

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perkembangan ilmu dan teknologi, terkhusus 2 dekade terjadi peningkatan jumlah penggunaan polimer sintetik. Penggunaan polimer sintetik yang meningkat disebabkan karena karakteristiknya yang ringan, kuat, dan daya tahannya baik sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Setiap tahunnya sekitar 140 juta ton polimer sintetik dihasilkan untuk digunakan dalam sektor industri. Namun, penggunaan polimer sintetik memiliki kerugian diantaranya relatif stabil dan sulit untuk terdegradasi sehingga penggunaan yang berlangsung lama akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan mengganggu kesehatan (Permata Dewi & Yesti, 2018).

Kemunculan bioplastik menjadi alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh plastik konvensional. Bioplastik diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama: (1) plastik berbahan dasar hayati namun tidak terurai secara hayati (bio-polietilen, bio-poliamida, bio-polietilen tereftalat, bio-politrimetilen tereftalat, bio-poliuretan, bio-polipropilena); (2) plastik berasal dari sumber daya fosil yang dapat terurai secara hayati (poli(butilena adipat kotereftalat), poli(butilena suksinat ko-butilena-adipat), polivinil alkohol, asam poliglikolat, polikaprolakton); dan (3) plastik yang bersifat bio-based dan biodegradable, diekstraksi langsung dari biomassa seperti polisakarida dan protein (Salgado et al., 2021).

Salah satu ciri-ciri bioplastik yaitu plastik yang dapat ter-biodegradable. Plastik biodegradable merupakan plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme dalam tanah sehingga dapat menghambat perpindahan uap air, dapat terurai, dan sebagai solusi pencemaran lingkungan (Indriyanto et al., 2014). Plastik biodegradable harus dapat berperan sebagai penghalang bagi selektif karbon dioksida, dapat mengontrol transfer oksigen, mereduksi komponen biologis dan juga dapat menjadi penghalang mikroba pembusuk (Thulasingh et al., 2022). Pengaplikasian plastik biodegradable bagi

makanan dapat dikelompokkan dalam tiga yaitu film yang dapat dimakan, lapisan yang dapat dimakan, dan enkapsulasi (Rahmawati et al., 2023). Selain sebagai kemasan, pengaplikasian plastik biodegradable digunakan pada industri serat, wound healing, farmasi, dan tekstil (Samir et al., 2022).

Dalam penelitian ini, dari sekian sumber bioplastik yang bersifat bio-based dan biodegradable jenis polisakarida. Salah satu jenis polisakarida yaitu asam hialuronat. Asam Hialuronat (HA) merupakan bahan dalam pembuatan plastik biodegradable. HA dapat meningkatkan karakteristik film karena memiliki sifat adhesi sehingga dapat menghambat bakteri pada film, dapat membentuk lapisan film yang baik, sifat gelasi, serta sifat antioksidan (Romanò et al., 2017; Yan et al., 2022). HA juga memiliki sifat yaitu biodegradabilitas, biokompatibilitas, non-imunogenisitas, antibakteri, dan antiinflamasi (G. Huang & Huang, 2018).

Sejumlah penelitian mengenai asam hialuronat (HA) telah dilakukan dengan mereaksikan HA dan bahan lainnya. Salah satu penelitian yaitu mereaksikan HA dengan *poly(Vinyl Alcohol)* (PVA). Studi ini dilakukan oleh Lewandowska, (2020), menunjukkan bahwa pelarut memiliki dampak dalam ketercampuran HA/PVA menggunakan metode viskometrik. Campuran HA/PVP dapat larut sepenuhnya dengan gaya tarik melalui ikatan hidrogen dalam 0.1 mol dm^{-3} NaCl dan 0.1 mol dm^{-3} HCl. Ketercampuran HA/PVA dikonfirmasi menggunakan FTIR, terlihat bahwa adanya perubahan konformasi HA dan interaksi yang didorong oleh ikatan hidrogen antara gugus COO dan NHC₂H₅ dalam HA dan gugus -OH dalam PVA. Pada analisis sifat reologikal menunjukkan film *polyblend* HA/PVA dengan wHA ≥ 0.5 dalam 0.1 mol dm^{-3} HCl menghasilkan viskositas *polyblend* lebih besar dibandingkan film murni.

Penelitian selanjutnya yaitu mereaksikan HA dengan *poly(N-vinylpyrrolidone)* (PVP). Studi yang dilakukan oleh Lewandowska & Szulc,(2021) ditemukan bahwa pencampuran HA dan PVP dilakukan dalam lima komposisi massa yaitu 0, 0.2, 0.5, 0.8, dan 1. Hasil dari campuran HA

dan PVP menunjukkan bahwa HA dan PVP tercampur dengan baik, kecuali pada komposisi HA yang tinggi. Hal ini, dikomfirmasi dengan FTIR yang menunjukkan adanya interaksi antara HA dan PVP. Kekuatan tarik yang lebih tinggi pada komposisi HA/PVP 0.5 dibandingkan dengan komposisi HA yang lebih tinggi. Perpanjangan putus HA/PVP lebih tinggi dibandingkan HA murni. Film polyblend HA/PVP lebih elastis dan sifat yang lebih baik dibandingkan Film HA murni.

Penelitian selanjutnya yaitu mereaksikan HA dengan asam tanat (TA). Studi yang dilakukan oleh Wekwejt et al., (2024) ditemukan bahwa pencampuran HA dan TA dilakukan dalam tiga komposisi yaitu HA/TA 80:20, HA/TA 50:50, dan HA/TA 20:80. Pengaplikasi HA/TA untuk pembalut luka. Hasil dari campuran HA dan TA menunjukkan bahwa adanya ketercampuran antara keduanya yang dikonfirmasi dengan data FTIR. Sifat mekanik, terutama modulus young meningkat seiring dengan komposisi TA lebih tinggi. Hasil WVPR menunjukkan bahwa semakin tinggi komposisi HA dapat menurunkan nilai WVPR. Hasil penelitian ini memperhatikan faktor berikut yaitu energi bebas permukaan rendah, kekasaran dalam skala nano, aktivitas oksidan, dan permeabilitas uap air. Pengaplikasiannya sebagai pembalut luka menunjukkan bahwa semua bahan HA/TA diuji kompatibel dengan darah dan tidak menyebabkan iritasi. Namun, dalam campuran HA/TA 50:50 sepenuhnya sitokompatibel.

HA memiliki sifat mekanik serta permeabilitas uap air yang baik, namun ketersediaan HA terbatas karena berasal dari makhluk hidup (hewan, bakteri, sel tubuh, dan lain-lain) sehingga biaya produksinya cukup mahal. Oleh karena itu, diperlukan pencampuran dengan bahan lainnya. Salah satunya yaitu *Hidroksipropilmetilselulosa* (HPMC). HPMC termasuk kedalam turunan semisintesis dari selulosa. Proses pengolahan HPMC melibatkan penambahan gugus hidroksipropil dan metil kedalam struktur selulosa sehingga sifatnya akan berbeda dari selulosa murni. Walaupun begitu, HPMC memiliki keunggulan yaitu diproduksi melalui eterifikasi serta hidroksipropilasi dengan sifat yang biokompatibilitas dan biodegradabilitas

sehingga dapat dipilih dalam pembuatan barang salah satunya kemasan (Tohamy et al., 2023). Dipilihnya HPMC sebagai bahan dalam pembuatan material kemasan makanan karena memiliki gugus hidroksipropil serta gugus metil sehingga mekanisme pelepasannya akan terkontrol, hal ini dikarenakan dari ketersediaannya; kelarutan dalam air; biokompatibilitas; dan tidak beracun. Karakteristik HPMC yaitu tidak larut dalam pelarut organik (etanol dan metanol) namun larut dalam air, larutannya stabil dengan pH 2-12, memiliki sifat penghalang kelembapan (laju air) yang baik dibandingkan dengan polisakarida lainnya (Malik et al., 2023). HPMC termasuk kedalam termoplastik sehingga dapat dibentuk film yang tembus cahaya dan fleksibel dengan perubahan sol-gel yang reversibel pada suhu gelas 50-90°C dan stabil pada pH 3-11 (Jin et al., 2023).

Sejumlah penelitian mengenai HPMC telah dilakukan dengan mereaksikan HPMC dengan bahan lainnya. Sebagai contoh, dalam studi yang dilakukan oleh Bigi *et al.* (2021), ditemukan bahwa pencampuran antara kitosan/HPMC dengan daun sage dan daun jelatang menghasilkan peningkatan transparansi dengan nilai opasitas lebih rendah, juga meningkatkan aktivitas antioksidan karena tingginya jumlah polifenol bioaktif. Penambahan daun jelatang dalam film kitosan/HPMC menyebabkan penurunan kelarutan air dan permeabilitas uap air dikarenakan adanya gugus polifenol atau molekul hidrofobik dalam ekstrak daun jelatang. Namun, penambahan ekstrak daun sage dan daun jelatang menurunkan sifat mekanik dari film kitosan/HPMC yang disebabkan oleh adanya perbedaan komposisi kimia, seperti dengan adanya asam lemak dan terpenoid sehingga mempengaruhi efek plastisasi ekstrak didalam matriks polimer.

Penelitian selanjutnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Zhang *et al.* (2022), ditemukan bahwa pencampuran antara HPMC dan curdlan yang dipengaruhi oleh rasio komposisi dan suhu pengeringan terhadap struktur mikro dihasilkan kristalinitas film HPMC/curdlan meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi curdlan. Selain itu, adanya penurunan transmittansi pada film HPMC/curdlan. Permeabilitas oksigen dan kelarutan air film

HPMC/curdlan juga menurun. Hal ini diakibatkan seiring dengan penambahan komposisi curdlan pada film menyebabkan adanya peningkatan ikatan hidrogen pada film HPMC/Curdlan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yu *et al.* (2023), ditemukan bahwa pengaruh penambahan nanopartikel kitosan dengan ukuran yang berbeda kedalam campuran HPMC dan pati hidroksipropil. Perbedaan ukuran nanopartikel kitosan dapat mempengaruhi sifat mekanik, sifat penghalang, stabilitas termal, dan permeabilitas. Penggabungan berat nanopartikel kitosan 5% dan 10% meningkatkan sifat mekanik, sifat hidrofobik, stabilitas termal dan permeabilitas film HPMC/pati hidroksipropil. Penambahan nanopartikel kitosan yang lebih kecil menyebabkan peningkatan sifat penghalang dan sifat mekanik film HPMC/pati hidroksipropil, hal ini dikarenakan nanopartikel kitosan pada matriks HPMC/pati hidroksipropil dapat membentuk struktur jaringan tiga dimensi yang lebih padat.

Setelah dilakukan penelusuran kajian pustaka, belum banyak penelitian mengenai plastik biodegradable menggunakan campuran *hyaluronic acid* (HA) dan *hidroksipropilmetilselulosa* (HPMC). Oleh karena itu, pembuatan plastik biodegradable polyblend HA/HPMC sangat menguntungkan. Penelitian ini akan menggunakan sorbitol sebagai plasticizer (pemlastis) untuk menanggulangi sifat dari HPMC yang rapuh. Dalam penelitian ini pula, pembuatan material plastik biodegradable dengan *polyblend* HA/HPMC memperhatikan variasi komposisi dari setiap bahan dan menggunakan metode solution casting. Metode solution casting berdasarkan prinsip hukum stokes, metode ini menggabungkan antara polimer dan prapolimer secara merata dan larut dalam larutan. Polimer yang digunakan dalam fasa terlarut (Das et al., 2018). Karakterisasi film *polyblend Hyaluronic Acid* dan *Hidroksipropilmetilselulosa* menggunakan FTIR, XRD, SEM, uji tarik, sudut kontak, uji transparansi, dan laju transmisi uap air. Pada penelitian ini, kombinasi antara *Hyaluronic Acid* dengan *Hidroksipropilmetilselulosa* diharapkan dapat meningkatkan sifat film polyblend terutama untuk mengurangi laju uap air sehingga dapat menjadi film biodegradable. Selain

itu, penambahan HPMC kedalam HA diharapkan dapat menekan biaya yang dibutuhkan dikarenakan ketersediaan HA yang terbatas.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh komposisi HA dan HPMC terhadap struktur dan sifat mekanik serta penghalang?
2. Berapakah komposisi optimum HA dan HPMC pada film *polyblend* berdasarkan sifat mekanik dan penghalang?
3. Bagaimana sifat mekanik, penghalang, dan optik film *polyblend* HA/HPMC pada komposisi optimum?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh komposisi HA dan HPMC terhadap struktur dan sifat mekanik serta penghalang
2. Mengetahui komposisi optimum HA dan HPMC pada film *polyblend* berdasarkan sifat mekanik dan penghalang
3. Mengetahui sifat mekanik, penghalang, dan optik film *polyblend* HA/HPMC pada komposisi optimum?

1.3. Luaran Penelitian

1. Pengaruh komposisi film *polyblend* HA/HPMC dapat memperlambat laju air sehingga dapat membuat plastik yang ramah lingkungan (biodegradable)
2. Pengaruh struktur dan sifat film *polyblend* HA/HPMC terhadap kristalinitas film

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai kajian studi bahan utama pembuatan plastik biodegradable
2. Memanfaatkan film *polyblend* HA/HPMC sebagai plastik biodegradable dengan biaya yang ekonomis
3. Sebagai bahan kajian untuk penelitian selanjutnya

1.5. Struktur Organisasi Skripsi

Struktur organisasi skripsi berisi tentang rincian urutan penulisan dari setiap bab dan bagian bab dalam skripsi, dimulai dari bab I hingga bab V.

1. Bab I: berisi uraian tentang pendahuluan yang meliputi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi skripsi
2. Bab II: berisi tentang kajian pustaka serta penjelasan teori yang meliputi penjelasan teori bioplastik, *Hyaluronic Acid* (HA), *Hidroksipropilmetilselulosa* (HPMC), campuran polimer (*polyblend*), solution casting, sifat penghalang (laju transmisi uap air), uji transparansi (Spektrofotometer UV-Vis), Sifat mekanik (uji tarik), Fourier Transform Infrared (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), dan sudut kontak.
3. Bab III: berisi tentang metode penelitian yang meliputi waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan yang dipakai, diagram/ laju alir penelitian, prosedur penelitian, dan karakterisasi penelitian.
4. Bab IV: berisi tentang hasil dan pembahasan yang meliputi pengolahan atau analisis data, pemaparan data, dan pembahasan data penelitian
5. Bab V: berisi tentang kesimpulan dan saran yang meliputi rangkuman hasil penelitian serta memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya