

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kain kapas yang belum melalui proses *pretreatment* terdiri atas kandungan selulosa sebanyak 88-96% (berdasarkan berat serat) dan pengotor alami nonselulosa seperti asam amino, protein, lilin, pektin, pigmen, serta ion logam sebanyak 4-10%. Selain kandungan nonselulosa yang bersifat alami, adakalanya terdapat kontaminan pada permukaan kain kapas oleh logam yang disebabkan oleh adanya penggunaan insektisida, fungisida, serta herbisida saat perawatan tanaman kapas atau dapat dikarenakan oleh kontak dengan jarum pada proses perajutan dan faktor penyimpanan (Hebeish dkk., 2001; Rujido-Santos dkk., 2022).

Kandungan selulosa merupakan komponen utama yang dimanfaatkan sebagai pembuatan serat kapas yang diolah menjadi kain kapas sedangkan nonselulosa merupakan komponen pengotor yang tidak dibutuhkan dalam pembuatan kain kapas dan harus dihilangkan melalui proses *pretreatment* meliputi *scouring* dan *bleaching*. Proses *scouring* berfungsi untuk menghilangkan kandungan lilin & minyak, protein, pektin, dan asam amino sehingga daya serap kain kapas meningkat. Proses *bleaching* berfungsi untuk menghilangkan pigmen dengan memanfaatkan oksidator atau reduktor untuk memperoleh kain kapas berwarna putih (Jhatial dkk., 2020). Adanya kandungan kontaminan ion logam yang berada di permukaan kain kapas dapat menyebabkan permasalahan pada proses *bleaching* sehingga perlu dihilangkan sebelum proses *bleaching* (Brushwood dkk., 1994). Permasalahan tersebut adalah ion logam dapat mempercepat laju reaksi penguraian hidrogen peroksida selama *bleaching*, penguraian hidrogen peroksida yang terlalu cepat akan menyebabkan *overbleaching* sehingga timbul *pinhole* pada kain akibat proses katalisis selama *bleaching*. *Pretreatment* untuk menghilangkan kandungan logam yang berada di permukaan kain dikenal dengan nama 'demineralisasi' kain (Dehabadi dkk., 2011).

Proses demineralisasi kain merupakan proses tambahan dan bersifat opsional. PT X merupakan perusahaan yang menerapkan proses *scouring* & *bleaching* secara simultan menggunakan metode *pad-steam*. Sebelum proses *scouring* & *bleaching* secara simultan, dilakukan proses pendahuluan (demineralisasi kain), yaitu berupa perlakuan dengan melewati kain pada larutan yang mengandung zat *chelating*

berbasis asam organik atau anorganik, zat anti-sadah, dan zat pembasah yang bertujuan untuk mengurangi kadar logam yang berasal dari permukaan kain kapas. Asam organik atau anorganik akan mengubah ion logam menjadi garam yang larut dalam air dan zat anti-sadah akan mengikat ion logam sadah dalam air sedangkan zat pembasah mempercepat penetrasi zat-zat untuk masuk ke dalam kain (Chowdhury dkk., 2022). Parameter proses *bleaching* berbasis hidrogen peroksida (H_2O_2) ialah pH, suhu, katalis logam, dan stabilisator (Suprpto dkk., 2005). Parameter tersebut berkaitan dengan kecepatan penguraian H_2O_2 saat proses *bleaching*. Penguraian H_2O_2 yang terlalu cepat menimbulkan *overbleached* yang berakibat terhadap kekuatan jebol kain kapas yang menurun dan *pinhole*. Adanya ion logam seperti besi (Fe), kalsium (Ca), magnesium (Mg) sebagai katalis logam mempercepat reaksi penguraian H_2O_2 yang menghasilkan ion perhidroksil berlebih sehingga kadar logam tersebut perlu dihilangkan atau diturunkan kadarnya sebelum proses *bleaching* agar tidak terjadi degradasi katalitik yang menyebabkan *overbleached*.

Kain kapas *combed single knit* (CM S/K) merupakan salah satu jenis kain kapas rajut yang melalui proses perlakuan demineralisasi kain sebelum dilakukan proses *scouring & bleaching*. Saat ini PT X menggunakan zat *chelating* berbasis asam fosfonat dan zat anti-sadah untuk menurunkan kadar logam tetapi kekuatan jebol kain kapas hasil proses *scouring & bleaching* belum terstandarisasi dan terdapat *pinhole*. Berdasarkan data *quality control* PT X tahun 2023 sebanyak 102 rol atau sekitar 3 ton kain kapas CM S/K ditolak oleh *customer* karena adanya *pinhole* dari hasil proses produksi menggunakan formulasi berbasis asam fosfonat yang diterapkan selama ini sehingga PT X mengalami kerugian. Perusahaan mencari alternatif dari asam fosfonat dengan tujuan mendapatkan kain kapas CM S/K yang memiliki daya serap serta nilai derajat putih yang memenuhi standar PT X dengan kehilangan kekuatan kain kapas yang minimum dan terstandarisasi. Asam sitrat merupakan asam organik yang dapat menjadi alternatif asam fosfonat karena valensi asamnya ekuivalen dan dapat membentuk ikatan kompleks dengan ion logam.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan menentukan konsentrasi optimum asam sitrat pada proses demineralisasi kain terhadap kadar logam besi dan logam sadah pada kain kapas hasil demineralisasi kain, daya serap, nilai derajat putih, serta kekuatan jebol pada kain kapas hasil proses *scouring & bleaching*. Penelitian

dilakukan dengan cara menambahkan asam sitrat mulai dari konsentrasi 0 g/L, 5 g/L, 10 g/L, 15 g/L, dan 20 g/L pada proses demineralisasi kain. Hasil penelitian akan dituangkan dalam bentuk skripsi dengan judul "**Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat pada Proses Pendahuluan *Scouring & Bleaching* Simultan terhadap Daya Serap, Derajat Putih, dan Kekuatan Jebol Kain Kapas di PT X**".

1.2 Identifikasi Masalah

Rumusan masalah dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi asam sitrat pada proses demineralisasi terhadap kadar logam besi dan kesadahan?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi asam sitrat pada larutan demineralisasi terhadap daya serap, derajat putih, dan kekuatan jebol kain kapas hasil proses *scouring & bleaching*?
3. Berapa konsentrasi optimal asam sitrat yang efektif terhadap penurunan kadar logam besi dan kesadahan pada proses pendahuluan *scouring & bleaching* kain kapas?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Melakukan proses demineralisasi kain menggunakan asam sitrat sebagai zat *chelating* dengan variasi konsentrasi 0 g/L, 5 g/L, 10 g/L, 15 g/L, dan 20 g/L terhadap kain kapas.
2. Melakukan proses *scouring & bleaching* simultan terhadap kain kapas sesuai resep standar PT X.
3. Melakukan pengujian kandungan logam besi secara kualitatif dan kuantitatif terhadap air pencucian panas setelah kain kapas melalui proses pencucian panas.
4. Melakukan pengujian logam sadah secara kualitatif dan kuantitatif terhadap air pencucian panas setelah kain kapas melalui proses pencucian panas.
5. Melakukan pengujian daya serap cara tetes terhadap kain kapas hasil *pretreatment*.

6. Melakukan pengujian kekuatan jebol kain terhadap kain kapas hasil *pretreatment*.

1.3.2 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan pada proses demineralisasi kain terhadap kadar besi.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan pada proses demineralisasi kain terhadap kesadahan total.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan pada proses demineralisasi kain terhadap daya serap kain kapas hasil *pretreatment*.
4. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan pada proses demineralisasi kain terhadap derajat putih kain kapas hasil *pretreatment*.
5. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan pada proses demineralisasi kain terhadap kekuatan jebol kain kapas hasil *pretreatment*.
6. Menentukan konsentrasi optimal asam sitrat yang ditambahkan pada proses demineralisasi kain dalam memperoleh kain kapas hasil *pretreatment* dengan daya serap, derajat putih, dan kekuatan jebol kain kapas yang dapat memenuhi standar perusahaan atau *customer*.

1.4 Kerangka Pemikiran

Kain kapas dalam kondisi *greige* mengandung selulosa sebanyak 88-96% (berdasarkan berat serat) dan nonselulosa sebanyak 4-10% seperti lilin, minyak, protein, pektin, pigmen, serta ion logam berat meliputi kalsium, magnesium, besi, tembaga, kalium, dan mangan (Choudhury, 2011; Rahmatinejad dkk., 2022). Kandungan nonselulosa menghalangi penyerapan air, zat warna, dan zat penyempurnaan terhadap kain kapas (Imran dkk., 2015). Kandungan ion logam yang berada di permukaan kain kapas juga dapat berkontribusi sebagai penyebab permasalahan selama proses *bleaching* sehingga perlu dihilangkan sebelum proses *bleaching* (Brushwood dkk., 1994). Penghilangan kandungan nonselulosa pada kain kapas dilakukan melalui proses persiapan penyempurnaan sedangkan untuk menurunkan kadar logam yang berasal dari permukaan kain kapas dikenal dengan nama 'demineralisasi' kain (Dehabadi dkk., 2011).

Proses persiapan penyempurnaan adalah serangkaian proses tekstil yang dilakukan agar proses pencelupan, pencapan, ataupun penyempurnaan tidak terhambat. Salah satu jenis proses persiapan penyempurnaan terhadap kain kapas adalah proses *scouring & bleaching* secara simultan menggunakan metode *pad-steam*. Proses *scouring* berfungsi untuk menghilangkan kandungan nonselulosa dan meningkatkan daya serap kain. Proses *bleaching* berfungsi untuk menghilangkan pigmen (*yellowness*) dengan memanfaatkan oksidator atau reduktor untuk memperoleh kain berwarna putih dan membantu kelancaran pada pewarnaan kain melalui proses pencelupan atau pencapan (Choudhury, 2011; Chowdhury dkk., 2022). Proses *scouring* dan *bleaching* tidak dapat menghilangkan kandungan ion logam pada permukaan kain kapas. Proses demineralisasi kain sebagai *pretreatment* merupakan proses tambahan dan bersifat opsional. Demineralisasi kain merupakan perlakuan dengan melewati kain ke dalam larutan yang mengandung zat *chelating*, zat anti-sadah, dan zat pembasah. Zat *chelating* yang digunakan ialah berbasis asam organik dan anorganik.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu diketahui bahwa rentang kandungan logam pada kapas yaitu kalium (2000-6500 ppm), kalsium dan magnesium (400-1200 ppm), natrium (100-300 ppm), besi (20-90 ppm), zinc, mangan, dan tembaga (1-10 ppm) (Brushwood dkk., 1994). Informasi mengenai kadar logam ini penting bagi penelitian yang mengkaji pengaruh logam terhadap proses tekstil kain. Kandungan kadar logam besi sebanyak 1 mg/L dapat meningkatkan laju penguraian hidrogen peroksida. Degradasi katalitik paling tinggi diperoleh pada kain dengan kadar logam besi 0,3 mg/g dan degradasi katalitik pada proses *bleaching* metode *pad steam* lebih tinggi daripada metode *exhaust* (Hebeish dkk., 2001).

Asam sitrat merupakan asam organik yang bersifat tidak beracun dan *biodegradable*, asam sitrat banyak digunakan dalam industri makanan dan berbagai industri lainnya seperti industri farmasi, biomedis, tekstil, dan kulit. Asam sitrat memiliki 3 gugus karboksil sehingga mampu membentuk ikatan kompleks dengan ion logam di dalam larutan sehingga dapat berperan sebagai *chelating agent* (Xu dkk., 2020). Namun, penelitian mengenai pemanfaatan asam sitrat dalam mengurangi kadar ion logam dalam proses tekstil belum banyak dikaji. Asam sitrat diperkirakan dapat membantu menghilangkan kandungan non-selulosa seperti ion logam (Cuiffo dkk., 2021). Faktor

chelating agent yang mempengaruhi hasil proses demineralisasi kain yaitu pH, suhu, dan kelemahan asam yang digunakan atau konsentrasi *chelating agent* yang digunakan. Rentang pH yang menunjukkan keberhasilan penurunan kadar ion logam yaitu pH 2-5 (Dehabadi dkk., 2011). Selain itu, penggunaan asam sitrat sebagai *chelating agent* pada proses demineralisasi kain dapat melengkapi peran zat anti-sadah dalam mengurangi kadar ion logam (Cuiffo dkk., 2021; Dehabadi dkk., 2011; Reena dkk., 2022).

Proses *scouring & bleaching* dapat dilakukan secara simultan menggunakan metode *pad-steam* untuk mengurangi waktu proses dan konsumsi air. Zat *bleaching* yang paling umum digunakan di industri tekstil adalah hidrogen peroksida karena kemudahan penggunaannya dan sifatnya yang ramah lingkungan (Topalovic dkk., 2007). Hidrogen peroksida sebagai zat *bleaching* perlu diaktivasi menggunakan alkali. Selain sebagai aktivator hidrogen peroksida, alkali yang digunakan juga dapat berfungsi sebagai zat *scouring*. Jika parameter *bleaching* dikontrol dengan tepat maka degradasi katalitik atau penurunan kekuatan jebol kain tidak signifikan (Topalovic dkk., 2007).

Berdasarkan penelitian terdahulu, faktor-faktor yang memiliki pengaruh terhadap nilai derajat putih dan kekuatan kain kapas, yaitu jenis zat *bleaching*, konsentrasi zat *bleaching*, konsentrasi aktivator zat *bleaching*, suhu, kandungan ion logam, dan penggunaan katalis. Faktor-faktor tersebut berkaitan dengan laju reaksi penguraian hidrogen peroksida saat proses *bleaching* berlangsung (Choudhury, 2011; Ferdush dkk., 2019; Hebeish dkk., 2001; Hossain dkk., 2019; Imran dkk., 2015; Naser dkk., 2015; Rahmatinejad dkk., 2022; Topalovic dkk., 2007).

Saat proses *bleaching* berlangsung, hidrogen peroksida akan terurai dan terbentuk ion perhidroksil yang berperan menghilangkan pigmen pada kain kapas. Penguraian hidrogen peroksida yang tidak stabil atau pembentukan ion perhidroksil berlebih menyebabkan ion perhidroksil mengoksidasi gugus hidroksil selulosa sehingga rantai molekul selulosa terputus, derajat polimerisasi, dan kekuatan jebol kain kapas menurun (Buschle-Diller dkk., 1998; Imran dkk., 2015; Rahmatinejad dkk., 2022). Reaksi penguraian hidrogen peroksida tersebut dikatalisis oleh adanya logam seperti besi, mangan, dan tembaga dari permukaan kain atau air proses yang digunakan sehingga menurunkan kekuatan kain dan dapat menghasilkan *pinhole* (Buschle-Diller

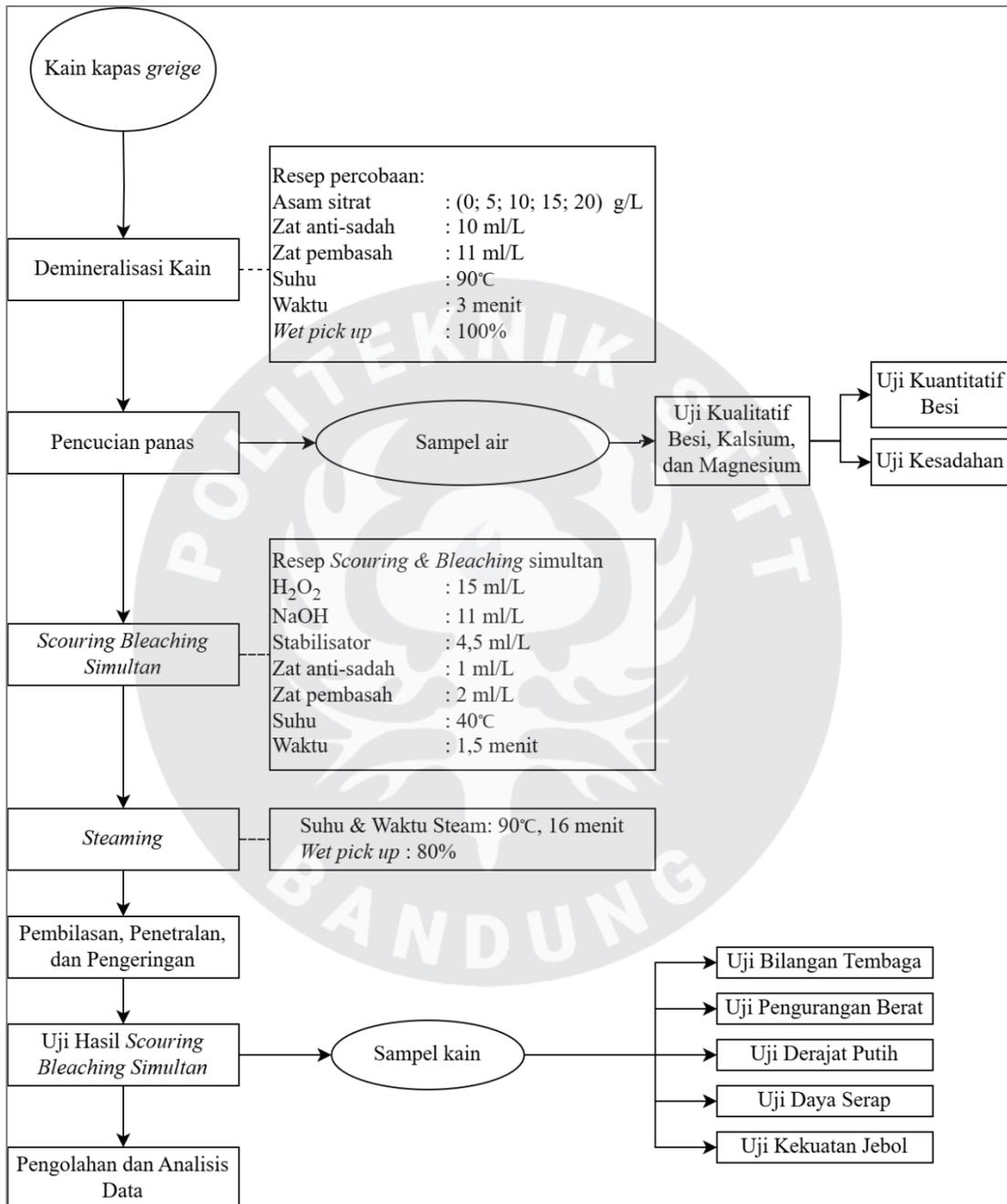
dkk., 1998; Imran dkk., 2015; Rahmatinejad dkk., 2022). Kondisi pH yang terlalu tinggi pada konsentrasi hidrogen peroksida yang rendah mengakibatkan tren penurunan kekuatan kain karena penguraian hidrogen peroksida yang terlalu cepat dan penggunaan hidrogen peroksida sebagai zat *bleaching* menjadi kurang efektif sehingga digunakan stabilisator untuk memperlambat penguraian hidrogen peroksida agar penggunaannya efektif (Imran dkk., 2015; Naser dkk., 2015).

Hipotesis dari penelitian ini yaitu penggunaan asam sitrat pada proses pendahuluan *scouring & bleaching* kain kapas akan membantu peran zat anti-sadah dalam mengurangi kadar logam. Berdasarkan hasil studi literatur, diajukan hipotesis sebagai berikut:

- 1) Konsentrasi asam sitrat memiliki pengaruh terhadap kadar logam hasil proses pendahuluan *scouring & bleaching* (demineralisasi kain) terhadap kekuatan jebol kain kapas.
- 2) Semakin tinggi konsentrasi asam sitrat maka gugus asam sitrat yang mengikat ion logam semakin banyak sehingga kadar logam besi dan logam sadah yang berasal dari permukaan kain kapas semakin menurun.

1.5 Metodologi Penelitian

Permasalahan diidentifikasi melalui diskusi dengan praktisi pabrik PT X kemudian dilanjutkan dengan melakukan studi pustaka, merumuskan hipotesis, dan merancang percobaan. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dalam skala laboratorium yang meliputi proses demineralisasi kain, pengujian kadar logam, proses *scouring & bleaching* simultan, pengujian bilangan tembaga, pengurangan berat, daya serap, derajat putih, serta kekuatan jebol kain. Data hasil pengujian tersebut dianalisis dan ditarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh sebagai jawaban terhadap identifikasi masalah penelitian. Diagram alir pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Diagram Alir pelaksanaan penelitian