

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kontaminasi mikrobiologis pada air masih menjadi salah satu permasalahan lingkungan dan kesehatan yang penting di berbagai negara, termasuk Indonesia. Keberadaan bakteri patogen dalam sumber air dapat menurunkan kualitas air serta meningkatkan risiko penyebaran penyakit. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram-negatif yang sering digunakan sebagai indikator kontaminasi biologis karena keberadaannya menunjukkan adanya pencemaran pada air. Selain itu, *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram-positif yang juga dapat ditemukan pada lingkungan perairan akibat aktivitas manusia dan berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan. Oleh karena itu, pengembangan material antibakteri yang efektif menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan untuk mendukung pengendalian pertumbuhan mikroorganisme dalam sistem pengolahan air.

Salah satu material yang menarik untuk dikembangkan sebagai agen antibakteri adalah perak fosfat (Ag_3PO_4). Senyawa ini diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang baik karena mampu melepaskan ion Ag^+ yang dapat berinteraksi dengan membran sel bakteri, mengganggu permeabilitas membran, merusak protein intraseluler, serta menghambat proses metabolisme sel. Namun, penggunaan Ag_3PO_4 secara langsung memiliki beberapa keterbatasan, seperti kecenderungan partikel untuk beragregasi sehingga luas permukaan aktif berkurang dan distribusi partikel menjadi kurang merata. Kondisi tersebut dapat menurunkan efektivitas aktivitas antibakteri material.

Ag_3PO_4 dapat dikombinasikan dengan material pendukung berupa silika (SiO_2). Silika memiliki luas permukaan yang tinggi, stabilitas kimia yang baik, serta kemampuan untuk mendispersikan partikel aktif secara lebih merata. Silika mesopori yang disintesis menggunakan prekursor *Tetraethyl Orthosilicate* (TEOS) dengan bantuan *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB) sebagai agen pembentuk pori dan *Triethanolamine* (TEA) sebagai pengontrol proses hidrolisis

mampu menghasilkan struktur pori yang teratur dan stabil. Struktur tersebut memberikan ruang yang memadai bagi pertumbuhan dan penyebaran partikel Ag_3PO_4 sehingga berpotensi meningkatkan efektivitas aktivitas antibakteri.

Selain penggunaan silika sebagai material pendukung, modifikasi permukaan silika menggunakan *3-Aminopropyltriethoxysilane* (APTES) juga dapat dilakukan untuk meningkatkan interaksi antara silika dan partikel Ag_3PO_4 . APTES memperkenalkan gugus amina ($-\text{NH}_2$) pada permukaan silika yang berfungsi sebagai situs pengikatan ion Ag^+ melalui interaksi koordinasi. Keberadaan gugus amina tersebut diharapkan mampu meningkatkan jumlah ion Ag^+ yang terimobilisasi pada permukaan silika, mengontrol pertumbuhan partikel Ag_3PO_4 , serta menghasilkan distribusi partikel yang lebih homogen. Dengan demikian, aktivitas antibakteri komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{SiO}_2$ berpotensi meningkat.

Meskipun penelitian mengenai komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{SiO}_2$ telah banyak dilakukan, kajian mengenai pengaruh variasi konsentrasi APTES terhadap aktivitas antibakteri material tersebut masih relatif terbatas. Variasi jumlah gugus amina pada permukaan silika diduga dapat memengaruhi jumlah partikel Ag_3PO_4 yang terikat, distribusi partikel pada permukaan silika, serta efektivitas penghambatan pertumbuhan bakteri. Penelitian ini dilakukan untuk mensintesis komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{SiO}_2$ berbasis silika mesopori yang dimodifikasi menggunakan variasi konsentrasi APTES sebagai agen fungsionalisasi permukaan. Aktivitas antibakteri material yang dihasilkan dievaluasi menggunakan metode difusi cakram terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* berdasarkan pengukuran diameter zona hambat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh variasi konsentrasi APTES terhadap aktivitas antibakteri komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{SiO}_2$ serta menjadi dasar pengembangan material antibakteri berbasis silika untuk aplikasi pengolahan air yang lebih efektif.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{SiO}_2$ yang dimodifikasi dengan variasi konsentrasi *3-Aminopropyltriethoxysilane* (APTES) melalui metode

grafting dan presipitasi *in-situ* serta mengkaji pengaruhnya terhadap distribusi partikel dan sifat permukaan material yang dihasilkan.

2. Mengevaluasi aktivitas antibakteri komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{SiO}_2$ yang dimodifikasi dengan variasi konsentrasi *3-Aminopropyltriethoxysilane* (APTES) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.
3. Menentukan efektivitas aktivitas antibakteri komposit $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{SiO}_2$ yang dimodifikasi dengan berbagai konsentrasi *3-Aminopropyltriethoxysilane* (APTES) berdasarkan pengukuran diameter zona hambat menggunakan metode difusi cakram.