

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kertas telah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari manusia. Laju peningkatan industri dan ekonomi yang sangat pesat menimbulkan peningkatan konsumsi kertas. Pemakaian kertas yang tidak terkendali telah menimbulkan dampak serius terhadap lingkungan. Pembuatan kertas memerlukan penebangan kayu dalam jumlah besar serta perlakuan bahan baku yang dapat menyebabkan kerusakan ekosistem serta hilangnya habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna (Pertwi *et al.*, 2017). Sektor pulp dan kertas di Indonesia juga menghadapi tantangan untuk memenuhi konsumsi kertas baik domestik maupun global. Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan data berat bersih industri kertas dan barang dari kertas sebesar 72,4 ribu ton pada tahun 2024 dengan persentase pertumbuhan 18,1% dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Peningkatan konsumsi kertas yang terus berlanjut seharusnya sejalan dengan ketersediaan bahan baku (Bore *et al.*, 2024).

Bahan baku kertas berasal dari selulosa tumbuhan, terutama berasal dari kayu. Pulp kayu masih memiliki beberapa kekurangan. Selulosa yang dihasilkan dari kayu juga membutuhkan lahan yang luas untuk budidayanya serta ketersediaan bahan baku yang semakin berkurang dan adanya tuntutan produk yang aman serta proses pengolahan yang ramah lingkungan (Harunsyah *et al.*, 2022). Selulosa kayu memerlukan waktu panen yang lama, sebagai contoh, *Acacia mangium* membutuhkan waktu panen sekitar 4-7 tahun (Nurfardiza dan Sijabat, 2020). Selulosa kayu juga memiliki kekurangan pada proses pengolahan menjadi kertas. Serat kayu masih mengandung *lignoselulosa* sehingga diperlukan proses pengurangan lignin. Kandungan lignin dalam pulp mengakibatkan kertas yang dihasilkan memiliki warna cokelat, tekstur yang keras,

penyerapan tinta rendah, dan menyebabkan kekuatan kertas berkurang (Permata *et al.*, 2022).

Proses yang bertujuan menghilangkan kadar lignin dari suatu material dikenal dengan istilah *delignifikasi*. Proses *kraft* adalah salah satu cara penghilangan lignin menggunakan bahan kimia dan menjadi cara yang paling banyak digunakan dalam produksi kertas, karena efisiensinya yang tinggi dan fleksibilitasnya. Proses *delignifikasi* dan *bleaching* kertas yang menggunakan bahan kimia akan menimbulkan pencemaran lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Proses ini juga menghasilkan gas rumah kaca yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu solusi permasalahan ini adalah dengan penggunaan selulosa alternatif, seperti selulosa bakteri (Kalyoncu dan Pisman, 2020).

Selulosa bakteri merupakan jenis selulosa yang dihasilkan dari metabolit sekunder bakteri, terutama bakteri *Acetobacter* melalui proses fermentasi (Zhong, 2020). Selulosa bakteri adalah polimer yang menarik dan memiliki potensi yang besar karena memiliki karakteristik yang luar biasa dengan tingkat kemurnian yang tinggi. Pembuatan selulosa bakteri ditentukan oleh beberapa faktor seperti *strain* bakteri, kondisi lingkungan (pH dan suhu), metode, serta *substrat* fermentasi. Salah satu *substrat* yang sering digunakan adalah air kelapa karena memiliki sebagian besar nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri selama proses fermentasi (Anam, 2019).

Pemanfaatan air kelapa tua sebagai bahan baku merupakan salah satu upaya pemanfaatan limbah agroindustri yang ramah lingkungan. Air kelapa tua sebagai *substrat* fermentasi dapat diperoleh dari limbah industri santan atau dari pasar tradisional. Limbah air kelapa sangat berlimpah dan mudah ditemukan di berbagai daerah di Indonesia, namun pemanfaatan limbah air kelapa masih belum optimal dan sering kali terbuang percuma. Air kelapa yang dibuang berpotensi mencemari lingkungan karena bisa berubah menjadi asam dan berbau menyengat. Kondisi ini disebabkan oleh pemahaman masyarakat yang menganggap bahwa

air kelapa tua tidak dapat dimanfaatkan maupun diperjualbelikan. Air kelapa mengandung protein 0,2%, lemak 0,15%, karbohidrat 7,27%, dan kandungan gula 3 g per 100 mL air kelapa. Jenis gula yang terkandung adalah sukrosa, glukosa, fruktosa, dan sorbitol. Air kelapa juga mengandung mineral seperti kalium dan natrium serta vitamin seperti riboflavin, tiamin, dan biotin yang mendukung pertumbuhan bakteri penghasil produk pangan (Hasnawati dan Zen, 2020).

Selulosa bakteri memiliki beberapa kelebihan seperti hidrofilisitas, sifat mekanik yang tinggi, biokompatibilitas yang sangat baik, serta kemampuan terdegradasi secara alami. Selulosa bakteri mempunyai luas permukaan spesifik yang besar, dan kekuatan tarik yang tinggi dibandingkan dengan selulosa tumbuhan (Kalyoncu dan Pesman, 2020). Selulosa bakteri dihasilkan sebagai polimer ekstraseluler. Hal ini memungkinkan proses ekstraksi dengan tingkat kemurnian yang tinggi tanpa adanya lignin maupun hemiselulosa (Gea *et al.*, 2023). Selulosa bakteri juga dicirikan oleh tingkat polimerisasi dan kristalinitasnya yang tinggi dengan jaringan serat unik dalam ukuran mikro atau nano, yang meningkatkan rasio permukaan terhadap volume, suatu fitur unik dibandingkan sumber selulosa lainnya (Zhong, 2020). Selulosa bakteri bisa dihasilkan dengan waktu yang jauh lebih singkat jika dibandingkan selulosa yang berasal dari tumbuhan, dengan estimasi waktu panen 7–14 hari setelah bakteri dimasukkan ke dalam media fermentasi (Gea *et al.*, 2023). Selulosa bakteri dianggap sebagai polimer yang menarik dalam pembuatan kertas karena sifat dan struktur yang dimilikinya (Kalyoncu dan Pesman, 2020).

Pembuatan kertas dari selulosa bakteri masih memerlukan bahan tambahan lain untuk memperbaiki sifat dan karakteristik kertas yang dihasilkan. Penelitian yang telah dilaksanakan Sijabat *et al.* (2017) menjelaskan bahwa pembuatan kertas dengan menggunakan selulosa bakteri dengan pencampuran LKBP (*Leaf Bleached Kraft Pulp*) yang berasal dari kertas bekas mengalami

perubahan sifat-sifat optik. Penambahan massa selulosa bakteri mengakibatkan penurunan *brightness*, *whiteness*, dan adsorpsi kertas. Penelitian yang telah dilakukan Kalyoncu dan Pesman (2020) menyatakan bahwa terjadi peningkatan nilai kekuningan pada kertas dengan penguat selulosa bakteri sesuai dengan penambahan selulosa bakteri. Hal ini diduga disebabkan oleh warna kekuningan khas pada selulosa bakteri.

Selulosa bakteri yang dihasilkan umumnya memiliki nilai pH rendah yang disebabkan oleh proses fermentasi yang memproduksi asam asetat. Selulosa bakteri memiliki pH asam berkisar 4-5 (Anam, 2019). Selulosa yang bersifat asam cenderung menghasilkan kertas dengan daya tahan yang buruk. Keasaman merupakan faktor yang sangat menentukan dalam mempercepat penuaan kertas, dan fakta bahwa keasaman kertas juga berpengaruh terhadap penurunan kekuatan tarik kertas (Malachowska *et al.*, 2020). Salah satu solusi dari masalah ini adalah penambahan bahan pengisi kalsium hidroksida.

Kalsium hidroksida adalah salah satu bahan yang dapat meningkatkan kehalusan dan kecerahan kertas. Kalsium hidroksida dapat mengisi pori-pori selulosa bakteri sehingga kertas yang dihasilkan lebih halus dan putih. Kalsium hidroksida juga berperan sebagai pengatur pH pada selulosa bakteri. Kalsium hidroksida yang dilarutkan dalam air akan terionisasi, menghasilkan ion hidroksida (OH^-) yang mampu menetralkan ion hidrogen (H^+) sehingga pH medium menjadi lebih tinggi (Noveriady *et al.*, 2022).

Penggunaan kalsium hidroksida sebagai pengisi kertas dapat memodifikasi struktur selulosa bakteri sehingga menghasilkan karakteristik yang menyerupai kertas dan lebih hemat biaya dibandingkan dengan bahan kimia lainnya seperti hidrogen peroksida dan klorin oksida. Kalsium hidroksida juga mudah diperoleh sehingga menjadi pilihan ekonomis dalam pembuatan kertas (Noveriady *et al.*, 2022). Penggunaan kalsium hidroksida dinilai lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan kimia sintetis seperti natrium hipoklorit yang digunakan sebagai agen

pemutih dalam pembuatan kertas. Penggunaannya dapat mengurangi ketergantungan pada zat yang lebih berbahaya, sehingga berkontribusi pada proses produksi yang berkelanjutan. Penggunaan kalsium hidroksida masih perlu dioptimalkan untuk menghindari efek negatif seperti penurunan kekuatan mekanik atau perubahan sifat optik yang tidak diinginkan.

Berdasarkan uraian di atas, pemilihan kalsium hidroksida dan massa selulosa bakteri sebagai variabel dalam penelitian ini didasarkan pada perannya yang saling berkaitan dalam menentukan struktur dan sifat kertas. Interaksi antara kedua faktor menjadi penting untuk dikaji karena perubahan pada jumlah serat tanpa adanya modifikasi kimia dapat menghasilkan karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan sistem yang mengalami penambahan bahan anorganik. Kombinasi kedua perlakuan ini akan memberikan hasil yang kompleks terhadap parameter yang diuji, sehingga dapat dilakukan analisis yang lebih baik untuk menentukan perlakuan yang optimal antara kedua kombinasi perlakuan. Kajian yang masih terbatas terkait interaksi dari kedua perlakuan ini menjadikan hal ini sebagai dasar dalam melaksanakan penelitian.

Penentuan Harga Pokok Produksi (HPP) dan harga jual kertas juga merupakan elemen *krusial* yang harus diperhatikan dalam menilai kelayakan ekonomi dari suatu produk, khususnya kertas yang dihasilkan dari selulosa bakteri. Analisis HPP tidak hanya memberikan gambaran mengenai total biaya yang diperlukan dalam memproduksi kertas, tetapi juga berperan dalam mengevaluasi apakah produk dari kertas selulosa dapat bersaing secara kompetitif di pasar (Purnama, 2019). HPP adalah landasan dalam menentukan keputusan strategis, seperti skala produksi yang ideal, efisiensi penggunaan bahan baku, dan kebijakan pemasaran yang tepat. Penelitian lanjut perlu dilaksanakan untuk mengetahui variabel-variabel biaya produksi, termasuk penggunaan konsentrasi kalsium hidroksida dan massa selulosa bakteri yang tepat dalam pembuatan kertas, serta penentuan harga jual per produk kertas.

Berdasarkan uraian masalah yang sudah dijelaskan di atas, penulis telah melaksanakan penelitian tentang pembuatan kertas memanfaatkan selulosa bakteri sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas dengan penambahan kalsium hidroksida sebagai *filler* dan peningkat keputihan kertas. Penulis telah melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Konsentrasi Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan Massa Selulosa terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Kertas Seni Putih Berbasis Selulosa Bakteri”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan di atas, permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat interaksi antara kalsium hidroksida dan massa selulosa bakteri terhadap karakteristik kertas yang dihasilkan?
2. Berapakah kombinasi kalsium hidroksida dan massa selulosa bakteri yang menghasilkan karakteristik kertas terbaik?
3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi kalsium hidroksida terhadap karakteristik kertas?
4. Bagaimana pengaruh variasi massa selulosa bakteri terhadap karakteristik kertas?
5. Berapa Harga Pokok Produksi (HPP) per produk kertas dan harga jual kertas pada kertas selulosa bakteri dengan perlakuan terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis interaksi antara kalsium hidroksida dan massa selulosa bakteri terhadap karakteristik kertas.
2. Menentukan kombinasi kalsium hidroksida dan massa selulosa bakteri yang menghasilkan karakteristik kertas terbaik.
3. Menganalisis pengaruh kalsium hidroksida terhadap karakteristik kertas yang dihasilkan.
4. Menganalisis pengaruh massa selulosa bakteri terhadap karakteristik kertas yang dihasilkan.

5. Menganalisis Harga Pokok Produksi (HPP) per produk kertas dan harga jual kertas seni putih berdasarkan perlakuan terbaik untuk mendapatkan *profitabilitas*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang pemanfaatan selulosa bakteri sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas.
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik terbaik dari kertas dari bahan selulosa bakteri dengan penambahan kalsium hidroksida sebagai *filler* dan bahan pemutih kertas.
3. Memberikan informasi tentang Harga Pokok Produksi (HPP) dan harga jual per produk kertas dari selulosa bakteri.

1.5 Hipotesis

- H_0 : Tidak terdapat interaksi antara konsentrasi kalsium hidroksida dan massa selulosa bakteri terhadap karakteristik kertas yang dihasilkan.
- H_1 : Terdapat interaksi antara perlakuan kalsium hidroksida dan massa selulosa bakteri terhadap karakteristik kertas yang dihasilkan.

