

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu komoditi utama di Indonesia terutama di pulau Sumatera dan Kalimantan, dengan luas perkebunan mencapai 6,2 juta hektar (Badan Pusat Statistik, 2023). Industri kelapa sawit memiliki peran signifikan dalam perekonomian nasional, dengan luas perkebunan yang terus meningkat setiap tahunnya. Kelapa sawit Indonesia sebesar 83 % merupakan produk olahan, hanya 17 % dalam bentuk minyak sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO). Setiap pohon kelapa sawit dapat menghasilkan 20 tandan buah segar (TBS) per tahun dengan bobot satuan buah mencapai 20 kg (Gusman, 2016). Seiring dengan peningkatan produksi CPO, volume limbah industri seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) juga meningkat.

TKKS merupakan biomassa limbah kelapa sawit yang paling potensial karena Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit CPO dan *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO) terbesar di dunia (Kasim *et al.*, 2018). Setiap 1 ton TBS yang diolah, sekitar 22–23 % akan menjadi TKKS atau setara dengan 220-230 kg TKKS. Jika kapasitas pengolahan pabrik kelapa sawit (PKS) sebesar 100 ton per jam dan waktu operasi 6 jam per hari, jumlah TKKS yang dihasilkan dapat mencapai 132 ton per hari (Rahmadi *et al.*, 2014). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), Indonesia memproduksi sekitar 52 juta ton CPO pada tahun 2020, yang menunjukkan bahwa sekitar 226 juta ton TBS telah diolah dan menghasilkan sekitar 49 juta ton TKKS.

TKKS secara kimia dikategorikan sebagai biomassa lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Menurut Saputra *et al.* (2018), TKKS mengandung sekitar 33,02 % selulosa, 22,05 % hemiselulosa, dan 35,08 % lignin. Sementara itu, Darnoko *et al.* (1993) melaporkan bahwa TKKS memiliki kandungan selulosa sebesar 45,95 %, hemiselulosa 22,84 %, lignin

16,49 %, minyak 2,41 %, dan abu 1,23 %. Saat ini, pemanfaatan TKKS di Indonesia masih terbatas, sebagian besar hanya dibiarkan menumpuk, dibakar, digunakan sebagai kompos, bahan bakar biomassa dan juga pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit. Padahal TKKS memiliki kandungan selulosa yang tinggi, sekitar 33-46 % sehingga potensial sebagai bahan baku untuk produksi mikrofibril selulosa.

Mikrofibril selulosa adalah bentuk selulosa yang telah diproses dengan memisahkan serat menjadi mikrofibril dengan diameter berkisar antara 10-100 nm dan panjang beberapa mikrometer (Winuprasith dan Suphantharika, 2013). Mikrofibril selulosa sangat diminati karena sifatnya, seperti kekuatan, kekakuan dan luas permukaan spesifik yang tinggi, bobot yang ringan, serta biodegradabilitas dan terbarukan (Winuprasith dan Suphantharika, 2013). Mikrofibril selulosa memiliki potensi besar untuk berbagai penggunaan, termasuk dalam industri komposit, otomotif, *pulp* dan kertas, elektronik, serta cat dan pelapis (Risnasari *et al.*, 2013). Menurut Ningtyas *et al.* (2020), mikrofibril selulosa dapat diperoleh dari berbagai bahan berselulosa dengan metode isolasi, seperti hidrolisis dengan asam, enzimatik maupun mekanik. Hidrolisis asam banyak digunakan karena mudah dan memiliki sifat yang baik (Wulandari *et al.*, 2016). Namun, menimbulkan limbah asam yang sulit diolah. Sementara itu, metode hidrolisis enzimatik lebih ramah lingkungan, tetapi membutuhkan waktu yang lebih lama dan biaya produksi yang tinggi (Amirudin *et al.*, 2024).

Metode ultrasonikasi kini digunakan sebagai salah satu pendekatan yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Teknik ini menghasilkan gaya kavitasi melalui gelombang suara frekuensi tinggi, yang dapat memutuskan ikatan antarmolekul dalam mikrofibril selulosa. Proses ini mampu memecah serat selulosa menjadi ukuran mikro tanpa memerlukan bahan kimia berbahaya dalam jumlah besar. Selain itu, proses ultrasonikasi mampu

menghasilkan mikrofibril selulosa dengan menggunakan energi yang lebih efisien dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan metode konvensional. Ultrasonik menjadi salah satu alat penting untuk sintesis mikropartikel hingga nanopartikel dan metode yang baik untuk persiapan mikropartikel hingga nanopartikel dengan morfologi terkontrol (Rane *et al.*, 2018). Dengan keunggulan ini, ultrasonikasi menjadi salah satu metode potensial dalam isolasi mikrofibril selulosa.

Redjeki *et al.* (2024) melaporkan bahwa pada suhu konstan 40 °C, waktu optimum ultrasonikasi adalah 120 menit dengan rendemen 29,64 %. Sementara itu, Sangbara *et al.* (2023) menunjukkan hasil rendemen yang disonikasi selama 30 menit sebesar 41,26 %. Penelitian Hendrawati *et al.* (2023) mendapatkan ukuran partikel 174,84 nm – 9.060 nm dengan variasi suhu dan waktu konstan 30 menit, sedangkan Risnasari *et al.* (2013) 284 nm – 3.533 nm dengan variasi waktu ultrasonik. Perubahan parameter seperti suhu dan waktu ultrasonikasi dapat memengaruhi rendemen mikrofibril selulosa serta ukuran partikel yang dihasilkan.

Meskipun penelitian terkait mikrofibril selulosa telah berkembang luas, kajian yang secara khusus meneliti pengaruh variasi suhu dan waktu ultrasonikasi terhadap ukuran mikrofibril selulosa dari TKKS masih terbatas. Pemahaman yang komprehensif mengenai hubungan parameter proses dengan hasil akhir mikrofibril selulosa diperlukan untuk mengoptimalkan metode isolasi serta meningkatkan efisiensi produksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai metode ultrasonikasi dalam produksi mikrofibril selulosa berbasis limbah TKKS, serta mendukung inovasi material yang berkelanjutan dan bernilai tinggi.

Berdasarkan uraian tersebut maka penulis telah melaksanakan penelitian dengan judul **“Karakteristik Mikrofibril Selulosa (MFC) dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Variasi Suhu dan Waktu Ultrasonikasi”**.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu dan waktu ultrasonikasi terhadap karakteristik mikrofibril selulosa dari TKKS?
2. Berapa variasi suhu dan waktu ultrasonikasi terbaik yang menghasilkan rendemen tertinggi dan ukuran mikrofibril selulosa terkecil?
3. Berapa nilai tambah yang diperoleh dari produksi mikrofibril selulosa dari TKKS?

1.3 Tujuan

1. Mendapatkan informasi pengaruh variasi suhu dan waktu ultrasonikasi terhadap karakteristik mikrofibril selulosa dari TKKS.
2. Mendapatkan variasi suhu dan waktu ultrasonikasi terbaik yang menghasilkan rendemen tertinggi dan ukuran mikrofibril selulosa terkecil.
3. Menghitung nilai tambah yang diperoleh dari produksi mikrofibril selulosa dari TKKS.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan nilai guna TKKS menjadi mikrofibril selulosa.
2. Memberikan alternatif dalam isolasi mikrofibril selulosa yang lebih efisien dan ramah lingkungan.
3. Menambah khazanah ilmu pengetahuan tentang proses isolasi mikrofibril selulosa.

1.5 Hipotesis

- H₀ : Variasi suhu dan waktu ultrasonikasi serta interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap karakteristik mikrofibril selulosa yang dihasilkan dari TKKS.
- H₁ : Variasi suhu dan waktu ultrasonikasi serta interaksi keduanya berpengaruh terhadap karakteristik mikrofibril selulosa yang dihasilkan dari TKKS.