

SKRIPSI

BIODEGRADASI ZAT WARNA *DIRECT RED 80* MENGUNAKAN BAKTERI INDIGEN DARI LIMBAH INDUSTRI KAIN JUMPUTAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains Ilmu
Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya



**WIDYA FIRLIANA
08041181621005**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

BIODEGRADASI ZAT WARNA *DIRECT RED 80* MENGGUNAKAN BAKTERI
INDIGEN DARI LIMBAH INDUSTRI KAIN JUMPUTAN


SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains Ilmu
Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya


OLEH:

WIDYA FIRLIANA
08041181621005

Dosen Pembimbing I


Dra. Muharni, M.Si
NIP. 196306031992032001

Indralaya, Juli 2020
Dosen Pembimbing II


Dr. Salni, M.Si
NIP. 196608231993031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP. 197211221998031001



HALAMAN PERSETUJUAN

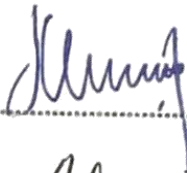
Karya tulis ilmiah ini berupa Skripsi dengan judul *Biodegradasi Zat Warna Direct Red 80 Menggunakan Bakteri Indigen dari Limbah Industri Kain Jumputan* telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya pada 15 Juli 2020.

Indralaya, Juli 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Dra. Muharni, M.Si.
NIP. 196306031992032001

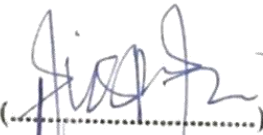
()
(.....)

Anggota :

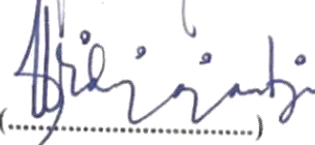
2. Dr. Salni, M.Si.
NIP. 196608231993031002

()
(.....)

3. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si.
NIP. 1975427200012201

()
(.....)

4. Dr. Hary Widjajanti, M.Si.
NIP. 196112121987102001

()
(.....)

5. Dra. Nina Tanzerina, M.Si.
NIP. 196402061990032001

()
(.....)

Mengetahui,

Dekan FMIPA


Prof. Dr. Iskhag Iskandar, M.Sc.
NIP. 197210041997021002

Ketua Jurusan Biologi


Dr. Arum Setiawan, M.Si.
NIP. 197211221998031001

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Sebaik Baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain” (HR. Ahmad)

(5) Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, (6) sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan, (7) Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), (8) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.

(Q.S. Al-Insyirah: 5-8)

“Harapan bagi setiap manusia adalah nyata, harapan tanpa rencana bukan apa-apa, rencana tanpa tindakan hanya akan menjadi harapan kembali. Maka, rencanakan harapanmu, lakukan rencanamu, dan gapai harapanmu.”

Kupersembahkan Tulisan Ini kepada

Penguat Hati

Allah SWT beserta Habiballah Muhammad SAW

Bapak, Ibu dan Adik-adik

Keluarga Besar

Almamaterku

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widya Firliana

NIM : 08041181621005

Judul : Biodegradasi Zat Warna *Direct Red 80* Menggunakan Bakteri Indigen dari Limbah Industri Kain Jumputan

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau *plagiat* dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indalaya, Juli 2020

Widya Firliana

NIM. 08041181621005

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Widya Firliana
NIM : 08041181621005
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul : Biodegradasi Zat Warna *Direct Red 80* Menggunakan Bakteri Indigen dari Limbah Industri Kain Jumputan

Saya memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat alam keadaan sada dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2020



Widya Firliana
NIM. 08041181621005

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Biodegradasi Zat Warna *Direct Red 80* Menggunakan Bakteri Indigen dari Limbah Industri Kain Jumputan” dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan suatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Terimakasih kepada Ibu Dra. Muharni, M.Si dan Bapak Dr. Salni, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan maupun saran dengan penuh keikhlasan dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan serta kepada Ibu Dr. Hary Widjajanti, M.Si. dan Ibu Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. selaku dosen pembahas yang telah mengarahkan serta memberi saran kepada penulis dalam menulis.

Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Yth:

1. Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Arum Setiawan, M.Si. dan Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Yuanita Windusari, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
4. Seluruh dosen dan staff karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Kak Agus Wahyudi, S.Si. selaku analis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi yang telah membantu dalam pengerjaan penelitian dari awal sampai akhir.

Indralaya, Juli 2020

Penulis

Universitas Sriwijaya

RINGKASAN

BIODEGRADASI ZAT WARNA *DIRECT RED 80* MENGGUNAKAN BAKTERI INDIGEN DARI LIMBAH INDUSTRI KAIN JUMPUTAN

Widya Firliana Dibimbing oleh: Dra. Muharni, M.Si dan Dr. Salni, M.Si

Biodegradation of *Direct Red 80* Dye Using Indigenous Bacteria from Jumputan Industrial Waste

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya

xvii + 60 halaman, 10 gambar, 7 tabel, 6 lampiran

RINGKASAN

Pembuangan limbah zat warna ke badan-badan air dapat mengganggu ekosistem perairan serta menimbulkan penyakit bagi makhluk hidup lainnya. Zat warna *Direct Red 80* sering digunakan dalam produksi kain jumputan, zat warna ini memiliki warna yang lebih pekat dan sulit untuk didegradasi. Oleh karena itu diperlukan metode mengurangi zat warna yang tidak menimbulkan efek samping, yaitu menggunakan bakteri sebagai agen degradasi. Bakteri diisolasi dari limbah industri kain jumputan yang kemudian di regenerasi kembali di laboratorium.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2020, bertempat di Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. 8 jenis bakteri indigen diremajakan pada medium NA, lalu dibuat kultur cair menggunakan medium NB. 8 jenis bakteri dilakukan proses seleksi hingga mendapatkan jenis bakteri indigen yang memiliki kemampuan biodegradasi zat warna *Direct Red 80*. Bakteri agen pendegradasi dilakukan optimasi konsentrasi zat warna, suhu dan pH untuk meningkatkan kemampuan biodegradasi, kemampuan biodegradasi dihitung dengan rumus persentase daya degradasi, lalu dilakukan analisis daya biodegradasi dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis.

Hasil penelitian didapatkan dua jenis bakteri indigen yang memiliki kemampuan biodegradasi zat warna *Direct Red 80* yaitu *Aeromonas jandaei* dan *Pseudomonas guguanensis*. Pada optimasi konsentrasi zat warna jumlah sel tertinggi pada konsentrasi 30 ppm, dimana *A. jandaei* sebanyak $1,4 \times 10^{15}$ cfu/mL dan *P. guguanensis* sebanyak $0,5 \times 10^{15}$ cfu/mL. Pada optimasi suhu, jumlah sel tertinggi pada suhu 37°C, dimana *A. jandaei* sebanyak $0,8 \times 10^{15}$ cfu/mL dan *P. guguanensis* sebanyak $0,1 \times 10^{15}$ cfu/mL. Pada optimasi pH jumlah sel tertinggi pada pH 9, dimana *A. jandaei* sebanyak $0,8 \times 10^{15}$ cfu/mL dan *P. guguanensis* $0,3 \times 10^{15}$ cfu/mL. Kemampuan biodegradasi tertinggi setelah dilakukan optimasi yaitu pada konsentrasi

zat warna 80 ppm, suhu 34°C, dan pH 6 dengan besar persentase 53,09% oleh *Aeromonas jandaei* BD 02 dan 51,30% oleh *Pseudomonas guguanensis* BD 14. Uji Kromatografi Lapis Tipis didapatkan perbandingan Rf, dimana *A. jandaei* mendapatkan perbandingan nilai Rf 1 sebesar 0,67 dan Rf sebesar 2 0,62, sedangkan untuk *P. guguanensis* mendapatkan perbandingan nilai Rf 1 sebesar 0,55 dan Rf sebesar 2 0,49 dengan kontrol memiliki nilai 0,59. Pengoptimasian parameter lingkungan mempunyai efek yang bagus dalam meningkatkan kemampuan bakteri dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 80*, yaitu selama proses optimasi parameter lingkungan yang bertahap terjadi kenaikan persentase daya degradasi kedua bakteri dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 80*.

Kata kunci : Dekolorisasi, Biodegradasi, Jumputan, zat warna, *Direct Red*, Bakteri indigen, *Aeromonas jandaei*, *Pseudomonas guguanensis*.

Kepustakaan : 45 (1982-2019)

SUMMARY

BIODEGRADATION of *DIRECT RED 80* DYE USING INDIGENOUS BACTERIA FROM JUMPUTAN INDUSTRIAL WASTE

Widya Firliana supervised by: Dra. Muharni, M.Si dan Dr. Salni, M.Si

Biodegradasi Zat Warna *Direct Red 80* Menggunakan Bakteri Indigen dari Limbah Industri Kain Jumputan

Department of Biologuy, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University

xvii + 60 pages, 10 pictures, 7 tables, 6 attachments

SUMMARY

Disposing of dyes into the water can disrupt aquatic ecosystems and cause disease for other living creatures. *Direct Red 80* dyes are often used in the production of *Kain Jumputan*. These dyes have a more concentrated color and difficult to degrade. Therefore we need a method of reducing dyes by not causing side effects, that's like using bacteria as a biodegradation agent. The bacteria were isolated from *kain jumputan* industry waste which was then regenerated in the laboratory.

This research was conducted from January to March 2020, located in Laboratory of Genetics and Biotechnology, department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University. 8 types of indigenous bacteria were rejuvenated on NA medium, then liquid culture was made using NB medium. 8 types of indigenous bacteria were carried out selection process to get the type of indigenous bacteria that have the ability to biodegrade *Direct Red 80* dyes. Bacterial of degrading agent is done by optimizing the concentration of dye, temperature and pH to increase the ability of biodegradation, biodegradation ability is calculated by the formulas the percentage of degradation power, then the biodegradation power is analyzed using Thin Layer Chromatography method.

The results showed two of indigenous bacteria who have ability for biodegradation of *Direct Red 80* are *Aeromonas jandaei* and *Pseudomonas guguanensis*. On optimization the concentration of dyes, the highest cell count at a concentration of 30 ppm, that's as many as 1.4×10^{15} cfu/mL for *A. jandaei* and 0.5×10^{15} cfu/mL for *P. guguanensis*. On temperature optimization, the highest cell count at a temperature of 37°C, where as many as 0.8×10^{15} cfu/mL for *A. jandaei* and 0.1×10^{15} cfu/mL for *P. guguanensis*. On pH optimization, the highest cell count at pH 9, *A. jandaei* as many as 0.8×10^{15} cfu/mL and *P. guguanensis* as many as 0.3×10^{15} cfu/mL. The highest biodegradation ability after optimization is at a concentration of 80 ppm dye, temperature 34°C and pH 6 with a large percentage of 53.09% by *A. jandaei* BD 02 and 51.30% by *P. guguanensis* BD 14. Thin Layer Chromatography test was obtained comparison of Rf values, where *A. jandaei* get comparisons of Rf values; Rf 1 of 0.67 and Rf 2 of 0.62,

whereas *P. guguanensis* get comparisons of Rf values; Rf 1 of 0.55 and Rf of 2 0.49 with control has a value of 0.59. Optimizing environmental parameters has a good effect on increasing the ability of bacteria to degrade the *Direct Red 80* dye, because during the process of optimizing environmental parameters that are gradually increasing the percentage of the degradation power of the two bacteria in degrading the *Direct Red 80* dye.

Keywords : Decolorization, Biodegradation, Jumputan, Dye, *Direct Red*, Indigenic bacteria, *Aeromonas jandaei*, *Pseudomonas guguanensis*.

Literature : 45 (1982-2019)

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
KATA PENGANTAR	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Industri Tekstil.....	7
2.2. Zat Warna Sintetis.....	7
2.3. Zat Warna Azo.....	9
2.4. Zat Warna <i>Direct Red</i>	10
2.5. Teknik Pengolahan Zat Warna dalam Limbah Cair	11
2.6. Biodekolorisasi	12

2.7. Biodegradasi Zat Warna Sintetis	13
2.8. Mekanisme Biodegradasi Zat Warna Sintetis	13
2.9. Parameter Lingkungan yang Mendukung Proses Biodegradasi oleh Bakteri	14
2.9.1. Pengaruh Konsentrasi Zat Warna	15
2.9.2. Pengaruh pH	15
2.9.3. Pengaruh Suhu	16
2.9.4. Pengaruh Sumber Karbon dan Nitrogen	16
2.9.5. Pengaruh Struktur Zat Warna	17
2.10. Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Zat Warna Sintetis.....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	19
3.1. Waktu dan Tempat	19
3.2. Alat dan Bahan.....	19
3.3. Cara Kerja.....	20
3.3.1. Pembuatan Medium.....	20
3.3.2. Peremajaan Bakteri	21
3.3.3. Pembuatan Kultur Cair	21
3.3.4. Seleksi Bakteri Indigen Pendegradasi Zat Warna <i>Direct Red 80</i>	22
3.3.5. Pembuatan Kurva Standar	23
3.3.6. Optimasi Pertumbuhan Bakteri untuk Meningkatkan Biodegradasi Zat Warna <i>Direct Red 80</i>	24
3.3.6.1. Optimasi Konsentrasi Zat Warna	24
3.3.6.2. Optimasi Suhu	25
3.3.6.3. Optimasi pH.....	26
3.3.7. Uji Biodegradasi dan Perhitungan Rf.....	26
3.3.7.1. Pengukuran Daya Degradasi.....	26
3.3.7.2. Uji Biodegradasi	27
3.3.8. Penyajian Data	28

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Hasil Seleksi Bakteri Indigen yang Memiliki Kemampuan Biodegradasi Zat Warna <i>Direct Red 80</i>	29
4.2. Pengaruh Konsentrasi Zat Warna Terhadap Persentase Degradasi dan Jumlah Sel Bakteri	33
4.3. Pengaruh Suhu Terhadap Persentase Degradasi dan Jumlah Sel Bakteri	38
4.4. Pengaruh pH Terhadap Persentase Degradasi dan Jumlah Sel Bakteri	42
4.5. Analisis Biodegradasi Zat Warna <i>Direct Red 80</i> Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	45
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	 48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel		Hal
2.1.	Jenis-Jenis Gugus Kromofor.....	9
2.2.	Karakterisasi Bakteri Indigen Hasil Isolasi dari Limbah Industri Tekstil Kain Jumputan.....	18
4.1.	Persentase Daya Dekolorisasi oleh Bakteri Indigen dari Limbah Industri Tekstil Kain Jumputan pada Konsentrasi Zat Warna 50 ppm.....	30
4.2.	Hasil Pengukuran Jumlah Bakteri terhadap Optimasi Konsentrasi Zat Warna.....	34
4.3.	Hasil Pengukuran Perentase Daya Degradasi dan Jumlah Sel terhadap Optimasi Suhu.....	38
4.4.	Hasil Pengukuran Persentase Daya Degradasi dan Jumlah Sel terhadap Optimasi pH.....	42
4.5.	Perbandingan Nilai Rf Hasil Migrasi pada Plat KLT.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Hal
2.1.	Struktur <i>Direct Red-80</i>	10
2.2	Biodegradasi Zat Warna Azo dengan Proses Anaerobik-Aerobik....	14
4.1.	Hasil Analisis Kromatografi Lapis Tipis dalam Seleksi Bakteri Indigen dari Limbah Industri Tekstil Kain Jumputan.....	32
4.2.	Pengaruh Konsentrasi Zat Warna terhadap Jumlah Bakteri Setelah Inkubasi 5 hari.....	35
4.3.	Pengaruh Konsentrasi Zat Warna terhadap Persentase Kemampuan Biodegradasi Bakteri Setelah Inkubasi 5 hari.....	35
4.4.	Pengaruh Suhu terhadap Jumlah Bakteri Setelah Inkubasi 5 hari.....	40
4.5.	Pengaruh Suhu terhadap Persentase Kemampuan Biodegradasi Bakteri Setelah Inkubasi 5 hari.....	40
4.6.	Pengaruh pH terhadap Jumlah Bakteri Setelah Inkubasi 5 hari.....	43
4.7.	Pengaruh pH terhadap Persentase Kemampuan Biodegradasi Bakteri Setelah Inkubasi 5 hari.....	43
4.8.	Pengamatan Pola Kromatogram pada Plat KLT.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1. Komposisi Medium	54
2. Rumus Regresi Linear untuk Kurva Standar Pertumbuhan	55
6. Kurva Standar Pertumbuhan Bakteri	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah zat warna dapat ditimbulkan dari berbagai macam proses industri, seperti industri tekstil, industri kertas dan lain sebagainya. Petambahan jumlah industri di Indonesia mengakibatkan meningkatnya bahan pencemar limbah yang dihasilkan industri tersebut. Salah satu industri yang mampu menyebabkan pencemaran lingkungan yaitu industri kain jumputan, terutama pada limbah airnya yang berasal dari proses pewarnaan dan proses pencelupan serta proses-proses lain yang berhubungan dengan industri tersebut (Hasri *et al.*, 2018).

Palembang merupakan salah satu kota yang terkenal dengan industri kain jumputan. Industri tersebut menggunakan bahan pewarna sintetis untuk memperindah hasilnya, selain itu pewarna sintetis juga memiliki kelebihan lain seperti murah, tahan lama, mudah diperoleh dan mudah dalam proses pengaplikasiannya (Agustina dan Muhammad, 2012).

Zat warna sintetis yang sering digunakan dalam industri kain jumputan berasal dari golongan senyawa azo yang bersifat karsinogenik dan sulit terdegradasi. Pewarna azo menyusun 60-70% dari seluruh pewarna dalam produksi tekstil, karena mudah disintesis dan murah, serta stabilitas dan ketersediaan berbagai warna dibandingkan dengan pewarna alami. Setidaknya 10-15% dari pewarna yang digunakan dibuang ke badan air sehingga buangannya dapat membahayakan lingkungan (Permatasari *et al.*, 2018).

Zat warna *Direct Red* merupakan kelompok senyawa sintetis, organik dan berwarna dengan ikatan azo ($-N=N-$). Zat warna *Direct Red 80* merupakan zat warna golongan azo yang paling sering digunakan dalam industri tekstil kain jumputan, karena warna merah merupakan warna dasar untuk produksi kain termasuk produksi kain jumputan, zat warna jenis ini juga memiliki daya ikat yang kuat terhadap selulosa sehingga sangat mudah melekat pada dasar kain dengan warna yang cukup pekat. Zat warna *Direct Red 80* memiliki kepekatan yang tinggi sehingga warna yang dihasilkan akan lebih merah (Fitriyani *et al.*, 2017).

Limbah dari zat warna *Direct Red 80* yang dibuang ke badan-badan air tanpa pengolahan yang memadai dapat menimbulkan berbagai efek negatif, seperti mengganggu transparansi air, mengganggu proses fotosintesis yang berujung pada defisiensi oksigen sehingga mengganggu ekosistem pada perairan tersebut, serta dapat meningkatkan toksisitas yang berdampak pada biota air seperti ganggang dan ikan. Limbah cair yang bersifat mutagen dan karsinogen ini juga dapat merugikan manusia karena menyebabkan berkurangnya air bersih yang berujung menjadi sumber penyakit (Valerie *et al.*, 2018).

Pengolahan zat warna dalam limbah cair tekstil dapat dilakukan secara kimia, fisika, dan biologi. Bahan pewarna dapat didekolorisasi dengan metoda fisika dan kimia, ultrasonifikasi merupakan contoh dekolorisasi secara fisika, sedangkan contoh dekolorisasi kimia ialah dengan koagulasi menggunakan ferosulfat. Pengolahan air limbah secara kimia dan fisika cukup efektif untuk menghilangkan warna, akan tetapi tidak efisien dari segi biaya dan pemakaian bahan kimia. Oleh

karena itu, diperlukan adanya pengolahan limbah cair tekstil yang ramah lingkungan, efisien dan murah yaitu secara biologi yang disebut biodekolorisasi (Awaluddin *et al.*, 2001).

Metode biologi mempunyai dua mekanisme yang dapat dilakukan pada proses dekolorisasi yaitu biodegradasi dan bioadsorpsi. Kedua mekanisme tersebut telah dibuktikan memiliki potensi dalam menghilangkan zat warna yang terdapat pada limbah pewarna tekstil. Biodegradasi adalah pengolahan limbah yang ramah lingkungan dengan biaya yang lebih murah dibanding dengan metode fisika dan kimia karena dalam biodegradasi menggunakan agen biologi yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa *non degradable* (Padmesh *et al.*, 2005).

Proses biodegradasi bahan pencemar yang memiliki molekul yang kompleks akan dipecah menjadi lebih sederhana melalui enzim yang dihasilkannya. Enzim yang umumnya dihasilkan oleh bakteri dalam proses biodegradasi zat warna golongan azo adalah enzim azoreduktase yang memiliki kemampuan dalam pemutusan ikatan azo yang menjadi ikatan amina aromatik yang lebih sederhana (Fidiastuti dan Endang, 2017).

Biodegradasi zat warna oleh bakteri dapat dianalisis menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Seperti metode kromatografi pada umumnya, KLT juga melibatkan fase diam dan fase gerak. Zat warna yang berperan sebagai fase gerak akan didorong oleh fase diam berupa pelarut. Jika terjadi proses biodegradasi, campuran komponen sampel akan bermigrasi dengan kecepatan yang berbeda selama pergerakan fase gerak melalui fase diam (Wulandari, 2011).

Perubahan noda zat warna yang terdapat pada plat KLT menandakan bahwa zat warna telah terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana (Singh *et al.*, 2015).

Proses biodegradasi limbah cair dari zat warna tekstil dilakukan antara lain oleh bakteri *Aeromonas sp.*, *Alcaligenes eutrophus*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas stutzeri*, dan *Streptomyces chromofuscus*. Setiap spesies mikroorganisme memiliki kemampuan yang berbeda dalam mendegradasi limbah cair, hal ini bergantung pada tingkat resisten mikroorganisme terhadap racun yang terkandung pada zat warna, selain itu parameter lingkungan untuk pertumbuhan mikroorganisme juga menjadi faktor dalam melakukan proses biodegradasi (Martani *et al.*, 2011). Beberapa jenis bakteri umumnya dapat melakukan proses dekolorisasi pada zat warna *Direct Red* dengan optimum pada pH 6-8. Pertumbuhan optimum dari beberapa bakteri seperti *Pseudomonas sp.*, *Aeromonas sp.*, *Klebsiella sp.* yaitu pada suhu 36°C dan akan menurun jika pada suhu 40-45°C (Rahman *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pada penelitian kali ini untuk perlakuan optimasi suhu dan pH akan dilakukan pada rentang pH 5 sampai 9 dan suhu 28°C sampai 40°C.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Sahasrabudhe *et al.* (2014), beberapa spesies bakteri mampu mendegradasi zat warna *Direct Red 81* sampai dengan konsentrasi 200 ppm. Agen biodegradasi memerlukan proses adaptasi terlebih dahulu terhadap zat warna yang akan didegradasi, konsentrasi zat warna yang dapat digunakan untuk proses adaptasi yaitu 20 ppm (Rahman *et al.*, 2019). Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan optimasi faktor

lingkungan seperti konsentrasi zat warna, suhu dan pH untuk meningkatkan kemampuan bakteri dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 80*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Adhitama (2019) terdapat 8 jenis bakteri indigen dari limbah industri tekstil yang telah diidentifikasi menggunakan gen 16sr-RNA, dan memiliki kemampuan dekolorisasi zat warna *direct* sebesar 53-88%. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan seleksi terlebih dahulu untuk mengetahui bakteri indigen yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 80*, serta optimasi faktor lingkungan untuk meningkatkan kemampuan biodegradasi dari masing-masing bakteri terpilih.

1.2. Rumusan Masalah

Limbah industri yang mengandung zat warna sintetik merupakan ancaman bagi keamanan lingkungan, karena dapat merusak ekosistem perairan dan mengganggu kesehatan. Oleh karena itu diperlukan adanya proses pengolahan limbah zat warna yaitu zat warna *Direct Red 80* dengan cara biodegradasi. Kemampuan biodegradasi tergantung pada jenis mikroorganisme dan parameter lingkungan lainnya seperti suhu, pH dan konsentrasi zat warna. Untuk itu perlu dilakukan optimasi faktor lingkungan berupa pH, suhu, dan konsentrasi zat warna untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 80*, serta perubahan pola kromatogram zat warna *Direct Red 80* hasil biodegradasi dengan metode Kromatografi Lapis Tipis.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengetahui jenis bakteri indigen yang memiliki kemampuan mendegradasi zat warna *Direct Red 80*?
2. Berapa konsentrasi zat warna, suhu dan pH terbaik untuk pertumbuhan bakteri indigen terseleksi dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 80*?
3. Bagaimana perbandingan pola kromatogram hasil biodegradasi zat warna *Direct Red 80* pada kondisi optimum pada plat KLT ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui jenis bakteri indigen yang memiliki kemampuan biodegrasi zat warna *Direct Red 80*.
2. Mengetahui konsentrasi zat warna, suhu dan pH optimum untuk pertumbuhan bakteri indigen terseleksi dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 80*.
3. Membandingkan pola kromatogram hasil biodegradasi zat warna *Direct Red 80* pada kondisi optimum pada plat KLT.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai salah satu sumber informasi ilmiah tentang potensi bakteri indigen sebagai agen biodegradasi limbah zat warna *Direct Red 80*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiawati, P. 2003. Kultur Campuran dan Faktor Lingkungan Mikroorganisme yang Berperan dalam Fermentasi “Tea-Cider”. *PROC. ITB Sains & Tek.* 35A(2): 147-162.
- Agustina, T., E., dan Muhammad, A. 2012. Pengaruh Temperatur dan Waktu pada Pengolahan Pewarna Sintetis Procion menggunakan Reagen Feton. *Jurnal Teknik Kimia.* 18(3): 54-61.
- Arie, M., Laksmi, S., Prayogo., dan Herlina, M. S. Isolasi Bakteri Indigen sebagai Pendegradasi Bahan Organik pada Media Pembenuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Sistem Resikulasi Tertutup. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan.* 2(2): 117-122.
- Awaluddin, R., Darah, S., Ibrahim, C. D., dan Uyub, A.M. 2001. Decolorization of commercially available synthetic dyes by the white rot fungus *Phanerochate chrysosporium*. *Journal Fungi and Bactery.* 6(2): 55-63.
- Chen, K.C., J.Y., Wu., D.J. Liou., dan S.C.J. Hwang. 2003. Decolorization of Textile Dyes by Newly Isolated Bacterial Strain. *Biotechnology.* 101: 57-68.
- Cundari, L., Pitri, Y., Karindah, A, S. 2016. Pengolahan Limbah Cair Kain Jumputan menggunakan Karbon Akif dari Sampah Plastik. *Jurnal Teknik Kimia.* 22(3): 26-33.
- Dave, S.R., S. Lestari. 2014. Dekolorisasi Limbah Batik Tulis Menggunakan Jamur Indigen Hasil Isolasi pada Konsentrasi Limba yang Berbeda. *Molekul.* 5(2): 75-82.
- Dewi, R. S., dan Sri, L. 2010. Dekolorisasi Limbah Batik Tulis Menggunakan Jamur Indigen Hasil Isoasi pada Konsentrasi Limbah yang Berbeda. *Molekul.* 5(2): 75-82.
- Dos Santos, A., F.J. Cervantes., J.B. van Lier. 2007. Review Paper on urrent Technologies for Decolorisation of Textile Wastewaters: Perspectives for Anaerobic Biotechnology. *Bioresource Technology.* 98 : 2369-2385.
- Fidiastuti, H.,R., dan Endang, S. 2017. Potensi Bakteri Indigen dalam Mendegradasi Limbah air Pabrik Kulit Secara *In Vitro*. *Jurnal Bioeksperimen.* 3(1): 1-10.

- Fitriyani, Y., Septiani, U., Wellia, D., Putri, R., dan Safni. 2017. Degradasi Zat Warna *Direct Red-23* secara Fotolisis dengan Katalis C-Ncodoped TiO₂. *Jurnal Kimia Valensi: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. 3(2): 152-159.
- Hasri., Sudding., dan Achmad Amiruddin. 2018. Biodegradasi Zat Warna *Acid Orange 7* Menggunakan Enzim Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*). *Jurnal Kimia Riset*. 3(1): 47-51
- Hijriani, A., Kurnia, M., Erlina, A. A. 2016. Implementasi Metode Regresi Linier Sederhana pada Penyajian Hasil Prediksi Pemakaian Air Bersih PDAM WAY RILAU Kota Bandar Lampung dengan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Informatika Mulawarman*. 11(2): 37-42.
- Husna, N. R., Hasri, H., dan Suddin. 2017. Pengaruh pH terhadap Degradasi Pewarna *Direct Blue* menggunakan Jamur Pelapuk Kayu (*Pleurotus flabellatus*). *Jurnal Kimia Riset*. 2(2): 140-146.
- Joseph, S. W., A. M. Carnahan., P. R. Brayton., G. R. Fanning, R. Almazan., C. Drabick., E. W. Trudo, Jr., dan R. R. Colwell. 1991. *Aeromonas jandaei* And *Aeromonas veronii* Dual Infetion Of a Human Wound Following Aquatic Exposure. *Journal Clinical Biology*. 29(3): 565-569.
- Lalnunhilmi, S dan Krishnaswamy, V. 2016. Decolourization of Azo Dyes (*Direct Blue 151* and *Direct Red 31*) by Moderately Alkaliphilic Bacterial Consortium. *Brazilian Journal of Microbiology*. 47: 39-46.
- Lin, J., X. Zhang., Z. Li dan L. Lei. 2010. Biodegradation of Reactive Blue 13 in Two-Stage Anaerobic/Aerobic Fluidized Beds System with a *Pseudomonas* sp. Isolate. *Bioresource Technology*. 101(1): 34-40.
- Manurung, R., Hasibuan, R., dan Irvan. 2017. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif secara Aerob dan Anaerob. *Repository USU*. USU: Fakultas Mipa.
- Murniasih, T., Joko, T. W., Masteria, Y. P., Febriana, U., dan Merry, M. 2018. Pengaruh Nutrisi dan Suhu Terhadap Selektivitas Potensi Antibakteri dari Bakteri yang Berasosiasi dengan Spons. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21(1): 65-70.
- Padmesh, T. V. N., Vijayaraghavan, K., Sekaran, G., dan Valen, M. 2005. Batch and Column Studie on Biosorption of Acid Dyes on Fresh Water Macro Alga *Azola Filiculoides*. *Journal of Hazardous Materials*. B125: 121-129.

- Permatasari, I., Rully, A. N., dan Vincentia, I. M. 2018. Dekolorisasi Pewarna Tekstil *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2* Oleh Mikroba yang Diisolasi dari Limbah Industri Tekstil. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 5(1): 20-26.
- Purwanti, I. F., Abdullah, S. R. S., Hamzah, A., Idris, M., Basri, H., Mukhlisin, M., and Latif, M.T. 2015. Biodegradartion of Diesel by Bacteria Isolated from *Scirpus mucronatus* Rhizosphere in Diesel-Contaminated Sand. *Journal of Advanced Science..* 1(2): 140-143.
- Prastiwi., Berlina, R., dan Hari, P.2017. Analisis Dampak Material Batik Cap Terhadap Lingkungan (Studi kasus: Batik Supriyarso Kampung Batik Laweyan). *Diploma Thesis*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rahman, A., Ananda, K.S., Rokshana, A.R., Fazlul, H., dan Moni, K. M. 2019. Decolourization of Textile Azo Dye *Direct Red 81* by Bacteria from Textile Industry Effluent. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(4): 1742-1754.
- Rejeki, S., Triyanto., dan Murwantoko. 2016. Isolasi dan Identifikasi *Aeromonas* spp. dari Lele Dumbo (*Clarias* sp.) Sakit di Kabupaten Ngawi. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 18(2): 55-59.
- Respati, N. Y., Evy, Y., dan Anna, R. 2017. Optimasi Suhu dan pH Media Pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat dari Isolat Bakteri Termofilik. *Jurnal Prodi Biologi*. 6(7): 423-430.
- Robinson, T., McMulan, G., Marchant, R., dan Nigam, P. 2001. Remediation of Dyes in Textille Effuent: Critical Review on Current Treatment Technologies with a Propossed Alternative. *Journal of Bioresourch Technology*. 77: 247-255.
- Rusnaeni., Desy, I. S., Fitria, L., Imelda, M. P., Is, I. U. 2016. Identifikasi Asam Mefenamot dalam Jamu Rematik yang Beredar di Distrik Kota Jayapura, Papua. *Journal Parmachy* 13(01): 84-91.
- Safni., Deby, A., Diana, V. W., dan Khoiriah. 2015.Degradasi Zat Warna *Direct Red-23* dan *Direct Violet* dengan Metode Ozonolisis, Fotolisis dengan Sinar UV dan Cahaya Matahari menggunakan Katalis N-DOPPED TIO₂. *Jurnal Litbang Industri*. 5(2): 123-130.

- Sahasrabudhe, M. M., Saratale, R. G., Saratale, G. D. and Pathade, G. R. 2014. Decolourization and Detoxification of Sulfonates Toxic di-azo Dye C.I. Direct Red 81 by *Enterococcus faecalis* YZ 66. *Environmental Health Science and Engineering*. 12(151): 1-13.
- Saratale, R.G., G.D. Saratale., J.S. Chang., dan S.P. Govindwar. 2011. Bacterial Deolorization and Degradation of Azo Dyes : A Review. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 42: 138-157.
- Singh, S., S. Chatterji., A.S.A. Prasad., K.V.B. Rao. 2015. Biodegradation of Azo Dye Direct Orange 16 by *Micrococcus luteus* Strain SSN2. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 12(1): 2161-2168.
- Shovitri, M., Kuswytasari, N. D., dan Paramita, P. 2012. Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangi Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 1(1): 23-26.
- Srikandi, F. 1992. Mikrobiologi Pangan. Jakarta: Gramedia.
- Sugiyana, D., dan Suprihanto, N. 2015. Studi Mekanisme degradasi FotokatalitikZat Warna Azo Acid Red 4 Menggunakan Katalis Mikropartikel TiO₂. *Arena Tekstil*. 30(2): 83-94.
- Suriani, S., Soemarno., dan Suharjo. 2013. Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju Pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. 3(2): 1-5.
- Syilfi., Dwi, I., dan Diah, S. 2012. Analisis Regresi Linier Piecewise Dua Segmen. *Jurnal Gaussian*. 1(1): 219-228.
- Tripathi, A., dan S.K. Srivastava. 2011. Ecofriendly Treatment of Azo Dyes: Biodecolorization Using Bacterial Strains. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. 1(1): 37-41.
- Utekar, G. V., dan Deshmukh, H. V. 2019. Characterization of *Bacillus* Sps From Gut Flora of Earthworm *Eudrillus eugeniae* Feed on Sugar Industry Waste. *Journal of Life Science Informatic Publication*. 5(2): 887-895.
- Valerie., Joan, C. W., dan Reinhard, P. 2018. Kajian Pustaka : Pemanfaatan Mikroba yang Berpotensi sebagai Agen Bioremediasi Limbah Pewarna Tekstil. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2(1): 32-47.

- Willey. M. J., Linda, M. S., dan Christoper, J. W. 2008. *Precott, Harley, and Kleins's Microbiology Seventh Edition*. USA: McGraw-Hill Book Company.
- Wulandari, L. 2011. *Kromatografi Lapis Tipis*. Jember: PT. Taman Kampus Presindo.
- Yanu, A. P. R. 2013. Biodegradasi Pewarna Azo *Orange G* dengan Teknik Immobilisasi Isolat Bakteri. *Thesis*. Yogyakarta: UGM.
- Zaman, A., Das, P., dan Banerjee, P. 2016. Biosorption oof Dye Molecules. In: Rathoure AK dan Dhatwalia VK (eds) Toxicity and Waste Management Using Bioremediation. *Hersey PA : Engineering Science Reference, an imprint og IGI Global*, pp. 51-74.
- Zimmermann, T., Hans, G. K., dan Thomas, L. 1982. Properties of Purified Orange II Azoreductase, the Enzyme Initiating Azo Dye Degradation by *Pseudomonas* KF46. *European Journal of Biochemistry*. 129(1):197-203.