

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 Latar Belakang

Pengembangan material pelapis saat ini tidak hanya menuntut sifat mekanik yang baik, tetapi juga kemampuan aktif dalam menghambat mikroorganisme serta *biodegradable* dan ramah lingkungan (Song dkk., 2022). Salah satu material yang banyak dikembangkan adalah film komposit. Film ini berupa lapisan tipis yang dapat diaplikasikan pada berbagai permukaan tanpa mengubah sifat utama substrat yang dilapisi. Material ini banyak dimanfaatkan pada bidang pangan, biomedis, dan kemasan karena mampu berfungsi sebagai lapisan pelindung sekaligus media penghantaran senyawa aktif. Pengembangan film komposit berbasis biopolimer semakin menarik karena mampu menggabungkan sifat *biodegradable*, biokompatibel, dan aktivitas antibakteri yang berperan dalam meningkatkan keamanan serta memperpanjang umur simpan produk.

Material pelapis konvensional seperti plastik sintetis masih banyak digunakan karena memiliki kekuatan mekanik yang baik. Plastik sintetis sulit terdegradasi dan dapat bertahan hingga puluhan tahun di lingkungan sehingga memicu akumulasi limbah serta meningkatkan risiko pencemaran lingkungan. Plastik sintetis umumnya hanya berfungsi sebagai penghalang fisik tanpa aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen, seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Keberadaan bakteri tersebut dapat menurunkan kualitas material dan menimbulkan risiko kontaminasi sehingga diperlukan alternatif material pelapis

yang tidak hanya kuat, tetapi juga memiliki aktivitas antibakteri (Finina dan Mersha, 2024).

Pengembangan film komposit berbasis biopolimer menjadi salah satu pendekatan yang menjanjikan seiring meningkatnya kebutuhan material aman dan ramah lingkungan (Irshad dkk., 2024). Biopolimer memiliki sifat *biodegradable* dan biokompatibel sehingga berpotensi sebagai material fungsional (Karnwal dkk., 2025). Salah satu biopolimer yang banyak dikembangkan adalah kitosan karena mampu membentuk film, mudah terdegradasi secara alami, serta kompatibel dengan berbagai senyawa aktif (Parveen dkk., 2024). Aktivitas antibakteri alami pada kitosan dapat mendukung penggunaannya sebagai matriks film. Kitosan dalam bentuk murni masih memiliki keterbatasan, yaitu sifat mekanik yang rapuh sehingga dikombinasikan dengan gelatin yang memiliki kemampuan pembentukan film yang baik serta fleksibilitas yang tinggi. Interaksi antara gugus amina dan hidroksil pada kitosan dengan gugus amina, karboksil, dan amida pada gelatin menghasilkan jaringan polimer yang lebih homogen dan kompak, sehingga dapat meningkatkan kekuatan tarik dan elastisitas serta mengurangi kerapuhan film (Lin dkk., 2020; Zhan dkk., 2024).

Peningkatan performa film komposit dapat dilakukan melalui penambahan grafit karbon nitrida ($g-C_3N_4$) sebagai *filler* penguat. Material ini memiliki aktivitas fotokatalitik yang mampu menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) seperti radikal hidroksil ($\bullet OH$) dan radikal superoksida ($\bullet O_2^-$) di bawah radiasi cahaya tampak. ROS yang terbentuk dapat merusak membran serta struktur sel mikroorganisme sehingga memberikan efek antibakteri secara tidak langsung

(Kong dkk., 2021b). Material $g\text{-C}_3\text{N}_4$ cenderung mengalami aglomerasi akibat interaksi antarlapis yang kuat sehingga distribusinya dalam matriks biopolimer menjadi kurang homogen. Aglomerasi tersebut dapat menurunkan sifat mekanik film. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi atau kombinasi dengan material lain yang mampu meningkatkan dispersi $g\text{-C}_3\text{N}_4$ sekaligus memperkuat aktivitas antibakteri film komposit.

Kopolimer eugenol divinil benzena (PEDVB) dapat digunakan untuk meningkatkan dispersi $g\text{-C}_3\text{N}_4$. Eugenol merupakan senyawa fenolik alami yang memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk antibakteri, antijamur, antioksidan, dan antiseptik (Esmacili dkk., 2022). Gugus hidroksil dan metoksi pada cincin aromatik eugenol berperan aktif dalam penghambatan pertumbuhan mikroorganisme (Orlo dkk., 2021). Penggunaan eugenol dalam bentuk monomer masih terbatas karena volatilitasnya yang tinggi serta stabilitas yang rendah. Oleh karena itu, eugenol perlu dimodifikasi membentuk kopolimer dengan menambahkan penaut silang divinil benzena untuk meningkatkan kestabilan dan sifat fisiknya. Penelitian (Prasetya dkk., 2019) menunjukkan bahwa kopolimer eugenol divinil benzena (PEDVB) mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus* dengan zona hambat sebesar 0,87 mm terhadap *E. coli* dan 2,27 mm terhadap *S. aureus*, serta terbukti memiliki stabilitas termal yang lebih baik dibandingkan eugenol bebas. Kehadiran gugus aromatik dan jaringan polimer silang pada PEDVB tidak hanya berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri, tetapi juga berpotensi meningkatkan interaksi dengan $g\text{-C}_3\text{N}_4$ dan matriks biopolimer sehingga menghasilkan film komposit yang lebih homogen dan stabil.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mensintesis film komposit biopolimer kitosan/gelatin/g-C₃N₄/kopolimer eugenol divinil benzena (PEDVB) sebagai pelapis antibakteri. Penggabungan matriks biopolimer dengan *filler* fotokatalitik g-C₃N₄ dan agen antibakteri PEDVB diharapkan mampu menghasilkan material yang memiliki keseimbangan antara sifat mekanik dan aktivitas antibakteri. Penelitian ini diharapkan dapat memperluas pengembangan material pelapis antibakteri berbasis biopolimer yang ramah lingkungan serta berpotensi diaplikasikan pada bidang pangan, kesehatan, dan kemasan aktif yang memerlukan perlindungan terhadap kontaminasi mikroba.

I. 2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pemaparan latar belakang yang telah disajikan, tujuan penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Sintesis Kopolimer Eugenol Divinil Benzena (PEDVB).
2. Sintesis grafit karbon nitrida (g-C₃N₄).
3. Sintesis film komposit Kitosan/Gelatin/g-C₃N₄/PEDVB serta menentukan sifat mekaniknya berupa kuat tarik (TS) dan persen perpanjangan (E%)
4. Menentukan aktivitas antibakteri dan biodegradabilitas pada film komposit Kitosan/Gelatin/g-C₃N₄/PEDVB.