

DEGRADASI LIMBAH TEKSTIL MENGUNAKAN JAMUR LAPUK PUTIH *Daedaleopsis eff. confragosa*

Ngurah Mahendra Dinatha ^{1)*}, James Sibarani ¹⁾, I G. Mahardika ²⁾

¹⁾ Program Magister Kimia Terapan, Pascasarjana, Universitas Udayana, Bali

²⁾ Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Bali

*email : moru_ace@yahoo.com

Abstract

The objectives of this research are to determine the optimum conditions (pH, concentration of fungi, and incubation period) of degradation of textile dyeing waste using *Daedaleopsis eff. confragosa* and to determine the quality of the processed waste based on the parameters of chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand (BOD), total suspended solids (TSS), pH, and its color. The fungi was collected from a plantation areal in Negara, Bali and the untreated waste itself was also collected from a home textile dyeing industry in Negara, Bali. After rejuvenation process of the fungi, the optimum conditions were obtained by collecting the COD data at various pH (4 - 10) and concentration of fungi (3% - 9%). We found that the degradation will be optimally progressing at pH 4 and fungi concentration of 6%. Finally, the optimum period of degradation was determined by varying the incubation day from 0 - 12 days at optimum conditions. The optimum incubation period was 9 days. The treatment of the dyeing waste with fungi can decrease the level of the color, TSS, COD and BOD₅ up to 81.05%, 70.21%, 85.17%, and 74.09% respectively.

Keyword: *Daedaleopsis eff. confragosa*, textile waste, degradation, optimum condition.

1. Pendahuluan

Limbah tekstil yang dihasilkan industri pencelupan sangat berpotensi mencemari lingkungan. Hal ini disebabkan karena air limbah tekstil tersebut mengandung bahan-bahan pencemar yang sangat kompleks dan intensitas warnanya tinggi. Nilai *biological oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) untuk limbah tekstil berkisar antara 80-6.000 mg/L dan 150-12.000 mg/L (Azbar *et al.*, 2004). Nilai tersebut melebihi ambang batas baku mutu limbah cair industri tekstil jika ditinjau dari KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995. Keberadaan limbah tekstil dalam perairan dapat mengganggu penetrasi sinar matahari, akibatnya kehidupan organisme dalam perairan akan terganggu dan sekaligus dapat mengancam kelastarian ekosistem akuatik.

Teknologi pengolahan limbah tekstil biasanya dilakukan secara kimia dan fisika. Pengolahan limbah tekstil secara kimia dan fisika cukup efektif untuk menghilangkan warna, akan tetapi ada beberapa kekurangannya yaitu biaya mahal, pemakaian bahan

kimia yang tidak sedikit dan menimbulkan lumpur yang banyak. Oleh karena itu perlu dicari teknologi pengolahan limbah yang lebih ramah lingkungan. Saat ini teknologi pengolahan limbah tekstil yang berkembang adalah pengolahan limbah secara biologi, yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi molekul zat warna tekstil yang memiliki struktur kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana (Manurung dkk, 2004). Keunggulan menggunakan mikroorganisme dibandingkan dengan cara kimia dan fisika adalah murah dan juga ramah lingkungan. Mikroorganisme yang sering digunakan untuk merombak zat warna tekstil adalah jamur, contohnya adalah jamur pendegradasi kayu (Zhao, 2004).

Jamur pendegradasi kayu mempunyai kemampuan mendegradasi komponen-komponen kayu, yaitu lignin dan selulosa. Kelompok jamur pendegradasi kayu yang dilaporkan mampu mendegradasi lignin adalah jamur lapuk putih (*white-rot fungi*) (Paul, 1992). Selain bermanfaat untuk mendegradasi senyawa lignin, jamur lapuk putih juga bermanfaat

untuk mendegradasi zat warna tekstil (Zhao, 2004). Salah satu jenis jamur lapuk putih adalah jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*. Sampai saat ini belum ada informasi tentang kemampuan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* untuk mendegradasi limbah zat warna tekstil. Tetapi dari data kualitatif hasil uji pendahuluan, jamur ini terbukti dapat digunakan dalam proses biodegradasi limbah zat warna tekstil. Berdasarkan hasil kajian Dayaram dan Dasgupta (2007), diketahui bahwa jamur *Polyporus rubidus* yang merupakan salah satu jenis jamur lapuk putih dilaporkan mampu mendegradasi limbah tekstil dengan efektif karena enzim *laccase* yang dihasilkan oleh jamur tersebut.

Kemampuan jamur lapuk putih dalam mendegradasi limbah tekstil berkaitan erat dengan enzim lignolitik ekstraseluler yang dihasilkan jamur tersebut, yaitu enzim *lignin peroksidase* (LiP), *mangan peroksidase* (MnP) dan *laccase* (Hakala, 2007). Enzim lignolitik dapat merombak senyawa aromatik, polimer sintetik, dan zat warna melalui reaksi redoks, di mana enzim lignolitik akan mengoksidasi secara sempurna senyawa-senyawa karbon menjadi CO₂ dan H₂O (Siswanto *et al.*, 2007).

Degradasi limbah tekstil menggunakan jamur lapuk putih dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pH, konsentrasi jamur, waktu inkubasi dan suhu lingkungan. Pada kondisi pH optimum, jamur akan tumbuh dengan baik dan menghasilkan enzim yang optimal, sehingga proses degradasi limbah akan berlangsung dengan cepat (Ali dan Muhammad, 2008). Begitu juga pada penambahan konsentrasi jamur yang sesuai, maka dapat mempengaruhi kerja jamur dalam proses degradasi limbah tekstil. Waktu inkubasi juga mempengaruhi proses degradasi limbah tekstil karena pengaruh lama waktu kontak jamur dengan limbah tekstil, sehingga untuk memperoleh efisiensi degradasi limbah tekstil yang besar oleh jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* maka perlu ditentukan terlebih dahulu kondisi optimumnya.

Dalam rangka pengendalian pencemaran lingkungan oleh limbah industri, Pemerintah Republik Indonesia mengeluarkan KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah industri. Perundang-undangan tersebut mewajibkan setiap usaha atau kegiatan melakukan pengolahan limbah sampai memenuhi persyaratan baku mutu air limbah

sebelum dibuang ke lingkungan. Untuk mengetahui apakah hasil degradasi limbah tekstil oleh jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* telah memenuhi persyaratan baku mutu tersebut, maka dilakukan pengujian yang meliputi uji BOD₅, COD, TSS, pH, dan warna.

Berdasarkan hal tersebut di atas, dalam penelitian ini akan dikaji kondisi optimum degradasi limbah tekstil oleh jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* serta kualitas hasil degradasi limbah tekstil yang meliputi COD, BOD₅, TSS, pH, dan warna.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam *True Experiment*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 4 x 3 yang terdiri atas 2 faktor. Faktor I adalah pH yang terdiri dari 4 level dan faktor II adalah konsentrasi penambahan suspensi jamur yang terdiri dari 3 level, dimana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Setelah mendapatkan pH dan konsentrasi optimal, kemudian hasil tersebut digunakan untuk menentukan waktu inkubasi terbaik dalam proses degradasi limbah tekstil, variasi waktu inkubasi yang digunakan adalah 0, 3, 6, 9, dan 12 hari dengan pengulangan sebanyak 3 kali.

2.1 Peremajaan Jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*

Jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* dihancurkan dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi air steril sambil dikocok. Selanjutnya, 1 mL cairan yang mengandung spora dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media PDA dan diinkubasi selama 7 hari hingga tumbuh benang-benang berwarna putih pada permukaan PDA. Dalam 1 liter media PDA tersebut terdiri dari 200 gram kentang, 20 gram dektrosa, dan 20 gram agar serta 1 tablet kloramfenikol untuk mencegah pertumbuhan bakteri. Miselium jamur selanjutnya ditransfer ke dalam media *Czapek* cair. Miselium jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer ukuran 500 mL yang telah berisi 250 mL media *Czapek* cair. Campuran tersebut diinkubasi selama 7 hari. Dalam 1 liter media *Czapek* cair mengandung 15,0 g Sukrosa; 3,0 g NaNO₃; 0,5 g KCl; 0,5 g MgSO₄ 7H₂O; 0,01 g FeSO₄ 7 H₂O; dan 1,0 g KH₂PO₄.

2.2 Penentuan Kondisi Optimum (pH dan konsentrasi jamur) Degradasi Limbah Tekstil oleh Jamur *Daedaleopsis eff. Confragosa*

Penentuan kondisi optimum degradasi limbah tekstil (pH dan konsentrasi jamur) serta efisiensi degradasi limbah tekstil menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* dilakukan dengan cara memvariasikan pH dan konsentrasi jamur mengikuti metode Ali dan Muhammad (2008) yang termodifikasi. Media *Czapex* cair yang telah ditambahkan suspensi jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* dengan konsentrasi per 50 mL media *Czapex* cair sebanyak 3 mL, 6 mL, dan 9 mL. Selanjutnya Erlenmeyer ditutup dan diinkubasi selama 3 hari. Setelah 3 hari, sebanyak 50 mL limbah tekstil dimasukkan ke dalam Erlenmeyer tersebut. Campuran dikondisikan pada pH 4 dengan cara menambahkan larutan HCl sedangkan untuk pH di atas 7 ditambahkan NaOH. Untuk mempertahankan pH ditambahkan buffer pH 4 ke dalam labu Erlenmeyer tersebut. Selanjutnya Erlenmeyer ditutup kembali dan diinkubasi selama 7 hari. Setelah diinkubasi, cairan disaring kemudian diuji kualitas COD. Dengan cara yang sama dilakukan degradasi limbah tekstil pada perlakuan pH 6, 8, dan 10. Untuk setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Kontrol dibuat dengan cara yang sama tetapi tanpa menggunakan suspensi jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*. Efisiensi degradasi limbah tekstil diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$Efisiensi = \frac{Kadar\ COD_{awal} - Kadar\ COD_{akhir}}{Kadar\ COD_{awal}} \times 100\%$$

2.3 Penentuan Kondisi Optimum (lama inkubasi) Degradasi Limbah Tekstil oleh Jamur *Daedaleopsis eff. Confragosa*

Campuran media *Czapex* cair dan suspensi jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* terbaik yang diperoleh kemudian diinkubasi selama 3 hari. Setelah 3 hari, sebanyak 50 mL limbah tekstil dimasukkan ke dalam Erlenmeyer tersebut. Campuran dikondisikan pada pH optimum dengan cara menambahkan HCl ataupun NaOH. Untuk mempertahankan pH ditambahkan buffer pada pH optimum ke dalam labu Erlenmeyer tersebut. Selanjutnya Erlenmeyer ditutup dan diinkubasi pada variasi waktu yaitu 0, 3, 6, 9, dan 12 hari. Setelah diinkubasi, cairan disaring

kemudian diuji kualitas COD. Untuk setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Kontrol dibuat dengan cara yang sama tetapi tanpa menggunakan suspensi jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*. Setelah mendapatkan kondisi optimum degradasi limbah tekstil (pH, konsentrasi jamur dan waktu inkubasi), kemudian limbah hasil degradasi diuji kualitasnya meliputi BOD₅, COD, TSS, pH dan warna.

2.4 Uji kualitas limbah sebelum dan setelah didegradasi

Uji kualitas limbah sebelum dan sesudah didegradasi bertujuan untuk menentukan efisiensi pengolahan limbah pencelupan tekstil menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* serta kelayakan air limbah hasil pengolahan untuk dibuang ke lingkungan. Parameter kualitas limbah yang diuji dan metode pengukurannya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air Limbah yang Diukur dan Metode Pengukurannya

No	Parameter	Satuan	Metode Pengukuran
1	pH	-	pH meter
2	Warna	TCU	Spektrofotometer
3	TSS	mg/L	Gravimetri
4	BOD ₅	mg/L	Titrasi
5	COD	mg/L	Titrasi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Karakteristik Awal Sampel Limbah

Limbah yang dianalisis merupakan limbah industri tekstil rumah tangga yang di dapatkan di daerah Negara, Kecamatan Jembrana, Kabupaten Jembrana. Limbah ini diambil dari bak-bak penampungan, dimana limbah tekstil tersebut belum mendapatkan perlakuan pengolahan. Berdasarkan hasil uji karakteristik awal sampel limbah diketahui, bahwa parameter COD, BOD₅, TSS, serta pH berada di atas baku mutu yang ditetapkan KepMen LH No.51/MENLH/10/1995. Karakteristik Limbah Awal dan Baku Mutu Limbah Cair Industri Tekstil disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Limbah Awal dan Baku Mutu Limbah Cair Industri Tekstil berdasarkan dari KepMen LH No.51/MENLH/10/1995

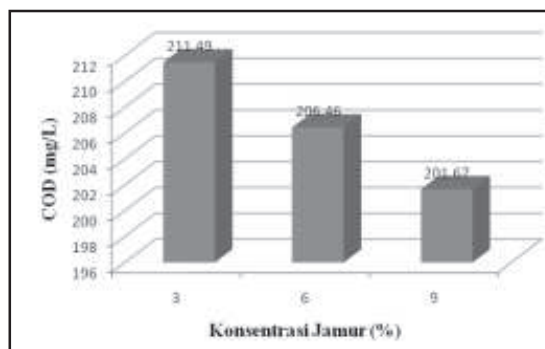
Parameter	Satuan	Karakteristik Limbah Awal	Kadar Maksimum Ditinjau dari KepMen LH No.51 MENLH/10/1995
Warna	Pt-Co	217,49	-
pH	-	10,60*	6,0-9,0
COD	mg/L	215,56*	150
BOD ₅	mg/L	102,78*	60
TSS	mg/L	115,12*	50

Keterangan : (*) = di atas baku mutu

3.2 Penentuan kadar COD awal pada masing-masing konsentrasi penambahan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*

Penentuan kadar COD awal pada masing-masing konsentrasi penambahan jamur bertujuan untuk mengetahui kadar COD sebelum degradasi. Hasil yang diperoleh adalah kadar COD pada variasi konsentrasi yang disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 memperlihatkan kadar COD awal pada masing-masing penambahan konsentrasi jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* dengan konsentrasi 3, 6, dan 9% berturut-turut sebesar 211,49; 206,46; dan 201,63 mg/L.



Gambar 1. Grafik kadar COD awal pada masing-masing penambahan konsentrasi jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*

3.3 Penentuan Kondisi Optimum (pH dan konsentrasi jamur) Degradasi Limbah Tekstil oleh Jamur *Daedaleopsis eff. Confragosa*

Degradasi limbah tekstil pada variasi pH dan konsentrasi jamur bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum degradasi limbah tekstil menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*. Hasil yang diperoleh adalah penurunan kadar COD serta data efisiensi penurunan kadar COD limbah tekstil selama 7 hari inkubasi menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* yang disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 memperlihatkan rata-rata kadar COD pada variasi pH mengalami peningkatan. Pada pH 4,

Tabel 3. Kadar COD Limbah Tekstil pada Variasi pH dan Konsentrasi Jamur Setelah 7 Hari Inkubasi

Konsentrasi	pH				rata-rata
	4	6	8	10	
3%	43,53±0,73	52,93±0,71	57,75±0,55	78,19±0,84	58,10 ^a
6%	37,87±0,56	48,39±0,21	51,25±0,52	73,24±0,56	52,69 ^b
9%	45,29±0,49	54,21±0,72	66,36±0,33	78,95±0,39	61,20 ^c
rata-rata	42,23 ^a	51,84 ^b	58,45 ^c	76,79 ^d	

Keterangan : Nilai dengan huruf yang berbeda pada baris atau kolom yang sama pada masing-masing perlakuan adalah berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan menggunakan statistik Anova dua arah.

Tabel 4. Efisiensi Penurunan Kadar COD Limbah Tekstil pada Variasi pH dan Konsentrasi Jamur Setelah 7 Hari Inkubasi

Konsentrasi Jamur	pH				Rata-rata
	4	6	8	10	
3%	79,40%	74,96%	72,67%	63,00%	72,51% ^a
6%	81,66%	76,56%	75,18%	64,52%	74,48% ^b
9%	77,54%	73,12%	67,10%	60,85%	69,65% ^c
Rata-rata	79,54% ^a	74,88% ^b	71,65% ^c	62,79% ^d	

Keterangan : Nilai dengan huruf yang berbeda pada baris atau kolom yang sama pada masing-masing perlakuan adalah berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan menggunakan statistik Anova dua arah.

6, 8, dan 10 rata-rata kadar COD berturut-turut adalah 42,23; 51,84; 58,45; 76,79 mg/L, dimana kadar COD pada masing-masing pH menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Pada pH 4 menunjukkan hasil yang paling optimal dengan rata-rata kadar COD sebesar 42,23 mg/L. Pada variasi konsentrasi penambahan jamur yaitu konsentrasi 3, 6, dan 9% berturut-turut kadar COD adalah 58,10; 52,69; 61,20 mg/L. Kadar COD pada variasi konsentrasi penambahan jamur juga menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Kadar COD terkecil berada pada konsentrasi penambahan jamur 6% dengan rata-rata kadar COD sebesar 52,69 mg/L, sehingga kondisi optimum degradasi limbah tekstil terjadi pada pH 4 dan konsentrasi 6% dengan kadar COD sebesar $37,87 \pm 0,56$ mg/L.

Tabel 4 memperlihatkan rata-rata efisiensi penurunan kadar COD pada variasi pH mengalami penurunan. Pada pH 4, 6, 8, dan 10 rata-rata efisiensi penurunan kadar COD berturut-turut adalah 79,54; 74,88; 71,65; dan 62,79%. Efisiensi penurunan kadar COD pada masing-masing pH menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$), dimana efisiensi penurunan kadar COD terbesar dengan rata-rata 79,54% terjadi pada pH 4. Pada variasi konsentrasi penambahan jamur yaitu konsentrasi 3, 6, dan 9% berturut-turut efisiensi penurunan kadar COD adalah 72,51; 74,48; 69,65%. Efisiensi penurunan kadar COD pada variasi konsentrasi penambahan jamur juga menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Efisiensi penurunan kadar COD terbesar berada pada konsentrasi penambahan jamur 6% dengan rata-rata sebesar 74,48%, sehingga kondisi optimum degradasi

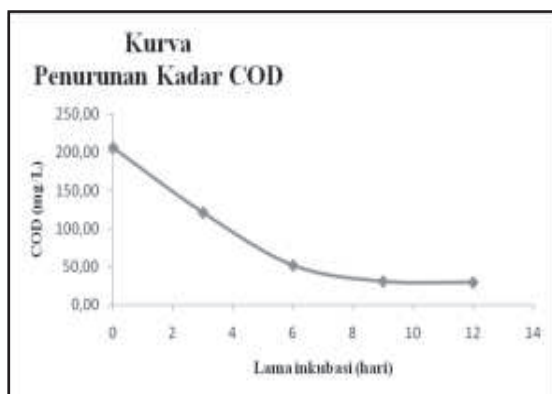
limbah tekstil terjadi pada pH 4 dan konsentrasi 6% dengan efisiensi penurunan kadar COD sebesar 81,66%.

Keasaman (pH) dan penambahan konsentrasi jamur sangat mempengaruhi proses degradasi limbah tekstil dengan menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa degradasi optimum limbah tekstil terjadi pada pH 4 dan penambahan jamur pada konsentrasi 6% dengan efisiensi penurunan COD sebesar 81,66%. Perbedaan efisiensi penurunan kadar COD limbah tekstil pada variasi pH disebabkan oleh perbedaan pertumbuhan jamur dan aktivitas enzim. Pada umumnya jamur dapat tumbuh dengan baik pada pH asam sekitar pH 4 – 6 (Kusnadi dkk., 2003). Pada pH di bawah 3 atau pH di atas 6 maka pertumbuhan jamur menjadi tidak optimal sehingga pertumbuhan jamur menjadi terganggu. Terganggunya pertumbuhan jamur menyebabkan enzim lignolitik yang dihasilkan kurang optimum sehingga proses degradasi limbah tekstil menjadi tidak optimal. Disamping pertumbuhan jamur, aktivitas enzim lignolitik untuk mendegradasi limbah tekstil juga dipengaruhi oleh kondisi pH.

Enzim lignolitik merupakan suatu protein yang memiliki aktivitas biokimiawi sebagai katalis suatu reaksi dan sangat rentan terhadap kondisi pH. Adanya perubahan pH akan mengakibatkan aktivitas enzim mengalami perubahan. Pada pH optimum aktivitas enzim akan optimal sehingga memberikan nilai efisiensi degradasi yang besar (Dayaram and Dasgupta, 2008). Dalam penelitian ini, degradasi optimum limbah tekstil terjadi pada pH 4. Hal ini menandakan bahwa enzim lignolitik yang dihasilkan

oleh jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* bekerja dengan optimum pada pH 4. Temuan ini sejalan dengan kajian Hofrichter (2002) yang menyatakan bahwa enzim lignolitik bekerja secara optimum pada pH 3-4. Hasil penelitian ini juga memperkuat simpulan Sharma *et al.*, (2008) yang melaporkan bahwa efisiensi perombakan zat warna *orange III* oleh enzim lignolitik meningkat pada pH 3-4.

Degradasi limbah tekstil oleh jamur dipengaruhi oleh konsentrasi jamur yang ditambahkan pada limbah. Pada penambahan jamur yang sesuai, maka jamur akan tumbuh dengan baik karena makanan atau nutrisi yang ada dalam lingkungannya sudah sesuai dengan jumlah jamur yang tumbuh pada lingkungan tersebut. Pada konsentrasi penambahan jamur 3%, jumlah jamur dan nutrisi yang ada pada lingkungan tidak sesuai. Hal ini mengakibatkan efisiensi penurunan COD kurang optimal. Sedangkan pada konsentrasi jamur 6% efisiensi penurunan COD menunjukkan nilai yang paling optimum, hal ini terjadi karena jumlah jamur dan nutrisi yang ada sudah sesuai, sehingga jamur memperoleh nutrisi atau makanan yang cukup dan jamur dapat tumbuh dengan baik. Sebaliknya pada penambahan jamur 9%, menunjukkan nilai efisiensi penurunan COD yang paling rendah karena jumlah jamur yang ditambahkan tidak sesuai dengan nutrisi yang ada di lingkungan. Jamur yang ada dalam lingkungan banyak, sedangkan ketersediaan nutrisi pada lingkungan tidak mencukupi, hal ini mengakibatkan pertumbuhan jamur menjadi terhambat dan akhirnya mati.



Gambar 2. Grafik penurunan kadar COD limbah tekstil pada variasi lama inkubasi yang dikondisikan pada pH 4 dan konsentrasi jamur 6%

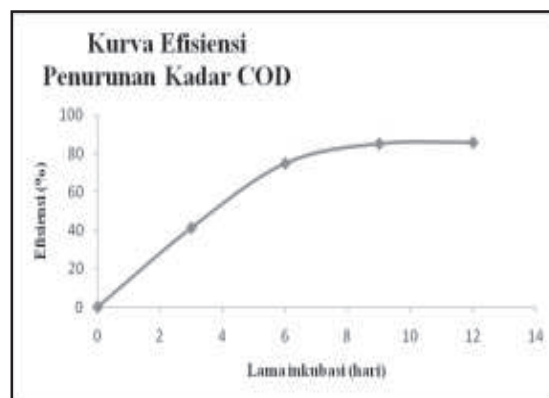
3.4 Penentuan Kondisi Optimum (lama inkubasi) Degradasi Limbah Tekstil oleh Jamur *Daedaleopsis eff. Confragosa*

Grafik penurunan kadar COD limbah tekstil pada variasi lama inkubasi menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* disajikan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar COD dalam limbah mengalami penurunan yang signifikan dari hari ke-0 sampai hari ke-9, sedangkan pada hari ke-12, penurunan kadar COD tidak signifikan. Kondisi optimum degradasi limbah tekstil terjadi pada hari ke-9 dengan kadar COD sebesar 30,70 mg/L, sedangkan efisiensi penurunan kadar COD pada variasi waktu inkubasi disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa dari hari ke-0 sampai hari ke-9 menunjukkan efisiensi penurunan kadar COD dalam limbah yang signifikan, Tetapi apabila dilanjutkan sampai hari ke-12 maka efisiensi degradasi limbah tidak berubah secara signifikan dibandingkan hari ke-9. Kondisi optimum degradasi limbah tekstil terjadi pada hari ke-9 dengan efisiensi penurunan COD sebesar 85,13%.

Kemampuan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* untuk mendegradasi limbah tekstil dipengaruhi oleh lama inkubasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan COD pada hari ke-3, ke-6, dan ke-9 mengalami perubahan yang signifikan, sedangkan pada hari ke-12 penurunannya tidak signifikan. Pada hari ke-3 terjadi penurunan konsentrasi COD dari 206,46 mg/L menjadi 121,14 mg/L (41,31%), pada hari ke-6 konsentrasinya turun



Gambar 3. Grafik efisiensi penurunan kadar COD limbah tekstil pada variasi lama inkubasi yang dikondisikan pada pH 4 dan konsentrasi jamur 6%

menjadi 51,79 mg/L (74,92%), pada hari ke-9 konsentrasi COD turun menjadi 30,70 (85,17%), sedangkan pada hari ke-12 konsentrasi COD turun menjadi 29,33 (85,79%), dimana penurunan pada hari ke-12 menunjukkan hasil yang tidak signifikan dibandingkan dengan hari ke-9. Degradasi limbah tekstil menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* berlangsung optimum pada lama inkubasi 9 hari dengan kadar COD sebesar 30,70 mg/L atau dengan efisiensi penurunan COD sebesar 85,17%.

Perbedaan penurunan kadar COD limbah tekstil pada variasi lama inkubasi menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* disebabkan karena adanya beberapa fase dalam pertumbuhan jamur. Pada tahap awal jamur melakukan fase adaptasi sehingga pertumbuhannya kurang optimal. Hal ini ditandai dengan penurunan COD yang rendah pada hari ke-3. Selanjutnya jamur mengalami fase pertumbuhan eksponensial. Pada fase ini jamur mengalami pertumbuhan yang sangat cepat hingga mencapai pertumbuhan optimumnya yaitu pada hari ke-9. Kemudian pada hari ke-12 terjadi penurunan COD yang tidak signifikan karena jamur berada pada fase kematian. Pada fase ini jumlah jamur yang mati lebih banyak daripada jamur yang mengalami pertumbuhan. Hal ini disebabkan karena kandungan nutrisi yang sudah habis dan mulai terjadi penumpukan racun akibat dari sisa metabolisme jamur (Hamdiyati, 2003).

3.5 Uji Kualitas Limbah pada Kondisi Optimum dari Hari ke-0 sampai Hari ke-9

Hasil penentuan karakteristik limbah pencelupan tekstil pada hari ke-0 menunjukkan bahwa semua parameter kualitas limbah yang diukur berada di atas baku mutu yang dipersyaratkan dalam KepMen LH No.51/MENLH/10/1995. Sedangkan karakteristik hasil perombakan limbah yaitu pada hari

ke-9 menunjukkan nilai parameter COD, BOD₅, dan TSS yang diukur berada di bawah baku mutu, sedangkan untuk parameter pH masih berada di atas baku mutu. Karakteristik limbah tekstil dari hari ke-0 sampai hari ke-9 disajikan pada Tabel 6.

Table 6 memperlihatkan karakteristik limbah pencelupan tekstil pada hari ke-0, dimana semua parameter yang diukur berada di atas baku mutu yang dipersyaratkan dalam KepMen LH No.51/MENLH/10/1995, sedangkan setelah proses degradasi yaitu pada hari ke-9 menunjukkan nilai parameter COD, BOD₅, dan TSS yang diukur berada di bawah baku mutu, kecuali parameter pH yang tidak sesuai dengan baku mutu menurut KepMen LH No.51/MENLH/10/1995. Pada hari ke-0 parameter COD menunjukkan kadar COD sebesar 206,46 mg/L dan setelah hari ke-9 kadar COD turun menjadi 30,61 mg/L dengan efisiensi sebesar 85,17%. Begitu juga pada parameter BOD₅, TSS, dan warna pada hari ke-0 menunjukkan nilai masing-masing adalah 98,67 mg/L, 86,45 mg/L, dan 167,89 Pt-Co dan setelah hari ke-9 masing-masing nilai parameter untuk BOD₅, TSS, dan warna turun menjadi 25,56 mg/L, 25,75 mg/L, dan 31,82 Pt-Co dengan efisiensi berturut-turut adalah 74,09; 70,21; 81,05%. Parameter yang terakhir adalah pH, dimana pada hari ke-0 menunjukkan pH 4,00 dan setelah perlakuan yaitu pada hari ke-9, pH naik menjadi 4,30. Air limbah pencelupan tekstil yang digunakan mempunyai konsentrasi warna sebesar 167,89 Pt-Co. Setelah dilakukan degradasi menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* selama 9 hari, terjadi penurunan konsentrasi warna menjadi 31,82 Pt-Co atau efisiensi penurunan warna sebesar 81,05%. Penurunan warna pada limbah tekstil disebabkan oleh enzim lignolitik yang dihasilkan oleh jamur *Daedaleopsis eff. confragosa*. Enzim lignolitik bersifat nonspesifik. Degradasi zat warna yang terkandung dalam limbah tekstil oleh enzim

Tabel 6. Kandungan COD, BOD₅, TSS, Warna dan pH Limbah Pencelupan Tekstil dari hari ke-0 sampai hari ke-9 pada Kondisi Optimum (pH 4, Konsentrasi Jamur 6% dan Lama Inkubasi 9 Hari)

Parameter	Satuan	Hari ke-0	Hari ke-9	Penurunan	Efisiensi
COD	mg/L	206,46	30,61±0,19	175,85	85,17%
BOD ₅	mg/L	98,67	25,56±0,15	73,11	74,09%
TSS	mg/L	86,45	25,75±0,56	60,70	70,21%
Warna	Pt-Co	167,89	31,82±0,62	136,07	81,05%
pH	-	4,00	4,30±0,15	-	-

ligninolitik diawali dengan oksidasi enzim ligninolitik oleh oksigen dan selanjutnya enzim ligninolitik dalam keadaan teroksidasi akan mengoksidasi zat warna tekstil menjadi produk lebih sederhana.

Tingginya pH limbah disebabkan oleh pemakaian NaOH, Na₂CO₃ atau detergen dalam proses pencelupan tekstil. Sebelum diolah, air limbah tersebut dikondisikan pada pH 4 untuk mengoptimalkan aktivitas jamur dalam melakukan degradasi. Setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* selama 9 hari inkubasi, pH air limbah menjadi 4,30. Peningkatan pH sebesar 0,30 disebabkan karena hasil perombakan limbah yang merupakan asam-asam organik.

Total padatan tersuspensi atau *total suspended solid* (TSS) dari air limbah pencelupan tekstil sebesar 86,45 mg/L. Dampak negatif bagi perairan yang mempunyai nilai TSS yang tinggi adalah dapat menghambat sinar matahari yang masuk ke badan air. Setelah perombakan selama 9 hari inkubasi, nilai TSS turun menjadi 25,75 mg/L atau efisiensi sebesar 70,21%. Penurunan TSS pada limbah disebabkan oleh enzim lignolitik merombak molekul zat warna menjadi molekul yang lebih sederhana.

Air limbah pencelupan tekstil yang digunakan mempunyai nilai BOD₅ dan COD masing-masing sebesar 98,67 mg/L dan 206,46 mg/L. Penyusun utama bahan organik biasanya berupa polisakarida (karbohidrat), polipeptida, dan lemak. Setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* selama 9 hari, nilai BOD₅ turun dari 98,67 mg/L menjadi 25,56 mg/L atau

efisiensi sebesar 74,09%. Nilai COD turun dari 206,46 mg/L menjadi 30,61 mg/L atau efisiensi sebesar 85,17%. Penurunan nilai tersebut diakibatkan enzim lignolitik yang dihasilkan oleh jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* dapat memecah molekul zat warna yang kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana dengan berat molekul yang rendah. Dari hasil keseluruhan pengukuran parameter menunjukkan bahwa degradasi limbah tekstil menggunakan *Daedaleopsis eff. confragosa* berlangsung efektif.

4. Simpulan

Kondisi optimum degradasi limbah tekstil menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* berlangsung pada pH 4 dengan konsentrasi jamur 6% dan waktu inkubasi 9 hari. Degradasi limbah pencelupan tekstil menggunakan jamur *Daedaleopsis eff. confragosa* selama 9 hari mampu menurunkan warna, TSS, COD dan BOD₅ masing-masing sebesar 81,05; 70,21; 85,17; dan 74,09%. Nilai COD, BOD₅, dan TSS telah memenuhi persyaratan baku mutu KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995. Sementara itu, nilai pH belum memenuhi persyaratan baku mutu KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995.

5. Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Ketua Program Studi Kimia Terapan Universitas Udayana, kepala Laboratorium Marine Biologi Universitas Udayana serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ali, P., and Muhammad, S.K. "Biodecolorization of Acid Violet 19 by *Alternaria solani*". *African Journal of Biotechnology*, Volume 7 (hlm. 831-833).
- Azbar, N., Yonar, T., and Kestioglu, K. 2004. "Comparison of Various Advanced Oxidation Processes And Chemical Treatment Methods for COD and Colour Removal From Polyester and Acetate Fiber Dyeing Effluent". *Chemosphere*, Volume 55 (hlm. 81-86).
- Dayaram, Poonam and Debjani Dasgupta. 2008. "Decolorisation of synthetic dyes and textile wastewater using *Polyporus rubidus*". *J. Environ. Bio*, Volume 29 (hlm. 831-836).
- Hakala, T.K. 2007. *Characterization Of The Lignin-Modifying Enzymes of The Selective White-Rot Fungus *Physisporinus Rivulosus**. Disertasi. Department of Applied Chemistry and Microbiology. University of Helsinki.
- Hamdayati, Y. 2003. "Pertumbuhan dan Perkembangan Mikroorganisme II". Tersedia pada <http://www.wikipedia.com> (diakses tanggal 23 Mei 2010).

- Hofrichter M. 2002. "Lignin Conversion by Manganese Peroxidase (MnP)". *Enzyme Microbiol. Technol.*, Volume 30 (hlm. 454-466).
- Kusnadi dkk, 2003. *Mikrobiologi*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi UPI Bandung.
- Manurung, R., Rosdanelli, dan Irvan, 2004. H. "Perombakan Zat Warna Azo Reaktif secara Anaerob-Aerob". Tersedia pada <http://www.library.usu.ac.id/download/ft/tkimia-renita.2.pdf> (Diakses tgl 24 Nopember 2009).
- Paul, E.A. 1992. *Organic Matter Decompositionn. Encyclopedia of Microbiology*, Vol.3. Academic Press. Inc.
- Sharma, D.K., Saini, H.S., Singh, M., Chimini, S.S., and Chadha, B.S. 2004. "Isolation and Characterization of Microorganisms Capable of Decolorizing Various Triphenylmethane Dyes". *Basic Microbiol*, Volume 44 (hlm. 59-65).
- Siswanto, Suharyanto, dan Fitria, R. 2007. "Produksi dan Karakteristik Lakase *Omphilina* sp.". *Menara Perkebunan*, Volume 75 (hal 107-110)
- Zhao, 2004. *Analysis Of Fungal Degradation Products Of Azo Dyes*. Disertasi Doktor Philosophy. Georgia.