

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu sektor manufaktur yang terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat akan sandang dan produk tekstil fungsional. Peningkatan produksi tekstil berbanding lurus dengan penggunaan zat pewarna dalam proses pencelupan dan penyempurnaan kain. Namun, penggunaan pewarna sintetis secara luas menimbulkan permasalahan lingkungan serius, terutama pencemaran perairan akibat limbah cair berwarna. Sekitar 10–15% zat pewarna tidak terikat pada serat kain dan terbuang bersama limbah, sehingga menurunkan kualitas perairan dan mengganggu ekosistem akuatik (Jasińska dkk., 2024).

Di Indonesia, industri tekstil memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional, tetapi juga menjadi salah satu penyumbang utama pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran sungai. Kasus pencemaran Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum menunjukkan dampak nyata pembuangan limbah industri tekstil yang tidak terkelola dengan baik, sekaligus menegaskan urgensi pengembangan teknologi pewarnaan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Putri dkk., 2025; UNDP Indonesia, 2023).

Sejalan dengan tuntutan keberlanjutan tersebut, berbagai sumber pewarna alami berbasis pigmen tumbuhan telah dikembangkan dan diaplikasikan pada tekstil sebagai alternatif pengganti pewarna sintetis. Ekstrak daun *Conocarpus erectus* L. dilaporkan mampu menghasilkan nuansa warna coklat hingga kehijauan

pada kain wol dan sutra dengan ketahanan warna yang memadai serta tambahan sifat fungsional, seperti aktivitas antibakteri dan perlindungan terhadap sinar ultraviolet (Nadeem dkk., 2024). Sumber pewarna alami lain, seperti ekstrak bunga kertas (*Bougainvillea glabra*), menghasilkan variasi warna merah muda hingga ungu pada kain sutra dan katun melalui penggunaan bio-mordan, namun masih diaplikasikan dalam bentuk pigmen bebas tanpa perlindungan stabilisasi terhadap faktor lingkungan (Rasool dkk., 2022). Secara umum, pewarna alami berpotensi menurunkan dampak lingkungan dari proses pencelupan melalui pengurangan penggunaan senyawa kimia berbahaya dan limbah berwarna persisten, tetapi masih menghadapi tantangan utama terkait konsistensi warna dan ketahanan luntur (Pizzicato dkk., 2023; Pranta & Rahaman, 2024). Salah satu pigmen alami yang banyak dikaji adalah antosianin, yaitu senyawa flavonoid penghasil warna merah hingga ungu yang berasal dari berbagai sumber tumbuhan dan memiliki potensi aplikasi pada pewarnaan tekstil (Repon dkk., 2024). Di antara sumber antosianin tersebut, bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) memiliki kandungan antosianin tinggi serta ketersediaan bahan baku yang luas di Indonesia, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai sumber pewarna tekstil alami berbasis sumber daya lokal (M'be dkk., 2023).

Pemanfaatan antosianin sebagai pewarna tekstil masih menghadapi kendala utama berupa stabilitas yang rendah terhadap perubahan pH, suhu, cahaya, dan oksidasi. Ketidakstabilan ini menyebabkan pigmen mudah terdegradasi, rendahnya ketahanan luntur, dan penurunan performa pewarnaan selama proses pencucian dan pemakaian (Harsito dkk., 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan ilmiah

untuk meningkatkan stabilitas antosianin agar dapat diaplikasikan secara lebih efektif dalam sistem pewarnaan tekstil.

Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk meningkatkan kinerja antosianin sebagai pewarna tekstil, meliputi optimasi metode ekstraksi, penggunaan mordan, dan strategi stabilisasi pigmen. Metode *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE) dilaporkan mampu meningkatkan efisiensi ekstraksi antosianin sekaligus menekan degradasi termal dibandingkan metode konvensional, sehingga lebih sesuai untuk pigmen yang sensitif terhadap panas (Bakar dkk., 2023). Penerapan UAE untuk ekstraksi senyawa fenolik dan antosianin juga terbukti efektif pada berbagai matriks tumbuhan lain (Sanou dkk., 2023). Pada tahap pewarnaan, penggunaan mordan berperan penting dalam meningkatkan fiksasi zat warna pada serat tekstil, dengan mordan alternatif berbasis biopolimer dan senyawa nabati seperti kitosan dan gambir semakin banyak dikaji sebagai upaya pengurangan mordan anorganik konvensional (Annisa Fitri dkk., 2022; Repon dkk., 2024). Meskipun demikian, tawas masih sering digunakan sebagai pembanding karena efektivitas dan kestabilannya dalam sistem pewarnaan tekstil (Lestari dkk., 2020). Selain itu, strategi stabilisasi pigmen melalui enkapsulasi menggunakan sistem kalsium alginat–kitosan dilaporkan mampu meningkatkan ketahanan antosianin terhadap perubahan pH, suhu, dan cahaya melalui perlindungan pigmen di dalam matriks polimer (Kanokpanont dkk., 2018).

Secara umum, penelitian pewarnaan tekstil berbasis antosianin masih didominasi penggunaan pigmen tanpa perlakuan stabilisasi yang memadai. Sejumlah penelitian telah melaporkan penggunaan teknologi enkapsulasi untuk

meningkatkan stabilitas antosianin terhadap faktor lingkungan, terutama dalam konteks pangan dan farmasi, dengan fokus pada perlindungan pigmen terhadap degradasi pH, suhu, dan oksidasi (Feitosa dkk., 2023). Namun, studi-studi tersebut umumnya berhenti pada evaluasi stabilitas pigmen dalam matriks enkapsulasi dan belum mengkaji pelepasan kembali antosianin untuk aplikasi fungsional. Dalam konteks pewarnaan tekstil, kajian yang membandingkan secara sistematis performa pewarnaan antara antosianin bebas dan antosianin hasil pelepasan dari sistem enkapsulasi, khususnya dikombinasikan dengan variasi mordan, masih sangat terbatas. Selain itu, analisis kuantitatif kehilangan pigmen selama proses pencucian sebagai indikator efisiensi dan keberlanjutan sistem pewarnaan alami juga jarang dilaporkan, sehingga aspek ini menjadi celah penelitian yang dikaji dalam penelitian ini.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, maka penelitian ini dirancang untuk mengkaji pemanfaatan antosianin dari bunga rosella sebagai pewarna tekstil alami dengan menghubungkan secara berurutan tahap ekstraksi, stabilisasi pigmen, dan aplikasi pewarnaan. Penelitian ini mencakup ekstraksi antosianin menggunakan metode UAE, karakterisasi dan uji sensitivitas pH, stabilisasi antosianin melalui enkapsulasi kalsium alginat–kitosan, pelepasan kembali pigmen dari sistem enkapsulasi, serta aplikasi dan evaluasi performa pewarnaan kain dengan variasi mordan. Pendekatan ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem pewarnaan alami yang lebih stabil, efisien, dan berkelanjutan bagi industri tekstil.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengekstraksi antosianin dari kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) dan mengkaji karakteristik fisikokimia ekstrak antosianin yang dihasilkan sebagai pewarna alami.
2. Mempelajari sistem enkapsulasi antosianin rosella dalam bentuk *beads* kalsium alginat–kitosan dan mempelajari karakteristik dan interaksi antosianin di dalam matriks enkapsulasi.
3. Mempelajari pengaruh enkapsulasi terhadap stabilitas antosianin terhadap variasi kondisi lingkungan yang relevan dengan aplikasi pewarnaan tekstil.
4. Mempelajari aplikasi antosianin terenkapsulasi sebagai pewarna alami pada kain tekstil serta mengevaluasi performa pewarnaan dan ketahanan warna yang dihasilkan.
5. Mempelajari pengaruh penggunaan mordan kitosan, gambir, dan tawas terhadap kualitas warna dan ketahanan luntur kain hasil pewarnaan.