

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kontaminasi bakteri masih menjadi permasalahan penting diberbagai bidang terutama pada kesehatan, pangan dan lingkungan yang dapat menyebabkan infeksi, penurunan kualitas produk serta kerugian ekonomi. Oleh karena itu, pengembangan material antibakteri berbasis biopolimer untuk memenuhi kebutuhan material fungsional yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu biopolimer yang banyak digunakan yaitu kitosan. Kitosan adalah biopolimer alami yang diperoleh dari deasetilasi kitin dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi (Kanani dkk., 2023; Tsauria dkk., 2025), serta mudah dimodifikasi secara kimia karena keberadaan gugus amina dan hidroksil pada struktur rantai polimernya (Tsauria dkk., 2025). Selain itu, kitosan memiliki aktivitas antibakteri alami karena gugus aminanya yang bermuatan positif mampu berinteraksi secara elektrostatik dengan permukaan sel bakteri yang bermuatan negatif, sehingga mengganggu integritas membran sel dan menghambat pertumbuhan bakteri (Ardean dkk., 2021). Namun demikian, berbagai penelitian melaporkan bahwa aktivitas antibakteri kitosan murni masih memiliki keterbatasan (Rocha dkk., 2017). Oleh karena itu, pengembangan kitosan melalui modifikasi struktur menjadi langkah penting untuk meningkatkan aktivitas antibakterinya.

Pembentukan basa Schiff menjadi salah satu pendekatan modifikasi kimia yang banyak diterapkan pada kitosan untuk meningkatkan sifat fungsionalnya. Reaksi ini berlangsung antara gugus amina primer kitosan dengan senyawa aldehida sehingga menghasilkan ikatan imina ($-C=N-$) (Arifah dkk., 2023). Pembentukan gugus imina ini dilaporkan mampu meningkatkan stabilitas struktur serta memperbaiki kemampuan

interaksi material dengan sistem biologis, termasuk mikroorganisme (Hussain & Berry, 2024). Salah satu aldehid aromatik yang dapat digunakan yaitu orto-vanilin, yang mengandung gugus fenolik dan metoksi yang bersifat aktif secara biologis. Gugus fenolik pada orto-vanilin diketahui berperan dalam aktivitas antibakteri, sedangkan struktur aromatiknya dapat meningkatkan interaksi hidrofobik dengan membran sel bakteri (J. Wang dkk., 2024).

Modifikasi lain yang dapat dilakukan yaitu modifikasi pada gugus OH yang terikat pada C6 kitosan. Posisi C6 pada kitosan menyediakan gugus hidroksil primer yang relatif lebih mudah dimodifikasi dibandingkan gugus hidroksil lainnya. Namun, gugus hidroksil merupakan *leaving group* yang buruk sehingga perlu diaktivasi terlebih dahulu melalui reaksi tosilasi menggunakan tosil klorida. Turunan kitosan bertosilat yang dihasilkan kemudian dapat direaksikan dengan berbagai nukleofil, salah satunya adalah asam amino. Penggunaan asam amino menarik untuk dikembangkan karena dapat meningkatkan sifat biologis dan fungsional material. Di antara berbagai asam amino, L-arginin memiliki potensi yang tinggi karena mengandung gugus guanidin yang bermuatan positif kuat. Kehadiran gugus tersebut dapat meningkatkan densitas muatan kationik pada struktur kitosan sehingga memperkuat interaksi elektrostatik dengan permukaan sel bakteri yang bermuatan negatif (Madihalli dkk., 2025). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa modifikasi kitosan pada posisi C6 melalui pembentukan turunan 6-deoksi-6-arginin mampu meningkatkan sifat antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Su dkk., 2020).

Pendekatan lain yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat antibakteri kitosan yaitu mengembangkannya menjadi material komposit. Pembentukan komposit memungkinkan penggabungan beberapa komponen aktif dalam satu sistem material, sehingga diperoleh efek sinergis yang tidak dapat dicapai oleh masing-masing komponen secara terpisah (Naeimi & Ungureanu, 2025). Salah satu komponen yang sering digunakan dalam pengembangan komposit perbasis kitosan ini yaitu dengan penambahan nanopartikel logam salah satunya logam perak. Nanopartikel perak diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan melalui berbagai mekanisme, antara lain pelepasan ion Ag^+ , interaksi dengan membran sel bakteri serta gangguan terhadap proses metabolisme seluler (Sondi & Salopek-sondi, 2004). Pada penelitian Badawy dkk. (2019), menyebutkan bahwa Integrasi nanopartikel perak ke dalam sistem komposit kitosan juga berperan dalam meningkatkan kestabilan nanopartikel serta menekan terjadinya aglomerasi karena kitosan dapat berperan sebagai *capping agent*, sehingga aktivitas antibakteri yang dihasilkan menjadi lebih optimal.

Penelitian ini akan menggabungkan modifikasi basa Schiff kitosan (dengan aldehid aromatik berupa orto-vanilin), substitusi L-arginin dan penambahan nanopartikel perak menghasilkan komposit 6-deoksi-6-L-arginin basa Schiff kitosan-orto-vanilin/Ag yang diharapkan memiliki aktivitas antibakteri lebih tinggi dibandingkan kitosan murni maupun modifikasi tunggal. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan daging ayam melalui metode *total plate count* (TPC). Metode ini memungkinkan penentuan jumlah bakteri hidup setelah perlakuan, sehingga memberikan gambaran yang jelas mengenai kemampuan komposit dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Kurniatuhadi dkk., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada sintesis dan

karakterisasi komposit 6-deoksi-6-L-arginin-basa Schiff kitosan-orto-vanilin/Ag serta pengujian aktivitas antibakterinya menggunakan metode TPC yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan hasil dari pengujian komposit 6-deoksi-6-L-arginin-basa Schiff kitosan-benzaldehida/Ag untuk mengetahui aktivitas gugus fungsinya dalam uji aktivitas antibakteri. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh modifikasi struktur kitosan melalui pembentukan basa Schiff, substitusi L-arginin dan penambahan nanopartikel perak terhadap aktivitas antibakteri material yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan material komposit berbasis kitosan yang lebih efektif, ramah lingkungan dan berpotensi diaplikasikan sebagai agen antibakteri pada bidang pangan, kesehatan maupun lingkungan.

I.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Sintesis senyawa basa Schiff kitosan-benzaldehida dan senyawa basa Schiff kitosan-orto-vanilin
2. Sintesis senyawa 6-deoksi-6-*p*-sulfoniltoluen basa Schiff kitosan-benzaldehida dan senyawa 6-deoksi-6-*p*-sulfoniltoluen basa Schiff kitosan-orto-vanilin
3. Sintesis senyawa 6-deoksi-6-L-arginin basa Schiff kitosan-benzaldehida dan senyawa 6-deoksi-6-L-arginin basa Schiff kitosan-orto-vanilin
4. Sintesis komposit 6-deoksi-6-L-arginin basa Schiff kitosan-benzaldehida/Ag dan komposit 6-deoksi-6-L-arginin basa Schiff kitosan-orto-vanilin /Ag
5. Pengujian kemampuan aktivitas antibakteri dengan metode TPC terhadap senyawa hasil sintesis dan komposisinya.