

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Celana *jeans* pertama kali dibuat di Genoa, Italia tahun 1560-an, pada masa itu *jeans* biasa digunakan olah angkatan laut. Levi Strauss adalah orang yang pertama kali mempopulerkan celana *jeans* di Amerika. Sejarah perkembangan celana *jeans* dipelopori oleh Levi Strauss. Awalnya Levi menjual pakaian di San Fransisco namun salah satu tenda yang terbuat dari kain kanvas tidak laku terjual. Levi kemudian memotong kain kanvas tersebut menjadi beberapa potong celana dan laku terjual habis oleh para penambang emas (Downey, 2014).

Levi lahir 26 Februari 1829 dan sudah memiliki usaha kain sejak 1850. Tahun 1872 Levi mendapat tawaran kerja sama oleh Jacob Davis seorang penjahit untuk merk Reno, Nevada melihat prospek penjualan celana *jeans* oleh Levi. Levi dan Jacob bekerja sama dalam pembuatan celana *jeans* sehingga pada tanggal 20 Mei 1873 Levi dan Jacob resmi menerima paten sebagai penemu *jeans* atau yang lebih dikenal “blue jeans” pada masa itu. Celana *jeans* awalnya hanya digunakan oleh para penambang emas karena bahannya yang tahan lama dan tidak mudah sobek baru kemudian dikenal luas oleh masyarakat terutama setelah perang Dunia ke dua dan dijadikan sebagai pakaian yang modern hingga sekarang (Downey, 2014). Industri *jeans* sendiri mulai masuk di Indonesia sekitar tahun 90-an (Sundari, 2013).

Proses pembuatan *jeans* salah satunya adalah pewarnaan. Umumnya pewarna yang dipakai beragam jenis dan golongan tergantung permintaan, namun terdapat beberapa zat pewarna pakaian yang berbahaya dan sifatnya mencemari lingkungan. Keberadaan industri tekstil di Indonesia tidak hanya dalam kategori industri skala besar dan menengah, tetapi juga dalam skala kecil dan bahkan ada yang dalam skala rumah tangga seperti pewarnaan dan pencelupan *jeans*. Hasil industri berupa limbah tersebut tentu menimbulkan pencemaran bukan hanya pada kawasan-kawasan industri namun juga di perkampungan padat penduduk (Nugroho, 2005).

Salah satu dampak industri pewarnaan (industri yang menggunakan zat pewarna) adalah limbah berwarna. Limbah secara umum memerlukan teknologi tersendiri untuk mengolahnya. Limbah sebelum dibuang ke perairan bebas, udara bebas atau dikuburkan, harus bisa didegradasi oleh alam atau tidak mengandung bahan yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan (Widjajanti, 2009).

Proses pewarnaan pakaian *jeans* diberi warna sesuai dengan permintaan dengan menggunakan bahan-bahan kimia. Hasil sampingan dari proses industri pencucian *jeans* secara fisik berwarna biru atau ungu berbau kaporit yang menyengat serta terdapat busa berwarna. Limbah pencucian jeans dapat menimbulkan gangguan terhadap manusia, biota maupun gangguan estetika (Said, 2005).

Limbah cair yang dihasilkan dari proses pewarnaan *jeans* berasal dari hasil pewarnaan, pembilasan dan pengeringan. Air limbah yang dibiarkan

akan mengalir ke got atau terserap ke dalam tanah dan saluran air sekitar rumah sehingga mencemari lingkungan (Agus, 2010). Pencemaran badan air salah satunya disebabkan karena masuknya zat warna yang berbahaya (Darniati, 2008).

Tingginya pemakaian zat pewarna pada kegiatan industri tentu membawa dampak pada peningkatan jumlah bahan pencemar dalam limbah cair yang dihasilkan. Air limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil dan bahan sejenisnya antara lain mengandung bahan pewarna organik rantai panjang, logam berat dan pencemar organik yang umumnya dinyatakan dalam COD serta BOD. Secara umum untuk mereduksi limbah tersebut adalah dengan teknologi pengolahan air limbah secara biologis seperti *aerated lagoon*, biofilter anaerob-aerob, *trickling* atau proses lumpur aktif (Nugroho, 2005).

Salah satu pencemar organik yang bersifat *non biodegradable* adalah zat warna tekstil. Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzana. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogen dan mutagenik, karena itu perlu dicari alternatif efektif untuk menguraikan limbah (Christina dkk, 2007)

Limbah yang sulit untuk diolah terdiri dari limbah berwarna, logam, fenol, senyawa organik toksik, dan fosfat. Limbah berwarna dan logam berasal terutama dari proses pewarnaan dan pencetakan, meskipun sumber logam

terkadang terdapat di proses lain. Fosfat utamanya digunakan pada proses persiapan dan pewarnaan tekstil (Smiths, 1988).

Keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air menyebabkan suatu fenomena yang disebut eutrofikasi (pengkayaan nutrien). Cara mencegah eutrofikasi ialah air limbah yang akan dibuang harus diolah terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan fosfat sampai pada nilai tertentu (baku mutu efluen 2 mg/L). Pengolahan air limbah, fosfat dapat disisihkan dengan proses fisika-kimia maupun biologis (Masduqi, 2004).

Fosfat dalam limbah cair harus dihilangkan terlebih dahulu sebelum limbah cair dibuang ke badan air. Kandungan fosfat dalam limbah cair dapat diturunkan secara kimia atau biologi, yaitu melalui mekanisme :

1. Presipitasi kimiawi, melalui kontrol pH dan kation, seperti Ca, Fe dan Al.
2. Akumulasi polifosfat oleh mikrobia
3. Peningkatan presipitasi kimia dengan mediasi mikrobia

(Khusnuryani, 2008)

Ginting (1995) menambahkan bahwa pengolahan limbah yang aman untuk lingkungan dapat dilakukan dengan proses biologi, yaitu menggunakan agen biologi. Pengolahan limbah dengan proses biologi dapat dilakukan dengan cara fitoremediasi, zooremediasi dan bioremediasi. Menurut Adityanto (2007) bioremediasi merupakan salah satu cara untuk mendegradasi limbah dengan menggunakan mikroba salah satunya dengan sistem lumpur aktif.

Menurut Milano (1998) di dalam proses lumpur aktif bakteri merupakan partikel biokoloid-hidroliflik yang memiliki muatan permukaan

elektronegatif. Menurut Jekkins (1993) bakteri dominan di dalam reaktor aerasi mampu mendegradasi senyawa organik dan membentuk flok supaya biomasnya mudah dipisahkan dari *effluent* sehingga diharapkan mikroorganisme tersebut dapat bertahan selama pengolahan dengan sistem lumpur aktif.

Hasil observasi lapangan mengenai beberapa industri kecil pewarnaan naptol di Yogyakarta ternyata belum memenuhi standar pembuangan limbah ke lingkungan. Pelaku industri kecil pewarnaan naptol masih membuang limbah tanpa ada proses pengolahan terlebih dahulu. Salah satu pelaku industri kecil pewarnaan naptol yang masih membuang langsung limbah ke lingkungan adalah usaha jahit dan naptol di daerah Kledokan. Proses pencucian tidak dilakukan di daerah Kledokan namun di samping sungai daerah Sagan, sehingga limbah langsung dibuang di badan sungai tanpa ada proses pengolahan apapun.

Berdasarkan beberapa hasil studi literatur dan observasi lapangan maka penulis akan melakukan penelitian yang berjudul “Remediasi Limbah Proses Pewarna Naptol *Jeans* dengan Sistem Lumpur Aktif menggunakan Bakteri Indigenus”. Ide penelitian muncul setelah melihat bagaimana kondisi di lapangan dan dampak yang ditimbulkan dari pembuangan limbah pewarna tanpa pengolahan terlebih dahulu. Setelah penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan serta koleksi mengenai bakteri indigenus yang mampu mendegradasi limbah pewarna dan dapat diterapkan secara luas.

B. Keaslian Penelitian

Said (2005) telah melakukan penelitian mengenai aplikasi bio-ball untuk media biofilter dalam upaya mengolah air limbah pencucian *jeans* dengan tujuan untuk mengkaji efektivitas penggunaan bio-ball sebagai media biofilter untuk pengolahan air limbah industri pencucian atau pencelupan *jeans* dengan proses biofilter anaerob-aerob tercelup. Prinsip biofilter tercelup ini adalah dengan mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologi yang di dalamnya diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi, sedangkan untuk proses anaerobik dilakukan tanpa pemberian udara atau oksigen. Hasil dari penelitian ini adalah efisiensi penurunan COD sebesar 78–91 % dan warna 48–57 %. Berdasarkan penelitian tersebut keberadaan agen hayati yaitu mikroorganisme berperan cukup besar dalam upaya degradasi limbah pencucian *jeans*.

Isolasi bakteri yang dapat mendegradasi pewarna *jeans* pernah dilakukan oleh Maahury (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Pewarna *Jeans* dari Air Limbah Pabrik Tekstil di Ungaran, Jawa Tengah”. Prinsip penelitian ini adalah dengan mengisolasi bakteri yang diambil dari kumpulan limbah tekstil yang ada di Ungaran, selanjutnya dibiakan dalam agar nutrisi yang mengandung empat zat warna azo (kuning, merah, biru dan hijau) dengan masing-masing konsentrasi 80 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian, isolat yang menunjukkan kemampuan degradasi tinggi kemudian diidentifikasi lebih lanjut fisiologis sesuai dengan Manual Bergey’s penentu bakteriologi. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa

empat isolat yang diperoleh berdasarkan morfologi koloni, seluler, gram reaksi dan fisiologi termasuk dalam anggota Enterobacteriaceae.

Manurung dkk (2004) melakukan penelitian tentang perombakan zat warna azo reaktif secara anaerob – aerob. Penelitian ini menggunakan kultur campuran bakteri untuk mendegradasi warna. Hasil dari penelitian ini adalah proses anaerob dapat meningkatkan *biodegradable* limbah sintesis tekstil. Proses aerob menunjukkan terjadi penurunan warna antara 20-42 % dan penurunan COD 39-51 %. Hasil pada proses gabungan yaitu anaerob dan aerob dapat menurunkan COD sekitar 90 % dan warna 20-93 %.

Penelitian mengenai pengolahan limbah pewarnaan batik telah dilakukan Laksono (2012). Penelitian ini memanfaatkan proses biofilter untuk pengolahan secara biologis limbah pewarna batik. Efisiensi dari pengolahan biologis dengan media biofilter dalam mengurangi kandungan senyawa kimia (COD) sebesar 41 % sampai 90 % dengan pH diantara 7-8 dan waktu tinggal 8 jam dengan BOD dan COD ratio 0,51. Laksono (2012) menjelaskan angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air sedangkan, Fardiaz (1992) menjelaskan penguraian secara biologi (BOD) tidak semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri.

Astuti (2015) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengurangi kandungan fosfat dan surfaktan dengan metode biosand filter yang menggunakan adsorben karbon aktif dengan perbandingan campuran limbah

laundry dan nutrisi yaitu 75 % : 25 %, dan 50 % : 50 % (dalam % volume) dengan proses anaerobik. Parameter yang dianalisis adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), *Volatile Suspended Solid* (VSS), pH disetiap hari serta fosfat dan surfaktan sebelum dan sesudah mengalami proses anaerobik. pH untuk penelitian ini diatur pada kisaran 6,9-7,5. Volume terbesar pada rasio 50 % : 50 % (v/v) campuran limbah laundry dan nutrisi diperoleh persentase TSS sebesar 76,61 %, persentase VSS sebesar 63,55 %, persentase COD sebesar 53,67 %, persentase fosfat sebesar 74,32 % dan surfaktan sebesar 53,54 %.

Amdani (2004), melakukan penelitian mengenai penggunaan tawas sebagai koagulan terhadap kekeruhan limbah cair pencucian *jeans*. Derajat keasaman (pH) optimum koagulasinya tawas pH optimumnya adalah 6 dan kekeruhan tersisihkan 85,95 %. Dosis optimum tawas adalah 60 mg/250 ml atau 240 mg/L dengan kekeruhan tersisihkan 94,25 %.

C. Rumusan Masalah

1. Isolat dominan apa yang ditemukan pada lumpur aktif limbah pewarnaan naptol *jeans* ?
2. Variasi bakteri dan koagulan mana yang optimal dalam menurunkan kadar COD, PO₄ dan degradasi warna ?
3. Berapa presentase penurunan COD dan PO₄ yang optimal pada variasi pendegradasi limbah naptol *jeans* ?

D. Tujuan

1. Mengetahui isolat yang dominan pada lumpur aktif limbah pewarnaan ulang *jeans*.
2. Mengetahui variasi bakteri dan koagulan yang paling optimal dalam penurunan COD, PO₄ dan degradasi warna limbah naptol *jeans*.
3. Mengetahui presentase optimal penurunan COD dan PO₄ pada variasi pendegradasi limbah naptol *jeans*.

E. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dampak limbah naptol *jeans* serta cara penanggulangan limbah tersebut melalui proses yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan bakteri indigenus limbah naptol *jeans*.