

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Batik

Batik merupakan tekstil (kain) yang diberi corak dan warna yang khas, menggunakan suatu alat melukis khusus (canting, sebilah kayu, atau kuas) dan lilin sebagai cetakan warna. Pada 2 Oktober 2009 UNESCO menetapkan batik sebagai Warisan Budaya Takbenda (*Intangible Cultural Heritage/ICH*). Perkembangan motif batik merupakan hasil dari kearifan lokal yang erat kaitannya dengan kebudayaan tradisional di suatu daerah, mencakup aturan moral dan etika yang telah diajarkan secara turun-temurun (Rubiyanto dan Maridjo, 2022). Sejarah batik di Indonesia telah dimulai dari zaman kerajaan Majapahit (1293-1527) dan tercatat dalam buku Stamford Raffles yang berjudul *History of Java* (1817). Industri batik berkembang pesat di pesisir utara Pulau Jawa sebagaimana dicatat dalam laporan Pemerintah Kolonial Belanda (*Kolonial Verslag*) pada abad ke-20 mengenai eksistensi industri batik di beberapa karesidenan. Batik pesisir memiliki variasi dari segi warna dan corak, hal ini terjadi akibat pengaruh yang dibawa oleh para pedagang sejak abad ke-16 (Sungkar, 2023).

Tumbuhnya industri batik telah membuka banyak lapangan pekerjaan sehingga memberikan manfaat ekonomi yang besar. Jumlah produksi batik di Indonesia memiliki nilai ekonomi mencapai 407,5 miliar rupiah per bulan, setara dengan 4,89 triliun per tahun (Siregar *et al.* 2020). Kementerian Perindustrian memprioritaskan pertumbuhan industri batik karena potensinya dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional. Dibuktikan dengan capaian ekspor periode Januari-Juli 2020 senilai USD 21,54 juta, meningkat dibanding tahun sebelumnya. Negara tujuan ekspor di antaranya adalah: Jepang, Amerika Serikat, dan Eropa (Pramono *et al.*, 2023). Sejak mendapatkan pengakuan dari UNESCO, batik menjadi *soft power diplomacy* bagi Indonesia. Tujuannya adalah untuk melestarikan budaya dan meningkatkan perekonomian dalam negeri. Diplomasi budaya melalui batik terbukti dapat meningkatkan jumlah ekspor batik ke Jepang (Nuryananda dan

Rochmah, 2023). Pulau Jawa adalah pusat industri batik di Indonesia. Terdapat sentra batik yang cukup besar dan terkenal di beberapa daerah seperti Surakarta, Garut, Indramayu, Banyumas, dan Pekalongan (Hendrawati *et al.*, 2021). Pekalongan termasuk daerah yang terkenal sebagai penghasil batik terbesar di Indonesia dan diperkirakan sudah berkembang sejak abad ke-18. Menurut data Disperindag Kabupaten Pekalongan (2019), terdapat sebanyak 531 Industri Kecil Menengah (IKM) yang terdaftar di Kabupaten Pekalongan.

Berdasarkan teknik pembuatannya, batik terbagi ke dalam empat jenis: batik lukis, batik cap, batik tulis, dan batik print. Batik tulis dibuat dengan tangan menggunakan canting (alat yang diisi dengan malam untuk menciptakan pola di atas kain). Proses pembuatannya membutuhkan waktu yang cukup panjang sehingga batik yang dihasilkan memiliki harga yang relatif tinggi. Batik cap dibuat menggunakan alat seperti stempel dari tembaga. Cap dicelupkan ke dalam malam panas, kemudian ditempelkan di atas kain untuk membuat pola. Batik lukis menyerupai batik tulis, namun pengrajin langsung melukis di atas kain dengan pewarna (Kirana, 2021).

Tahap pembuatan batik dimulai dengan proses pencucian kain menggunakan TRO (*Turkish Red Oil*) dan tambahan kanji, disebut dengan tahap *mordanting*. Bertujuan untuk menghilangkan zat yang menempel pada kain dan mempermudah tahap pewarnaan. TRO berfungsi memperkuat warna sehingga batik yang dihasilkan memiliki warna yang lebih tajam. Setelah pencucian, kain akan masuk proses pembuatan desain dan dilanjutkan dengan mencanting. Tahap selanjutnya adalah pewarnaan, dapat menggunakan pewarna alami maupun sintesis. Tahap terakhir dalam proses pembuatan batik adalah penglorodan, yaitu perebusan kain dengan air panas untuk menghilangkan sisa malam (Larasati *et al.*, 2021). Terdapat dua teknik pewarnaan batik, yaitu celup dan colet. Celup pada umumnya digunakan untuk mewarnai bagian kain yang luas, sedangkan colet digunakan untuk mewarnai bagian yang kecil dan detail. Terdapat dua pewarna dalam pembuatan batik, pewarna alami (*natural dyes*) dan pewarna sintetis (*synthetic dyes*) yang meliputi naphthol, indigosol, indanthreen, dan reaktif. Banyak industri batik yang masih

mengandalkan pewarna sintetis karena mudah diperoleh, stabil, praktis, dan lebih murah (Darmanto *et al.*, 2020).

2.2 Karakteristik Air Limbah Batik

Limbah merupakan bahan sisa (hasil samping) dari suatu aktivitas atau proses industri yang telah kehilangan fungsi aslinya dan berpotensi mencemari lingkungan. Menurut sifatnya, limbah terbagi menjadi limbah organik yang dapat diuraikan secara alami seperti sampah dapur dan limbah anorganik yang sulit terurai secara alami seperti plastik (Ashlihah *et al.*, 2020). Proses produksi batik menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan. Secara umum terbagi ke dalam tiga jenis: limbah padat, cair, dan gas. Mulai tahap pencucian hingga tahap penglorodan menggunakan berbagai bahan kimia yang mempengaruhi kondisi limbah.

Penggunaan kanji pada tahap pencucian membuat limbah mengandung zat padat tersuspensi, jika tidak diolah dapat menimbulkan bau. Pada proses penglorodan, terbuang limbah penglorodan berupa larutan yang digunakan untuk memberikan latar atau lorod pada kain batik. Larutan ini mengandung bahan kimia seperti larutan soda abu atau zat kimia lainnya. Pada tahap penglorodan, limbah cairnya memberi kontribusi dalam meningkatnya BOD yang merupakan konsentrasi *dissolved oxygen* yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik (Nurhidayah *et al.*, 2022). Pada proses pewarnaan terdapat jenis limbah: 1. **Limbah Pewarna:** Limbah residu dari bahan pewarna yang digunakan untuk memberikan motif dan warna pada kain batik. Penggunaan pewarna sintetis pada tahap pewarnaan menghasilkan limbah yang warnanya pekat dan mengandung logam berat dengan konsentrasi tertentu, contoh pewarna yang digunakan adalah: zat warna reaktif, naftol, dan indigosol. Ketiga jenis pewarna ini memiliki struktur molekul dan karakteristik yang berbeda-beda. Semakin stabil struktur molekulnya, maka zat pewarna semakin sulit untuk diuraikan secara alami; 2. **Limbah Air Pewarnaan:** Air yang digunakan dalam proses pewarnaan juga dapat menjadi limbah jika terkontaminasi oleh pewarna atau bahan kimia lainnya; 3.

Limbah Kimia: Bahan kimia lain yang digunakan dalam proses pewarnaan seperti fiksator atau bahan pengikat pewarna.

Karakteristik limbah batik bervariasi tergantung jenis bahan dan zat kimia yang digunakan. Penggunaan zat kimia yang struktur molekulnya stabil membuat limbah sulit untuk diuraikan sehingga menjadi polutan yang dapat menyebabkan peningkatan nilai *Total Suspended Solid* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) di perairan. Selain itu, limbah batik juga memiliki kandungan logam berat dengan konsentrasi yang cukup besar (Zakaria *et al.*, 2023). Data dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai BOD, COD, TSS, warna, dan pH pada limbah batik tidak sesuai baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2019.

Tabel 2. Karakteristik Limbah Batik dibandingkan dengan Baku Mutu

Parameter	Nilai	Satuan	Baku Mutu
BOD	340	mg/L	60
COD	1600-4090	mg/L	150
TSS	305	mg/L	50
Warna	1521	Pt-Co	200
pH	7,65-12,5		6-9

(Sumber: Zakaria *et al.*, 2023)

Terdapat tiga karakteristik dalam limbah batik, yaitu karakteristik fisik, kimia dan biologi. Karakteristik fisik dalam limbah batik berupa TSS (tersusun dari bahan yang terapung, zat suspensi, dan zat koloidal), bau, suhu, dan warna. Karakteristik kimia dalam limbah batik meliputi: zat organik (minyak, fenol, dan surfaktan) dan zat anorganik (logam berat). Karakteristik biologi berupa mikroorganisme yang bersifat patogen maupun non patogen (Ajiputra *et al.*, 2022). Krom (Cr) dalam limbah batik bersumber dari proses pewarnaan kain, digunakan sebagai fiksator. Cr tergolong bahan beracun dan berbahaya (B3), dalam konsentrasi tinggi dapat memberikan dampak negatif. Cr sukar dilarutkan dalam air

atau asam nitrat, tetapi bisa dilarutkan dalam asam sulfat atau asam klorida (Satriaji dan Hendrasarie, 2024). Cr dapat terakumulasi dalam tubuh biota air seperti ikan dan moluska, dapat menimbulkan masalah kesehatan jika dikonsumsi oleh manusia dalam jumlah yang melebihi batas (Rahardjo dan Prasetyaningsih, 2021). Salah satu contoh pewarna sintetis yang mengandung Cr adalah *indigosol red* yang sifatnya sangat stabil dengan dua struktur cincin benzena (Humaira dan Sanjaya, 2023).

2.3 Kerangka Peraturan Pengelolaan Air Limbah

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2023, pengelolaan limbah bertujuan untuk menurunkan kandungan zat pencemar sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan. Oleh sebab itu, industri harus memiliki sarana pengelolaan limbah yang memenuhi standar. Baku mutu air limbah untuk industri tekstil berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2019 tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)
BOD	60
COD	150
TSS	50
Fenol Total	0,5
Krom Total (Cr)	1,0
Amonia Total	8,0
Sulfida	0,3
Minyak dan Lemak	3,0
pH	6 - 9
Debit Limbah Paling Tinggi	100 m ³ /ton produk tekstil

Pemerintah Kabupaten Pekalongan mengeluarkan Perda Nomor 5 tahun 2014 tentang Pengelolaan Air Limbah yang bertujuan untuk mewujudkan industri yang

ramah lingkungan sehingga dapat mencegah dampak negatif dari pencemaran. Setiap pelaku usaha yang menghasilkan limbah industri wajib memiliki IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) sebagai sarana pengolahan air limbah agar sesuai dengan baku mutu. Selain itu, pelaku usaha juga wajib memiliki alat ukur kualitas air dan melakukan pengujian air limbah secara berkala. Pembinaan dan pengawasan oleh pemerintah dilakukan dengan cara: memberikan penyuluhan mengenai peraturan perundang-undangan tentang pengendalian pencemaran air, sosialisasi penerapan teknologi pengelolaan limbah, dan pemberian bimbingan teknis kepada pelaku usaha. Sanksi administratif diterapkan apabila terdapat pelanggaran terhadap izin lingkungan, terdiri atas: teguran tertulis, paksaan pemerintah, pembekuan izin lingkungan, dan pencabutan izin lingkungan.

2.4 Pencemaran Air Akibat Limbah Batik

Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pencemaran lingkungan terbagi menjadi: pencemaran air, pencemaran udara, dan pencemaran tanah. Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air yang telah ditetapkan. Air merupakan bagian penting dalam hidup manusia dan memegang peranan penting dalam siklus hidrologi. Air dapat dikatakan tercemar apabila tidak bisa dimanfaatkan sesuai dengan fungsinya, disebabkan oleh limbah industri, limbah domestik, limbah pertanian, dan limbah perikanan (Budhiawan *et al.*, 2022).

Pembuangan limbah batik ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan dapat menyebabkan pencemaran. Limbah cair dari proses pengolahan batik yang mengandung polutan dialirkan ke saluran drainase hingga masuk ke badan sungai, menyebabkan penurunan kualitas air sehingga tidak memenuhi baku mutu berdasarkan Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Baku Mutu Air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang

ditenggang keberadaannya di dalam air. Baku mutu untuk limbah industri diatur dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. Kualitas perairan dapat ditentukan berdasarkan pengukuran parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika didasarkan pada perubahan fisika yang terjadi di air (suhu, kekeruhan, warna, dan padatan tersuspensi). Parameter kimia didasarkan pada reaksi kimia yang terjadi di perairan seperti oksidasi dan reduksi, yang termasuk parameter kimia adalah BOD, COD, pH, dan logam berat. Parameter biologi berkaitan dengan mikroorganisme yang terdapat di suatu perairan, contohnya bakteri (Tallo *et al.*, 2023).

Penelitian oleh Utama dan Fitriyani (2022), menunjukkan bahwa pembuangan limbah batik di Sungai Bedog, Kabupaten Bantul, menyebabkan degradasi kualitas air. Nilai BOD dan COD melebihi baku mutu yang ditetapkan, status sungai tercemar ringan. Selain itu, limbah batik juga menyebabkan pencemaran air tanah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Kusumaningtyas *et al.* (2022), menunjukkan bahwa status mutu air sungai di Pekalongan adalah tercemar ringan. Nilai DO dan COD melebihi baku mutu kelas II berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya pembuangan limbah batik ke badan sungai. Ditinjau dari parameter fisika, air berwarna hitam pekat dan berbau menyengat (menandakan adanya polutan). Limbah batik juga menyebabkan peningkatan konsentrasi krom (Cr) di sungai. Izzatunnisa *et al.* (2019), menyebut bahwa kadar Cr dalam air sungai di Kelurahan Banyurip, Kota Pekalongan, telah melebihi baku mutu. Disebabkan oleh industri batik yang belum memiliki IPAL sehingga limbah langsung dibuang ke sungai.

2.5 Dampak Pencemaran Sungai Akibat Limbah Batik

Masuknya limbah batik ke lingkungan menyebabkan menurunnya kualitas sungai sehingga tidak dapat dimanfaatkan sesuai fungsinya. Kualitas air sungai yang menurun berdampak pada kesehatan masyarakat, menyebabkan kerugian ekonomi, menurunkan nilai keindahan lingkungan, dan terganggunya siklus alami. Meningkatnya kandungan nutrisi dapat menyebabkan eutrofikasi di suatu perairan. Limbah organik seperti *sewage* membuat konsentrasi oksigen menurun sehingga

dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem. Industri batik yang membuang limbah cair dengan berbagai polutan di dalamnya dapat meningkatkan nilai COD di perairan karena jumlah oksigen yang diperlukan untuk oksidasi kimia cukup besar. Air yang tercemar juga memiliki nilai BOD yang tinggi karena oksigen terlarut banyak diserap oleh mikroorganisme untuk memecah zat organik, ditandai dengan adanya bau busuk (Sompotan dan Sinaga, 2022).

Menurunnya kualitas perairan mempengaruhi kehidupan makrozoobentos. Makrozoobentos merupakan organisme yang hidup di dasar perairan (sedimen). Habitat hidup makrozoobentos relatif tetap dan pergerakannya terbatas, keanekaragamannya dipengaruhi oleh tingkat toleransi dan sensitifitasnya terhadap kondisi lingkungan (Bai'un *et al.*, 2021). Makrozoobentos dapat dijadikan bioindikator untuk menggambarkan kualitas perairan. Penelitian Tulandi (2022), menunjukkan penurunan kualitas air danau Sineleyan Tomohon menyebabkan ketidakseimbangan struktur komunitas makrozoobentos. Penelitian lain oleh Maulana dan Kuntjoro (2023), menunjukkan bahwa parameter DO, BOD, COD, kekeruhan, kedalaman, dan kecepatan arus mempengaruhi indeks keanekaragaman makrozoobentos.

Krom (Cr) yang terkandung dalam limbah batik bersifat karsinogenik dan sulit diuraikan sehingga dapat terakumulasi di dalam tubuh biota akuatik seperti ikan. Ikan dengan kandungan Cr yang melebihi baku mutu memberikan dampak negatif apabila dikonsumsi oleh manusia, misalnya menyebabkan muntah, diare, dan gangguan pencernaan (Putri *et al.*, 2022). Penelitian oleh Prasetyo *et al.* (2022) menunjukkan bahwa ikan betok yang terpapar logam berat Cr mengalami perubahan struktur jaringan insang yaitu hiperplasia. Hiperplasia merupakan penambahan volume lamela insang yang disebabkan bertambahnya jumlah sel. Selain itu, ikan juga dapat mengalami perubahan jaringan insang berupa fusi lamela yang disebabkan oleh hiperplasia secara terus menerus sehingga kedua sisi lamela saling melekat. Perubahan jaringan insang pada ikan mengakibatkan kegagalan fungsi pernapasan dan osmoregulasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Paramnesi dan Riza (2020) menunjukkan bahwa pencemaran sungai akibat limbah batik menyebabkan kerugian ekonomi

untuk masyarakat yang tinggal di sekitar sungai. Estimasi kerugian akibat pencemaran sungai di Kecamatan Pekalongan Barat, Kota Pekalongan, adalah sebesar Rp. 988.345/KK/tahun pada daerah hilir dan Rp. 713.572/KK/tahun di daerah hulu. Pelaku usaha perlu memberi kompensasi dan melakukan upaya pengelolaan limbah yang lebih efektif untuk mengurangi dampak negatif dari pencemaran. Selain itu, pencemaran sungai akibat limbah batik juga dapat menimbulkan masalah sosial. Sungai mengalami perubahan karena tercemar limbah batik, kondisi tersebut dapat menyebabkan perubahan tatanan sosial. Terdapat risiko konflik yang terjadi di antara masyarakat, terlebih antara pelaku usaha dengan masyarakat yang tinggal di sekitar sungai (Sasongko dan urhadi, 2023).

2.6 Upaya Mencegah Pencemaran Limbah Batik

Upaya strategis untuk mencegah pencemaran lingkungan akibat limbah batik dapat dilakukan dengan pendekatan yang bervariasi, salah satunya adalah dengan merumuskan regulasi dan kebijakan yang tepat. Regulasi pada tingkat pusat dan provinsi tentang ketentuan pengelolaan limbah industri diatur dalam perundangan. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), kondisi asam basa kadaluarsa yang digunakan dalam industri batik merupakan limbah B3 dengan kategori 1 (mudah meledak, mudah menyala, reaktif, korosif). Pelaku usaha harus mengikuti ketentuan yang berlaku untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan batik (Ragil *et al.*, 2023). Pemerintah Kabupaten Pekalongan mengeluarkan Perda Nomor 5 tahun 2014 tentang Pengelolaan Air Limbah. Bertujuan untuk mewujudkan industri yang lebih ramah lingkungan sehingga dapat mencegah dampak negatif dari pencemaran. Setiap pelaku usaha yang menghasilkan limbah industri wajib memiliki IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) sebagai sarana pengolahan air limbah agar sesuai dengan baku mutu yang dimuat dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. Sanksi administratif diterapkan apabila terdapat pelanggaran terhadap izin lingkungan, terdiri atas: teguran tertulis, paksaan pemerintah, pembekuan izin lingkungan, dan pencabutan izin lingkungan (Pramesti

et al., 2023). IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) merupakan sarana pengolahan limbah industri sehingga menurunkan konsentrasi polutan di dalamnya. Menurut Belladonna *et al.* (2020), IPAL terdiri dari beberapa bagian: a) bak penampungan awal, b) bak koagulasi dan flokulasi, c) bak sedimentasi, d) *filter*, e) saringan pasir, f) bak kontrol, g) bak penampung lumpur.

Pengolahan limbah batik dapat dilakukan secara fisika, kimia, dan biologi. Pengolahan secara fisika dapat dilakukan dengan metode filtrasi menggunakan membran filter yang merupakan media untuk menahan zat warna dan bahan organik yang ukurannya lebih besar dari membran (Fitriana dan Rahmayanti, 2020). Salah satu contoh pengolahan secara kimia adalah dengan metode koagulasi-flokulasi. Koagulan ditambahkan untuk membantu proses pengendapan partikel, dapat berupa koagulan alami atau koagulan kimia (Nilasari *et al.*, 2020). Pengolahan secara biologi terbagi menjadi dua: aerob dan anaerob. Pengolahan menggunakan lumpur aktif secara aerob memanfaatkan kemampuan mikroorganisme di dalam lumpur untuk mendegradasi senyawa organik (kanji dan sisa malam) di dalam limbah. Pupuk ditambahkan ke dalam bak aerator sebagai nutrisi untuk mikroorganisme (Jannah dan Muhimmatin, 2019).

Pelaku usaha perlu menerapkan prinsip-prinsip ramah lingkungan dalam mengembangkan industri batik. Salah satunya adalah dengan mengurangi penggunaan pewarna sintesis dan mulai beralih ke pewarna alami seperti soga, kunyit, daun mangga, dan kulit manggis. Efisiensi energi dan air juga perlu dilakukan untuk mengurangi emisi yang dihasilkan. Prinsip 5R (*Reduce, Reuse, Recycle, Recover*, dan *Revalue*) perlu diterapkan untuk mewujudkan industri batik yang lebih ramah lingkungan (Kusumastuti, 2023). Penggunaan teknik ecoprint telah banyak dilakukan oleh pelaku usaha untuk meminimalisir penggunaan malam. Ecoprint merupakan teknik memberi pola pada kain dengan bahan alami seperti daun, bunga, atau kulit kayu. Penggunaan bahan alami dapat mengurangi limbah yang dihasilkan dari proses produksi batik sehingga bisa mencegah pencemaran air dan tanah (Panglipur *et al.*, 2024).