

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lignin merupakan salah satu komponen lignoselulosa yang berperan sebagai penyusun dinding sel tumbuhan bersama selulosa dan hemiselulosa. Lignin berfungsi dalam memberikan kekakuan dan menguatkan dinding sel tumbuhan (Isaac *et al.*, 2019), sehingga lignin lebih banyak ditemukan pada tanaman serat dan berkayu. Selain itu, lignin juga dapat ditemukan pada limbah pertanian, kehutanan, dan limbah industri (García *et al.*, 2012). Pada saat ini, limbah industri merupakan isu sosial yang paling relevan di masyarakat, termasuk limbah industri kertas.

Lindi hitam merupakan limbah cair yang dihasilkan dari proses pemasakan kayu menjadi bubur kertas (pulp). Proses pemasakan tersebut dapat terjadi melalui berbagai macam proses, seperti kraft, sulfit, organosolv, dan soda proses (Liao *et al.*, 2020) untuk mengubah kayu menjadi pulp dengan cara memisahkan lignin dan hemiselulosa dari selulosa (Speight, 2019). Proses kraft paling sering digunakan oleh industri karena NaOH dan Na₂S sebagai bahan kimia yang digunakan mampu mengekstrak lignin hingga 90-95% (Kumar *et al.*, 2020) dan dapat diaplikasikan pada hampir semua jenis kayu (*hardwood* dan *softwood*) (Isaac *et al.*, 2019).

Pada setiap ton pulp dapat menghasilkan kurang lebih 7 ton lindi hitam dengan persentase total padatan sebesar 15% (Bajpai, 2018b). Pada tahun 2021, Lembaga Jurnalistik Kompas menyebutkan bahwa kapasitas produksi pulp Indonesia mencapai 11,83 juta ton. Artinya, dari 11,83 juta ton pulp yang diproduksi, maka dihasilkan lindi hitam sebesar 82,81 juta ton. Pada dasarnya, lindi hitam merupakan limbah cair yang mengandung komponen aromatik dan fragmennya pada pH tinggi sehingga menyebabkan lindi hitam bersifat beracun (Morya *et al.*, 2022). Dengan jumlah yang sangat besar tersebut, lindi hitam biasanya hanya dibuang begitu saja dan berpotensi untuk merusak lingkungan. Padahal, lindi hitam mengandung lignin sebesar 25-35% berdasarkan persentase berat kering (Hubbe *et al.*, 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan proses lebih lanjut untuk memaksimalkan pemanfaatan lignin dari lindi hitam.

Beberapa penelitian telah membahas pemanfaatan lignin yang diperoleh dari lindi hitam dalam berbagai aplikasi, seperti biokomposit (Kumar *et al.*, 2020), hidrogel (Kumar *et al.*, 2020), perekat (da Silva *et al.*, 2020), biofuel (da Silva *et al.*, 2020), zat aditif tahan api (Liao *et al.*, 2020), dan kemasan pangan (Kai *et al.*, 2016). Di samping itu, lignin juga memiliki potensi sebagai agen antimikroba dan antioksidan (Lourençon *et al.*, 2021). Pemanfaatan lignin sebagai material alternatif dalam berbagai industri disebabkan karena lignin merupakan polimer aromatik dengan struktur yang sangat kompleks dan tidak seragam (Isaac *et al.*, 2019). Sifat lignin yang tidak seragam dipengaruhi oleh bahan baku, metode ekstraksi, dan metode isolasi yang digunakan, sehingga lignin yang didapatkan memiliki struktur kimia, fungsionalisasi, sifat fisik dan kimia, serta berat molekul yang berbeda (Isaac *et al.*, 2019). Metode yang tepat untuk isolasi lignin akan memaksimalkan potensi penggunaannya.

Pada skala industri, isolasi lignin dapat dilakukan dengan metode Lignoboost proses. Lindi hitam sebagai bahan baku akan melewati proses asidifikasi dan filtrasi 2 tahap dengan kondisi proses (suhu dan waktu) tertentu. Proses ini tentu membutuhkan energi lagi untuk meregenerasi lignin dan akan melewati proses yang cukup panjang, ditambah dengan banyaknya faktor yang mempengaruhi proses asidifikasi dan filtrasi (Kienberger *et al.*, 2021). Metode presipitasi dapat dijadikan sebagai metode alternatif karena lebih sederhana dan memiliki pendekatan ekonomi yang baik (Lourençon *et al.*, 2021). Pada metode ini, lignin yang larut dalam lindi hitam diendapkan dengan menambahkan asam tanpa adanya kondisi proses suhu dan waktu, melainkan hanya penyesuaian kondisi pH. Dengan kehadiran asam, ion hidrogen (H^+) pada lindi menjadi meningkat, sehingga gugus fenolik lignin yang terionisasi pada lindi hitam akan mengalami protonisasi dan terjadi gaya tarik menarik antara molekul lignin dengan ion hidrogen (H^+) dari larutan asam. Akibatnya, lignin mulai menggumpal dan terkoagulasi membentuk partikel yang lebih besar, sehingga menyebabkan lignin menjadi mengendap (Zhu, 2015).

Jenis asam yang digunakan pada metode presipitasi biasanya berupa asam anorganik, seperti asam sulfat (H_2SO_4) dan asam klorida (HCl) untuk mendapatkan

rendemen yang tinggi (da Silva *et al.*, 2020). Namun, penggunaan asam anorganik menyebabkan lignin yang diperoleh memiliki kandungan cemaran, seperti karbohidrat, kadar abu, dan kadar sulfur (da Silva *et al.*, 2020). Selain itu, asam anorganik memiliki dampak negatif terhadap lingkungan (Namane *et al.*, 2016). Oleh karena itu, perlu ditelusuri jenis asam lain sebagai pengganti asam anorganik tersebut.

Asam organik dapat menjadi alternatif yang efektif dalam mendapatkan lignin metode presipitasi, salah satunya asam sitrat. Asam sitrat sering digunakan pada berbagai industri karena asam ini memiliki keuntungan ekonomis, tidak berbahaya, dan ramah lingkungan (Reena *et al.*, 2022) karena dapat diperoleh dari citrus, sintesis kimia, atau fermentasi mikroba (Manuel Pais-Chanfrau *et al.*, 2020). Penggunaan asam sitrat untuk mengisolasi lignin dari lindi hitam sudah dilakukan sebelumnya. Penelitian da Silva *et al.* (2020) melaporkan bahwa penggunaan asam sitrat untuk mengendapkan lignin pada pH 5,1 memiliki total lignin sebesar 93-95% dan lebih stabil pada dekomposisi termal. Penelitian tersebut hanya memaparkan pengaruh perbedaan penggunaan asam organik, seperti asam asetat, asam laktat, dan asam sitrat yang dibandingkan dengan asam sulfat. Adapun penelitian Mardiyati *et al.* (2021) membahas penggunaan asam sitrat anhidrat 50% untuk mengisolasi lignin pada pH 3, 4, dan 5 dengan masing-masing total lignin sekitar 84%, 81%, dan 75% yang diaplikasikan pada briket. Akan tetapi, pada penelitian tersebut, mereka hanya melaporkan pengaruh pH isolasi terhadap total lignin dan efektivitasnya untuk dijadikan briket, sedangkan pengaruh perbedaan nilai pH isolasi terhadap karakteristik kimia lignin belum dilaporkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan evaluasi pengaruh perbedaan nilai pH terhadap karakteristik lignin dari lindi hitam yang diisolasi dengan menggunakan asam sitrat pada pH 2, 3, 4, 5, dan 6.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh pH terhadap karakteristik lignin yang diisolasi dari lindi hitam dengan menggunakan asam sitrat.
2. Untuk memperoleh kondisi pH optimum dalam mengisolasi lignin dari lindi hitam dengan menggunakan asam sitrat.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai kondisi dan komposisi optimal proses isolasi lignin dari lindi hitam pada berbagai pH dengan menggunakan asam sitrat.

1.4 Hipotesis

H0: Perbedaan pH selama proses presipitasi tidak mempengaruhi karakteristik lignin yang didapat.

H1: Perbedaan pH selama proses presipitasi mempengaruhi karakteristik lignin yang didapat.

