

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Penggunaan film plastik sebagai kemasan makanan merupakan cara yang efektif untuk mencegah pembusukan makanan dan memperpanjang waktu simpan makanan. Umumnya, plastik kemasan makanan diproduksi menggunakan bahan baku petrokimia karena sifatnya yang ringan dan transparan dengan ketahanan mekanik, korosi, dan kimia yang tinggi (Desidery & Lanotte, 2022). Namun, plastik jenis ini tahan terhadap biodegradasi sehingga penggunaannya yang meluas menyebabkan akumulasi sampah plastik dalam jumlah yang sangat besar. Plastik yang tidak terurai secara hayati (*non-biodegradable*) dapat mencemari lingkungan, mengakibatkan risiko kesehatan, mengurangi kesuburan tanah, serta menyebabkan kematian jutaan hewan. Untuk mengatasi masalah tersebut, industri kemasan makanan mulai menggunakan material terbarukan dan berbasis bahan alami seperti polisakarida, protein, dan lemak untuk memproduksi bahan plastik *biodegradable*. Polisakarida dianggap sebagai polimer alami yang menjanjikan untuk membuat plastik kemasan makanan karena ketersediaannya yang melimpah dan sifatnya yang tidak beracun, *biodegradable*, biokompatibel, serta terbarukan. Polisakarida memiliki komposisi kimia yang beragam, gugus reaktif yang melimpah, dan berat molekul yang bervariasi sehingga dapat disesuaikan untuk kebutuhan pemrosesan dan pembuatan bahan plastik (Zhang dkk., 2022).

Salah satu polimer polisakarida alami yang mulai dikembangkan sebagai material film plastik yaitu *hyaluronic acid* (HA) (Graça dkk., 2020). Film HA memiliki struktur homogen dengan nilai kekuatan tarik sebesar 300-600 MPa, lebih tinggi dari film polisakarida lainnya seperti pati, chitosan, dan pektin (Żółek-Tryznowska & Kaluza, 2021). Film HA juga ditemukan memiliki transparansi yang tinggi yakni hingga 90% (Candido dkk., 2023) sehingga sangat unggul dari segi estetika untuk pengembangan plastik kemasan makanan. Meski film HA memiliki

keunggulan dari segi sifat mekanik dan optik, film ini kurang stabil secara termal dan memiliki harga bahan baku yang relatif lebih mahal dibandingkan dengan polisakarida bahan alami lainnya. Untuk mengurangi biaya produksi dan menjaga kualitas film HA agar memiliki karakteristik dalam rentang plastik konvensional, diperlukan teknik seperti pencampuran polimer dan pengkompositan HA dengan bahan lainnya. Dengan pertimbangan tersebut, penelitian ini mengembangkan film plastik bionanokomposit dengan menambahkan *poly(vinyl)pyrrolidone* (PVP) dan selulosa nanokristal (CNC) dengan HA. Dalam sistem nanokomposit HA/PVP/CNC, HA dan PVP berfungsi sebagai matriks polimer, sedangkan CNC bertindak sebagai bahan pengisi nano (*nanofiller*).

Selain karena harganya yang terjangkau, PVP dipilih sebagai bahan paduan untuk matriks polimer karena memiliki misibilitas yang baik dengan HA dalam sistem pelarut air. Beberapa studi telah berhasil memadukan PVP dengan biopolimer kitosan (Kumar dkk., 2021a), HEC (Anwar dkk., 2023), HPMC (Unni dkk., 2024), dan EC (Panzarasa dkk., 2019). Inkorporasi PVP dilaporkan dapat membantu pembentukan morfologi film yang lebih transparan, seragam, dan bebas defek (Anwar dkk., 2023; El Sayed & Mohamad, 2018; Faisal dkk., 2023). PVP juga dilaporkan memiliki tingkat adhesi yang tinggi dengan CNC dan mampu berperan sebagai dispersan dalam pengembangan komposit PVP/CNC sebagai aerogel (M. Voronova dkk., 2018a), detektor pelarut organik (Gao & Jin, 2018), dan superkapasitor (Wu dkk., 2014). PVP mencegah penggumpalan nanopartikel melalui gaya tolak yang tinggi antara rantai karbon hidrofobiknya yang saling berinteraksi dalam pelarut (M. Voronova dkk., 2018a). Dalam campuran polimer, PVP biasanya digunakan untuk meningkatkan stabilitas termal karena suhu dekomposisinya yang tinggi mencapai hingga 430°C (Ben Ahmed dkk., 2023).

CNC merupakan partikel selulosa berbentuk seperti batang dengan ukuran nano dan kristalinitas yang tinggi hingga 93% (Vanderfleet & Cranston, 2021). CNC sebagai *nanofiller* memiliki keunggulan seperti luas permukaan relatif besar (Kaborani & Riedl, 2015), kepadatan rendah (Babaei-Ghazvini dkk., 2024), modulus elastisitas yang sangat tinggi, dan efek penguatan yang signifikan pada kandungan komposit yang relatif rendah. CNC ditemukan dapat meningkatkan sifat

mekanik, termal, dan optik dari film plastik dengan rentang kandungan filler CNC sebesar 2-6% (Faisal dkk., 2023). Pada studi ini, CNC diisolasi dari selulosa bakterial menggunakan hidrolisis asam. Selulosa bakterial (BC) lebih unggul sebagai bahan baku CNC daripada selulosa dari tanaman karena BC bebas dari kandungan hemiselulosa dan lignin sehingga tidak memerlukan proses pemurnian lebih lanjut (Avcioglu, 2022).

Beberapa studi telah melaporkan pencampuran serta pengkompositan komponen HA, PVP, dan CNC. Lewandowska & Szulc (2021) telah mempelajari misibilitas dari campuran HA/PVP dan interaksi intermolekuler antara HA dan PVP. Studi ini melaporkan bahwa campuran misibel antara HA/PVP dibentuk pada kandungan PVP yang tinggi dibandingkan dengan HA. Voronova dkk., (2018b) melaporkan pengkompositan film PVP/CNC dimana CNC ditemukan dapat meningkatkan *tensile strength*, Young Modulus, stabilitas termal, dan nilai Tg. Meski demikian, sejauh ini, belum ada penelitian yang mengeksplorasi film bionanokomposit dari paduan HA/PVP/CNC, utamanya dalam hal menyelidiki pengaruh penambahan PVP dan CNC terhadap struktur dan sifat fisikokimia film. Pencampuran dan pengkompositan antara HA, PVP, dan CNC memungkinkan pembentukan material baru dengan mempertimbangkan interaksi antar molekul dan sifat khas dari ketiga komponen tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh penambahan dan komposisi dari PVP dan CNC terhadap struktur dan sifat fisikokimia dari film HA/PVP/CNC. Tesis ini menyajikan pembahasan komprehensif mengenai hubungan antara struktur dan sifat fisikokimia dari film campuran dan nanokomposit akibat atribut khas dari HA, PVP, dan CNC. Selanjutnya, baik struktur dan sifat fisikokimia dapat dipakai untuk menjelaskan potensi film HA/PVP/CNC sebagai kemasan makanan melalui pengujian sifat mekanik, termal, optik, dan sifat penghalang terhadap uap air.

CNC diproduksi dari BC menggunakan metode hidrolisis asam. Karakteristik CNC yang diselidiki antara lain struktur (identifikasi gugus fungsi, kristalinitas, morfologi) serta ukuran partikel (panjang, diameter, aspek rasio, dan distribusinya). Struktur film diselidiki dari segi morfologi, gugus fungsi, dan kristalinitas. Pada studi ini, dua jenis film yakni film campuran polimer HA/PVP dan film

bionanokomposit HA/PVP/CNC disintesis menggunakan teknik *solution casting*. Sifat fisikokimia film yang dipelajari antara lain sifat mekanik, penghalang terhadap uap air, termal, dan optik. Sifat termal yang diselidiki meliputi sifat degradasi termal dan parameter termal seperti suhu transisi gelas, suhu peleburan, suhu kristalisasi, dan nilai entalpinya.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penambahan dan variasi komposisi PVP terhadap struktur dan sifat fisikokimia dari film HA/PVP?
2. Bagaimana pengaruh penambahan dan variasi komposisi CNC terhadap struktur dan sifat fisikokimia dari film HA/PVP/CNC?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penambahan dan variasi komposisi PVP terhadap struktur dan sifat fisikokimia dari film HA/PVP.
2. Mengetahui pengaruh penambahan dan variasi komposisi CNC terhadap struktur dan sifat fisikokimia dari film HA/PVP/CNC.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu:

1. Mengembangkan bahan film bioplastik nanokomposit HA/PVP/CNC untuk aplikasi kemasan makanan.
2. Memberikan hasil analisa hubungan antara komposisi, struktur, dan sifat fisikokimia dari film HA/PVP dan HA/PVP/CNC.
3. Memberikan saran untuk optimalisasi desain pembuatan plastik biodegradable berbasis HA/PVP dan HA/PVP/CNC.

1.5 Batasan Penelitian

Karakterisasi struktur dan sifat fisikokimia yang dilakukan meliputi:

1. Struktur (morfologi permukaan dan penampang melintang, gugus fungsi, dan kristalinitas)
2. Sifat mekanik dari hasil uji tarik
3. Sifat penghalang terhadap uap air berupa nilai WVTR
4. Sifat termal dari segi degradasi dan parameter termal
5. Sifat optik berupa opasitas film

1.6 Struktur Organisasi Tesis

Tesis ini tersusun dari lima bab yaitu Bab I yang berisi pendahuluan, Bab II yang memaparkan tinjauan pustaka, Bab III yang menguraikan metode penelitian, dan Bab IV yang menyajikan hasil dan pembahasan, serta Bab V yang menguraikan kesimpulan dan saran.

Bab I menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, serta struktur organisasi tesis. Bab II memaparkan dasar teori yang mendukung dan mendasari hasil temuan penelitian. Bab III menguraikan lokasi, metode, dan prosedur penelitian. Bab IV menyajikan temuan penelitian serta pembahasan tiap aspek yang dikaji. Bab V berisi simpulan serta rekomendasi untuk penelitian selanjutnya. Daftar pustaka yang mencakup referensi berupa artikel ilmiah dari jurnal akademik serta buku dicantumkan pada bagian akhir tesis. Selain itu, pada akhir tesis juga dilampirkan data dan temuan dari proses penelitian.