

**BIODEKOLORISASI ZAT WARNA SINTETIK *DIRECT RED* 80**

**OLEH *Bacillus tropicus* BD 01 DAN *Pseudomonas stutzeri* BD 05**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Sains pada  
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya**



**OLEH :**

**BELLA ANJANI**

**08041281823115**

**JURUSAN BIOLOGI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Biodekolorisasi Zat Warna Sintetik *Direct Red 80* Oleh  
*Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05

Nama Mahasiswa : Bella Anjani

NIM : 08041281823115

Jurusan : Biologi

Telah disetujui unntuk disidangkan pada tanggal 16 November 2022.

Indralaya, November 2022

Pembimbing :

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



## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Biodekolorisasi Zat Warna Sintetik *Direct Red 80* Oleh  
*Bacillus tropicus* BD 01 Dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05

Nama Mahasiswa : Bella Anjani

NIM : 08041281823115

Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 November 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Ketua :

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

Anggota :

1. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si  
NIP. 197504272000122001
2. Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si.  
NIP. 198812112019032019



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Judul Skripsi : Biodekolorisasi Zat Warna Sintetik *Direct Red 80* Oleh  
*Bacillus tropicus* BD 01 Dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05

Nama Mahasiswa : Bella Anjani

NIM : 08041281823115

Fakultas/Jurusan : MIP A / Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesajanaan Strata Satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

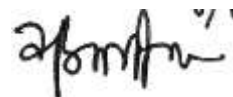
Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, November 2022

Penulis



Bella Anjani

NIM. 08041281823115

## **HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawahini:

Nama Mahasiswa : Bella Anjani  
NIM : 08041281823115  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Biodekolorisasi Zat Warna Sintetik *Direct Red 80* oleh *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05”.

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya

Indralaya, November 2022

Penulis



Bella Anjani

NIM. 08041281823115

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*“Dengan menyebut Nama Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang”*

*“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari mengerjakan suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”*

∞ QS. Al Insyirah 94 : 6-8 ∞

### MOTTO

*“Kalau nanti ambisi buat naik ke atas, jangan karena senang liat orang-orang dari atas. Tapi karena ingin ajak orang-orang ke atas ☺”*

-Anjani, 2022-

Kupersembahkan skripsi ini untuk:

- ❖ Allah ﷻ dan Nabi Muhammad ﷺ
- ❖ Orang tua ku tercinta Ayah Ahmad Suyanto dan Ibu Nurbania yang selalu mendukung dan medoakan ku disetiap langkah ku.
- ❖ Kakak perempuanku satu-satunya Rachma Safitri dan keenam adikku (Salsabila Jannah, Tasya Balqis Az-Zahra, Annisa Muthmainnah Purnama Sari, Akbar Hidayatullah, Nuraini Afifah, dan si bungsu Anugerah Furqon Hafidz)
- ❖ Pembimbing skripsiku Ibu Dra. Muharni, M.Si., dan yang bersedia membimbingku selama perskripsian
- ❖ Pembimbing akademik Bapak Prof. H. Zulkifli Dahlan, M.Si., DEA.
- ❖ Dosen penguji skripsi Ibu Dr. Elisa Nurnawati, M.Si., dan Ibu Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si.
- ❖ Pendamping hidupku yang saat ini masih bersembunyi di Lauhul Mahfudz
- ❖ Teman-teman seperjuanganku Biologi angkatan 2018.
- ❖ Almamaterku Universitas Sriwijaya yang sangat kubanggakan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Biodekolorisasi Zat Warna Sintetik *Direct Red 80* oleh *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05”** sebagai syarat untuk memenuhi gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Terima kasih saya sampaikan kepada selaku dosen pembimbing Ibu Dra. Muharni, M.Si yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dukungan, dedikasi, nasihat dan ketulusannya selama pelaksanaan penelitian serta penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada selaku dosen penguji Dr. Elisa Nurnawati, M.Si., serta Dwi Hardestyariki S.Si., M.Si yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lebih baik.

Penulis menyadari berkat bantuan, bimbingan, dan masukan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Anis Saggaff, MSCE. IPU. ASEAN. Eng., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Hermansyah, S.Si, M.Si. Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Arum Setiawan, M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Sarno, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Prof. Dr. H. Zulkifli Dahlan, M.Si. DEA selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasihat selama proses perkuliahan.
6. Seluruh Dosen dan staff karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, yang tidak dapat disebutkan satu- persatu.

7. Kak Agus Wahyudi, S.Si., selaku Analis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi serta ibu Rosmania, S. T., selaku Analis Laboratorium Mikrobiologi.
8. Kedua orangtua terkasih dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan support terbaik untuk kesuksesanku.
9. Patner perjuanganku (jodohku) yang menjadi salah satu motivasiku untuk terus semangat terkhusus dalam meraih gelar sarjana ini.
10. Team Kerja Praktek Bidlabfor Kimbiofor di Laboratorium Forensik Polda Sumatera Selatan (Rizky Kurniawan, Tegar Adi Wibowo dan Reza Rahmatullah).
11. Sahabat till jannah in syaa Allah (Sinta Afrianti, Genggong squad dan Kawan-kawan dari Cinta) yang selalu menjadi sahabat yang selalu ada dalam suka dan duka selama perkuliahan berlangsung.
12. Seluruh rekan angkatan Biologi 2018. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Harapan penulis, mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi civitas akademik dan masyarakat umum atau dapat dijadikan sebagai penelitian lebih lanjut.

Indralaya, November 2022

Penulis



Bella Anjani

NIM. 08041281823115



## SUMMARY

*BIODECOLORIZATION OF SYNTHETIC DYESTUFF DIRECT RED 80 BY Bacillus tropicus BD 01 AND Pseudomonas stutzeri BD 05*

Scientific paper in the form of Skripsi, Oktober 2022.

Bella Anjani, supervised by Dra. Muharni, M.Si.

*BIODEKOLORISASI ZAT WARNA SINTETIK DIRECT RED 80 OLEH Bacillus tropicus BD 01 DAN Pseudomonas stutzeri BD 05*

Mathematic and Science Faculty of Biology, Sriwijaya University.

xvii + 60 pages, 5 tables, 6 pictures dan 4 attachmant.

Direct Red is a synthetic dye of the azo group which is often used by various industries, one of which is the textile industry. The use of this type of dye is preferred because azo dyestuffs have high color intensity characteristics and are more varied when compared to natural dyes and complex structures so that they are more stable (resistant) to heat, washing and also microbial attacks. The activity of using excess synthetic dyestuffs and the disposal of 10-15% of dye waste that is carcinogenic and difficult to degrade to water bodies will cause health and environmental stability to decrease. Therefore, biological methods are needed to remove dye waste that are effective, fast, cost-effective, and environmentally friendly because they do not produce secondary contaminants. This research was conducted from May to June 2022 at the Genetics and Biotechnology Laboratory, Department of Biology, FMIPA, Sriwijaya University. Test the ability of indigene bacteria in decolorization of Dyestuffs Direct Red 80 using a spectrophotometric method with the formula Percentage of Decolorization Power, and further analysis using Thin Layer Chromatography to determine the biodecolorization ability of bacteria. Increasing the decolorization ability by each bacterium in the mineral medium requires the addition of a 1% sucrose carbon source and a 0.5% tryptophan nitrogen source as well as optimization of environmental parameters, including temperature optimization (28 °C, 31 ° C, 34 ° C, 37 ° C, 40 ° C) and pH optimization (pH 8.9, 10). Based on the optimization treatment of environmental parameters *Pseudomonas stutzeri* BD 05 has a higher

decolorization ability than *Bacillus tropicus* BD 01 which is shown through the highest percentage of decolorization of 87.10% at pH 9 and temperature 40°C while *Bacillus tropicus* BD 05 which works optimally at pH 9 and temperature 34°C with a percentage of 84.48 %. Analysis of the chromatogram pattern from the results of the decolorization process of each bacterium showed the occurrence of biodegradation decolorization in the bacterium *Pseudomonas stutzeri* BD 05 which was evidenced by the presence of spots on the KLT plate and changes in Rf values indicating that a new compound had been formed.

**Keywords :** Synthetic dye Azo, Direct Red 80, Biodecolorization, Indigene Bacteria, *Bacillus tropicus* BD 01, *Pseudomonas stutzeri* BD 05.

References : 57 (2004-2022).

## RINGKASAN

BIODEKOLORISASI ZAT WARNA SINTETIK *DIRECT RED* 80 OLEH *Bacillus tropicus* BD 01 DAN *Pseudomonas stutzeri* BD 05  
Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Oktober 2022.

Bella Anjani, dibimbing oleh Dra. Muharni, M.Si.

*BIODECOLORIZATION OF SYNTHETIC DYESTUFF DIRECT RED 80 BY Bacillus tropicus BD 01 AND Pseudomonas stutzeri BD 05*

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xvii + 60 halaman, 5 tabel, 6 gambar dan 4 lampiran.

*Direct Red* merupakan zat warna sintetik golongan azo yang seringkali dimanfaatkan berbagai macam industri salah satunya industri tekstil. Penggunaan pewarna jenis ini lebih disukai karena zat warna azo memiliki karakteristik intensitas warna yang tinggi dan lebih variatif bila dibandingkan dengan pewarna alami serta struktur yang kompleks sehingga lebih stabil (tahan) terhadap panas, pencucian dan juga serangan mikroba. Aktivitas penggunaan zat warna sintetik yang berlebih serta pembuangan 10-15% limbah pewarna yang bersifat karsinogenik dan sulit terdegradasi ke badan air akan menyebabkan stabilitas kesehatan dan lingkungan menurun. Oleh karenanya diperlukan metode biologis untuk menghilangkan limbah zat warna yang efektif, cepat, hemat biaya, dan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan kontaminan sekunder. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Juni 2022 bertempat di Laboratorium Genetika dan Bioteknologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya. Uji kemampuan bakteri indigen dalam dekolonisasi zat warna *Direct Red* 80 menggunakan metode spektrofotometri dengan rumus Persentase Daya Dekolorisasi, dan analisis lanjut menggunakan Kromatografi Lapis Tipis untuk mengetahui kemampuan biodekolonisasi bakteri agen. Peningkatan kemampuan

dekolorisasi oleh masing-masing bakteri pada medium mineral memerlukan adanya penambahan sumber karbon sukrosa 1% dan sumber nitrogen triptofan 0,5% serta optimasi parameter lingkungan, meliputi optimasi suhu (28°C, 31°C, 34°C, 37°C, 40°C) dan optimasi pH (pH 8,9, 10). Berdasarkan perlakuan optimasi parameter lingkungan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 memiliki kemampuan dekolorisasi yang lebih tinggi dibandingkan *Bacillus tropicus* BD 01 yang ditunjukkan melalui persentase dekolorisasi tertinggi 87,10% pada pH 9 dan suhu 40°C sedangkan *Bacillus tropicus* BD 05 yang bekerja optimal pada pH 9 dan suhu 34°C dengan persentase 84,48%. Analisa pola kromatogram dari hasil proses dekolorisasi masing-masing bakteri menunjukkan terjadinya dekolorisasi secara biodegradasi pada bakteri *Pseudomonas stutzeri* BD 05 yang dibuktikan dengan adanya bercak pada plat KLT serta perubahan nilai *Rf* yang menunjukkan bahwa telah terbentuk senyawa baru.

**Kata Kunci :** Pewarna sintetik Azo, *Direct Red* 80, Biodekolorisasi, Bakteri Indigen, *Bacillus tropicus* BD 01, *Pseudomonas stutzeri* BD 05.

Kepustakaan : 57 (2004-2022)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMA N PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
SUMMARY .....	ix
RINGKASAN.....	ix
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.7</b>
2.1. Zat Warna Sintetik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Pewarna Azo .....	9
2.3. Zat warna <i>Direct Red 80</i> .....	10
2.4. Metode Olah Limbah .....	12
2.5. Biodekolorisasi .....	13
2.5.1. Adsorpsi .....	14
2.5.2. Biodegradasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6. Bakteri Indigen .....	17
2.6.1. <i>Bacillus tropicus</i> BD 01 .....	<b>Error! Bookmark not defined.19</b>
2.6.2. <i>Pseudomonas stutzeri</i> BD 05 .....	19
2.7. Faktor- Faktor Dekolorisasi .....	20
2.7.1. Temperatur.....	20

2.7.2. Derajat Keasaman (pH).....	20
2.7.3. Struktur dan Konsentrasi Zat Warna .....	21
2.7.4. Oksigen Terlarut dan Kecepatan Guncangan.....	22
2.7.5. Pemberian Sumber Karbon dan Nitrogen.....	22
2.8. Kromatografi Lapis Tipis.....	23
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1. Waktu Dan Tempat .....	25
3.2. Alat Dan Bahan.....	25
3.3. Cara Kerja.....	26
3.3.1. Pembuatan Medium .....	26
3.3.2. Peremajaan Bakteri .....	27
3.3.3. Pembuatan Kultur Cair .....	27
3.3.4. Pembuatan Zat Warna <i>Direct Red</i> 80 Konsentrasi 80 Ppm. ....	27
3.3.5. Pembuatan Kultur Perlakuan .....	28
3.3.6. Pembuatan Kurva Standar .....	29
3.3.7. Perhitungan Jumlah Sel Bakteri .....	30
3.3.8. Uji Biodekolorisasi dan Perhitungan Rf.....	30
3.3.9. Analisis dan Penyajian Data.....	31
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1. Pengaruh pH terhadap Kemampuan Dekolorisasi dan Jumlah Sel Akhir Bakteri.....	32
4.2. Pengaruh Suhu terhadap Kemampuan Dekolorisasi dan Jumlah Sel Akhir Bakteri.....	36
4.3. Analisis Pola Kromatogram .....	42
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>46</b>
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>54</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Jenis-jenis kromofor zat warna.....	8
<b>Tabel 2.2.</b> Pewarnaan gram dan bentuk bakteri indigen hasil isolasi dari limbah industri tekstil kain jumputan.....	18
<b>Tabel 4.1.</b> Hasil optimasi pH terhadap kemampuan dekolorisasi dan jumlah sel bakteri .....	32
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil optimasi suhu terhadap pengukuran daya dekolorisasi dan jumlah sel bakteri .....	37
<b>Tabel 4.3.</b> Perbandingan nilai $R_f$ hasil migrasi pada plat KLT.....	44

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1.</b>	Struktur Pewarna Reaktif Azo .....	10
<b>Gambar 2.2.</b>	Struktur <i>Direct Red</i> 80. ....	11
<b>Gambar 4.1.</b>	Pengaruh pH terhadap kemampuan dekolorisasi dan jumlah sel akhir bakteri setelah inkubasi 5 hari. ....	34
<b>Gambar 4.2.</b>	Pengaruh suhu terhadap kemampuan dekolorisasi dan jumlah sel akhir bakteri setelah inkubasi 5 hari .....	38
<b>Gambar 4.3.</b>	Visualisasi Hasil Dekolorisasi .....	40
<b>Gambar 4.4.</b>	Pola Kromatogram .....	43



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Komposisi Medium.....	54
<b>Lampiran 2.</b> Perhitungan Persentase Dekolorisasi Hasil Optimasi.....	56
<b>Lampiran 3.</b> Visualisasi Hasil Optimasi pH dan Suhu .....	57
<b>Lampiran 4.</b> Kurva Standar Pertumbuhan Bakteri.....	58

S

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Zat warna sintetik saat ini menjadi salah satu aspek penting dalam berbagai industri seperti industri tekstil, farmasi, pangan, kecantikan dan lain sebagainya. Penggunaan zat warna sintetik ini lebih disukai produsen karena memiliki intensitas warna yang tinggi serta lebih variatif bila dibandingkan dengan pewarnaan alami (Sumanto *et al.*, 2020). Zat warna sintetik juga dirancang sebagai zat yang tetap stabil (tahan) terhadap panas, pencucian dan juga serangan mikroba. Stabilitas warnanya tersebut dipengaruhi oleh cahaya, pH, oksidatif, reduktor dan surfaktan (Endang *et al.*, 2013).

*Direct Red* termasuk salah satu jenis zat warna sintetik golongan senyawa diazo yang bersifat toksik dan karsinogenik namun biasa digunakan dalam industri tekstil salah satunya pada proses pencelupan kain jumputan. Zat warna ini berasal dari pasangan amine yang terdeazotisasi menjadi senyawa organik (amine atau fenol) yang memiliki satu atau lebih gugus azo  $-N=N-$  yang berikatan dengan gugus cincin aromatik dan dapat larut dalam air serta dapat dengan cepat menyerap pada serat selulosa sekalipun (Chequer *et al.*, 2011).

Aktivitas penggunaan zat warna sintetik yang berlebih serta pembuangan 10-15% limbah pewarna yang bersifat karsinogenik dan sulit terdegradasi ke badan air akan menyebabkan stabilitas kesehatan lingkungan menurun (Permatasari *et al.*, 2018). Pewarna azo dan antrakuinon memiliki struktur kimianya yang kompleks sehingga zat warna ini menjadi sulit didekolorisasi

(Gupta, 2009). Oleh karenanya limbah yang mengandung zat warna sintesis seperti pewarna azo tersebut harus terlebih dahulu diolah sebelum dibuang ke badan air lingkungan sekitar (Meidinariastry, 2019).

Beberapa penelitian terkait metode pengolahan limbah pewarna telah banyak dikembangkan, baik secara fisika, kimia, maupun biologi. Proses pengolahan limbah secara fisika dan kimia seperti ozonasi, karbon aktif, pertukaran ion, membran filtrasi dan flokulasi memang dapat dilakukan dalam waktu yang singkat hanya saja memerlukan biaya yang cukup tinggi. Tidak hanya itu pengolahan limbah secara fisika kimia juga akan menghasilkan senyawa sekunder beracun serta endapan lumpur apabila diproduksi dalam jumlah yang besar. Oleh karenanya metode biologis dianggap lebih efektif karena ramah lingkungan dan biaya yang dibutuhkan dalam mengolah limbah pewarna tekstil relatif murah (Shaheen *et al.*, 2017).

Proses biologis dalam menurunkan tingkat polusi dari limbah cair zat warna tekstil dikenal dengan biodekolorisasi. Metode biologi pada dekolorisasi memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang dapat tumbuh dengan cepat, mudah beradaptasi pada suhu maupun salinitas yang ekstrim serta mudah dikembangbiakkan sebagai agen biodekolorisasi. Biodekolorisasi limbah pewarna dapat terjadi melalui beberapa mekanisme diantaranya absorpsi, degradasi maupun kombinasi antaranya keduanya pada keadaan anaerobik maupun aerobik (Singh *et al.*, 2015).

*Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 termasuk salah satu jenis bakteri yang diisolasi dari limbah industri kain jomputan dan memiliki kemampuan yang tinggi dalam mendekolorisasi zat warna *Direct Red 80*. Dalam

Penelitian Mega (2020) tentang kemampuan adsorpsi zat warna sintetik *Direct Red 80* oleh *Bacillus tropicus* adalah 89,5 %, sedangkan *Pseudomonas stutzeri* adalah 92,48%. Namun meskipun *Pseudomonas stutzeri* memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi, tetapi pertumbuhan selnya jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan *Bacillus tropicus*. Hal ini diduga kemungkinan *Pseudomonas stutzeri* dalam mendekolorisasi zat warna sintetik *Direct Red 80* tidak hanya melakukan proses adsorpsi saja tetapi juga mengalami degradasi . Namun hasil analisis KLT pada penelitian tersebut proses degradasinya masih belum jelas terlihat adanya fragmen lain yang terbentuk. Proses degradasi zat warna mengakibatkan transformasi struktur suatu senyawa sehingga terjadi perubahan integritas molekuler yang sebagai racun bagi pertumbuhan bakteri itu sendiri. Faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradasi diantaranya faktor biotik seperti enzim dan faktor abiotik yang diantaranya suhu dan pH.

Optimasi pH dan suhu perlu dilakukan dikarenakan pada penelitian sebelumnya oleh Mega (2020) belum didapatkan nilai optimum pada variabel pH dan suhu, sementara untuk konsentrasi zat warna telah didapatkan nilai optimum untuk biodekolorisasi secara adsorpsi zat warna sintetik *Direct Red 80* oleh *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 dengan konsentrasi zat warna optimum yakni 80 ppm.

Perlakuan optimasi pH pada penelitian ini dilakukan dengan tiga tingkatan pH basa diantaranya pH 8, pH 9 dan pH 10. Kondisi pH basa dipilih sebagai perlakuan optimasi dikarenakan pada penelitian sebelumnya oleh Mega (2020) dilaporkan pada pH asam pertumbuhan bakteri tidak berlangsung secara optimal. Hal ini dibuktikan dengan adanya kenaikan serta penurunan daya dekolorisasi dan

jumlah sel bakteri yang signifikan antara pH 5 hingga pH netral.

Pengayaan medium diperlukan agar nutrisi tersedia dalam medium mineral meningkat. Sumber C dan N tambahan diperlukan sebagai salah satu sumber energi yang selanjutnya akan digunakan dalam proses dekolorisasi zat warna *Direct Red 80*. Penambahan sumber gula disakarida berupa sukrosa dapat menghasilkan energi berupa ATP untuk pertumbuhan bakteri sedangkan ketersediaan triptophan berperan dalam penentuan ekspresi enzim termasuk didalamnya enzim azoreduktase yang berfungsi untuk menguraikan ikatan azo sehingga terjadilah dekolorisasi *Direct Red 80*. Penambahan sumber nitrogen berupa sukrosa 1% dan sumber nitrogen triptophan 0,5% dalam medium mineral dilaporkan Barus (2021) dapat menunjukkan hasil biodegradasi yang maksimal pada *Aeromonas jandei* BD 02 dan *Pseudomonas guguanensis* BD 14 dalam mendekolorisasi zat warna *Direct Red 80*.

Analisis biodegradasi zat warna *Direct Red 80* dilakukan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Metode ini melibatkan fase diam dan fase gerak. Zat warna berperan sebagai fase gerak kemudian akan didorong oleh fase diam yang berupa pelarut. Jika terjadi proses biodegradasi, campuran komponen sampel akan bermigrasi dengan kecepatan yang berbeda selama pergerakan fase gerak melalui fase diam (Wulandari, 2011). Nilai *R<sub>f</sub>* (*Ratardation factor*) dan warna noda yang diperoleh pada KLT dapat memberikan identitas senyawa yang terkandung di dalamnya (Forestriyana dan Arnida, 2020). Berdasarkan uraian diatas maka pada penelitian ini akan dilakukan biodekolorisasi oleh *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* dengan optimasi suhu dan pH pada medium mineral ditambah sukrosa dan triptofan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Zat warna *Direct Red* tergolong pewarna azo sintetis yang bersifat toksik, karsinogenik dan sulit didegradasi. Sehingga dapat mempengaruhi kesehatan dan stabilitas ekosistem. Oleh karenanya, perlu dilakukan upaya pengolahan limbah industri yang mengandung zat warna sintetis salah satunya *Direct Red 80* melalui proses dekolorisasi atau penghilangan warna melalui proses degradasi ataupun adsorpsi. Kemampuan bakteri dalam mendekolorisasi zat warna dipengaruhi oleh jenis mikroorganisme serta parameter lingkungan seperti suhu, pH, sumber energi, konsentrasi zat warna dan lain sebagainya.

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

1. Bagaimana pengaruh pH dan suhu terhadap kemampuan bakteri *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 dalam mendekolorisasi zat warna *Direct Red 80*?
2. Bagaimana pengaruh pH dan suhu terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 dalam biodekolorisasi zat warna *Direct Red 80*?
3. Bagaimana pola kromatogram hasil biodekolorisasi zat warna *Direct Red 80* dengan kondisi optimum pada plat KLT ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh pH dan suhu terhadap kemampuan bakteri *Bacillus tropicus* BD01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 dalam mendekolorisasi zat warna *Direct Red 80*.

2. Mengetahui pengaruh pH dan suhu terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus tropicus* BD01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 dalam biodekolorisasi zat warna *Direct Red* 80.
3. Menganalisis pola kromatografi pada biodekolorisasi zat warna *Direct Red* 80 dengan kondisi optimum pada plat KLT.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai salah satu sumber informasi ilmiah tentang potensi bakteri indigen limbah industri kain jumptan yaitu *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 sebagai agen biodekolorisasi limbah zat warna *Direct Red* 80.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, O. M., Khaled. E. B., Mostafa, M. H. Khalil., Mervat. I. E. B., and Gamal. M. 2019. Biosynthesis, Characterization and Cytotoxicity of Selenium Nanoparticles Using *Bacillus tropicus* Ism 2. *J. Biolog. Sci.* 11(1) : 47-57.
- Adhitama, R. M. 2019. Identifikasi Bakteri Pendegradasi Zat Warna Sintetis dari Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan DNA-Barcoding. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Afianti, N. F. 2018. Potensi Bakteri Laut Untuk Bioremediasi. *Jurnal Kelautan Oseana*. 43 (4) : 18–27.
- Ahmad, S. W., Nur, A. Y., dan Fatimah, A. A. 2021. Biodegradasi Pewarna Tekstil Rhodamin B oleh Bakteri Pembentuk Biofilm. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. 17(2) : 151-158.
- Alen, Y., Agresa, F dan Yuliandra, Y. 2017. Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Aktivitas Antihiperurisemia Ekstrak Rebung *Schizostachyum brachycladum* Kurz (Kurz) pada Mencit Putih Jantan. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*. 3(2): 146-152.
- Ayuningtyas, E. 2020. Penurunan Kadar Warna Dan Fenol Air Limbah Batik Menggunakan Metode Advanced Oxidation Processes (Aops) Berbasis Ozon-Gac. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 20(2). 31.
- Azizah, Y. D. N. 2018. Biodekolorisasi Pewarna Metilen Biru Oleh Bakteri *Ralstonia picketti*. *Skripsi*. Insitut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Barus, S. M. 2021. Pengaruh Sumber Karbon Dan Nitrogen Pada Biodegradasi Zat Warna *Direct Red 80* Menggunakan *Aeromonas jandaei* BD 02 dan *Pseudomonas guguanensis* BD 14.
- Benkhaya, S. A., Souad, M. B., Ahmed, E. H. 2020. Classifications, Properties, Recent Synthesis and Applications of Azo Dyes. *Heliyon*. 1-26.
- Chequer, D. M. F., Dorta., J. D., Oliveira, P. D. 2011. Azo Dyes and Their Metabolites: Does the Discharge of the Azo Dye into Water Bodies Represent Human and Ecological Risks?, *Advances in Treating Textile Effluent*, Prof. Peter Hauser (Ed.)
- Crini, G dan Lichtfouse, E. 2019. Advantages and Disadvantages of Techniques Used For Wastewater Treatment. *Environmental Chemistry Letter*. 17(1) : 145-155.
- Djauhari, K., Natsir, D Tri, H. 2019. Dekolorisasi Methyl Orange Oleh *Lactobacillus acidophilus* dalam Kolom Unggun Tetap. *Jurnal Sains dan*



*Teknologi*. 3(2): 1-9.

- Eslami, H., Shariatifar, A., Rafiee, E., Shiranian, M., Salehi, F., Hosseini, S.S., Eslami, G., Ghanbari, R., dan Ebrahimi, A. A. 2019. Decolorization And Biodegradation of Reactiv Red 198 Azo Dye by A New *Enterococcus faecalis-Klasiella variicola* Bacterial Consortium Isolated from Textile Wastewater Sludge. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 35(3).
- Fachrul., Rinanti., Tazkiaturrizki., Agustria., dan Naswadai. 2021. Degradasi Limbah Mikroplastik pada Ekosistem Perairan oleh Bakteri Kultur Campuran *Clostridium* sp. dan *Thiobacillus* sp. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*. 6 (2) : 304-316.
- Forestyana, D., dan Arnida. 2020. Phytochemical Screenings And Thin Layer Chromatography Analysis Of Ethanol Extract Jeruju Leaf (*Hydrolea spinosa* L.). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. 113-124.
- Gupta, V. K. 2009. Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review. *Journal of Environmental Management*. 90(8) : 2313–42.
- Haryono., Muhammad. F. D., Christi, L. N., Atiek, R. 2018. Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi Dengan Metode Elektroflotasi. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*. 3(1).
- Hidayanto, A. P., Dianursanti., Eva. F. K., Praswati, P. D. K. W. 2021. Bioadsorpsi Spesi Sulfur Dalam Ion Tiosulfat Oleh *Thiobacillus thioparus* Dengan Bantuan Zeolit Alam Lampung Sebagai Medium Adsorpsi. *IJOB*. 1(1) : 28-31.
- 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.
- Jamee, R., dan Siddique, R. 2019. Biodegradation of Synthetic Dyes of Textile Effluent by Microorganism: an Environmentally and Economically Sustainable approach. *European Journal of Microbiology and Immunology*. 9(4) : 114-118.
- Jannah, F., Arya, R., dan Fajar, A. 2017. Pengolahan Zat Warna Turunan Azo dengan Metode Fenton ( $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2$ ) dan Ozonasi ( $\text{O}_3$ ). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(3) : 1-11.
- Joshi, A. U., Hinsu, A. T., Kotadiya, R. J., Rank, J. K., Andharia, K, N., dan Kothari, R. K. 2020. Decolorization and Biodegradation of Textile Di-Azo Dye Acid Blue 113 by *Pseudomonas stutzeri* AK6. *3 Biotech*. 10(5).
- Kaushik, P., dan Anushree, M. 2009. Fungal Dye Decolourization : Recent advances and Future Potential. *Environment International*. 35(1) : 127–41.
- Lalnunhlimi, S dan Krishnaswamy, V. 2016. Decolorization of Azo Dyes (Direct Blue 151 and Direct Red 31) by Moderately Alkaliphilic Bacterial Consortium. *Brazilian Journal of Microbiology*. 47: 39-46.

- Lau, J., Tran, C., Licari, P., dan Galazzo, J. 2004. Development of a High Cell-Density Fed-Batch Bioprocess for The Heterologous Production of 6-Deoxyerythronolide B in *Eschericia coli*. *Journal of Biotechnology*. 110(1) : 95-103.
- Liu, Y., Du, J., Lai, Q., Zeng, R., Ye, D., Xu, J dan Shao, Z. 2017. Proposal of Nine Novel Species of the *Bacillus cereus* Group. *Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 67(1) : 2499-2508.
- Mahmood, S., Khalid, A., Arshad, M., Mahmood, T., dan Crowley, D. E. 2016. Detoxification of Azo Dyes by Bacterial Oxidoreduktase Enzymes. *Critical Reviews in Biotechnology*. 36(4) : 639-651.
- Manurung, R., Hasibuan, R dan Irvan. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif secara Aerob dan Anaerob*. Repository USU. USU: Fakultas MIPA.
- Mega, T. 2020. Bioadsorpsi Zat Warna Direct Red 80 Menggunakan Bakteri Indigen Dari Limbah Industri Kain Jumputan. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Mohite, B. 2013. Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing bacteria from rhizospheric soil and its effect on plant growth. *J. Soil Sci Plant Nutr*. 13(3) : 638-649.
- Morsy, S. A. G. Z. , Ahmad. T. A., dan Ali, M. S. M., dan Shariff, F. M. 2020. Current Development in Decolorization of Synthetic Dyes by immobilized Laccases. *Frontiers in Microbiology*. 11 : 1-8.
- Nurhayat, O. D., Anita, S. H., dan Yanto, D. H. Y. 2020. Potensi Cendawan Pelapuk Putih Indonesia Sebagai Agen Biodekolorisasi Limbah Pewarna Sintetik. *JMI Jurnal Mikologi Indonesia*. 4(1) : 156-167.
- Oktania, P., Husda, M., dan Asniwita. 2018. Potensi *Bacillus* Spp. Dari Rizosfer Tanaman Kedelai Untuk Mengendalikan Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium Rolfsii* Sacc.). *Agroecotania*. 1(1) : 19-32.
- Paramita, P., Shovitri, M., dan Kuswyasari, N. D. 2012. Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangi Septik *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 1(1): 23-26.
- 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.
- Purkan., Nurmalyya dan Hadi, S. 2016. Daya Resistensi *Pseudomonas stutzeri* terhadap Merkuri dan Potensinya Menghasilkan Enzim Merkuri Reduktase. *Jurnal Molekul*. 11(2) : 230-238.
- Purwanti, I. F., Abdullah, S. R. S., Hamzah, A., Idris, M., Basri, H., Mukhlisin, M dan Latif, M. T. 2015. Biodegradation of Diesel by Bacteria Isolated from

- Scirpus mucronatus* Rhizosphere in Diesel-Contaminated Sand. *Journal of Advanced Science*. 1(2) : 140-143.
- Puspa, S. 2016. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Zat Warna dari Limbah Pengrajin Kain Jumputan dengan menggunakan Gen 16S r-RNA. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Rini, Y. A. P. 2013. Biodegradasi Pewarna Azo Orange G dengan Teknik Immobilisasi Isolat Bakteri. *Thesis*. Yogyakarta: UGM.
- Rizqi, D. D. H. D. 2016. Pengaruh Penambahan Bakteri Terhadap Biodegradasi Ddt. *Tesis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Rubiyanto, D. 2017. *Metode Kromatografi, Prinsip Dasar Pratikum dan Pendekatan Pembelajaran Kromatografi*. Yogyakarta : Deepublish.
- Sa'diyah, L., dan Kinanti. A. P. L. 2019. Pengaruh Variasi Ph Terhadap Kemampuan Bakteri Dalam Dekolorisasi Limbah Cair Gula Rafinasi. *Jurnal Pijar MIPA*. 14 (1). 73-76.
- Sari, I. P dan Khanom, S. 2019. Decolorization of Selected Azo Dye by *Lysinibacillus fusiformis* W1B6: Biodegradation Optimization, Isotherm, and Kinetic Study Biosorption Mechanism. *Journal of Adsorption Science and Technology*. 35(5): 492-519.
- Shaheen, R., Asgher, M., Hussain, F., & Bhatti, H. N. 2017. Immobilized lignin peroxide from *Ganoderma lucidum* IBL-05 with improved dye decolorization and cytotoxicity reduction properties. *International Journal of Biological Macromolecules*. 103 : 57–64.
- Singh, S. L., R. K. R. Singh, and N. Moirangthem. 2015. Natural Dyes - Prospects for Entrepreneurship. *International Journal of Chemical and Natural Science*. 3(2) : 249- 252.
- Stephani, C. 2019. Kemampuan Isolat Jamur *Aspergillus niger* Sebagai Agen Bioremediasi Dalam Dekolorisasi Senyawa Pewarna Reactive Red Dan *Direct Turkish Blue*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. 8 (1) : 2212-2227.
- Sudha, M., Saranya, A., Selvakumar, G. and Sivakumar, N. 2014. Microbial Degradation of Azo Dyes: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3 : 670-690.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Sp..ektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Lampung : Anugrah.
- Sulistiyanti, D., Antoniker., dan Nasrokhah. 2018. Penerapan Metode Filtrasi Dan Adsorpsi Dalam Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia* .3(2) : 147-156.

- Susmanto, P., Dila, A. P., dan Pratiwi, D. R. 2020. Pengolahan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jemputan Menggunakan Karbon Aktif Limbah Tempurung Kelapa pada Kolom Adsorpsi. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*. 4(2) : 77-87.
- Thomas B., T. Aurora, and S. Wolfgang S. 2006. Electrochemical decolourization of dispersed indigo on boron-doped diamond anodes. *Diamond Related Materials*. 15 : 1513-1519.
- Valerie., Joan, C., Wijaya, dan Pinontoan, R. 2018. Kajian Pustaka: Pemanfaatan Mikroba yang Berpotensi sebagai Agen Bioremediasi Limbah Pewarna Tekstil. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2(1): 32-48.
- Van Der Zee, F. P., dan Villaverde, S. 2005. Combined Anaerobic-Aerobic Treatment of Azo Dyes – A Short Review of Bioreactor Studies. *Water Research*. 39(8) : 1425-1440.
- Viashali S., Surendra., and Thatheyus, A. J. 2020. Biodegradation of Malathion Using *Pseudomonas stutzeri* (MTCC 2643). *Journal of Public Health International*. 2 (4) : 8-19.
- Virgianti, D. P. 2017. Penggunaan Ekstrak Kombinasi Angkak dan Daun Jati Sebagai Pewarna Penutup pada Pewarnaan Gram. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan dan Farmasi*. 17(1) : 66-72.
- Wang, S., Nomura, N., Nakajima, T., Uchiyama, H. 2012. Case Study of Relationship Between Fungi and Bacteria Associated With High-molecularweight Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Degradation. *J Biosci & Bioeng*. 113(5) : 624-630.
- Widayatno, T., Teti. Y., dan Agung. A. S. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 1(1).
- Wigyanto. 2020. *Bioremediasi dan Aplikasinya*. Malang : UB Press. Wiraningtyas, A., Ruslan, H.Q., dan Sry, A. 2020. Uji Kestabilan Penyimpanan Ekstrak Zat Warna Alami Dari Rumput Laut *Sargassum* sp. *Jurnal Redoks : Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*. 3(1).
- Wulandari, L. 2011. *Kromatografi Lapis Tipis*. Jember: PT. Taman Kampus Presindo.
- Yadav, S., dan Chandra, R. 2012. Biodegradation of Organic Compounds of Molasses Melanoidin (MM) from Biomethanated Distillery Spent Wash (BMDS) During The Decolorization by a Potential Bacterial Consortium. *Biodegradation*. 23(4) : 609-620.
- Zaman, A., Das, P dan Banerjee, P. 2016. Biosorption of Dye Molecules. In: Rathoure AK and Dhatwalia VK (eds) Toxicity and Waste Management Using Bioremediation. *Hersyey PA : Engineering Science Reference Journal*. 1(1) : 51-74.