

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang mempunyai komoditi kelapa sawit terbesar di dunia yang memiliki luas perkebunan 16,8 juta Ha dengan produksi minyak sawit lebih dari 30 juta ton *Crude Palm Oil* (CPO) pada tahun 2022 (Hutabarat, 2022). Indonesia memiliki iklim hangat dan curah hujan tinggi yang sangat cocok untuk pertumbuhan kelapa sawit. Dalam proses pengolahan buah segar kelapa sawit memiliki hasil samping yang berupa limbah padat maupun limbah cair. Limbah cairnya berupa kondensat *sterilizer*, dan air pencucian, sedangkan limbah padat yang dihasilkan seperti cangkang biji (kernel), serabut buah (*mesocarp*), dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Pembuangan TKKS yang merupakan materi organik tanpa terkendali ke lahan akan menyebabkan penumpukan biomassa dalam jumlah yang sangat besar dan terjadinya proses pembusukan skala besar atau proses dekomposisi secara anaerobik. Gas-gas yang dihasilkan dari proses dekomposisi secara anaerobik tersebut yang dapat mencemari atmosfer seperti gas CH_4 , H_2S , NH_3 , dan Nox (Permata *et al.*, 2021). Melihat begitu besar potensi pencemarannya terhadap lingkungan sehingga pengelolaan limbah TKKS harus dilakukan dengan cara bijak dan bertanggung jawab.

TKKS merupakan biomassa limbah kelapa yang paling potensial di Indonesia karena Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) terbesar di dunia. TKKS sebagai biomassa pada industri pabrik kelapa sawit tersedia melimpah yaitu sekitar 25-26 % dari total produksi kelapa sawit (Redjeki *et al.*, 2024). Sejauh ini pemanfaatan TKKS hanya digunakan sebagai bahan bakar *boiler*, pupuk kompos, serta sebagai pengeras jalan di kebun kelapa sawit. Namun TKKS sebenarnya mempunyai potensi yang dapat dikembangkan menjadi produk yang lebih bernilai tambah, yaitu

dijadikan sebagai bahan baku pembuatan nanoselulosa. Pada TKKS terdapat selulosa 40-43 %, hemiselulosa 22-25 %, dan lignin 19-21 % (Ramli *et al.*, 2015).

Nanoselulosa merupakan suatu material yang terbuat dari selulosa berukuran nano, dengan diameter 1 sampai 100 nm dan panjang 500 sampai 2000 nm dengan luas permukaan yang besar serta jumlah gugus hidroksilnya tinggi (Ningtyas, 2020). Nanoselulosa dapat berbentuk kristal dan serat. Dibandingkan dengan selulosa, nanoselulosa memiliki keunggulan, yaitu memiliki densitas rendah, tingkat aktivitas kimianya yang tinggi, serta modulus dan ketahanannya yang tinggi. Berdasarkan sifat keunggulan tersebut nanoselulosa dapat mempunyai nilai guna yang tinggi serta pengaplikasian yang luas. Pengaplikasian nanoselulosa saat ini banyak digunakan sebagai material pengisi, komponen dalam nanokomposit, serta bahan baku pembuatan kertas. Selain itu, dalam bidang medis nanoselulosa digunakan sebagai bahan balutan luka, pembawa obat ke sel target, agen penstabil suspensi, dan bahan penghancur dalam formulasi sediaan farmasetika padat seperti tablet dan kapsul, serta implan jaringan lunak (Xie *et al.*, 2018).

Menurut Ningtyas *et al.* (2020), nanoselulosa dapat dihasilkan dari ekstraksi bahan baku yang bersumber selulosa, melalui beberapa metode seperti hidrolisis asam, enzimatis dan mekanik. Hidrolisis asam merupakan metode yang sering digunakan karena hidrolisis asam mudah dan mempunyai sifat yang lebih baik. Asam sulfat paling sering digunakan untuk metode hidrolisis asam (Xie *et al.*, 2018). Menurut Utami (2018), asam sulfat cocok digunakan untuk mengisolasi nanoselulosa karena mampu mendispersi dalam air yang baik, sehingga nanoselulosa yang diperoleh menunjukkan keberlimpahan gugus sulfat di bagian permukaannya. Hidrolisis asam dapat dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu menggunakan asam berkonsentrasi tinggi pada temperatur rendah dan menggunakan asam konsentrasi rendah

pada temperatur tinggi. Namun, karena tingginya biaya asam kuat, penggunaan hidrolisis selulosa dengan konsentrasi asam tinggi jarang diaplikasikan secara komersial (Kasim dan Kasim, 2013). Disamping harga yang mahal penggunaan konsentrasi asam sulfat yang tinggi dapat mendegradasi serat sehingga menghasilkan monogliserida, serta dapat memicu pembentukan senyawa sampingan (Pratama,2019).

TKKS mengandung selulosa dalam jumlah signifikan, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku alternatif untuk pembuatan nanoselulosa. Proses ini, tidak hanya memberikan nilai tambah pada limbah pertanian tetapi juga mendukung prinsip ekonomi berkelanjutan. Proses pembuatan nanoselulosa melibatkan isolasi selulosa dari bahan baku, diikuti dengan proses pemecahan serat selulosa menjadi nano menggunakan metode mekanik dengan ultrasonikasi. Ultrasonikasi merupakan proses yang memanfaatkan gelombang ultrasonikasi (>20kHz) yang mampu menghasilkan fenomena kavitasi akustik (Nechyprochuk *et al.*, 2016). Gelombang tersebut memicu pecahnya gelembung kavitasi, sehingga dapat memutuskan α -glikosida pada daerah amorf selulosa (Li *et al.*, 2012). Selain itu, efek mekanik yang dihasilkan selama proses ultrasonikasi mampu meningkatkan dispersi serat sehingga dapat menghasilkan nanoselulosa yang lebih banyak (Amirudin *et al.*, 2024).

Pada penelitian Redjeki *et al.* (2024), variasi penggunaan waktu ultrasonikasi mempengaruhi rendemen nanoselulosa yang dihasilkan semakin tinggi waktu ultrasonikasi yang digunakan maka rendemen nanoselulosa akan semakin tinggi. Penelitian yang telah dilakukan Redjeki *et al.* (2024), menyatakan waktu yang optimum yaitu 120 menit dengan rendemen 29,64 %, namun menurut Li *et al.* (2015), waktu ultrasonikasi berpengaruh terhadap ukuran nanoselulosa, semakin lama waktu proses , maka ukuran nanoselulosa yang dihasilkan cenderung semakin kecil, sehingga ikatan hidrogen yang putus pada nanoselulosa dan kerusakan pada

kristalin nanoselulosa. Waktu ultrasonikasi yang semakin lama dapat menyebabkan ukuran partikel kecil, namun, hal tersebut berlaku hingga titik optimum tercapai (Prihantini, 2019).

Menurut penelitian Wulandari (2020), penambahan asam sulfat mempengaruhi karakteristik nanoselulosa yang dihasilkan, Wulandari menyatakan hidrolisis menggunakan (H_2SO_4 64 %) menghasilkan ukuran partikel dari 43 hingga 187 nm, namun Sangbara *et al.* (2023), juga menyatakan penggunaan H_2SO_4 20 % mampu menghilangkan bagian amorf pada rantai selulosa dan memperkecil ukuran partikel, ukuran partikel yang dihasilkan yaitu 261, 6 nm, dan menghasilkan rendemen 41, 26. Penelitian Anggaeni (2020), melaporkan penggunaan H_2SO_4 dengan konsentrasi semakin tinggi (1% - 5 %) menyebabkan rendemen yang dihasilkan semakin menurun. Penggunaan H_2SO_4 dengan konsentrasi yang tinggi menyebabkan nanoselulosa yang dihasilkan berwarna coklat kehitaman. Dijelaskan pada penelitian Muljani *et al.* (2023), perubahan warna nanoselulosa dengan penggunaan konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) yang tinggi disebabkan banyaknya komponen selulosa yang ikut terlarut dan terdegradasi.

Pembuatan nanoselulosa dengan bahan baku TKKS melibatkan metode kimiawi dengan hidrolisis asam menggunakan asam sulfat, wilayah amorf selulosa dapat dengan mudah dihidrolisis dengan cara esterifikasi gugus hidroksil menggunakan ion sulfat dan menghasilkan nanoselulosa dengan derajat kristalinitas yang tinggi. Efek mekanik yang diberikan ultrasonik dapat memperkuat dispersi serat sehingga memberikan peluang yang besar dalam memproduksi nanoselulosa yang lebih banyak (Rattaz *et al.*, 2011). Li *et al.* (2012), menyebutkan dengan variasi penambahan waktu ultrasonik dapat menghasilkan penurunan ukuran nanoselulosa, sehingga dengan perlakuan variasi konsentrasi asam sulfat dan lama waktu ultrasonik dapat berpengaruh terhadap karakteristik nanoselulosa yang dihasilkan.

Meskipun pembuatan nanoselulosa dari TKKS sudah banyak dilakukan namun dengan menggabungkan 2 perlakuan konsentrasi asam sulfat dan lama waktu ultrasonikasi secara spesifik masih terbatas. Dengan menghubungkan 2 parameter ini dapat mengoptimalkan dalam mengisolasi nanoselulosa. Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas maka akan dilakukan penelitian dengan judul: **"Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Lama Waktu Ultrasonikasi terhadap Karakteristik Nanoselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit"**.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi asam sulfat dan lama waktu ultrasonikasi terhadap rendemen dan karakteristik nanoselulosa dari tandan kosong kelapa sawit?
2. Berapa konsentrasi asam sulfat dan lama waktu ultrasonikasi terbaik yang memberikan rendemen tertinggi dan ukuran nanoselulosa terkecil?
3. Berapa nilai tambah dalam pembuatan alfa (α)-selulosa tandan kosong kelapa sawit?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan informasi pengaruh konsentrasi asam sulfat dan lama waktu ultrasonikasi dalam proses pembuatan nanoselulosa dari tandan kosong kelapa sawit.
2. Mendapatkan konsentrasi asam sulfat dan waktu ultrasonikasi terbaik yang memberikan rendemen tertinggi dan ukuran nanoselulosa terkecil.
3. Menghitung nilai tambah dalam pembuatan alfa (α)-selulosa tandan kosong kelapa sawit

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengoptimalkan pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit, sehingga mengurangi limbah dan meningkatkan nilai tambah

limbah tersebut.

2. Memberikan informasi mengenai pengaruh konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) dan lama waktu ultrasonikasi dalam proses pembuatan nanoselulosa dari tandan kosong kelapa sawit.
3. Menambah khazanah ilmu pengetahuan tentang proses pembuatan nanoselulosa.

1.5 Hipotesis

- H0 : Konsentrasi asam sulfat dan lama waktu ultrasonikasi serta interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap rendemen dan karakteristik nanoselulosa dari tandan kosong kelapa sawit.
- H1 : Konsentrasi asam sulfat dan lama waktu ultrasonikasi serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap rendemen dan karakteristik nanoselulosa dari tandan kosong kelapa sawit.

