

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemasan pangan konvensional memegang peran krusial dalam melindungi produk dari kerusakan fisik, kimia, dan mikrobiologis. Namun, kemasan konvensional bersifat pasif karena belum mampu memberikan informasi langsung mengenai kondisi mutu produk di dalamnya. Tren industri pangan global saat ini bergerak menuju pengembangan kemasan pintar (*intelligent packaging*) yang mampu memantau serta menginformasikan kondisi produk secara real-time kepada konsumen (Remedio & Parada Quinayá, 2024). Salah satu jenis kemasan pintar yang berkembang pesat adalah film indikator warna (*colorimetric indicator film*), yang memberikan sinyal visual berupa perubahan warna sebagai respons terhadap perubahan kimia selama proses pembusukan makanan. Dalam konteks kemasan pintar modern, sistem indikator warna ini juga dikategorikan sebagai biosensor sederhana karena mampu mendeteksi senyawa yang dihasilkan dari aktivitas biologis selama kerusakan pangan dan mentransduksinya menjadi sinyal visual yang mudah diamati.

Di antara berbagai jenis indikator, indikator pH berbasis pigmen alami antosianin mendapatkan perhatian khusus. Antosianin merupakan pigmen larut air yang mampu menunjukkan rentang warna luas bergantung pada pH lingkungannya, mulai dari merah pada kondisi asam hingga biru atau hijau pada kondisi basa (Zhao et al., 2022). Sifat sensitif terhadap perubahan pH ini menjadikan antosianin kandidat ideal untuk diaplikasikan dalam film indikator maupun sistem biosensor berbasis perubahan warna guna mendeteksi kesegaran produk pangan, terutama komoditas yang mudah rusak seperti *Fillet* ikan (Becerril et al., 2021).

Fillet ikan merupakan komoditas perikanan yang sangat rentan terhadap kerusakan mikrobiologis dan kimiawi. Selama proses pembusukan, aktivitas enzimatik dan metabolisme mikroorganisme akan menghasilkan senyawa volatil basa seperti amonia, dimetilamin, dan trimetilamin yang terakumulasi sebagai *Total Volatile Basic Nitrogen* (TVB-N) (Moradi et al., 2019). Akumulasi senyawa basa tersebut menyebabkan peningkatan pH pada permukaan ikan. Perubahan pH inilah yang kemudian dapat memicu perubahan warna pada antosianin,

sehingga sistem film berbasis antosianin berpotensi berfungsi sebagai biosensor visual yang merefleksikan tingkat kesegaran ikan. Beberapa penelitian telah membuktikan efektivitas film indikator berbasis antosianin dalam memantau kesegaran ikan, seperti pada ikan karper (Liu et al., 2022) dan ikan rainbow trout (Moradi et al., 2019).

Berbagai polimer telah berhasil digunakan sebagai matriks pembawa antosianin, di antaranya polivinil alkohol (PVA), karboksimetil selulosa (CMC), dan pati (Liu et al., 2022). Pemilihan jenis polimer sangat memengaruhi sifat mekanik, stabilitas, serta responsivitas film terhadap perubahan pH (Remedio & Parada Quinayá, 2024). Pati singkong (*Manihot esculenta*) merupakan biopolimer potensial yang melimpah di Indonesia, bersifat biodegradable, ekonomis, dan berkelanjutan, sehingga berpotensi besar dikembangkan sebagai bahan dasar *edible film*.

Sumber antosianin alami yang sangat potensial adalah bunga telang (*Clitoria ternatea L.*). Ekstrak bunga telang memiliki stabilitas warna serta aktivitas antioksidan yang baik pada berbagai kondisi pH, menjadikannya kandidat ideal untuk dikembangkan sebagai indikator pH alami yang sesuai dengan *tren clean label* (Chumphukam et al., 2018). Integrasi ekstrak bunga telang ke dalam matriks pati singkong diharapkan mampu menghasilkan sistem biosensor berbasis warna yang sensitif terhadap perubahan pH akibat pembusukan ikan.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa integrasi antosianin dalam film polimer dapat meningkatkan sensitivitas terhadap perubahan pH yang berkaitan dengan degradasi produk hewani. Sebagai contoh, film berbasis karboksimetil selulosa yang dimodifikasi dengan antosianin dari kulit bawang merah mampu mendeteksi perubahan pH selama penyimpanan daging dengan respons warna yang jelas dan berkorelasi dengan parameter kualitas kimia serta mikrobiologi (Gómez-Estaca et al., 2020). Selain itu, film indikator berbasis pati jagung yang diinkorporasi antosianin dari buah delima menunjukkan kemampuan memantau kesegaran udang melalui perubahan warna yang konsisten terhadap kenaikan *Total Volatile Basic Nitrogen* (TVB-N) dan parameter kesegaran lainnya (López-Carballo et al., 2021).

Namun, penelitian mengenai pengembangan *film* berbasis pati singkong yang diperkaya ekstrak antosianin bunga telang dan diaplikasikan secara spesifik sebagai biosensor kesegaran *Fillet* ikan masih sangat terbatas. Oleh karena itu,

penelitian ini bertujuan mengembangkan *edible film* berbasis pati singkong dengan penambahan ekstrak antosianin bunga telang sebagai biosensor visual kesegaran *Fillet* ikan. Sistem ini diharapkan tidak hanya ramah lingkungan dan memanfaatkan sumber daya lokal, tetapi juga mampu berfungsi sebagai kemasan pintar yang memberikan informasi mutu secara langsung kepada konsumen sehingga mendukung peningkatan keamanan dan kualitas pangan.

B. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak antosianin bunga telang terhadap karakteristik *Film* berbasis pati singkong sebagai biosensor pH alami.
2. Menganalisis korelasi perubahan warna (ΔE) film berbasis pati singkong dengan konsentrasi antosianin bunga telang terbaik terhadap perubahan pH, tekstur, *total plate count* (TPC), dan *total volatile base nitrogen* (TVB-N) *Fillet* ikan selama penyimpanan.

C. Manfaat Penelitian

1. Memberikan solusi kemasan pintar (*smart packaging*) berbahan lokal yang ramah lingkungan dan dapat mendeteksi kesegaran *Fillet* ikan secara visual melalui perubahan warna, sehingga memudahkan konsumen dan industri untuk mengidentifikasi kerusakan pangan dengan cepat dan sederhana.
2. Memberikan data dan informasi ilmiah mengenai karakteristik serta efektivitas *Film* berbasis pati singkong yang diinkorporasi ekstrak bunga telang sebagai biosensor kesegaran ikan.