**BAB I**

**PENDAHULUAN**

* 1. **Latar Belakang**

Sektor industri merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian Indonesia, selain dua sektor lainnya yaitu sektor pertanian dan sektor jasa. Salah satu industri yang memiliki peran cukup besar dalam perekonomian Indonesia adalah Industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT). Industri Tekstil dan Produk Tekstil dikatakan memiliki peran yang cukup besar karena merupakan salah satu penghasil devisa ekspor terbesar di Indonesia untuk komiditi non migas. Pada tahun 2004, Industri Tekstil dan Produk Tekstil (TPT) menyumbang 10,68% terhadap total devisa ekspor Indonesia, di bawah perolehan devisa migas yang menyumbang 21,86% (*Ibrahim, 2009*).

Terlepas dari peranannya sebagai komiditi ekspor yang diandalkan, ternyata industri tekstil menimbulkan masalah yang serius bagi lingkungan terutama masalah yang diakibatkan oleh limbah cair yang dihasilkan. Industri tekstil mengeluarkan limbah dengan parameter BOD, COD, padatan tersuspensi dan warna *(Manurung et al., 2004)*. Gabungan air limbah pabrik tekstil di Indonesia rata-rata mengandung 750 mg/L padatan tersuspensi dan 500 mg/L BOD. Perbandingan COD : BOD adalah dalam kisaran 1,5 : 1 sampai 3 : 1 ([*http://shantybio.transdigit.com*](http://shantybio.transdigit.com/?Biology_-_Dasar_Pengolahan_Limbah:PENGOLAHAN_DAN_PEMANFAATAN_LIMBAH_TEKSTIL))*.* Namun berdasarkan Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri Tekstil, kadar maksimum BOD adalah 85 mg/L, COD 250 mg/L dan Padatan Tersuspensi 60 mg/L *(SK. Gubernur Jawa Barat No.6 Tahun 1999)*. Disamping itu limbah cair tekstil dapat pula mengandung logam berat yang berasal dari zat yang digunakan selama proses produksi contohnya logam berat Krom (Cr) pada proses pewarnaan tekstil yang menggunakan zat warna Mordan dan Kompleks logam. Zat warna ini tidak mempunyai daya tembus terhadap serat-serat tekstil, tetapi dapat bersenyawa dengan oksida-oksida logam yang digunakan sebagai mordan membentuk senyawa yang tidak larut dalam air. Zat warna kompleks logam merupakan perkembangan terakhir dari zat warna mordan. Dalam pencelupan dengan zat warna mordan timbul kesukaran karena terjadinya perubahan warna yang diakibatkan oleh senyawa-senyawa logam. Untuk mengatasi masalah tersebut zat warna kompleks logam dibuat dengan mereaksikan krom dengan molekul-molekul zat warna *(Easton, 1992 dikutip dari Rusmaya, 2000)*.

Umumnya tujuan dari pengolahan limbah cair industri tekstil adalah mengurangi tingkat polutan organik, logam berat, padatan tersuspensi dan warna sebelum dibuang ke badan air. Berdasarkan *SK. Gubernur Jawa Barat No.6 Tahun 1999* untuk baku mutu limbah cair industri tekstiltidak memasukkan warna sebagai parameter yang diatur. Walaupun demikian, limbah yang mengandung warna seringkali menimbulkan masalah seperti merusak segi estetika, mengurangi tingkat penetrasi sinar matahari masuk ke dalam badan air penerima sehingga mengakibatkan proses fotosintesis tidak berlangsung dengan baik, dimana hal tersebut dapat menyebabkan terganggunya kehidupan mikroorganisme akuatik *(Manurung et al., 2004)*.

Limbah warna yang berasal dari industri tekstil berasal dari penggunaan zat warna pada proses pewarnaan. Salah satu jenis zat warna tekstil yang banyak digunakan adalah zat warna *Colour Index Reactive Blue 5* (CIRB5). Zat warna tersebut menghasilkan warna biru yang banyak digunakan untuk industri tekstil yang memproduksi jeans *(*[*http://www.chemicalskey.com*](http://www.chemicalskey.com/)*)*. Limbah cair dari proses tersebut merupakan salah satu sumber pencemaran air yang cukup tinggi jika tidak dilakukan pengolahan limbah. Teknologi pengolahan limbah cair industri tekstil pada umumnya dapat dilakukan baik secara kimia, fisika, biologi maupun kombinasi antara proses-proses tersebut.

Beberapa penelitian penghilangan warna yang ada dalam limbah cair industri tekstil telah banyak dilakukan, misalnya dengan cara kimia menggunakan koagulan, secara fisika dengan sedimentasi, adsorpsi dan pengolahan biologi dengan lumpur aktif dan biofilter anaerob-aerob. Penghilangan warna secara kimia menggunakan koagulan akan menghasilkan lumpur (*sludge*) dalam jumlah yang relatif besar. Lumpur yang dihasilkan ini akhirnya akan menimbulkan masalah baru bagi unit pengolahan limbah. Menurut Peraturan Pemerintah No.18 tahun 1999, lumpur yang dihasilkan industri tekstil diklasifikasikan sebagai limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun), sehingga membutuhkan pengolahan limbah lebih lanjut terhadap lumpur yang terbentuk. Dengan adanya penanganan lanjutan ini akan meningkatkan biaya operasional unit pengolah limbah. Penghilangan warna dengan teknik adsorpsi menggunakan karbon aktif juga memerlukan biaya yang cukup tinggi karena harga karbon aktif relatif mahal sehingga seringkali karbon aktif harus diregenerasi sebelum digunakan kembali *(Manurung et al., 2004)*. Proses pengolahan air limbah secara biologi seperti lumpur aktif dan biofilter anaerob-aerob secara teknis tidak akan efektif untuk mengatasi masalah warna dalam air limbah. Selain itu juga proses biologi ini tidak ekonomis untuk mendegradasi zat warna dari jenis organik rantai panjang. Organik rantai panjang seperti *anthraquinone dyes* untuk pewarna tekstil, merupakan senyawa organik yang sulit diuraikan/didegradasi dengan proses biologi tersebut. Untuk dapat mencapai efisiensi penurunan warna yang signifikan pada air limbah dengan proses-proses tersebut, diperlukan waktu tinggal yang sangat lama. Hal ini akan membawa dampak kepada dimensi reaktor pengolah limbah yang besar yang pada akhirnya menimbulkan biaya investasi yang tinggi *(Nugroho dan Ikbal, 2005)*. Melihat adanya kekurangan-kekurangan dari metode tersebut di atas maka diperlukan alternatif baru untuk mengolah limbah cair industri tekstil yang efektif dan efisien dalam menurunkan konsentrasi warna.

Baru-baru ini, sejumlah studi berfokus pada biomaterial yang mampu melakukan penyisihan warna dari limbah industri *(Srinivasan dan Viraraghavan, 2010)*. Material biologi seperti chitosan, ragi, jamur dan biomassa bakteri diketahui mampu digunakan sebagai biosorben untuk menghilangkan zat warna dari air limbah *(Robinson et al., 2001; Crini, 2006 dikutip dari Srinivasan dan Viraraghavan, 2010)*. Berdasarkan penelitian tersebut di atas diketahui bahwa salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan untuk menghilangkan zat warna dari air limbah adalah jamur. Jamur dari genus *Trichoderma* diketahui mampu melakukan proses penghilangan zat warna tekstil. Ada beberapa penelitian yang menjelaskan mengenai kemampuan *Trichoderma* dalam menyisihkan zat warna yaitu *Sadhasivam et al., (2005)* menemukan bahwa *Trichoderma harzianum* hidup dan mati dapat menyisihkan zat warna *Trypan Blue*, *Trichoderma harzianum* juga dapat menyisihkan zat warna *Rhodamine 6G* dan *Erioglaucine* dari air limbah (*Sadhasivam et al., 2007a,b)*, *Saeed et al., (2009)* juga telah menemukan bahwa *Trichoderma* *viride* mampu melakukan penyisihan zat warna *Methylene Blue* kemudian *Sivasamy dan Sundarabal, (2011)* juga menemukan bahwa *Trichoderma sp* dapat melakukan penyisihan zat warna azo *Orange G*.

Adapun mekanisme penyisihan warna dari air limbah dengan biomaterial dapat dikelompokkan menjadi biosorpsi, biodegradasi dan bioakumulasi *(Kaushik dan Malik, 2009)*. Biosorpsi dapat didefinisikan sebagai proses pengikatan zat terlarut oleh biomassa yang tidak melibatkan energi metabolisme, walaupun proses tersebut secara bersamaan terjadi dalam tubuh biomassa. Oleh karena itu, dapat terjadi pada biomassa hidup maupun mati *(Tobin et al., 1994)*. Biodegradasi adalah proses yang dipengaruhi dan melibatkan energi dalam memecahkan komponen zat warna menjadi berbagai produk melalui tindakan berbagai enzim. Bioakumulasi adalah akumulasi polutan oleh sel-sel yang tumbuh aktif melalui proses metabolisme (*Aksu dan Donmez, 2005)*.

Di Indonesia sendiri, *Nugroho et al., (2000)* telah berhasil mengisolasi fungi *Trichoderma* dari tanah perkebunan jeruk dan coklat di Provinsi Riau. Fungi ini yang semula diidentifikasi secara morfologi sebagai *Trichoderma viride* TNJ63 dan *Trichoderma harzianum* TNC52, belakangan diidentifikasi secara molekuler sebagai *Trichoderma asperellum* TNJ63 dan TNC52 *(Nugroho et al., 2008)* dan diketahui dapat menghasilkan enzim hidrolitik ekstraseluler, seperti *endokitinase*, *sellulase* dan *N-asetilglukosaminidase* sehingga dapat digunakan untuk berbagai proses bio-degradasi/bio-konversi.

Agar jamur dapat secara maksimal menyisihkan zat warna tekstil maka perlu diciptakan suatu lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan jamur. Salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses penghilangan warna oleh jamur adalah temperatur. Temperatur untuk pertumbuhan jamur *Trichoderma* berada pada kisaran 15 - 35oC, dengan rerata suhu terbaik pada 30 - 36oC *(Soesanto, 2008 dikutip dari Silalahi, 2010)*.

Berdasarkan pertimbangan tersebut di atas, maka dilakukan penelitian studi penyisihan zat warna *Colour Index Reactive Blue 5* (CIRB5) pada suhu 40oC oleh jamur hidup *Trichoderma asperellum* TNC52 hasil isolasi dari tanah perkebunan coklat di Provinsi Riau.

* 1. **Perumusan Masalah**

Air merupakan salah satu unsur penting bagi semua makhluk hidup dan lingkungan. Namun semakin berkembangnya sektor industri menyebabkan lingkungan perairan rentan terhadap bahaya pencemaran. Salah satu penyebabnya adalah buangan hasil industri yang prosesnya menggunakan zat-zat kimia berupa zat warna seperti industri tekstil.

Kebanyakan industri tekstil menggunakan zat warna sintetik reaktif yang sifatnya tidak berbau, memberikan warna yang cerah, tahan luntur dan memiliki daya resap terhadap kain yang cukup tinggi. Salah satu zat warna yang banyak digunakan adalah *Colour Index Reactive Blue 5* (CIRB5). Zat warna tersebut menghasilkan warna biru yang banyak digunakan untuk industri tekstil yang memproduksi jeans.

Buangan hasil industri tekstil secara fisik terlihat keruh, berwarna dan sulit terbiodegradasi secara alami. Hal ini dapat menimbulkan berbagai masalah jika limbah tersebut dibuang langsung ke perairan yaitu dapat mengganggu ekosistem, memperlambat proses fotosintesis, dan menghambat pertumbuhan biota akuatik karena sinar matahari tidak secara langsung masuk ke perairan. Oleh karena itu limbah warna harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan agar mencapai batas aman di lingkungan.

Teknologi pengolahan limbah cair industri tekstil pada umumnya dapat dilakukan baik secara kimia, fisika, biologi maupun kombinasi antara proses-proses tersebut misalnya dengan cara kimia menggunakan koagulan, secara fisika dengan adsorpsi dan pengolahan biologi dengan lumpur aktif dan biofilter anaerob-aerob. Penghilangan warna secara kimia menggunakan koagulan akan menghasilkan lumpur (*sludge*) dalam jumlah yang relatif besar dan perlu pengolahan lanjutan sehingga meningkatkan biaya operasional. Penghilangan warna dengan teknik adsorpsi menggunakan karbon aktif juga memerlukan biaya yang cukup tinggi karena harga karbon aktif relatif mahal. Proses pengolahan air limbah secara biologi seperti lumpur aktif dan biofilter anaerob-aerob memerlukan waktu tinggal yang sangat lama karena zat warna merupakan jenis organik rantai panjang yang sulit diuraikan. Hal ini akan membawa dampak kepada dimensi reaktor pengolah limbah yang besar yang pada akhirnya menimbulkan biaya investasi yang tinggi. Melihat adanya kekurangan-kekurangan dari metode tersebut di atas maka diperlukan alternatif baru untuk mengolah limbah cair industri tekstil yang efektif dan efisien dalam menurunkan konsentrasi warna dari limbah tekstil.

Salah satu alternatif pengolahan yang dapat dikembangkan untuk menangani limbah cair berwarna adalah melalui proses biosorpsi dan biodegradasi dengan memanfaatkan jamur. Dalam penelitian ini dilakukan proses penyisihan terhadap zat warna tekstil *Colour Index Reactive Blue 5* (CIRB5) menggunakan jamur hidup *Trichoderma asperellum* TNC52 pada suhu 40oC dengan harapan mengetahui kemampuan jamur tersebut dalam melakukan penyisihan terhadap zat warna CIRB5 pada lingkungan dengan suhu diatas suhu optimum pertumbuhan jamur tersebut.

* 1. **Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menyisihkan limbah warna tekstil dari jenis zat warna reaktif dengan struktur kromofor dari gugus antrakinon, yaitu *Colour Index Reactive Blue 5* (CIRB5) oleh jamur hidup *Trichoderma asperellum* TNC52 hasil isolasi dari tanah perkebunan coklat di Provinsi Riau pada suhu 40oC. Adapun tujuannya adalah untuk mempelajari pola dan kinetika serta pengaruh faktor biotis dan abiotis terhadap proses penyisihan limbah warna tekstil oleh jamur hidup *Trichoderma asperellum* TNC52.

* 1. **Ruang Lingkup Penelitian**

Untuk mencapai tujuan penelitian ini, adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Penelitian
2. Pembuatan Larutan Stock Zat Warna CIRB5 Konsentrasi 1000 mg/L dengan Aquadest.
3. Pembuatan Larutan Stock Zat Warna CIRB5 Konsentrasi 1000 mg/L dengan PDC.
4. Pembuatan Larutan Stock Cr6+ Konsentrasi 1000 mg/L.
5. Aklimatisasi jamur *Trichoderma asperellum* TNC52 yang dilakukan dalam labu Erlenmeyer volume 250 mL yang berisi *Potato Dextrose Cair* steril yang diberi zat warna *Colour Index Reactive Blue 5* (CIRB5) dengan konsentrasi berturut-turut 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 sampai 100 mg/L dengan volume kerja 150 mL.
6. Pembuatan kurva kalibrasi zat warna *Colour Index Reactive Blue 5* (CIRB5) berdasarkan hasil pengamatan absorbansi berbagai konsentrasi zat warna pada λ (panjang gelombang) 585 nm dengan *spektrofotometer*.
   1. Penelitian Pendahuluan
7. Penentuan pH optimum (3, 4 dan 5) untuk proses penyisihan zat warna CIRB5 oleh jamur hidup *Trichoderma asperellum* TNC52 pada berbagai variasi konsentrasi zat warna (yaitu 60, 80 dan 100 mg/L) pada suhu kamar/ruang (ambien).
   1. Penelitian Utama
8. Mengamati pengaruh umur jamur muda (fase logaritmik) *Trichoderma asperellum* TNC52 terhadap proses penyisihan zat warna CIRB5 pada suhu 40ºC pada pH optimum yang ditentukan dari penelitian pendahuluan.
9. Mengamati pengaruh umur jamur tua (fase stationer) *Trichoderma asperellum* TNC52 terhadap proses penyisihan zat warna CIRB5 pada suhu 40ºC pada pH optimum yang ditentukan dari penelitian pendahuluan.
10. Mengamati pengaruh lingkungan (asin)/kehadiran 1% NaCl terhadap proses penyisihan zat warna CIRB5 pada suhu 40ºC oleh jamur hidup *Trichoderma asperellum* TNC52 pada pH optimum yang ditentukan dari penelitian pendahuluan.
11. Mengamati pengaruh 5 mg/L logam berat Cr6+ terhadap proses penyisihan zat warna CIRB5 pada suhu 40ºC oleh jamur hidup *Trichoderma asperellum* TNC52 pada pH optimum yang ditentukan dari penelitian pendahuluan.
12. Memeriksa sampel penelitian dengan menggunakan alat *UV-Vis Spektrofotometer* Mini 1240 SHIMADZU.

* 1. **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung mulai bulan Maret sampai dengan Oktober 2011.

* 1. **Sistematika Penulisan Laporan**

Dalam penyusunan laporan tugas akhir penelitian studi penyisihan zat warna *Colour Index Reactive Blue 5* (CIRB5) pada suhu 40oC oleh jamur hidup *Trichoderma asperellum* TNC52 hasil isolasi dari tanah perkebunan coklat di Provinsi Riau, dibuat dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

**BAB I PENDAHULUAN**

Menguraikan tentang latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, tempat dan waktu penelitian serta sistematika penulisan laporan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Menguraikan tentang dasar-dasar teori yang mendukung penelitian yang dilakukan yang bersumber dari berbagai literatur.

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Menguraikan tentangmetodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian agar tercapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

**BAB IV HASIL DARI PENELITIAN DAN ANALISA**

Menguraikan tentang hasil dari penelitian yang telah dilakukan, pengolahan data disertai dengan analisa dan pembahasannya.

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Merangkum dan menyimpulkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.