

Studi Adsorpsi Pewarna Azo Direct Blue 71 pada Jamur Lapuk Putih (*Trametes versicolor*)

Adsorption Study of Azo Direct Blue 71 Dye on *Trametes versicolor*

¹⁾Nur Asiah, ²⁾Sulfikar, ³⁾Maryono

^{1,2,3)}Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Email: sulfikar@unm.ac.id

ABSTRAK

Jamur lapuk putih diketahui mampu menurunkan konsentrasi beberapa zat pewarna tekstil. Penurunan konsentrasi ini dapat berjalan secara enzimatik maupun adsorpsi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum penurunan konsentrasi pewarna Azo Direct oleh jamur lapuk putih (*Trametes versicolor*). Sampel yang digunakan adalah Azo Direct 5 ppm dan 30 mg jamur kering. Penentuan kondisi optimum meliputi waktu kontak, pH, dan suhu. Penurunan konsentrasi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Diperoleh kondisi optimum penurunan konsentrasi pada waktu kontak 100 menit, pH 3 dan suhu 50°C dengan efisiensi 66%.

Kata kunci: Kondisi optimum adsorpsi, zat pewarna, Azo Direct, *Trametes versicolor*, waktu, pH, suhu

ABSTRACT

White rot fungi is able to decrease the concentration of some textile dyes. Decreased concentration can occur enzymatically or adsorption. This research was conducted to determine the optimum conditions for the decreased concentration of Azo Direct dye by white rot fungi (*Trametes versicolor*). This research carried out in several stages, determination of the maximum wavelength, manufacture of standard curves and determination of optimum conditions, include contact time, pH and temperature. Decrease concentration was measured by UV-Vis spectrophotometer. Azo Direct dye 5 ppm and 30 mg of dried white rot fungi are the sample used. Obtained optimum conditions decrease at 100 minutes contact time, pH 3 and at 50°C with 66% efficiency.

Keywords: Adsorption optimum conditions, dye, Azo Direct, *Trametes versicolor*, contact time, pH, temperature

PENDAHULUAN

Pembuatan kain mulanya dilakukan secara tradisional serta dengan bahan-bahan alami. Namun sekarang, hampir sebagian besar kain tradisional menggunakan pewarna sintetis. Penggunaan pewarna alami ditinggalkan karena biaya yang digunakan lebih mahal serta proses pembuatannya yang membutuhkan

waktu yang cukup lama dan rumit dibandingkan pewarna sintetis yang dapat langsung digunakan (Kemenperin, 2013).

Penggunaan pewarna sintetis menghasilkan dampak positif dan negatif. Dampak positif yang dihasilkan ialah efisiensi dan ketersediaan rentang warna yang luas, sedangkan dampak negatifnya adalah

dapat menghasilkan limbah yang berbahaya terutama pada lingkungan. Zat pewarna sintetis yang biasa digunakan pada industri tekstil diantaranya adalah zat warna azo, indigoid dan antraquinon. Zat warna Azo merupakan jenis zat warna sintesis yang cukup penting. Lebih dari 50% zat warna dalam daftar *Color Index* adalah jenis zat warna azo (Manurung, 2004). Hampir 70% zat pewarna sintetis yang digunakan pada proses pencelupan kain di Industri tekstil adalah zat warna azo (Carliell, 1995 dalam Sukarta, 2011). Zat warna ini mengandung gugus aromatik rantai panjang yang sukar diurai. Limbah pewarna tekstil mendapat perhatian cukup besar karena kemampuannya dalam membentuk produk aromatik yang beracun dan rendahnya kecepatan penguraian sehingga memiliki dampak yang buruk terhadap lingkungan.

Zat pewarna azo umumnya mempunyai LD_{50} (*Lethal Dosis*) sebesar 250-200 mg/kg berat badan dan hanya sedikit yang mempunyai LD_{50} di bawah 250 mg/kg berat badan. Meskipun toksisitas akutnya tergolong rendah, akan tetapi adanya zat warna dalam perairan dapat mengganggu penetrasi sinar matahari pada perairan, akibatnya kehidupan organisme dalam perairan terganggu dan sekaligus akan mengancam kelestarian ekosistem akuatik. Pada manusia, jika terjadi kontak jangka panjang akan menyebabkan iritasi kulit, iritasi mata, bahkan akan menyebabkan kanker karena sifatnya yang karsinogenik (Sastrawidana, 2009).

Penanggulangan masalah pewarna tekstil dari limbah hasil industri tekstil telah banyak dikembangkan, seperti flokulasi, ozonisasi, dan koagulasi. Akan tetapi

hanya sedikit dari metode-metode tersebut yang bisa diaplikasikan karena biaya yang cukup mahal, kurang efisien dan tidak dapat digunakan untuk berbagai pewarna sintetis. Salah satu pengolahan limbah tekstil yang cukup terjangkau, efisien dan tidak hanya spesifik untuk satu macam pewarna sintetis dan telah diteliti ialah menggunakan jamur. Jamur khususnya jamur lapuk putih mampu mendegradasi struktur lignin yang kompleks yang mengandung struktur aromatik dengan adanya enzim ekstraseluler yang dimilikinya. Kemampuan ini dapat dimanfaatkan untuk mendegradasi senyawa dengan struktur aromatik seperti pewarna sintetis (Bulan, 2010).

Spesies jamur lapuk putih yang ada di hutan tropis Indonesia cukup banyak. Berdasarkan cara hidupnya, jamur ini hidup dengan memanfaatkan bahan organik yang ada pada batang kayu. Jamur ini dapat mendegradasi bahan-bahan berlignoselulosa secara efisien dan membuat kayu menjadi lapuk. Kemampuannya dalam mendegradasi kayu bersifat nonspesifik sehingga disamping dapat merombak lignin dan hemiselulosa, juga mampu merombak senyawa-senyawa kimia yang mempunyai struktur aromatik seperti fenol dan zat warna tekstil (Sastrawidana, 2009).

Christian (2007) telah meneliti pengolahan warna limbah tekstil oleh berbagai jenis jamur dalam suatu bioreaktor dan menyimpulkan bahwa penghilangan warna dalam limbah tekstil terutama disebabkan oleh enzim dari jamur lapuk putih. Jamur lapuk putih yang digunakan adalah *Trametes hirsuta*, *Trametes versicolor*, *Laetiporus sp.*, *P. Chrysosporium* dan semua jenis jamur lapuk putih yang

digunakan pada penelitian tersebut berperan dalam penghilangan warna dalam limbah tekstil.

Beberapa penelitian lain juga telah membahas mengenai pemanfaatan jamur lapuk putih, salah satunya adalah penelitian oleh Supriyanto (2009), yang menyimpulkan bahwa jamur lapuk putih memiliki potensi sebagai agen *biobleaching pulp* kardus bekas menggantikan klorin. Penelitian lain mengenai jamur lapuk putih khususnya dalam penurunan kadar zat warna tekstil antara lain, penelitian oleh Bulan (2010), yang menyimpulkan bahwa jamur lapuk putih *T. versicolor* dapat digunakan sebagai koagulan untuk menurunkan kadar warna karena dapat menghasilkan enzim lignolase dan tidak meningkatkan kadar racun dalam media tersebut, Darnianti (2008), dalam tesisnya menyimpulkan bahwa jamur lapuk putih jenis *T. versicolor* mampu menurunkan kadar warna limbah cair industri pencucian jeans dengan menyisihkan kekeruhan sebesar 95.06%, TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 80.49 % dan COD sebesar 91.23%. Penelitian oleh Theerachat (2011) mengenai penggunaan jamur lapuk putih *T. versicolor* untuk mendegradasi zat warna. Pada penelitian tersebut, jamur lapuk putih *T. versicolor* mampu mendegradasi tujuh jenis zat warna tekstil yang terdiri dari 4 zat warna turunan azo, 2 turunan antraquinon dan 1 dari turunan zat warna indigo. Sistem enzim lignolitik yang memiliki spesifitas yang rendah terhadap substrat dimungkinkan karena adanya isoenzim yang terisolasi dari jamur lapuk putih yang berfungsi mengurai zat warna. Sepuluh jenis pewarna termasuk

diantaranya Azo (Ollikka, et al. 1993). Selain karena adanya enzim, penurunan konsentrasi zat warna Azo oleh jamur lapuk putih berdasarkan hasil penelitian juga disebabkan oleh adsorpsi pada miselium jamur (Cripps, et al. 1990).

Berdasarkan uraian di atas, penulis menganggap perlu melakukan pengkajian lebih dalam mengenai kemampuan jamur lapuk putih untuk mengurangi konsentrasi pewarna tekstil. Enzim yang berperan dalam proses ini memiliki kondisi optimum dalam bereaksi dengan substrat. Penguraian pewarna tekstil menggunakan jamur lapuk putih dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti lama waktu kontak, pH dan suhu. Pada kondisi pH optimum, enzim akan bekerja secara optimal sehingga proses degradasi limbah akan berlangsung dengan cepat, begitu pula dengan suhu (Ali, 2008). Waktu kontak juga mempengaruhi proses degradasi limbah tekstil karena kerja enzim dipengaruhi lama waktu kontak jamur dengan limbah tekstil, sehingga untuk memperoleh efisiensi penguraian zat pewarna tekstil yang besar oleh jamur *T. versicolor*, maka perlu ditentukan terlebih dahulu kondisi optimumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum (waktu kontak, pH dan suhu) penurunan konsentrasi zat pewarna tekstil Azo Direct oleh jamur lapuk putih (*T. versicolor*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan pola faktorial yang terdiri atas 3 faktor.

Faktor I adalah waktu yang terdiri dari 8 level, faktor II adalah pH yang terdiri dari 8 level dan faktor III adalah suhu

yang terdiri dari 6 level, dimana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

X Y	Variasi Kondisi		
	Waktu (Y ₁)	pH (Y ₂)	Suhu (Y ₃)
Sampel (X)	XY _{1a}	XY _{2a}	XY _{3a}
	XY _{1b}	XY _{2b}	XY _{3b}
	XY _{1c}	XY _{2c}	XY _{3c}
	XY _{1d}	XY _{2d}	XY _{3d}
	XY _{1e}	XY _{2e}	XY _{3e}
	XY _{1f}	XY _{2f}	XY _{3f}
	XY _{1g}	XY _{2g}	
	XY _{1h}	XY _{2h}	

Keterangan :

(Sudjana, 2002)

- a. XY_{1a}: Waktu 20 menit
- b. XY_{1b}: Waktu 40 menit
- c. XY_{1c}: Waktu 60 menit
- d. XY_{1d}: Waktu 80 menit
- e. XY_{1e}: Waktu 100 menit
- f. XY_{1f}: Waktu 120 menit
- g. XY_{1g}: Waktu 140 menit
- h. XY_{1h}: Waktu 160 menit
- a. XY_{2a}: pH 2
- b. XY_{2b}: pH 3
- c. XY_{2c}: pH 4
- d. XY_{2d}: pH 5
- e. XY_{2e}: pH 6
- f. XY_{2f}: pH 7
- g. XY_{2g}: pH 8
- h. XY_{2h}: pH 9
- a. XY_{3a}: Suhu 35°C
- b. XY_{3b}: Suhu 40°C
- c. XY_{3c}: Suhu 45°C
- d. XY_{3d}: Suhu 50°C
- e. XY_{3e}: Suhu 55°C
- f. XY_{3f}: Suhu 60°C

Jamur lapuk putih (*T. versicolor*) yang diambil dari hutan di Dusun Kappang Desa Labuaja Kec. Cenrana Kab. Maros dicuci air mengalir yang berfungsi untuk membersihkan jamur dari pengotornya seperti tanah dan serat-serat kulit batang kayu. Kemudian jamur dipotong kecil-kecil dengan panjang ± 1 cm dan dikeringkan.

1. Penentuan Kondisi Optimum Penurunan Konsentrasi Zat pewarna Tekstil Azo Direct oleh Jamur Lapuk Putih *Trametes versicolor*

a. Waktu Kontak Optimum

Larutan sampel warna Azo Direct dengan konsentrasi 5 ppm sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam masing-masing 27 erlenmeyer yang berbeda mencakup replikasi sebanyak 3 kali dari 8 variasi waktu, meliputi 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 menit dan sebuah kontrol. Masing-masing 24 erlenmeyer ditambahkan 30 mg jamur dan 3 erlenmeyer tanpa jamur kemudian dikocok di dalam *shaker incubator* (Stuart Orbital Incubator SI 500). Masing-masing campuran diambil pada menit ke-20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 dan 160 menit. Kemudian campuran disaring dan didiamkan selama 60 menit. Larutan sampel tersebut kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum serapan Direct Blue 71 yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu 625 nm. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan sampel Azo Direct 5 ppm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 2450) pada kisaran panjang gelombang 400-760 nm.

b. Penentuan pH Optimum

Larutan dengan pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 dibuat menggunakan aquabides dengan penambahan sejumlah HCl atau NaOH dan diukur pHnya (pH meter merk Schott Instrument Tipe Lab 850) atau gabungan dari keduanya. Selanjutnya, sejumlah tertentu zat pewarna ditambahkan untuk membuat larutan zat pewarna 5 ppm untuk dilarutkan ke dalam masing-masing larutan pH tersebut. Setelah itu ke dalam tiga erlenmeyer masing-masing ditambahkan 50 mL larutan zat pewarna tadi dan 30 mg jamur. Hal ini dilakukan untuk masing-masing larutan zat pewarna 5 ppm untuk semua variasi pH. Kemudian dikocok dengan *shaker incubator* selama waktu optimum yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian campuran disaring dan didiamkan selama 60 menit dan diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis.

c. Penentuan Suhu Optimum

Sebanyak 50 mL larutan sampel warna Azo Direct dengan konsentrasi 5 ppm dengan pH larutan sesuai pH optimum yang diperoleh (sesuai Kegiatan 5.b) masing-masing dimasukkan ke dalam 21 erlenmeyer yang berbeda (6 variasi suhu dan sebuah kontrol masing-masing dilakukan triplikat). Masing-masing 18 erlenmeyer ditambahkan 30 mg jamur dan 3 erlenmeyer lainnya tanpa penambahan jamur, kemudian dikocok dalam *shaker incubator* selama waktu optimum yang telah diperoleh (sesuai hasil Kegiatan 5.a) dengan mengatur suhu inkubator. Suhu masing-masing variasi diatur pada 35°C, 40°C, 45°C, 50°C, 55°C dan 60°C.

Kemudian campuran disaring dan dibiarkan selama 60 menit dan diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis.

2. Analisis Data

Besarnya efisiensi penurunan konsentrasi zat warna oleh jamur diperoleh dengan mengolah data dari hasil penentuan berbagai kondisi optimum dengan persamaan:

$$\% \text{Efisiensi} = \frac{(C_{s_0} - C_{s_x}) - (C_{k_0} - C_{k_x})}{C_{s_0}} \times 100\%$$

Keterangan:

- C_{s_0} : Konsentrasi awal sampel
- C_{s_x} : Konsentrasi akhir sampel
- C_{k_0} : Konsentrasi awal kontrol
- C_{k_x} : Konsentrasi akhir kontrol

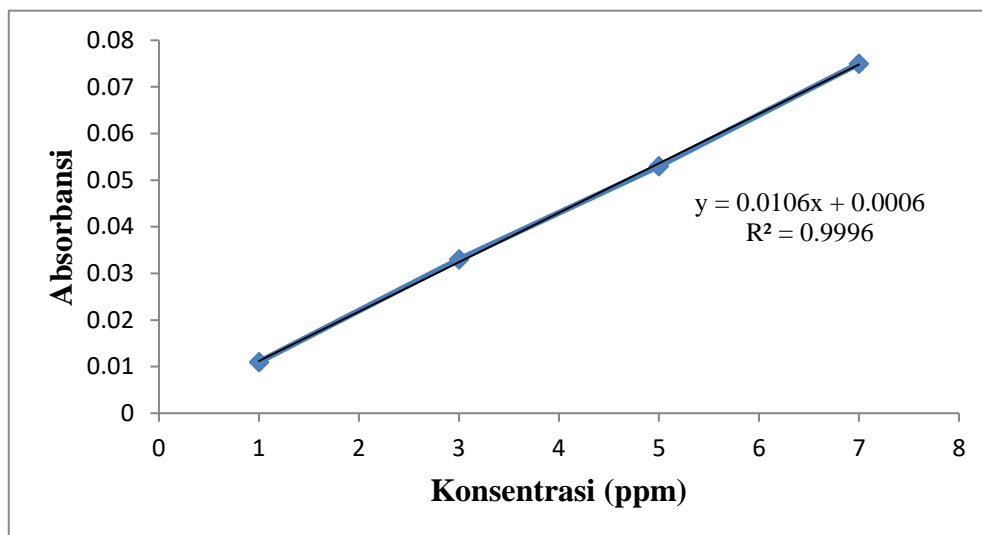
Konsentrasi sampel (C_s) adalah konsentrasi larutan warna yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis setelah larutan sampel warna

mengalami perlakuan sedemikian rupa, yaitu penambahan jamur, pengaturan kondisi sesuai variasi kondisi optimum yang ditentukan, penyerapan dan penyaringan. Konsentrasi kontrol (C_k) adalah konsentrasi larutan warna yang telah dilakukan perlakuan yang sama dengan perlakuan sampel namun tanpa penambahan jamur.

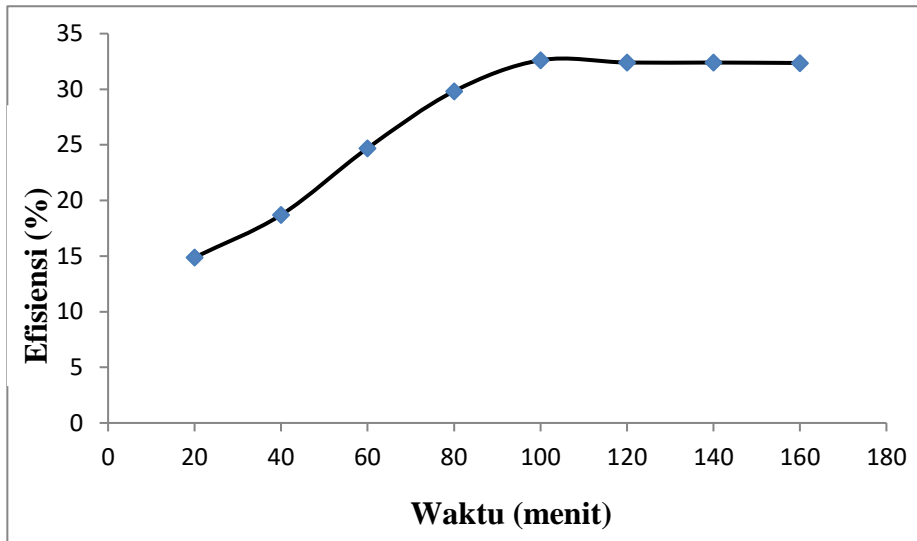
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

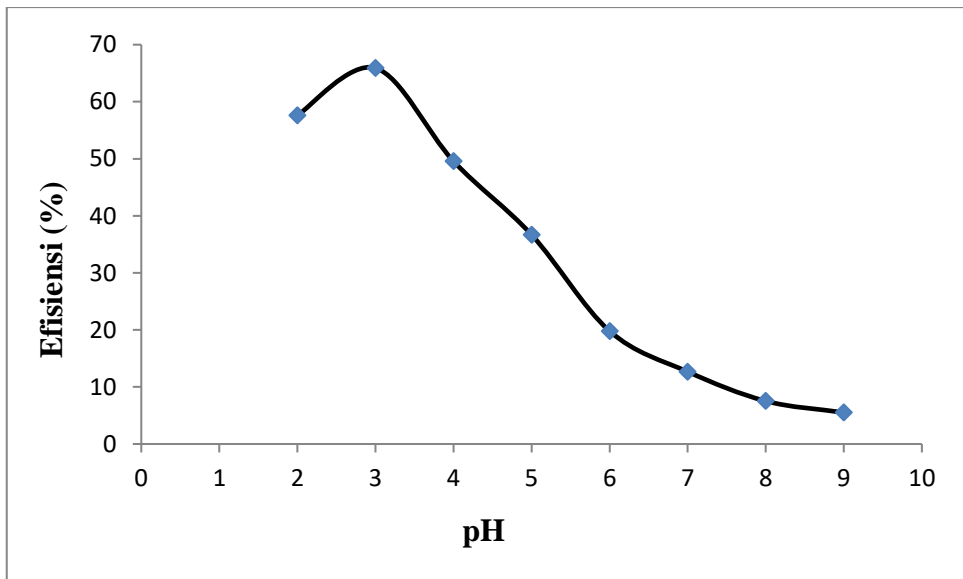
Hasil kalibrasi diperoleh persamaan garis lurus dengan $r^2 = 0.9997$ (Gambar 1). Berdasarkan hasil penelitian, waktu kontak optimum adalah pada pengocokan selama 100 menit (Gambar 2), pH optimum adalah pH 3 (Gambar 3), dan suhu optimum adalah 50°C dengan nilai efisiensi sebesar 65.63% (Gambar 4).



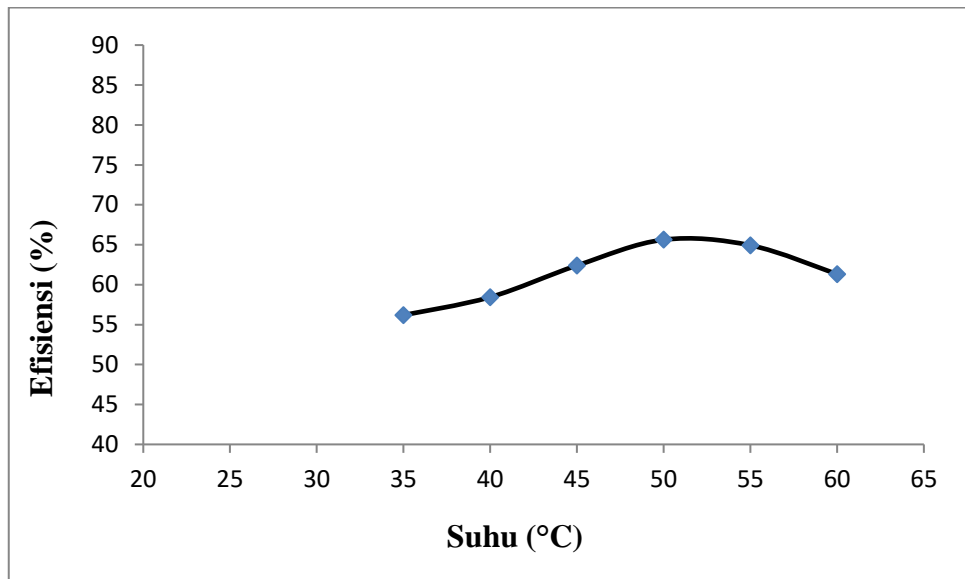
Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Zat Warna Tekstil Azo Direct Blue 71



Gambar 2. Penentuan Waktu kontak Optimum Penurunan Konsentrasi Zat Pewarna Tekstil Azo Direct oleh Jamur Lapuk Putih *T. versicolor*



Gambar 3. Hasil Penentuan pH Optimum Penurunan Konsentrasi Zat pewarna Tekstil Azo Direct oleh Jamur Lapuk Putih *T. versicolor*



Gambar 4. Hasil Penentuan suhu Optimum Penurunan Konsentrasi Zat pewarna Tekstil Azo Direct oleh Jamur Lapuk Putih *T. versicolor*

2. Pembahasan

Penurunan konsentrasi zat warna dapat disebabkan penguraian oleh enzim dapat pula oleh adsorpsi zat warna oleh jamur. Jamur lapuk putih dapat mengurai zat warna Azo dan zat warna heterosiklik dengan adanya enzim ekstraseluler yang dimilikinya (Cripps *et al.*, 1990, Spadaro *et al.*, 1992). Enzim ekstraseluler di dalam sel dan kemudian dikeluarkan di luar sel, di mana fungsi mereka adalah untuk memecah makromolekul kompleks menjadi unit yang lebih kecil yang akan diambil oleh sel untuk pertumbuhan dan asimilasi (Sinsabaugh *et al.*, 1994). Enzim ini mendegradasi bahan organik kompleks menjadi gula sederhana yang akan digunakan sebagai sumber karbon, energi, dan nutrisi. Enzim ekstraseluler umumnya mengontrol aktivitas enzim tanah melalui degradasi efisien biopolymer (Burns *et al.*, 2013). Beberapa penelitian menjelaskan bahwa enzim lignolitik memiliki

isoenzim yang memiliki spesifitas substrat yang berbeda sehingga mampu mengurai beberapa zat pewarna, salah satunya adalah pewarna Azo (Ollikka *et al.*, 1993 ; Mansur *et al.*, 2003).

Penurunan konsentrasi zat warna oleh jamur secara adsorpsi dapat disebabkan oleh adanya pori-pori pada penampang jamur. Cripps *et al.* (1990) pada penelitiannya menjelaskan bahwa beberapa zat warna tidak terdegradasi melainkan terserap pada miselium. Teori tubuh jamur terdiri atas hifa yang merupakan jalinan/anyaman benang-benang yang bercabang-cabang ke berbagai arah yang membentuk miselium. Miselium adalah bagian tubuh jamur yang berperan untuk menyerap zat makanan dari bahan organik tempat hidupnya (Pacito, 2010).

Besarnya nilai penurunan konsentrasi zat pewarna azo Direct pada berbagai variasi waktu pada penelitian ini memiliki rentangan efisiensi antara 14 sampai 32% (Gambar 2). Dari kurva tersebut jelas terlihat bahwa efisiensi

terus meningkat dari waktu kontak pertama hingga waktu kontak ke-5, selanjutnya tidak terjadi perubahan yang signifikan hingga waktu kontak ke-8 sehingga dapat dikatakan bahwa waktu kontak optimum adalah waktu kontak ke-5 yaitu 100 menit. Ini menunjukkan bahwa enzim pada jamur lapuk putih *T. versicolor* bekerja optimum pada waktu kontak ke-5 yaitu 100 menit. Secara teoritis, hubungan atau kontak antara enzim dengan substrat menyebabkan terjadinya kompleks enzim-substrat. Kompleks ini merupakan kompleks yang aktif, yang bersifat sementara dan akan terurai lagi apabila reaksi yang diinginkan telah terjadi (Poedjiadi, 1994). Dalam peranannya sebagai adsorben, berdasarkan ciri-ciri fisiologisnya yang memiliki pori-pori di bawah tudung, kemampuan jamur menyerap zat pewarna bergantung pada waktu yang dibutuhkan zat pewarna terjerap dalam pori-pori jamur. Sulistyawati (2008) menjelaskan bahwa dalam proses adsorpsi, sebagian adsorbat ada yang terjerap di permukaan luar, tetapi sebagian besar lainnya terdifusi lanjut ke dalam pori-pori. Jika permukaan adsorben sudah jenuh atau mendekati jenuh maka adsorbat yang belum terjerap akan berdifusi keluar pori dan kembali ke larutannya.

Salah satu faktor yang mempengaruhi penguraian zat pewarna, baik secara enzimatik maupun secara adsorpsi oleh jamur adalah pH. Berdasarkan hasil penelitian, pH optimum tercapai pada pH 3 (Gambar 3). Perubahan pH dapat mengakibatkan aktivitas enzim mengalami perubahan. Pada pH optimum aktivitas enzim akan optimal sehingga memberikan nilai efisiensi

degradasi yang besar (Dayaram, 2008). Dinatha (2013) memperoleh pH optimum perombakan limbah tekstil oleh jamur *Daedaleopsis eff. Confragosa* pada pH 4. Secara teoritis, pH optimum dapat bergantung pada substrat, meskipun demikian, enzim lignolitik pada jamur yang berperan dalam mengurai zat pewarna tekstil kebanyakan bekerja aktif pada pH 3 (Palmieri, et al : 1998).

Pada penelitian ini, penentuan suhu optimum pada pH 3 dengan pengocokan selama 100 menit pada berbagai variasi suhu, terlihat bahwa efisiensi paling tinggi adalah pada suhu 50°C dengan efisiensi penurunan konsentrasi sebesar 66%. Hasil yang diperoleh sesuai dengan simpulan Han (2005) tentang karakterisasi lakase dari jamur lapuk putih yang menunjukkan bahwa enzim lakase yang dalam penelitiannya berperan dalam penguraian zat pewarna tekstil aktif secara optimal pada suhu 50°C. Secara teoritis, jika suhu dinaikkan, maka aktivitas enzim meningkat. Namun, kenaikan suhu yang cukup besar dapat menyebabkan enzim mengalami denaturasi dan mematikan aktivitas katalisisnya. Sebagian besar enzim mengalami denaturasi pada suhu di atas 60°C (Sirajuddin, 2011).

Proses yang berperan pada pengurangan konsentrasi zat pewarna azo pada penelitian ini adalah adsorpsi dan enzimatik. Pada penelitian ini, yang diamati adalah kondisi optimum yang dibutuhkan oleh jamur lapuk putih dalam menurunkan konsentrasi zat warna baik melalui proses adsorpsi maupun enzimatik. Proses yang paling berperan tidak dapat ditentukan karena pengukuran didasarkan pada pengukuran penurunan konsentrasi pada intensitas warna (konsentrasi zat

warna) yang dihasilkan setelah ditambahkan jamur. Adanya proses adsorpsi pada penurunan zat warna oleh jamur lapuk putih diamati dengan terikatnya zat warna pada miselium jamur. Pengukuran banyaknya zat pewarna yang terikat pada miselium jamur oleh Cripps (1990) dengan mengekstrak kembali zat warna yang terikat diperoleh mencapai 11- 49%. Pada proses enzimatik, pengamatan dilakukan berdasarkan pengukuran karakteristik biokimia dari enzim yang diproduksi oleh jamur lapuk putih (Mansur *et al.*, 2003). Young (1997 dalam Selvam *et al.*, 2002) menjelaskan bahwa terikatnya zat warna pada miselium jamur secara fisik maupun kimia serta degradasi enzimatik oleh enzim ekstraseluler adalah proses utama pada pengurangan zat warna oleh jamur lapuk putih. Berdasarkan alasan tersebut, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk dapat mengamati lebih jauh mengenai peranan masing-masing proses dalam menurunkan konsentrasi zat warna oleh jamur lapuk putih.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum penurunan konsentrasi zat pewarna tekstil Azo Direct Blue 71 dengan konsentrasi 5 ppm (240 μ M) oleh Jamur lapuk putih *T. Versicolor* adalah pada waktu kontak 100 menit, pH 3 dan suhu 50°C. Pada kondisi tersebut, terjadi penurunan konsentrasi sebesar 66%. Penurunan konsentrasi zat pewarna tekstil Azo Direct oleh Jamur lapuk putih *T. versicolor* kemungkinan disebabkan oleh peranan adsorpsi fisik maupun kimia zat warna pada

miselium jamur serta degradasi enzimatik oleh enzim ekstraseluler.

B. Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme yang berperan pada penurunan konsentrasi zat pewarna tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, P. dan Muhammad, S.K. 2008. *Biodecolorization of Acid Violet 19 by Alternaria solani*. African journal of biotechnology volume 7.
- Bulan, R. dkk. 2010. *Decreasement of Colour and Cod Content of The Liquid Waste Product from The Jeans Washing Industry by Chitosan and Trametes Versicolor*. Indo. J. Chem., 2010, 10 (1), 75 – 79: Medan
- Burns *et al.*, 2013. *Greater Sexual Reproduction Contributes to Differences in Demography of Invasive Plants and Their Noninvasive Relatives*. Ecology 94:995–1004
- Christian, H. dkk. 2007. *Kemampuan Pengolahan Warna Limbah Tekstil oleh Berbagai Jenis Fungi dalam Suatu Bioreaktor*. Surabaya
- Cripps *et al.* 1990. *Biodegradation of Azo and Heterocyclic Dyes by Phanerochaete chrysosporium*. Applied and environmental microbiology, apr. 1990, p. 1114-1118. Vol. 56, No. 4. Utah State University. Logan
- Darnianti. 2008. *Penurunan Kadar Warna Limbah Cair Industri Pencucian Jeans dengan Kitosan dan Jamur Lapuk*

- Putih (Trametes versicolor)*.
USU Repository©2008:
Medan
- Dayaram, P. and Debjani D. 2008. "Decolorisation of synthetic dyes and textile wastewater using *Polyporus rubidus*". *J. Environ. Bio*, Volume 29
- Dinatha, N. M. 2013. *Degradasi Limbah Tekstil menggunakan Jamur Lapuk Putih Daedaleopsis Eff.Confragosa*. Program Magister Program Studi Kimia Terapan Univ. Udayana : Bali
- Han, M.J. et al. *Purification and Characterization of Laccase from the White Rot Fungus Trametes versicolor*. *The Journal of Microbiology*, December 2005, p.555-560 Vol. 43, No. 6: Korea
- Kemenperin. 2013. *Kemenperin Kembangkan Pemakaian Pewarna Alami*. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/>: Jakarta
- Manurung, R. dkk. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif secara Anaerob-aerob*. <Http://www.library.usu.ac.id/download/ft/tkimia-renita2.pdf>.
- Mansur, M. et al. 2003. *The white-rot fungus Pleurotus ostreatus secretes laccase isozymes with different substrate specificities*. *Mycologia*, 95(6), 2003, pp. 1013–1020: The Mycological Society of America
- Ollikka, P. et al. 1993. *Decolorization of Azo, Triphenyl Methane, Heterocyclic, and Polymeric Dyes by Lignin Peroxidase Isoenzymes from Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and environmental microbiology*, dec. 1993, p. 4010-4016. Vol. 59, No. 12. University of Turku: Finland
- Palmieri, G., et al. 1998. *White Laccase from Pleurotus ostreatus*. *Proceedings of the 7th International Conference on Biotechnology in the Pulp and Paper Industry*. June 16-19, 1998, Oral presentations (A): Vancouver, Canada,
- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. UI-Press, Jakarta.
- Sastrawidana, I.D.K. 2009. *Isolasi Bakteri Dari Lumpur Limbah Tekstil Dan Aplikasinya Untuk Pengolahan Limbah Tekstil Menggunakan System Kombinasi Anaerob-Aerob*. Disertasi doctor ilmu lingkungan (spesialisasi pencemaran lingkungan). IPB: Bogor
- Selvam, K. et al. *Decolourization Of Azo Dyes And A Dye Industry Effluent By A White Rot Fungus thelephorasp*. *Bioresource Technology* 88 (2003) 115–119. Division of Biological Sciences and Basic Science Research Institute, Chonbuk National University: Republic of Korea
- Sinsabaugh et al., 1994. *Resource Allocation to Extracellular Enzyme Production: a Model for Nitrogen and Phosphorus Control of Litter Decomposition*. *Soil Biol. Biochem.* 26, 1305-1311
- Sirajuddin, S. 2011. *Penuntun Pratikum Biokimia*. UNHAS : Makassar

- Spadaro *et al.* 1992. *Degradation of Azo Dyes by the Lignin-Degrading Fungus Phanerochaete chrysosporium*. Applied and environmental microbiology, aug. 1992, p. 2397-2401. Vol. 58, No. 8: Oregon
- Sudjana. 2002. *Desain Dan Analisis Eksperimen*. Edisi 4. Tarsito Bandung : Bandung.
- Sukarta, I.N. 2011. Pemanfaatan Jamur Pelapuk Kayu Jenis *Pleurotus Sp* untuk Mendegradasi Zat Warna Tekstil Jenis Azo. Ejournal.undiksha.ac.id/index.php/semnasmipa
- Sulistiyawati, S. 2008. *Modifikasi Tongkol Jagung sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II)*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Supriyanto, A. 2009. *Manfaat Jamur Pelapuk Putih Phanerochaete chrysosporium LI dan Pleurotus EB9 untuk Biobleaching Pulp Kardus Bekas*. Departemen silvikultur, Fakultas kehutanan. ITB: Bogor
- Theerachat, et al. 2011. *Comparison of Synthetic Dye Decolorization by Whole Cells and a Laccase Enriched Extract from Trametes Versicolor 6Dsm11269*. African Journal of Biotechnology Vol. 11(8), pp. 1964-1969.