

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi adalah ilmu dan rekayasa dalam penciptaan material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Salah satu bidang nanoteknologi yang banyak diteliti adalah sintesis dan aplikasi nanomaterial. Nanomaterial dapat didefinisikan sebagai material dengan ukuran 1-100 nanometer. Nanomaterial merupakan salah satu topik penelitian yang menarik karena besarnya potensi aplikasi di masa depan. Nanomaterial dapat digunakan untuk piranti elektronika, biomedis, fotovoltaik, sensor, dan masih banyak lagi yang lain..

Selain nanopartikel berbentuk bola yang banyak diteliti, bentuk geometri lainnya seperti : *nanotube*, *nanosheet* dan *nanorod* tidak kalah menarik karena memiliki sifat-sifat yang unik. Sifat listrik, magnetik, mekanik, optik dan kimia nanopartikel lebih unggul dibandingkan sifat partikel berukuran besar (*bulk*). Karakteristik partikel berukuran nano mempunyai keunggulan karena dua alasan : pertama *surface area* yang besar, dimana hal ini dapat meningkatkan reaktifitas kimia dan kekuatan sifat elektrik, dan kedua adalah efek kuantum yang mendominasi bahan dari nanoscale terutama pada pengaruh optikal dan sifat magnetik material (Abdullah, 2009)

Beberapa nanomaterial semikonduktor yang sering dibuat dalam bentuk nanopartikel adalah *titanium dioxide* (TiO_2), *zinc oxide* (ZnO), *copper indium selenium* (CuInSe_2), *cadmium telluride* (CdTe), *galium nitrat* (GaN) dan *zinc*

selenium (ZnSe). Dari beberapa material tersebut, ZnO banyak diteliti karena relatif murah, tahan terhadap suhu tinggi dan memiliki resistansi termal tinggi (Nugroho, 2014). ZnO juga merupakan senyawa yang dapat dibuat dalam bentuk satu dimensi (*rod, tube, wire* dan *nail*), dua dimensi (*sheet, hexagon, tower* dan *comb*) dan tiga dimensi (*flower*) (Zhang dkk., 2007).

ZnO adalah material semikonduktor multifungsi dengan energi ikat eksiton yang besar (60 meV) pada suhu ruang, tidak beracun, transparan pada rentang cahaya tampak, serta memiliki karakteristik absorpsi sinar UV yang besar (Yuwono dan Dharma, 2011; Caglar dkk., 2009). Selain itu, ZnO memiliki *band gap* yang lebar yakni 3,3 eV (Pearton dkk., 2004), resistivitas yang tinggi yaitu $10^4 - 10^{12} \Omega\text{cm}$ (Wang dkk., 2005), dan mobilitas elektron yang tinggi sebesar $200 \text{ cm}^2\text{v}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Bacaksiz dkk., 2008). ZnO banyak digunakan sebagai perangkat optoelektronik, seperti : *microwave absorber, light emitting diode* (LED), *optical switches, solar cells, chemical sensors* dan *field effect transistor*.

Berbagai metode dapat digunakan untuk mensintesis nanopartikel ZnO berkualitas tinggi. Secara umum metode tersebut terbagi dua yaitu proses fasa uap (*vapor-phase process*) dan proses kimia basah (*wet chemical process*) (Hu dkk., 2010). Proses fasa uap seperti *spray pyrolysis* (Benramache dkk., 2013), *radio frequency magnetron sputtering* (Nagaraja dkk., 2013) dan *chemical vapor deposition* (CVD) (Zhong dkk., 2012) menghasilkan nanorod ZnO berkualitas tinggi, namun memerlukan peralatan yang rumit dan mahal. Untuk melakukan sintesis dengan proses tersebut dibutuhkan kondisi-kondisi tertentu seperti suhu tinggi ($\geq 400 \text{ }^\circ\text{C}$), tekanan rendah (vakum) dan kontrol kelembaban yang baik.

Kondisi yang cukup rumit ini mengakibatkan sulitnya dilakukan fabrikasi massal nanorod ZnO dengan metode tersebut.

Proses kimia basah seperti sol-gel (Cui dkk., 2013), hidrotermal (Kiomarsipour dan Razavi, 2013), *spin coating* (Karak dkk., 2013), atau *electrodeposition* (Fujimoto dkk., 2013) sekarang ini dianggap lebih menjanjikan untuk fabrikasi nanorod ZnO dalam skala besar. Metode tersebut relatif murah, ramah lingkungan dan dapat dilakukan pada suhu relatif rendah (Zhong dkk., 2012 ; Yang dkk., 2008). Rendahnya suhu proses tersebut seringkali berakibat pada rendahnya kristalinitas nanostruktur ZnO yang dihasilkan. Yuwono dan Dharma (2011) mensintesis nanorod ZnO menggunakan metode sol-gel dengan memvariasikan konsentrasi *Polyethylene Glycol* (PEG) menemukan bahwa panjang dan diameter nanorod meningkat secara linear terhadap suhu 75 °C dari 157–464 nm. PEG sayangnya kurang cocok untuk digunakan pada metode hidrotermal karena mudah menguap.

Metode hidrotermal memungkinkan kontrol atas pertumbuhan kristalit pada suhu rendah dan tanpa memerlukan peralatan canggih dan mahal, sehingga memungkinkan produksi nanorod ZnO dalam skala besar. Polsongkram dkk (2018) menemukan bahwa diameter nanorod ZnO yang dihasilkan menggunakan metode hidrotermal turun secara eksponensial dari 5 μm – 100 nm ketika suhu divariasikan 60 – 95 °C.

Hexamethylene-tetramine (HMTA) memang sudah lazim digunakan dalam proses sintesis nanorod ZnO (Feng dkk., 2015). Hingga saat ini belum ada penelitian tentang pengaruh konsentrasi HMTA terhadap geometri dan kristalinitas

nanorod ZnO. Pada penelitian ini nanorod ZnO akan disintesis menggunakan metode hidrotermal dengan memvariasikan HMTA dan menganalisis pengaruhnya terhadap geometri dan tingkat kristalinitas nanorod ZnO. HMTA dipilih karena berperan sebagai pengontrol larutan prekursor sehingga diharapkan dapat menentukan ukuran dan meningkatkan kristalinitas nanorod ZnO yang dihasilkan.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh konsentrasi HMTA terhadap ukuran geometri dan tingkat kristalinitas nanorod ZnO. Dari penelitian ini diharapkan didapatkan cara untuk mengontrol ukuran geometri dan kristalinitas ZnO dengan menggunakan variasi konsentrasi pelarut yang tepat.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi sebagai berikut :

1. Sintesis nanorod ZnO dilakukan menggunakan metode hidrotermal.
2. Rasio konsentrasi *Zinc Nitrate* terhadap HMTA divariasikan 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:5.
3. Sampel dikarakterisasi menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui kristalinitas nanorod ZnO dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk melihat morfologi dan ukuran nanorod ZnO.