

PEMANFAATAN JAMUR PELAPUK KAYU JENIS *Pleurotus sp* UNTUK MENDEGRADASI ZAT WARNA TEKSTIL JENIS AZO

I Nyoman Sukarta¹, I Made Gunamantha² dan Ni Luh Hepy Karniawan³

^{1,2}Jurusan Analis Kimia FMIPA Undiksha

³Alumni Analis Kimia FMIPA Undiksha

e-mail: inyomansukarta@yahoo.co.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis waktu, pH dan konsentrasi optimal yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo jenis *remazol red*. Subjek dalam penelitian ini adalah jamur pelapuk kayu jenis *Pleurotus sp.* yang diperoleh dari tempat budidaya jamur tiram putih yang ada di Desa Tamblang, Kecamatan Kubutambahan, Kabupaten Buleleng. Sedangkan objek penelitian ini adalah pH, konsentrasi dan waktu optimum yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna tekstil jenis azo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu optimal yang diperlukan oleh jamur *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo adalah 7 hari dengan nilai efisiensi sebesar 89,30% dan pH optimal yang diperlukan oleh jamur *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo adalah pada pH 5 dengan nilai efisiensi sebesar 91,86%. Sedangkan konsentrasi optimal yang diperlukan oleh jamur *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo adalah 30 ppm dengan nilai efisiensi sebesar 89,27%.

Abstract: This study aimed to analysis of optimum time, pH and concentration that be needed *Pleurotus sp.* to degradation of dyes kind remazol red. The subject of the study were white rote fungus kind *Pleurotus sp.* from white fungus cultivation at Tamblang Village, Kubutambahan district Buleleng regency. Meanwhile, objects of study were time, pH and concentration optimum that be needed *Pleurotus sp.* to degradation dyes textiel kind azo. Findings of the study showed that optimum time that be needed *Pleurotus sp.* fungus to degradation azo dyes is 7 days with efficiency 89.30% and optimum pH that be needed *Pleurotus sp.* fungus to degradation azo dyes is 5 with efficiency 91.86%. On the ather hand, optimum concentration that be needed *Pleurotus sp.* to degradation azo dyes is 30 ppm with efficiency 89,27%.

Kata-kata kunci : *Pleurotus sp.*, remazol red, efisiensi, degradasi zat azo

PENDAHULUAN

Sektor industri berkembang pesat seiring dengan meningkatnya penemuan-penemuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, hal ini dapat dilihat pada tahun 2006 kontribusi sektor industri sebesar 11,7 % terhadap total ekspor nasional dan 20,2 % terhadap surplus perdagangan nasional (Ermina, 2007). Tentu saja ini merupakan hal yang menggembirakan, karena industri itu sendiri dibangun untuk mempermudah manusia dalam menjalani berbagai aspek kehidupannya. Namun, sangat disayangkan perkembangan industri ini tidak diiringi dengan peningkatan kepedulian terhadap lingkungan. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pencemaran yang timbul akibat pembuangan limbah industri ke lingkungan.

Salah satu limbah industri yang menjadi kontributor utama penyebab pencemaran air adalah limbah zat warna yang dihasilkan dari proses pencelupan pada suatu industri tekstil. Zat warna yang paling banyak digunakan dalam industri tekstil adalah zat warna azo. Zat warna azo disintesis untuk tidak mudah rusak oleh perlakuan kimia maupun perlakuan fotolitik. Untuk itu, bila dibuang ke perairan akan mengganggu estetika dan meracuni biota air di dalam badan air tersebut. Hal ini dikarenakan berkurangnya oksigen yang dihasilkan selama proses fotosintesis akibat terhalangnya sinar matahari untuk masuk ke dalam badan air akibat keberadaan limbah zat warna. Selain itu perombakan zat warna azo secara aerobik pada dasar perairan menghasilkan

senyawa amina aromatik yang kemungkinan lebih toksik dibandingkan dengan zat warna azo itu sendiri (Van der Zee, 2002).

Banyak usaha yang telah dilakukan untuk meminimalisir dan mengatasi pencemaran dari zat warna Azo. Salah satunya dengan cara kimia yaitu dengan menambahkan zat kimia sebagai koagulan, akan tetapi cara ini memiliki kelemahan yaitu dihasilkan lumpur kimia (*sludge*) yang cukup banyak dan diperlukan pengelolaan *sludge* lebih lanjut yang memerlukan biaya relatif tinggi dan lumpur yang dihasilkan ini juga akan menimbulkan masalah baru bagi unit pengolahan limbah (Arifin, 2008).

Untuk menangani masalah di atas, maka penggunaan mikroorganisme untuk mengolah limbah tekstil sangat berpotensi untuk dikembangkan karena limbah tekstil dengan kandungan bahan organik yang tinggi dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung oleh mikroorganisme sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Akan tetapi tidak semua mikroba mampu merombak zat warna tekstil. Mikroba yang banyak dikaji dan potensial dikembangkan adalah bakteri dan jamur. Kelemahan perombakan menggunakan bakteri adalah bekerja pada substrat yang spesifik sehingga aktivitasnya pada spektrum yang spesifik. (Van der Zee, 2002).

Penggunaan jamur semakin intensif setelah ditemukannya beberapa jenis jamur seperti *Coriolus versicolor* (Nasreen *et al.* 2007), dan *Trametes versicolor* (Adosinda *et al.* 2003). Jamur tersebut sangat efektif digunakan merombak senyawa xenobiotik termasuk zat warna azo. Kemampuan jamur merombak zat warna tekstil disebabkan enzim lignolitik ekstraseluler seperti mangan peroksidase, lignin peroksidase dan lakase (Yesiladali *et al.* 2006). Potensi strategis penggunaan enzim lignolitik ini adalah proses perombakannya sampai pada mineralisasi menghasilkan zat tidak toksik, bersifat nonspesifik sehingga aktivitasnya pada spektrum luas (Katia *et al.*, 2005).

Pada penelitian ini digunakan jamur pelapuk putih jenis jamur tiram (*Pleurotus sp.*). *Pleurotus sp.* merupakan salah satu jamur pelapuk kayu penghasil enzim lignolitik yang mampu mendegradasi dan mendetoksifikasi hidrokarbon poliaromatik seperti antrasena, naphthalena, phenanthrena dan pirena, selain itu jamur *Pleurotus sp.* sangat mudah didapat karena hidup pada kayu yang sudah lapuk atau mati (Sutherland dalam Sastrawidana, 2008). Atas dasar inilah pemanfaatan *Pleurotus sp.* berpotensi sebagai pendegradasi zat warna azo yang pada penelitian ini menggunakan zat warna azo jenis *remazol red* yang termasuk ke dalam jenis zat warna reaktif, yang paling banyak digunakan dalam pencelupan tekstil. Dari pemaparan di atas penulis ingin meneliti pengaruh pH konsentrasi dan waktu kontak optimal yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* dalam mendegradasi zat warna azo.

Zat warna sintetik merupakan molekul dengan sistem elektron terdelokalisasi dan mengandung dua gugus yaitu, kromofor dan auksokrom. Hampir 70% zat warna tekstil sintetik yang digunakan untuk pencelupan kain adalah zat warna azo (Carliell, 1995). Senyawa azo dapat berupa senyawa aromatik atau alifatik. Senyawa azo aromatik bersifat stabil dan mempunyai warna menyala. Zat warna reaktif azo menurut kriteria Uni Eropa untuk bahan berbahaya adalah tergolong rendah. Zat warna azo umumnya mempunyai LD(*Lethal Dosis*)₅₀ sebesar 250-200 mg/kg berat badan dan hanya sedikit yang mempunyai LD₅₀ di bawah 250 mg/kg berat badan. Walaupun toksisitas akut zat warna azo relatif rendah, akan tetapi keberadaannya dalam air dapat menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga mengganggu aktifitas fotosintesis mikroorganisme (Sastrawidana, 2008).

Penanggulangan limbah tekstil telah banyak dilakukan. Pada umumnya pengolahan limbah tekstil ini dapat dilakukan dengan menggunakan cara fisika, kimia dan biologi. Dari ketiga metode tersebut, metode atau cara biologi paling potensial untuk dikembangkan, karena selain ramah lingkungan pengolahannya pun hanya memerlukan alat yang sederhana. Pengolahan limbah zat warna tekstil secara biologi yang paling sederhana adalah melalui proses adsorpsi menggunakan biomassa. Penggunaan biomassa kurang baik digunakan pada pengolahan jangka panjang. Hal ini disebabkan selama proses perombakan, zat warna terkonsentrasi dan suatu saat mengalami kejenuhan sehingga adsorben harus dibuang atau didesorpsi kembali sebelum digunakan kembali. Pengolahan limbah zat warna tekstil menggunakan mikroorganisme hidup lebih menguntungkan dibandingkan menggunakan biomassa karena mikroorganisme hidup dapat memanfaatkan bahan organik yang terdapat dalam limbah sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhannya.

Jamur-jamur penghasil enzim lignolitik yang potensial digunakan untuk merombak limbah tekstil jamur pendegradasi kayu. Jamur pendegradasi kayu diklasifikasikan ke dalam tiga

kelompok yaitu *white-rot fungi*, *brown-rot fungi* dan *soft-rot fungi*. Diantara ketiga jenis jamur tersebut, *white rot fungi* paling potensial digunakan dalam biodegradasi senyawa organik (Hakala dalam Sastrawidana, 2008). Salah satu jamur yang termasuk ke dalam *white rot fungi* adalah jamur tiram

Jamur tiram merupakan jamur penghasil enzim lignolitik. Tiga jenis enzim lignolitik yang berperan penting dalam perombakan zat warna yaitu enzim lignin peroksidase, mangan peroksidase dan lacasse. Secara prinsip, perombakan zat warna dengan enzim lignolitik diawali dari oksidasi enzim lignolitik oleh peroksida dan selanjutnya enzim lignolitik dalam keadaan teroksidasi tersebut mengoksidasi zat warna tekstil (Swamy dalam Sastrawidana, 2008).

Teknik analisis spektroskopi termasuk salah satu teknik analisis instrumental yang sangat berkembang saat ini. Teknik tersebut memanfaatkan fenomena interaksi materi dengan gelombang elektromagnetik seperti sinar-x, ultraviolet, cahaya tampak dan inframerah. Sesuai dengan namanya spektrofotometer merupakan alat yang terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, dalam hal ini sinar tampak. Fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi (Syabatini, 2009).

Penentuan konsentrasi zat warna azo dalam sampel dapat dilakukan dengan bantuan kurva kalibrasi yang menunjukkan hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi larutan standar. Kemudian kurva kalibrasi yang diperoleh digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan sampel yang belum diketahui.

Dari uraian latar belakang di atas maka permasalahan yang ingin dicari pemecahannya dalam penelitian adalah sebagai berikut: (1) Berapakah pH optimal yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo?, (2) Berapakah konsentrasi optimal yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo?, (3) Berapakah waktu kontak optimal yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo?

METODE

Penumbuhan Jamur *Pleurotus sp.* Pada Media PDA

Jamur *Pleurotus sp.* dihancurkan dan ditambahkan dengan air steril, kemudian cairannya ditransfer secara aseptik ke media PDA menggunakan cawan petri. Selanjutnya diinkubasi selama 3 hari.

Kultivasi/ Perbanyak Kultur Pada Media Cair

Jamur yang tumbuh pada media PDA ditransfer secara aseptik ke media *Czapek* cair menggunakan Erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya campuran diatur pada pH 5.

Uji Aktivitas Perombakan Pada Variasi Kondisi Lingkungan

Sebanyak 21,7 mL media *Czapek* cair dimasukkan ke dalam Erlenmeyer ukuran 25 mL yang telah berisi 1 gram serbuk gergaji kayu dan ditambahkan limbah tekstil buatan sampai campuran tersebut memiliki konsentrasi 30 ppm. Campuran dikondisikan pada pH 4 dengan cara menambahkan larutan HCl dan ditambahkan bufer pH 4, campuran ini digunakan sebagai kontrol. Kemudian untuk sampelnya dibuat perlakuan yang sama akan tetapi pada sampel ditambahkan sebanyak 3 mL suspensi jamur lignolitik ke dalam Erlenmeyer, selanjutnya ditutup dengan kapas steril dan diinkubasi selama 7 hari. Setelah 7 hari, cairan disentrifugasi pada 4000 rpm selama 15 menit kemudian diukur konsentrasi zat warna menggunakan Photometer *Biosystems* BTS-310 pada panjang gelombang maksimumnya. Dengan cara yang sama dilakukan perombakan pada perlakuan pH 5; 6; 7 dan 8. Masing-masing perlakuan dibuat sebanyak 2 buah. Untuk variasi konsentrasi dan waktu kontak, dilakukan dengan cara yang sama seperti pada perlakuan pH. Pada variasi konsentrasi, pH yang digunakan adalah pH optimum yang didapat dari perlakuan pH yaitu

5, sedangkan pada variasi waktu kontak, pH dan konsentrasi yang digunakan adalah 5 dan 30 ppm yang didapat dari perlakuan pH dan konsentrasi.

Subjek dalam penelitian ini adalah jamur pelapuk kayu jenis *Pleurotus sp.* yang diperoleh dari tempat budidaya jamur tiram putih yang ada di Desa Tamblang, Kecamatan Kubutambahan, Kabupaten Buleleng. Sedangkan objeknya adalah pH, konsentrasi dan waktu optimum yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna tekstil jenis azo.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Photometer *Biosystems* BTS-310, *sentrifuge*, neraca, kaca arloji, corong, spatula, pipet tetes, batang pengaduk, gelas kimia 50 mL, cawan petri, labu ukur 50 mL, Erlenmeyer 25 mL dan pH meter. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media PDA (*Potato Dextro Agar*) (dalam 1 liter PDA terdiri dari 200 g kentang, 20 gr dektrosa dan 20 g agar), media *Czapek* cair (Dalam 1 liter media *Czapek* cair mengandung nutrisi 3 g NaNO₃; 0,5 g KCl; 0,5 g MgSO₄ 7H₂O; 0,01 g FeSO₄ 7H₂O; 1 g KH₂PO₄ dan 30 g sukrosa), jamur *Pleurotus sp.*, zat warna azo jenis *remazol red*, aquades, 1 g serbuk gergaji kayu dan kapas. Cara pembuatan larutan reagen adalah sebagai berikut.

Zat warna azo (*remazol red*) ditimbang sebanyak 2,5 gram kemudian dilarutkan dengan aquades dalam 1 liter sehingga diperoleh larutan zat warna azo (*remazol red*) 2500 ppm.

Dari pengukuran menggunakan Photometer *Biosystems* BTS-310, diperoleh data absorbansi zat warna azo dalam sampel. Setelah konsentrasi zat warna azo dari masing-masing sampel sudah diketahui, selanjutnya menentukan % efisiensi perombakannya. Data disajikan dalam bentuk kurva yaitu aliran % efisiensi perombakan (sumbu Y) terhadap pH, konsentrasi dan waktu (sumbu X). Persen efisiensi (% E) dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$\%E = \frac{Ca - Cs}{Ca} \times 100\%$$

Keterangan: Ca merupakan konsentrasi awal atau kontrol

Cs merupakan konsentrasi setimbang

Data tersebut dianalisis secara deskriptif untuk melihat profil perombakan zat warna azo terhadap variasi pH, konsentrasi dan waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

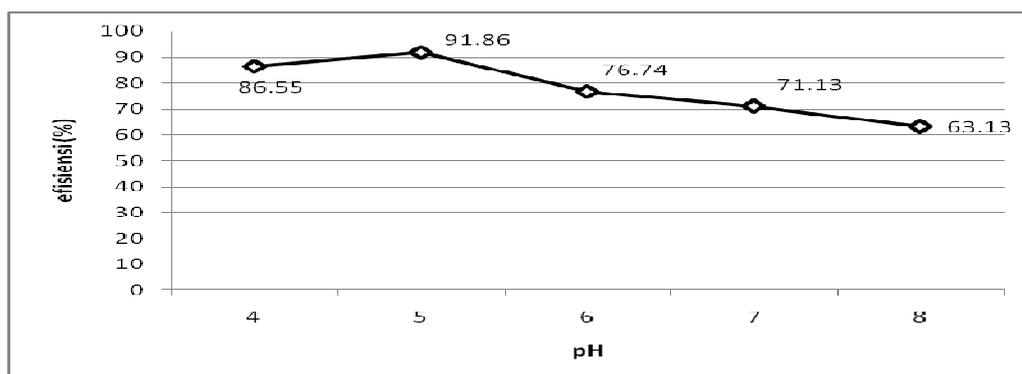
Hasil

Setelah dilakukan penelitian di Universitas Pendidikan Ganesha dan Laboratorium Patologi Klinik RSUD Kabupaten Buleleng maka didapat hasil perhitungan konsentrasi zat warna azo kontrol, konsentrasi zat warna azo setimbang dan % efisiensi serta kurva efisiensi perombakan zat warna azo pada variasi kondisi lingkungan (pH, konsentrasi dan waktu kontak). Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1,2 dan 3 dan kurva efisiensinya disajikan pada Gambar 1,2 dan 3 berikut.

Tabel 1 Data Konsentrasi Zat Warna Azo Kontrol, Konsentrasi Zat Warna Azo Setimbang dan % Efisiensi pada Variasi pH

Variasi pH	Kons. zat warna azo kontrol (ppm)	Kons. zat warna azo setimbang (ppm)	Kons. Zat warna azo terdegradasi (ppm)	Efisiensi (%)
4	12,1414	1,6329	10,5085	86,55
5	14,6700	1,1935	13,4765	91,86
6	9,2929	2,1616	7,0999	76,74
7	7,5959	2,1930	5,4029	71,13
8	7,2952	2,6767	4,6185	63,13

Ket : Kons = Konsentrasi

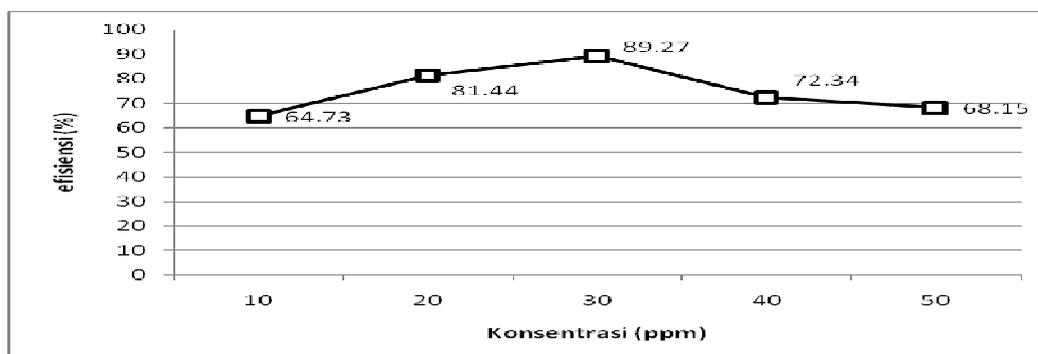


Gambar 1 Kurva Efisiensi Perombakan Zat Warna Azo 30 ppm selang Waktu 7 Hari Inkubasi pada berbagai Kondisi pH

Tabel 2 Data Konsentrasi Zat Warna Azo Kontrol, Konsentrasi Zat Warna Azo Setimbang dan % Efisiensi pada Variasi Konsentrasi

Variasi Konsentrasi	Kons. zat warna azo kontrol (ppm)	Kons. zat warna azo setimbang (ppm)	Kons. zat warna azo terdegradasi (ppm)	Efisiensi (%)
10	5,6026	1,9763	3,6263	64,73
20	8,2828	1,5370	6,7458	81,44
30	12,4579	1,3360	11,1219	89,27
40	9,0572	2,5050	6,5522	72,34
50	8,1818	2,6060	5,5758	68,15

Ket : Kons = Konsentrasi

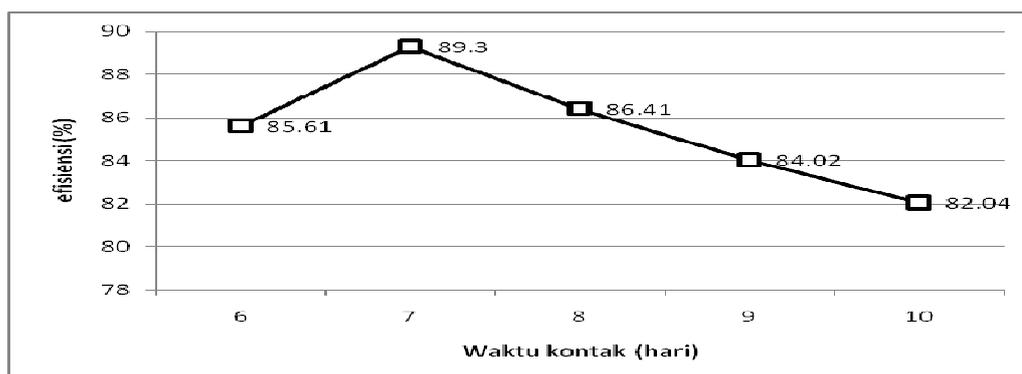


Gambar 2 Kurva Efisiensi Perombakan Zat Warna Azo pada pH 5 selang Waktu 7 Hari Inkubasi pada berbagai Kondisi Konsentrasi

Tabel 3 Data Konsentrasi Zat Warna Azo Kontrol, Konsentrasi Zat Warna Azo Setimbang dan % Efisiensi pada Variasi Waktu Kontak

Variasi waktu kontak	Kons. zat warna azo kontrol (ppm)	Kons. zat warna azo setimbang (ppm)	Kons. zat warna azo terdegradasi (ppm)	Efisiensi (%)
6	12,1683	1,7508	10,4175	85,61
7	14,5252	1,5538	12,9714	89,30
8	12,4579	1,6919	10,7660	86,41
9	12,2356	1,9545	10,2811	84,02
10	12,1683	2,1851	9,9832	82,04

Ket : Kons = Konsentrasi



Gambar 3 Kurva Efisiensi Perombakan Zat Warna Azo 30 ppm dengan pH 5 pada berbagai Kondisi Waktu Kontak.

Pembahasan

Perombakan zat warna azo oleh jamur *Pleurotus sp.* pada prinsipnya terjadi akibat adanya enzim lignolitik. Enzim lignolitik yang dihasilkan dari jamur *Pleurotus sp.* merupakan enzim ekstraseluler yang terdiri dari lakase, mangan peroksidase (MnP) dan lignin peroksidase (LiP). Ketiga enzim ini terbentuk dari metabolisme sekunder dari jamur pelapuk kayu putih atau dalam penelitian ini menggunakan jamur *Pleurotus sp.*

Lignin peroksidase (LiP) merupakan kelompok hemeprotein peroksidase yang mengandung heme pada sisi aktif dengan berat molekul antara 38 sampai 47 KDa. LiP mengoksidasi unit non fenolik lignin melalui pelepasan satu elektron dan membentuk radikal kation yang kemudian terurai secara kimiawi. LiP dapat memutus ikatan $C_{\alpha}-C_{\beta}$ molekul lignin dan mampu membuka cincin lignin dan reaksi lain, reaksi ini melibatkan H_2O_2 (Kirk dan Farrell, 1987 dalam Hatakka, 2001). Sama halnya dengan LiP, mangan peroksidase (MnP) merupakan sebuah heme, yang mengandung peroksidase. MnP adalah sebuah glikoprotein dengan sebuah kelompok heme dengan berat molekul antara 32 sampai 62,8 KDa. MnP mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} . Sifat reaktif Mn^{3+} yang tinggi selanjutnya mengoksidasi cincin fenolik menjadi radikal bebas tidak stabil dan diikuti dengan dan reaksi lain secara spontan. Lakase merupakan enzim yang termasuk ke dalam kelompok enzim yang sering disebut dengan *blue copper oxidase* dengan berat molekul 60 sampai 390 KDa. Dari ketiga enzim lignolitik tersebut lakase yang memiliki potensial redoks (E^0) paling tinggi yaitu sekitar 0,4-0,8V. Dengan nilai redoks yang tinggi mengakibatkan enzim ini memiliki kemampuan yang tinggi dalam mengoksidasi substrat (Hatakka, 2001).

Mekanisme reaksi enzimatik yang terjadi pada enzim lakase adalah reaksi oksidasi satu elektron. Reaksi tersebut melibatkan molekul oksigen sebagai penerima elektron dan kemudian membentuk molekul air. Ketika reaksi oksidasi berlangsung, substrat kehilangan satu elektronnya dan biasanya terbentuk radikal fenoksi bebas yang berperan sebagai intermediet. Radikal bebas yang tidak stabil tersebut dapat melangsungkan reaksi oksidasi enzimatik lebih lanjut atau reaksi non enzimatik seperti hidrasi, disproporsionasi dan polimerisasi. Oksidasi sempurna dari zat warna azo akan menghasilkan CO_2 dan H_2O (Hatakka, 2001).

Enzim lakase mampu mengoksidasi beragam substrat, ini disebabkan oleh spesifitas lakase yang rendah terhadap substrat-substratnya. Selain itu senyawa volatil dan asam-asam organik rantai pendek diduga dapat teroksidasi dengan cepat sehingga bau busuk hasil dekomposisi bahan organik dapat dihilangkan (Hatakka, 2001).

Pada Gambar 4.1 disajikan kurva efisiensi perombakan zat warna azo pada konsentrasi 30 ppm selang waktu 7 hari inkubasi di berbagai kondisi pH, efisiensi semakin meningkat mulai dari pH 4 sampai pH 5, sedangkan pada kondisi pH 6-8 mengalami penurunan. Kondisi pH optimum untuk berlangsungnya proses perombakan zat warna dicapai pada pH 5 dengan efisiensi perombakan sebesar 91,86 %. Hal ini disebabkan kebanyakan jamur hidup dan beraktifitas baik pada kondisi pH 4 sampai 6. Bila kondisi lingkungan tidak menguntungkan, pertumbuhan mikroorganisme menjadi terganggu bahkan menyebabkan kematian.

Kurva efisiensi perombakan zat warna azo pada pH 5 selang waktu 7 hari inkubasi di berbagai kondisi konsentrasi, seperti yang disajikan pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pada

konsentrasi 30 ppm memiliki nilai efisiensi paling tinggi yaitu sebesar 89,27%. Ini menunjukkan bahwa jamur *Pleurotus sp.* bekerja optimum pada konsentrasi 30 ppm dalam mendegradasi zat warna tekstil jenis azo, kemudian mengalami penurunan pada konsentrasi 40 dan 50 ppm, alasan yang mendasari terjadinya penurunan efisiensi perombakan pada konsentrasi tertentu adalah meningkatnya toksisitas zat warna terhadap jamur yang merupakan racun bagi jamur dan terblokirnya sisi aktif dari enzim oleh molekul zat warna.

Efisiensi perombakan zat warna azo pada konsentrasi 30 ppm dan pH 5 pada berbagai kondisi waktu, pada penelitian ini memiliki rentangan efisiensi antara 82 sampai 89% seperti yang disajikan pada Gambar 4.3, dimana dari kurva tersebut jelas terlihat bahwa pada waktu kontak ke-7 memiliki nilai efisiensi paling tinggi yaitu sebesar 89,30%. Ini menunjukkan bahwa jamur *Pleurotus sp.* bekerja optimum pada waktu kontak ke-7. Hal ini disebabkan pada waktu kontak ke-6 jamur melakukan adaptasi terhadap lingkungan yang baru, kemudian dilanjutkan dengan pertumbuhan eksponensial dimana pada fase ini setelah penyesuaian diri dengan lingkungan baru, terjadi peningkatan perkembangan jamur yaitu pada waktu kontak ke-7. Kemudian pada waktu kontak ke-8 sampai ke-10 terjadi penurunan efisiensi, hal ini disebabkan karena perubahan faktor lingkungan seperti: berkurangnya nutrisi, menumpuknya sisa metabolisme yang berakibat pada terhambatnya pertumbuhan jamur.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan seperti diuraikan di atas dapat diperoleh simpulan sebagai berikut: (1) pH optimal yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo adalah 5 dengan nilai efisiensi sebesar 91,86%, (2) Konsentrasi optimal yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo adalah 30 ppm dengan nilai efisiensi sebesar 89,27%, (3) Waktu optimal yang diperlukan oleh *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna azo adalah 7 hari dengan nilai efisiensi sebesar 89,30%.

Bagi peneliti yang tertarik untuk melakukan penelitian sejenis dapat selanjutnya untuk mengadakan penelitian tentang pemanfaatan jamur *Pleurotus sp.* untuk mendegradasi zat warna tekstil jenis azo yang terdapat dalam limbah perairan.

DAFTAR RUJUKAN

- Adosinda, M. M Martins, N Lima, Armando, J.D Silvestre, M. J Queiroz. 2003. Comparative studies of fungal degradation of single or mixed bioaccessible reactive azo dyes. *Chemosphere* 52: 967-973
- Arifin, 2008. "Teknologi Pengendalian Limbah Cair (Spec. Tekstil)". Tersedia pada <http://smk3ae.wordpress.com/2008/06/30/teknologi-pengendalian-limbah-cair-spec-tekstil/> (diakses pada tanggal 15 Agustus 2009).
- Artiningsih, T. 2006. Aktivitas ligninolitik jenis Ganoderma pada berbagai sumber karbon. *Biodiversitas*.7(4):307-311.
- Carliell C.M., Barclay, S.J., Naidoo, No, Buckley, CA, Mulholland, D.A. dan Senior, E.. Microbial Decolorization of Reactive Red Dye Under Anaerobic Condition. *Chemosphere* 21(1): Pages 61-69.
- Ermina, Miranti. 2007. *Mencermati Kinerja Tekstil Indonesia : Antara Potensi dan Peluang*. Jurnal Economic Review. No. 209
- Hatakka A. 2001. *Biodegradation of lignin*. In: Steinbuchel A. [ed] Biopolymers. Vol 1: Lignin, Humic Substances and Coal. Germany: Wiley VCH. pp. 129-180.
- Katia M.G Machado, C.A Luciana, O Rúbio, Morais, H Luiz, H Santos. 2006. Biodegradation of reactive textile dyes by Basidiomycetous fungi from Brazilian ecosystems. *Brazilian J.Microbiol.* 37:481-487

- Sastrawidana, A.D. Santosa, Bibiana, A.M. Fauzi. 2008 “Pemanfaatan Konsorsium Bakteri Lokal untuk Bioremediasi Limbah Tekstil Menggunakan Sistem Kombinasi Anaerob-Aerob”. *Jurnal Ilmiah Nasional Berita Biologi*. 9(2): 123-132
- Syabatini, Annisa. 2009. *Analisis Campuran Dua Komponen Tanpa Pemisahan dengan Spektrofotometer*. Tersedia pada <http://www.annisanfushie.wordpress.com/2009/11/19/analisis-campuran-dua-komponen-tanpa-pemisahan-dengan-spektrofotometer/>. Diakses tanggal 10 Juli 2009
- Van der Zee. 2002. *Anaerobic azo dye reduction* [Thesis]. Wageningen University. Netherlands.
- Yesiladali, S.K, G. L Pekin, H Bermek, I.A Alaton, D Orhon, C Tamerler. 2006. “Bioremediation of textile azo dyes by *Trichophyton rubrum* LSK-27”. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 22:1027–1031