

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Oksida konduktif transparan (*transparent conducting oxide* - TCO) merupakan bahan dengan sifat yang unik yaitu konduktif dan transparan pada daerah cahaya tampak. Material ini biasanya dibuat dalam bentuk lapisan tipis dan digunakan pada peralatan seperti dioda pemancar cahaya, transduser piezoelektrik, layar kristal cair, dan sel surya (Hecht, Hu and Irvin, 2011). TCO dapat dibuat dalam tipe-n maupun tipe-p, sehingga bahan ini mempunyai peluang yang luas dalam aplikasi opto-elektronik (Stadler, 2012).

Material TCO yang ideal memiliki transmitansi di atas 80% pada daerah cahaya tampak dan nilai resistivitas yang lebih kecil atau sama dengan $1 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ (Klingshirn, 2007; Chen *et al.*, 2012). *Indium tin oxide* (ITO) merupakan material TCO yang biasa dipakai untuk aplikasi komersial. ITO memiliki transmitansi yang tinggi (80-85%) dan nilai resistivitas yang rendah, tapi harganya relatif mahal karena unsur indium yang langka. Selain ketersediaan unsur utama yang langka, ITO juga bersifat racun dan memiliki stabilitas yang rendah dalam plasma hidrogen. Lapisan tipis berbasis seng oksida (ZnO) yang dideposisikan pada kaca mampu menggantikan lapisan ITO yang mahal (Shahid *et al.*, 2016).

ZnO adalah salah satu bahan semikonduktor yang mengkristal dengan struktur *zinc blende* kubus atau *wurtzite* heksagonal (Özgür *et al.*, 2005). ZnO memiliki konduktivitas listrik yang cukup besar, bersifat transparan, tidak beracun dan stabilitas yang baik terhadap lingkungan plasma. Selain itu, ketersediaan unsur-unsur pembentuknya melimpah, sehingga harganya relatif murah (Hamelmann, 2014; Jeong, Park and Lee, 2014). Karakteristik semikonduktif intrinsik ZnO dapat ditingkatkan dengan mengoptimalkan tingkat doping dan parameter pemrosesan, sehingga lapisan tipis ZnO menjadi alternatif yang menarik untuk menggantikan ITO untuk beberapa aplikasi yang menjanjikan seperti sel surya, transduser, sensor gas dan cermin pemanas (Shahid *et al.*, 2016).

Konduktivitas dan transmitansi dari lapisan tipis nanopartikel ZnO dapat ditingkatkan dengan mengkondisikan parameter-parameter sintesis seperti jenis

dopan (Tsay and Lee, 2013), konsentrasi dopan (Chen *et al.*, 2012; Arier and Uysal, 2016), suhu anil (Su *et al.*, 2011) dan ketebalan lapisan (Kumar *et al.*, 2013). Untuk doping tipe-n, atom-atom dopan yang memiliki lebih dari satu elektron pada kulit terluar akan menggantikan Zn atau O. Donor yang efisien menggantikan Zn adalah dari golongan III (Klingshirn, 2007). Di antara unsur-unsur golongan III A, aluminium (Al) merupakan dopan yang dimanfaatkan secara luas karena menghasilkan lapisan ZnO dengan resistivitas yang rendah dan transmitansi yang tinggi (Zhao *et al.*, 2016; Raghu *et al.*, 2017). Doping Al ini dapat menggantikan Zn^{+2} dalam struktur kristal ZnO dan mendonasikan elektron lebih yang berakibat pada peningkatan konduktivitas listrik (Ebrahimifard, Reza and Abdizadeh, 2014).

Berbagai metode sintesis baik metode fisika maupun metode kimia telah dipakai untuk memperoleh lapisan tipis nanopartikel ZnO dengan sifat-sifat yang unggul, di antaranya sol-gel *spin coating* (Sengupta, Sahoo and Mukherjee, 2012), *pulsed laser deposition* (Shin *et al.*, 2009), *magnetron sputtering* (Muchuweni, Sathiaraj and Nyakoty, 2016), *spray pyrolysis* (Makuku, Mbaiwa and Sathiaraj, 2016), *dip coating* (Ebrahimifard, Reza and Abdizadeh, 2014), *metal organic chemical vapor deposition* (Mbamara *et al.*, 2016) dan elektroplating (An Huang *et al.*, 2015). Umumnya, metode-metode tersebut tidak ramah lingkungan karena konsumsi energi yang tinggi, penggunaan pelarut yang relatif beracun, dan limbah yang berbahaya yang dihasilkannya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dewasa ini banyak peneliti menggunakan metode sintesis yang ramah lingkungan dengan menggunakan ekstrak bahan alam baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan maupun mikroorganisme (Nagajyothi *et al.*, 2014). Bagian tumbuhan yang dapat dimanfaatkan adalah daun, akar, rimpang, kulit kayu, buah dan bunga (Ahmed *et al.*, 2017).

Beberapa ekstrak tumbuhan yang digunakan dalam sintesis nanopartikel ZnO antara lain lidah buaya (Sangeetha, Rajeshwari and Venckatesh, 2011), limau gedang (Kumar *et al.*, 2014), teh (Sutradhar and Saha, 2015) dan tomat (Sutradhar and Saha, 2016). Selain itu, ekstrak lidah buaya (Angel *et al.*, 2016) dan ekstrak tanaman *Sesbania grandiflora* (Chudarkodi and Rajalaxshmi, 2016) masing-masing dimanfaatkan dalam sintesis nanopartikel ZnO didoping Mg dan Ce. Sementara itu, ekstrak kulit *Citrus aurantifolia* (Çolak and Karaköse, 2017) dan

Citrus reticula (Durmuş, Çolak and Karaköse, 2019) digunakan dalam sintesis lapisan tipis ZnO berstruktur nano. Dari hasil sintesis nanopartikel ZnO tersebut diketahui bahwa polifenol pada ekstrak tanaman berperan mereduksi Zn^{+2} menjadi Zn (Senthilkumar and Sivakumar, 2014; Sutradhar and Saha, 2016), berfungsi sebagai *capping agent* (Sangeetha, Rajeshwari and Venckatesh, 2011) atau berperan sebagai *chelating agent* (Thema *et al.*, 2015). Keberadaan asam amino dan ikatan amida di dalam protein yang terdapat pada ekstrak tanaman juga berperan sebagai penstabil nanopartikel ZnO (Senthilkumar and Sivakumar, 2014; Ramesh, Anbuvaran and Viruthagiri, 2015).

Sejauh ini, belum ada laporan penelitian yang menggunakan ekstrak daun gambir dalam sintesis oksida logam terutama ZnO. Tumbuhan khas asal Sumatera Barat ini memiliki banyak kandungan polifenol terutama katekin (Das and Griffiths, 1967). Katekin adalah senyawa flavonoid yang juga ditemukan dalam tanaman seperti teh hijau, teh hitam, cocoa dan anggur. Dibandingkan dengan teh yang memiliki kadar katekin 20-30% dari seluruh berat kering daun (Dewi Anjarsari, 2016), kadar katekin daun gambir bisa mencapai 87% (Damanik, Surbakti and Hasibuan, 2014). Oleh karena itu, ekstrak daun gambir menjadi salah satu alternatif yang cukup potensial untuk sintesis nanopartikel dan lapisan tipis ZnO.

Dalam penelitian ini nanopartikel dan lapisan tipis ZnO dibuat dengan metode sol-gel. Metode ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode lain yaitu sederhana, tidak memerlukan ruang vakum dan tidak memerlukan peralatan yang rumit dan mahal. Teknik ini berpeluang menghasilkan lapisan pada area yang kecil maupun besar dengan bentuk yang diinginkan pada temperatur yang relatif rendah. Selain itu, proses sol-gel memberikan kemudahan dalam mengontrol konsentrasi larutan, tingkat doping dan homogenitas. Lapisan yang dihasilkan biasanya seragam dan memiliki kemurnian yang tinggi (Kondratiev, Kink and Romanov, 2013).

Proses deposisi lapisan tipis ZnO dilakukan dengan teknik *spin coating* di atas substrat kaca. Penggunaan kaca sebagai substrat dalam penelitian ini karena aplikasi TCO pada umumnya ialah sebagai pelapis yang harus dapat ditembus cahaya. Beberapa keunggulan dari teknik *spin coating* dibandingkan dengan metode deposisi lapisan tipis yang lain adalah sederhana, aman, biaya peralatan

yang rendah dan kemudahan dalam mengontrol komposisi (Vorobyeva *et al.*, 2015).

Penelitian diawali dengan pembuatan ekstrak daun gambir kemudian dilanjutkan dengan pembuatan serbuk nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun gambir. Sebagai pembanding, serbuk nanopartikel ZnO juga dibuat tanpa menggunakan ekstrak daun gambir. Penelitian dilanjutkan dengan sintesis lapisan tipis ZnO menggunakan ekstrak daun gambir. Parameter sintesis dalam pembuatan lapisan tipis ZnO adalah konsentrasi ekstrak daun gambir, jumlah lapisan, suhu anil, konsentrasi seng asetat dihidrat ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan konsentrasi dopan aluminium (Al).

Identifikasi senyawa metabolit sekunder pada ekstrak daun gambir dilakukan melalui uji fitokimia. Gugus fungsi yang terdapat pada ekstrak daun gambir, serbuk nanopartikel ZnO dan lapisan tipis ZnO yang dibuat dengan dan tanpa menggunakan ekstrak daun gambir diidentifikasi dengan spektrofotometer *Fourier transform infra red* (FTIR). Karakteristik termal dari sol ZnO dianalisis menggunakan *thermo gravimetric-differential thermal analysis* (TG-DTA). Sementara itu sifat optik, sifat struktur, sifat listrik dan morfologi permukaan serbuk nanopartikel ZnO dan lapisan tipis ZnO masing-masing dikarakterisasi menggunakan peralatan *ultra violet-visible* (UV-Vis), *X-ray diffraction* (XRD), *inductance, capacitance and resistance* (LCR) meter dan *scanning electron microscope* (SEM).

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dipaparkan, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Apa peran ekstrak daun gambir pada pembentukan nanopartikel ZnO dan bagaimana karakteristik nanopartikel ZnO yang disintesis dengan dan tanpa menggunakan ekstrak daun gambir?
- b. Bagaimana karakteristik lapisan tipis ZnO yang dibuat dengan menggunakan ekstrak daun gambir pada variasi konsentrasi ekstrak daun gambir, variasi jumlah lapisan, variasi suhu anil, variasi konsentrasi seng asetat dihidrat dan variasi konsentrasi dopan Al?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengkaji fungsi ekstrak daun gambir dalam pembentukan nanopartikel ZnO dan menganalisis karakteristik nanopartikel ZnO yang disintesis dengan dan tanpa menggunakan ekstrak daun gambir.
- b. Menganalisis sifat-sifat fisis lapisan tipis ZnO yang dibuat dengan menggunakan ekstrak daun gambir dan menentukan karakteristik terbaik lapisan tipis ZnO dengan variasi konsentrasi ekstrak daun gambir, variasi jumlah lapisan, variasi suhu anil, variasi konsentrasi seng asetat dihidrat dan variasi konsentrasi dopan Al.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

- a. Memberikan pengetahuan tentang peran ekstrak daun gambir sebagai *capping agent* ramah lingkungan dalam sintesis serbuk nanopartikel ZnO dan lapisan tipis ZnO.
- b. Memberikan pengetahuan tentang karakteristik serbuk nanopartikel ZnO dan lapisan tipis ZnO yang dibuat dengan menggunakan ekstrak daun gambir.

1.5. Kebaruan Penelitian

Kebaruan dari penelitian ini adalah

- a. Ekstrak gambir merupakan *capping agent* alami ramah lingkungan yang berfungsi menghambat pertumbuhan partikel ZnO.
- c. Parameter sintesis lapisan tipis ZnO yang dibuat menggunakan ekstrak daun gambir yaitu variasi konsentrasi ekstrak daun gambir, variasi jumlah lapisan, variasi suhu anil, variasi konsentrasi seng asetat dihidrat dan variasi konsentrasi dopan Al.