

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan material yang sangat luas digunakan dalam berbagai sektor, mulai dari industri makanan, pertanian, kesehatan, hingga elektronik. Namun, sebagian besar plastik yang digunakan secara komersial berasal dari bahan baku sintetik yang tidak dapat diperbarui dan tidak dapat diurai secara alami. Saat ini sampah plastik menjadi masalah serius yang berdampak pada banyak negara di dunia, karena sulitnya terurai di alam. Pembakaran sampah plastik akan menimbulkan asap yang dapat menyebabkan udara menjadi tercemar dan sangat berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup, yaitu manusia, hewan, dan tumbuhan. Hasil riset menyatakan dibutuhkan sekitar 100 sampai 500 tahun agar sampah plastik bisa terurai total di dalam tanah (Khoaele et al., 2023).

Data Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2024, total sampah nasional mencapai sekitar 35,01 juta ton, namun hanya sekitar 37,66 % yang berhasil ditangani dengan baik. Sisanya, sekitar 61,22 % atau lebih dari 21 juta ton, masih belum terkelola secara efektif. kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah nasional masih jauh dari target yang diharapkan. Total timbulan tersebut, sampah plastik menyumbang hampir 20 % dengan volume yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Plastik tersusun dari monomer yang bersifat karsinogen yang dapat bereaksi dengan makanan (Karyantina et al., 2021).

Berdasarkan statistik kelapa sawit Indonesia tahun 2023, Indonesia menjadi negara penghasil kelapa sawit dengan luas perkebunan mencapai 16,83 juta hektar. Hasil panen pada perkebunan kelapa sawit meninggalkan limbah berbentuk pelepah kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal. Pelepah kelapa sawit yang sudah tidak produktif lagi akan dipangkas setiap kali masa panen berlangsung, hasil dari pangkasan pelepah kelapa sawit hanya dibiarkan diperkebunan hingga menumpuk dan menjadi limbah sisa pembuangan perkebunan. (Amin et al., 2019). (Devi et al., 2024) menyatakan bahwa setiap hektar lahan dapat menghasilkan sekitar 6,3 ton pelepah per tahun, menjadikannya salah satu sumber biomassa

lignoselulosa yang melimpah di Indonesia. Komponen utama pelepah adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin, di mana selulosa merupakan bahan baku yang sedang banyak diteliti untuk dijadikan nanomaterial seperti nanoselulosa.

Menurut Maulina, 2018, Pelepah kelapa sawit adalah salah satu limbah perkebunan kelapa sawit yang belum banyak dimanfaatkan dengan baik. Pada tanaman dewasa sawit ditemukan antara 40-50 pelepah atau lebih dengan panjang mencapai 7,5-10 meter. Pelepah kelapa sawit tersusun atas komponen utama berupa selulosa 31,7 %, hemiselulosa 33,9 %, dan lignin 17,4 %, serta sejumlah kecil ekstraktif dan abu. Kandungan selulosa yang tinggi menjadikan pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku yang sangat potensial untuk produksi nanoselulosa. Selulosa merupakan polisakarida linear yang tersusun atas unit β -D-glukosa yang terikat melalui ikatan β -1,4-glikosidik. Struktur linear dan kristalinitas yang tinggi menyebabkan selulosa memiliki sifat mekanik yang baik, stabilitas termal yang tinggi, serta biodegradabilitas yang baik.

Nanoselulosa adalah material berukuran nano yang terbuat dari selulosa, berdiameter 1-100 nm dengan bentuk memanjang 500-2000 nm yang luas permukannya dan jumlah gugus hidroksilnya tinggi (Ningtyas, dkk, 2020). Salah satu metode yang umum digunakan adalah hidrolisis asam sulfat, yang mampu menghilangkan bagian amorf selulosa dan menghasilkan selulosa nanokristal (Cellulose Nanocrystals/CNC). Metode ini menghasilkan partikel dengan kristalinitas tinggi serta memiliki gugus sulfat ester pada permukaan yang meningkatkan stabilitas dispersi dalam air. Penelitian oleh Habibi et al. (2010) menunjukkan bahwa nanoselulosa hasil hidrolisis asam memiliki sifat mekanik yang sangat baik, luas permukaan tinggi, serta bersifat bioDegradability dan biokompatibel.

Nanoselulosa sering dikombinasikan dengan matriks polimer hidrofilik seperti PVA (Polyvinyl Alcohol) dalam pengembangan material film bioDegradability. PVA merupakan polimer sintetis yang larut dalam air, memiliki sifat mekanik yang baik, transparansi tinggi, serta bersifat bioDegradability dalam kondisi tertentu. Menurut penelitian oleh (Mahardika et al., 2024), penambahan nanoselulosa ke dalam matriks PVA dapat meningkatkan kekuatan tarik, modulus

elastisitas, serta stabilitas termal film komposit secara signifikan. Namun, film berbasis PVA cenderung rapuh tanpa adanya plasticizer.

Penambahan plastisizer diperlukan untuk meningkatkan fleksibilitas film berbasis PVA. Salah satu plastisizer yang umum digunakan adalah sorbitol. Sorbitol merupakan senyawa poliol yang mampu membentuk interaksi hidrogen dengan rantai polimer sehingga meningkatkan elastisitas, fleksibilitas, serta mengurangi kerapuhan film. Penggunaan sorbitol sebagai plastisizer dalam film berbasis PVA dan nanoselulosa dihasilkan mampu memperbaiki sifat mekanik tanpa mengurangi sifat biodegradabilitas material secara signifikan (Kozuch et al., 2016). Oleh karena itu, sorbitol sering digunakan sebagai plasticizer karena bersifat tidak toksik, ramah lingkungan, dan mampu meningkatkan fleksibilitas film dengan cara mengurangi interaksi hidrogen antar rantai polimer. Penambahan sorbitol dapat meningkatkan elongasi film tanpa menurunkan kekuatan tarik secara drastis apabila digunakan dalam konsentrasi yang tepat.

Film *Degradability* merupakan material kemasan ramah lingkungan yang mampu terdegradasi secara alami oleh aktivitas mikroorganisme dalam waktu relatif lebih singkat dibandingkan plastik konvensional. Edible film berupa lapisan tipis dengan ketebalan kurang lebih 0,25 mm, dapat dimakan, dan berperan sebagai barrier terhadap transfer massa seperti oksigen, kelembaban, lipid, dan zat terlarut. Film degradable dibentuk untuk melapisi makanan (coating) atau diletakkan diantara komponen makanan (film), serta untuk mempermudah penanganan makanan yang berbasis ramah lingkungan, maka penggunaan film *Degradability* adalah sesuatu yang sangat menjanjikan.

Penelitian sebelumnya oleh Agustina Arianita Cahyaningtyas dkk. (2020) melakukan isolasi micro-fibrillated cellulose (MFC) dari tandan kosong kelapa sawit menggunakan hidrolisis asam sulfat. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa perlakuan hidrolisis H_2SO_4 dapat meningkatkan kristalinitas selulosa dan menghasilkan material berukuran mikro hingga nano yang berpotensi digunakan sebagai penguat polimer bio*Degradability*.

Menurut Edwin Kristianto Sijabat dkk. (2022) aplikasi nanocrystalline cellulose hasil hidrolisis asam sebagai reinforced material pada kertas facial tissue

menunjukkan bahwa nanoselulosa memiliki luas permukaan besar, kekuatan tarik tinggi, dan mampu meningkatkan sifat mekanik material berbasis selulosa. Hal ini memperkuat potensi nanoselulosa sebagai bahan penguat pada material bio *degradability* dan film ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit sebagai sumber selulosa untuk produksi nanoselulosa melalui metode hidrolisis asam sulfat merupakan langkah strategis dalam mendukung pengembangan material film bio *degradability*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap permasalahan limbah biomassa perkebunan sekaligus mendukung pengurangan penggunaan plastik konvensional berbasis minyak bumi.

Dengan demikian, penelitian yang berjudul “Pengembangan Nanoselulosa Pelepah Kelapa Sawit Berbasis Hidrolisis Asam Sulfat untuk Material Film *Degradable*” menjadi penting untuk dilakukan guna menghasilkan material alternatif yang berkelanjutan, bernilai tambah, dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat terhadap karakteristik nanoselulosa pelepah kelapa sawit untuk aplikasi film *degradability*?
2. Bagaimana pengaruh variasi suhu hidrolisis terhadap karakteristik nanoselulosa pelepah kelapa sawit untuk aplikasi film *degradability*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat dan suhu hidrolisis terhadap *yield* nanoselulosa yang dihasilkan.
2. Menentukan pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat terhadap karakteristik nanoselulosa pelepah kelapa sawit berdasarkan hasil analisa gugus fungsi menggunakan FTIR.
3. Menentukan karakteristik film *degradability* berbasis PVA dan nanoselulosa dari limbah pelepah kelapa sawit.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan alternatif pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku material ramah lingkungan.
2. Mendukung pengembangan film *degradability* sebagai pengganti plastik konvensional.
3. Memberikan informasi teknis mengenai pengaruh perlakuan H_2SO_4 dan variasi nanoselulosa terhadap sifat degradasi dan daya serap air material film *degradability*.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan nanoselulosa dilakukan melalui proses hidrolisis menggunakan larutan asam sulfat.
2. Sintesis nanoselulosa limbah pelepah kelapa sawit menggunakan variasi konsentrasi H_2SO_4 (40%, 45%, 50%, 55%, 60%) dan suhu reaksi hidrolisis (45°C, 50°C, 55°C).
3. Karakteristik nanoselulosa berdasarkan hasil uji tarik, SEM, FTIR, uji biodegradabilitas.
4. Film *Degradability* berbasis PVA dengan bahan penguat (*reinforcement*) nanoselulosa limbah pelepah kelapa sawit.