



## Isolasi Jamur Dekolorisasi Zat Warna Direct Blue 86

Bella Aqmarina<sup>1\*</sup>, Ike Apriani<sup>2</sup>, Riri Novita Sunarti<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia  
\*e-mail korespondensi: bellaaqmarina8@gmail.com

**Abstract.** *Direct blue 86 dye is one of the dyes used in the dyeing process of traditional Palembang fabrics, namely jumputan. The use of synthetic dyes will have a negative impact on the environment so that appropriate countermeasures are needed, one of which is biologically using wood rot fungi. This fungus has an enzyme system capable of decolorizing dyes. This study aims to isolate fungi that can decolorize direct blue dye 86. The result obtained 9 isolates that can decolorize direct blue 86 dye, namely 3 isolates from Punti Kayu Nature Park and 6 isolates from Siguntang Hill Tourism Park. The nine isolates had the highest, moderate to lowest decolorization abilities as follows: BS 1, BS 5 and BS 7 in the high category, PK 2 and PK 4 in the medium category, BS 2, PK 3 and BS 9 in the low category and BS 3 in the lowest category.*

**Keywords:** *decolorization, direct blue 86 dye, isolation, fungi*

**Abstrak.** Zat warna direct blue 86 merupakan salah satu zat warna yang digunakan dalam proses pewarnaan kain tradisional Palembang yakni jumputan. Penggunaan zat warna sintetik akan berdampak negatif bagi lingkungan sehingga perlu dilakukan penanggulangan yang tepat, salah satunya secara biologis menggunakan jamur pelapuk kayu. Jamur ini memiliki sistem enzim yang mampu melakukan dekolourisasi zat warna. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi jamur yang dapat mendekolorisasi zat warna direct blue 86. Hasil penelitian didapatkan 9 isolat yang dapat mendekolorisasi zat warna direct blue 86, yakni, 3 isolat berasal dari taman wisata alam punti kayu dan 6 isolat berasal dari taman wisata bukit siguntang. Sembilan isolat tersebut memiliki kemampuan dekolourisasi dari tertinggi, sedang hingga terendah sebagai berikut: BS 1, BS 5, dan BS 7 kategori tinggi, PK 2 dan PK 4 kategori sedang, BS 2, PK 3 dan BS 9 kategori rendah dan BS 3 kategori terendah.

**Kata kunci:** Dekolorisasi, zat warna direct blue 86, Isolasi, Jamur

### PENDAHULUAN

Zat warna direct blue 86 merupakan salah satu zat warna yang digunakan dalam proses pewarnaan kain tradisional Palembang yakni jumputan. Menurut Ristiani (2016), kelompok zat warna tersebut termasuk ke dalam zat warna azo. Zat warna azo dirancang agar lebih tahan terhadap perlakuan kimia dan fotolitik sehingga akan sangat membahayakan apabila terjadi perombakan secara aerobik di dalam perairan, maka akan menghasilkan senyawa yang bersifat toksik dari zat warna itu sendiri (Lentaya, 2017).

Zat warna yang menghasilkan senyawa toksik akan sangat berbahaya bagi lingkungan apabila pengolahan limbah kurang optimal yang menyebabkan sebagian pencemar, misalnya zat warna, masih terikut dalam air limbah sehingga limbah nampak berwarna.

Menurut Valerie (2018), saat ini ada 10.000 jenis warna yang keberadaannya tersedia secara komersial dan sekitar 800.000 ton warna sintetik diproduksi setiap tahunnya untuk memenuhi kebutuhan industri di seluruh dunia, Namun, akibat proses warnaan yang tidak efektif, sekitar 10-15% warna terbuang ke lingkungan menghasilkan limbah yang berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan (Pinontoan dkk, 2018).

Menurut (Hindryawati, 2020), penggunaan zat warna sintetik yang digunakan dalam warnaan bahan telah banyak menimbulkan masalah lingkungan karena beberapa zat warna sintetik mengandung polutan berupa logam berat yang berbahaya. Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan limbah yang tepat dalam menanggulangi masalah tersebut.

Pengolahan zat warna dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Pengolahan limbah secara fisika dan kimia cukup efektif menghilangkan zat warna namun kurang efisien dalam pemakaian bahan kimia serta menimbulkan lumpur (sludge) yang banyak (Hindryawati, 2020). Menurut (Pinontoan, 2018), metode yang efektif digunakan untuk pengolahan limbah zat warna sintetik yaitu secara biologi. Metode biologi lebih potensial dikembangkan karena selain ramah lingkungan, pengolahannya juga memerlukan alat yang sederhana bila dibandingkan dengan metode fisika dan kimia.

Pengolahan zat warna secara biologi dapat menggunakan agen biologis seperti mikroorganisme diantaranya bakteri dan jamur. Jamur merupakan agen biologis yang cukup banyak diteliti sebagai agen pendegrasi zat warna diantaranya *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes pycnoporus*, *Trametes villosa*, *Hypoxylon fragiformes*, *Aspergillus sp.*, *Irpex lacteus* (Purnomo dkk, 2019). Selain itu, Hasri (2018), menyebutkan bahwa beberapa spesies jamur pendegrasi kayu seperti *Pleurotus sp.* dan *Polyporus sp.* juga memiliki potensi dalam mendekolorisasi zat warna sintetik.

Menurut Martani (2011), menjelaskan bahwa untuk mendapatkan isolat pendekolorisasi zat warna sintetik juga bisa didapatkan dari limbah industri pulp and paper, limbah industri penggergajian kayu dan juga TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Penelitian mengenai isolasi jamur dekoloresasi zat warna direct blue 86 perlu dilakukan karena melihat banyaknya manfaat yang dihasilkan terutama dalam mempercepat proses dekomposisi. Oleh karena itu, diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini, maka dapat ditemukan isolat yang mampu mendekolorisasi zat warna sintetik yang nantinya dapat dijadikan tolak ukur dasar bagi penelitian berikutnya.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoklaf, LAF (Laminar Air Flow), inkubator, neraca analisis/ timbangan, hot plate dan stirrer, tabung reaksi, gelas ukur, erlenmeyer, spatula, pinset, cawan petri, bunsen, rak tabung, botol/ wadah sample, plastik wrap, pemantik api, kain kasa, tisu, aluminium foil, spidol, label kertas, penggaris. Bahan yang digunakan pada

penelitian ini adalah sample jamur, PDA (*Potato Dextrose Agar*), aquades, warna direct blue 86, alkohol 70%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 4.1 Karakterisasi morfologi jamur yang diisolasi dari Bukit Siguntang dan Pundi Kayu**

Sampel	Bentuk tudung	Warna tudung	Permukaan tudung	Lamel	Bentuk pelekatan	Diameter	Kemiripan morfologi pada genus
 BS 1	Kipas	Abu-abu	Berbulu	Bercabang ke tepi	Esentrik	1-1,4 cm	<i>Schizophillum</i>
 BS 2	Kipas	Hijau	Halus	Berpori	Tepi	5-7 cm	<i>Trametes</i>
 BS 3	Tudung	Putih	Bersisik	Tertata	Esentrik	3-4 cm	<i>Lentinus</i>
 BS 5	Berlekuk	Orange muda	Halus	Berpori	Esentrik	5-6 cm	<i>Pycnoporus</i>
 BS 7	Setengah lingkran	Orange kemerahan	Halus	Berpori	Tepi	4-5 cm	<i>Pycnoporus</i>
 BS 9	Cembung	Orange kecoklatan	Halus	Tertata	Esentrik	2-3 cm	<i>Gymnopilus</i>
 PK 2	Setengah lingkran	Putih dengan garis coklat	Agak kasar	Berpori	Tepi	1-2 cm	T



PK 3

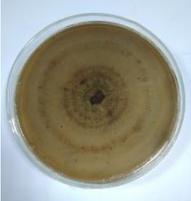
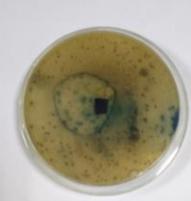
Berlekuk      Putih      Bersisik      Bersilangan      Esentrik      1-3 cm      *Polyporus*

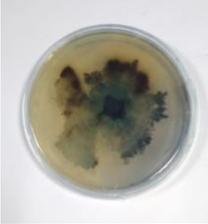
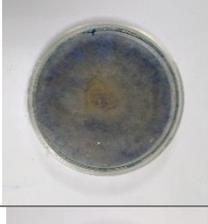
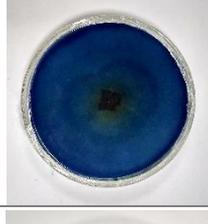
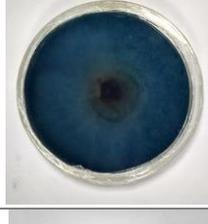
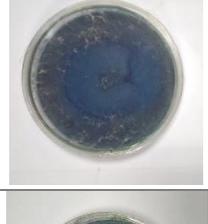
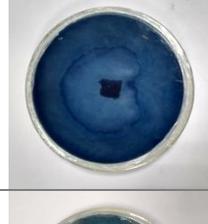
Sampel	Bentuk tudung	Warna tudung	Permukaan tudung	Lamel	Bentuk pelekatan	Diameter	Kemiripan morfologi pada genus
	Perisai	Putih dengan bagian sentral menghitam	Halus dan lembab	Bercabang dari tepi	Esentrik	1-3 cm	<i>Pluteus</i>

PK 4

Keterangan: BS (Bukit Siguntang), PK (Punti Kayu), T (belum diketahui)

**Tabel 4.2 Kemampuan dekolorisasi isolat jamur terhadap zat warna direct blue 86**

No	Isolat	Gambar		Skoring
		Tampak Depan	Tampak Belakang	
1	BS 1			++++
2	BS 5			++++
3	BS 7			++++
4	PK 2			+++

5	PK 4			+++
6	BS 2			++
7	BS 9			++
8	PK 3			++
9	BS 3			+

Morfologi jamur makroskopis mempunyai warna tubuh bermacam-macam yaitu warna putih, putih keabu-abuan, cokelat, kuning kemerahan, hijau. Bentuk tubuh buah pada jamur makroskopis adalah bentuk kipas, setengah lingkaran, terompet, cembung, dan perisai. Berdasarkan tabel 4.1 tentang karakteristik morfologi jamur di bukit siguntang dan punti kayu, memiliki perbedaan dan persamaan mulai dari bentuk tudung, warna tudung dan juga struktur lainnya. Menurut Rahma (2018), jamur dapat dijumpai pada kondisi lingkungan yang lembab, jamur memerlukan kondisi lingkungan yang kurang cahaya matahari karena jamur merupakan jenis tumbuhan yang bersifat fototropisme negatif yang berarti tidak menyukai cahaya. Jamur dapat tumbuh baik di daerah beriklim dingin maupun panas dengan suhu optimum 20°C- 30°C.

Menurut Meiliawati (2013), *Schizophyllum* sp. memiliki ciri berukuran kecil 1-4 cm, berbentuk kipas pipih, bagian atas tubuh buahnya tampak berambut, tubuh buah berwarna pucat sampai putih keabu-abuan. Jamur *Pluteus* sp. memiliki ciri-ciri tudung berbentuk seperti perisai berwarna putih dengan bagian sentral yang menghitam, permukaan halus dan lembab, jarak antar lamela rapat dan berwarna putih (Mc Knight & Mc Knight, 1998). Jamur *Pycnoporus* sp. memiliki warna kuning hingga kemerahan. Lamela merupakan buluh atau pori



yang dilihat dari luar berupa lubang – lubang, diameter tubuhnya berkisar 4-5 cm (Rahma, 2018). Jamur *Lentinus* sp. yang ditemukan di bukit siguntang bentuk tubuh buahnya tudung berlamela dengan stipe. Tudung *Lentinus* sp berdiameter 3-5 cm dengan bentuk atas bentuk corong, permukaan bersisik. Lamela rapat, berwarna putih. Jamur ini memiliki tekstur tubuh buah berdaging dan berbau tanah (Nurdiyanti, 2020).

Pada pengamatan dekolorisasi atau pemudaran warna diamati dengan adanya pemudaran warna pada media PDA + direct blue 86. Pada beberapa isolat yang telah ditumbuhkan pada media PDA + blue 86 dapat memudarkan warna dibandingkan dengan media yang tidak diberi isolat (kontrol). Terdapat 9 isolat PK (Punti kayu) dan BS (Bukit Siguntang) memiliki kemampuan dekolorisasi yang berbeda terhadap warna direct blue 86. Kemampuan dekolorisasi setiap isolat dinyatakan dalam bentuk skoring untuk menilai tingkat pemudaran warna. Isolat dengan kemampuan dekolorisasi tinggi pada direct blue blue 86 dinyatakan dengan skoring (++++) yang ditunjukkan pada isolat BS 1, BS 5, BS 7. Isolat dengan kemampuan sedang (+++) ditunjukkan pada isolat PK 2 dan PK 4. Isolat dengan kemampuan sedang dinyatakan dengan skoring (++) ditunjukkan pada isolat BS 2, BS 9 dan PK 3. Dekolorisasi dengan tingkat kemampuan rendah (+) ditunjukkan pada isolat BS 3.

Terdapat 3 isolat yang memiliki potensi tinggi dalam mendekolorisasi warna blue 86. Isolat BS 1, BS 5, BS 7. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Sastrawidana, 2012) yang menyatakan bahwa *Polyporus* Sp. mempunyai kemampuan tinggi dalam merombak zat warna. Selain itu, menurut Putra (2018), *Schizophyllum* Sp. merupakan salah satu jenis jamur pelapuk kayu yang sangat potensial dan dapat tumbuh secara alami pada batang pohon maupun pada limbah kayu hasil hutan. Jamur pelapuk kayu merupakan golongan jamur yang dapat merombak selulosa dan lignin, sehingga kayu menjadi lapuk, kekuatan serat elastisitasnya turun dengan cepat. Jamur pelapuk kayu mampu merusak selulosa dan lignin penyusun kayu dengan cara menguraikan kayu melalui proses enzimatik dari bentuk yang kompleks menjadi lebih sederhana. Menurut Muslimah (2017), pemudaran warna menunjukkan bahwa jamur tersebut telah menghasilkan enzim ligninolitik yang berperan penting pada proses perombakan zat warna. Terbentuknya *clearing zone* atau zona pemudaran pada media merupakan indikasi awal, bahwa isolat jamur tersebut mempunyai potensi sebagai jamur pendekolorisasi zat warna (Kuswytasari, 2017).

Mekanisme dekolorisasi oleh isolat ada dua, yakni secara enzimatik dan non-enzimatik. Secara enzimatik, enzim yang berperan adalah enzim ligninolitik, terutama lakase. Enzim tersebut berfungsi untuk memineralisasi zat warna warna dan dapat memecah ikatan aromatik pada senyawa warna kompleks sehingga dapat terjadi pemudaran warna. Reaksi enzimatik pada lakase merupakan reaksi oksidasi yang menghasilkan satu elektron hasil oksidasi senyawa fenol dan mereduksi oksigen menjadi air. Menurut Jebapriya (2013) enzim ligninolitik merupakan enzim ekstraseluler yang disekresikan oleh jamur pelapuk putih dalam menginisiasi oksidasi lignin di luar lingkungan sel. Kelompok enzim ini diantaranya peroksidase (LiP dan MnP) dan lakase.

Lakase merupakan enzim yang berperan paling banyak dalam proses pemudaran warna. Namun, pada setiap spesies jamur pelapuk putih dalam mendekolorisasi zat warna, enzim yang digunakan berbeda-beda. Hal ini

menyebabkan perbedaan kemampuan dekolorisasi pada tiap-tiap isolat. Kemungkinan pemudaran warna yang dihasilkan dari tiap-tiap isolat terhadap pewarna direct blue 86 juga disebabkan oleh jenis enzim yang disekresikan. Seperti pemudaran warna yang dihasilkan oleh isolat BS dan PK dengan dekolorisasi kemampuan tinggi terhadap pewarna direct blue 86 (BS 2, BS 3 dan pk 3) (tabel 4.2) berbeda-beda keputaran warnanya. Menurut Jebapriya (2013) penggunaan jenis enzim ligninolitik oleh jamur pelapuk putih tergantung pada jenis spesies dan keadaan lingkungan. Enzim akan menjadikan zat warna sebagai substratnya, kemudian memutus struktur ikatan warna direct blue 86. Selain memutus ikatan, enzim ligninolitik juga dapat mengoksidasi sumber (c) karbon pada media PDA maupun zat warna untuk pertumbuhan, sehingga terjadi pertumbuhan miselium pada isolat.

Menurut Kuswytasari dan Muslimah (2014), perombakan zat warna oleh enzim ligninolitik diawali dengan proses oksidasi enzim ligninolitik oleh oksigen dan selanjutnya enzim ligninolitik dalam keadaan teroksidasi tersebut mengoksidasi zat warna. Enzim ligninolitik ekstraseluler yang dihasilkan oleh jamur pelapuk putih adalah mangan peroksidase (MnP), lignin peroksidase (LiP) dan lakase. Enzim ini bersifat non-spesifik sehingga mampu bekerja pada spektrum luas. Enzim ligninolitik dapat merombak senyawa aromatik, polimer sintetik, dan zat warna melalui reaksi redoks, di mana enzim ligninolitik akan mengoksidasi secara sempurna senyawa- senyawa karbon menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Pemudaran warna secara enzimatik juga dibarengi dengan proses non enzimatik, dinding sel jamur pelapuk putih mengandung matriks ekstraseluler yang tersusun dari berbagai macam senyawa organik, yaitu enzim, protein, dan polisakarida. Dinding sel juga mengeluarkan gel yang berfungsi sebagai perekat yang mampu menyerap warna pada media. Miselium jamur yang bersifat hidrofobik dan zat warna yang bersifat hidrofilik. Gel yang dikeluarkan oleh miselium dapat memacu interaksi hidrofobik – hidrofilik miselium jamur dan pewarna menyebabkan mekanisme absorpsi. Hal ini menyebabkan miselium bisa berubah warna (Wulandari, 2014).

**Tabel 4.3 Hasil pengamatan diameter miselium isolat jamur**

Isolat	Hari ke- (cm)				Rata-rata (cm)
	3	5	7	9	
BS 1	0,6 ± 0,9	2,1 ± 0,2	3,7 ± 0,9	5,3 ± 3,1	2,9
BS 2	5,7 ± 3,2	5,9 ± 3,8	6,9 ± 2,4	8,6 ± 0	6,7
BS 3	7,5 ± 1,4	4,3 ± 1,9	6,7 ± 0	7,0 ± 0,07	6,3
BS 5	0 ± 0	3,5 ± 0,1	4,1 ± 0,4	4,2 ± 0,2	2,9
BS 7	4,6 ± 1,1	6,8 ± 0,8	8,6 ± 0,1	8,6 ± 0	7,1
BS 9	1,4 ± 1,9	7,6 ± 1,3	8,5 ± 0	8,6 ± 0	6,5
PK 2	3,0 ± 2,2	5,5 ± 0,9	7,1 ± 1,2	7,5 ± 0,9	5,7
PK 3	6,4 ± 2,2	8,6 ± 0	8,6 ± 0	8,6 ± 0	8,0

---

PK 4	0 ± 0	1,0 ± 0,2	1,5 ± 0	2,2 ± 0,3	1,1
------	-------	-----------	---------	-----------	-----

---

Keterangan: ± (standar deviasi)

Penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa parameter yang diamati yakni pengamatan diameter miselium isolat, kemampuan dekolorisasi setiap sampel, dan karakteristik makroskopik sampel. Sampel diperoleh dari taman wisata alam punti kayu (PK) dan BS (bukit siguntang). Didapatkan 9 isolat yang dapat mendekolorisasi warna direct blue 86. Pada pengamatan diameter miselium yang diisolasi pada media PDA + warna blue 86 dengan konsentrasi 500 ppm terdapat rata-rata yang berbeda dari setiap sampel. Diameter miselium dengan nilai rata-rata tertinggi yakni isolat PK 3, BS 9 dan BS 7. Isolat tersebut mampu memanfaatkan sumber karbon pada medium untuk keperluan respirasi sehingga pertumbuhannya optimum.

Media PDA memiliki kandungan nutrisi karbohidrat, air dan protein yang berasal dari substrat kentang, glukosa, dan agar-agar. Kandungan karbon pada media mempunyai dua fungsi, yaitu pertama untuk metabolisme bagi organisme heterotropik seperti jamur. Kandungan karbon dalam bentuk unsur C dibutuhkan untuk proses sintesis dalam kelangsungan hidup sel. Unsur tersebut seperti karbon, asam nukleat, material dinding sel, dan sebagai makanan. Fungsi yang kedua sebagai sumber energi utama yang berasal dari proses oksidasi unsur karbon ( Idris dkk, 2018).

Muslimah (2017) menjelaskan bahwa, jamur memiliki kecenderungan untuk menggunakan satu sumber karbon saja. Jika terdapat dua karbon yang berbeda kompleksitas molekulnya maka pertumbuhannya akan menunjukkan pola diauksik. Pada pertumbuhan diauksik, sumber karbon yang lebih mudah dimetabolisme oleh sel akan digunakan terlebih dahulu. Setelah sumber karbon tersebut telah habis barulah jamur memanfaatkan sumber karbon yang lebih kompleks.

**Tabel 4.4 Lama waktu dekolorisasi isolat**

Isola t	Genus	Lama waktu dekolorisasi
BS 1	<i>Schizophyllum</i>	9 hari
BS 2	<i>Trametes</i>	14 hari
BS 3	<i>Lentinus</i>	14 hari
BS 5	<i>Pycnoporus</i>	14 hari
BS 7	<i>Pycnoporus</i>	9 hari
BS 9	<i>Gymnopilus</i>	14 hari
PK 2	T	10 hari
PK 3	T	14 hari
PK 4	<i>Pluteus</i>	14 hari

Selama pengamatan dekolorisasi dengan waktu 14 hari, isolat yang paling cepat mendekolorisasi warna blue 86 adalah BS 7 dan BS 1 dalam waktu 9 hari. Pemudaran warna dapat dilihat pada media yang berubah warna menjadi coklat bening pada keseluruhan cawan petri. Hal ini memungkinkan pada ke dua jamur

tersebut menghasilkan satu atau lebih jenis enzim ligninolitik, sehingga proses dekolorisasi berlangsung lebih cepat.

Waktu inkubasi berpengaruh terhadap daya absorpsi warna blue 86, hal ini didukung oleh penelitian (Purnama dan Setiati, 2014) bahwa semakin lama waktu inkubasi maka zat warna yang terserap akan semakin besar. Tetapi dalam waktu proses dekolorisasi akan berhenti atau daya serapnya akan berkurang apabila nutrisi pada PDA sudah habis dan pertumbuhan miselium akan terhenti.

Mekanisme dekolorisasi oleh jamur dapat terjadi melalui dua cara yaitu nonenzimatik dan enzimatik. Mekanisme dekolorisasi secara nonenzimatik oleh jamur terjadi melalui proses adsorpsi pewarna oleh dinding sel jamur. Hal ini dibuktikan dengan perubahan warna pada media yang semula biru menjadi coklat pudar. Perubahan yang terjadi menunjukkan proses dekolorisasi yang disebabkan oleh mekanisme adsorpsi zat warna oleh jamur (Wulandari, 2014).

Mekanisme dekolorisasi oleh isolat BS dan PK secara enzimatik yakni enzim ligninolitik. Enzim ligninolitik merupakan enzim ekstraseluler yang diekskresikan oleh jamur pelapuk putih dan menginisiasi oksidasi lignin di luar lingkungan sel. Kelompok ini diantaranya peroksidase (LiP dan MnP) dan lakase. Enzim yang digunakan pada setiap jamur pelapuk putih dalam mendekolorisasi zat warna berbeda-beda. Kemungkinan pemudaran warna yang dihasilkan tiap-tiap isolat terhadap warna blue 86 juga disebabkan oleh jenis enzim yang disekresikan yang berfungsi untuk memecah ikatan aromatik pada senyawa warna kompleks sehingga dapat terjadi pemudaran warna.

Kemampuan jamur dalam merombak zat warna karena mampu mengekskresikan enzim ligninolitik terutama lakase, mangan peroksidase dan lignin peroksidase yang berperan penting dalam merombak senyawa-senyawa fenolik, hidrokarbon poliaromatik maupun zat warna tekstil. Lakase yang dihasilkan akan mereduksi O<sub>2</sub> menjadi H<sub>2</sub>O dalam substrat fenolik melalui reaksi satu elektron membentuk radikal bebas yang dapat disamakan dengan radikal kation yang terbentuk pada reaksi MnP (Kuswytasari, 2017).

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu terdapat 9 isolat yang dapat mendekolorisasi zat warna direct blue 86, dari 9 isolat tersebut memiliki kemampuan dekolorisasi yang berbeda-beda. Isolat yang memiliki kemampuan dekolorisasi tertinggi (++++) yakni BS 1, BS 5 dan BS 7. Isolat yang memiliki kemampuan dekolorisasi sedang (+++) yakni PK 2 dan PK 4. Isolat yang memiliki kemampuan dekolorisasi rendah (++) yakni BS 2, BS 9 dan PK 3 serta isolat yang memiliki kemampuan dekolorisasi paling rendah (+) yakni isolat BS 3.

## Daftar Rujukan

- [1] Basarang, dkk. 2020. "Penggunaan Serbuk Infus Serbuk Bekatul Dextrosa Agar Untuk Pertumbuhan Jamur". *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 11(1).
- [2] Hartikainen, E. S., Miettinen, O., Hatakka, A., & Kähkönen, M. A. (2016). "Decolorization of six synthetic dyes by jamur". *American Journal of Environmental Sciences*, 12(2), 77-85.



- [3] Khotimah, N. 2017. *Potensi Isolat Jamur Pelapuk Putih Dari Edupark Universitas Muhammadiyah Surakarta Untuk Dekolorisasi Warna Red-B*. Universitas Muhammadiyah Surakarta Press. Surakarta.
- [4] Rekik, H., Zeraï Jaouadi, N., Bouacem, K., Zenati, B., Kourdali, S., Badis, A., Annane, R., Bouanane-Darenfed, A., Bejar, S., & Jaouadi, B. 2019. "Physical and enzymatic properties of a new manganese peroxidase from the white-rot fungus *Trametes pubescens* strain i8 for lignin biodegradation and textile-dyes biodecolorization." *International Journal of Biological Macromolecules*.
- [5] Singh, L. (2017). "Biodegradation of Synthetic Dyes: A Mycoremediation Approach for Degradation/Decolourization of Textile Dyes and Effluents." *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, 3(5).
- [6] Dianggoni, I., Saputra, E., & Pinem, J. A. (2017). *Pengolahan Zat Warna Tekstil (Rhodamine B) Dengan Teknologi Aop (Advance Oxidation Processes) Menggunakan Katalis Ce@ Carbon Sphere Dan Oksidan Peroxymonosulfate*. *Jom Fteknik*.
- [7] Dotulong, G., dkk. 2019. Uji toksisitas beberapa jamur sida nabati terhadap penyakit layu *Fusarium (Fusarium oxysporum)* pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) secara in vitro. *Jurnal bioslogos*. 9(2).
- [8] Hasri dkk. 2018. *Biodekolorisasi Zat Warna Acid Orange 7 Menggunakan Enzim Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus)*.
- [9] Herlina, R. 2016. "Adsorpsi Zat Warna Azo pada Limbah Pencelupan Benang Sutra Menggunakan Dedak Padi Di Kabupaten Wajo". *Skripsi*.
- [10] Hidayat, N., dan Wignyanto. 2017. *Bioindustri*. Malang: UB Press.
- [11] Hindryawati, N. 2020. *Fotokatalisis Dalam Pengolahan Limbah Sintetik*. Yogyakarta: CV. Budi Utama.
- [12] Husna, N. R., Ummas, H., & -, S. (2017). "Pengaruh Ph Terhadap Dekolorisasi Warna Direct Blue Menggunakan Jamur Pelapuk Kayu *Pleurotus Flabellatus*." *Jurnal Kimia Riset*.
- [13] Istiana, dkk. 2018. *Teknologi Bioproses*. Malang: UB Press.
- [14] Sastrawidana, I.D.K. 2012. "Perombakan Air Limbah Tekstil menggunakan Jamur Pendekolorisasi Kayu Jenis *Polyporus* sp Teramobil pada Serbuk Gergaji Kayu". *Jurnal Bumi Lestari*. 2(2). Hlm. 382-389.
- [15] Lentaya, H. O. 2017. *Isolasi dan Identifikasi Pendekolorisasi Zat Warna Sintetik Dari Limbah Industri Kain Jumputan*. Universitas Negeri Sriwijaya Press: Palembang.
- [16] Muslimah, S., dan Kuswytasari, N. 2017. "Potensi Basidiomycetes Koleksi Biologi ITS sebagai Agen Biodekolorisasi Zat Warna RBBR". *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(1).
- [17] Purnomo, dkk. 2019. "Biodekolorisasi Pestisida Organoklorin Oleh Jamur". Yogyakarta: CV. Budi Utama.
- [18] Sarrahwati, M. 2017. "Potensi Isolat Jamur Pelapuk Putih Dari Merbabu Untuk Dekolorisasi Warna Blue-R dan Orange". *Skripsi Thesis*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Press.
- [19] Sulaiman. 2018. *Biodelignification Of Coconut Wood Sawdust Using Pleuratus Sapidus*.
- [20] Valencia, P. 2017. "Isolasi dan Karakterisasi Jamur Ligninolitik Serta Perbandingan Kemampuannya Dalam Biodeglinifikasi."
- [21] Valerie, Joan C. Wijaya, & Pinontoan, R. (2018). "Pemanfaatan Mikroba Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Limbah Warna Tekstil." *Jurnal Sais Dan Teknologi*.
- [22] Wulandari, F., dkk. 2014. "Dekolorisasi Limbah Batik Menggunakan Limbah Medium Tanam *Pleurotus Ostreatus* Pada Waktu Inkubasi Yang Berbeda." 1(1).