

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi merupakan ilmu untuk melakukan rekayasa dari suatu material yang berukuran nanometer (0–100) nm<sup>1</sup>. Material yang berada dalam ukuran skala nano dapat menunjukkan sifat-sifat yang lebih unggul dan berbeda dibandingkan dengan material skala makro (meter)<sup>2</sup>. Nanomaterial dapat diklasifikasikan berdasarkan dimensi (1D—3D), di mana masing-masing dimensi memiliki morfologi yang berbeda, seperti: *nanorods*, *nanowire*, *nanotube*, dan nanopartikel. Nanoteknologi juga dapat mendesain morfologi dari suatu nanomaterial sesuai yang diinginkan. Perbedaan morfologi dari suatu material dapat menghasilkan sifat fisik, kimia, dan mekanik yang berbeda<sup>3</sup>.

Morfologi material meliputi struktur, ukuran, bentuk, dan luas permukaan dari suatu nano material dapat dimodifikasi sesuai dengan dimensi yang diinginkan dengan pendekatan pada pemilihan metoda sintesis, jenis prekursor, dan penggunaan bahan kimia. Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain: proses fisik, kimia, dan biologis. Meskipun metode fisik dan kimia telah berhasil digunakan untuk mensintesis nanopartikel, akan tetapi hal itu dapat menimbulkan beberapa kendala dengan terbatasnya bahan kimia yang tersedia di pasaran, penggunaan bahan kimia yang berbahaya perlu menjadi bahan pertimbangan. Kebutuhan untuk sintesis nanopartikel bersifat ramah lingkungan dengan menggunakan aditif alami seperti mikroba memberi peluang alternatif untuk sintesis nanomaterial.

Sintesis nanopartikel dengan menggunakan bantuan jamur, bakteri, aktinomycetes serta virus telah dilaporkan sebagai cara untuk menghasilkan nanopartikel yang ramah lingkungan<sup>4</sup>. Biosintesis dengan menggunakan bantuan mikroorganisme merupakan proses sintesis nanopartikel yang sebagian besar bersifat biologis. Mikroorganisme di alam memiliki keanekaragaman yang tersebar luas di berbagai habitat tanah, air, dan udara<sup>3</sup>. Pemilihan jamur *Aspergillus niger* sebagai *template* untuk biosintesis ZnO nanorods adalah karena bakteri tersebut memiliki karakter yang khas, bioakumulasi dengan logam yang cukup tinggi, mudah dikultur dan penanganan biomassa yang lebih sederhana, serta lebih ekonomis. Mekanisme dan kondisi proses biosintesis perlu dikontrol untuk memodifikasi ukuran, tingkat keseragaman ukuran, dan bentuk dari nanomaterial yang akan dihasilkan<sup>5</sup>. Penggunaan surfaktan selama proses sintesis ZnO dapat memberikan efek morfologi

yang berbeda<sup>6</sup>. Zheng (2017) telah berhasil melakukan sintesis ZnO dengan pola nanorods menggunakan bahan aditif PEG-10000. Polietilen Glikol (PEG) digunakan untuk membuat morfologi ZnO menghasilkan pola nano seperti batang (nanorods). Pada interaksi antara ikatan hidrogen dengan atom O dalam rantai PEG dan mikroemulsi antarmuka, ZnO akan didistribusikan di sekitar rantai PEG dan bergabung dengan masing-masing rantai lainnya yang akan menghasilkan kumpulan nanorods ZnO yang terbentuk<sup>7</sup>. Pola nanorods dengan spesifikasi panjang 140—400 nm dan diameter 20—150 nm memiliki aktivitas kinerja yang lebih optimal jika digunakan sebagai zat antibakteri dibandingkan dengan pola nano yang lain<sup>8</sup>.

Nanomaterial ZnO dikenal sebagai salah satu nanomaterial anorganik multifungsi dengan aktivitas antibakteri yang efektif dan telah diaplikasikan pada beberapa bidang seperti bidang biosensor, farmasi<sup>9</sup>, pertanian<sup>10</sup>, biomedis<sup>11</sup>, serta pada industri tekstil<sup>12</sup>. Penerapan ZnO pada industri tekstil dapat meningkatkan keunggulan serat terhadap kontaminasi mikroorganisme, daya tahan tekstil, kenyamanan, dan sifat higienis<sup>13</sup>. Tekstil dari bahan katun memiliki serat yang lembut, ringan, serta berpori. Porisitas yang ada pada katun ini cenderung menyebabkan katun memiliki daya serap yang tinggi terhadap kontaminan. Kecenderungan inilah yang dapat memberikan dampak negatif pada serat katun, seperti mudah terkontaminasi dengan mikroorganisme dari bakteri dan jamur, serta zat pewarna<sup>14,15</sup>.

Pada penelitian ini, dilakukan proses biosintesis ZnO nanorods dengan menggunakan jamur *Aspergillus niger*. Secara umum, komposisi struktur sel jamur terdiri dari komponen bioaktif, yaitu gugus karboksilat dan gugus amina yang dapat bersifat *capping agent* di dalam proses pereduksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah biosintesis ZnO nanorods dapat digunakan *agent* biologis?
2. Apakah *Polyethylene Glycol* (PEG) dapat digunakan sebagai *template* pembentukan ZnO nanorods?
3. Bagaimana efektivitas fotokatalitik ZnO nanorods yang dihasilkan sebagai antimikroba?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Dari Rumusan Masalah di atas, dapat diambil tujuan sebagai berikut:

1. Mempelajari biosintesis ZnO nanorods dengan menggunakan jamur *Aspergillus niger* sebagai *agent* biologi.
2. Mempelajari apakah perbedaan komposisi *Polyethylene Glycol* (PEG) dapat mempengaruhi morfologi nanorods ZnO dan karakterisasi.
3. Mempelajari efektivitas fotokatalitik ZnO sebagai senyawa antibakteri *E. coli* dan antijamur *A. niger* pada media serat katun tekstil.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pengetahuan mengenai penyiapan ZnO nanorods melalui proses biosintesis dengan menggunakan sel mikroorganisma, sehingga dapat mengeksplorasi keanekaragaman mikroorganisme di alam sebagai bahan ramah lingkungan.

