

TA/TL/2022/1402

**TUGAS AKHIR**

**IDENTIFIKASI BAKTERI *INDIGENOUS* UNTUK  
MENINGKATKAN DEGRADASI ZAT WARNA  
PADA PENGOLAHAN LIMBAH TENUN  
MENGUNAKAN SISTEM *FLOATING  
TREATMENT WETLAND* (FTW)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**SEPTIARA NUR ISLAMY**

**17513108**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2022**



## TUGAS AKHIR

# IDENTIFIKASI BAKTERI *INDIGENOUS* UNTUK MENINGKATKAN DEGRADASI ZAT WARNA PADA PENGOLAHAN LIMBAH TENUN MENGGUNAKAN SISTEM *FLOATING TREATMENT WETLAND (FTW)*

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



**SEPTIARA NUR ISLAMY**  
**17513108**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

  
**Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.**

**NIK. 165131306**

Tanggal: 15 Oktober 2021

  
**Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto**  
**S.T., M.Eng**

**NIK. 095130403**

Tanggal: 15 Oktober 2021

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



**Eko Sisweyo, S.T., M.Sc., ES., Ph.D**

**NIK. 025100406**

Tanggal: 20 Januari 2022



**HALAMAN PENGESAHAN**

**IDENTIFIKASI BAKTERI *INDIGENOUS* UNTUK  
MENINGKATKAN DEGRADASI ZAT WARNA  
PADA PENGOLAHAN LIMBAH TENUN  
MENGUNAKAN SISTEM *FLOATING  
TREATMENT WETLAND* (FTW)**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin  
Tanggal : 27 Desember 2021

Disusun Oleh:

SEPTIARA NUR ISLAMY  
17513108

Tim Penguji :

Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng

(  )

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng

(  )

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., Ph.D.

(  )



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan,



**Septiara Nur Islamy**

NIM: 17513108





## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segalakarunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret hingga Oktober ini ialah Identifikasi Bakteri *Indigenous* untuk Meningkatkan Degradasi Zat Warna Pada Pengolahan Limbah Tenun Menggunakan Sistem *Floating Treatment Wetland* (FTW).

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, dorongan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan, kelancaran, kekuatan serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Joni Alidlla Fajri, S.T., M.Eng selaku pembimbing 1, serta bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng selaku pembimbing 2 yang telah membimbing dan menuntun penulis dalam menyelesaikan penelitian dan tugas akhir.
3. Ibu Annisa Nur Lathifa, S.Si., M. Biotech., M. Agr, Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam perbaikan penelitian dan tugas akhir ini.
4. Orangtua penulis bapak Ir. Harisman, M.T dan ibu Desi Arisanti, S.Pd serta adik tersayang Gladies Tanzila Islamy yang mana telah memberikan motivasi, doa, dan dukungan untuk penulis.
5. BTS (Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, dan Jeon Jungkook) yang telah menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan penelitian dan tugas akhir ini.
6. Diri sendiri karena telah tidak menyerah dan mau berjuang melawan kecemasan, kepanikan, dan kemalasan agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Sahabat kecil (Essy Puspita, Fira Nabilla, Kintan Annisa, dan Wendy Yoga Pratama) yang telah mendukung dan menghibur penulis selama proses pembuatan tugas akhir ini.
8. Sahabat SMP (Kartika Andini, Nadia Azkia, Tasya Camila, dan Karina Putri Zelin) yang selalu mau mendengarkan keluh kesah penulis.

9. Sahabat SMA (Raja Yasmin, Rana Athifa, dan Fauzia Mufty) yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
10. Sahabat kuliah (Khalfina Maharani, Pramadisa Dwi Amanda, dan Diffa Shahira) yang telah berjuang bersama penulis dan selalu ada dikala penulis membutuhkan dan memberikan dukungan kepada penulis.
11. Tim Wetland (Affie Maghfira, Chaerisa Noor, Fazhlin Nabilah, dan Luthfia Aisyah) yang telah berjuang bersama-sama dengan penulis dalam menyelesaikan penelitian dan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Yogyakarta, 15 Oktober 2021

*Septiara Nur Islamy*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRAK

SEPTIARA NUR ISLAMY. Identifikasi Bakteri *Indigenous* untuk Meningkatkan Degradasi Zat Warna Pada Pengolahan Limbah Tenun Menggunakan Sistem *Floating Treatment Wetland* (FTW). Dibimbing oleh Dr. JONI ALDILLA FAJRI, S. T., M. Eng. dan Dr. Eng. AWALUDDIN NURMIYANTO, S. T., M. Eng.

Kain tenun adalah salah satu kain tradisional warisan budaya Indonesia sehingga tidak heran banyak sekali ditemukan industry kain tenun. Industry kain tenun tersebut sudah pasti menghasilkan limbah cair yang berasal dari proses produksi terutama pada proses pewarnaan. Zat pewarna yang digunakan oleh para industri ini berasal dari zat pewarna berbahan sintetis yang memiliki senyawa organik sehingga sulit untuk didegradasi dan tidak aman untuk dibuang ke perairan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri *indigenous* yang berasal dari tanah yang terkontaminasi limbah cair tenun dan efektivitas bakteri tersebut dalam mendegradasi konsentrasi warna dengan menggunakan sistem *Floating Treatment Wetland* (FTW). Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi bakteri dari tanah, lalu isolasi bakteri diikuti dengan kultur setelah itu bakteri diuji morfologi dan diidentifikasi. Hasil dari isolasi dan identifikasi bakteri didapatkan 9 koloni bakteri *indigenous* yakni Sb-1, Sb-2, Sb-3, Sb-4a, Sb-4b, Sb-5, Sb-6, Sb-7, dan Sc-1 yang mana terdiri dari 5 bakteri sel bacill dan 4 bakteri sel coccus yang memiliki gram positif dan negative, selain itu memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Persentase degradasi zat warna limbah tenun tertinggi dengan nilai 65% berasal dari isolate bakteri Sb-5 dan Sb-6 dimana kedua isolate ini memiliki sel bakteri berbentuk basil dan gram positif, sedangkan persentase terendah dengan 52% oleh isolate bakteri Sb-7 yang memiliki sel bakteri *coccus* dan gram negative.

Kata kunci: Bakteri *Indigenous*, *Floating Treatment Wetland* (FTW), Limbah Cair Tenun, Menurunkan Kadar Warna.

## ABSTRACT

SEPTIARA NUR ISLAMY. *Identification of Indigenous Bacteria to Increase Color Substances in Woven Wastewater Using Floating Treatment Wetland (FTW) Sytem. Supervised by Dr. JONI ALDILLA FAJRI, S. T., M. Eng. and Dr. Eng. AWALUDDIN NURMIYANTO, S. T., M. Eng.*

*Woven fabric is one of the traditional fabrics of Indonesia's cultural heritage so it is not surprising that so many woven fabric industries are found. The woven fabric industry has certainly produced wastewater from the production process, especially in the coloring process. The dyes that used by these industries come from synthetic dyes that have organic compounds which are difficult to degrade and unsafe to be thrown into the waters without any processing. The study aimed to identify indigenous bacteria from soil contaminated with woven liquid waste and the effectiveness of those bacteria in degrading color concentrations using the Floating Treatment Wetland (FTW) system. In this study, the first thing to do is extraction then isolation followed by culture, after that identified the bacterias. The results of isolation and identification of bacteria obtained 9 colonies of indigenous bacteria which are Sb-1, Sb-2, Sb-3, Sb-4a, Sb-4b Sb-5, Sb-6, Sb-7, and Sc-1, this bacterias consist of 5 bacill cell and 4 coccus cell that have positive and negative grams, and also have different characteristics. The highest percentage of waste color degradation with a value of 65% comes from isolate of Sb-5 and Sb-6 where these isolates have basil cell and gram positive while the lowest percentage with 52% by isolate of Sb-7 with coccus cell and gram negative.*

**Keywords:** *Floating Treatment Wetland (FTW), Indigenous Bacteria, Reduced Color Content, Woven Wastewater.*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Asumsi Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Limbah Cair Industri Tenun.....	5
2.2 Parameter Warna .....	6
2.3 Pengolahan Limbah Cair Secara Biologi.....	7
2.4 Indigeneous Bakteri.....	7
2.5 Media Natrium Agar (NA).....	8
2.6 Floating Treatment Wetland ( <i>FTW</i> ).....	9
2.7 Penelitian Terdahulu .....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	15
3.2 Metode Penelitian .....	15
3.3 Prosedur Analisis Data .....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>29</b>
4.1 Hasil Identifikasi Bakteri .....	29
4.2 Hasil Uji Warna.....	38
4.3 Persentase Removal Zat Warna Limbah Tenun oleh Bakteri <i>Indigenous</i> .....	41
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>45</b>
5.1 Simpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>56</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>69</b>



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Morfologi Koloni Bakter .....	29
Tabel 4.2 Jenis Gram dan Bentuk Sel .....	34
Tabel 4.4 Nilai OD.....	37





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Metode Penelitian .....	16
Gambar 3.2 Sampel Penelitian Terdahulu.....	17
Gambar 3.3 Tahapan Ekstraksi Tanah .....	17
Gambar 3.4 Tahapan Persiapan Media .....	18
Gambar 3.5 Tahapan Pengenceran Bakteri.....	19
Gambar 3.6 Tahapan <i>Streak</i> Bakteri.....	19
Gambar 3.7 Metode Goresan T .....	20
Gambar 3.8 Tahapan Penentuan Gram dan Sel Bakteri.....	21
Gambar 3.9 Tahapan Kultur Bakteri .....	22
Gambar 3.10 Ilustrasi Reaktor FTW.....	23
Gambar 3.11 Reaktor FTW dan Tanaman <i>Vertiveria zizanioides</i> .....	23
Gambar 3.12 Reaktor FTW .....	24
Gambar 3.13 Tahapan Pengukuran Konsentrasi Warna .....	25
Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Warna .....	37
Gambar 4.2 Grafik Removal Warna (%) .....	40



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Parameter Warna.....	53
Lampiran 2 Hasil Streak Kuadran 4 Bakteri .....	54
Lampiran 3 Kurva Kalibrasi.....	57
Lampiran 4 Hasil Perhitungan Pengujian Warna .....	58
Lampiran 5 Baku Mutu .....	59
Lampiran 6 Dokumentasi .....	60





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kain tenun merupakan salah satu kain tradisional warisan budaya Indonesia. Kain Tenun memiliki ragam dan karakter yang berbeda-beda tergantung dari mana kain tersebut berasal, mulai dari Sumatera, Kalimantan, Jawa, hingga Nusa Tenggara, sehingga di Indonesia terdapat banyak industri tenun. Selain menghasilkan kain tenun industri tenun juga menghasilkan limbah cair yang berasal dari pewarnaan. Tidak hanya itu, limbah cair tersebut juga mengandung bahan-bahan sintesis yang sulit untuk diuraikan (Dwioktavia, 2011).

Zat pewarna yang biasanya digunakan oleh industri tenun adalah remazol *black*, *blue*, dan *yellow*, *Acid Orange 7*, dan *Directed Red 80*. Pada proses pewarnaan, senyawa sintesis tersebut hanya digunakan sekitar 5% dan sisanya akan menjadi limbah cair. Senyawa sintesis ini sangat stabil dan sulit untuk didegradasi sehingga akan menyebabkan pencemaran dan bahaya untuk dibuang ke lingkungan (Mayla, 2017).

Salah satu pengolahan air limbah yang dapat digunakan adalah pengolahan secara biologi. Pengolahan air limbah secara biologi adalah pengolahan yang memanfaatkan mikroorganisme seperti bakteri untuk mendegradasi senyawa-senyawa yang sulit untuk didegradasi yang terkandung di air limbah. Selain mendegradasi senyawa, mikroorganisme juga memanfaatkan senyawa tersebut sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhannya. Pengolahan secara biologi ini juga dirasa sangat cocok karena merupakan pengolahan yang ramah lingkungan dan tidak terlalu membutuhkan biaya yang besar (Megasari *et al*, 2012). Biasanya pada saat terjadinya

bioremediasi, enzim-enzim yang diproduksi oleh bakteri akan memodifikasi struktur polutan yang beracun menjadi tidak beracun (Priadie, 2012).

Penelitian mengenai pemanfaatan bakteri indigenous sudah banyak dilakukan dan didapatkan bahwa terdapat banyak bakteri yang dapat mendeklorisasi zat pewarna limbah tenun, namun dari masing-masing bakteri tersebut memiliki kemampuan yang berbeda-beda (Gowri *et al*, 2020) sehingga sulit untuk menentukan bakteri mana yang paling cocok untuk digunakan. Salah satu karakteristik yang ada pada bakteri indigen yang dapat mendekolorisasi pewarna tekstil adalah mampu untuk mensekresikan enzim-enzim seperti azoreductase, laccase atau peroxidase yang mana enzim-enzim tersebut dapat mendegradasi struktur kimia pewarna tekstil dan menghasilkan produk yang tidak berwarna, dan juga lebih tidak beracun (Sudha *et al*, 2014).

Salah satu metode bioremediasi yang dapat digunakan adalah dengan sistem *Floating Treatment Wetland* (FTW). FTW memiliki konsep berupa penggunaan akar tanaman yang mengambang di air yang dapat menyerap polutan dimana nantinya akan diberi tambahan bakteri (Fadhillah, 2018). Rata-rata penggunaan sistem FTW menggunakan tanaman *Vetivieria ziznioides* yang mana dapat mengurangi persentase kandungan BOD5 menjadi 70,73%, NH4 64,58%, dan TP 44,8% yang mana bila dibandingkan hasil ini lebih besar dari penggunaan tipe wetland lainnya (Zhang *et al*, 2015).

Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Sa'adah (2020) merupakan penelitian yang sama namun Sa'adah memanfaatkan bakteri yang berasal dari tanaman (endofit). Pada penelitiannya, Sa'adah berhasil mengisolasi bakteri dan melakukan morfologi namun ia tidak mengidentifikasi jenis bakteri tersebut. Sa'adah juga menambahkan bahwa performa reaktor FTW mulai menunjukkan penurunan hasil yang signifikan pada hari ke-10 sebesar 92% pada parameter warna. Penelitian ini dianggap dapat melanjutkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sa'adah karena pada penelitian ini bakteri akan diidentifikasi jenisnya.



## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada proposal ini adalah:

1. Jenis bakteri indigen apa yang mempunyai kemampuan dalam mendegrasi zat warna pada air limbah?
2. Bagaimana efektivitas bakteri indigen tersebut dalam mendegradasi zat warna pada air limbah industri tenun?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi bakteri indigen dari tanah yang terkontaminasi limbah cair industri tenun dan efektivitas dari bakteri indigen dari tanah yang terkontaminasi limbah cair industri tenun tersebut dalam mendegradasi zat warna pada air limbah industri tenun dengan sistem FTW (*Floating Treatment Wetland*).

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam memberikan informasi mengenai efektivitas bakteri indigen dalam mendegradasi zat warna dalam pengolahan air limbah industri tenun.

## **1.5 Asumsi Penelitian**

Asumsi dari penelitian ini adalah bakteri indigen yang digabungkan dengan reactor FTW (*Floating Treatment Wetland*) dapat mendegradasi konsentrasi zat warna yang ada pada limbah cair tenun dengan baik, yang mana nantinya nilai konsentrasi limbah tersebut dapat memenuhi baku mutu.

## 1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Pengumpulan sampel tanah terkontaminasi air limbah industri tenun
2. Isolasi dan identifikasi bakteri indigen dari tanah yang telah terkontaminasi air limbah industri tenun
3. Parameter yang diuji adalah warna
4. Sampel air limbah yang digunakan langsung berasal dari industri tenun



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Cair Industri Tenun**

Limbah cair merupakan limbah dominan yang dihasilkan oleh industri tenun karena terdapat proses pewarnaan (*dyeing*) yang mana selain menggunakan bahan kimia juga memerlukan air sebagai media pelarut. Limbah cair yang berasal dari pewarnaan termasuk kedalam limbah cair yang memiliki kandungan senyawa sintetis yang mana memiliki kekuatan pencemar yang kuat. Zat warna sintetis digunakan karena memiliki kemampuan untuk diserap oleh tekstil/kain karena terdapat gugus yang bisa mengadakan ikatan dengan serat tekstil (auksokrom) dan juga dapat dihilangkan warnanya (kromofor) (Novianti, 2016).

Limbah cair yang memiliki zat warna reaktif biasanya akan memiliki pH yang tinggi (>9), bewarna pekat dan memiliki kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang tinggi. Hal tersebut disebabkan karena pada proses pencelupan menggunakan alkali untuk proses fiksasi warna sehingga pH menjadi tinggi. Warna pekat diakibatkan karena tidak semua zat yang digunakan dapat terikat erat dengan serat tekstil dan COD yang tinggi karena terdapatnya senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam limbah tersebut seperti zat warna, zat pembasah dan juga menggunakan zat pembantu (Hidayat, 2014).

Pada limbah cair tenun selain terkandung senyawa sintetis dan organik juga berpotensi mengandung logam berat, sehingga bisa dikatakan bahwa limbah industri tenun ini akan menyebabkan pencemaran ke lingkungan apabila dibuang ke badan sungai tanpa dilakukan pengolahan (Mayla, 2017).

## 2.2 Parameter Warna

Warna air terdiri dari dua macam yaitu warna sejati (*true color*) dan warna semu (*apparent color*). Warna sejati merupakan warna yang disebabkan oleh adanya bahan-bahan terlarut, sedangkan warna semu disebabkan karena adanya bahan-bahan terlarut dan bahan-bahan tersuspensi seperti koloid. Biasanya di alam seperti rawa-rawa memiliki warna namun, hal tersebut diakibatkan secara alami ataupun warna air di sungai yang sedikit kecoklatan karena terdapat lumpur, namun berbeda dengan air limbah yang mana apabila memiliki warna yang tidak normal maka menunjukkan bahwa air limbah tersebut tercemar (Novianti, 2016).

Salah satu parameter yang penting dalam penilaian air adalah warna. Air yang tidak tercemar memiliki ciri-ciri yang mana salah satunya adalah memiliki warna yang normal sehingga saat dialirkan ke badan sungai tidak akan mencemarkan biota air (Emilia dan Mutiara, 2019). Air limbah yang telah diolah nantinya akan dialirkan ke sungai sehingga air tersebut harus memiliki tingkat kecerahan yang baik. Kecerahan sangat dipengaruhi oleh warna pada air, semakin jernih warna air maka semakin dalam penetrasi sinar matahari yang bisa menembus lapisan air sehingga semakin produktif pula ekosistem akuatik pada perairan tersebut (Yadina, 2014).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 16 Tahun 2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bahwa baku mutu air limbah yang diijinkan untuk parameter warna adalah 200 Pt-Co.

### **2.3 Pengolahan Limbah Cair Secara Biologi**

Pengolahan limbah cair secara biologi adalah pengolahan limbah cair yang memanfaatkan mikroorganisme. Proses ini digunakan terutama pada air limbah yang mengandung senyawa organik karena pada pengolahan ini akan memanfaatkan aktivitas dari mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik menjadi senyawa sederhana dan tidak berbahaya (Utami *et al.*, 2019).

Pengolahan limbah cair secara biologi atau biodegradasi yang dilakukan oleh mikroorganisme melibatkan enzim yang umumnya diproduksi oleh bakteri yang disebut enzim *azoreduktase*. Enzim ini mempunyai kemampuan memutuskan ikatan azo yang mana biasanya terdapat dalam zat warna golongan azo (Fidiastuti dan Endang, 2017). Pengolahan limbah secara biologi ini juga memiliki keuntungan dibandingkan dengan proses secara kimia dan fisika yakni dalam segi biaya karena lebih ramah lingkungan dan tidak membutuhkan biaya yang terlalu besar (Sastrawidana *et al.* 2012).

### **2.4 Indigeneous Bakteri**

Bakteri *indigenus* atau bakteri indigen adalah bakteri yang hidup dan berada di lingkungan tertentu secara alamiah yang mana tempat tersebut merupakan tempat tumbuh bakteri sejak awal. Bakteri tersebut dapat beradaptasi dan diharapkan dapat mendegradasi senyawa-senyawa organik dan pencemar lainnya yang terdapat pada limbah (Mayanti dan Herto, 2009).

Bakteri *indigenus* hasil isolasi dari lingkungan yang terkontaminasi biasanya akan lebih mudah untuk beradaptasi dalam lingkungan limbah dan akan memiliki aktivitas enzim yang dapat melakukan proses dekolorisasi zat warna sehingga menjadi senyawa yang lebih sederhana (Martiningsih dan Rahmi, 2019). Dekolorisasi yang dilakukan oleh mikroorganisme *indigenus*

dapat terjadi dengan dua mekanisme yakni dengan biosorpsi dan degradasi enzim atau gabungan keduanya (Singh *et al*, 2017).

Apabila pemanfaatan bakteri indigenous dilakukan tanpa adanya pengenceran terlebih dahulu maka hasil akan didapatkan setelah 72 jam yang mana menunjukkan hasil penurunan sekitar 98%, 71.5%, 79% dan 69,65% pada parameter warna, TDS, COD, dan klorida (Gowri *et al*, 2020) bakteri yang digunakan Gowri *et al*, 2020 pada penelitiannya adalah bakter konsorsium dari *Bacillus valezensis*, *Chryseomicrobium ntrnhense*, *Planococcus maritimus*, dan *Sphingobacterium daejeonense*. Konsorsium bakteri yang dikembangkan menunjukkan hasil yang lebih efisien dalam dekolorisasi pewarna pada limbah cair tenun dibandingkan dengan bakteri monokultur. Isolat bakteri indigenous tidak memanfaatkan zat pewarna sebagai sumber energi tunggal melainkan memerlukan substrat lainnya seperti glukosa dan ekstrak ragi untuk dapat mendekolorisasi zat pewarna (Karim *et al*, 2018).

Pengolahan limbah menggunakan bakteri *indigenous* lebih menguntungkan dibandingkan menggunakan bakteri komersial karena biaya yang dibutuhkan lebih murah. Selain itu juga, bakteri komersial belum tentu sesuai dengan karakteristik limbah yang diolah dan bakteri komersial juga dapat menyebabkan terjadinya kompetisi dengan mikroba alami yang ada didalam limbah (Mane *et al*, 2009). Contoh dari bakteri indigenous diantaranya adalah *Pseudomonas*, *Bascillus*, *Escherchia*, *Brevibacterium* dan *Seratia* (Batubara *et al*, 2015).

## **2.5 Media Natrium Agar (NA)**

Media Natrium Agar (NA) adalah salah satu jenis media yang digunakan untuk menumbuhkan dan memperkembang biakkan bakteri. Natrium Agar (NA) sendiri merupakan media yang terbuat dari campuran ekstrak daging, pepton, dan agar yang berfungsi sebagai pematat (Rossita *et al*, 2015).

Berdasarkan bahan pembuatannya media Natrium Agar (NA) termasuk kedalam media semi alami dimana media semi alami adalah media yang bahan pembuatannya berasal dari bahan alami yang ditambah senyawa kimia. Apabila berdasarkan kegunaannya Natrium Agar termasuk kedalam media umum dikarenakan media ini merupakan media yang paling banyak digunakan sebagai tempat tumbuhnya bakteri. Media Natrium Agar (NA) biasanya digunakan untuk mengamati morfologi bakteri dikarenakan NA termasuk kedalam media padat (Munandar, 2016).

## **2.6 Floating Treatment Wetland (FTW)**

*Floating Treatment Wetland* (FTW) termasuk kedalam bagian *constructed wetland* atau lahan basah yang mana menjadi salah satu teknologi pengolahan air limbah. FTW adalah suatu konsep pengolahan limbah yang memanfaatkan akar dan tanaman emergent yang ditanam dalam media yang mengapung dimana akarnya dapat menggantung bebas didalam air dan daunnya dapat muncul dipermukaan air (Chua *et al*, 2012). Akar pada sistem FTW memiliki beberapa fungsi diantaranya adalah pertama, dapat mengurangi turbulensi dan terhindari dari suspensi sedimen. Dua, terdapatnya materi tersuspensi yang menempel pada akar yang nantinya akan teradsorpsi ke biofilm, lalu yang ketiga adalah jika berhasil teradsorpsi maka bakteri dapat mendegradasi polutan (Prapajati *et al*, 2017).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tara *et al* (2019) FTW yang bervegetasi dengan *P. australis* dapat menghilangkan sebagian besar polutan organik dan anorganik dibandingkan dengan FTW yang tidak bervegetasi. Penghilangan ini terjadi ketika penggabungan antara *P. australis* dan konsorsium bakteri dimana didapatkan hasil pengurangan konsentrasi COD sebesar 91%, BOD sebesar 92%, dan warna sebesar 86%.

FTW memiliki beberapa kelebihan antara lain tidak terpengaruh terhadap fluktuasi air, tidak memerlukan banyak lahan karena bisa langsung diaplikasikan ke badan air. Selain itu, FTW bisa memberikan habitat baru untuk hewan, melindungi daerah pesisir dan menambah estetika lingkungan.

Jenis tanaman yang sering digunakan pada FTW antara lain *Canna*, *Carex*, *Cyperus*, *Juncus*, *Phragmites* dan *Thypha* (Pusparinda dan Santoso, 2016). Namun, di beberapa kondisi tertentu FTW juga dapat memiliki kekeurangan antara lain seperti stabilitas yang buruk, pemurnian yang kurang efisien, berkurangnya efisiensi dari bakteri indigenous terhadap degradasi senyawa organaik beracun dan lemahnya metabolisme dari tanaman yang digunakan (Arslan *et al*, 2017).





## 2.7 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun	Hipotesa
1	<i>Decolourization and Detoxification of Sulfonates Toxic diazo Dye C.I. Direct Red 81 by Enterococcus faecalis YZ 66</i>	- M.M Sahasrabudhe - R.G Saratale - G.D Saratale - G. R Pathade	2014	- Bakteri <i>Enterococcus faecalis</i> YZ 66 dapat mendegradasi warna DR 81 hanya dalam waktu 1,5 jam dengan konsentrasi 50 mg/l. - Dalam inkubasi 24 jam menunjukkan bahwa proses dekolorisasi oleh <i>Enterococcus faecalis</i> YZ 6 disebabkan oleh proses biologis bukan adsorpsi - pH dan temperature sangat mempengaruhi performa kerja bakteri dalam mendekolorisasi zat pewarna.
2	<i>Enhancing the Decolorizing and Degradation Ability of Bacterial Consurtion Isolated from Textile Effluent Efected Area and Its</i>	- F. Sharif - S. Ali - M. U Hayyat - R. Mahmood	2015	- Bakter konsorsium yang terdiri dari 6 bakteri ( <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus mycoides</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus sp.</i> , <i>Micrococcus sp.</i> , dan <i>Pseudomonas sp</i> ) dapat melakukan

	<i>Application on Seed Germination</i>			<p>degradasi, dekolorisasi, dan detoksifikasi yang sangat baik terhadap zat pewarna hijau, merah, hitam, dan kuning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penambahan seperti urea, natruim klorida, ammonium klorida, dan asam askorbat dapat meningkatkan kemampuan bakteri konsorsium tersebut dalam dekolorisasi warna.</li> </ul>
3	<i>Decolourization of Textile Azo Dye Direct Red 81 by Bacteria from Textile Industry Effluent</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A. Rahman</li> <li>- A. K Saha</li> <li>- R. A Suhi</li> <li>- M.F Haque</li> <li>- M. K Mohanta</li> </ul>	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses dekolorisasi zat warna azo dapat dilakukan dalam kondisi aerobik yang mana dapat menurunkan kadar warna dengan signifikan hingga sekitar 88% dengan tambahan nutrient seperti karbon dan nitrogen</li> </ul>
4	<i>On-Site Performance of Floating Treatment Wetland Macrocosm Augmented with Dye-Degrading Bacteria for The Remediation of Textile Industry Wastewater</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- N. Tara</li> <li>- M. Arslan</li> <li>- Z. Hussain</li> <li>- M. Iqbal</li> <li>- Q. M Khan</li> <li>- M. Afzal</li> </ul>	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kinerja bakteri <i>P.australis</i> dengan menggunakan reactor FTW menunjukkan hasil yang baik karena dapat menghilangkan kadar polutan berkonsentrasi tinggi</li> <li>- Sistem FTW dapat digunakan dalam jangka waktu Panjang</li> </ul>

				karena pada penelitian ini dapat digunakan selama 2 tahun.
5	Pengolahan Limbah Cair Tenun Dengan <i>Sistem Floating Treatment Wetland</i> (FTW) Menggunakan Kombinasi Tanaman Vetiver dan Bakteri Endofit	- N.N Sa'adah	2020	- Sa'adah menemukan bakteri yang dapat mengolah limbah tenun namun bakteri tersebut tidak diidentifikasi hanya dimorfologi kan saja - Bakteri diidolasi dari akar tanaman <i>oryza sativa</i> , <i>colacasia esculenta</i> , dan <i>alternanthera philoxeroides</i> - Semua bak mengalami penurunan terutama untuk parameter COD dan warna, untuk COD efisiensi removal tertinggi adalah 65% dan warna 94%.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB III**

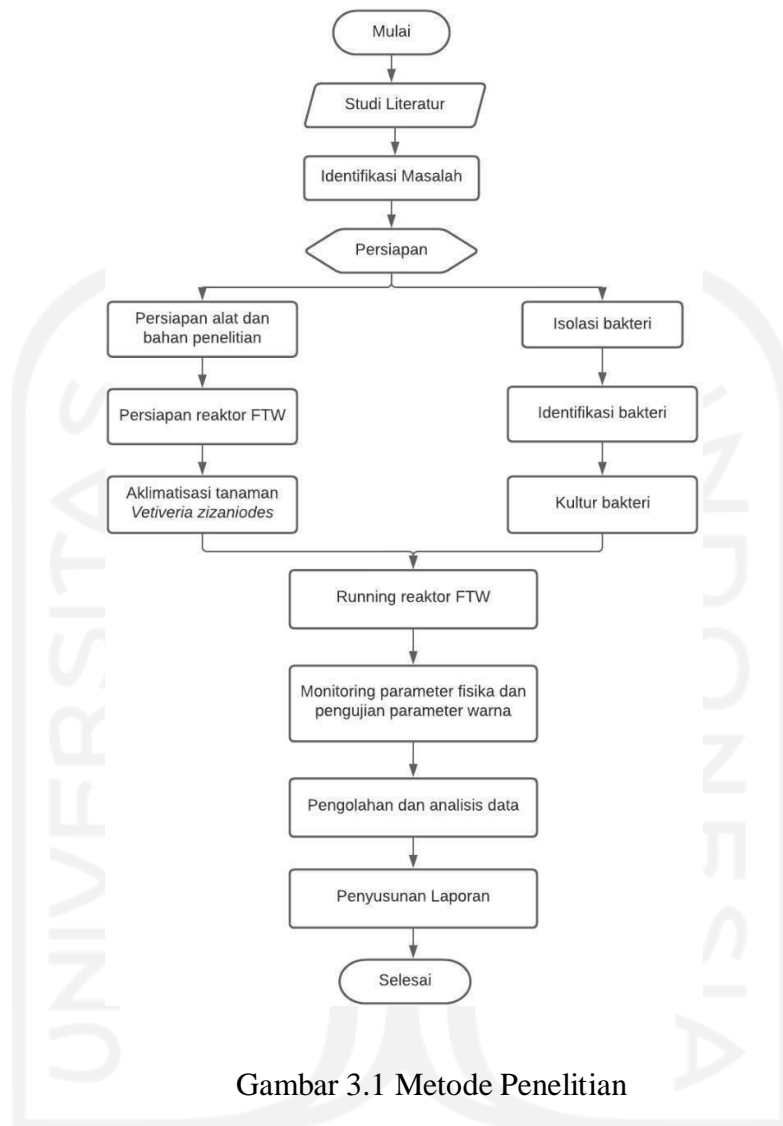
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bio Teknologi Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Penelitian dimulai pada bulan Maret 2021 sampai Bulan Oktober 2021.

#### **3.2 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi jenis bakteri dan menganalisis kemampuan bakteri *indigenous* dalam mengolah limbah tenun dan mengurangi kadar warna pada limbah tersebut menggunakan sistem *Floating Treatment Wetland* (FTW). Metode penelitian secara singkat dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 3.1 Metode Penelitian

### 3.2 Prosedur Analisis Data

#### 3.3.1 Isolasi Bakteri Indigen dari Tanah Tercemar

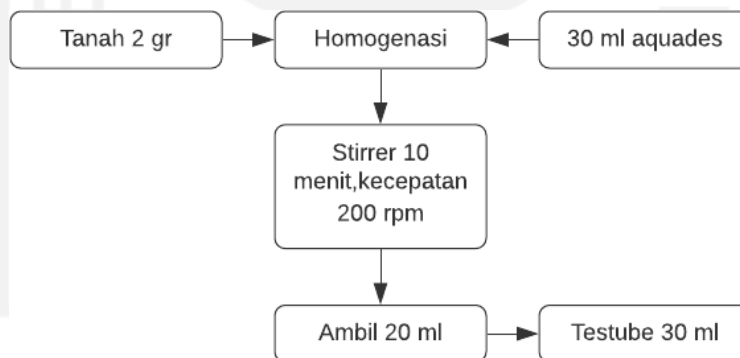
##### A. Ekstraksi Bakteri

Pada proses ekstraksi tanah, sampel tanah diambil dari sampel tanah penelitian terdahulu seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.2 Sampel Penelitian Terdahulu

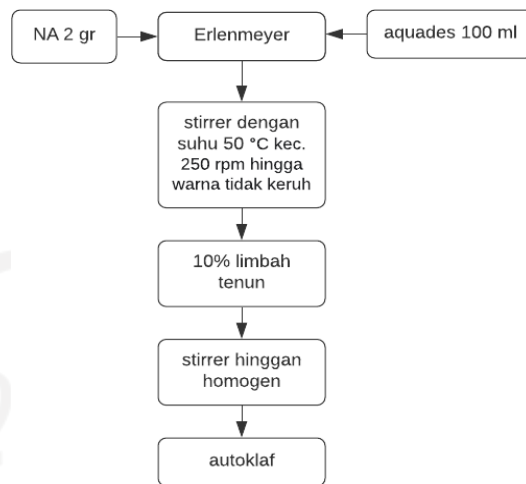
Tanah diambil sebanyak 2 gram dimasukkan pada erlenmeyer, lalu ditambahkan aquades sebanyak 30 ml. Setelah itu di *stirrer* selama 20 menit dengan kecepatan 200 rpm dan ambil sebanyak 20 ml (sampel) dan dimasukkan kedalam 30 ml testube.



Gambar 3.3 Tahapan Ekstraksi Tanah

## B. Persiapan Media

Media yang digunakan untuk penelitian ini adalah NA (Nutrien Agar). Pembuatan media agar sendiri menggunakan 4 gram bubuk NA dan 200 ml aquades yang di *stirrer* dengan suhu 50°C dan kecepatan 250 rpm. Apabila agar sudah tidak memiliki warna keruh tambahkan 10% air limbah yang telah di filter dan *stirrer* kembali hingga larut setelah itu di autoklaf.

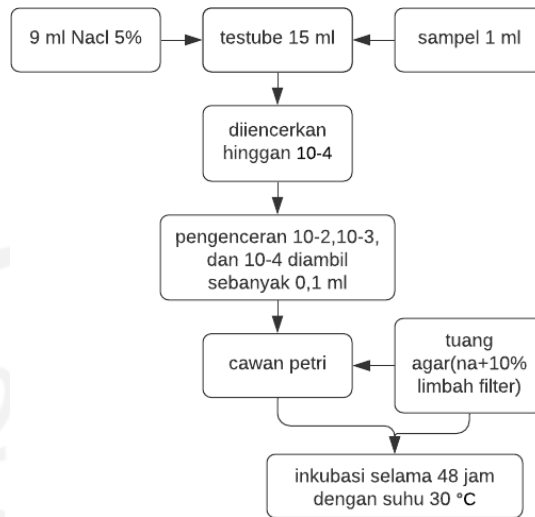


Gambar 3.4 Tahapan Persiapan Media

### C. Isolasi Bakteri

Proses isolasi bakteri ini mengacu pada jurnal Shehzadi *et al* (2016), sampel tanah 1 ml yang dimasukkan kedalam testube 15 ml dan ditambahkan 9 ml NaCl untuk dilakukan pengenceran. Pengenceran dilakukan dari  $10^{-1}$  hingga  $10^{-4}$ . Sampel pengenceran  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , dan  $10^{-4}$  diambil masing-masing sebanyak 100  $\mu$ l (0,1 ml) dan dituangkan kedalam cawan petri. Setelah itu, agar yang telah dibuat sebelumnya dituangkan kedalam cawan petri dan diguncang perlahan agar sampel dan agar homogen, tunggu hingga agar mengeras lalu inkubasi selama 24-48 jam dengan suhu  $30^{\circ}\text{C}$ .





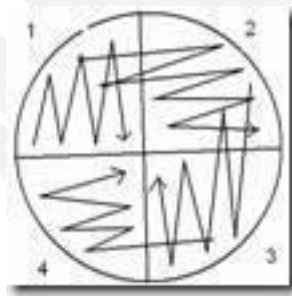
Gambar 3.5 Tahapan Pengenceran Bakteri

### 3.3.2 Pemurnian Bakteri

Setelah dilakukannya isolasi, hal yang dilakukan adalah pemurnian bakteri. Pemurnian bakteri adalah proses yang bertujuan untuk menumbuhkan satu jenis biakan koloni bakteri (*single colony*) tanpa ada kontaminasi dari bakteri lainnya (Ed-har *et al*, 2017). Masing-masing bakteri yang telah tumbuh saat isolasi di *streak* kedalam cawan petri baru yang sudah berisi media agar dengan metode goresan 4 kuadran mengacu pada Lay dan Jutono (2016). Tahap pada proses ini dimulai dengan jarum ose dipanaskan hingga menyala dengan bunsenn lalu dinginkan sebentar setelah itu, mengambil satu jenis koloni dan menggoreskannya ke dalam cawan petri baru dengan metode goresan yang telah ditentukan. Setelah digoreskan, cawan yang berisi bakal bakteri akan diinkubasi selama 48 jam dengan suhu 30°C.



Gambar 3.6 Tahapan *Streak* Bakteri



Gambar 3.7 Metode Goresan 4 Kuadran

### 3.3.3 Identifikasi Bakteri

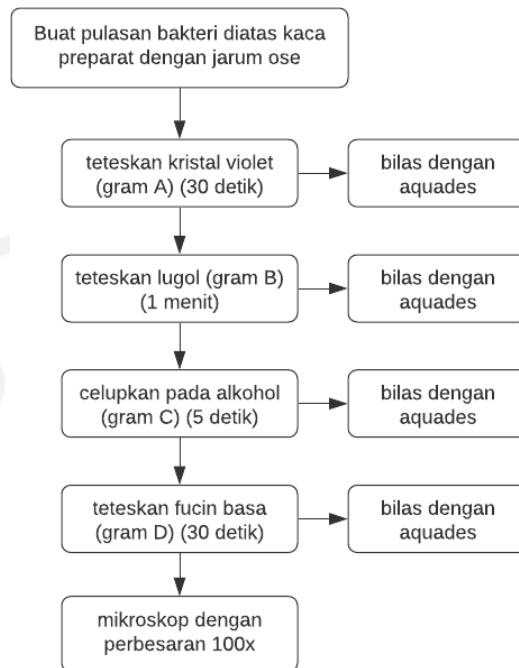
Pada tahap identifikasi bakteri indigenous terbagi menjadi dua yakni karakterisasi bakteri dan pewarnaan.

#### A. Morfologi Bakteri

Menurut Shehzadi *et al* (2016) dan Gowri *et al* (2020) bahwa bakteridapat diidentifikasi setelah dilakukannya isolasi. Bakteri dapat diidentifikasi morfologinya dengan menggunakan mikroskop cahaya dan dilihat bentuk koloni, *margin*, elevasi, ukuran dan tampilannya dan dibandingkan dengan jurnal atau buku. Pada penelitian ini morfologi bakteri mengacu pada *Introduction to Microbiology* yang diterbitkan oleh ATCC (*American Type Culture Collection*) pada tahun 2021.

#### B. Pewarnaan

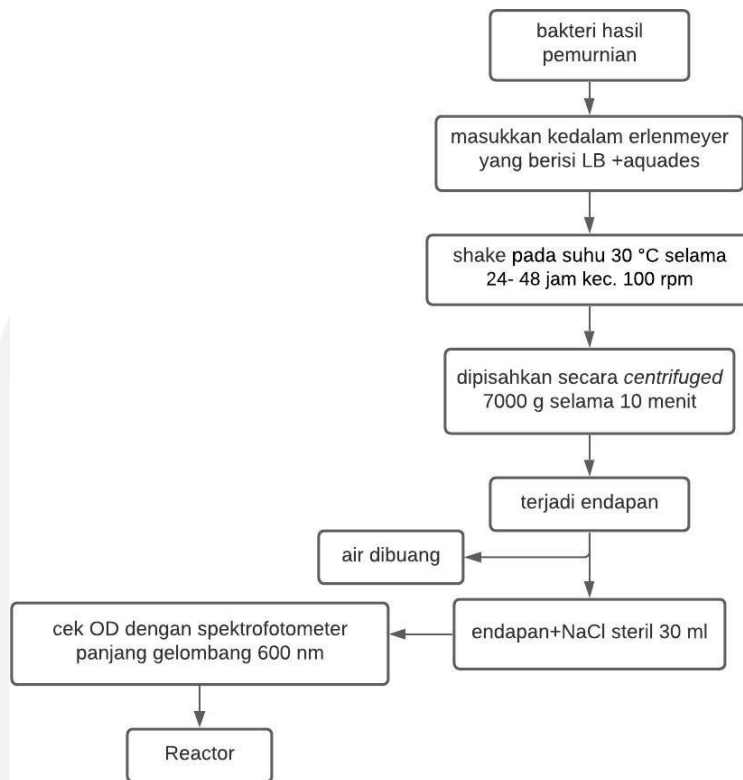
Bakteri yang telah diidentifikasi morfologinya akan diidentifikasi juga jenis gram dan bentuk sel bakterinya apakah bakteri tersebut termasuk gram negative atau positif, penentuan gram dan bentuk bakteri mengacu pada Lay dan Jutono (2016). Penentuan gram dan bentuk bakteri dilakukan dengan mengambil bakteri yang telah di streak dengan jarum ose yang telah dipijarkan dengan bunsen lalu mengoleskannya pada kaca preparat. Bakteri yang telah dioleskan ditetaskan gram A ( kristal violet) dan diamkan selama 30 detik lalu dibilas dengan aquades setelah itu, ditetaskan gram B (lugol) dan diamkan selama 1 menit dan dibilas menggunakan aquades. Bakteri dicelupkan kedalam gram C (alkohol) selama 5 detik dan ditetaskan gram D (fucin basa) dan dibilas dengan aquades lalu dikeringkan. Setelah kering, preparat diperiksa dengan mikroskop dan dapat diidentifikasi jenis gram dan sel bakterinya.



Gambar 3.8 Tahapan Penentuan Gram dan Sel Bakteri

### 3.3.4 Kultur Bakteri

Jurnal dari Shehzadi *et al* (2016) juga memberikan info mengenai cara kulturisasi bakteri. Koloni bakteri yang telah diidentifikasi diambil lalu ditanam pada agar miring (satu media agar miring untuk satu koloni). Sampel koloni bakteri dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi LB (*Lactose Broth*) dan akuades, lalu sampel *dishake* menggunakan *waterbath* dan atau *shaker* pada suhu 30°C selama 24-48 jam dengan kecepatan 100 rpm. Setelah itu, sampel *dicentrifuged* dengan gaya 7000 g selama 10 menit, lalu terjadi endapan. Air dari sampel dibuang sementara endapannya diberi 30 ml NaCl dan dihomogenkan, lalu sampel diuji dengan spektrofotometer dengan Panjang gelombang 600 nm untuk mengetahui nilai OD (*optical density*), apabila nilai OD diatas 0,6 maka sampel sudah baik namun jika OD dibawah 0,6 sampel harus diinkubasi kembali selama 3 hari.

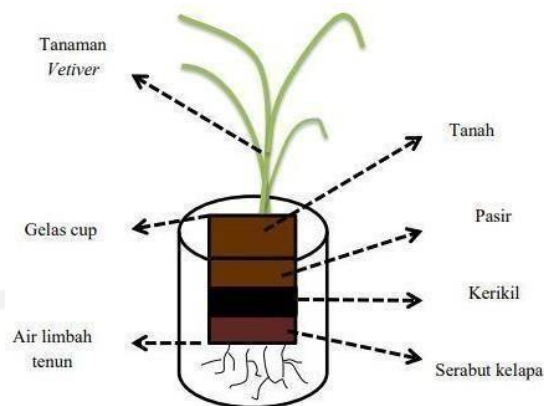


Gambar 3.9 Tahapan Kultur Bakteri

### 3.3.5 Reaktor *Floating Treatment Wetland* (FTW)

#### A. Persiapan Reaktor FTW

Mengikuti penelitian yang dilakukan oleh Sa'ada (2020) namun dengan sedikit perubahan reaktor FTW dibuat menggunakan *jar* yang berisi air 500 ml. Tanaman akan dimasukkan kedalam pot plastic dimanapada pot sudah terdapat 1 cm sabut kelapa, 1 cm kerikil, 2 cm pasir, dan 5 cm tanah, sedangkan untuk tanaman diamabil dengan tinggi 15 cm. Desain dari reaktor FTW dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.10 Ilustrasi Reaktor FTW

### B. Aklimatisasi Tanaman *Vetiveria zizanioides*

Tanaman *Vetiveria zizanioides* diaklimatisasi selama  $\pm 3,5$  bulan agar tanaman tersebut dapat beradaptasi pada media dan lingkungan guna untuk memaksimalkan akar tanaman sebagai pengimplentasian untuk memaksimalkan air limbah industri tenun (Sa'adah, 2020). Pada masing-masing reaktor terdapat 3-4 batang tanaman dengan tinggi 15 cm, dan juga dilakukan penggantian air setiap 2 minggu sekali dengan menambahkan pupuk hidroponik. Selama masa aklimatisasi reaktor diletakkan di dalam rumah kaca agar terhindar dari hujan serta menjaga suhu dan kelembaban.



Gambar 3.11 Reaktor FTW dan Tanaman *Vetiveria zizanioides*



Gambar 3.12 Reaktor FTW dan Tanaman *Vetiveria zizanioides* Setelah Aklimatisasi

### C. Running Reaktor

Running reaktor dilakukan selama 25 hari dengan interval waktu pengujian dimulai dari hari ke 0, 4, 11, 18, dan 25. Setiap reaktor memiliki sampel air limbah sebanyak 500 ml yang mana air limbah tersebut sudah diencerkan sebanyak 10x terlebih dahulu dengan konsentrasi warna awal sebesar 19133 Pt-Co dan konsentrasi COD 692 mg/L. Bakteri yang telah dikultur dimasukkan ke dalam setiap reaktor dan saat hari yang telah ditentukan sampel akan diambil sebanyak 25 ml untuk diuji. Reaktor terdiri dari 9 sampel dan 3 kontrol. Reaktor-reaktor ini diletakkan di dalam rumah kaca untuk menjaga suhu, kelembaban, dan terhindar dari hujan.



Gambar 3.13 Reaktor FTW

Berikut merupakan penjelasan dan keterangan dari masing-masing reaktor:

Tabel 3.1 Keterangan Masing-Masing Reaktor

No	Sampel
1	25 mL Sb-2 + 500 mL limbah tenun
2	25 mL Sb-3 + 500 mL limbah tenun
3	25 mL Sb-5+ 500 mL limbah tenun
4	25 mL Sb-6 + 500 mL limbah tenun
5	25 mL Sb-1 + 500 mL limbah tenun
6	25 mL Sc-1 + 500 mL limbah tenun
7	25 mL Sb-4a + 500 mL limbah tenun
8	25 mL Sb-4b + 500 mL limbah tenun
9	25 mL Sb-7 + 500 mL limbah tenun
10	Kontrol tanaman <i>Vetiver</i> + 500 mL limbah tenun
11	Kontrol tanaman <i>Vetiver</i> + air
12	Kontrol 500 mL limbah tenun

Keterangan :

- Sb-2 : Isolat bakteri pada pengenceran  $10^{-2}$  dari induk bakteri koloni 2
- Sb-3 : Isolat bakteri pada pengenceran  $10^{-2}$  dari induk bakteri koloni 3
- Sb-5 : Isolat bakteri pada pengenceran  $10^{-2}$  dari induk bakteri koloni 5
- Sb-6 : Isolat bakteri 2 pada pengenceran  $10^{-2}$  dari induk bakteri koloni 1
- Sb-1 : Isolat bakteri pada pengenceran  $10^{-2}$  dari induk bakteri koloni 1
- Sc-1 : Isolat bakteri pada pengenceran  $10^{-3}$  dari induk bakteri koloni 1
- Sb-4a : Isolat bakteri pada pengenceran  $10^{-2}$  dari induk bakteri 4 koloni 1
- Sb-4b : Isolat bakteri pada pengenceran  $10^{-2}$  dari induk bakteri 4 koloni 2
- Sb-7 : Isolat bakteri 2 pada pengenceran  $10^{-2}$  dari induk bakteri koloni 2

### 3.4 Pengujian dan Analisis Data

Pengujian parameter warna berdasarkan SNI 6989.80:2011 tentang Cara Uji Warna Secara Spektrofotometri. Ukur nilai absorbansi larutan standar dengan konsentrasi 50, 100, 150, dan 300 Pt-Co dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 450 nm, lalu catat dan buat kurva kalibrasi dimana r harus lebih besar sama dengan 0,995 apabila r kurang dari 0,995 maka ulang kembali. Sampel uji di saring menggunakan kertas saring berpori 0,45  $\mu\text{m}$ , lalu diencerkan. Setelah itu, sampel dituang kedalam kuvet dan diukur menggunakan spektrofotometer dengan Panjang gelombang 450 nm.



Data yang telah diperoleh dari uji sampel selanjutnya akan di analisa agar didapatkan nilai konsentrasi warnanya. Adapaun perhitungannya adalah:

Warna, unit Pt-Co =  $C \times fp$

C = nilai yang didapat dari kurva kalibrasi, dalam unit Pt-Co

fp = factor pengenceran

Setelah didapatkan nilai konsentrasi warna awal sebelum adanya pengolahan dibandingkan dengan konsentrasi zat warna setelah dilakukannya pengolahan air limbah dengan bakteri *indigenus*. Perbandingan dilakukan untuk melihat efektifitas dari bakteri yang telah dipilih selain itu, konsentrasi zat warna pada air limbah yang telah melakukan pengolahan juga akan dibandingkan dengan baku mutu air limbah yakni Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 16 Tahun 2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bahwa baku mutu air limbah yang diijinkan untuk parameter warna adalah 200 Pt-C.

Selain itu, analisis data untuk konsentrasi zat warna menggunakan persentase removal dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Removal} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100$$



Gambar 3.13 Tahapan Pengukuran Konsentrasi Warna

UNIVERSITAS  
INDONESIA  
الجامعة الإسلامية  
الاستدراة الاندوسية

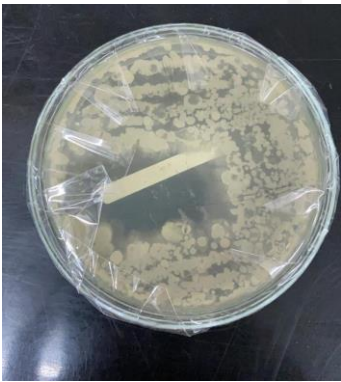
## **BAB IV**

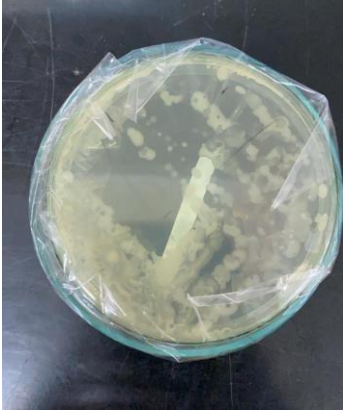
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

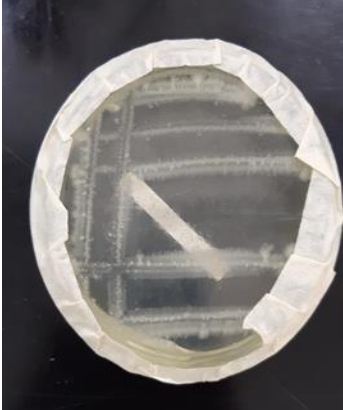
#### **4.1 Hasil Identifikasi Bakteri**

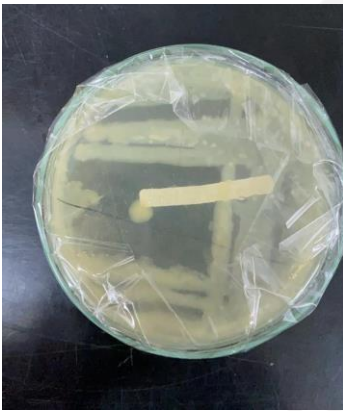
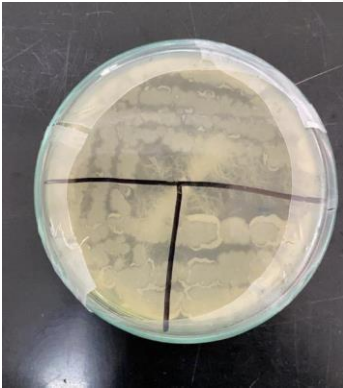
Bakteri *indigenus* yang telah diisolasi kemudian diidentifikasi dimana didapatkan sekitar 9 koloni yang berbeda beda karakteristiknya mulai dari *shape*, *margin*, elevasi, dan gram yang berbeda. Identifikasi bakteri didapatkan setelah dilakukannya proses isolasi dan purifikasi dengan teknik gores (*streak*) untuk mendapatkan *single colony*. Identifikasi bakteri mengacu pada buku *Introduction to Microbiology* yang diterbitkan oleh ATCC tahun 2021. Hasil dari identifikasi bakteridapat dilihat pada table berikut:

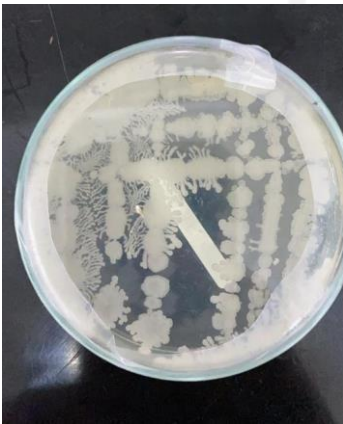
Tabel 4.1 Morfologi Koloni Bakateri

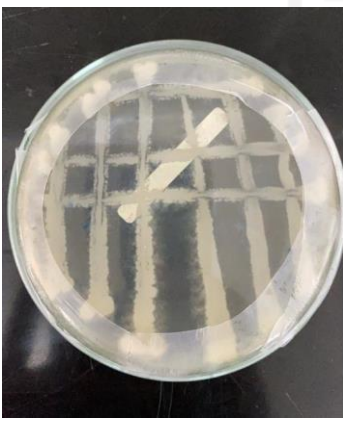
No	Kode Sampel	Gambar	Shape	Margin	Elevation	Size	Apperance	Optical property	Textur e	Pigmentatio n
1	Sb-2		<i>Irregular</i>	<i>Undulate</i>	<i>Flat</i>	<i>Small</i>	<i>Dull</i>	<i>Translucent</i>	<i>Smooth</i>	<i>Non pigmented (off white)</i>

No	Kode Sampel	Gambar	Shape	Margin	Elevation	Size	Apperance	Optical property	Textur e	Pigmentatio n
2	Sb-3		<i>Irregular</i>	<i>Undulate</i>	<i>Flat</i>	<i>Moderate</i>	<i>Dull</i>	<i>Transparent</i>	<i>Rough</i>	<i>Non pigmented (off white)</i>

No	Kode Sampel	Gambar	Shape	Margin	Elevation	Size	Apperance	Optical property	Textur e	Pigmentatio n
3	Sb-5		<i>Irregular</i>	<i>Entire</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Large</i>	<i>Dull</i>	<i>Translucent</i>	<i>Mucoid</i>	<i>Non pigmented (off white)</i>

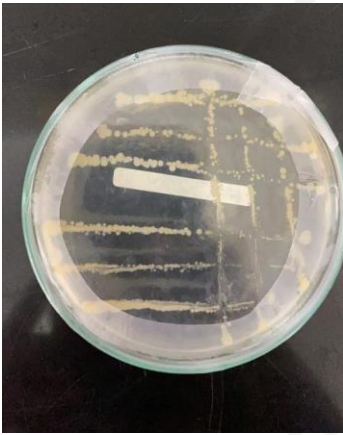
No	Kode Sampel	Gambar	Shape	Margin	Elevation	Size	Apperance	Optical property	Textur e	Pigmentatio n
4	Sb-6		<i>Irregular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	<i>Punctiform</i>	<i>Glistening</i>	<i>Transparent</i>	<i>Smooth</i>	<i>Non pigmented (off white)</i>
5	Sb-7		<i>Filamentous</i>	<i>Undulate</i>	<i>Flat</i>	<i>Large</i>	<i>Dull</i>	<i>Transparent</i>	<i>Rough</i>	<i>Non pigmented (cream)</i>

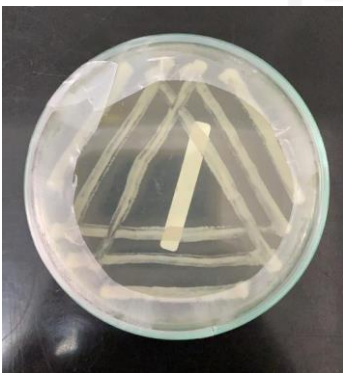
No	Kode Sampel	Gambar	Shape	Margin	Elevation	Size	Appearance	Optical property	Texture	Pigmentation
6	Sc-1		<i>Filamentous</i>	<i>Rhizoid</i>	<i>Flat</i>	<i>Moderate</i>	<i>Dull</i>	<i>Translucent</i>	<i>Rough</i>	<i>Non pigmented (off white)</i>

No	Kode Sampel	Gambar	Shape	Margin	Elevation	Size	Appearance	Optical property	Texture	Pigmentation
7	Sb-4a		<i>Filamentous</i>	<i>Undulate</i>	<i>Flat</i>	<i>Small</i>	<i>Dull</i>	<i>Translucent</i>	<i>Rough</i>	<i>Non pigmented (off white)</i>






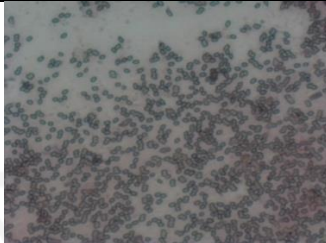
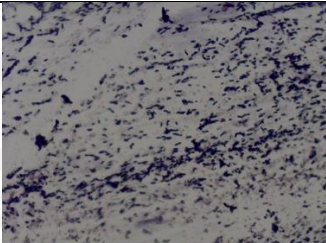
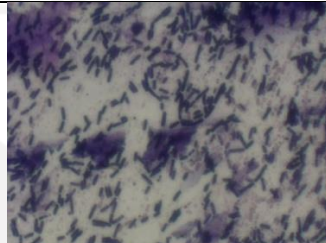

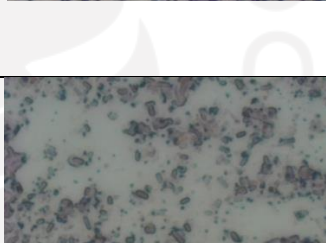
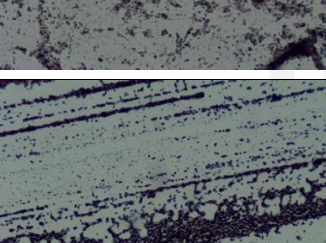
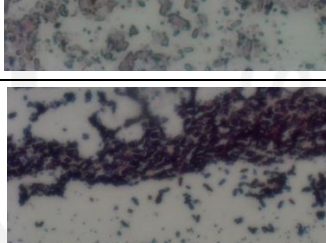
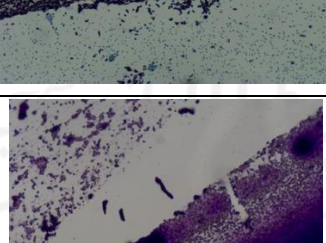
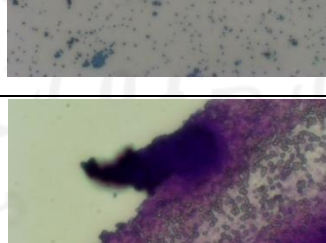
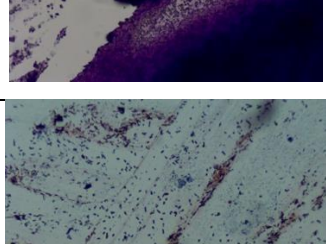
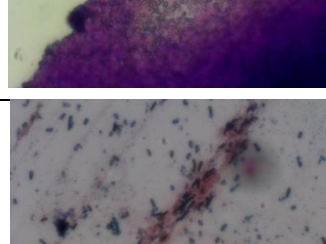
No	Kode Sampel	Gambar	Shape	Margin	Elevation	Size	Appearance	Optical property	Texture	Pigmentation
8	Sb-4b		<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Small</i>	<i>Glistening</i>	<i>Opaque</i>	<i>Smooth</i>	<i>Non pigmented (cream)</i>

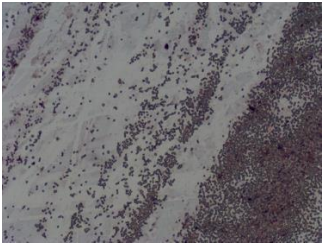
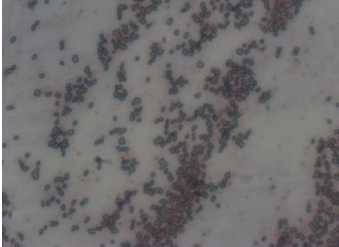
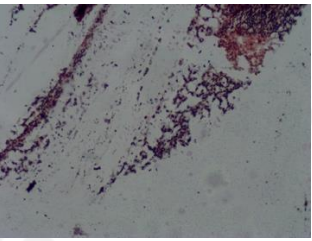
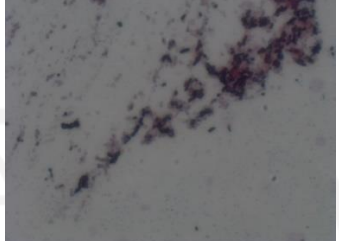
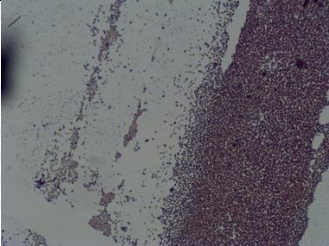
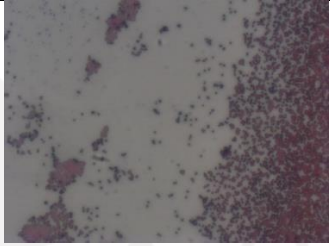
No	Kode Sampel	Gambar	Shape	Margin	Elevation	Size	Appearance	Optical property	Texture	Pigmentation
9	Sb-7		<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	<i>Punctiform</i>	<i>Glistening</i>	<i>Transparent</i>	<i>Smooth</i>	<i>Non pigmented (cream)</i>

Dari hasil diatas didapat bahwa ke 9 koloni yang telah diidentifikasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda . Terdapat koloni yang memiliki *shape* yang sama namun pada karakteristik lain berbeda begitupun sebaliknya. Sembilan koloni tersebut terdiri dari 3 *shape* yang berbeda yakni *circular*, *filamentous*, dan *irregular* dimana 4 dari 9 koloni memiliki *shape irregular*, 3 *filamentous*, dan 2 *circular* lalu untuk tepian (*margin*) juga terdiri dari 3 margin yakni *entire*, *undulate*, dan *rhizoid* dari ketiga tipe *margin* koloni tersebut tipe *entire* dan *undulate* yang banyak dimiliki oleh koloni bakteri dimana 4 koloni memiliki *margin entire* dan 4 koloni memiliki *undulate* dan 1 koloni *rhizoid*. Selain itu, seluruh koloni tidak memiliki warna yang mencolok atau berpigmen hanya memiliki warna putih ataupun *cream (non pigmented)*. Pada penelitian Karim *et al* (2018) isolate bakteri yang memiliki potensi yang dapat mendegradasi zat warna adalah bakteri dengan *shape circular*, *texture smooth*, dan warna yang *non pigmented* dimana hal ini juga terdapat di beberapa koloni pada penelitian ini. Selain itu juga, Mukti (2020) pada penelitiannya bakteri dengan morfologi *shape circular* dengan elevasi *convex* dan warna yang *non pigmented* juga menunjukkan hasil yang dapat menurunkan kadar warna pada limbah tenun, dimana ciri-ciri morfologi seperti itu juga dimiliki oleh beberapa isolate dalam penelitian ini.

Setelah melakukan morfologi, koloni bakteri tersebut dilakukan uji pewarnaan gram untuk mengetahui apakah koloni bakteri masuk kedalam gram negative atau positif. Selain mengetahui jenis gram proses pewarnaan juga dapat menentukan dan mempermudah dalam menentukan bentuk sel bakteri (Bulele *et al*, 2019) dari koloni tersebut. Adapun hasil dari proses pewarnaan dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4.2 Jenis Gram dan Bentuk Sel

No	Kode Sampel	Perbesaran 40x	Perbesaran 100x	Jenis Gram	Bentuk Sel
1	Sb-2			Negatif	<i>Coccus</i>
2	Sb-3			Positif	<i>Basill</i>
3	Sb-5			Positif	<i>Basill</i>
4	Sb-6			Positif	<i>Basill</i>
5	Sb-1			Positif	<i>Coccus</i>
6	Sc-1			Positif	<i>Basill</i>

7	Sb-4a			Negatif	<i>Coccus</i>
8	Sb-4b			Positif	<i>Basill</i>
9	Sb-7			Negatif	<i>Coccus</i>

Dilihat dari table diatas hasil dari pewarnaan menunjukkan bahwa sebagian besar dari sampel memiliki gram positif, dari 9 sampel hanya 3 yang memiliki gram negatif yakni Sb-2, Sb-4a, dan Sb-7, sedangkan 6 sampel lainnya yakni Sb-1, Sb-3, Sb-4b, Sb-5, Sb-6, Sb-7 dan Sc-1 memiliki gram positif. Sel bakteri pada sampel ini terdiri dari dua bentuk sel yakni *basill* dan *coccus* dimana sebagian besar dari sampel memiliki bentuk sel *basill* dan 4 sampel lainnya berbentuk *coccus*. Bakteri gram positif pada pewarnaan gram memiliki warna ungu atau sedikit biru yang berasal dari zat warna kristal violet dan bakteri dengan gram negatif memiliki warna merah yang berasal dari fuchsin basa dikarenakan saat diberikan alkohol zat warna kristal violet larut dan bakteri menyerap warna dari fuchsin basa (Nurdihayati *et al*, 2015).

Terjadinya pengikatan warna baik ungu atau merah diakibatkan oleh adanya perbedaan dinding sel antara bakteri dengan gram positif dan gram negative. Dinding sel bakteri gram positif memiliki dinding dengan lapisan peptidoglikan yang tebal sedangkan bakteri gram negative memiliki dinding dengan lapisan yang lebih tipis (Safrida *et al*, 2012).

Gram positif berwarna ungu terjadi dikarenakan bakteri gram positif memiliki kandungan lipid yang rendah sehingga ketika diberikan alkohol maka akan mudah terdehidrasi yang menyebabkan pori-pori dinding sel mengecil dan permeabilitasnya berkurang sehingga mengikat warna kristal violet hingga tidak bisa keluar (Putri *et al*, 2018), sedangkan pada gram negatif bakteri memiliki kandungan lipid yang tinggi sehingga ketika diberikan alkohol warna kristal violet luntur dan bakteri mengikat warna merah fuchsin basa (Safrida *et al*, 2012).

Selain melakukan morfologi dan pewarnaan gram, bakteri *indigenous* juga diuji jumlah selnya dengan cara analisis *Optical Density* (OD) menggunakan spektrofotometer. Apabila nilai OD yang didapatkan tinggi dan sampel yang diuji keruh maka sampel tersebut mengandung banyak bakteri karena OD sendiri dipengaruhi oleh kekeruhan, semakin keruh sampel menandakan bahwa bakteri bertumbuh dengan baik (Septiana,2016).

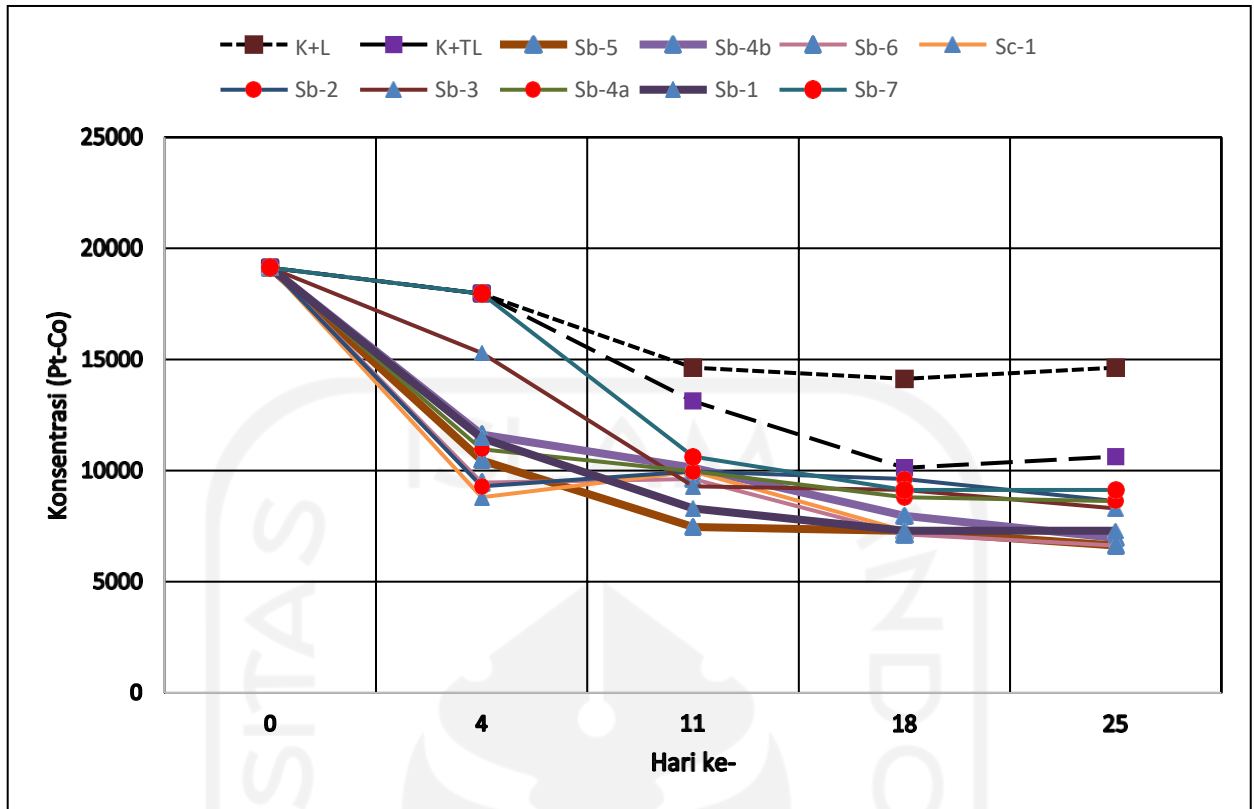
Tabel 4.3 Nilai OD

No	Kode Sampel	Nilai OD
1	Sb-2	1,568
2	Sb-3	1,363
3	Sb-5	1,202
4	Sb-6	1,420
5	Sb-1	1,160
6	Sc-1	1,223
7	Sb-4a	1,196
8	Sb-4b	0,840
9	Sb-7	0,898

Hasil dari OD yang diukur menggunakan spektrofotometer dengan Panjang gelombang 600 nm menunjukkan bahwa semua sampel memiliki nilai OD diatas 0,6 dengan nilai OD tertinggi 1,568 pada sampel Sb-2 yang menunjukkan bahwa bakteri tumbuh dengan baik dan memiliki sel bakteri yang banyak.

#### **4.2 Hasil Uji Warna**

Parameter warna termasuk kedalam salah satu parameter penting dalam pengolahan limbah cair yang mana nilai konsentrasinya harus diperhatikan dan nilainya harus sesuai dengan nilai yang ditetapkan oleh peraturan yang berlaku, sehingga ketika suatu limbah diolah maka konsentrasi warna juga menentukan apakah limbah cair tersebut sudah diolah dengan baik atau belum. Saat reaktor di *running* dihari yang sama sampel dari reaktor diambil untuk menghitung konsentrasi parameter warna hari ke-0. Saat pengujian sampel hari ke-0 didapatkan nilai konsentrasi warna 19133 Pt-Co yang mana hasil tersebut sangat tinggi. Hal ini juga ditandai dengan warna air limbah tenun yang berwarna biru gelap yang menunjukkan bahwa warna sangat pekat.



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Warna Selama Running Reaktor

Keterangan:

K+L : Kontrol limbah tenun

K+TL : Kontrol limbah tenun+ tanaman vertiver

Sb-1 : Bakteri coccus gram positif+tanaman vertiver+limbah tenun

Sb-2 : Bakteri coccus gram negative+tanaman vertiver+limbah tenun

Sb-3 : Bakteri basil gram positif+tanaman vertiver+limbah tenun

Sb-4a : Bakteri gram negative+tanaman vertiver+limbah tenun

Sb-4b : Bakteri basil gram positif+tanaman vertiver+limbah tenun

Sb-5 : Bakteri basil gram positif+tanaman vertiver+limbah tenun

Sb-6 : Bakteri basil gram positif+tanaman vertiver+limbah tenun

Sb-7 : Bakteri coccus gram negatif+tanaman vertiver+limbah tenun

Sc-1 : Bakteri basil gram positif+tanaman vertiver+limbah tenun

Berdasarkan grafik diatas untuk konsentrasi parameter warna terjadi penurunan pada beberapa sampel. Dari 9 sampel terdapat 5 sampel yang menunjukkan hasil signifikan yakni Sb-5, Sb-6, Sb-4b, Sb-3, dan Sb-4a dimana kelima sampel tersebut pada konsentrasi hasil yang terus menurun hingga hari ke-25. Konsentrasi warna pada sampel Sb-5 dari 19133 Pt-Co turun menjadi 6633 Pt-Co pada hari ke-25, untuk sampel Sb-6 dari 19133 Pt-Co turun menjadi 7133 Pt-Co, untuk sampel Sb-4b dari

19133 Pt-Co turun menjadi 6967 Pt-Co, untuk sampel Sb-3 dari 19133 Pt-Co turun menjadi 8300 Pt-Co, dan untuk sampel Sb-4a dari 19133 Pt-Co turun menjadi 8633 Pt-Co. Hal ini terjadi karena bakteri indigenous memiliki kemampuan untuk menguraikan zat warna yang terkandung dalam limbah menjadi sumber karbonnya dengan memanfaatkan enzim yang dimilikinya, dimana enzim tersebut dapat mengurai substrat air limbah dari susunan unsur-unsur kompleks menjadi susunan unsur-unsur yang lebih sederhana dan tidak beracun (Sudha *et al*, 2014). Dari unsur-unsur sederhana tersebutlah yang menjadi sumber energi bagi bakteri untuk tumbuh sehingga kandungan zat warna dapat berkurang (Maulidya, 2020). Selain itu juga penguraian substrat zat warna pada limbah dapat disebabkan oleh adanya gabungan aktivitas enzimatik antara tanaman *Vetiveria zizanioides* dengan bakteri indigenous untuk mengubah bahan organik menjadi unsur yang sederhana (Kabra *et al*, 2012) dimana tanaman akan menyerap hasil tersebut dan menjadikannya bagian dari proses asimilasi nutrient atau diubah kedalam bentuk gas (Tara *et al*, 2018).

Selain adanya penurunan terdapat beberapa bakteri yang mengalami kenaikan dan lalu penurunan (fluktuasi) seperti sampel Sb-2 dimana sampel tersebut mengalami kenaikan pada hari ke-11 menjadi 9967 Pt-Co dari 9300 Pt-Co pada hari ke-4 hal ini bisa terjadi dikarenakan isolate bakteri masih mengalami adaptasi dalam limbah untuk berkembang biak (Rizki *et al*, 2015) dan juga setiap isolate bakteri memiliki perbedaan dalam hal interval waktu regenerasi dan kemampuan dalam memanfaatkan zat warna menjadi sumber karbonnya (Jain *et al*, 2005).

Terdapat pula sampel yang mengalami penurunan namun hanya sementara setelah itu tidak terjadi perubahan seperti sampel Sb-1, Sb-7, dan Sc-1, ketiga sampel tersebut tidak mengalami perubahan konsentrasi warna hari ke-18 hingga hari ke-25 dimana Sb-1 tetap 7300 Pt-Co, Sb-7 dan Sc-1 tetap 9133 Pt-Co. Hal ini dapat terjadi diakibatkan adanya fase stasioner yang diikuti fase kematian pada bakteri, fase stasioner disebabkan karena adanya pertumbuhan jumlah bakteri dengan makanan tidak seimbang sehingga makanan akan habis dan kematian bakteri akan meningkat sehingga populasi pertumbuhan berhenti dan laju pertumbuhan



menjadi horizontal (Dewi, 2007).

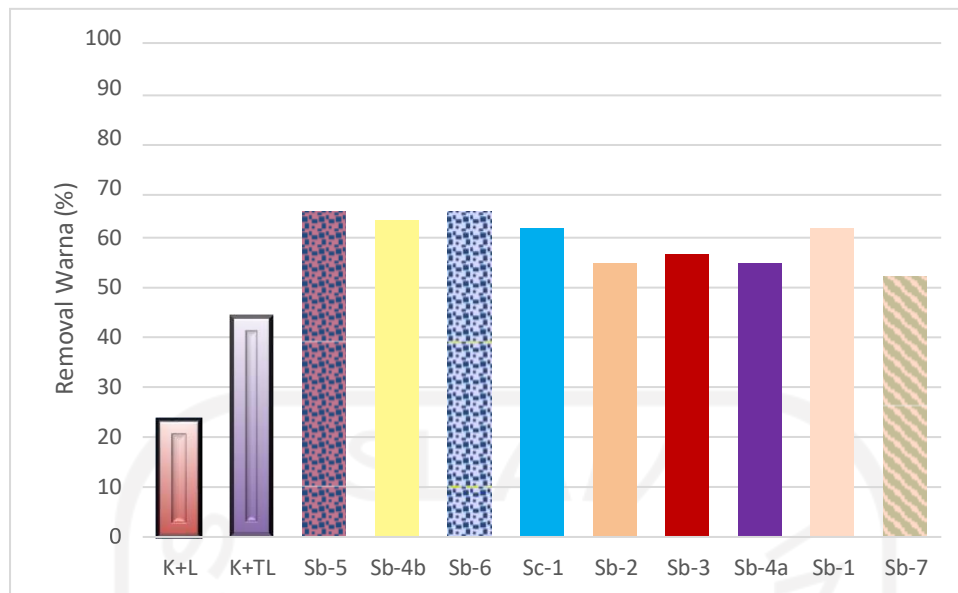
Sementara itu, pada kontrol baik kontrol air limbah tenun maupun kontrol limbah tenun dengan tanaman *vertiveria zizanioides* mengalami penurunan pada hari ke-11. Adanya penurunan nilai pada kontrol air limbah diakibatkan oleh adanya sedimentasi atau pengendapan yang terjadi pada reaktor (Wardiyati, 2012), selain dipengaruhi oleh pengendapan pada reaktor kontrol air limbah yang menggunakan tanaman *vetiveria zizanioides* juga dipengaruhi oleh proses fitoekstraksi dimana akar tanaman menyerap kontaminan pada hal ini zat warna pada air limbah (Sylvia *et al*, 2005).

Meskipun hasil warna mengalami penurunan, hasil tersebut belum dapat dikategorikan sebagai hasil yang baik karena nilai konsentrasinya masih terlalu tinggi dan belum sesuai dengan ketetapan yang berlaku.

#### **4.3 Persentase Removal Zat Warna Limbah Tenun oleh Bakteri**

##### ***Indigenous***

Persentase kemampuan bakteri indigenous dalam mereduksi zat warna yang terdapat dalam limbah dihitung dengan perbandingan konsentrasi warna awal sebelum pengolahan dengan konsentrasi warna akhir setelah pengolahan yang mana nantinya hasilnya berupa persentase. Persentase ini menunjukkan seberapa besar kemampuan bakteri dalam mendegradasi zat warna. Hasil persentase removal dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.2 Removal Warna (%)

Berdasarkan hasil perhitungan dan grafik diatas menunjukkan bahwa pada hari keempat persentase removal dari semua sampel tidak terlalu tinggi dan sebagian besar masih dibawah 50%, namun pada hari ke-25 semua sampel memiliki nilai removal diatas 50% dan semua sampel memiliki nilai removal yang lebih tinggi dari kontrol yang menandakan bahwa degradasi zat warna limbah berhasil, dimana hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Shehzadi *et al* (2014) dan Tara *et al* (2018) dimana hasil degradasi paling baik adalah kombinasi antara tanaman dan bakteri . Hasil removal tertinggi dengan nilai 65% pada hari ke-25 adalah sampel Sb-5 dan Sb-6 yang mana kedua bakteri ini merupakan bakteri berbentuk sel *basill* dan gram positif, hasil ini sama dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Maulidya (2020) dimana hasil dengan removal tertinggi berasal dari isolat bakteri yang memiliki gram positif. Namun hasil berbeda ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Agil dan Surtaningsih (2016) dengan nilai removal 88,39% isolate bakteri tersebut memiliki gram negatif. Pada penelitian oleh Karim *et al* (2018) hasil removal tertinggi sebanyak 90% dimana isolate bakteri tersebut memiliki gram negatif dan 80% oleh isolate gram positif. Terdapat juga 3 isolate bakteri yang memiliki nilai removal diatas 60% yakni Sb-4b sebanyak

64%, Sb-1 dan Sc-1 sebanyak 62%. Nilai persentase removal konsentrasi warna terendah ada pada sampel isolat bakteri Sb-7 dengan nilai removal 52%, bakteri ini memiliki bentuk sel *coccus* dengan gram negatif. Selain itu, 3 bakteri lainnya memiliki nilai removal 55% untuk isolat bakteri Sb-2 dan Sb-4a dan sebanyak 57% untuk isolat bakteri Sb-3. Kenaikan nilai removal dari hari ke-4 hingga hari ke-25 ini merupakan gambaran dari terjadinya proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri dan tanaman yang terjadi di zona akar (Mangkoediharjo, 2010).

Walaupun memiliki nilai removal yang tinggi hasil dari pengolahan ini masih tergolong tinggi yang mana masih harus diolah kembali agar dapat memenuhi baku mutu dan bisa dialirkan ke lingkungan. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 16 Tahun 2019, ambang batas nilai konsentrasi warna tekstil adalah 200 Pt-Co sedangkan pada penelitian ini nilai konsentrasi warna terkecil dengan removal warna tertinggi adalah 6633 Pt-Co.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Hasil dari proses isolasi dan identifikasi bakteri indigenous yang didapatkan dari tanah kontaminan limbah tenun didapatkan bahwa terdapat 9 jenis koloni bakteri, dimana 9 koloni bakteri tersebut tersusun dari 5 sel bakteri *bacill* dan 4 *coccus*, dan juga bakteri tersebut terdiri dari 6 gram positif dan 3 gram negatif. Selain itu 9 koloni tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda.
2. Semua isolat bakteri pada penelitian ini mampu mendegradasi zat warna dengan efektivitas yang berbeda-beda. Efektivitas bakteri untuk mendegradasi konsentrasi zat warna tertinggi dengan nilai 65% oleh isolat Sb-5 dan Sb-6 dimana kedua isolat ini memiliki bentuk sel bakteri basil dengan gram positif, lalu diikuti oleh Sb-4b memiliki sel berbentuk basil dan gram positif dengan 64%, Sc-1 yang memiliki sel berbentuk basil dengan gram positif dan Sb-1 yang memiliki sel berbentuk *coccus* dan gram positif dengan 62%, Sb-3 berbentuk sel *basill* dan gram positif dengan 57%, dan Sb-2 dan Sb-4a yang memiliki sel berbentuk *coccus* dengan gram negatif dengan 55%. Efektivitas terkecil dimiliki oleh isolate bakteri Sb-7 yang juga memiliki sel berbentuk *coccus* dan gram negatif dengan nilai 52%.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk perbaikan penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bakteri campuran atau konsorsium untuk melihat perbedaan efektivitas antara bakteri tunggal dan campuran, serta dilakukan identifikasi mendalam terhadap koloni campuran tersebut.

2. Perlu dilakukannya pengujian dan sampling dengan jarak waktu yang lebih singkat dan berkala sehingga nantinya diharapkan akan mendapatkan hasil yang lebih spesifik lagi dalam mengetahui kemampuan bakteri *indigenous* dalam mendegradasi zat warna.





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية  
الاندونيسية

## DAFTAR PUSTAKA

- Agil, M., Surtaningsih, E. 2016. **Dekolorisasi Pewarna Indigosol Oleh Bakter Tanah**. *Symposium on Biology Education*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Arslan, M., Imran, A., Khan, Q.M., Afzal, M., 2017. **Plantebacteria Partnerships For The Remediation Of Persistent Organic Pollutants**. *Environ. Sci. Pollut. Res*, 24 (5), 4322-4336.
- ATCC. 2021. **Introduction to Microbiology**. Virginia: University Boulevard Manassas.
- Batubara, U.M., Susilawati, I.O., Riany, H. 2015. **Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Tanah di Kawasan Kampus Universitas Jambi**. *Prosiding Semirata 2015 bidang MIPA BKS-PTN Barat*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi. 243- 250.
- Bulele, T., Rares, F. E. S., Porotu'o, J. 2019. **Identifikasi Bakteri dengan Pewarnaan Gram pada Penderita Infeksi Mata Luar di Rumah Sakit Mata Kota Manado**. *Jurnal E-Biomedik*. 7 (1), 30-36.
- Chen, B., Chen, W. M., Kuo, H. Y., Hsueh, C. C. 2009. **Comperative Assesment Upon Dye Removal Capability of Indigenous Bacterial Strains from Lanyang Plain in Northeast Taiwan**. *Journal of Hazardous Materials*. 161(1), 526-533.
- Chua, L.H.C., S.B.K. Tan, C.H. Sim., M.K Goyal. 2012. **Treatment of Baseflow From an Urban Catchment by a Floating Wetland System**. *Ecological Engineering* 49, 491-500.
- Daneshvar, N., Salari, D., Khataee, A.R. 2004. **Photocatlytic Degradation of Azo Dye Acid Red 14 in Water on ZnO As An Alternative Catalyst to TiO<sub>2</sub>**. *Journal of Photochemistry and Photobiology*. 164, 317-322.
- Dewi, R.S. 2007. **Penurunan Kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Total Dissolved Solid (TDS) pada Air Limbah Domestik dengan Menggunakan Reaktor Aerobic Fluidized Bed Media Styrofoam Saat Start Up**. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.



- Emilia, I., Mutiara, D. 2019. **Parameter Fisika, Kimia dan Bakteriologi Air minum Alkali Terionisas yang Diproduksi Mesin Kangen Water Leveluk SD 501.** *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(1), 67-73.
- Fadhilah, Jihan. 2018. **Pengolahan Air Limbah Pencucian PT. KAI Yogyakarta Menggunakan Floating Treatment Wetland dengan Tanaman Kolonjono (*Bracharia Mutica*) dan Bakteri.** Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- 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.
- Fidiastuti, H.R., Lathifah, A.S., Amin, M., Utomo, Y.2020. **Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigen Pengurai Lemak Pada Limbah Cair Batik Tulungagung.** *Jurnal Bioeksperimen*, 6(1), 29-35.
- Gowri, A. K., Karunakaran, M.J., Muthunarayanan, V., Revindran, B., Nguyen-Tri, P., Ngo, H.H., Bui, X., Nguyen, X.H., Nguyen, D.D., Chang, S.W., Chandran, T. 2020. **Evaluation of Bioremediation Competence of Indigenous Bacterial Strains Isolated From Fabric Dyeing Effluent.** *Bioresource Technology Reports*, 11.
- Hidayat, M. Fikri. 2014. **Penurunan Kandungan Zat Warna pada Limbah Songket Menggunakan Membran Komposit Berbasis Kitosan-PVA Ultrafiltrasi.** Laporan Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Jain, K., Kapur, M., Labana, S., Lal, B., Sarma, P.M., Bhattacharya, D., Thakur, I.S. 2005. **Microbial Diversity: Application of Microorganisms for The Biodegradation of Xenobiotics.** *Current Science*, 89, 101-112.
- Jain, K., Sha, V., Chapla, D., Madamwar, D. 2012. **Decolorization and Degradation of Azo Dye-Reactive Violet 5R by An Acclimatized Indigenous Bacterial Mixed Cultures-SB4 Isolated from Anthrophogenic Dye Contaminated Soil.** *Journal of Hazardous Materials*, 213, 378-386.

- Jannah, I.N., Muhimmatin, Ifa. 2019. **Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Mikroorganisme di Kecamatan Cluring Kabupaten Banyuwangi**. *Warta Pengabdian*, 13(3), 106-115.
- Kabra, A.N., Khandare, R.V., Govindwar, S.P. 2012. **Development of A Bioreactor for Remediation of Textile Effluent and Dye Mixture: A Plant-Bacterial Synergistic Strategy**. *Water Res*, 47, 1036-148.
- Karim, M.E., Dhar, K., Hossain, M.T. 2018. **Decolorization of Textile Reactive Dyes by Bacterial Monoculture and Consortium Screened from Textile Dyeing Effluent**. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16(2), 375-380.
- Lay & Julianto. 2016. **Dalam Buku Panduan Praktikum Mikrobiologi**. Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma.
- Mahmood, R., Sharif, F., Ali, S., Hayyat, M.U. 2015. **Enhancing the Decolorizing and Degradation Ability of Bacterial Consortium Isolated from Textile Effluent Effected Area and Its Application on Seed Germination**. *The Scientic World Jurnal*. Article ID 62819.
- Mane, U.V., Gurav, P.N., Deshmuk, A.M., Govindwar, S.P. 2009. **Degradation of Textile Dye Reactive Navy Blue Rx (Reactive Blue 59) by an Isolated Actinomycete Streptomyces Krinskii SUK- 5**. *Malaysian Journal of Microbiology*, 4(2), 1-5.
- Mangkodiharjo, S dan Samudro. 2010. **Fitoteknologi Terapan**. Graha Ilmu:Yogyakarta.
- Martiningsih, and S. U. Rahmi. 2019. **Efektivitas Bakteri Indigenous Limbah Cair Batik untuk Dekolorisasi Sisa Pencelupan Tekstil dengan Zat Warna Remazol Blue**. *Jurnal Teknologika*, 9(2).
- Maulidya, Itsna. 2020. **Efektivitas Bakteri Indigenous Dalam Mereduksi Zat Warna Pada Limbah Tenun**. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Mayanti, B dan Hertto Dwi. 2009. **Identifikasi Keberagaman Bakter PadaComercial Seed Pengolahan Limbah Cair Cat**. *Jurnal Teknik Lingkungan*,16(1), 52-61.
- Mayla, Disa. 2017. **Pemanfaatan Bakteri Indigenous pada Remediasi Limbah Cair Batik Pewarnaan Remazol Hitam dengan Medium Lumpur Aktif**. Jurnal Skripsi. Universitas Atma Jaya: Yogyakarta.

- Megasari, Ritni., Biyatmoko, Danang., Ilham, Wahyuni., Hadie, Jamzuri. 2012. **Identifikasi Keragaman Jenis Bakteri Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman dengan Lumpur Aktif LimbahTahu.** *Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8, 89-101.
- Mukti, E. D. 2020. **Pengolahan Limbah Cair Tenun dengan Sistem Constructed Treatment Wetland Menggunakan Kombinasi Tanaman Vertiver dan Bakteri Indigenous.** Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Munandar, K. 2016. **Pengenalan Laboratorium IPA-BIOLOGI Sekolah.** Bandung: Refika Aditama, hal 10.
- Novianti, Elvania. 2016. **Penurunan Zat Warna dari Limbah Cair IndustriTenun Songket dengan Membran Komposit Polysulfone-Polyamide (PSF-PA) Secara Ultrafiltrasi.** Laporan Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Nurhidayati, Sri., Faturrahman., Ghazali, M. 2015. **Deteksi Bakteri Patogen yang Berasosiasi dengan Kappaphycus alvarezii (Doty) Bergejala Penyakit Ice-Ice.** *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*,1(2), 24-30,
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 16 Tahun 2019Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Prajapati, M., van Bruggen, J.J.A., Dalu, T., Malla, R. 2017. **Assessing The Effectiveness Of Pollutant Removal By Macrophytes In A Floating Wetland For Wastewater Treatment.** *Appl. Water Sci*, 7, 4801-4809.
- Priadie, Bambang. 2012. **Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air.** *Jurnal Ilmu Lingkungan*,10(1),38-48.
- Pusparinda, L dan R.I.B.Santoso. 2016. **Studi Literatur Perencanaan Floating Treatment Wetland di Indonesia.** *Jurnal Teknik ITS*, 5 (2) ISSN: 2337-3539.

- Putri, Y.W., Putra, A.E., Utama, B.I. **Identifikasi dan Karakteristik Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Vagina Wanita Usia Subur**. 2018. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(3), 20-25.
- 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.
- Rizki. Nevya, Endro Sutrisno, Sri Sumiyati. 2015. **Penurunan Konsentrasi COD dan TSS Pada Limbah Cair Tahu Dengan Teknologi Kolam (Pond)- Biofilm Menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan dan Bioball**. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro : Semarang.
- Rosita, A.S., Kukuh, M., Sawitri, K. 2015. **Komparasi Media NA Pabrik dengan NA Modifikasi untuk Media Pertumbuhan Bakteri**. FKIP Universitas Jember.
- Sa'adah, Nurun Nailis. 2020. **Pengolahan Limbah Cair Tenun Dengan Sistem Floating Treatment Water (FTW) Menggunakan Kombinasi Tanaman Vetiver dan Bakteri Endofit**. Tugas Akhir. Universitas IslamIndonesia: Yogyakarta.
- Safrida, Y.D., Yulfizar, Cut., Devira. C.N. 2012. **Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Berpotensi Probiotik pada Ikan Kembung (*Rastrelliger sp.*)**. *Jurnal Biologi FMIPA*, 1(3), 200-203.
- Sahasrabudhe, M. M., Saratale, R. G., Saratale, G. D. and Pathade, G. R. 2014. **Decolourization and Detoxification of Sulfonates Toxic diazo Dye C.I. Direct Red 81 by Enterococcus faecalis YZ 66**. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(151), 1-13.
- Sastrawidana, I D.K., Maryam, S. dan Sukarta, I. N. 2012. **Perombakan Air Limbah Tekstil Menggunakan Jamur Pendegradasi Kayu Jenis Polyporus Sp Teramobil Pada Serbuk Gergaji Kayu**. *Jurnal Bumi Lestari*. 12 (2).
- Shehzadi, M., Fatima, K., Imran, A., Mirza, M.S., Khan, Q.M., Afzal, M. 2016. **Ecology of Bacterial Endophytes Associated with Wetland Plants Growing in Textile Effluent for Pollutant-Degradation**

- and Plant Growth-Promotion Potentials.** *Plant Biosystem - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 150(6),1261-1270.
- Singh, P.K., Singh., R.L. 2017. **Bio-removal of Azo Dyes: A review.** *International Journal of Applied Science and Biotechnology*, 5(2), 108- 126.
- Sriram N, Reetha D, Saranraj P, 2013. **Biological Degradation of Reactive Dyes By Using Bacteria Isolated From Dye Effluent Contaminated Soil.** *Middle East Journal Of Scientific Research*, 17(2), 1695-1700.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.80:2011 tentang Cara Uji Warna Secara Spektrofotometri.
- 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.
- Tara, N., Iqbal, M., Khan, Q.M., Afzal, M. 2018. **Bioaugmentation of Floating Treatment Wetlands for The Remediation of Textile Effluent.** *Water Environ.*
- Tara, N., Arslan, M., Hussain, Z., Iqbal, M., Khan, Q.M., Afzal, M. 2019. **On-Site Performance of Floating Treatment Wetland Macrocosm Augmented with Dye- Degrading Bacteria for The Remediation of Textile Industry Wastewater.** *Journal of Cleaner Production* 217, 241-248.
- Utami, L.I., Wahyusi, K.N., Utari, Y.K., Wafiyah, K. 2019. **Pengolahan Limbah Cair Rumput Laut Secara Biologi Aerob Proses Batch.** *Jurnal Teknik Kimia*. 13 (2), 39-43.
- Wardiyati, S., Dewi, S.H., Fisli. A. 2018. **Dekolorisasi Limbah Industri Batik Menggunakan Proses Fenton dan Fotofenton.** *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 14(2), 131-135.
- Yadina, Alfiah. 2014. **Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Peroksida Dalam Reagen Fenton Terhadap Kandungan Warna Procion Red MX pada Pengolahan Air Limbah Artifisial Kain Tenun.** Laporan Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.

Zhang. Dong-Qing., Jinadasa. K. B. S. N., Gersberg. R. M., Liu. Y., Tan. S. K., Jern. W. 2015. **Application of constructed wetlands for wastewater treatment in tropical and subtropical regions (2000-2013)**. *Journal of Environmental Sciences*. 30-46.





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Parameter Warna

Pengujian parameter warna dilakukan sesuai dengan SNI 6989.80:2011 tentang Cara Uji Warna Secara Spektrofotometri, sehingga berikut merupakan alat dan bahan yang diperlukan:

#### 1. Alat




- 1) Spektrofotometri
- 2) Kuvet dengan Panjang minimal 2,5 cm
- 3) Labu ukur 100 ml
- 4) Pipet volumetric 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, 5 ml, dan 10 ml
- 5) Gelas piala
- 6) Kertas saring dengan ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$
- 7) Timbangan analitik dengan ketentuan 0,1 mg




#### 2. Bahan

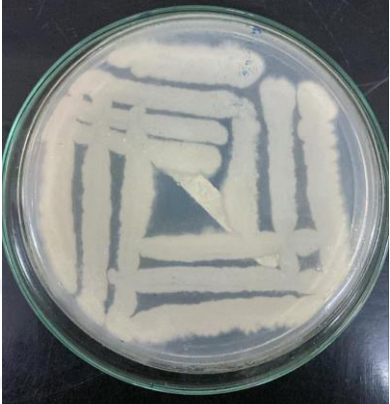

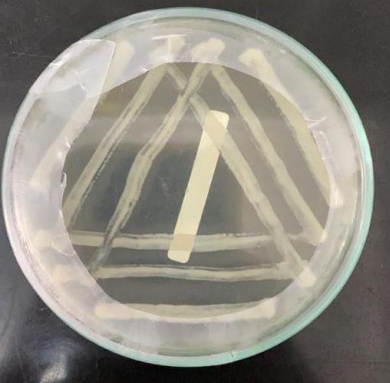
- 1) Aquades
- 2) Kaliumheksakloroplatinat ( $K_2PtCl_6$ )
- 3) Kobal klorida ( $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ )
- 4) Asam klorida (HCl)
- 5) Natrium hidroksida (NaOH)



## Lampiran 2 Hasil Streak Kuadran 4 Bakteri Indigenous

No	Kode Sampel	Streak Kuadran 4
1	Sb-2	
2	Sb-3	
3	Sb-5	

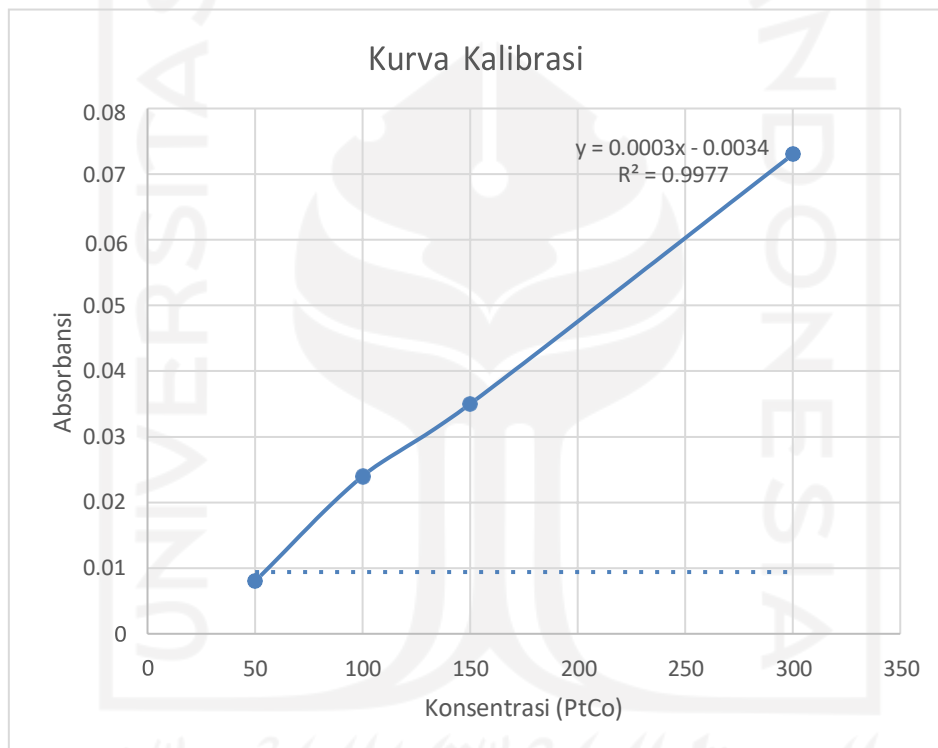
No	Kode Sampel	Streak Kuadran 4	
4	Sb-6		
5	Sb-1		
6	Sc-1		

No	Kode Sampel	Streak Kuadran 4	
7	Sb-4a		
8	Sb-4b		
9	Sb-7		

### Lampiran 3 Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Data Absorbansi Larutan Standar

No	Konsentrasi (PtCo)	Absorbansi
1	50	0.008
2	100	0.024
3	150	0.035
4	300	0.073



### Lampiran 4 Hasil Perhitungan Konsentrasi Warna

Kode Sampel	Konsentrasi Warna (PtCo)				
	0	4	11	18	25
K+L	19133	17967	14633	14133	14633
K+TL	19133	17967	13133	10133	10633
Sb-5	19133	10467	7467	7300	6633
Sb-4b	19133	11633	10133	7967	6967
Sb-6	19133	9467	9633	7133	6633
Sc-1	19133	8800	9967	7300	7300
Sb-2	19133	9300	9967	9633	8633
Sb-3	19133	15300	9300	9133	8300
Sb-4a	19133	10967	9967	8800	8633
Sb-1	19133	11467	8300	7300	7300
Sb-7	19133	17967	10633	9133	9133



## Lampiran 5 Baku Mutu

Baku mutu yang digunakan pada penelitian ini Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 16 Tahun 2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

ISLAM

- 7 -

LAMPIRAN II  
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019  
TENTANG  
PERUBAHAN KEDUA ATAS PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 5 TAHUN 2014  
TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN INDUSTRI TEKSTIL

Debit	BOD	COD	TSS	Fenol Total	Krom Total	Amonia Total	Sulfida	Minyak Lemak	pH	Warna	Suhu	Debit Maksimum
≤100	60	150	50	0,5	1	8	0,3	3	6 - 9	200	Deviasi 2*	100
100 < x < 1000	45	125	40	0,5	1	8	0,3	3	6 - 9	200	Deviasi 2*	100
≥1.000	35	115	30	0,5	1	8	0,3	3	6 - 9	200	Deviasi 2*	100
m <sup>3</sup> /hari	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		Pt-Co	°C	m <sup>3</sup> /ton produk

Keterangan:

Pt-Co: true colour

\*: temperatur udara sekitar

Salinan sesuai dengan aslinya  
KEPALA BIRO HUKUM,

ttd.

KRISNA RYA

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN  
KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

SITI NURBAYA



## Lampiran 6 Dokumentasi



Persiapan Pembuatan Reaktor



Ekstraksi Tanah dari Sampel  
Terdahulu



Persiapan Media Agar



Proses dan Hasil Filtrsi Limbah





Sampel limbah cair tenun



Proses *streak* bakteri



Pengecekan warna gram dan bentuk sel



Kultur Bakteri



Aklimatisi Tanaman *Vertiveria zizanoides*



Running Reactor FTW



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Pekanbaru, tanggal 1 September tahun 1999. Penulis merupakan putri pertama dari dua bersaudra dari pasangan Bapak Ir. Harisman, M.T. dan Ibu Desi Arisanti, S.Pd. Penulis menempuh Pendidikan formal di TK Pertiwi Kotamadya Pekanbaru (2004-2005), SD Negeri 001 Limapuluh (2005-2011), SMP Al-Azhar Syifa Budi Pekanbaru II (2011-2014), SMA Negeri 8 Pekanbaru (2014-2017), dan diterima di Universitas Islam Indonesia melalui jalur CBT (*Computer Based Test*) pada tahun 2017 dengan Program Studi Teknik Lingkungan. Penulis melakukan kegiatan Kerja Praktik di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau dengan topik Pengelolaan Limbah B3 di Rumah Sakit pada tahun 2020. Sedangkan untuk menyelesaikan studi pendidikan strata 1 (S1) di Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, penulis melakukan penelitian dengan judul “Identifikasi Bakteri *Indigenous* untuk Meningkatkan Degradasi Zat Warna Pada Pengolahan Limbah Tenun Menggunakan Sistem *Floating Treatment Wetland* (FTW)”.