



JRT PPI 7 (1) (2016)

Jurnal Riset  
Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Journal homepage : [ejournal.kemenperin.go.id/jrtppi](http://ejournal.kemenperin.go.id/jrtppi)

Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

## Isolasi bakteri heterotrofik anaerobik pada pengolahan air limbah industri tekstil

*Isolation of anaerobic heterotrophic bacteria in textile industry waste water treatment*

Novarina Irnaning Handayani\*, Misbachul Moenir, Nanik Indah Setianingsih, Rizal Awaludin Malik

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri. Jl. Ki Mangunsarkoro No 6 PO Box: 829, Semarang 50136, Indonesia

### INFO ARTIKEL

*Sejarah Artikel :*

Diterima 21 Maret 2016

Direvisi 29 April 2016

Disetujui 02 Mei 2016

Dipublikasikan online 12 Mei 2016

*Keywords :*

textile wastewater  
anaerobic  
isolation  
degradation

### ABSTRAK

Pengolahan air limbah secara anaerob merupakan salah satu metode pengolahan biologi untuk mengolah air limbah tekstil. Mikroorganisme yang mendominasi dalam proses tersebut adalah bakteri fakultatif dan anaerob obligat, dengan produk akhir gas-gas seperti karbondioksida dan metana. Dalam proses degradasi zat organik dalam air limbah industri tekstil secara anaerobik akan melibatkan berbagai jenis bakteri anaerobik baik dalam tahap hidrolisa, tahap asidogenesis maupun tahap metanogenesis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kultur mikroorganisme anaerobik spesifik yang mampu mendegradasi limbah tekstil dan dilakukan dengan cara isolasi kemudian dilanjutkan dengan uji kemampuan mendegradasi bahan cemaran dari air limbah industri tekstil yang mengandung amilum, selulosa, minyak, dan pewarna indigo. Secara keseluruhan dalam *sludge* anaerob terdapat 29 (dua puluh sembilan) isolat bakteri. Dari isolat tersebut 12 (dua belas) isolat terbaik yang mampu mendegradasi amilum yaitu BDLA 5, BDLA 4, BDLA 6, mendegradasi selulosa BDLC 2, BDLC 5, BDLC 1, mendegradasi minyak adalah BDLP 3, BDLP 1, BDLP 2, dan mendegradasi warna indigo adalah BDLW 3, BDLW 7, BDLW 2.

### ABSTRACT

Anaerobic wastewater treatment is regarded as one of the biological methods for treating textile wastewater. The dominating microorganisms in anaerobic reactor are facultative and obligate anaerobics, which produce gases, such as methane and carbon dioxide, as the end products. Anaerobically, organic compound's degradation involves many different species of anaerobic bacteria in the hydrolysis, acidogenesis and methanogenesis phase. The aim of this study is to determine the species of anaerobic microorganism that capable of textile waste decomposition. The research was done by isolation, followed the ability to decompose the material contamination of wastewater textile industry which contained starch, cellulose, fat, and indigo dye. After isolation and degradability test of textile wastewater, 29 (twenty-nine) isolates were obtained. From those isolates, 12 (twelve) isolates of bacteria were chosen. Bacterias which had the highest degradation ability to decompose starch were BDLA 5, BDLA 4, BDLA 6, while BDLC 2, BDLC 5, BDLC 1 were able to degrade cellulose. Lastly, fat was able to be decomposed by species BDLP 3, BDLP 1, BDLP 2, and the indigo dye was decomposed by BDLW 3, BDLW 7, BDLW 2.

© 2016 BBT PPI. All rights reserved.

\*Alamat korepondensi :

E-mail : [nova.bbtppi@yahoo.co.id](mailto:nova.bbtppi@yahoo.co.id) (N.I. Handayani)

## 1. PENDAHULUAN

Industri tekstil di Indonesia banyak terdapat di beberapa daerah diantaranya terdapat di daerah Bandung, Jakarta dan Pekalongan. Industri tekstil merupakan salah satu

industri yang menghasilkan devisa yang cukup tinggi bagi negara dan dapat meningkatkan nilai GDP (Keane, 2008), selain itu banyaknya industri tekstil juga berdampak pada tingginya penyerapan tenaga kerja lokal. Selain berdampak positif, industri tekstil juga berdampak negatif yang berupa

pembuangan air limbah yang apabila tidak dikelola dengan baik dan benar berpotensi mencemari lingkungan.

Proses pembuatan tekstil meliputi beberapa proses yaitu *weaving, sizing, knitting, mercerizing, dyeing, dan finishing* (Savin dan Butnaru, 2008). Proses pembuatan tekstil umumnya menggunakan bahan-bahan penolong seperti kanji, mordant, pewarna dan bahan kimia lain yang disesuaikan bahan baku tekstil yang digunakan (Aslam et al., 2004). Proses pengolahan tekstil ini menghasilkan cemaran berupa air limbah dengan karakteristik cemaran yang berbeda-beda. Cemaran ini menimbulkan dampak yang sangat besar bagi lingkungan, pengolahan tekstil menghasilkan air limbah sebanyak 115-175 kg COD/ton bahan tekstil jadi (Savin dan Butnaru, 2008). Pengolahan air limbah dilakukan agar air limbah yang dibuang ke lingkungan dapat memenuhi baku mutu yang disyaratkan.

Saat ini pengolahan air limbah industri tekstil banyak menggunakan sistem gabungan antara Fisika-Kimia dan Biologi Lumpur Aktif. Kendala yang dijumpai industri tekstil dengan sistem tersebut adalah dihasilkannya sludge yang diklasifikasikan ke dalam limbah B-3 (PP 101/2014). Pengolahan air limbah secara anaerob merupakan salah satu metode alternatif pengolahan secara biologis untuk mengolah air limbah dengan kandungan organik tinggi. Menurut Simmi Goel (2010) dan Joanne Bell dan Chris A Buckley (2003), proses biologis anaerobik dapat digunakan untuk mengolah air limbah tekstil dengan proses pewarnaan dan tidak mengeluarkan sludge yang berlebihan. Pada penelitian Munir dkk (2015) tentang pengolahan air limbah tekstil *washing jeans* menggunakan reaktor anaerob berhasil menurunkan COD sebesar 82,97%.

Beberapa keuntungan proses pengolahan air limbah secara anaerob adalah *yield* biomass untuk proses anaerob lebih rendah dibanding sistem aerob, aerasi tidak diperlukan sehingga biaya investasi dan pemakaian energi rendah, gas metana yang dihasilkan proses anaerob bernilai ekonomis dan loading organik lebih tinggi pada sistem anaerob dibandingkan sistem aerob. Kelemahan proses anaerobik adalah kadang timbul bau yang tidak sedap karena dihasilkannya gas H<sub>2</sub>S dan merkaptan serta start up membutuhkan waktu yang lama sekitar 8 – 12 minggu.

Organisme yang berperan penting dalam sistem pengolahan anaerob adalah bakteri. Bakteri ini dapat hidup dan berkembang biak tanpa membutuhkan oksigen (O<sub>2</sub>), bakteri anaerobik mendapatkan energi dari reaksi fermentasi. Bakteri anaerob terbagi menjadi 3 jenis yaitu anaerob obligat, anaerob fakultatif, dan aerotoleran. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses degradasi zat organik secara anaerob salah satunya adalah tersedianya bakteri yang cocok dengan bahan organik yang akan diolah selain faktor eksternal lainnya seperti pH, alkalinitas, temperatur dan nutrisi yang sesuai.

Dalam proses degradasi zat organik oleh mikroorganisme anaerob (tidak ada oksigen), akan dihasilkan produk akhir gas metan (CH<sub>4</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan sebagian kecil hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) dan hidrogen (H<sub>2</sub>). Menurut Stronach et al. (1986), proses konversi zat organik yang dapat terdegradasi dalam pengolahan limbah secara anaerobik berlangsung dalam 3 tahapan utama, yaitu :

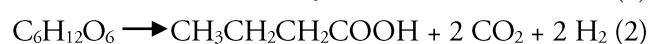
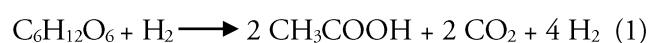
a. Tahap Hidrolisa

Pada tahap ini terjadi hidrolisa zat organik rantai panjang dan kompleks menjadi senyawa monomer seperti asam lemak, alkohol dan zat organik-organik terlarut lainnya.

b. Tahap Acidogenesis

Terjadi peruraian senyawa monomer hasil hidrolisa menjadi asam volatil seperti asam asetat, asam laktat, asam propionat serta melepas gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>.

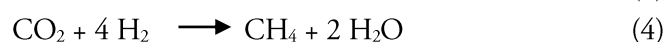
Reaksi pembentukan asam volatil adalah sebagai berikut:



c. Tahap Methanogenesis

Pada tahap ini bahan hasil peruraian tahap acidogenesis oleh bakteri methanogen diolah menjadi CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>

Reaksi pembentukan CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> adalah sebagai berikut:



Dalam proses degradasi zat organik dalam air limbah industri tekstil secara anaerobik akan melibatkan berbagai jenis bakteri anaerobik baik dalam tahap hidrolisa, tahap acidogenesis maupun tahap methanogenesis. Menurut

Stronach *et al.* (1986) pada tahap hidrolisa terjadi peruraian protein oleh bakteri genus *Bacillus* dan *Vibrio*, peruraian karbohidrat oleh *Bacterioides*, *Staphylococcus*, dan *Clostridium*, sedangkan untuk lipid diurai oleh *Clostridium*, *Micrococcus* dan *Staphylococcus*. Pada tahap acidogenesis terdapat bakteri *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Streptococcus* yang berperan. Pada tahapan methanogenesis yang dapat mengurai asetat menjadi metana adalah *Methanotrix*, *Methanosarcina*, dan *Methanospirillum*, sedangkan yang mendukung pembentukan metana dari hidrogen adalah *Methanobacterium*, *Methanobrevibacterium*, dan *Methanoplanus*.

Di alam, populasi bakteri merupakan populasi campuran dari berbagai jenis bakteri sehingga untuk mendapatkan suatu jenis bakteri yang kita kehendaki untuk suatu tujuan tertentu dilakukan isolasi jenis bakteri tersebut. Oleh karena itu untuk mendapatkan isolat bakteri yang mampu mendegradasi cemaran yang ada dalam limbah tekstil akan dilakukan isolasi. Isolasi bakteri merupakan proses memisahkan suatu bakteri dari habitatnya di alam dan menumbuhkannya sebagai biakan murni dalam medium buatan. Sebelum isolasi dilakukan perlu diketahui cara-cara menanam dan menumbuhkan bakteri pada medium biakan tertentu yang sesuai dengan jenisnya serta syarat-syarat lain untuk pertumbuhannya (Jutono, 1980). Memindahkan bakteri dari medium lama ke dalam medium yang baru diperlukan ketelitian dan sterilisasi alat-alat yang digunakan agar tidak terjadi kontaminasi. Pada pemindahan bakteri di cawan petri setelah agar baru, maka cawan petri tersebut harus dibalik, hal ini berfungsi untuk menghindari adanya tetesan air yang mungkin melekat pada dinding tutup cawan petri (Dwijoseputro, 1987).

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam melakukan isolasi mikroorganisme, yaitu : sifat setiap jenis mikroorganisme yang akan diisolasi, media pertumbuhan yang sesuai, cara menginokulasi mikroorganisme, cara menguji mikroorganisme yang telah diisolasi sesuai dengan yang diinginkan, dan cara memelihara agar mikroorganisme yang telah diisolasi tetap merupakan kultur murni. Menurut Stolp dan Starr (1981), beberapa teknik isolasi mikrobial yang biasa dilakukan adalah Spread plate (agar tabur ulas), Pour

plate (agar tuang), streak (goresan), goresan sinambung, goresan T, dan goresan kuadran.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kultur mikroorganisme anaerobik spesifik yang mampu mendegradasi limbah tekstil dan dilakukan dengan cara isolasi bakteri dari sludge anaerob yang telah berfungsi dengan baik kemudian dilanjutkan dengan uji kemampuan mendegradasi bahan cemaran dari air limbah industri tekstil yang mengandung amilum, selulosa, minyak, dan pewarna. Dalam penelitian kali ini pewarna yang dipilih adalah pewarna indigo.

## 2. METODE PENELITIAN

Sampel sludge diambil dari reaktor anaerob IPAL dari industri tekstil terpilih untuk selanjutnya dilakukan pengkayaan. Pengkayaan dilakukan dengan cara menambahkan 1,6 ml asam sitrat sebagai perlakuan 1 dan 3,2 ml asam sitrat sebagai perlakuan 2 pada 1 liter *sludge* anaerob yang diinkubasi selama 15 hari. Pengamatan dilakukan pada hari ke 0, 4, 7, 11, dan 14.

Setelah dilakukan pengkayaan bakteri pada *sludge*, maka selanjutnya dilakukan isolasi. Teknik isolasi bakteri dilakukan dengan metode gores sinambung dalam media nutrient agar dengan tujuan untuk menghasilkan koloni-koloni bakteri yang terpisah dengan baik dari suspensi yang masih pekat. Sebelumnya, untuk mendapatkan gambaran jenis bakteri dalam *sludge* dilakukan isolasi baik untuk bakteri anaerob, aerob, maupun fakultatif. Bakteri aerob akan terdeteksi dengan pour plate *single layer* agar, sedangkan anaerob dan fakultatif dengan *double layer* agar. Inokulum pada kultur aerob diambil dari cairan pada sampel limbah, inokulum untuk anaerob diambil dari bagian terbawah cairan (daerah dekat *sludge*) dengan pengenceran  $10^{-4}$  s.d.  $10^{-6}$ . Teknik *pour plate* menurut Stolp dan Starr (1981) menggunakan agar yang belum padat dan dituang bersama suspensi bakteri ke dalam cawan petri dan dihomogenkan lalu dibiarkan memadat. Hal ini akan menyebabkan sel-sel bakteri tidak hanya terdapat pada permukaan agar saja, tapi juga di dalam atau dasar agar sehingga bisa diketahui sel yang dapat tumbuh di permukaan agar yang kaya  $O_2$  dan di dalam agar

yang tidak begitu banyak mengandung  $O_2$ . Prosedur kerjanya adalah penyiapan petridish dan tabung pengenceran, selanjutnya 1 ml suspensi bakteri diteteskan secara aseptis ke dalam cawan kosong. Pada *pour plate* diteteskan sebanyak 1 ml karena membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penyebarannya sehingga diberikan lebih banyak dari pada *spread plate*.

Hasil isolasi bakteri anaerob kemudian dipilih berdasarkan kemampuan degradasi dan tumbuh kembali terhadap media yang mengandung amilum, mengandung selulose, mengandung minyak dan mengandung pewarna indigo.

Seleksi bakteri yang mampu mendegradasi amilum dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada media basal ditambah amilum (NA 50% ditambah *soluble starch*). Uji aktifitas amilolitik dilakukan dengan menumbuhkan kembali dalam media mengandung amilum dan dilihat kemampuan membentuk zona jernih menjadi penanda kemampuan bakteri mendegradasi amilum.

Untuk menyeleksi bakteri yang dapat mendegradasi selulosa dilakukan dengan memilih bakteri yang dapat tumbuh dalam media *methyl cellulose*. Setelah dipilih beberapa koloni dan diuji aktivitas selulolitiknya dengan menggunakan medium basal ditambah *methyl cellulose*. Semakin besar pembentukan zona jernih menunjukkan semakin tinggi kemampuan mendegradasi selulosa.

Seleksi bakteri yang dapat mendegradasi minyak dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada media mengandung parafin, dan dilihat tingkat kekeruhannya dengan menggunakan spektrofotometer uv vis pada panjang gelombang 600 nm. Semakin tinggi nilai absorbansi semakin tinggi pula kemampuan mendegradasi parafin.

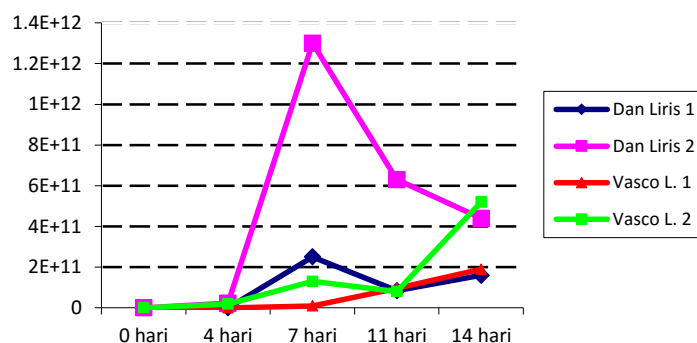
Seleksi bakteri pendegradasi pewarna indigo dilakukan dengan menambahkan zat pewarna indigo dalam media basal. Untuk mengetahui kemampuan mendegradasi warna digunakan spektrofotometer pada panjang gelombang terscan. Kemampuan degradasi ditunjukkan prosentase dekolorisasi. Semakin rendah absorbansinya berarti semakin jernih dan berarti telah terjadi dekolorisasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengkayaan Bakteri Anaerob

*Sludge* anaerob terpilih diambil dari PT. Dan Liris dan CV. Vasco Laundry. Pengkayaan bakteri anaerob ini dimaksudkan untuk meningkatkan jumlah total bakteri anaerob dalam *sludge* sebelum dilakukan isolasi bakteri.

Hasil percobaan pengkayaan bakteri disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik hasil pengkayaan bakteri masing-masing perlakuan

Dari hasil percobaan pengkayaan bakteri anaerob tersebut dapat dilihat bahwa secara keseluruhan jumlah bakteri anaerob perlakuan Dan Liris 2 mencapai jumlah yang terbanyak yaitu  $1,3 \times 10^{12}$  (pada penambahan 3,2 ml asam sitrat). Pada sampel Vasco jumlah terbanyak dicapai oleh perlakuan Vasco 2 dengan waktu inkubasi selama 14 hari. Hasil penghitungan jumlah bakteri untuk masing-masing sampel dan perlakuan mengalami fluktuasi, namun secara keseluruhan waktu pengkayaan bakteri anaerob yang optimal dicapai setelah 7 hari inkubasi.

Tabel 2 menunjukkan populasi bakteri anaerob dari *sludge* PT. Dan Liris yang tumbuh pada masing-masing media aerob (nutrien agar *single layer*) dan media anaerob (nutrien agar *double layer*).

Limbah industri tekstil mengandung bakteri selulolitik yang cukup signifikan, terbukti pada kultur pada medium CMC akibat aktivitas CMCase (Beguín et al., 1992; Leschine, 1995) populasi bakteri cukup tinggi ( $2,0 \times 10^6$  CFU/mL) pada kondisi aerob dan pada kondisi anaerob sebanyak ( $0,51 \times 10^6$  CFU/mL).

Komposisi *sludge* anaerob industri tekstil mempengaruhi keanekaragaman bakteri yang terkandung di dalamnya. Populasi bakteri pada *sludge* industri tekstil bervariasi tergantung pada komponen yang terkandung dalam limbah. Dua puluh sembilan tipe bakteri telah berhasil diisolasi secara tidak langsung dengan menggunakan teknik kultur diperkaya. Beberapa bakteri isolat mampu tumbuh pada sumber karbon yang sama dengan karakter yang hampir sama (dapat dilihat pada Tabel 3).

### 3.2. Uji Degradasi Amilum

Uji degradasi amilum dilakukan dengan penambahan amilum pada media basal dan ditandai dengan terbentuknya zona jernih. Dari hasil isolasi bakteri yang aktif dalam mendegradasi amilum dalam air limbah industri tekstil ditemukan 9 (sembilan) isolat yang diberi kode BDLA 1 s/d

BDLA 7 dan BVA 1 s/d BVA 2. Dari 9 (sembilan) isolat tersebut selanjutnya dilakukan uji kemampuan degradasinya kembali terhadap amilum, dan ternyata BDLA-5 mempunyai kemampuan degradasi yang tertinggi yang ditunjukkan dengan indeks zona jernih 3,79. Indeks zona jernih merupakan perbandingan antara diameter zona jernih dengan diameter koloni. Hasil selengkapnya uji kemampuan degradasi bakteri anaerob terhadap media selektif amilum tersaji pada Tabel 4.

Perombakan amilum terjadi akibat adanya akifitas enzim amilase yang ditunjukkan oleh isolat bakteri yang diisolasi, hasil yang paling tinggi ditunjukkan oleh isolat BDLA-5 dengan indeks zona jernih sebesar 3,79 disusul oleh BDLA-4, BDLA-6 dengan indeks zona jernih 2,29 dan BDLA-7 dengan indeks zona jernih 1,44 dan terakhir BDLA-1 dengan zona jernih 1,07.

Tabel 2. Hasil penghitungan populasi bakteri anaerobik pada tiap media spesifik

No	Media	Populasi (CFU/ml)	Keterangan
<b>Deteksi Umum</b>			
1.	Nutrien agar <i>single layer</i>	$5 \times 10^4$	Koloni dominan berwarna krem mengkilat, berbentuk bulat dengan diameter 0,3-0,3 cm
2.	Nutrien agar <i>double layer</i>	$1,2 \times 10^3$	Koloni dominan berwarna putih, sangat kecil, berbentuk seperti perahu.
<b>Deteksi keberadaan bakteri pendegradasi warna</b>			
3.	Indigo <i>single layer</i>	$4,6 \times 10^5$	Koloni dominan berwarna hijau gelap dengan tepi berwarna krem, bentuk bulat, diameter 0,1 – 0,4 cm.
4.	Indigo <i>double layer</i>	$7,0 \times 10^4$	Koloni dominan berwarna putih, berinti, bentuk bulat, diameter 0,3 – 0,7 cm
<b>Deteksi keberadaan bakteri Amilolitik</b>			
5.	Amilum <i>single layer</i>	$1,08 \times 10^5$	Koloni dominan berwarna krem mengkilat, bentuk seperti kristal, diameter 0,2 – 0,5 cm
6.	Amilum <i>double layer</i>	$1,65 \times 10^8$	Koloni dominan berwarna putih, berbentuk perahu, panjang 0,1 cm
<b>Deteksi keberadaan bakteri Selulolitik</b>			
7.	CMC <i>single layer</i>	$2 \times 10^6$	Koloni dominan berwarna krem
8.	CMC <i>double layer</i>	$5,1 \times 10^5$	Koloni dominan berwarna putih, transparan di tepinya, bentuk bulat, diameter 0,2 cm
<b>Deteksi keberadaan bakteri pendegradasi wax</b>			
9.	Parafin <i>single layer</i>	$1,4 \times 10^6$	Koloni dominan berwarna putih, bentuk bulat, diameter 0,1 cm
10.	Parafin <i>double layer</i>	$3,82 \times 10^4$	Koloni dominan berwarna putih, berinti, bentuk amoeboid, panjang 0,6 cm

**Tabel 3.** Bakteri yang mampu tumbuh pada media selektif

Amilum	Media selektif untuk		
	CMC	Parafin/Vaseline	Pewarna
BDLA 1	BDLC 2	BDLP 1 BVP 1	BDLW 1
BDLA 2	BDLC 1 BDLC 4 BVC 1	BDLP 3	BDLW 2
BDLA 3	BDLC 3	BDLP 2 BVP 2	BDLW 3 BDLW 9
BDLA 4			BDLW 6
BDLA 5	BDLC 5		BDLW 4
BVA 1			
BDLA 7			BDLW 5
BDLA 6			BDLW 8
BVA 2			BDLW 7
9 isolat	6 isolat	5 isolat	9 isolat

Keterangan:

BDLA: Bakteri Dan Liris Amilolitik;

BDLC: Bakteri Dan Liris Sellulolitik;

BDLP: Bakteri Dan Liris perombak parafin

BDLW: Bakteri Dan Liris peluntur warna

BVA ; Bakteri Vasco Amilolitik;

BVC : Bakteri Vasco Sellulolitik;

BVP : Bakteri Vasco perombak paraffin

BVW: Bakteri Vasco peluntur warna

**Tabel 4.** Hasil uji kemampuan degradasi terhadap amilum

Isolat	Paper disc		
	d. koloni	d. zona jernih	Indeks zona jernih
BDLA 1	5.00	8.00	1.07
	5.00	7.00	
	6.00	8.00	
	5.33	7.67	
	5.00	9.00	2.29
BDLA 4	5.00	10.00	
	6.00	10.00	
	5.33	9.67	
BDLA 5	5.00	14.00	3.79
	5.00	11.00	
	6.00	10.00	
	5.33	11.67	
BDLA 7	5.00	8.50	1.44
	5.00	8.00	
	6.00	8.50	
	5.33	8.33	
BDLA 6	5.00	10.00	2.29
	5.00	9.00	
	6.00	10.00	
	5.33	9.67	

### 3.3. Uji Degradasi Selulose

Uji degradasi selulose dilakukan dengan menambahkan *methyl cellulose* dalam media. Kemampuan degradasi terhadap selulose ditandai dengan terbentuknya zona jernih. Aktivitas bakteri isolat pada medium basal ditambah *methyl cellulose* membentuk zona jernih setelah 48 jam inkubasi tersaji pada Tabel 5.

Perombakan selulosa terjadi akibat adanya aktifitas enzim selulase yang ditunjukkan oleh adanya zona bening dari isolat bakteri yang ditumbuhkan pada media cair yang ditambahkan selulosa. Aktifitas selulase yang paling tinggi ditunjukkan oleh isolat BDLC 2 dengan indeks zona jernih sebesar 0,96 dan disusul oleh BDLC 5 dengan indeks zona jernih 0,78 dan BVC 1 dengan indeks zona jernih 0,78.

**Tabel 5.** Hasil uji degradasi selulose

Isolat	Paper Disc		
	d. koloni	d. zona jernih	Indeks zona jernih
BDLC 2	5.00	7.00	0.96
	5.00	7.00	
	5.00	7.00	
	5.00	7.00	
BDLC 3	5.00	6.00	0.60
	5.00	6.00	
	5.00	7.00	
	5.00	6.33	
BDLC 5	5.00	6.00	0.78
	5.00	7.00	
	5.00	7.00	
	5.00	6.67	
BDLC 1	5.00	6.00	0.78
	5.00	7.00	
	5.00	7.00	
	5.00	6.67	

### 3.4. Uji Degradasi Minyak

Uji degradasi minyak dilakukan dengan penambahan parafin pada media dan ditandai dengan peningkatan absorbansi.

Uji dalam media parafin menunjukkan kemampuan isolat dalam mendegradasi lemak dan minyak (*fat, oil and grease/FOG*). Dari Tabel 6 menunjukkan bahwa isolat BDLP-3 dalam rentang waktu 72 jam mampu mendegradasi FOG paling tinggi, yang ditunjukkan dengan absorbansi 0,080.

Degradasi FOG memang tidak mudah dilakukan oleh isolat bakteri dikarenakan degradasinya berjalan dengan sangat lambat. Hampir semua isolat limbah BDLP dapat mendegradasi FOG dengan mensintesis enzim lipase.

**Tabel 6.** Hasil pengukuran absorbansi kultur cair pada medium basal ditambah parafin cair

Isolat	Absorbansi ( $\lambda_{600nm}$ ) pada jam ke-					Peringkat
	0	24	48	72	96	
BDLP 1	0,015	0,065	0,068	0,069	0,055	2
BDLP 2	0,017	0,025	0,038	0,036	0,023	3
<b>BDLP 3</b>	0,012	0,017	0,031	0,080	0,062	<b>1</b>

### 3.5. Uji Degradasi Warna Indigo

Hasil isolat bakteri yang aktif dalam mendegradasi zat warna indigo dalam air limbah industri tekstil ditemukan 9

isolat yang diberi kode BDLW 1 s/d BDLW 9. Dari hasil pengujian degradasi warna dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari 9 isolat bakteri hasil seleksi bakteri menunjukkan bahwa dekolonisasi pewarna indigo dengan pola yang sesuai dengan pola pertumbuhan bakteri maksimum dekolonisasi ditunjukkan oleh strain BDLW 9, meskipun tidak berbeda nyata dengan isolat lainnya, diikuti dengan isolat BDLW 3, BDLW 1 dan BDLW 7, BDLW 6 dan terakhir BDLW 2. Namun ketika dilakukan pertumbuhan kembali, isolat BDLW 9, BDLW 1 dan BDLW 6 sulit untuk dikulturkan kembali, sehingga isolat yang diambil adalah BDLW 3, BDLW 7 dan BDLW 2

Dari hasil uji degradasi terhadap cemaran limbah industri tekstil (amilum, selulose, minyak dan pewarna indigo) didapatkan urutan kemampuan degradasi isolat bakteri anaerobik sebagai Tabel 8.

**Tabel 7.** Hasil aktivitas isolat bakteri pendegradasi warna limbah tekstil

Isolat	Persentase (%) Dekolorisasi Selama 96 Jam									
	0	4	10	24	34	48	58	72	82	96
BDLW 1	0	0	5,20	25,57	33,65	40,55	42,52	44,55	46,57	48,52
BDLW 2	0	0	5,51	28,64	26,60	23,62	35,60	37,62	38,64	40,55
<b>BDLW 3</b>	0	0	5,72	25,52	34,46	43,48	47,43	51,48	53,52	<b>57,57</b>
BDLW 4	0	0	4,50	24,71	26,04	26,70	28,68	29,70	30,71	32,45
BDLW 5	0	0	5,60	27,67	30,00	31,66	32,63	33,66	34,67	37,56
BDLW 6	0	0	5,04	23,61	31,02	36,60	38,55	39,60	41,61	45,50
BDLW 7	0	0	5,50	24,57	31,75	39,55	42,52	44,55	46,57	48,55
BDLW 8	0	0	5,72	25,68	29,30	31,67	31,65	32,67	33,68	35,57
BDLW 9	0	0	4,50	24,48	37,00	48,46	51,41	53,46	56,48	59,45

**Tabel 8.** Urutan kemampuan degradasi isolate bakteri anaerob

Ranking	Kode isolate Bakteri Pendegradasi			
	Amilum	CMC	Warna (Indigo)	Minyak (Parafin)
1	BDLA 5	BDLC 2	BDLW 3	BDLP 3
2	BDLA 4	BDLC 5	BDLW 7	BDLP 1
3	BDLA 6	BDLC 1	BDLW 2	BDLP 2

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melalui tahapan isolasi dan uji kemampuan mendegradasi bahan cemar dari air limbah industri tekstil yang mengandung amilum, selulosa, minyak dan pewarna indigo, maka didapatkan 29 (dua puluh sembilan) isolat bakteri.

Dari 29 (dua puluh sembilan) isolat tersebut dipilih 12 (dua belas) isolat bakteri berdasarkan 3 peringkat tertinggi dalam kemampuan mendegradasi. Bakteri yang mampu mendegradasi amilum adalah BDLA 5, BDLA 4, BDLA 6, mendegradasi selulosa adalah BDLC 2, BDLC 5, BDLC 1, mendegradasi minyak adalah BDLP 3, BDLP 1, BDLP 2, dan mendegradasi warna indigo adalah BDLW 3, BDLW 7, BDLW 2.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aslam MM., Baig MA., Hassan I., Qazi IA., Malik M., Saeed H., 2004, *Textile wastewater characterization and reduction of its BOD & COD by oxidation*, EJEAF Vol 3, pp. 804-811.
- Beguin P., Aubert JP., 1994, *The biological degradation of cellulose*, FEMS Microbiology Rev. 13, pp.25-58.
- Beguin P., Millet J., Chauvaux S., Salamitou, Tokatlidis K., 1992, *Bacterial cellulases*, Biochem. Soc Trans 20, pp. 42- 46.
- Dwijoseputro, 2005, *Dasar-dasar mikrobiologi*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Joanne Bell, Chris A. Buckley, 2003, *Treatment of a textile dye in the anaerobic baffled reactor*, Journal Home 29(2).
- Jutono, 1980, *Pedoman praktikum mikrobiologi umum*, Departemen Mikrobiologi Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Keane J., D Verde, 2008, *The role of textile and clothing industries in growth and develeopment strategies*
- Leschine SB., 1995, *Cellulose degradation in anaerobic environments*, *Ann- Rev Microbiol.* 49, pp. 399-426.
- Moenir M., Djarwanti, Syahroni C., Rame, Marlina B., Budiarto A., 2015, *Teknologi hibrid anaerobic-wetland untuk pengolahan air limbah industri pencucian jean*, Prosiding Workshop Hasil Litbang Unggulan Kementerian Perindustrian
- Savin Irina, Butunaru Romen, 2008, *Wastewater characteristic in textile finishing mills*, *Env Eng and Management Journal* 7(6), pp. 859-864.
- Stolp H., Starr MP., 1981, *Principle of isolation, cultivation, and conservation of bacteria: The Prokaryots*, Springer, Verlag Berlin Heidleberg.
- Stronach SM., Rudd T., Lester JN., 1986, *Anaerobic digestion processes in industriall wastewater treatment*, Springer, Verlag Berlin Heidleberg.
- Simmi Goel, 2010, *Anaerobic baffled reactor for treatment of textile dye effluent*, *Journal of Scientific & Industrial Research* Vol 69, pp. 305-307.
- Volk WA., Wheeler MF., 1988, *Mikrobiologi Dasar*, Jilid II, Terjemahan Soenatomo Adispemarto, Penerbit Erlangga, Jakarta.