

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biolignoselulosa merupakan sumber biomassa terbarukan yang paling melimpah di alam, namun memiliki nilai penggunaan secara komersial yang jauh rendah dari yang diharapkan meskipun adalah bahan kimia yang bernilai (W.-J. Liu et al., 2015). Sumber yang melimpah dan terbarukan untuk produksi bahan bakar, bahan kimia, dan material turunan alam yang memiliki nilai lebih ini merupakan biomassa lignoselulosa, yang umumnya terdapat pada dinding sel tumbuhan (C. Li et al., 2012; Ragauskas et al., 2006; Sanderson, 2011; Xia et al., 2016). Sifat inilah yang membuat peneliti mengelompokkan biomassa sebagai alternatif sumber penghasil energi yang dapat memenuhi permintaan energi secara global karena biomassa merupakan sumber energi yang berkelanjutan, terbarukan, dan ramah lingkungan seperti cahaya matahari, angin, dan air (Ayeni et al., 2021; Ighalo & Adeniyi, 2020; Rajendra et al., 2019; Q. Wang & Sarkar, 2018). Sehingga, dunia dapat berpindah dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi berbasis minyak bumi ke sumber energi alternatif yang berbasis biomassa. Dalam hal ini, limbah pertanian merupakan salah satu sumber biomassa penghasil energi yang dianggap bernilai dalam usaha untuk mengurangi tingginya permintaan dan konsumsi energi berbasis minyak bumi yang banyak mengakibatkan pencemaran lingkungan (Adeniyi, Otoikhian, et al., 2019; Malaeke et al., 2018). Biomassa sebagai cadangan energi untuk lingkungan mengambil ruang sebesar 12.83% dan diharapkan pemanfaatannya akan terus berlanjut sampai beberapa dekade ke depan (Adewole et al., 2020).

Jumlah besar biomassa dihasilkan dari penanaman, pemanenan, pemrosesan, dan pengonsumsi produk-produk pertanian atau agrikultur. Hasil residu yang dalam jumlah besar ini merupakan limbah yang memiliki nilai lebih jika diproses dengan tepat dan tidak hanya dibuang dan dianggap sebagai limbah. Residu tanaman yang dapat bersumber dari pisang, kulit buah, kelapa, sekam padi, ampas tebu, tongkol jagung, dan lainnya, merupakan bahan yang cocok dijadikan sebagai sumber untuk diolah secara termal dan kimia (Akond & Lynam, 2020;

Balasubramanian & Venkatachalam, 2023; X. Li et al., 2021; Meraj et al., 2023; Panovic et al., 2019; Vargas Solis et al., 2017). Komponen utama pembentuk dinding sel tumbuhan penghasil biomassa lignoselulosa ini adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Osch et al., 2017).

Lignin, merupakan karbon organik yang paling melimpah kedua setelah selulosa dalam biosfer. Banyak aplikasi yang menjadi potensi penggunaan lignin sebagai pengganti bahan-bahan dan energi berbasis minyak alam yang karena fungsi kimiawinya, memiliki potensi untuk berperan sebagai bahan baku yang ramah lingkungan untuk diaplikasikan pada adhesif, pupuk, fase penguatan untuk sistem polimer, pengganti polimer dari minyak bumi seperti, resin fenolik, adhesif, dan polyolefin, dan lainnya (Felby et al., 2004; Fischer & Schiene, 2002; Gosselink et al., 2004; Ma et al., 2011; Satheesh Kumar et al., 2009; Stewart, 2008; J. Zhang et al., 2015). Meskipun demikian, struktur lignin yang kompleks membuat perubahan dan pemanfaatannya sebagai bahan kimia yang baik menjadi suatu proses yang memerlukan biaya dan energi yang tinggi (Sun et al., 2011).

Lignin dianggap sebagai jenis biomassa yang paling sulit untuk diubah menjadi bahan kimia yang bernilai (Farrán et al., 2015; Jiang et al., 2014). Untuk dapat mengatasi kekompleksan dari lignin, metode perlakuan awal secara fisika dan kimiawi banyak dikembangkan (Zakzeski et al., 2010), namun efisiensi dan proses yang hemat biaya dari lignin dengan hasil yang tinggi masih menjadi tantangan untuk dilakukan. Pengembangan proses untuk mengubah material lignoselulosa menjadi lignin atau bahan kimia, polimer dan energi lainnya merupakan salah satu kunci dalam memanfaatkan sumber energi terbarukan. Namun, bahan baku lignoselulosa ini menunjukkan kemampuan kelarutan dan prosesnya yang rendah, sehingga membatasi penggunaannya secara optimum dan efektif. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan awal yang penting untuk menjadikan lignoselulosa sebagai sumber energi terbarukan (Gil, 2021).

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu buah yang banyak ditanam secara luas di berbagai negara tropis seperti Filipina, Thailand, India, Nigeria, Indonesia, dan berbagai negara tropis lainnya. Data dari Food and Agriculture (FAO) di tahun 2018 menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang tinggi dengan jumlah produksi kelapa mencapai 18.6 juta ton yang

dapat diartikan menyumbang 29.95% dari produksi kelapa dunia, di atas Filipina dan India. Besarnya penanaman yang dilakukan secara luas ini berkaitan juga dengan tingginya jumlah limbah biomassa kelapa seperti serabut kelapa, batok kelapa, pelepah kelapa, dan ampas kelapa. Limbah kelapa merupakan salah satu biomassa paling melimpah dari 90 negara di dunia dengan produksi global sebanyak 62.5 juta ton per tahun (Adeniyi, Onifade, et al., 2019; Aziz et al., 2018; Destyorini et al., 2021; D.-G. Kim et al., 2022; Pantas, 2014; Sarkar & Wang, 2020; Siengchum et al., 2013). Serabut kelapa merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari limbah biomassa yang menyumbang komposisi berat 35% dari satu buah kelapa (Mishra & Basu, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa serabut kelapa merupakan limbah biomassa yang melimpah keberadaannya pada realitas bahwa tingginya produksi kelapa di Indonesia --- bahkan dunia. Serabut kelapa sebagai bahan lignoselulosa, secara umum terbentuk dari tiga komponen utama yaitu selulosa (32-43%), lignin (41-45%), dan hemiselulosa (~20%). Dari karakteristik kandungan lignin yang tinggi ini, serabut kelapa cocok dijadikan sebagai sumber lignin yang berkelanjutan dan murah, dibandingkan hanya sebagai limbah atau dibuang (Lay Ting et al., 2015; Muensri et al., 2011).

Selama beberapa tahun terakhir, cairan ionik banyak mendapatkan popularitas dan perhatian dalam hal ini (Chatel & Rogers, 2014); namun, meskipun terdapat peningkatan hasil yang baik telah diperoleh sejauh ini, kekhawatiran mengenai produk samping yang dihasilkan dari teknologi pra-perlakuan, biaya yang tinggi dari cairan ionik dan toksisitas jangka panjang yang belum diketahui banyak dari pelarut ini telah menjadi penghalang dalam peningkatan dan komersialisasinya (Klein-Marcuschamer et al., 2011). Oleh karena itu, cairan ionik eutektik (DES) atau EILs, sebagai pelarut baru yang ramah lingkungan dan tidak mahal, telah banyak menarik perhatian peneliti untuk mengatasi berbagai masalah dengan cairan ionik konvensional (ILs). Serupa dengan ILs, DESs/EILs memiliki sifat yang menarik termasuk pada rendahnya volatilitas, tidak mudah terbakar, tingginya nilai konduktivitas, dan banyak sifat tidak biasa pelarut ini (Malaeke et al., 2018).

Pelarut atau cairan ionik eutektik (EILs) merupakan suatu jenis cairan ionik yang terbentuk melalui ikatan hidrogen antara dua atau lebih komponen yang dicampur menjadi satu dalam suatu rasio molar yang sesuai; yang mengandung ion

besar yang tidak simetris dan memiliki energi kisi yang rendah sehingga dapat menghasilkan suatu campuran dengan titik leleh yang jauh lebih rendah daripada masing-masing komponen individualnya (Abbott et al., 2003). Di antara DES, DES dengan tipe I terdiri dari garam amonium yang membentuk spesi ionik melalui kompleksasi dengan logam halida seperti $ZnCl_2$, $SnCl_2$, dan lainnya (Smith et al., 2014). EILs merupakan generasi baru dari pelarut yang didesain ramah lingkungan dengan biaya lebih rendah dan sifat ramah lingkungannya yang lebih baik dibandingkan dengan cairan ionik yang konvensional. Berkat sifatnya yang luar biasa sebagai pelarut, mereka telah digunakan untuk pelarutan, perlakuan awal, dan modifikasi kimiawi dari biomassa lignoselulosa (Alvarez-Vasco et al., 2016; Cheng et al., 2018; Domínguez de María, 2014; Francisco et al., 2013; Gunny et al., 2015; Smith et al., 2014; C.-W. Zhang et al., 2016). Kelebihan dari DES/EILs ini dalam lignoselulosa dibandingkan *pretreatment* dengan asam encer yaitu kemampuannya untuk dapat digunakan pada temperatur tinggi tanpa mengharuskan tekanan yang tinggi (Owhe et al., 2021). DES/EILs ini menjadi satu kelompok baru dari pelarut yang dapat mendekonstruksi limbah biomassa. DES/EILs juga telah berhasil digunakan sebagai dalam pelarutan lignin dengan hasil yang tinggi menggunakan campuran eutektik dari kolonium klorida dan donor ikatan hidrogen seperti resorsinol dan asam laktat. Dalam treatment menggunakan DES/EILs, sejumlah bagian secara signifikan dari ikatan utama pada lignin dapat dipecah sehingga menghasilkan fraksi lignin terlarut (Akond & Lynam, 2020; Balasubramanian & Venkatachalam, 2023; Muley et al., 2019).

Dari penelitian (Lian et al., 2015) sebelumnya, ditunjukkan bahwa DES tipe IV (donor ikatan hidrogen + logam halida) yang dibuat dari urea dan seng klorida tidak hanya dapat berperan sebagai pelarut untuk lignin, tapi juga $ZnCl_2$ diintegrasikan ke dalam ligninnya. Selama pelarutan dan pengendapan selanjutnya dari lignin, ZnO terbentuk dalam jaringan polimernya, menghasilkan produk yang dapat difungsikan. Namun demikian, kelarutan dari lignin dalam DES khusus ini rendah (hanya sekitar 2% wt) karena tingginya viskositas DES urea-seng klorida pada suhu ruang, tapi juga diakibatkan sebagian besar karena sifat solvasi khusus mereka. Selain itu, integrasi Zn ke dalam lignin dalam bentuk ZnO terbukti berharga hanya untuk aplikasi yang terbatas, misalnya dalam proses *curing* dengan

keberadaan ZnO yang berfungsi sebagai katalis. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, DES yang dibuat dari kolin klorida dan seng klorida mewakili pilihan yang lebih baik mengingat sifat viskositasnya dan sifat solvasinya yang lebih rendah (oleh adanya kation amonium kuarterner), yang akan memungkinkan terjadinya peningkatan jumlah lignin yang terlarut tanpa mengorbankan kemampuan DES untuk fungsionalisasi lignin (Abbott et al., 2005; Garcia et al., 2010). Misalnya, memanfaatkan DES berbasis Zn dengan melakukan fraksinasi/depolymerisasi dan oksidasi dari lignin oleh adanya keasaman Lewis yang disediakan oleh Zn (Abbott et al., 2001, 2002; Vigier et al., 2015) yang diharapkan, sehingga (i) Zn tetap ada dalam pelarut DES setelah perlakuan awal (contohnya DES dapat diregenerasi) dan (ii) lignin yang telah dimodifikasi dapat dengan mudah diperoleh kembali setelah penambahan *antisolvent* (contohnya air).

Sebagai tambahan dari EILs/DES dengan metal halida sebagai pelarut dalam lignin, menjadi menarik untuk mengetahui aktivitas biologis dari pelarut ini. Baru-baru ini, DES/EILs berbasis kolinium klorida dianggap dapat dijadikan sebagai aktivator enzim dan penstabil. Cvjetko Bubalo, dkk. menemukan bahwa EILs berbasis kolinium merupakan kandidat yang menjanjikan untuk diterapkan sebagai biokatalis sel utuh yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, menarik dan menjadi penting untuk mengetahui serta menemukan toksisitas dari EILs pada *strain* jamur yang mungkin dapat membuka jalan untuk aplikasinya di masa yang akan datang untuk menggunakan EILs/DESs sebagai pelarut dalam proses biofermentasi jamur dan produksi enzim (Juneidi et al., 2015). Menariknya dari aktivitas jamur ini, mengetahui toksisitas dari EILs/DESs berbasis kolinium pada jamur juga dapat dijadikan sebagai referensi dalam aplikasinya sebagai anti jamur yang mungkin kembali membuka pintu untuk penggunaannya dalam penelitian berbagai teknologi baru dalam obat-obatan atau produk anti jamur.

Pada penelitian ini, dua cairan ionik eutektik akan disintesis menggunakan garam amonium kolinium klorida, dengan donor ikatan hydrogen dan logam halida masing-masing yaitu asam oksalat dan $ZnCl_2$ dengan kemampuan ekstraksi terhadap lignin. Dua cairan ionik eutektik ini akan digunakan sebagai pelarut untuk proses delignifikasi dari serabut kelapa dan digunakan dalam melihat serta mengetahui sifat anti jamurnya pada bambu beberapa hari setelah inokulasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dikemukakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil sintesis dan karakteristik cairan ionik eutektik menggunakan kolonium klorida sebagai akseptor ikatan hidrogen dan asam oksalat serta seng klorida sebagai donor ikatan hidrogen?
2. Bagaimana hasil delignifikasi serabut kelapa menggunakan cairan ionik eutektik hasil sintesis?
3. Bagaimana karakteristik cairan ionik eutektik yang mengandung lignin dari hasil delignifikasi serabut kelapa?
4. Bagaimana karakteristik dari serabut kelapa sebelum dan setelah dilakukan delignifikasi menggunakan cairan ionik eutektik hasil sintesis?
5. Bagaimana pertumbuhan jamur pada bambu yang diberikan cairan ionik eutektik hasil sintesis selama 18 hsi dan urutan kemampuan inhibisinya dalam menghambat pertumbuhan jamur?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik hasil sintesis cairan ionik eutektik menggunakan kolonium klorida sebagai akseptor ikatan hidrogen dan asam oksalat serta $ZnCl_2$ sebagai donor ikatan hidrogen.
2. Menganalisis hasil delignifikasi serabut kelapa menggunakan cairan ionik eutektik hasil sintesis.
3. Menganalisis dan mengetahui karakteristik cairan ionik eutektik yang mengandung lignin dari hasil delignifikasi serabut kelapa.
4. Mengetahui karakteristik serabut kelapa sebelum dan setelah dilakukan delignifikasi menggunakan cairan ionik eutektik hasil sintesis.
5. Mengetahui pertumbuhan jamur pada bambu yang diberikan cairan ionik eutektik hasil sintesis selama 18 hsi dan urutan kemampuan inhibisinya dalam menghambat pertumbuhan jamur.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman dalam proses sintesis cairan ionik eutektik, dan prosesnya dalam delignifikasi limbah biomassa dalam hal ini serabut kelapa. Penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan penelitian untuk aplikasi teknologi pengolahan biomassa yang ramah lingkungan serta berkontribusi pada literatur dalam perkembangan penelitian yang berkaitan dengan cairan ionik eutektik.

1.5 Struktur Organisasi Skripsi

Skripsi ini terdiri atas lima bab utama, yaitu Bab I Pendahuluan, Bab II Kajian Pustaka, Bab III Metode Penelitian, Bab IV Hasil dan Pembahasan, serta Bab V adalah Kesimpulan dan Saran.

Bab I Pendahuluan tersusun dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi skripsi. Bab II Kajian Pustaka memuat dasar penelitian skripsi secara teori atau konsep. Bab III Metode Penelitian meliputi bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian diikuti dengan langkah kerja dari penelitian. Bab IV Hasil dan Pembahasan berisi penjelasan serta analisis mendalam pada temuan yang diperoleh dalam penelitian. Bab V Kesimpulan menentukan kesimpulan dari penelitian serta saran yang mungkin dilakukan di penelitian yang selanjutnya. Bagian akhir skripsi terdapat daftar pustaka sebagai penutup yang berisi sumber rujukan yang menjadi dasar dari penelitian.