

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI
JAMUR PENDEGRADASI ZAT PEWARNA TEKSTIL¹⁾**
(Isolation and Characterization of dye-degrading fungi)

Erni Martani **, Sebastian Margino **, dan Elisa Nurnawati ***

** Program Studi Mikrobiologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

*** Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya, Palembang.
Erni.martani@gmail.com

Diterima: 229 April 2011

Disetujui: 17 Juni 2011

Abstrak

Industri tekstil tidak saja menghasilkan sandang yang merupakan kebutuhan primer manusia, tetapi juga mengeluarkan limbah yang berpotensi sebagai penyebab pencemaran lingkungan. Komponen utama limbah industri ini adalah berbagai jenis zat pewarna tekstil. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh isolat-isolat jamur yang mampu mendegradasi beberapa jenis zat pewarna tekstil. Isolasi dilakukan menggunakan metode *surface plating* di atas medium *Potato Dextrose Agar*, dan seleksi kemampuan degradasi pewarna berdasarkan atas toleransi terhadap konsentrasi zat pewarna, serta besar dan kecepatan dekolorisasi beberapa jenis zat pewarna. Sebagai parameter awal digunakan enam zat pewarna tekstil. Isolat-isolat unggul kemudian diidentifikasi awal berdasar atas morfologi mikroskopis terhadap miseliumnya. Dalam penelitian ini juga digunakan beberapa kultur murni jamur pembusuk putih sebagai pembanding.

Dalam penelitian ini digunakan limbah cair dan padat beberapa industri tekstil dan industri *pulp & paper*, tanah gambut dari Kalimantan Tengah dan Riau, tanah sekitar Tempat Pembuangan Sampah Akhir, serta tanah seresah hutan. Dari berbagai sumber tersebut diperoleh 101 isolat jamur. Uji dekolorisasi kualitatif terhadap 6 zat pewarna menghasilkan 6 isolat unggul yang mampu mendekolorisasi lebih dari tiga jenis pewarna dengan kecepatan relatif tinggi. Masing-masing isolat unggul memiliki spesifikasi dalam daya dekolorisasi terhadap ke 6 jenis pewarna. Identifikasi awal terhadap isolat unggul menunjukkan bahwa mereka berasal dari genus *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* dan *Stachybotrys*. Sedangkan uji terhadap kultur jamur pembusuk putih sebagai pembanding menghasilkan 2 kultur unggul, yaitu: *Phanerochaete chrysosporium* dan *Pleurotus ostreatus*. Secara umum kemampuan dekolorisasi isolat-isolat jamur kebanyakan masih di bawah kemampuan kedua kultur murni tersebut, namun beberapa isolat justru memiliki kemampuan lebih tinggi dibandingkan kultur pembanding.

Kata-kata kunci: Jamur, Dekolorisasi, dan Pewarna tekstil.

Abstract

The aim of this study was to isolate textile dye degrading fungi from many kinds of sample. Isolation was done using surface plating method on Potato Dextrose Agar medium. Degradation ability was measured based on dye decolorization of agar medium.

The selection of isolates was based on ability to decolorize some types of dye, rate of decolorization, and tolerance to dye concentration, respectively. Six kinds dye, namely Basic fuchsin,

¹ Publikasi ini merupakan bagian dari studi yang didanai oleh program penelitian Direktorat Jendral Perguruan Tinggi (DIKTI), Departemen Pendidikan Nasional, Indonesia tahun 2009-2010

Crystal violet, Direct blue, Methylene blue, Rhodamine B, and Safranine were used in this study. Six species of lignin degrading white rot fungi were used as positive controls.

*More than 100 fungal strains could be isolated from waste water and solid wastes of textile and pulp & paper industries, peat soils from Central Kalimantan and Riau, and forest soil. Examination on dye decolorization resulted in 6 selected isolates (coded as JKNT-1, JKSC-1, KRMS 5, TPA-4, TPA-10, and JYGC-1; and 2 species of lignin degrading white rot fungi, namely *Phanerochaete chrysosporium* and *Pleurotus ostreatus*. Decolorization of dye was depended on the fungal species and type of dye, i.e. one species decolorized some dyes but not the others. Methylene Blue was decolorized more readily than other dyes. In general, dye decolorization activity of fungal isolates was lower than the lignin degrading fungi. Microscopic examination indicated that the isolates of JKNT 1 and KRMS-5 were come from the genus *Penicillium*, the genus of JKSC-1 was *Stachybotrys*, the TPA-4 and JYGC-1 were *Cladosporium*, and TPA-10 isolate was included in genus of *Aspergillus*.*

Key words: Fungi, Decolorization, and Textile dyes.

PENDAHULUAN

Komponen umum limbah cair industri tekstil adalah zat pewarna, surfaktan, serat, bahan *finishing*, serta minyak/lemak, yang dicerminkan dalam parameter fisik berupa kekeruhan, suhu dan warna; parameter kimia antara lain pH, BOD / COD, nitrat/nitrit, fenol, dan logam penyusun zat pewarna (Anonim, 2009; Athanopoulos, 1991). Kurang optimalnya pengolahan limbah, menyebabkan sebagian pencemar, misalnya zat pewarna, masih terikut dalam air limbah sehingga limbah nampak berwarna. Warna air limbah berubah-ubah tergantung pada perpaduan berbagai jenis pewarna yang digunakan dalam proses pewarnaan tekstil. Selain menyebabkan gangguan estetika dan tingginya BOD / COD, zat pewarna tertentu juga bersifat toksik bagi beberapa spesies organisme.

Bragulat *et al.*, (1991) membuktikan bahwa beberapa pewarna menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri. Martani *et al.*, (2003) juga melaporkan bahwa *Malachite Green* menghambat pertumbuhan beberapa spesies jamur pembusuk putih, di mana makin tinggi konsentrasi, semakin tinggi pula daya hambatnya. Substitusi halogen pada pewarna, misalnya khlor pada *Methylene blue*, Pararosanilin dan Rhodamin B, akan meningkatkan toksisitas. Selain itu, pewarna azo tertentu dan senyawa antara dalam degradasinya, bersifat toksik, mutagenik dan karsinogenik (Cripps *et al.*, 1990).

Karena tingginya potensi pencemaran dan toksisitasnya, hilangnya zat pewarna merupakan satu tahapan penting dalam pengolahan limbah industri tekstil. Oleh karena itu, sebelum dibuang ke lingkungan limbah harus diolah terlebih dahulu dengan tepat. Dalam proses pengolahan limbah cair, zat pewarna terdegradasi dan sebagian teradsorpsi dalam *activated sludge* (Athanopoulos, 1991; Inoue, 2005).

Biodegradasi pewarna dilakukan antara lain oleh bakteri *Alcaligenes eutrophus*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas stutzeri*, dan *Sphingomonas sp.* serta aktinomisetes *Streptomyces chromofuscus* (Athanopoulos, 1991; Stolz, 2001). Namun, dilaporkan bahwa *Phanerochaete chrysosporium*, *P. sordida*, *Coriolus sp.*, *Cyathus stercoreus*, *Pleurotus ostreatus* dan *Aspergillus sp.* mendegradasi pewarna lebih cepat dibanding mikrobial lain (Cripps *et al.*, 1990; Garzillo *et al.*, 1998; Stolz, 2001). Tingginya aktivitas degradasi pada jamur ini disebabkan oleh keterkaitan antara degradasi pewarna dengan degradasi lignin (Cripps *et al.*, 1990; Martani *et al.*, 2003).

Zat pewarna pada dasarnya merupakan senyawa organik gabungan antara gugus khromofor pembawa warna, dan gugus auksokrom yang merupakan pengikat antara khromofor dan serat inert. Biodegradasi pewarna mengakibatkan terjadinya perubahan struktur kimiawi pada gugus khromofor, atau auksokrom, atau pada kedua gugus

(Glenn & Gold, 1983). Degradasi parsial (*partial degradation*) pewarna mungkin hanya mengakibatkan pemisahan antara khromofor dan auksokrom.

Secara visual, perubahan struktur kimia pewarna terdeteksi melalui penurunan intensitas warna (dekolorisasi), yang dapat dijadikan sebagai indikator awal degradasi pewarna. Oleh sebab itu, dekolourisasi banyak digunakan dalam seleksi pendegradasi pewarna. Secara ideal, dekolourisasi saja belum lengkap sebagai parameter terjadinya degradasi pewarna dalam limbah cair industri tekstil, karena baru merupakan awal adanya degradasi dan produk akhir degradasi belum diketahui hanya melalui analisis dekolourisasi (Martani *et al.*, 2003). Dalam penelitian ini, kemampuan dekolourisasi terhadap beberapa zat pewarna tekstil digunakan sebagai parameter untuk menyeleksi keunggulan isolat-isolat jamur yang diperoleh dari berbagai sumber alami.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan dan materi pokok penelitian:

Sumber isolat. Sumber isolat yang digunakan adalah: limbah cair dan padat industri tekstil, tanah gambut dari Kalimantan dan Sumatra, serta tanah seresah hutan.

Zat pewarna tekstil. Beberapa jenis zat pewarna yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: *Basic Fuchsin* (disingkat BF), *Crystal Violet* (CV), *Direct Blue* (DB), *Methylene Blue* (MB), *Rhodamin B* (disingkat RB), dan *Safranin* (SF).

Kultur jamur pembusuk putih. Jamur dari LIPI digunakan sebagai pembanding bagi isolat jamur adalah: *Coriolus versicolor*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*, *Phanerochaete chrysosporium*, dan *Phanerochaete systidiosus*.

Medium sintetik. Medium untuk isolasi jamur maupun uji dekolourisasi adalah medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) dengan pH awal diatur sekitar 6,2.

Pelaksanaan dan Metode Penelitian:

Pengambilan sampel sebagai sumber isolat. Tanah di sekitar pembuangan limbah industri tekstil dari DIY dan Jawa Tengah, serta industri *pulp & paper* di Palembang digunakan sebagai sumber isolat. Sampel lainnya adalah tanah gambut dari Kalimantan Tengah dan Provinsi Riau; tanah seresah hutan Akasia dari Palembang, dan Tanah sekitar TPA kota. Sebelum digunakan, sampel diamati beberapa sifatnya.

Isolasi jamur. Sampel disuspensikan dalam aquadest steril, kemudian dilakukan *surface plating* di atas medium PDA (Martani *et al.*, 2003), dan diinkubasi selama 2–4 hari. Koloni jamur yang berbeda diisolasi, ditumbuhkan, dimurnikan, dan digunakan untuk tahap penelitian berikutnya.

Uji dekolourisasi pewarna secara kualitatif. Uji dekolourisasi dilakukan dalam medium PDA yang diperkaya dengan salah satu dari 6 jenis pewarna pada konsentrasi 100ppm. *Agar plug* jamur yang berumur 3-4 hari diletakkan di atas medium dan diinkubasikan selama 6 hari pada suhu kamar. Setiap hari diamati terbentuknya zone jernih di sekitar *agar plug* yang merupakan indikasi terjadinya dekolourisasi. Daya dekolourisasi dinyatakan dalam bentuk rasio antara diameter zone jernih dengan diameter koloni. Diharapkan diperoleh beberapa isolat jamur unggul berdasar atas kemampuan mendekolourisasi berbagai jenis pewarna, dan kecepatan dekolourisasinya serta daya dekolourisasi terhadap pewarna tertentu. Isolat-isolat unggul ini kemudian diidentifikasi.

Identifikasi jamur unggul. Identifikasi awal terhadap jamur unggul hingga aras genus didasarkan uji mikroskopis terhadap morfologi miselium, sporangiospora dan spora yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan air sungai penerima limbah industri tekstil yang berwarna biru ataupun merah muda, tergantung jenis pewarna

yang digunakan. Hal ini mengindikasikan belum adanya monitoring yang baik dari instansi terkait terhadap pelaksanaan IPAL industri khususnya industri tekstil, serta belum dijalankannya mekanisme *reward and punishment* secara maksimal; yang menyebabkan bervariasinya kualitas air limbah yang dibuang ke lingkungan.

Variasi karakter dan kualitas limbah terlihat dari analisis terhadap sampel limbah industri (Tabel 1). Kep 03/Men KLH/II/1991 mengatur beban maksimal polutan dalam limbah industri tekstil, misalnya logam berat Cu, Zn, Cr, Cd, Pb, dan Hg, yang merupakan komponen kimia pewarna tertentu atau bahan lain dalam proses pewarnaan (Athanasopoulos, 1991).

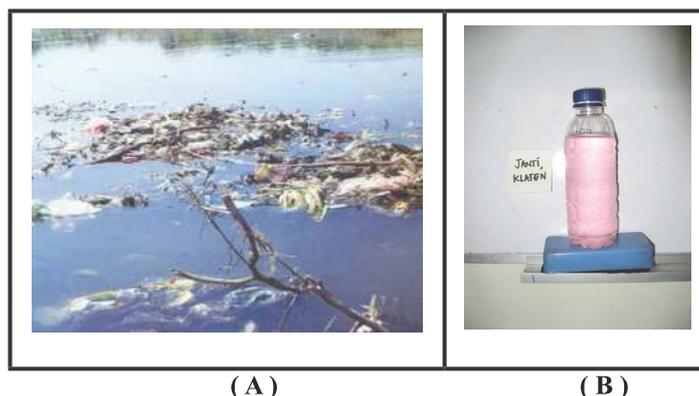
Terlihat bahwa industri tekstil yang diambil sampelnya sudah menganalisis konsentrasi senyawa logam terkait dalam limbah cairnya; dan hasilnya kebanyakan sudah memenuhi standar (Tabel 1). Dari beberapa parameter fisik-pun dapat ditunjukkan bahwa karakter limbah cair kebanyakan telah memenuhi standar baku mutu limbah cair industri tekstil. Dalam tabel tersebut juga nampak bahwa tidak semua parameter acuan dianalisis. Namun, perlu diperhatikan bahwa salah satu parameternya adalah MB dengan konsentrasi 0,5 – 15 mg/l (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa ada kesadaran bahwa konsentrasi parameter. Namun, ketiga industri tekstil tidak satupun yang menganalisis senyawa ini.

Nilai pH limbah seperti terbaca dalam Tabel 1 berada di sekitar netral dan sudah memenuhi syarat baku mutu. Data yang mirip juga diperoleh dari hasil pengamatan langsung (data primer) pada saat pengambilan sampel (Tabel 2), dan hampir semuanya telah memenuhi standar yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup.

Tanah gambut Kalimantan Selatan dan Riau digunakan untuk isolasi berdasar atas pertimbangan bahwa ada keterkaitan antara aktivitas degradasi pewarna dengan sifat lignolitik (Martani *et al.*, 2003). Seperti diketahui, tanah gambut memiliki pH rendah dan mengandung banyak selulosa dan lignin; sehingga dimungkinkan dalam tanah gambut dapat diisolasi jamur lignolitik. Selain itu, produk degradasi lignin adalah asam-asam fenolat yang merupakan struktur dasar dari beberapa jenis zat pewarna tekstil.

Tanah berseresah dari hutan, tanah sekitar TPA dan penggergajian kayu dari Palembang dipilih sebagai sampel karena tanah ini juga mengandung lignin. Di samping itu, sampel ini juga memiliki pH relatif rendah; suatu lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan aktivitas berbagai kelompok jamur. Diharapkan, beberapa jamur tersebut mampu mendegradasi zat pewarna tekstil karena adanya kemiripan struktur senyawa induk maupun produk antaranya, yang berarti adanya kesamaan enzim yang berperan di dalamnya.

Isolasi jamur dari berbagai sumber tersebut berdasarkan atas perbedaan warna dan morfologi koloni / miselium secara visual dalam medium PDA. Koloni yang menunjukkan perbedaan warna dan morfologi diisolasi dan ditumbuhkan secara terpisah. Dari seluruh sampel yang digunakan diperoleh 101 isolat jamur (Tabel 2). Dari limbah industri tekstil, masing-masing diperoleh 3 -5 isolat, kecuali dari limbah cair PT Sekar Bengawan yang berjumlah 10 isolat jamur. Sedangkan dari tanah gambut diperoleh antara 4 – 7 isolat; dan jumlah ini relatif sedikit dibandingkan dengan yang diisolasi dari tanah hutan, TPA, PT TEL-PP dan tanah sekitar penggergajian kayu. Fenomena ini mungkin disebabkan oleh toksisitas Aluminium terlarut dalam gambut yang cukup tinggi.



Gambar 1. Air sungai yang berwarna biru (A) atau air limbah yang berwarna merah muda (B) setelah menerima limbah industri tekstil.

Tabel 1. Karakteristik limbah cair beberapa industri tekstil di Karanganyar.

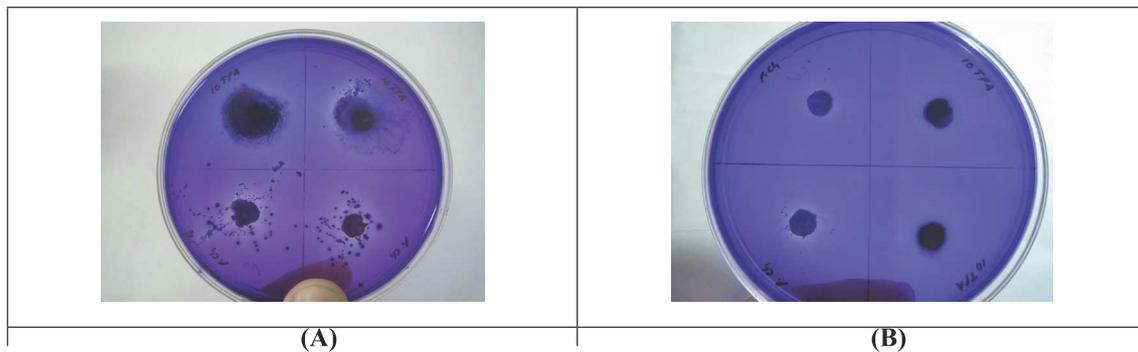
Parameter	Satuan	Industri tekstil di Karanganyar ¹⁾				Metode analisis
		Industri tekstil I	Industri tekstil II	Industri tekstil III	BMLC ²⁾	
I. Fisika:						
1. Warna		Kuning kecoklatan	==	2	50	Kolorimetri
2. Kekeruhan		Jernih	==	2	50	Turbidimetri
3. Suhu	°C	29	30	==		
4. Zat padat terlarut	mg/l	56	352	270	1500	Gravimetri
5. Zat padat tersuspensi	mg/l	==	53	==		
6. Bau / Rasa		==	==	Negatif	(-)	Organoleptik
7. Kesadahan	CaCO ₃ , mg/l	==	==	124,62	500	Kompleksometri
8. Debit	M ³ /hari	1200	50	==	1500	
II. Kimia:						
1. Nilai pH		7,53	11,5	6,92	6,5 – 9,0	Elektrometri
2. Besi terlarut	Fe, mg/l	1,82	0,77	< 0,04	1,0	AAS
3. Mangan terlarut	Mn, mg/l	==	0,01	0,87	0,5	AAS
4. Tembaga	Cu, mg/l	==	0,01	==		
5. Seng	Zn, mg/l	==	0,06	0,13	15	AAS
6. Khrom heksavalen	Cr ⁶⁺ , mg/l	==	0,10	< 0,06	0,05	Kolorimetri
7. Khrom total	Cr, mg/l	0,03	0,19	==		
8. Cadmium	Cd, mg/l	==	0,004	< 0,005	0,005	AAS
9. Timbal	Pb, mg/l	==	0,41	< 0,005	0,05	AAS
10. Nikel	Ni, mg/l	==	==	==		
11. Arsen	As, mg/l	==	==	==		
12. Air raksa	Hg, mg/l	==	==	< 0,001	0,001	AAS
13. Sulfida	S, mg/l	0,07	0,05	==		
14. Sulfat	SO ₄ , mg/l	==	==	18,51	400	Turbidimetri
15. Amonia bebas	NH ₃ - N, mg/l	1,9	8,87	==		
16. Nitrit	NO ₂ -N, mg/l	==	0,04	< 0,03	1,0	Kolorimetri
17. Nitrat	NO ₃ -N, mg/l	==	0,81	< 0,11	10	Kolorimetri
18. Sianida	CN, mg/l	==	==	< 0,01	0,1	Kolorimetri
19. Klorida	Cl, mg/l	==	==	12,90	600	Argentometri
20. Florida	F, mg/l	==	==	< 0,02	1,5	Kolorimetri
21. BOD / COD		65 / 155	34,12 / 150,29	==		
22. Fenol		0,17	0,19	==	0,01	
23. Minyak & lemak		0,28	0,009	==	1,0	
24. Zat organik	KMnO ₄ , mg/l	==	==	0,05	10	Permanganometri
25. Senyawa aktif metilen blue	mg/l	==	==	==	==	0,5 – 15 (utk gol I – IV)

Catatan: ¹⁾ Sumber: Data sekunder dari Dinas Perindustrian Jawa Tengah (Nama pabrik dirahasiakan).

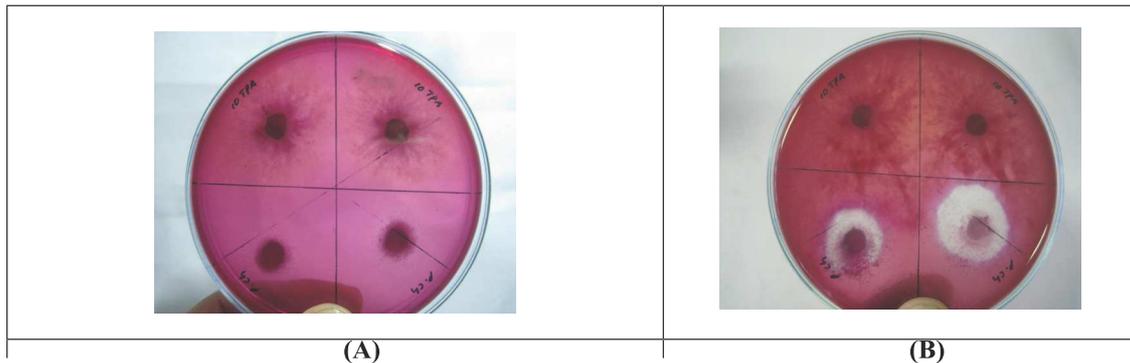
²⁾ BMLC= Baku Mutu Limbah Cair berdasar atas Kep 03/Men KLH/II/1991 Dalam tabel

Tabel 2. Karakterisasi sampel dan Jumlah isolat jamur

No	Sumber isolat	Lokasi	Karakter sampel			Jumlah isolat
			Visual	Warna	pH	
1	Home industri tekstil 1. Limbah cair 2. Limbah padat	Klaten	Bening	Merah muda	7–8	5
			Lumpur berpasir	Hitam	5–6	3
2	PT New Suburtex 1. Limbah cair 2. Limbah padat	Karang Anyar	Keruh	Putih kotor	7–7,5	3
			Endapan lumpur	Hijau kehitaman		5
3	PT Sekar Bengawan 1. Limbah cair 2. Limbah padat	Karang Anyar	Keruh	Putih kotor	9,5–10,0	10
			Berlumpur	Coklat	8,0	3
4	PT GKBI 1. Limbah cair 2. Tanah	Sleman	Keruh	Putih kecoklatan	6,0	5
			Lumpur berpasir	Coklat gelap	6,2	4
5	Tanah Gambut Saprik	Kalimantan Tengah	Jaringan tanaman remuk	Kehitaman	3,0–3,5	7
6	Tanah Gambut Saprik	Riau	Jaringan tidak utuh	Kehitaman	5,2	6
7	Tanah Gambut Hemik	Riau	Jaringan tanaman lunak	Coklat tua	5,1	4
8	Tanah Gambut Fibrik	Riau	Jaringan tanaman keras	Coklat	3,6	6
9	Tanah di hutan akasia	Palembang	Tanah berseresah	Coklat tua	4,8	10
10	Tanah sekitar TPA	Palembang	Seresah sudah hancur	Coklat kehitaman	6,4	9
11	Tanah sekitar Penggergajian kayu	Palembang	Tanah	Kecoklatan	5,4	7
12	PT TEL - PP	Palembang	Tanah berlempung	Hitam kecoklatan	6,1	13
Jumlah isolat						101



Gambar 2. Dekolorisasi pewarna *Crystal Violet* (A), dan *Methylene Blue* (B) oleh isolat jamur pada hari ke 3. Anak panah menunjukkan koloni jamur yang melakukan dekolorisasi.



Gambar 3. Dekolorisasi rhodamine B oleh *Phanerochaete chrysosporium* pada hari ke 3 (A) dan ke 6 (B). Anak panah menunjukkan koloni jamur yang melakukan dekolourisasi.

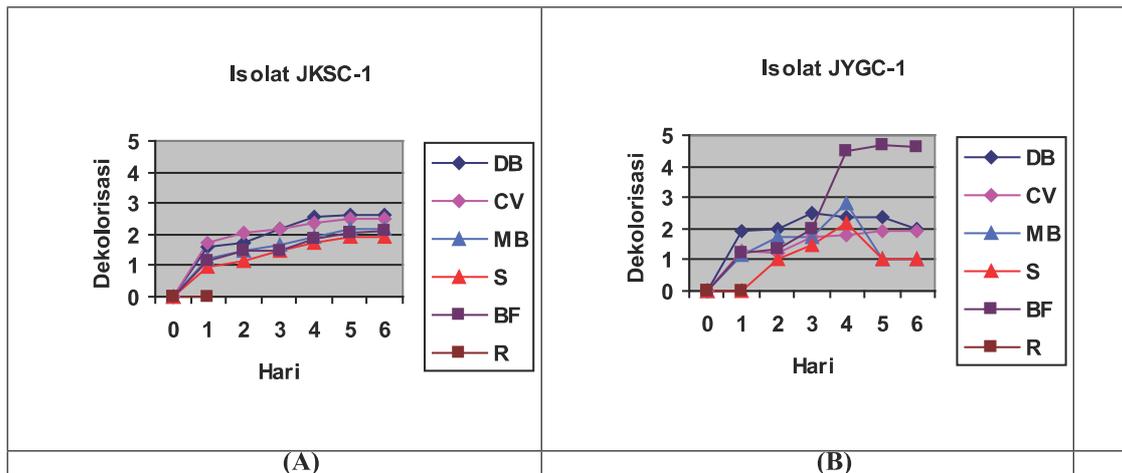
Disamping ke 101 isolat di atas, dalam penelitian ini juga digunakan 5 kultur jamur pembusuk putih yang bersifat lignolitik; yaitu *Coriolus versicolor*, *Pleurotus eryngii*, *Pl. ostreatus*, *Phanerochaete chrysosporium*, dan *P. systidiosus*. Kultur murni jamur ini digunakan sebagai pembanding berdasar atas pertimbangan adanya kaitan antara aktivitas lignolitik dengan kemampuan degradasi pewarna (Cripps *et al.*, 1990; Garzillo *et al.*, 1998; Martani *et al.*, 2003).

Dari penghitungan daya dekolourisasi setiap harinya, dapat diketahui kemampuan dekolourisasi masing-masing isolat terhadap tiap jenis pewarna (Gambar 2). Nampak adanya zone dekolourisasi di sekitar *agar plug* yang diameternya bervariasi tergantung pada strain jamur, jenis pewarna dan waktu inkubasi. Ada spesifisitas antara strain jamur dengan jenis pewarna; di mana hal ini ditentukan oleh kemampuan masing-masing jamur dalam mensintesis enzim yang dibutuhkan dalam degradasi / dekolourisasi pewarna.

Gambar 3 menunjukkan aktivitas dekolourisasi *P. chrysosporium* terhadap pewarna karbanil yang diwakili oleh Rhodamin B (RB). Aktivitas belum nampak hingga hari ke 3; namun pada hari ke 6, dekolourisasi telah berkembang secara signifikan baik ditinjau dari diameter maupun penurunan intensitas warna. Selama waktu inkubasi tersebut, tidak

ada pertumbuhan *P. chrysosporium* (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa kultur jamur pembusuk putih yang bersifat lignolitik ini membutuhkan waktu antara 3 – 5 hari untuk mensintesis enzim pendekolorisasi RB. Dilaporkan bahwa enzim lignolitik merupakan *inducable enzyme* yang memerlukan waktu untuk sintesisnya (Martani *et al.*, 2003). Enzim yang berperan dalam degradasi pewarna antara lain adalah: lakase (Garzillo *et al.*, 1998) dan peroksidase (Perkowski & Kos, 2002).

Kemampuan masing-masing strain mikrobia (khususnya jamur) dalam mensintesis enzim-enzim tersebut akan menentukan kemampuan mereka mendegradasi pewarna tertentu. Hal ini terbukti dalam Gambar 2 yang menunjukkan perbedaan diameter zone dekolourisasi pada tiap jenis pewarna. Secara lebih jelas, perbedaan spesifisitas tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4, di mana nampak bahwa ada perkembangan dekolourisasi setiap harinya. Namun, juga nampak bahwa ada strain jamur tertentu yang hanya mampu mendegradasi pewarna tertentu pula (data isolat lainnya tidak disajikan). Spesifikasi enzim ini terutama disebabkan oleh adanya perbedaan struktur kimiawi dan golongan masing-masing zat pewarna; misalnya, pewarna CV merupakan golongan pararosanilin; dan pewarna RB yang termasuk golongan karbonil



Gambar 4. Daya dekolorisasi isolat jamur JKSC-1 (A) dan JYGC-1 (B) terhadap 6 jenis pewarna tekstil.

Tabel 3. Daya dekolorisasi beberapa isolat jamur terhadap berbagai jenis pewarna.

No.	Isolat unggul	BF	CV	DB	MB	RB	SF
1	JKSC-1	++++	++++	++++	++++	++	+++
2	JKSC-4	--	++	+++	+++	--	++
3	JKSC-7	--	++	+++	--	--	++
4	JYGC-1	++++	++++	++++	+++	+++	+++
5	JKNT-1	++++	++++	++++	++++	+++	--
6	TPA-4	--	+++	++	++	++	--
7	TPA-10	--	++	+	+++	+	--
8	KRMS-5	--	+++	+++	++++	++	++
9	TEL-11	+	+++	+++	++	+	--
10	ME-6	--	++	--	++	--	--
11	<i>Coriolus versicolor</i>	++	+++	--	--	+	--
12	<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	+	++++	+	++	++++	+++
13	<i>Pleurotus systidiosus</i>	--	--	--	+	--	--
14	<i>Pleurotus ostreatus</i>	--	+++	++++	++++	+	--
15	<i>Pleurotus eryngii</i>	+	+++	++	+++	--	--

Catatan: BF = Basic Fuchsin; CV = Crystal violet; DB = Direct Blue; MB = Methylene Blue; RB = Rhodamin B; SF = Safranin

Tanda (--) tidak memiliki daya dekolorisasi.

(+) hingga (++++) berdasar atas parameter: kecepatan, kualitas dan ratio dekolorisasi.

Jamur yang dicetak tebal merupakan isolat atau kultur unggul.

Berdasar atas parameter (tidak semua data disajikan): (1) Kemampuan melakukan dekolorisasi terhadap beberapa jenis pewarna, (2) Daya dekolorisasi, (3) Kecepatan terjadinya dekolorisasi; ditentukan 6 jamur unggul (Tabel 3). Nampak antara lain bahwa isolat dengan kode JKSC-1 mampu mendekolorisasi ke 6

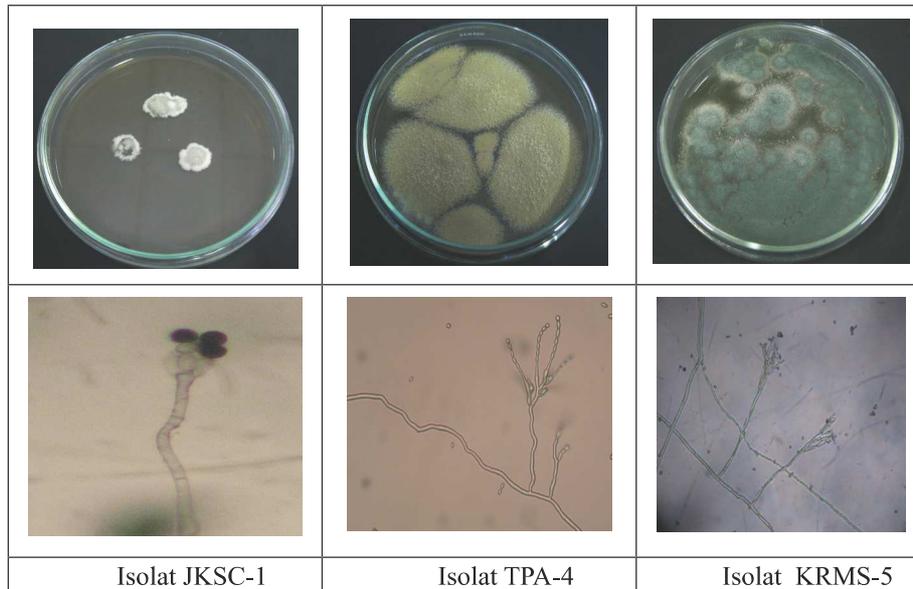
pewarna dengan daya dekolorisasi yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan isolat ME-6.

Pada Tabel 3 juga ditunjukkan daya dekolorisasi yang dimiliki 5 kultur jamur pembusuk putih, di mana nampak bahwa *Phanerochaete chrysosporium* dan *Pleurotus*

ostreatus memiliki kemampuan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kultur lainnya. Dalam tabel ini juga nampak adanya spesifisitas antara spesies jamur dengan jenis pewarnanya. Misalnya *Phanerochaete chrysosporium* lebih cepat mendekolorisasi RB dibandingkan dengan BF maupun DB, yang termasuk dalam kelompok pewarna yang berlainan. Bumpuss & Brock (1988) juga melaporkan kemampuan jamur lignolitik ini dalam dekolorisasi CV; meskipun dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa daya dekolorisasi jamur ini terhadap RB lebih besar dibandingkan CV (Tabel 4). Pada gambar tersebut juga terlihat bahwa DB dan SF merupakan zat pewarna yang paling sulit terdegradasi oleh isolat dan kultur jamur yang diuji. Data ini didukung dengan data dalam Gambar 2 tentang adanya spesifisitas antara

spesies jamur dengan jenis pewarna, yang mencerminkan perbedaan kemampuan masing-masing strain dalam mensintesis enzim tertentu yang diperlukan dalam mendegradasi pewarna tertentu (Garzillo *et al.*, 1998; Perkowski & Kos, 2002).

Pengamatan mikroskopis miselium, sporangiofor dan spora (Ando, 2001) menunjukkan bahwa ke 6 isolat unggul di atas memiliki bentuk miselium dan sporangiospora yang berbeda (Gambar 5), dan merupakan anggota beberapa genera (Tabel 4). Berdasar atas perbedaan dalam warna koloni dan diameter miselium, isolat JYGC-1 dan TPA-4 (*Cladosporium*) serta JKNT-1 dan KRMS-5 (*Penicillium*), dimungkinkan masuk dalam spesies yang berlainan meskipun mereka masing-masing termasuk dalam genus yang sama.



Gambar 5. Morfologi mikroskopis beberapa isolat jamur unggul.

Tabel 4. Hasil identifikasi mikroskopis isolat jamur yang bersifat unggul.

No.	Isolat unggul	Genus
1	JKSC-1	<i>Stachybotrys</i>
2	JYGC-1	<i>Cladosporium</i>
3	JKNT-1	<i>Penicillium</i>
4	TPA-4	<i>Cladosporium</i>
5	TPA-10	<i>Aspergillus</i>
6	KRMS-5	<i>Penicillium</i>

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

Dari 101 strain jamur yang diperoleh, 6 isolat memiliki kemampuan unggul dalam dekolorisasi terhadap 6 jenis pewarna tekstil.

Hasil identifikasi morfologis terhadap ke 6 isolat unggul menunjukkan bahwa isolat JKSC-1 termasuk genus *Stachybotrys*, isolat JYGC-1 dan TPA-4 tergolong *Cladosporium*, isolat JKNT-1 dan KRMS-5 termasuk *Penicillium*, dan TPA-10 adalah *Aspergillus*.

Penggunaan jamur pendegradasi lignin sebagai pembanding menunjukkan bahwa kemampuan dekolorisasi *Phanerochaete chrysosporium* dan *Pleurotus ostreatus* bersifat relatif lebih baik dibandingkan kultur lain maupun isolat jamur. Namun demikian, beberapa isolat jamur lebih unggul dibandingkan kedua kultur jamur pembanding ini, misalnya isolat JYGC-1 dan JKSC-1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada Fitriah Solehah, SP., dan Heru Purwanto, SP. yang telah banyak berperan dalam pelaksanaan penelitian ini. Tanpa bantuan mereka, penelitian ini tidak dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ando, K. 2001. Current taxonomy of fungi and identification of tropical fungi imperfecti and *Aspergillus* species. In *Workshop current taxonomy of fungi and identification of tropical fungi imperfecti and Aspergillus species*. (part 3). FNCC, PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Anonim. 2009. Pengolahan limbah hasil produksi batik. <http://www.situs.hijau.co.id>. Diakses tanggal 10 Desember 2009.
- Athanasopoulos, N. 1991. Biodegradation of textile wastewaters. In *Biological degradation of wastes*. Martin, A.M. (Ed). Elsevier Applied Science. London. P. 389 – 412.
- Bragulat, M.R., M.I. Abarca, M.T. Bruquera and F.J. Cobanes. 1991. Dyes as fungus inhibitor.: Effect on colony diameter. *Appl.Environ.Microbiol.* 57: 2777 – 2780.
- Bumpuss, J.A. and B.J. Brock. 1988. Biodegradation of crystal violet by white rot fungus. *Phanerochaete chrysosporium*. *Appl.Environ.Microbiol* 54: 1143 – 1150.
- Cripps, C., J.A. Bumpuss and S.D. Aust. 1990. Biodegradation of azo and heterocyclis dyes by *Phanerochaete chrysosporium*. *Appl.Environ.Microbiol.* 56: 1114 – 1116.
- Garzillo, A.M.V., M.C. Calao, C. Caruso, C. Caporale, D. Celliti and V. Buonocore. 1998. Laccase from the white rot fungus *Trametes trogii*. *Appl.Microbiol. Biotechnol.* 49: 545 – 551.
- Glenn, J.K. and M.H. Gold. 1983. Decolorization of several polymeric dyes by the lignin degrading basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. *Appl.Environ.Microbiol.* 45: 1741 – 1747.
- Inoue, K. 2005. Textile dyeing waste water treatment activated sludge. Seminar APEC Virtual Center for Environmental Technology Exchange.
- Martani, E., A.T. Utami dan S. Hartadi. 2003. Biodegradasi zat pencelup malachite green oleh jamur pembusuk putih. *J. Manusia dan Lingkungan*. 18: 16 – 27.
- Perkowski, J. and L. Kos. 2002. Treatment of textile dyeing wastewater by hydrogen peroxide and ferrous ions. *Fibers and Textiles*.: 78 – 81.
- Stolz, A. 2001. Basic and applied aspect in the microbial degradation of azo dyes. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 56: 69 – 80.