

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik berbasis *petroleum* atau yang lebih dikenal plastik konvensional sudah lama menjadi pilihan utama kemasan industri pangan. Dikarenakan sifatnya yang hampir tidak dapat terurai secara alami jadi masalah besar dikarenakan limbah plastik bisa bertahan ratusan tahun di tanah, sungai, bahkan jauh di dasar laut sekalipun. Ncube *et al.* (2021) mencatat bahwa plastik kemasan pangan menyumbang sekitar separuh dari total limbah plastik global, dan sebagian besar berakhir di lingkungan tanpa pengelolaan yang memadai. Plastik yang terdegradasi di lingkungan pecah menjadi microplastic yang dapat masuk ke rantai makanan dan mengancam kesehatan makhluk hidup termasuk manusia (Ncube *et al.*, 2020).

Edible film adalah salah satu alternatif kemasan yang berbentuk lapisan tipis yang dapat langsung dikonsumsi mampu melindungi produk pangan dari kerusakan fisik, kimia, maupun kontaminasi mikroba. *Edible film* berbasis pati memiliki keunggulan ganda, yaitu kemampuan memperlambat degradasi produk sekaligus sifat *biodegradable* yang jauh lebih ramah lingkungan dibanding plastik sintetis. *Edible film* juga lebih mudah terurai secara biologis karena berasal dari sumber daya terbarukan (Tarique *et al.*, 2021). Sapper & Chiralt (2018) menambahkan bahwa kemasan berbasis pati sudah terbukti efektif sebagai pelapis buah dan sayuran segar untuk memperpanjang umur simpan secara signifikan.

Pati adalah bahan yang paling banyak dipakai untuk membuat *edible film*. Di antara berbagai sumber pati yang tersedia, pati jagung memiliki keistimewaan tersendiri pada kandungan amilosanya cukup tinggi sekitar 27% lebih besar dibanding pati singkong (17%) maupun pati kentang (22%). Notonegoro *et al.* (2024) menyatakan bahwa kandungan amilosa inilah yang membuat pati jagung dapat membentuk struktur film yang lebih kompak dan kuat dibanding sumber pati lainnya. Film dengan kandungan amilosa yang tinggi memiliki karakteristik kuat tarik yang lebih tinggi dan ketahanan terhadap uap air yang lebih baik, namun struktur molekulnya yang lurus dan rapat membuat film tersebut memiliki elongasi yang rendah, bersifat lebih kaku, serta rapuh atau mudah patah dan elastisitasnya rendah. Selain itu, sifat higroskopis pati jagung pada kelembapan relatif 50% juga lebih rendah (11%) dibanding pati singkong (13%) dan pati beras (14%), yang artinya film dari pati jagung lebih stabil di lingkungan lembap (Notonegoro *et al.*, 2024). Polisakarida alami termasuk pati jagung memiliki potensi besar sebagai bahan baku kemasan pangan berkelanjutan karena sifatnya yang dapat diperbarui.

Edible film berbasis pati jagung memiliki potensi besar, tetapi memiliki kelemahan, yaitu struktur ikatan hidrogen yang kuat antar molekul pati membuat film cenderung kaku dan mudah retak tanpa tambahan apa pun. Tarique *et al.* (2021) menunjukkan secara eksperimental bahwa *edible film* pati tanpa *plasticizer* memiliki *tensile strength* yang sangat tinggi (9,34 MPa) tapi *elongation at break*-nya hanya 2,41% film yang kuat tapi sangat getas, kelemahan tersebut diatasi dengan menambahkan *plasticizer*. Kocira *et al.* (2021) menyatakan bahwa penambahan *plasticizer* pada film berbasis polisakarida adalah langkah untuk

menghasilkan film yang fungsional. Lebih lanjut, Fu *et al.* (2022) menegaskan bahwa pemilihan jenis dan konsentrasi *plasticizer* yang tepat sangat menentukan keseimbangan antara kekuatan mekanik dan fleksibilitas film yang dihasilkan.

Selama ini, gliserol dan sorbitol menjadi *plasticizer* yang umum digunakan dalam pembuatan *edible film* berbasis pati. Rusli *et al.* (2017) menunjukkan bahwa gliserol bersifat hidrofilik dan higroskopik sehingga meningkatkan kadar air dan ketebalan film karagenan, yang berpotensi meningkatkan permeabilitas uap airnya. Madu efektif menggantikan gliserol atau sorbitol sebagai *plasticizer* dalam film biopolimer sekaligus membantu aktivitas antioksidan dan antimikroba yang memperpanjang masa simpan produk.

Komposisi madu didominasi fruktosa dan glukosa, dengan total kandungan gula mencapai 70–80%. Gugus hidroksil yang dimiliki kedua gula ini memungkinkan madu berinteraksi dengan matriks pati melalui ikatan hidrogen mekanisme yang sama dengan cara kerja *plasticizer* konvensional. Fernández *et al.* (2025) menunjukkan bahwa madu sebagai *ko-plasticizer* meningkatkan kandungan polifenol film pati singkong. Stefanis *et al.* (2023) mengonfirmasi melalui kajian bibliometrik bahwa aktivitas antioksidan dan antimikroba madu sangat dipengaruhi oleh jenis nektar dan asal geografisnya, sehingga berbeda-beda antar jenis madu. Samarghandian *et al.* (2017) juga menegaskan bahwa kandungan bioaktif madu (flavonoid dan polifenol) memberikan berbagai efek terapeutik seperti antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba yang mendasari potensinya sebagai bahan fungsional.

Madu hitam adalah madu berwarna gelap yang berasal dari nektar bunga tertentu seperti mahoni atau *nigella sativa*. Sedangkan madu kuning tidak berasal dari satu spesies bunga tertentu, melainkan dari nektar berbagai tanaman *melliferous*, beberapa spesies tumbuhan secara konsisten menghasilkan madu dengan warna kuning hingga kuning terang seperti madu bunga matahari, madu *sweet clover*, madu linden, dan madu lavender. Adapun untuk madu putih berasal dari nektar bunga *clethra scabra*, dan bunga akasia putih. Warna madu bervariasi dari putih/kuning pucat hingga coklat gelap, dipengaruhi oleh kandungan mineral dan senyawa fenolik yang berkaitan dengan asal botani dan geografisnya (Inaudi *et al.*, 2025). Madu hitam, madu putih, dan madu kuning memiliki profil kimia yang berbeda. Bertoncelj *et al.* (2007) menemukan bahwa madu dengan warna gelap umumnya mengandung total fenolik yang lebih tinggi dan aktivitas antioksidan yang lebih besar dibandingkan madu berwarna terang. Pontis *et al.* (2014) juga mengonfirmasi korelasi antara warna madu, kandungan fenolik, dan kapasitas antioksidannya. Manickavasagam *et al.* (2024) melaporkan bahwa parameter fisikokimia madu seperti kadar air, kandungan gula, dan aktivitas enzim dapat berubah signifikan seiring lama penyimpanan, yang turut memengaruhi kualitas dan karakteristiknya.

Selain jenis, jumlah madu yang ditambahkan juga sangat menentukan kualitas film. Tarique *et al.* (2021) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi *plasticizer* (10 gr pati garut dengan gliserol 15%, 30%, dan 45% per berat pati) meningkatkan ketebalan, kadar air, dan kelarutan film secara konsisten, tetapi dapat menurunkan kuat tariknya. Ploypetchara & Gohtani (2018) juga membuktikan bahwa

penambahan gula sederhana termasuk yang terkandung dalam madu pada pati jagung efektif menurunkan *breaking stress* dan meningkatkan *breaking strain film*. Penggunaan madu sebagai *plasticizer* alami dalam *edible film* berbasis pati jagung (3gr) dengan rentang konsentrasi 0,6 – 1,2 ml belum dapat menghasilkan film yang baik dikarenakan kandungan air alaminya yang tinggi membuat film terlalu lengket atau rapuh, serta ketidakmampuannya mengganggu ikatan hidrogen pati secara optimal. Sedangkan pada rentang konsentrasi madu 1,2 – 1,6 ml berhasil membentuk film yang baik karena penambahan volume tersebut memberikan jumlah molekul gula (fruktosa dan glukosa) yang cukup untuk menyusup dan melemahkan ikatan hidrogen antarmolekul pati, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan mencegah keretakan saat film mengering. Oleh karena itu, Fu *et al.* (2022) menekankan pentingnya optimasi konsentrasi *plasticizer* agar didapatkan keseimbangan sifat mekanik yang optimal. Warkoyo *et al.* (2014) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kalium sorbat pada *edible film* pati umbi kimpul dapat meningkatkan persen pemanjangan dan laju transmisi uap air, namun menurunkan kuat tariknya.

Sapria *et al.* (2025) berhasil membuktikan bahwa madu 3 mL efektif sebagai *plasticizer* alami pada film pati singkong kitosan dengan kuat tarik terbaik 2,325 MPa dan elongasi 72%, memenuhi standar JIS 1975. Lestari *et al.* (2021) juga menunjukkan bahwa madu dapat dijadikan pengganti gliserol sebagai *plasticizer* pada cangkang kapsul berbasis pati kulit kentang. Novita *et al.* (2023) melaporkan bahwa konsentrasi pati jagung juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kelarutan dan laju transmisi uap air *edible film*, yang menjadi dasar pemilihan

konsentrasi pati dalam penelitian ini. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji variasi jenis dan jumlah madu pada sistem *edible film* berbasis pati jagung masih sangat jarang.

Berdasarkan semua uraian di atas, penelitian “pengaruh jenis dan jumlah madu sebagai *plasticizer* alami terhadap karakteristik *edible film* berbasis pati jagung” ini penting untuk dilakukan. Hasilnya diharapkan memberikan data ilmiah yang konkret tentang efektivitas madu sebagai *plasticizer* alami sekaligus mendukung pengembangan kemasan pangan yang lebih aman, fungsional, dan berbasis bahan baku lokal.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh jenis madu sebagai *plasticizer* alami terhadap karakteristik *edible film* berbasis pati jagung?
2. Bagaimana pengaruh jumlah madu yang ditambahkan sebagai *plasticizer* alami terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film* berbasis pati jagung?
3. Jenis dan jumlah madu manakah yang menghasilkan karakteristik *edible film* berbasis pati jagung terbaik berdasarkan parameter ketebalan, kuat tarik, elongasi, kelarutan, dan laju transmisi uap air?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh jenis madu sebagai *plasticizer* alami terhadap karakteristik *edible film* berbasis pati jagung.
2. Mengetahui pengaruh jumlah madu yang ditambahkan terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film* berbasis pati jagung.

3. Menentukan jenis dan jumlah madu terbaik untuk menghasilkan *edible film* berbasis pati jagung dengan karakteristik terbaik.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan madu sebagai *plasticizer* alami dalam pembuatan *edible film* berbasis pati jagung.
2. Menjadi referensi dalam pengembangan kemasan pangan *biodegradable* yang ramah lingkungan dan berbasis bahan alami.
3. Mendukung pemanfaatan sumber daya lokal, khususnya pati jagung dan madu, sebagai bahan baku alternatif dalam industri kemasan pangan berkelanjutan.