

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Industri batik di Indonesia berkembang cukup pesat, terbukti dengan semakin banyaknya UMKM (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah) batik yang tersebar di seluruh Indonesia. Sentra industri batik di Indonesia menjadi nama dari jenis batik tersebut seperti batik Pekalongan, batik Surakarta, batik Yogyakarta, batik Lasem, batik Cirebon, batik Sragen, batik Banyumas, dan batik Lampung (Joko et al., 2015; Natalina dan Firdaus, 2018; Dewi et al., 2019; Fidiastuti et al., 2020; Fuji et al., 2020). Di Jawa Barat, industri batik telah berkembang di 18 Kabupaten dan Kota. Di wilayah Priangan, pada awalnya industri batik berkembang di wilayah Tasikmalaya dan Garut, selanjutnya berkembang ke daerah lain diantaranya wilayah Bandung, Indramayu, Cirebon, Majalengka dan sekitarnya (Nur, 2011; Yan et al., 2011; Pengelola Website Kemenperin, 2016; Hartono, 2018). Pemerintah Kota Tasikmalaya telah menetapkan sentra industri batik yang terletak di Jalan Cigeureung, Kelurahan Nagarasari, Kecamatan Cipedes, Kota Tasikmalaya dan keberadaannya tidak jauh dari pusat kota. Jumlah UMKM yang menekuni industri sentra batik di Tasikmalaya tidak kurang dari 28 unit usaha yang menyerap 409 tenaga kerja (Setiyono dan Gustaman, 2017). Hal ini menunjukkan industri batik di Kota Tasikmalaya berkembang secara pesat.

Proses pembuatan batik secara umum terdiri dari pengolahan kain, pembuatan pola, pemalaman atau pelapisan lilin, pewarnaan, pemasakan atau pelorodan, pencucian atau pembilasan, dan pengeringan (Muniarti dan Muljadi, 2013; Apriyani, 2018; Budiyanto et al., 2018). Produksi batik menghasilkan limbah yang berasal dari proses pengolahan kain, pencelupan atau pewarnaan, pemasakan atau pelorodan, dan pembilasan (Muchtasjar et al., 2019). Secara umum, limbah yang dihasilkan dari pembuatan batik berupa padat, gas, cair, dan partikel (Apriyani, 2018). Limbah cair memiliki persentase yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis limbah lainnya yaitu 80-95% dari total penggunaan air (Muchtasjar et al., 2019; Dewi et al., 2019). Karakteristik limbah cair secara fisik berupa berbau

tidak sedap, berwarna gelap dan keruh, dan menimbulkan iritasi pada kulit tergantung pada jenis dan jumlah pewarna yang digunakan serta jumlah penggunaan air (Fatmawati et al., 2010; Fuji et al., 2020). Selain itu, mayoritas industri batik di kawasan sentra Batik Tasikmalaya belum memiliki IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) dikarenakan usahanya masih berskala kecil dan bersifat konvensional. Sehingga limbah batik yang dihasilkan dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang harus ditanggulangi.

Limbah cair batik mengandung zat pewarna yang didalamnya terdapat (i) logam berat seperti kromium (Cr), sulfida (S^{-2}), kadmium (Cd), timbal (Pb), Seng (Zn), Kadmium (Cd), Kobalt (Co), Tembaga (Cu), merkuri (Hg), Nikel (Ni), Magnesium Mg, Besi (Fe) dan mangan (Mn) (ii) bahan organik seperti amonia (NH_3), fenol, lemak, dan mikroorganisme patogen, beserta (ii) padatan tersuspensi lainnya (Budiyanto et al., 2018; Dewi et al., 2019; Fuji et al., 2020). Di antara macam bahan yang dapat menimbulkan masalah pencemaran adalah bahan organik dan logam berat dengan konsentrasi di atas nilai ambang batas yang masuk ke lingkungan (Muniarti dan Muljadi, 2013). Pewarna sintetis yang banyak digunakan pada pembuatan batik adalah *Naphtol*, *Indigosol*, *Rapid*, *Ergan Soga*, *Kope Soga*, *Chrom Soga*, *reactive Procion*, *Remasol black and red*, dan *Golden yellow* yang hampir sebagian besar mengandung senyawa azo (Suprihatin, 2014). Sedangkan pewarna alami yang banyak digunakan adalah warna biru (*Indigofera* sp.), warna oranye dan ungu (*Bixa orrellana*), serta warna kuning (*Morinda citrifolia*). Adapun pewarna sintetis lebih banyak digunakan daripada pewarna alami karena memberikan warna yang kontras dan cerah pada kain (Apriyani, 2018). Banyaknya pewarna yang ditambahkan saat produksi tekstil rata-rata berkisar 10-200 mg/L yang melebihi baku mutu kualitas lingkungan sebesar 1 mg/L (Selvaraj et al., 2021; ZDHC Programme, 2015). Oleh karena itu, penggunaan pewarna pada produksi batik dapat meningkatkan toksisitas limbah batik.

Berdasarkan hasil prapenelitian yang dilakukan pada tanggal 10 sampai 28 Januari 2021, melalui wawancara dengan sejumlah pemilik UMKM dan observasi di kawasan sentra batik kota Tasikmalaya diperoleh sejumlah temuan terkait masalah pengelolaan limbah cair batik. Kawasan Sentra Batik Kota Tasikmalaya

terdiri dari 3 RW, yaitu RW 09 (Kampung Cicariu), RW 10 (Kampung Ciroyom), dan RW 11 (Kampung Cigeureung), yang mana ketiganya memiliki permasalahan yang sama yaitu belum optimal dalam pengelolaan limbah batik. Padahal, terutama di kampung Cicariu (Bantaran DAS Ciloseh-Citanduy) dan kampung Ciroyom (Industri Batik Agnessa) sudah difasilitasi IPAL oleh pemerintah sejak tahun 2012 (Lingkungan Hidup Kota Tasikmalaya, 2021). Selain itu, warga pun menyebutkan penggunaan IPAL belum optimal disebabkan beberapa faktor, seperti hilangnya sanyo pemompa IPAL, jebolnya saluran pipa pada IPAL yang menghubungkan tiap industri batik, serta kurangnya pemahaman dan *interest* warga sekitar terhadap pengelolaan IPAL. Adapun berdasarkan hasil wawancara dengan ketua dari ketiga RW, terutama ketua RW 11 (Kampung Cigeureung) menyebutkan bahwa pada tahun lalu pernah terjadi kontaminasi air limbah terhadap kolam ikan dan bak mandi warga yang ditandai dengan wujud air berwarna dan berbau asam. Mengingat selain mayoritas warga bekerja sebagai para pengrajin dan pengusaha batik, disana juga terdapat para peternak ikan hias dan air tawar. Tentunya hal tersebut apabila terjadi dalam jangka panjang dapat menyebabkan terganggunya kualitas lingkungan, perekonomian, dan kesehatan warga. Sehingga, penanganan limbah cair batik di kawasan Sentra Batik Kota Tasikmalaya perlu dievaluasi agar peristiwa demikian tidak terjadi lagi di masa yang akan datang.

Secara umum, penanganan limbah cair batik dilakukan melalui metode abiotik dan biotik. Penanganan limbah cair batik yang telah dilakukan saat ini menggunakan metode abiotik seperti (i) teknologi pengendapan, (ii) adsorpsi, (iii) filtrasi, (iv) pertukaran ion, (v) oksidasi atau reduksi, (vi) *reverse osmosis*, dan (vii) elektrokimia (Dixit et al., 2015; Singh dan Vaishya, 2017). Akan tetapi, penanganan abiotik dinilai kurang efektif dikarenakan (i) tidak ramah lingkungan, (ii) mahal dan kurang efektif, (iii) menghasilkan polutan sekunder, dan (iv) tergantung pada konsentrasi limbah (Abdi & Kazemi, 2015). Berbeda halnya dengan metode biotik berupa bioremediasi yang ramah lingkungan dan lebih hemat biaya (Selvaraj et al., 2021). Bioremediasi dapat dilakukan dengan cara mendekolorisasi sekaligus mendegradasi senyawa organik. Adapun agen bioremediasi yang digunakan adalah mikroorganisme seperti bakteri dan jamur yang dapat menurunkan toksisitas limbah

dengan cara mengurangi zat pewarna di dalamnya yang dikenal sebagai dekolonisasi. Biodegradasi zat warna dapat dilakukan dengan cara biosorpsi dan melibatkan reaksi enzimatik pada sel hidup (Singh dan Singh, 2017). Oleh karena itu, penanganan limbah cair batik melalui bioremediasi dengan cara dekolonisasi dan degradasi zat warna dianggap lebih ramah lingkungan daripada metode abiotik.

Mikroorganisme yang dapat menurunkan toksisitas limbah cair batik pada dasarnya sudah tersedia secara alami, seperti bakteri pendegradasi karbohidrat, lemak, kadmium, bahkan protein (Oktavia et al., 2012; Hasan dan Miah, 2014). Akan tetapi, memerlukan proses yang sangat lama dalam mendegradasi polutan pada limbah cair batik. Sehingga masih diperlukan cara untuk mempercepat proses degradasi bahan polutan. Salah satu cara diantaranya adalah dengan menggabungkan isolat tunggal *indigenous local* bakteri yang dikenal sebagai konsorsium mikroorganisme, sehingga limbah yang dibuang mempunyai baku mutu yang sesuai (Oktavia et al., 2012). Oleh karena itu, konsorsium mikroorganisme diduga dapat mempercepat proses degradasi polutan pada limbah cair batik. Beberapa isolat tunggal yang berperan sebagai pendekolorisasi pewarna sintetik pada limbah batik dan tekstil diantaranya (i) jamur *Aspergillus* sp. (dekolorisasi pewarna *indigosol* 67,1%) (Dewi et al., 2019), (ii) bakteri *Lactobacillus delbrueckii* (dekolorisasi pewarna *reactive orange* dan *black* 57%) (Siti Zuraida et al., 2013), serta (iii) bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (dekolorisasi pewarna *Remasol Black B* 60%) (Joe et al., 2011). Sedangkan konsorsium mikroorganisme yang berperan sebagai pendekolorisasi pewarna batik dan tekstil adalah (i) konsorsium *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Salmonella* sp., dan *Klebsiella* sp. (dekolorisasi pewarna *orange 3R* 89%) (Hazirah et al., 2014), (ii) konsorsium *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis* (dekolorisasi pewarna *Dylon Navy Blue* 47,71%) (Halim et al., 2019), serta (iii) konsorsium *Bacillus cereus*, *Azotobacter* sp., *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (dekolorisasi pewarna *indigosol blue-04B* 99,89%) (Dewi et al., 2018). Melihat potensi konsorsium bakteri dalam menghilangkan pewarna pada limbah cair batik memiliki persentase lebih besar daripada isolat tunggal, sehingga penulis tertarik untuk meneliti efektivitas konsorsium bakteri *Bacillus subtilis* dan

Pseudomonas aeruginosa sebagai pendekolorisasi pewarna sintetik pada limbah batik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana solusi yang efektif, efisien, serta ramah lingkungan dalam menurunkan toksisitas limbah cair batik agar limbah yang dihasilkan oleh pemilik UKM skala kecil tidak mencemari lingkungan sekitar?
- b. Apakah konsorsium mikroorganisme berupa *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* efektif sebagai pendekolorisasi pewarna sintetik limbah cair batik?
- c. Berapa lama efektivitas pemanfaatan konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam mendekolorisasi pewarna sintetik pada limbah cair batik?

Supaya permasalahan tersebut dapat mencapai tujuan yang diinginkan maka penulis perlu membatasi permasalahan penelitian. Adapun pembatasan masalah ini meliputi:

- a. Upaya mengurangi toksisitas limbah cair batik dengan menggunakan produk berupa konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* sebagai dekolorisasi yang nantinya diujicobakan pada limbah cair batik.
- b. Subjek penelitian dalam penelitian ini adalah sampel limbah cair batik yang diambil dari 1 titik UMKM batik di Kawasan Sentra Batik Kota Tasikmalaya.
- c. Efektivitas dekolorisasi pada limbah cair batik diukur dengan metode spektrofotometri pada sampel limbah cair batik dan diamati parameter pendukung karakteristik limbah cair batik melalui pengukuran kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan derajat keasaman (pH).

Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan potensi konsorsium mikroorganisme sebagai degradasi toksisitas limbah cair batik dengan cara dekolorisasi pewarna sintetik serta dijadikan sumber edukasi bagi masyarakat pemilik UMKM batik di kawasan sentra batik dan suplemen bahan ajar peserta didik SMA berupa *booklet* yang nantinya diharapkan dapat dikembangkan oleh masyarakat sekitar dalam mengembangkan produk berbasis mikrobiologi yang

dapat meningkatkan pemanfaatan IPAL dalam mengatasi permasalahan pencemaran air di kawasan sentra batik Kota Tasikmalaya pada masa yang akan datang. Serta hasil penelitian tugas akhir ini mampu dipublikasikan dalam bentuk artikel ilmiah sebagai sumbangsih di bidang penelitian.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana efektivitas konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap dekolonisasi pewarna sintetik limbah cair batik?
- b. Pada waktu inkubasi berapa hari konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* dapat menghasilkan nilai efisiensi tertinggi?

1.3. Definisi Operasional

Agar istilah yang digunakan dalam penelitian ini tidak menimbulkan salah penafsiran, maka penulis mendefinisikan beberapa istilah sebagai berikut:

- a. Dekolorisasi pewarna pada limbah cair batik yaitu suatu upaya yang dijadikan solusi guna mereduksi zat warna pada limbah cair batik dengan memanfaatkan agen mikroorganisme seperti bakteri sehingga dapat menurunkan tingkat toksisitas limbah batik ketika dibuang ke lingkungan sekitar. Adapun proses dekolonisasi dilakukan dengan mengukur absorbansi dari supernatan pada sampel limbah konsentrasi 75% di media MSMB (*Mineral Salt Medium Broth*) pada panjang gelombang 455 nm menggunakan alat spektrofotometer *HACH DR3900* yang nantinya dihitung dengan formula dekolonisasi sehingga hasil akhirnya dinyatakan dalam satuan persentase. Indikator keberhasilan dekolonisasi dalam menurunkan tingkat toksisitas limbah berupa adanya peningkatan persentase dekolonisasi yang tinggi di antara sampel limbah serta dilihat dari parameter pendukung yang ditunjukkan dari karakteristik fisik (terjadi perubahan warna menjadi pudar, keruh, dan terdapat sedimen), karakteristik kimia (rasio persentase efisiensi dekolonisasi antar perlakuan, kadar BOD yang tidak melebihi 60 mg/L, pH sekitar 6 sampai 9), serta karakteristik biologis (uji antagonisme konsorsium mikroba dan uji difusi cakram untuk mendeteksi kemampuan adaptasi konsorsium terhadap limbah cair batik 75%).

- b. Konsorsium bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* yaitu penggabungan dari isolat tunggal *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* yang nantinya diujikan pada sampel limbah cair batik yang diambil dari 1 titik lokasi kawasan sentra Batik Tasikmalaya yang terhubung langsung dengan saluran pembuangan limbah batik yang tempat usahanya berskala *home industry* serta proses produksi dan penjualannya di satu tempat. Kedua bakteri digunakan oleh peneliti karena termasuk mikroorganisme *indigenous local* limbah batik, dapat menghasilkan enzim azoreduktase yang berperan dalam meningkatkan persentase dekolorisasi yang cukup tinggi sekitar 50 sampai 99 % dan menurunkan tingkat toksisitas limbah cair batik berdasarkan sumber jurnal penelitian lainnya. Perlakuan yang diberikan pada sampel konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* terdiri dari empat macam yang terdiri dari (i) lama waktu inkubasi selama 0 hari (kontrol), (ii) lama waktu inkubasi selama 1 hari, (iii) lama waktu inkubasi selama 2 hari, serta (iv) lama waktu inkubasi selama 3 hari. Isolat murni *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* diperoleh dari UNSOED (Universitas Jenderal Soedirman). Adapun indikator yang dapat mengukur keberhasilan dari konsorsium mikroorganisme tersebut adalah ketahanan dari pertumbuhan tiap mikroorganisme ketika digabungkan dalam media peremajaan isolat (*Nutrient Agar*) serta MSMB (*Mineral Salt Medium Broth*) yang ditandai dengan munculnya kekeruhan di permukaan media MSMB. Sehingga hasil penelitian ini bisa dijadikan pengetahuan dan implementasi dalam pengelolaan limbah cair batik di kawasan sentra batik Kota Tasikmalaya dan wawasan bagi peserta didik sebagai suplemen bahan ajar yang dituangkan melalui *output* berupa *booklet*.
- c. *Booklet* yang berjudul “Pemanfaatan Konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* yaitu *output* berupa suplemen bahan ajar sekaligus pengetahuan yang diperoleh dari hasil penelitian yang mana sasaran pembacanya adalah peserta didik SMA dan warga sekitar (pemilik dan pengrajin) UMKM batik di kawasan Sentra Batik Kota Tasikmalaya. Adapun isi dari *booklet* ini mengenai penanganan keberadaan limbah cair batik dengan bioremediasi memanfaatkan mikroorganisme berupa konsorsium *Bacillus*

subtilis dan *Pseudomonas aeruginosa* yang melampirkan ringkasan hasil penelitian, beserta LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) kelas X SMA pada materi “Pencemaran Lingkungan”.



Gambar 1.1

Desain *Booklet* “Pemanfaatan Konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* Sebagai Pendekolorisasi Limbah Cair Batik”

Sumber: Dokumentasi Pribadi

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui efektivitas konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap dekolorisasi pewarna sintetik limbah cair batik; dan
- b. Untuk mengetahui bahwa dekolorisasi pewarna sintetik dapat menurunkan toksisitas limbah cair batik.

1.5. Kegunaan Penelitian

1.5.1. Kegunaan Teoritis

Menambah wawasan keilmuan mengenai peranan agen mikrobiologi seperti bakteri dapat mengatasi masalah pencemaran air dan mampu berperan dalam mendegradasi toksisitas limbah cair batik yang dapat digunakan sebagai referensi tambahan pada bahan ajar materi Bakteri dan Perubahan Lingkungan kelas 10

SMA, beserta materi Bioteknologi kelas 12 SMA sehingga memiliki fungsi pada bidang penelitian dan pendidikan.

1.5.2. Kegunaan Praktis

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa kegunaan praktis sebagai berikut:

1) Bagi Sekolah

Sebagai wahana untuk memberikan informasi yang aktual berupa implementasi pemanfaatan agen mikrobiologi seperti konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* sebagai upaya yang dapat menurunkan toksisitas limbah cair batik atau agen yang dapat mengatasi masalah pencemaran air dan limbah pada mata pelajaran biologi seperti materi Bakteri dan Perubahan Lingkungan kelas X SMA, serta materi Bioteknologi kelas XII SMA; serta

2) Bagi Masyarakat Sekitar Kawasan Industri Batik Tasikmalaya

- a) Memberikan informasi melalui pemberian *booklet* kepada masyarakat pemilik UMKM kawasan sentra Batik Kota Tasikmalaya mengenai pemanfaatan agen mikrobiologi berupa konsorsium bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* sebagai dekolonisasi pewarna sintetik limbah cair batik yang dapat mengurangi toksisitas limbah cair batik, sehingga nantinya bisa diimplementasikan oleh pengusaha atau pemilik UMKM di kawasan sentra Batik Tasikmalaya; serta
- b) Memberikan solusi pada masyarakat dalam mengurangi dampak negatif limbah cair batik dengan menambahkan produk konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* pada limbah cair batik yang diperoleh pada tahap pencucian dan pelorodan warna batik sehingga bisa diimplementasikan oleh pemilik UMKM batik. Adapun *output* dari penelitian ini adalah suplemen bahan ajar berupa *booklet* mengenai pemanfaatan konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* sebagai pendekolorisasi pewarna sintetik pada limbah cair batik.

3) Bagi Peserta Didik

Memberikan informasi dan wawasan keilmuan mengenai pemanfaatan produk mikrobiologi seperti konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas*

aeruginosa sebagai pendegradasi yang dapat mengurangi toksisitas limbah cair batik yang dipelajari pada materi Bakteri dan Pencemaran Lingkungan kelas X SMA, serta Bioteknologi Kelas XII SMA.