂ nanopartikel digunakan sebagai aktivitas fotokatalitik	Bing Hong dkk., 2017
7	Stannous chloride dan ekstrak <i>Persia Americana</i>	Biosintesis proses, bahan dicampur kemudian dipanaskan pada suhu 60 °C selama 12 jam.	SnO₂ nanopartikel dengan ukuran 4 nm dan dapat digunakan pada aktivitas fotokatalitik degradasi phenolsulfonph thalein	Elango dkk., 2015
8	Tin oxide 0,1 mM dan ekstrak ethanolic <i>S. rebaudiana</i>	Biosintesis proses, bahan dicampur kemudian dipanaskan pada suhu 80 °C selama 2 jam.	SnO₂ nanopartikel dengan ekstrak tanaman <i>S. Rebaudiana</i> sangat mudah, murah dan ramah lingkungan	Nathan dkk., 2018

9	SnCl ₂ .2H ₂ O dan ekstrak <i>citrus aurantifolia</i>	Biosintesis proses, dilakukan dengan metode spin coating	SnO₂ nanostruktur, dimana hasil XRD menunjukkan bentuk materialnya yaitu tetragonal kristalin	Senthilkumar dkk., 2017
10	SnCl ₂ .2H ₂ O dan ekstrak <i>Ficus carica</i>	Proses, bahan dicampur dipanaskan pada suhu 80 °C selama 24 jam ditambah dengan pengadukan	SnO₂ nanopartikel dengan ukuran rata-rata 132 nm, serta sukses menggunakan SnO ₂ nanopartikel sebagai elektroda modifikasi untuk sensor Hg ²⁺	Hu, 2015

Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, maka dapat dirumuskan hipotesis penelitian ini sebagai berikut :

1. Penggunaan ekstrak bayam merah dalam sintesis nanopartikel SnO₂ akan berfungsi sebagai agen pereduksi, karena dalam ekstrak bayam merah terdapat senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid yang dapat mereduksi ion Sn²⁺ menjadi Sn⁰. Hal tersebut dapat digunakan untuk karakteristik awal dari nanopartikel. Selanjutnya dilakukan kalsinasi yang akan membentuk Sn⁰ menjadi SnO₂ yang dapat diaplikasikan secara luas. Dengan digunakannya instrumen-instrumen untuk karakterisasi akan mendapatkan informasi yang meyakinkan keberadaan nanopartikel SnO₂ hasil sintesis.
2. Modifikasi nanopartikel SnO₂ pada elektroda kerja akan meningkatkan sensitivitas dari elektroda kerja dalam mendeteksi logam Hg(II), hal tersebut terjadi karena SnO₂ merupakan semikonduktor dan elektrokatalis yang dapat meningkatkan sensitifitas elektroda kerja.

3. Nilai parameter seperti limit deteksi (LOD), limit kuantifikasi (LOQ), presisi, akurasi akan menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam deteksi logam Hg(II) dengan voltametri siklik sesuai dengan tujuan dan memberikan hasil yang dapat dipercaya.



