

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Plastik konvensional meningkat penggunaannya sebagai bahan kemasan menimbulkan permasalahan lingkungan karena memiliki sifat yang sulit terdegradasi secara alami. Pengembangan material kemasan tidak hanya difokuskan pada sifat biodegradable, tetapi juga pada kemampuan dalam melindungi dari kontaminasi mikroorganisme. Kondisi plastik yang lembab dan bersuhu hangat berisiko menjadi medium pertumbuhan mikroorganisme dan menurunkan kualitas keamanan (Ngadiwiyana dkk., 2023). Pengembangan kemasan aktif atau film komposit menjadi solusi pendekatan yang strategis. Film komposit merupakan material berbentuk lembaran tipis yang memiliki fungsi sebagai lapisan pelindung.

Film komposit yang memiliki kemampuan antibakteri merupakan pendekatan strategis dalam upaya peningkatan keamanan kemasan. Penambahan senyawa antimikroba, baik dari bahan sintetis maupun alami, dapat meningkatkan efektivitas kemasan dalam menjaga kualitas dan keamanan (Hernández-García dkk., 2021). Inovasi yang berkembang dalam bidang ini adalah penggunaan material sintesis polimer, yang memungkinkan modifikasi sifat fungsional kemasan secara lebih fleksibel dan efektif (Ngadiwiyana dkk., 2023). Pemanfaatan sumber daya terbarukan dinilai lebih berkelanjutan dan memiliki potensi besar sebagai alternatif dalam pengembangan material fungsional. Sumber daya terbarukan yang memiliki potensi dalam sintesis polimer yaitu eugenol, suatu senyawa komponen utama minyak cengkeh yang mengandung sekitar 70-90%, eugenol memiliki sifat antibakteri dan antioksidan menjadi senyawa terpilih.

Penggunaannya dalam kemasan dapat membantu menghambat pertumbuhan mikroba. Eugenol yang memiliki gugus alil memungkinkan terjadinya reaksi polimerisasi untuk membentuk material polimer. Peningkatan eugenol sebagai matriks film dapat dilakukan modifikasi melalui kopolimerisasi agar memiliki sifat yang lebih baik. Modifikasi dapat dilakukan dengan penambahan agen taut silang yaitu Metilenbisakrilamida (MBA). Metilenbisakrilamida memiliki gugus vinil reaktif yang dapat membentuk ikatan silang antar rantai polimer dalam proses polimerisasi. Terbentuknya ikatan silang antar rantai polimer berfungsi untuk meningkatkan stabilitas struktur polimer serta mencegah terjadinya pemutusan atau pembubaran rantai polimer, sehingga film yang dihasilkan menjadi lebih kuat dan stabil (Ngadiwiyana dkk., 2023), serta untuk meningkatkan kemampuan pembentukan film dan sifat biodegradabilitas, kopolimer dikombinasikan dengan karboksimetil selulosa (CMC), yaitu turunan selulosa yang bersifat hidrofilik, biodegradable, tidak toksik, dan mampu membentuk film transparan dengan sifat barrier terhadap oksigen. Karboksimetil Sellulosa juga berfungsi sebagai pengental dan pengikat alami yang aman untuk aplikasi kemasan (Cen dkk., 2023).

Penggabungan eugenol ke dalam matriks film bertujuan menghasilkan kemasan aktif yang dapat memperpanjang umur simpan makanan dan mengurangi risiko kontaminasi mikroba. Penggunaan eugenol secara langsung pada film kemasan masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti sifat volatilitas yang tinggi memungkinkan kehilangan senyawa aktif sehingga efektivitas antibakteri berkurang. Penggunaan karboksimetil selulosa (CMC) sebagai matriks pendukung memiliki kelemahan yaitu sifat hidrofilik yang menyebabkan film cenderung

mudah menyerap air dan memiliki ketahanan yang rendah terhadap kelembapan. Upaya untuk mengatasi kelemahan tersebut dapat dilakukan penambahan partikel ZnO.

Penambahan logam seperti seng oksida (ZnO) ke dalam matriks film komposit memberikan sejumlah keunggulan fungsional. Kombinasi ZnO dengan eugenol dalam film mampu menambahkan sifat antibakteri secara signifikan dibanding penggunaan masing-masing komponennya (Cheng & Wang, 2023), serta penambahan ZnO dapat meningkatkan sifat jaringan film fleksibel dan menurunkan permeabilitas air (Babapour dkk., 2021). Aktivitas antibakteri ZnO bekerja melalui mekanisme pelepasan ion Zn^{2+} dan pembentukan spesies oksigen reaktif (Reactive Oxygen Species/ROS) yang dapat merusak membran sel mikroorganisme (Juliet dkk., 2025). Kedua mekanisme tersebut efektif dalam merusak membran sel mikroorganisme, sehingga mampu menekan pertumbuhan patogen. Penambahan ZnO juga berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan mekanik dan ketahanan termal film, menjadikannya lebih stabil dan tahan terhadap berbagai kondisi penyimpanan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian terkait pengembangan film komposit yang berbasis CMC dan Kopolimer Eugenol Metilenbisakrilamida dengan penambahan variasi konsentrasi ZnO perlu dilakukan untuk menghasilkan material kemasan dengan sifat mekanik, aktivitas antibakteri dan biodegradable, dengan tujuan:

1. Sintesis kopolimer eugenol metilenbisakrilamida (PEMBA).
2. Sintesis film komposit karboksimetil selulosa/ kopolimer eugenol metilenbisakrilamida/ ZnO (CMC/PEMBA/ZnO) dengan variasi ZnO.
3. Menentukan sifat fisik meliputi nilai kuat tarik, persen perpanjangan, sudut kontak, biodegradable dan aktivitas antibakteri pada film CMC/PEMBA/ZnO.