

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polimer *biodegradable* banyak digunakan dan memiliki berbagai kinerja yang menguntungkan, seperti daya urai alami yang baik, sifat kimia yang unggul, dan sifat mekanik yang sebanding dengan polimer konvensional [1]. Hal ini menyebabkan polimer *biodegradable* sering digunakan sebagai di bidang kesehatan dan *3D printing*. Di antara polimer tersebut, *Polylactic acid* (PLA) telah menarik minat dan banyak digunakan dalam manufaktur karena biokompatibilitas yang baik, degradasi yang unggul dibanding polimer berbahan bakar fosil, dan kemudahan proses. Namun, ada beberapa kelemahan dari PLA, seperti tingkat kerapuhan yang tinggi [1]. Kelemahan ini sangat membatasi pengembangan aplikasi dari PLA. Salah satu cara efektif untuk meningkatkan sifat-sifat PLA adalah dengan mencampurkannya secara fisik dengan pengisi lainnya. Salah satu penguat yang banyak digunakan adalah *Nanocrystalline Cellulose* (NCC).

Nanocrystalline Cellulose (NCC) telah banyak menarik perhatian karena biokompatibilitasnya yang baik, ukuran kecil, dan telah digunakan sebagai pengisi penguat dalam berbagai polimer. Selain itu, modulus elastisitas dan kekuatan tarik yang tinggi dari NCC memungkinkan peningkatan signifikan pada performa komposit, sehingga memiliki prospek aplikasi yang luas di berbagai bidang [2]. Sebagai contoh, Alemdar et al. menambahkan serat nanoselulosa ke dalam matriks pati dengan metode *casting* pelarut, dan hasilnya menunjukkan bahwa nanoselulosa dapat secara signifikan meningkatkan kristalinitas, dan kekuatan tarik dari komposit [3]. Selain itu, Peres et al. menambahkan NCC sebagai penguat ke dalam *polyacrylonitrile* (PAN) yang telah dilakukan proses *electrospinning*, hasilnya menunjukkan adanya peningkatan sifat mekanik komposit PAN hanya dengan menambahkan 3 wt% NCC [4].

Oleh karena itu, NCC dan penggunaannya dalam penguatan komposit telah menjadi isu hangat dalam studi komposit ramah lingkungan. Saat ini, metode yang umum digunakan untuk mengekstraksi NCC adalah hidrolisis asam karena

metodenya yang mudah diterapkan dan berbagai bahan baku yang tersedia. Bahan baku yang biasa digunakan untuk menyiapkan NCC melalui hidrolisis asam terutama meliputi kayu lunak, kapas, sisal, dan sebagainya. Menurut beberapa penelitian, ampas tebu mengandung selulosa yang cukup tinggi (40% – 50%) [5], komposisi ini menjadikannya bahan yang ideal untuk isolasi NCC.

Tebu (*Saccharum officinarum*) dibudidayakan dalam jumlah besar di negara-negara tropis. Pada tahun 2022, sekitar 3,64 juta ton tebu diproduksi di Indonesia [6]. Tebu digunakan di pabrik gula dan pabrik alkohol. Namun, tidak semuanya dapat dikonsumsi oleh pabrik tersebut, karena sekitar 25% residu berserat *pulpy* dihasilkan setelah pemrosesan [7]. Residu ini disebut ampas tebu. Ampas tebu digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk industri kertas, bahan baku, bahan bakar bio, dan sebagainya.

Keuntungan utama menggunakan ampas tebu yaitu karena ampas tebu merupakan bahan limbah murni, jika material ini dapat dimanfaatkan dalam aplikasi penguatan komposit bahkan setelah perlakuan awal sederhana, prosesnya akan menghasilkan produk yang sangat ekonomis, dan produk tersebut juga akan sepenuhnya atau sebagian *biodegradable*. Oleh karena itu, penulis mendedikasikan diri untuk menghasilkan NCC dari ampas tebu dan kemudian menggunakan NCC sebagai penguat untuk meningkatkan sifat-sifat PLA. Dalam penelitian sebelumnya, beberapa peneliti menggunakan koran bekas, tisu bekas, dan kertas kantor bekas untuk mengekstrak NCC. Namun, hanya sedikit penelitian yang memilih ampas tebu sebagai sumber selulosa untuk ekstraksi NCC, terkhusus mengenai nanokomposit PLA yang diperkuat dengan NCC yang diekstraksi dari ampas tebu.

Dalam studi ini, NCC pertama kali diekstraksi dari ampas tebu menggunakan metode hidrolisis asam sulfat. Kemudian, komposit PLA/NCC diproduksi, dan efek kandungan NCC terhadap sifat-sifat komposit diteliti. Hasil yang diharapkan adanya peningkatan performa yang luar biasa dari komposit PLA/NCC yang telah diperoleh hanya dengan menambahkan sedikit sekali NCC. Penelitian ini memberikan metode daur ulang baru untuk ampas tebu dan juga menyediakan sistem material komposit baru dengan performa yang meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang dapat disimpulkan rumusan masalah pada penelitian ini adalah : bagaimana meningkatkan sifat mekanik dari PLA dengan menambahkan NCC berbahan dasar ampas tebu?

1.3 Tujuan

- a. Menganalisis sifat mekanik dari komposit PLA yang diperkuat dengan NCC dari ampas tebu.
- b. Menghasilkan *Nanocrystalline Cellulose* (NCC) dari ampas tebu melalui proses hidrolisis asam.
- c. Membuat komposit PLA/NCC.

1.4 Manfaat

- a. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik PLA, seperti kekuatan tarik, melalui penambahan NCC sebagai penguat.
- b. Penggunaan ampas tebu sebagai bahan penguat diharapkan dapat mengurangi biaya produksi material komposit berbasis PLA.
- c. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan material komposit yang ramah lingkungan.
- d. Penelitian ini membantu mengurangi limbah industri tebu yang biasanya terbuang atau hanya digunakan untuk aplikasi bernilai rendah.
- e. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan material berkelanjutan, sekaligus membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut di bidang material komposit berbasis biopolimer dan nanomaterial.

1.5 Batasan Masalah

- a. Metode yang digunakan untuk mengekstraksi NCC dari ampas tebu terbatas pada proses hidrolisis asam sulfat.
- b. Fokus penelitian ini hanya pada peningkatan sifat mekanik (uji Tarik) dari komposit PLA/NCC.
- c. Parameter penelitian hanya pada pengaruh variasi kandungan NCC pada sifat komposit PLA.

- d. Uji coba terbatas pada pengujian laboratorium dan sifat dasar material. Implementasi dan uji skala besar untuk aplikasi industri tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.
- e. Penelitian ini tidak akan melakukan analisis jangka panjang terhadap dampak lingkungan dari komposit PLA/NCC yang dihasilkan, meskipun sifat biodegradabilitasnya akan disinggung.

1.6 Sistematika Penulisan

- a. BAB I merupakan bab Pendahuluan yang mencakup latar belakang penelitian, perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir.
- b. BAB II merupakan bab Tinjauan Pustaka, pada bab ini juga menampilkan teori-teori yang bersangkutan dengan materi tugas akhir, yang dimulai dari mempersiapkan bahan yang diperlukan hingga memperoleh sampel untuk diuji.
- c. BAB III merupakan bab Metodologi, yang berisikan proses untuk dilakukan dalam penelitian, seperti mempersiapkan alat dan bahan hingga mendapatkan sampel yang akan diuji nantinya.
- d. BAB IV merupakan Hasil dan Pembahasan, yang berisi hasil pengolahan data yang telah diteliti dan analisisnya.
- e. BAB V merupakan Penutup yang berisi kesimpulan dari hasil pengolahan data dan saran untuk pengujian lanjutan.

