

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nanoteknologi merupakan teknologi baru untuk sintesis nanopartikel dengan desain morfologi struktur, bentuk, ukuran dan luas permukaan yang spesifik dalam ukuran nano (1-100 nm) (Mirzaei & Darroudi, 2017). Nanoteknologi telah menjadi salah satu teknologi yang paling diminati dan telah diterapkan pada berbagai bidang antara lain, sains biologi, kimia, teknik, ilmu kedokteran dan sebagainya (Çalışkan *et al.*, 2020). Nanopartikel dapat disintesis dengan dua cara, yaitu *top-down* dan *bottom-up* (Agarwal *et al.*, 2017). Secara umum, setiap metode sintesis memiliki mekanisme proses yang dapat dimodifikasi untuk memperoleh morfologi material agar berukuran nano, distribusi ukuran yang merata, tidak aglomerasi dan memiliki bentuk sesuai yang diinginkan. Bentuk nanopartikel diklasifikasi berdasarkan pola dimensi (0 - 3) D dan masing-masing dimensi memiliki spesifikasi dan perbedaan keunggulan (Ortiz-Casas *et al.*, 2021). Keunggulan nanopartikel tersebut adalah memiliki rasio luas permukaan terhadap volume lebih besar dari pada *bulk* material. Selain itu, morfologi nanomaterial terdiri dari ukuran, bentuk, struktur dan luas permukaan berperan penting dalam fungsionalitasnya dan dapat dimodifikasi sesuai dengan target yang diinginkan (Motazed *et al.*, 2020).

Proses *bottom-up* dapat dilakukan dengan proses kimia dan biologi. Proses kimia telah berhasil memproduksi partikel berukuran nano dengan morfologi dan *properties* yang lebih unggul dari aspek mekanik, fisik, kimia dan optik. Namun proses sintesis secara kimia membutuhkan bahan kimia yang bersifat toksik dan berbahaya bagi lingkungan (Vilela *et al.*, 2014). Saat ini, sintesis nanopartikel dengan proses biologi lebih diminati oleh peneliti dengan menggunakan bahan alam seperti beberapa tumbuh-tumbuhan dan sel mikroorganisme sebagai media biosintesis nanopartikel. Proses biologi ini telah mendapatkan perhatian global karena telah diaplikasikan pada bidang medis sebagai obat-obatan, anti bakteri, anti jamur, anti virus, anti inflamasi, dan anti kanker (Kairyte *et al.*, 2013). Optimasi sintesis ditentukan oleh jenis prekursor, bahan aditif dan kondisi (pH dan temperatur) untuk mendapatkan partikel berukuran nano (Rilda *et al.*, 2021). Beberapa metode biosintesis yang digunakan adalah hidrotermal (Gerbreder *et al.*,

2020), solvotermal (Zare et al., 2017), presipitasi (Adam et al., 2018), dan sol-gel (Dadi et al., 2019). Metode sol-gel memiliki keunggulan metode sintesis sederhana, suhu rendah, tingkat distribusi ukuran nanopartikel tinggi, dapat memproduksi nanopartikel yang berkualitas tinggi, dan dapat mengontrol morfologi dan sifat permukaan dengan baik (Parashar et al., 2020). Metode sederhana lainnya adalah metode hidrotermal. Metode hidrotermal memiliki keunggulan karena konsumsi energi yang rendah dan telah berhasil digunakan dalam preparasi ZnO dengan morfologi yang berbeda (Zhao et al., 2014).

Indonesia memiliki topografi, hutan dan alam tropis, sehingga memiliki keanekaragaman spesies bahan alam yang lengkap. Habitat hutan yang luas, sumber air yang cukup dapat menjadi habitat yang baik untuk perkembangan biakan sel mikroorganisme, sehingga dapat ditemukan beraneka ragam spesies mikroorganisme baik golongan prokariot maupun eukariot yaitu sel bakteri, jamur, *actinomycetes* dan mikroalga. Pemanfaatan sumber daya alam sebagai media biosintesis oksida logam perlu dieksplorasi secara intensif dalam pemanfaatannya untuk mendukung perkembangan nanoteknologi saat ini (Napitupulu *et al.*, 2019). Sel mikroorganisme memiliki keunggulan yang perlu diperhitungkan, karena sel mikroorganisme merupakan sumber protein, enzim, dan hormon. Atas pertimbangan ini dan didasarkan komponen bioaktifnya, sel mikroba dapat dimanfaatkan untuk produksi nanopartikel dalam skala besar, karena lebih ekonomis, efisien, cepat dalam sediaan biomassa dan ramah lingkungan, dan dapat meminimalkan limbah dan pencemaran lingkungan (Hulkoti & Taranath, 2014). Salah satu mikroorganisme yang menjadi perhatian saat ini adalah mikroalga. Mikroalga merupakan salah satu organisme dari sel mikroorganisme eukariotik dan tumbuh di lingkungan air, antara lain air tawar, payau, laut dan hidup secara terestrial, epifit, dan epizoic (Buwono & Nurhasanah, 2018). Mikroalga lebih mudah beradaptasi pada lingkungan dibandingkan dengan mikroorganisme lainnya karena memiliki tingkat pertumbuhan dan produktivitas biomassa yang besar. Mikroalga memiliki komponen bioaktif terdiri dari metabolit primer yaitu karbohidrat, lipid, protein dan enzim. Komponen bioaktif dapat berfungsi sebagai zat penstabil (*capping agent*) pada sintesis oksida logam (Rahman *et al.*, 2019). Beberapa penelitian tentang biosintesis seng oksida (ZnO) yang telah dilakukan dan

telah dilaporkan dengan menggunakan mikroalga antara lain *Galdieria sp.* (Çalışkan *et al.*, 2020), *Chlorella* (Khalafi *et al.*, 2019), *Arthrospira/ Spirulina platensis* (El-belely *et al.*, 2021, Aye Mar *et al.*, 2018). Pada penelitian ini digunakan komponen aktif dari mikroalga *Spirulina platensis* (*S. platensis*) sebagai *capping agent* pada sintesis ZnO nanopartikel karena belum banyak artikel yang membahas tentang biosintesis ZnO menggunakan mikroalga ini. *Spirulina platensis* termasuk kelompok *Cyanophyceae* yang merupakan sel prokariotik yang dapat berfotosintesis. *Spirulina platensis* dianggap sebagai sumber yang baik untuk sintesis nanopartikel dan dapat dipahami dengan mekanisme secara ekstraseluler atau intraseluler. Beberapa penelitian yang telah produksi nanopartikel dengan memanfaatkan metabolit primer *S. platensis* untuk sintesis dengan oksida logam nanopartikel karena mengandung zat bioaktif yang tinggi seperti protein, vitamin, pigmen, dan polisakarida serta mineral, dan sering dapat digunakan untuk sintesis biogenik logam dan oksida logam yang ramah lingkungan. Selain itu, tingkat pertumbuhan yang cepat, media tumbuh yang sederhana, dan biaya produksi biomassa yang rendah membuat *S. platensis* menjadi sumber yang menjanjikan untuk biosintesis nanopartikel (El-belely *et al.*, 2021). Mikroalga *S. platensis* tumbuh pada pH = 8-11 (Ekantari *et al.*, 2017), dan atas dasar pH tumbuh tersebut dilakukan sintesis yang menyesuaikan agar optimal dalam biosintesis ZnO nanopartikel. Selain itu, *S. platensis* juga dikenal memiliki antioksidan yang tinggi (Darvin *et al.*, 2015). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan biomassa *S. platensis* sebagai *capping agent* pada sintesis ZnO dengan variasi pH 7-13.

Nanomaterial oksida logam seng oksida (ZnO), secara intensif telah diproduksi karena berperan penting di berbagai sektor industri, dengan beberapa keunggulan dibandingkan dengan oksida lainnya, lebih mudah diproduksi dan dimodifikasi bentuk dan struktur, non toksik (Khalafi *et al.*, 2019). ZnO lebih banyak digunakan sebagai aditif pada obat-obatan, dan kosmetik (Rahman *et al.*, 2019). *Food and Drug Administration* (FDA) di Amerika Serikat telah mengkatagorikan oksida logam ZnO sebagai *Generally Recognized as Safe* (GRAS) dan telah diakui sebagai oksida logam non toksik (Jiang *et al.*, 2018). Beberapa penelitian yang melakukan sintesis ZnO nanopartikel dan komposisinya sebagai senyawa antimikroba pada beberapa bakteri dan jamur tekstil antara lain

Pseudomonas aeruginosa (Rilda *et al.*, 2020), *Eschericia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis* (Rilda, *et al.*, 2019), *Bacillus subtilis* (Mydeen *et al.*, 2020), *Sacharomyces cerevisiae*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus niger* (Rilda *et al.*, 2017) dan lain-lain. Pada penelitian dilakukan biosintesis seng oksida dengan metode sol-gel-hidrotermal dengan menggunakan komponen bioaktif dari biomassa *S. platensis* sebagai media biosintesis. Efek parameter proses sintesis sol-gel antara lain pH, temperature, mekanisme enzimatik *S. platensis* secara intraselular, sejauh mana mengoptimalkan modifikasi morfologi dan ukuran ZnO nanopartikel dengan tingkat distribusi ukuran nano yang homogen, tidak aglomerasi dan aktivitas anti bakteri untuk aplikasi biomedis di uji secara *in vitro*.

1.2. Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang tersebut di atas, maka perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah komponen bioaktif dari mikroalga *S. platensis* dapat digunakan sebagai *capping agent* ZnO berpola nanopartikel?
2. Bagaimana pengaruh pH pada proses sol-gel-hidrotermal terhadap kestabilan dari *S. platensis* untuk memodifikasi morfologi ZnO nanopartikel dihasilkan?
3. Bagaimanakah kemampuan bioaktivitas ZnO nanopartikel dengan *capping agent S. platensis*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis komponen bioaktif dari mikroalga *S. platensis* yang dapat berperan sebagai *capping agent* pada biosintesis ZnO nanopartikel.
2. Menganalisis sejauh mana pengaruh pH dan temperature dalam proses sol-gel-hidrotermal terhadap kestabilan senyawa bioaktif mikroalga *S. platensis* dalam memodifikasi morfologi ZnO nanopartikel.
3. Menganalisis bioaktivitas ZnO nanopartikel sebagai antibakteri terhadap sel *Staphylococcus epidermidis*, antijamur terhadap *Candida albicans*, dan antioksidan.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat mengeksploitasi keanekaragaman sumber daya alam hayati yang dapat berkontribusi terhadap perkembangan nanoteknologi untuk memproduksi produk-produk yang dapat digunakan untuk keperluan medis.

