

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Departemen *Dyeing* PT Indo Taichen Textile Industry merupakan departemen produksi yang memiliki intensitas produksi yang paling tinggi. Berdasarkan data laporan produksi tahun 2023, Departemen *Dyeing* mampu menghasilkan produk hingga mencapai 98% dari total produksi kain berwarna, sedangkan departemen produksi lain yang juga menghasilkan kain berwarna yaitu pencelupan benang hanya sebesar 0,5% dan pencapan sebesar 1,5%. Proses produksi yang terdapat pada Departemen *Dyeing* tersebut yaitu proses pencelupan kain rajut yang memiliki berbagai jenis meliputi 100% kapas, CVC, TC, 100% poliester, dan campuran serat elastomer. Proses pencelupan dilakukan menggunakan zat warna reaktif, zat warna dispersi, dan zat warna kationik melalui metode *exhaust* dengan mesin *Jet Dyeing* dan *Airflow Dyeing* yang merupakan mesin *Low Liquor Ratio* (LLR) dengan *Liquor Ratio* (LR) berkisar 1:8 – 1:4.

Salah satu proses pencelupan yang sering dilakukan pada mesin *Airflow Dyeing* tersebut ialah pencelupan kain rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif. Pada proses pencelupan tersebut terdapat beberapa sub proses yang dilakukan secara *exhaust* pada mesin pencelupan *Airflow Dyeing* yakni persiapan penyempurnaan, penetralan, *biowashing*, pencelupan, pencucian, dan proses *fixing*. Dari semua sub proses tersebut, pencucian merupakan salah satu proses yang paling krusial dalam proses pencelupan kain kapas dengan zat warna reaktif karena proses ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa zat warna reaktif yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi agar menghasilkan kualitas sifat tahan luntur warna yang baik (Broadbent, 2001). Proses pencelupan kain rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif pada mesin *Airflow Dyeing* dengan LR yang rendah ini ternyata memiliki pengaruh terhadap hasil pencucian. Menurut Akcakoca et al. (2007), besarnya LR berpengaruh terhadap proses pencucian yang mana semakin rendah LR maka semakin kecil efektivitas proses pencucian dalam membersihkan sisa-sisa zat warna reaktif yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi dengan serat kapas. Oleh karena itu, penggunaan LR yang rendah ini mengakibatkan proses pencucian pada pencelupan kain rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif untuk kategori warna tua (total konsentrasi zat warna > 1,2 %) tidak berjalan efektif dalam membersihkan sisa-sisa zat warna reaktif yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi dengan serat kapas sehingga kualitas sifat tahan luntur warna yang dihasilkan

menjadi di bawah standar yang ditentukan oleh pelanggan yang rata-rata meminta standar tahan luntur warna pada nilai 4. Untuk mengatasi hal tersebut maka proses pencucian untuk pencelupan zat warna reaktif kategori warna tua dilakukan lebih panjang yaitu cuci bilas, penetralan, cuci dingin, cuci sabun berulang sebanyak dua kali, dan bahkan tambahan cuci panas, sedangkan standar alur proses pencucian yang digunakan untuk pencelupan zat warna reaktif kategori warna muda – sedang yakni hanya cuci bilas, penetralan, dan cuci sabun.

Tahapan proses pencucian yang panjang tersebut mengakibatkan proses pencelupan kain kapas dengan zat warna reaktif kategori warna tua memerlukan waktu proses 21% lebih lama dan kebutuhan air yang diperlukan 16% lebih banyak daripada pencelupan pada kategori warna muda – sedang. Selain itu, untuk meningkatkan sifat tahan luntur warna juga dilakukan proses tambahan yaitu proses *fixing* menggunakan zat pemiksasi kationik. Proses ini dilakukan dengan metode *exhaust* pada mesin pencelupan yang sama dan dilakukan setelah proses pencucian. Menurut Departemen Technical Advisory Service (TAS) PT Indo Taichen Textile Industry, tujuan utama dilakukan proses ini ialah untuk meningkatkan sifat tahan luntur warna terhadap air, sehingga walaupun proses ini dilakukan dengan resep yang sama untuk semua kategori warna, proses *fixing* mampu menghasilkan sifat tahan luntur warna terhadap air yang baik. Namun, berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, proses *fixing* ternyata juga dapat meningkatkan sifat tahan luntur warna terhadap pencucian maupun gosokan.

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan penelitian untuk meningkatkan efisiensi proses pencelupan kain rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif kategori warna tua dengan cara meringkas proses pencucian menjadi hanya cuci bilas dan cuci sabun serta mengoptimalkan proses *fixing* agar sifat tahan luntur warna yang dihasilkan tetap memiliki kualitas yang memenuhi standar pelanggan. Hal tersebut diharapkan dapat menghasilkan penghematan terhadap waktu dan kebutuhan air yang diperlukan sehingga proses pencelupan kain rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif untuk kategori warna tua menjadi lebih efisien. Untuk mencapai hal tersebut maka optimalisasi proses *fixing* perlu dilakukan dengan cara mencari titik optimum konsentrasi zat pemiksasi kationik dan waktu proses melalui eksperimen pada penelitian ini.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka identifikasi masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi zat pemiksasi kationik dan waktu proses *fixing* terhadap sifat tahan luntur warna?
2. Berapa titik optimum konsentrasi zat pemiksasi kationik dan waktu proses yang tercapai dari optimalisasi proses *fixing* berdasarkan sifat tahan luntur warna?
3. Berapa peningkatan efisiensi proses pencelupan kain rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif yang tercapai melalui optimalisasi proses *fixing*?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk melakukan optimalisasi proses *fixing* pada pencelupan kain rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif kategori warna tua. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi zat pemiksasi kationik dan waktu proses *fixing* terhadap sifat tahan luntur warna.
2. Untuk menentukan titik optimum konsentrasi zat pemiksasi kationik dan waktu proses yang tercapai dari optimalisasi proses *fixing* berdasarkan sifat tahan luntur warna.
3. Untuk mengetahui peningkatan efisiensi proses pencelupan kain rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif yang tercapai melalui optimalisasi proses *fixing*.

1.4 Kerangka Pemikiran

Kemampuan zat warna reaktif dalam mencelup kain kapas memiliki sebuah kekurangan yaitu rendahnya jumlah zat warna reaktif yang dapat terserap akibat zat warna reaktif yang terhidrolisis oleh air (Gopalakrishnan et al., 2019). Reaksi hidrolisis ini terjadi pada kondisi yang sama ketika zat warna reaktif bereaksi dengan selulosa yaitu pada kondisi pH alkali (Ahmad et al., 2020). Hal tersebut mengakibatkan hilangnya kemampuan zat warna reaktif untuk bereaksi dengan serat karena gugus reaktif yang bereaksi dengan air (Chattopadhyay, 2011). Pada akhirnya zat warna reaktif yang terhidrolisis hanya dapat berinteraksi dengan serat sebagaimana zat warna direk yakni melalui gaya van der Waals dan ikatan hidrogen yang lemah, sehingga zat warna reaktif yang terhidrolisis tersebut perlu

dihilangkan melalui proses pencucian agar dapat mencapai sifat tahan luntur warna yang baik (Shah & Patel, 2010).

Ada beberapa faktor yang dapat meningkatkan terjadinya hidrolisis zat warna reaktif diantaranya adalah konsentrasi zat warna, konsentrasi alkali, dan waktu pencelupan. Menurut Ahmad et al. (2020), semakin besar konsentrasi zat warna reaktif yang digunakan maka potensi zat warna tersebut terhidrolisis semakin besar. Hal tersebut dikarenakan ketika konsentrasi zat warna reaktif semakin besar maka konsentrasi alkali pun perlu ditingkatkan agar kondisi larutan cukup alkali untuk dapat membentuk anion selulosa yang akan bereaksi dengan gugus reaktif pada zat warna. Di sisi lain, hal tersebut mengakibatkan gugus -OH dari air menemukan lebih banyak zat warna reaktif untuk dihidrolisis (Ahmad et al., 2020). Selain itu, menurut Ahmad et al. (2020) menyatakan bahwa laju hidrolisis pun semakin besar seiring dengan kenaikan konsentrasi zat warna. Oleh karena itu, pada pencelupan kain kapas rajut 100% kapas dengan zat warna reaktif kategori warna tua (total konsentrasi zat warna > 1,2%) di Departemen *Dyeing* PT Indo Taichen Textile Industry dilakukan proses pencucian lebih panjang daripada warna muda – sedang agar sisa-sisa zat warna reaktif yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi dapat dibersihkan lebih banyak, sehingga sifat tahan luntur warna yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan pelanggan.

Upaya meningkatkan sifat tahan luntur warna dengan proses pencucian yang lebih panjang tersebut mengakibatkan terjadinya peningkatan terhadap waktu dan kebutuhan air yang diperlukan. Oleh karena itu, diperlukan upaya lain untuk meningkatkan sifat tahan luntur warna tersebut. Upaya yang dapat dilakukan ialah dengan meringkas proses pencucian agar sama seperti proses pencucian untuk kategori warna muda-sedang yakni hanya proses cuci bilas dan cuci sabun satu kali tetapi tanpa proses penetralan. Hal tersebut karena proses penetralan yang dilakukan sebelum proses pencucian mengakibatkan kain memiliki pH netral, sehingga ketika proses pencucian akan berada pada kondisi pH netral. Menurut Burkinshaw & Katsarelias (1997), proses pencucian untuk pencelupan kain kapas dengan zat warna reaktif pada kondisi pH alkali menghasilkan efektivitas yang lebih tinggi untuk membersihkan sisa-sisa zat warna reaktif yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi. Oleh karena itu, seharusnya kain tidak perlu dilakukan proses penetralan agar alkali pada kain terekstrak pada larutan cuci dan mengakibatkan kondisi pH pencucian berada kondisi pH alkali tanpa perlu menambahkan zat pengkondisi pH alkali. Dengan begitu, proses pencucian tersebut diharapkan

menghasilkan efektivitas yang mendekati cuci sabun berulang. Selain itu, proses *fixing* juga harus dioptimalkan untuk membantu meningkatkan sifat tahan luntur warna yang diinginkan.

Proses *fixing* adalah proses *aftertreatment* yang lazim dilakukan pada pencelupan dengan zat warna direk dan reaktif. Proses *fixing* di Departemen *Dyeing* PT Indo Taichen Textile Industry menggunakan zat pemiksasi kationik dengan nama dagang Protefix WF G dari Prodiان Chemicals. Berdasarkan informasi dari *Technical Data Sheet*-nya, zat tersebut memiliki komposisi utama yaitu poliamina yang merupakan salah satu zat pemiksasi kationik berjenis *non-reactive cationic fixing agents* (Blackburn et al., 1998). Mekanisme zat pemiksasi jenis ini ialah dengan membentuk ikatan ionik antara zat pemiksasi yang bersifat kationik dengan gugus pelarut yang bersifat anionik pada zat warna reaktif yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi, sehingga zat warna menjadi lebih kompleks dan bagian pelarut dari zat warna tertutupi oleh zat pemiksasi tersebut (Cook, 1982).

Menurut Jamdhar et al. (2017), zat poliamina mampu meningkatkan sifat tahan luntur warna terhadap air, pencucian, keringat, dan gosokan dengan peningkatan dari $\frac{1}{2}$ sampai $1\frac{1}{2}$ grade berdasarkan nilai perubahan warnanya (*gray scale*). Penelitian lain menunjukkan proses *fixing* dengan zat pemiksasi kationik dengan jenis yang tidak diketahui mampu meningkatkan sifat tahan luntur warna terhadap pencucian dan gosokan basah sebesar $\frac{1}{2}$ sampai 1 grade (Lin et al., 2016). Kemampuan zat pemiksasi kationik dalam meningkatkan sifat tahan luntur warna tersebut tentunya bervariasi berdasarkan jenis zat pemiksasi, konsentrasi, dan kondisi proses *fixing*.

Pada penelitian Burkinshaw & Katsarelias (1995), hasil proses *fixing* tidak hanya dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi zat pemiksasi yang digunakan, akan tetapi hasil proses *fixing* juga dipengaruhi oleh konsentrasi zat warna reaktif serta proses cuci yang dilakukan pada kain tersebut. Hasil proses *fixing* pada konsentrasi zat warna reaktif yang semakin tinggi dan proses pencucian yang semakin singkat menunjukkan hasil peningkatan sifat tahan luntur warna yang semakin rendah. Hal tersebut dikarenakan pada konsentrasi zat warna reaktif yang tinggi lalu diproses pencucian lebih singkat mengakibatkan masih banyak zat warna yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi tertinggal pada permukaan serat. Keadaan tersebut mirip dengan keadaan yang akan dilakukan pada kain kapas di penelitian ini, dimana kain kapas yang telah dicelup zat warna reaktif dengan konsentrasi $> 1,2\%$ akan

dilakukan proses pencucian yang dipersingkat untuk mengefisienkan waktu dan kebutuhan air yang digunakan. Oleh karena itu, proses *fixing* perlu dioptimalkan dengan menentukan kondisi optimum konsentrasi dan waktu proses yang baru.

Konsentrasi zat pemiksasi kationik yang ada pada resep standar proses *fixing* perlu ditingkatkan karena ketika konsentrasi zat warna reaktif semakin tinggi maka persentase jumlah zat warna yang terhidrolisis pun semakin tinggi sebagaimana hasil penelitian dari Ahmad et al. (2020). Selain itu, pada percobaan ini proses pencucian dilakukan lebih singkat daripada proses standar sehingga mengakibatkan masih banyak zat warna yang terhidrolisis masih tersisa pada permukaan serat. Oleh karena itu, diharapkan bahwa semakin tinggi konsentrasi zat pemiksasi kationik maka peningkatan sifat tahan luntur warnanya pun semakin baik karena akan terdapat lebih banyak zat pemiksasi kationik yang dapat bereaksi dengan zat warna reaktif yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi tersebut. Begitu pun dengan waktu proses *fixing* yang semakin lama maka waktu yang diperlukan oleh zat pemiksasi kationik dan zat warna reaktif yang terhidrolisis dan tidak terfiksasi untuk bereaksi pun semakin lama, sehingga semakin banyak zat pemiksasi kationik yang bereaksi dengan zat warna reaktif dengan membentuk senyawa yang lebih kompleks dan tidak larut dalam air.

1.5 Metodologi Penelitian

1.5.1 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat faktor atau variabel independen (variabel yang mempengaruhi) yaitu konsentrasi zat pemiksasi kationik: 2;4;6 g/l dan waktu proses: 10;20;30 menit dan variabel dependen (variabel yang dipengaruhi) yaitu sifat tahan luntur warna. Berdasarkan hasil pengujian sifat tahan luntur warna tersebut akan ditarik sebuah titik optimum yang akan digunakan dalam menentukan peningkatan efisiensi yang tercapai.

Bahan baku kain adalah kain rajut 100% kapas dari hasil pencelupan skala produksi pada mesin *Airflow Dyeing*. Bahan baku kain diambil tepat setelah proses pencelupan atau sebelum pencucian. Parameter proses *fixing* yang tidak dijadikan faktor dalam penelitian mengacu pada resep standar pabrik yaitu LR = 1:8 dan suhu proses 60°C. Kegiatan percobaan yang dilakukan oleh penulis meliputi proses percobaan di laboratorium, sedangkan untuk proses pengujian tahan luntur warna dilakukan oleh pihak ketiga yaitu Departemen QC menggunakan standar

internasional yaitu *American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC)-Test Method*.

1.5.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan November 2023 sampai Januari 2024 di Departemen *Dyeing* dan Departemen *Laboratory* PT Indo Taichen Textile Industry.

1.5.3 Pengujian

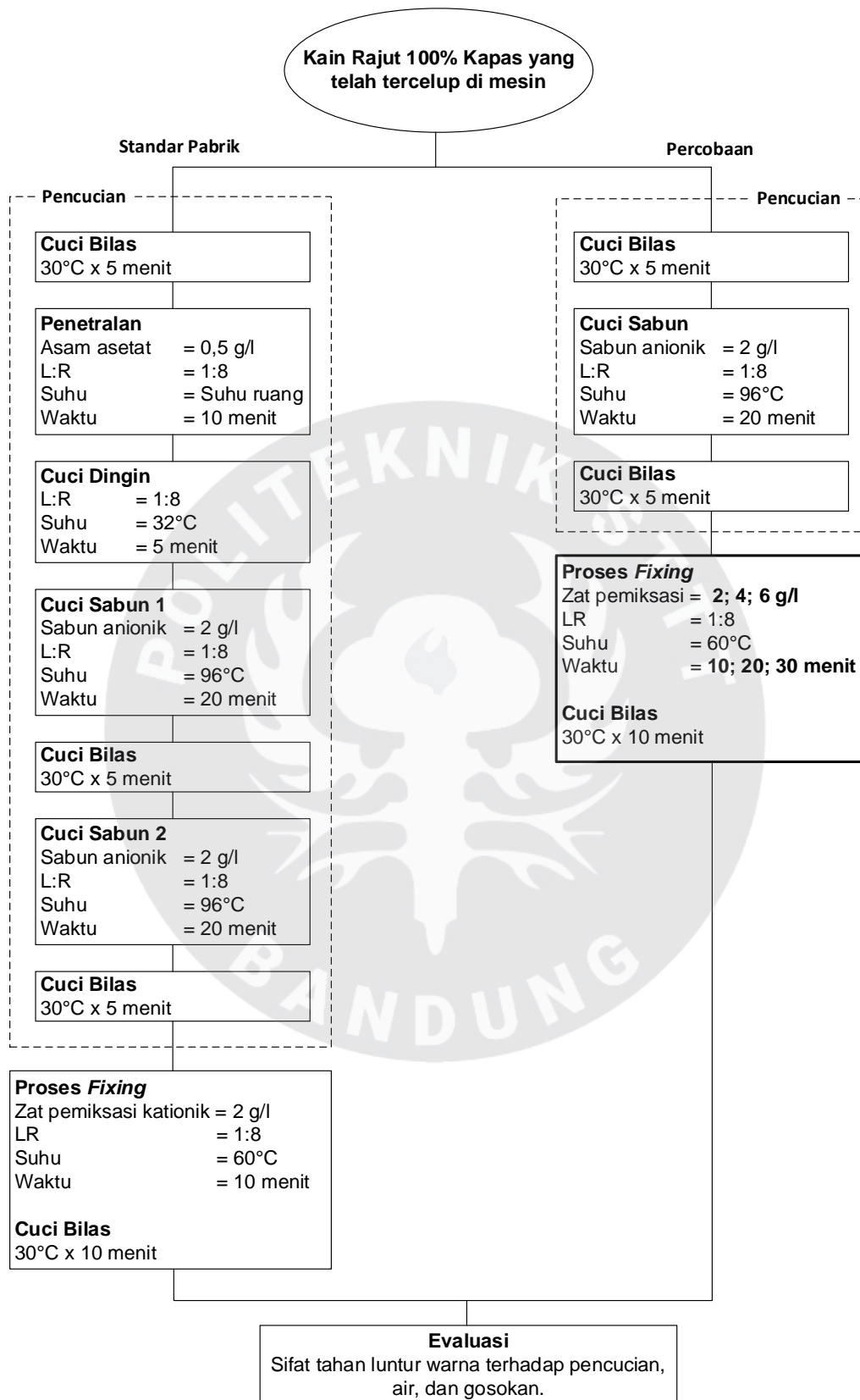
Pengujian yang dilakukan dengan mengacu pada salah satu standar internasional pengujian bahan tekstil yakni *American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC)-Test Method*. Berikut adalah daftar pengujian yang akan dilakukan.

- AATCC 61-2A tahan luntur warna terhadap pencucian
- AATCC 107 tahan luntur warna terhadap air
- AATCC 8 tahan luntur warna terhadap gosokan

1.5.4 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan terhadap hasil evaluasi pengujian tahan luntur warna contoh uji percobaan, contoh uji tanpa pencucian, contoh uji tanpa *fixing*, serta contoh uji standar pabrik. Lalu, data pengujian contoh uji percobaan dianalisis dengan cara dibandingkan dengan data hasil pengujian contoh uji tanpa pencucian, contoh uji tanpa *fixing*, serta contoh uji standar pabrik, sehingga dapat diketahui titik optimum dari setiap variabel independen terhadap hasil tahan luntur warna yang sesuai dengan standar pelanggan.

1.6 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram alir percobaan