

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu sektor yang memiliki peran penting dalam perekonomian global. Produk tekstil digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari pakaian, kain rumah tangga, hingga industri lainnya. Meskipun kontribusinya signifikan, sektor ini juga menghadapi tantangan serius terkait manajemen limbah, khususnya yang berasal dari tahapan awal pengolahan kain. Salah satu proses awal yang fundamental adalah *scouring*, yaitu tahapan pembersihan serat kain untuk menghilangkan kotoran alami maupun artifisial, terutama lemak dan minyak. Secara konvensional, proses ini mengandalkan penggunaan agen kimia kuat seperti natrium hidroksida (NaOH), yang diaplikasikan pada suhu tinggi. Natrium hidroksida berperan dalam proses saponifikasi lemak, oli, dan kontaminan lainnya. Efisiensi penghilangan kotoran secara langsung berkorelasi dengan peningkatan daya serap kain terhadap agen kimia pada tahapan proses selanjutnya. Natrium hidroksida juga berfungsi sebagai *causticizing agent*, yaitu zat yang mampu menginduksi pembengkakan pada serat selulosa. Fenomena ini menyebabkan terlepasnya ikatan hidroksil primer (OH) antar-polimer serat selulosa pada rayon viskosa, yang pada gilirannya meningkatkan kapabilitas serat dalam menyerap zat kimia dan pewarna (Petters, 1967). Namun, penggunaan natrium hidroksida yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap sifat kimia maupun fisika serat selulosa. Kondisi ini dapat memicu pembentukan hidroselulosa dan oksiselulosa, yang

berujung pada penurunan kekuatan tarik serat secara signifikan. Selain itu, proses *scouring* yang menggunakan natrium hidroksida juga menghasilkan limbah cair dengan karakteristik basa kuat, yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik sebelum dilepaskan (Kuntari, 2006).

Sebagai alternatif, para peneliti dan pelaku industri mulai melirik proses *bioscouring*, yaitu proses pembersihan kain menggunakan bantuan enzim. *Bioscouring* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan proses kimia biasa diantaranya menghemat energi karena tidak memerlukan suhu terlalu tinggi, lebih ramah lingkungan enzim untuk proses *scouring* dapat mengurangi penggunaan bahan kimia yang sangat beracun yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, menguntungkan dari segi kesehatan dimana kain yang diolah dengan bahan kimia keras bisa mempengaruhi kesehatan kulit manusia (iritasi) sementara kain yang diproses secara alami sepenuhnya aman, serta penggunaan enzim juga dapat menjaga kualitas kain agar tidak mudah rusak (Rocky, 2012).

Enzim adalah biokatalisator yang berperan penting dalam mempercepat laju reaksi biokimia. Berbagai enzim hidrolitik, seperti amilase, lipase, dan protease, telah dikenal luas aplikasinya karena kemampuannya dalam mendegradasi makromolekul kompleks seperti karbohidrat, lemak, dan protein (Supriyatna *et al.*, 2015). Dalam konteks industri tekstil, enzim lipase memegang peranan penting, khususnya dalam proses *bioscouring*. Lipase mempunyai kemampuan spesifik untuk menghidrolisis minyak dan lemak yang melekat pada permukaan serat kain. Enzim ini diketahui mampu mengkatalisis hidrolisis ikatan ester pada trigliserida

atau ester yang bersifat hidrofobik dan tidak larut dalam air, terutama yang tersusun dari rantai panjang asam lemak. Melalui aktivitas hidrolitik, enzim lipase akan mengonversi ikatan ester menjadi gugus fungsional yang lebih polar, yaitu gugus hidroksil ($-OH$) dan karboksil ($-COOH$), yang kemudian akan terbentuk di permukaan serat kain. Pembentukan gugus-gugus hidrofilik ini secara signifikan meningkatkan kelembaban dan kemampuan pembasahan kain. Peningkatan sifat hidrofilik ini, pada gilirannya, akan memfasilitasi penyerapan zat warna yang lebih efisien ke dalam serat kain (Kumar and Kumar, 2020).

Tantangan dalam penggunaan lipase adalah sebagian besar enzim lipase yang ada saat ini kurang tahan bekerja pada kondisi industri yang keras, misalnya pH dan suhu tinggi sehingga penting untuk mencari sumber lipase baru yang lebih kuat dan cocok untuk kebutuhan industri tekstil. Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, termasuk keanekaragaman mikroorganismenya. Namun, pemanfaatan mikroba lokal untuk kebutuhan industri masih sangat terbatas jika dibandingkan dengan negara lain yang sudah lebih maju dalam memanfaatkan kekayaan hayati mereka untuk produk bioteknologi. Berdasarkan keanekaragaman hayati tersebut peluang pemanfaatan mikroba lokal masih sangat terbuka luas. Oleh karena itu, eksplorasi menjadi penting untuk dilakukan guna membuka peluang pemanfaatan mikroba asli Indonesia sebagai aset nasional yang bernilai tinggi, khususnya dalam bidang enzim industri.

Salah satu sumber potensial yang jarang dieksplorasi adalah mikroorganisme ekstrem dari lingkungan unik, seperti bakteri yang hidup di kawasan Bledug Kesongo, Jawa Tengah. Bledug Kesongo adalah gunung lumpur (*mud volcano*) dengan kondisi lingkungan yang sangat ekstrem. Bakteri haloalkalifilik ditemukan pada kawasan ini. Bakteri haloalkalifilik adalah kelompok bakteri yang mampu tumbuh dalam kondisi garam dan pH yang tinggi. Bakteri ini tersebar di lingkungan hipersalin alami di danau, pesisir, dan bahkan laut dalam. Karakteristiknya yang unik tersebut menjadikan haloalkalifilik berpotensi berharga dalam bioteknologi (Capes *et al.* 2012). Bakteri haloalkalifilik sudah terbiasa menghadapi kondisi ekstrem, sehingga enzim-enzim yang mereka hasilkan diduga memiliki daya tahan lebih baik dibandingkan enzim dari mikroorganisme biasa. Sayangnya, penelitian yang mengkaji enzim terutama lipase dari bakteri haloalkalifilik Bledug Kesongo masih sangat terbatas, padahal ini merupakan kekayaan alam Indonesia yang berharga dan belum banyak dimanfaatkan.

Agar lipase dari bakteri haloalkalifilik ini dapat digunakan secara maksimal, perlu dilakukan optimasi. Hal ini dikarenakan kemampuan lipase sebagai enzim yang menghidrolisis minyak sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, suhu, pH, dan keberadaan inhibitor (Murni dkk., 2011). Optimasi pH dan suhu selama produksi enzim lipase dari bakteri haloalkalifilik sangat penting untuk meningkatkan aktivitas dan stabilitas enzim tersebut. Penyesuaian kondisi ini dapat mempengaruhi hasil produksi enzim dan aplikasinya dalam proses *bioscouring* sebelum pewarnaan kain. Oleh

karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi pH dan suhu yang optimal untuk produksi enzim lipase dari bakteri haloalkalifilik dan mengevaluasi aplikasi enzim tersebut dalam proses pewarnaan kain sehingga dapat memberikan solusi inovatif bagi industri tekstil yang lebih efisien dan berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu pengembangan potensi enzim lipase yang berasal dari sumber daya hayati lokal serta mendukung pengembangan industri hijau (*green industry*) yang memenuhi standar keberlanjutan global.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu terhadap aktivitas enzim lipase yang dihasilkan oleh isolat bakteri BK 6?
2. Bagaimana pengaruh variasi pH terhadap stabilitas dan aktivitas enzim lipase dari isolat bakteri BK 6?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan enzim lipase dari isolat bakteri BK 6 yang dioptimalkan dalam proses *bioscouring* sebelum pewarnaan kain terhadap kualitas dan intensitas warna pada kain dibandingkan dengan metode pewarnaan konvensional?
4. Bagaimana karakteristik molekuler isolat bakteri BK 6 berdasarkan analisis gen 16S rRNA?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi suhu terhadap aktivitas enzim lipase yang dihasilkan oleh isolat bakteri BK 6.
2. Menganalisis pengaruh variasi pH terhadap stabilitas dan aktivitas enzim lipase dari isolat bakteri BK 6.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan enzim lipase dari isolat bakteri BK 6 yang dioptimalkan dalam proses *bioscouring* sebelum pewarnaan kain terhadap kualitas dan intensitas warna pada kain dibandingkan dengan metode pewarnaan konvensional.
4. Mengetahui karakteristik molekuler isolat bakteri BK 6 berdasarkan analisis gen 16S rRNA?

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil oleh pembaca dan penulis adalah mengetahui dan memahami pengaruh variasi suhu dan pH tertentu terhadap aktivitas enzim lipase yang dihasilkan oleh isolat bakteri BK 6 . Untuk mengetahui efektivitas penggunaan enzim lipase yang dioptimalkan dalam proses *bioscouring* sebelum pewarnaan kain terhadap kualitas dan intensitas warna pada kain dibandingkan dengan metode pewarnaan konvensional. Serta untuk mengetahui karakteristik molekuler isolat bakteri BK 6 berdasarkan analisis gen 16S rRNA. Penelitian ini juga diharapkan dapat menambah literatur ilmiah sehingga dapat menjadi referensi penting bagi penelitian serupa di masa depan.