

TA/TL/2022/1420

**TUGAS AKHIR**

**IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT UNTUK  
MENINGKATKAN DEGRADASI ZAT WARNA PADA  
PENGOLAHAN LIMBAH TENUN MENGGUNAKAN  
SISTEM FLOATING TREATMENT WETLAND**

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



**CHAERISA NOOR FADILLA  
17513122**

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

**TUGAS AKHIR**

**IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT UNTUK  
MENINGKATKAN DEGRADASI ZAT WARNA PADA  
PENGOLAHAN LIMBAH TENUN MENGGUNAKAN  
SISTEM FLOATING TREATMENT WETLAND**

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



**CHAERISA NOOR FADILLA  
17513122**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

**Dr. Joni Aldilla Fajri., S.T., M.Eng**  
**NIK. 165131306**  
Tanggal: 7 Februari 2022

**Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng**  
**NIK. 095130403**  
Tanggal: 7 Februari 2022



Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

**Eko Siswanto, ST., M.Sc. ES., Ph. D.**  
**NIK. 02100406**

Tanggal: 7 Februari 2022

**HALAMAN PENGESAHAN\***

**IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT UNTUK  
MENINGKATKAN DEGRADASI ZAT WARNA PADA  
PENGOLAHAN LIMBAH TENUN MENGGUNAKAN  
SISTEM FLOATING TREATMENT WETLAND**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin  
Tanggal : 7 Februari 2022

Disusun Oleh:

**CHAERISA NOOR FADILLA**  
17513122

Tim Penguji :

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

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

Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., 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, 7 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



**Chaerisa Noor Fadilla**

NIM: 17513122



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dengan judul **“Identifikasi Bakteri Endofit untuk Meningkatkan Degradasi Zat Warna pada Pengolahan Limbah Tenun Menggunakan Sistem Floating Treatment Wetland”** berhasil diselesaikan.

Dalam penulisan laporan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan syukur kepada pihak yang membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini, maka penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri., S.T., M.Eng dan Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang membantu memberi arahan dan masukan pada penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran dan arahan kepada penulis.
3. Kedua orang tua penulis, Bapak Saroni dan Ibu Sri Astuti yang selalu memberi dukungan, kasih sayang, nasihat, doa, dan kesabaran yang luar biasa dalam hidup penulis.
4. Adik penulis, Abingo yang selalu membantu dan mendengarkan keluh kesah penulis.
5. Sahabat arudita ( Gita, Zahra, Fika, Ajeng, Aye, Dwisep, Lesi, Tichan dan Deczy) yang telah mendukung, menghibur, memotifasi serta menjadi rekan yang membawa pengaruh positif pada penulis.
6. Arestazein (Adit, mba Ana, Tinisa, Dipa, Desi, Rahmat, Maden, Silfi, dst.) yang telah menjadi tempat penulis mendapatkan kenyamanan untuk bercerita, dan semangat untuk tetap melangkah kedepan.
7. MDZS ( Lan zhan, wei ying, Wang yibo, Xiao Zhan) yang telah menjadi pembakar semangat penulis selama mengerjakan tugas akhir.
8. Tim Wetland (Septiara, Khalfina, Pramadisa, Affie, Fazlin dan Lutfia) yang telah berjuang bersama dari awal hingga akhir dalam menyelesaikan penelitian dan tugas akhir.

9. Diri sendiri, penulis menyadari bahwa diri sendirilah yang paling berperan dalam memperjuangkan apa yang ingin penulis capai dalam hidup. Seperti dalam kutipan kalimat pada lagu snoopdog *“Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for, for never quitting, I wanna thank me for always being a giver And tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times”*.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan Tugas Akhir ini. penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 7 Januari 2022

Penulis,

Chaerisa Noor Fadilla





## ABSTRAK

Chaerisa Noor Fadilla. **Identifikasi Bakteri Endofit untuk Meningkatkan Degradasi Zat Warna pada Pengolahan Limbah Tenun Menggunakan Sistem Floating Treatment Wetland.** Dibimbing oleh Dr. Joni Aldilla Fajri., S.T., M.Eng dan Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

Industri Tekstil merupakan salah satu dari lima sektor manufaktur yang diprioritaskan pada Making Indonesia 4.0 yaitu; peta jalan dan strategi Indonesia dalam menghadapi era digital yang disusun oleh Kementerian Perindustrian. Menurut laporan The World Bank (2014), diperkirakan sekitar 20% dari total pencemaran air bersih secara global disebabkan oleh proses pewarnaan dan produksi pada Industri tekstil. Sehingga dukungan terhadap Industri tekstil yang tidak diimbangi dengan peningkatan pengolah air limbah dikhawatirkan akan menjadi sumber pencemar utama pada badan air dimasa mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kemampuan/efektivitas bakteri endofit yang akan digunakan di reaktor Floating Treatment Wetland (FTW) bersama tanaman *Vetiveria zizanioides* dalam mendegradasi zat warna pada limbah tenun. Bakteri endofit didapatkan dari akar tanaman *Vetiveria zizanioides* yang telah dikondisikan. Bakteri kemudian diisolasi, diidentifikasi, dan dikultur untuk dimasukkan ke reaktor FTW bervolume 500 mL yang dijalankan dengan sistem batch, reaktor akan dijalankan serta diamati selama 25 hari . Hasil yang didapatkan berupa 10 koloni bakteri endofit yang dapat mendegradasi zat warna yaitu Ra1, Ra2, Ra3, Ra4, Ra5, Ra6, Ra7, Ra8, Rb1 dan Rb2. Degradasi warna oleh bakteri endofit dengan efisiensi removal tertinggi dicapai oleh sampel Ra8 yaitu sebesar 65%, diikuti oleh Ra5 sebesar 64% , serta sampel Ra2 dan Ra7 sebesar 60%.

**Kata Kunci :** Endofit, *Floating Treatment Wetland*, *Vetiveria zizanioides*, Degradasi Kadar Warna, Limbah Industri Tenun

## ABSTRACT

Chaerisa Noor Fadilla. **Identification of Endophytic Bacteria to Increase Dyes Degradation in Weaving Waste Treatment Using the Floating Treatment Wetland System.** Guided by Dr. Joni Aldilla Fajri., S.T., M.Eng and Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.

The Textile Industry is one of the five manufacturing sectors that are prioritized in Making Indonesia 4.0, namely; Indonesia's roadmap and strategy in facing the digital era compiled by the Ministry of Industry. According to a report by The World Bank (2014), it is estimated that around 20% of the total global water pollution is caused by the dyeing and production process in the textile industry. The support for the textile industry which is not balanced with an increase in wastewater treatment is feared to be a major pollutant source in water bodies in the future. This study aims to determine the characteristics and ability/effectiveness of endophytic bacteria to be used in the Floating Treatment Wetland (FTW) reactor with *Vetiveria*

zizanioides in degrading dyestuffs in weaving waste. Endophytic bacteria were obtained from the conditioned roots of the *Vetiveria zizanioides* plant. The bacteria were then isolated, identified, and cultured to be put into a 500 mL FTW reactor which was run in a batch system, the reactor was run and observed for 25 days. The results obtained were 10 colonies of endophytic bacteria that could degrade dyes, namely Ra1, Ra2, Ra3, Ra4, Ra5, Ra6, Ra7, Ra8, Rb1 and Rb2. Color degradation by endophytic bacteria with the highest removal efficiency was achieved by samples of Ra8 at 65%, followed by Ra5 at 64%, and samples of Ra2 and Ra7 at 60%.

**Keywords :** Endophytic, *Floating Treatment Wetland*, *Vetiveria zizanioides*, colour degradation, weaving industry



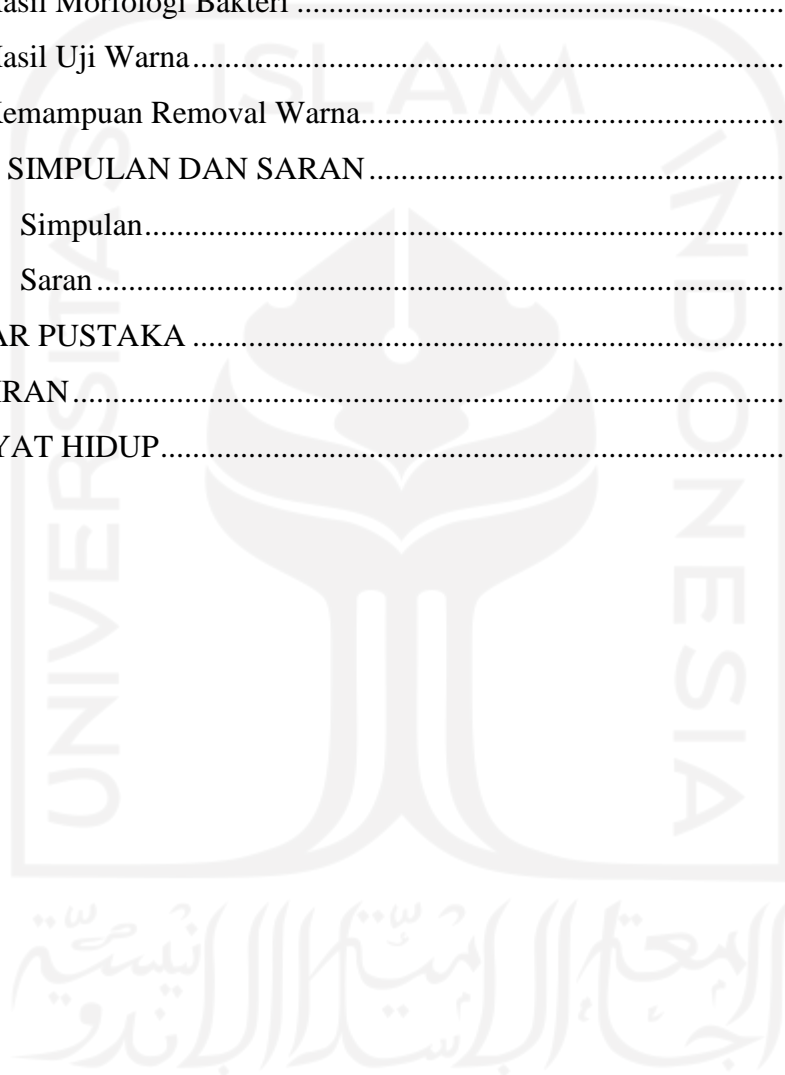


*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	i
DAFTAR LAMPIRAN.....	i
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Asumsi Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Limbah Tenun.....	4
2.2 Floting Treatment Wetland.....	4
2.3 Tanaman <i>Vetiveria zizanioides</i> .....	5
2.4 Bakteri Endofit.....	6
2.5 Isolasi Bakteri.....	6
2.6 Penelitian sebelumnya.....	6
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	9
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	9
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	10
3.4 Metode Penelitian.....	10
3.4.1 Isolasi Bakteri.....	10
3.4.2 Pemurnian Bakteri.....	12
3.4.3 Identifikasi Bakteri.....	13
3.4.5 Kultur Bakteri.....	14

3.5 Reaktor Wetlands .....	15
3.5.1 Persiapan Reaktor Wetlands .....	15
3.5.2 Aklimitasi Tanaman.....	16
3.5.3 Running Reaktor .....	17
3.6 Metode Pengujian.....	17
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Hasil Morfologi Bakteri .....	19
4.2 Hasil Uji Warna.....	29
4.3 Kemampuan Removal Warna.....	31
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>34</b>
5.1 Simpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>40</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>45</b>





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu .....	7
Tabel 4.1 Hasil Morfologi Bakteri .....	20
Tabel 4.2 Hasil Pewarnaan.....	26
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan OD .....	28





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi FTW.....	5
Gambar 2.2 Tanaman Vetiveria zizanioides .....	5
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	9
Gambar 3.2 Tahapan Sterilisasi Bakteri.....	11
Gambar 3.3 Tahapan Homogenisasi akar .....	12
Gambar 3.4 Pemurnian Koloni .....	13
Gambar 3.4 Tahapan pewarnaan Bakteri .....	14
Gambar 3.5 Tahapan Kultur Bakteri.....	15
Gambar 3.6 Reaktor FTW.....	16
Gambar 3.8 Runing Reaktor .....	17
Gambar 4.1 Hasil Pengujian warna keseluruhan .....	29
gambar 4.4 Diagram Persen Removal Sampel.....	31



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية  
الاندونيسية

## DAFTAR LAMPIRAN

Kalibrasi Larutan Standar .....	40
Baku Mutu.....	41
Dokumentasi .....	41



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri Tekstil merupakan salah satu dari lima sektor manufaktur yang diprioritaskan pada Making Indonesia 4.0 yaitu; peta jalan dan strategi Indonesia dalam menghadapi era digital yang disusun oleh Kementerian Perindustrian. Pada laporan The World Bank (2014), diperkirakan sekitar 20% dari total pencemaran air bersih secara global disebabkan oleh proses pewarnaan dan produksi pada Industri tekstil. Sehingga dukungan terhadap Industri tekstil yang tidak diimbangi dengan peningkatan pengolahan air limbah dikhawatirkan akan menjadi sumber pencemar utama pada badan air dimasa mendatang.

Salah satu perwujudan masalah diatas terjadi pada Industri tenun ikat di Desa Troso, Kabupaten Jepara. Dimana Industri tenun yang setiap harinya aktif dalam kegiatan produksi tidak melakukan tindakan pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke sungai ataupun selokan. Hal ini dapat berdampak buruk pada kesehatan, karena pada umumnya pewarna sintetis yang digunakan dalam proses pewarnaan tenun mengandung zat warna reaktif Azo yang bersifat toksik, mutagenik, karsinogenik dan persisten pada makhluk hidup (Naimah, 2014). Selain itu zat warna reaktif Azo disusun oleh gugus kromofor yang berfungsi memberikan warna pada serat dan aukrosom yang berfungsi mengikat warna pada serat, kedua gugus tersebut menyebabkan sulitnya parameter warna dihilangkan pada air limbah tenun (Sudha, 2014). Parameter warna yang sulit dihilangkan secara alami saat memasuki badan air dapat menyebabkan masalah lingkungan seperti penurunan kualitas air akibat sulitnya infiltrasi cahaya ke air karena keberadaan zat pewarna yang menyebabkan terganggunya proses fotosintesis, menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan nilai oksigen terlarut, meningkatkan nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan pertumbuhan alga berlebih yang memicu proses eutrofikasi (Lellis, dkk, 2019).

Permasalahan ini telah dimuat dalam penelitian yang dilakukan oleh Nurun NS (2020), tentang Pengolahan Limbah Cair Tenun dengan Sistem Floating Treatment Wetland Menggunakan Kombinasi Tanaman Vetiver dan Bakteri Endofit didapatkan hasil bahwa hasil isolat bakteri yang didapatkan dari beberapa spesies tumbuhan yaitu padi (*Oryza sativa*), talas (*Colocasia esculenta*), rumput jariji (*Digitaria sanguinalis*), dan kremah air (*Alternanthera philoxeroides*) yang terpapar limbah tenun dapat menurunkan parameter COD, *Total Suspended Solids*, dan warna, akan tetapi hasil yang diperoleh belum memenuhi bakumutu. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Ardiyansyah (2020), tentang Efektivitas Bakteri Endofit dalam Mereduksi Zat Warna pada Limbah Tenun, dimana peneliti menggunakan spesies tanaman yang sama yaitu padi (*Oryza sativa*), talas (*Colocasia esculenta*), rumput jariji (*Digitaria sanguinalis*) untuk dilakukan isolasi terhadap bakteri endofitnya didapatkan hasil berupa nilai removal tertinggi parameter warna menggunakan bakteri endofit mencapai 50,36%.

Berdasarkan masalah yang muncul dan hasil dari penelitian terdahulu, maka penelitian ini akan melanjutkan penelitian sebelumnya dengan beberapa modifikasi, dimana bakteri endofit yang digunakan berasal dari akar tanaman *Vetiveria zizanioides* yang telah dikontakkan dengan limbah tenun. Tanaman ini dipilih karena bersifat hiperakumulator dan hipertoleran terhadap limbah, sehingga memiliki potensi yang baik sebagai agen fitoremediasi. Selain itu tanaman ini juga mudah untuk digunakan karena tidak memiliki persyaratan khusus untuk tumbuh, dapat tumbuh pada lingkungan ekstrim, dan memiliki pertumbuhan akar yang masif (Livia, 2016). Sehingga tanaman ini juga dipakai dalam reaktor *Floating Treatment Wetland* (FTW), yaitu metode pengolahan air limbah dengan membuat reaktor/lahan buatan dari hasil rekayasa lahan basah alami, dimana tanaman serta media mengapung pada permukaan air dan terdapat kegiatan saling mendukung tumbuhan dan mikroorganisme dalam mengolah air limbah (Wang&chen, 2017).

## **1.2 Perumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis bakteri endofit yang ditemukan pada akar vetiver terkontaminasi yang akan digunakan dalam reaktor?
2. Bagaimana efektivitas FTW dan bakteri endofit dalam mereduksi zat warna dalam limbah tenun

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi isolat bakteri endofit yang akan digunakan dalam reaktor untuk mendegradasi warna pada limbah tenun
2. Mengetahui efektivitas FTW dan bakteri endofit dalam mereduksi zat warna dalam limbah tenun

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjadi referensi dalam mengkaji pengolahan air limbah tenun terutama dalam menurunkan parameter warna
2. Mendapatkan Informasi mengenai macam bactri endofit pada Veviveria zizanioides.
3. Memberikan alternatif kepada pengusaha maupun pemerintah dalam pengolahan air limbah

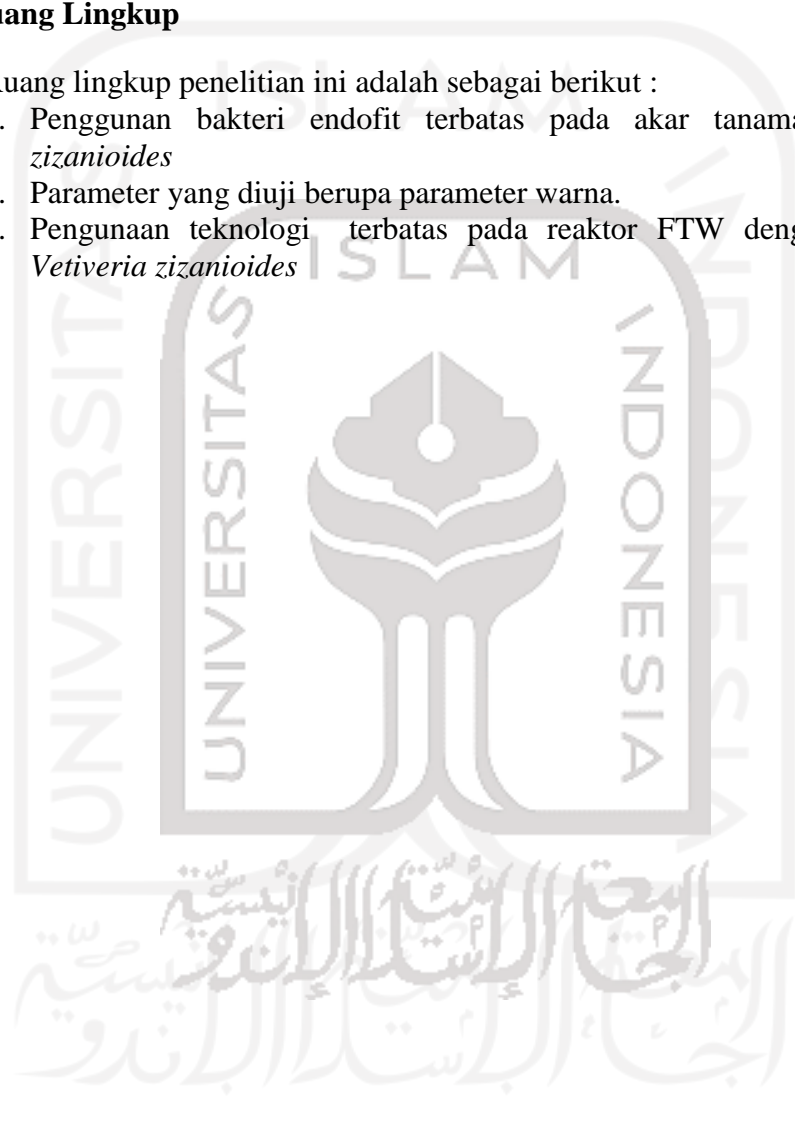
## 1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi penelitian adalah bakteri endofit yang berhasil didapatkan dan diidentifikasi dapat digabungkan dengan teknologi Floating Treatment wetland untuk medegradasi warna pada air limbah tenun.

## 1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan bakteri endofit terbatas pada akar tanaman *Vetiveria zizanioides*
2. Parameter yang diuji berupa parameter warna.
3. Penggunaan teknologi terbatas pada reaktor FTW dengan tanaman *Vetiveria zizanioides*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Tenun**

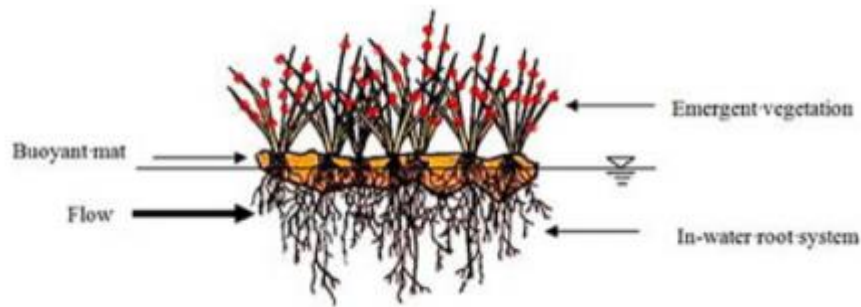
Limbah tenun merupakan limbah yang dihasilkan dari Industri tekstil pada proses pengolahan serat sintetik atau kapas menjadi benang kemudian kain melalui berbagai tahapan proses dan tahapan kimia seperti pengukuran, pembersihan, pewarnaan, pencelupan pencetakan dan finishing (Khan, 2017). Penggunaan bahan kimia sintetik pada proses pewarnaan menghasilkan air limbah yang bersifat basa, mengandung konsentrasi biological oxygen demand, chemical oxygen demand dan Total dissolve solid yang besar (Kishor, 2018). Selain itu pada air limbah ditemukan keberadaan senyawa sulfur, naptol, pewarna vat, nitray, asam asetat, sabun, cromium dan logam berat seperti tembaga, arsenik, merkuri, timbal, nikel, kobalt dan lain-lain yang meningkatkan tingkat toksisitas limbah. Air limbah yang dihasilkan dapat menyebabkan komplikasi atau masalah pada lingkungan jika tidak diolah sebelum dibuang (Sivaram, 2018).

Zat pewarna yang terdapat pada limbah tenun merupakan salah satu zat utama yang menyebabkan tingginya bahaya limbah tenun. Pewarna Azo merupakan salah satu pewarna sintetik dengan gugus azo ( $R-N=N-R$ ), digunakan hingga 80% pada proses perwarnaan tekstil, selain itu terdapat gugus kromofor dan aukrosom pada pewarna azo yang memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengikat warna pada bahan. Kedua gugus tersebut juga yang menyebabkan sulitnya parameter warna dihilangkan pada air limbah tenun (Sudha, 2014). Tingginya persentase penggunaan pewarna sintetik yang memiliki gugus Azo menyebabkan limbah memiliki karakteristik warna mencapai 50-25000 skala Pt-Co (Azkar, 2004). Kandungan warna pada air limbah yang telah diolah tentunya harus memenuhi bakumutu yang tertera dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup & kehutanan No. P-16 tahun 2019, dimana bakumutu air limbah tekstil untuk parameter warna mencapai 200 skala Pt-Co.

#### **2.2 Floting Treatment Wetland**

Floating Treatment Wetland (FTW) merupakan metode pengolahan air limbah dengan membuat lahan buatan dari hasil rekayasa lahan basah alami, dimana terdapat kegiatan saling mendukung tumbuhan dan mikroorganisme dalam mengolah air limbah (Vyamazal, 2005). FTW sendiri memiliki karakteristik dimana vegetasi ditumbuhkan diatas pelampung/penahan yang mempertahankan tumbuhan agar bagian atasnya berada diatas permukaan air, sedangkan akar akan tumbuh memanjang didalam air untuk menyerap langsung nutrisi di air dengan demikian tumbuhan tumbuh dengan sistem hidroponik (Pavlineri, 2018).





Gambar 2.1 Ilustrasi FTW

Mekanisme FTW dalam mengolah air limbah dengan mereduksi polutan yaitu dengan menyerap polutan secara langsung, bersamaan dengan pengambilan nutrisi didalam air, berkembangnya mikroorganisme pada media apung serta akar tanaman yang mendukung tumbuh kembang tanaman, kemudian adanya sistem penyaringan pada akar yang memisahkan sedimen dan polutan (Sample, 2013). Dalam FTW tumbuhan dan mikroorganisme bekerjasama saling mendukung dalam mengolah limbah. Akan tetapi adanya senyawa toksik pada air limbah dapat menyebabkan pengaruh buruk pada pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman. Sehingga terbentuk keadaan saling menguntungkan bagi tanaman dan bakteri endofit, dimana akar tanaman menyediakan tempat tinggal dan nutrient bagi bakteri dan bakteri endofit meningkatkan kesehatan tanaman dengan mengurangi toksisitas dari senyawa toksik (Khan, 2009).

### 2.3 Tanaman *Vetiveria zizanioides*

*Vetiveria zizanioides* atau juga disebut akar wangi merupakan tanaman yang dapat menghasilkan minyak vetiver untuk keperluan media dan parfum. Selain itu tanaman ini juga dikenal sebagai pencegah erosi tanah dan memiliki kemampuan untuk merehabilitasi lahan tercemar (Chou, 2012). Tanaman ini dipilih untuk mengolah limbah karena bersifat hiperakumulator dan hipertoleran terhadap limbah, sehingga memiliki potensi yang baik sebagai agen fitoremediasi. Selain itu tanaman ini juga mudah untuk digunakan karena tidak memiliki persyaratan khusus untuk tumbuh, dapat tumbuh pada lingkungan ekstrim, dan memiliki pertumbuhan akar yang masif (Livia, 2016).



Gambar 2.2 Tanaman *Vetiveria zizanioides*



## 2.4 Bakteri Endofit

Tumbuhan melakukan kerjasama dengan ekosistem disekitarnya untuk berkembang dengan baik, salah satu bentuk kerjasamanya yaitu dengan mikroorganisme berupa fungi atau bakteri yang menjadikan tanaman sebagai inang dan memberikan perlindungan dari faktor biotik maupun abiotik yang mengancam tanaman (Milliute, 2015). Bakteri yang hidup di dalam inangnya disebut dengan bakteri epifit, dapat ditemukan pada daun atau permukaan tanaman. Sedangkan bakteri yang hidup dan berkembang di dalam tanaman disebut dengan bakteri endofit. Bakteri endofit atau rhizobacteria dapat memacu pertumbuhan tanaman (Hardoim, 2008).

Pertumbuhan bakteri endofit dimulai pada tahapan dimana bakteri menginfeksi tanaman dan membangun hubungan mutualistik yang erat dengan tumbuhan, sehingga bakteri endofit sekarang digambarkan sebagai bakteri yang diisolasi dari jaringan tanaman yang distrikan permukaannya (Santoyo, 2016). Bakteri menggunakan tumbuhan sebagai tempat tinggal dan perlindungan yang konsisten agar tidak diganggu oleh bakteri lainnya terutama bakteri epifit. Siklus hidup bakteri endofit sebagian besar bifasik dimana tempat hidupnya berpindah antara tanaman dan tanah (Afzal, 2019).

Bakteri endofit hidup dan berkembang di dalam tanaman

## 2.5 Isolasi Bakteri

Didirmus (2015), menjelaskan bahwa Isolasi bakteri merupakan kegiatan pemisahan bakteri dari lingkungan atau tempat bakteri hidup dan membiakkannya hingga terbentuk koloni murni dalam media yang telah disiapkan. Ada beberapa cara yang dapat digunakan dalam mengisolasi bakteri yaitu:

a. Spread Plate

Dilakukan dengan menyebarkan suspensi bakteri di permukaan agar, dengan harap diperoleh kultur murni.

b. Pour Plate

Teknik ini dilakukan dengan menuangkan agar yang belum padat dengan suspensi bakteri, dihomogenkan kemudian dibiarkan memadat.

c. Streak

Teknik ini dilakukan bertujuan untuk mengisolasi bakteri tertentu dari kupulan koloni ke dalam media baru.

d. Goresan T

Teknik ini dilakukan dengan membagi cawan petri menjadi tiga bagian, kemudian bakteri di streak secara zig-zag dengan jarum ose pada tiap daerah cawan yang telah dibagi.

## 2.6 Penelitian sebelumnya

Beberapa penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh peneliti dengan perbedaan parameter dan lokasi antara lain pada Tabel 2.5 :

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Shehzadi, Maryam., dkk	2014	Enhanced degradation of textile effluent in constructed wetland system using <i>Typha domingensis</i> and textile effluent-degrading endophytic bacteria	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kerjasama antara bakteri Endofit dan tanaman dapat meningkatkan efisiensi <i>wetland</i> dalam meremediasi Limbah tekstil</li> <li>2. Adanya potensi bakteri endofit dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, mendegradasi limbah dan sifat genotoksisitas</li> </ol>
2.	Hussain, Z., dkk	2018	Integrated perspectives on the use of bacterial endophytes in horizontal flow constructed wetlands for the treatment of liquid textile effluent: Phytoremediation advances in the field	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kombinasi tanaman dan bakteri endofit menunjukkan efektivitas yang baik dalam meremediasi polutan</li> <li>2. Penggunaan Constructedd Wetland dengan kombinasi tanman bakteri dapat mengolah beban nutrisi tinggi</li> </ol>
4.	Ardiyansyah, M.A.	2019	Efektivitas Bakteri Endofit Dalam mendegradasi warna pada limbah tenun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ditemukan bakteri endofit yang dapat mendegradasi warna diperoleh dari hasil isolasi akar tanaman yang terkontaminasi limbah tenun.</li> <li>2. Efisiensi removal oleh bakteri endofit pada konsentrasi limbah 25% mencapai 50,36% sedangkan pada konsentrasi 100% mencapai 39,17%</li> </ol>
3.	Sa'adah, Nurun N.	2020	Pengolahan Limbah Cair tenun dengan sitem Floating Treatment wetland menggunakan kombinasi tanaman Vetiver dan bakteri endofit	Bakteri endofit yang didapatkan dari 3 jenis tanaman berbeda yang dikombinasikan dengan tanaman vetiver dan sistem FTW menghasilkan efisiensi removal hingga 94%



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

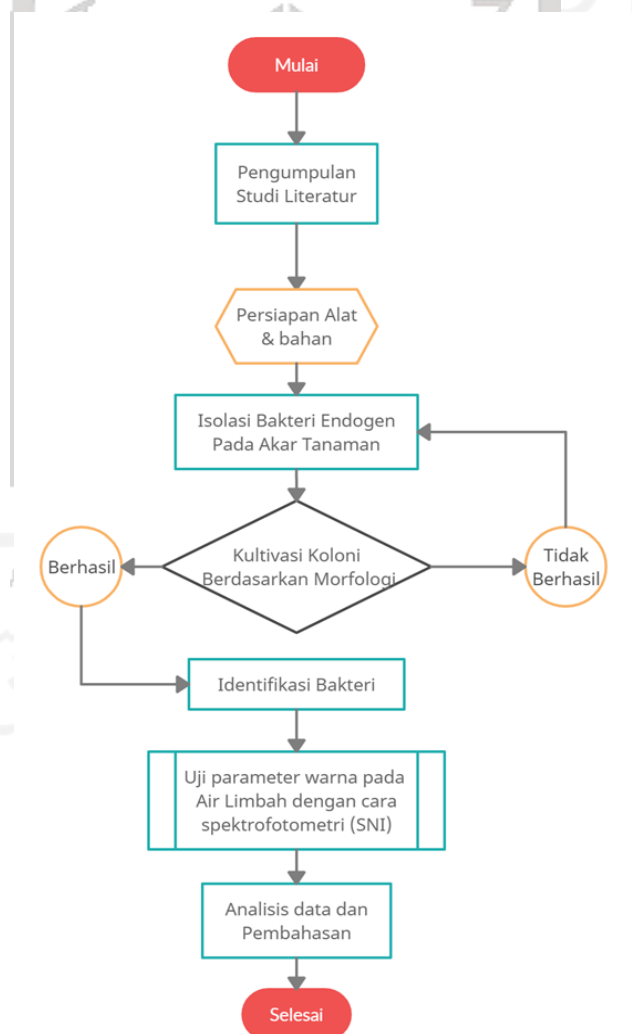
## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada rentang waktu Maret 2021 hingga september 2021, di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan dan *Green House* Program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Dengan beberapa tahapan yang dilakukan, berikut adalah diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 :



*Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian*

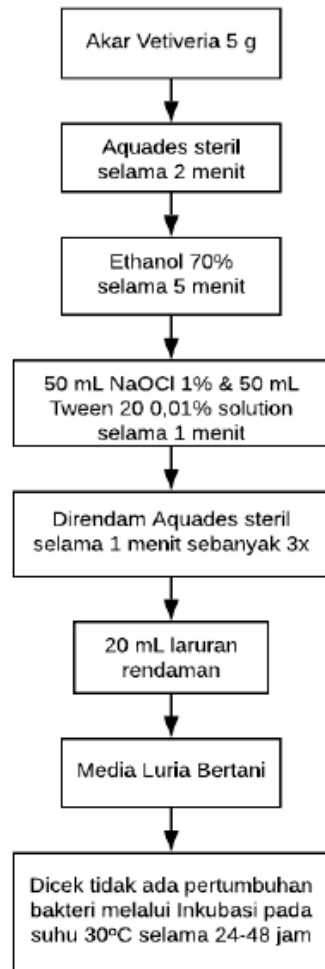
### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini didapat dari data primer diperoleh dari uji laboratorium terhadap populasi bakteri endofit pada akar tanaman *Vetiveria zizanioides* dalam mengolah limbah tenun ditinjau dari parameter uji warna.

### **3.4 Metode Penelitian**

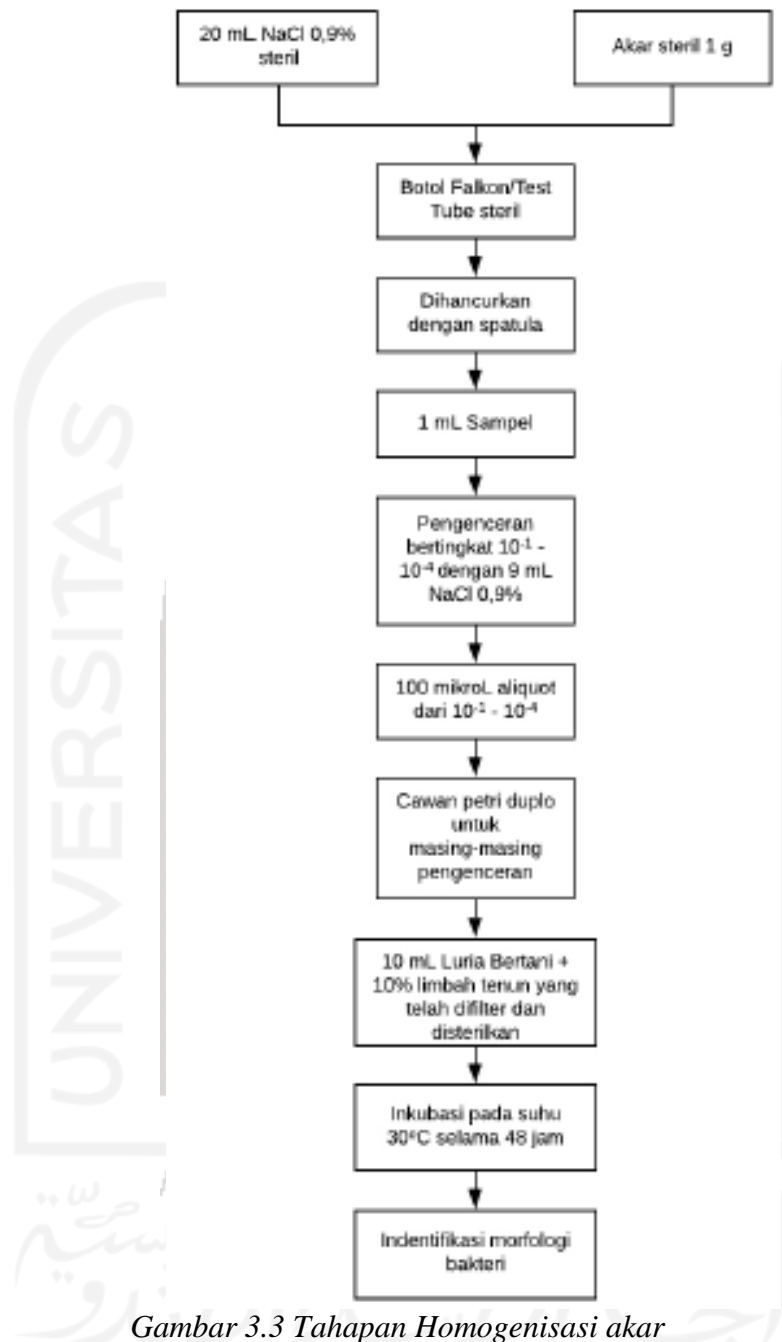
#### **3.41 Isolasi Bakteri**

Sebelum dilakukan isolasi sampel akar yang akan digunakan harus didesinfeksi agar tidak terjadi kontaminasi oleh bakteri selain endofit (Costa, 2012). Sampel akar yang di gunakan akan disterilisasi, kemudian bakteri akan diisolasi pada media agar Luria Bertani (Shehzadi, 2016). Isolasi bakteri endofit dilakukan berdasarkan penelitian dari M Shehzadi et al. (2016) tahapan isolasi bakteri dimulai dengan proses sterilisasi akar baru kemudian dilanjutkan dengan homogenisasi akar yang sudah disterilkan. Tahapan sterilisasi akar dapat dilihat pada gambar berikut:



*Gambar 3.2 Tahapan Sterilisasi Bakteri*

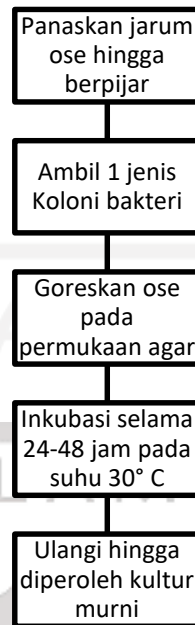
Setelah dilakukan sterilisasi, sampel dari hasil sterilisasi kemudian diamati, jika tidak terjadi pertumbuhan bakteri dimana menunjukkan bagian luar akar telah steril, maka dapat dilakukan langkah selanjutnya yaitu homogenisasi. Homogenisasi dilakukan untuk mengekstrak bakteri endofit yang terdapat pada akar tanaman dengan cara menghancurkan akar dalam larutan NaCl 0,9% yang bersifat isotonik. Berikut langkah kerjanya:



Gambar 3.3 Tahapan Homogenisasi akar

### 3.4.2 Pemurnian Bakteri

Pemurnian bakteri dilakukan untuk memperoleh satu jenis koloni. Menurut Fitriyani (2020), pemurnian isolat bakteri dapat dilakukan berulang-ulang hingga diperoleh kultur murni dengan menggunakan metode cawan gores (*streak plate*) pada hasil isolat yang menunjukkan morfologi dan warna yang berbeda. Berikut langkah pemurniannya:

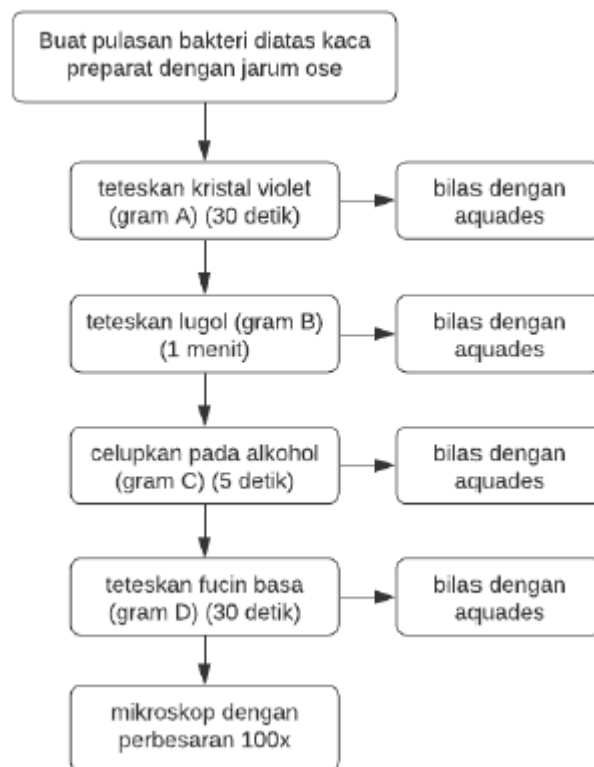


*Gambar 3.4 Pemurnian Koloni*

### **3.4.3 Identifikasi Bakteri**

Identifikasi bakteri dilakukan berdasarkan morfologinya dengan menganalisa bentuk sel, warna koloni, bentuk koloni dan kriteria lainnya menggunakan mikroskop cahaya (Shehzadi, 2016). 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 (2016). Penentuan gram dan bentuk bakteri dilakukan dengan mengambil bakteri yang telah di streak dengan ose 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.

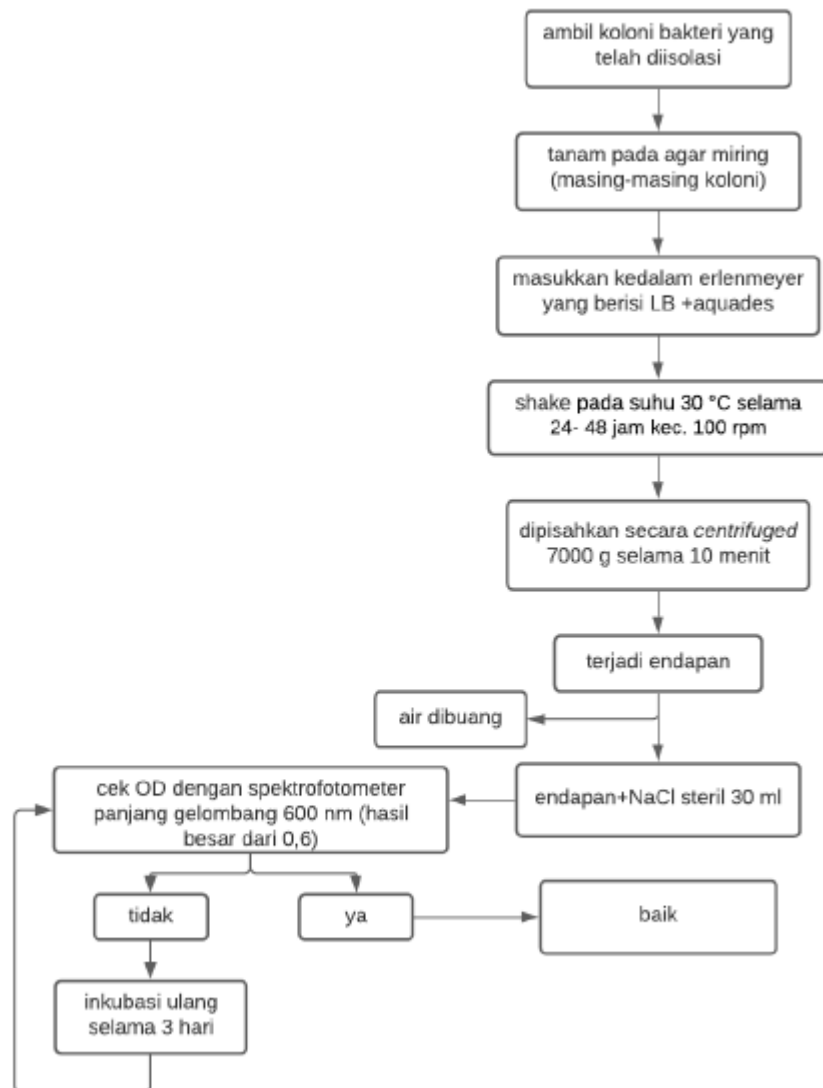




Gambar 3.4 Tahapan pewarnaan Bakteri

### 3.4.5 Kultur Bakteri

Bakteri yang telah diisolasi dan teridentifikasi akan dipisahkan atau dimurnikan sesuai dengan morfologinya. Kemudian kultur bakteri yang telah dimurnikan akan dikembangkan lagi hingga bisa bakteri bisa dipanen (Hussain, 2018). Shehzadi et al (2016) juga menjelaskan mengenai cara kulturisasi bakteri. Koloni yang telah diidentifikasi kemudian dipindahkan ke dalam agar miring. Kultur bakteri dilakukan pada media Lactose broth (LB) dalam erlenmeyer 100 ml untuk setiap sampel. Sampel kemudian dishake menggunakan waterbath atau shaker dengan kecepatan 100 rpm pada suhu 30°C selama 24-48 jam. Setelah itu, sampel dicentrifuged dengan gaya 7000 g selama 10 menit, hingga terbentuk 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, apabila nilai OD diatas 0,6 maka sampel sudah baik namun jika OD dibawah 0,6 sampel harus diulang.

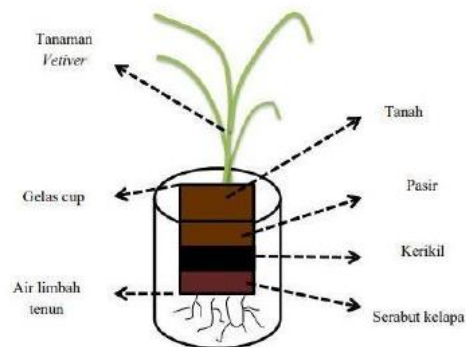


Gambar 3.5 Tahapan Kultur Bakteri

### 3.5 Reaktor Wetlands

#### 3.5.1 Persiapan Reaktor Wetlands

Teknologi Floating Treatment wetlands akan digunakan sebagai reaktor, dengan *Vetiveria zizanioides* sebagai tanamannya. 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 dimana pada 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 3.6 Reaktor FTW

### 3.5.2 Aklimitasi Tanaman

Tanaman pada masing-masing reaktor akan diberikan perlakuan berbeda agar bisa mendapatkan data perbandingan antara tumbuhan normal dengan tumbuhan yang dipaparkan dengan limbah tekstil (Tara, 2019). Tanaman *Vetiveria zizanioides* diaklimatisasi selama  $\pm$  60 hari di dalam rumah kaca untuk mengadaptasikan tanaman pada media dan lingkungan baru dan untuk memaksimalkan pertumbuhan akar sebelum diaplikasikan pada air limbah.

Proses aklimatisasi menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* tanpa melihat usia tanaman yang ditanam. Tinggi tanaman dipotong seragam setinggi 15 cm. Pertumbuhan tanaman diamati setiap 14 hari dengan mengukur tinggi tanaman dan melihat pertumbuhan akar. Proses aklimatisasi tanaman dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Setelah tanaman selesai diaklimatisasi, reaktor akan dijalankan selama 4 minggu setelah bakteri endofit diinokulasikan ke dalam reaktor.



Gambar 3.7 Proses aklimatisasi

### 3.5.3 Running Reaktor

Running reaktor dilakukan selama 28 hari dengan interval waktu pengujian dimulai dari hari ke 0, 4, 11, 18, dan 25. Setiap reaktor memiliki sampel air limbah sebanyak 500 ml. Bakteri yang telah dikultur dimasukkan kedalam setiap reaktor dan akan diuji sesuai waktu interval yang telah di tentukan. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel dari setiap reaktor sebanyak 35 ml untuk diuji. Reaktor untuk bakteri endofit terdiri dari 10 sampel dan 3 kontrol.



*Gambar 3.8 Runing Reaktor*

### 3.6 Metode Pengujian

Metode Uji warna disesuaikan dengan SNI 6989.08:2011 tentang cara uji warna sec Ukur nilai absorbansi larutan standar dengan konsentrasi 50, 100, 150, dan 300 Pt-Co dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 250 nm. Kemudian dilakukan pembuatan kurva kalibrasi yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam penentuan konsentrasi warna. Sampel uji di saring menggunakan kertas saring berpori 0,45  $\mu\text{m}$  untuk mencegah adanya bakteri atau hal lain yang akan mempengaruhi hasil absorbansi. 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

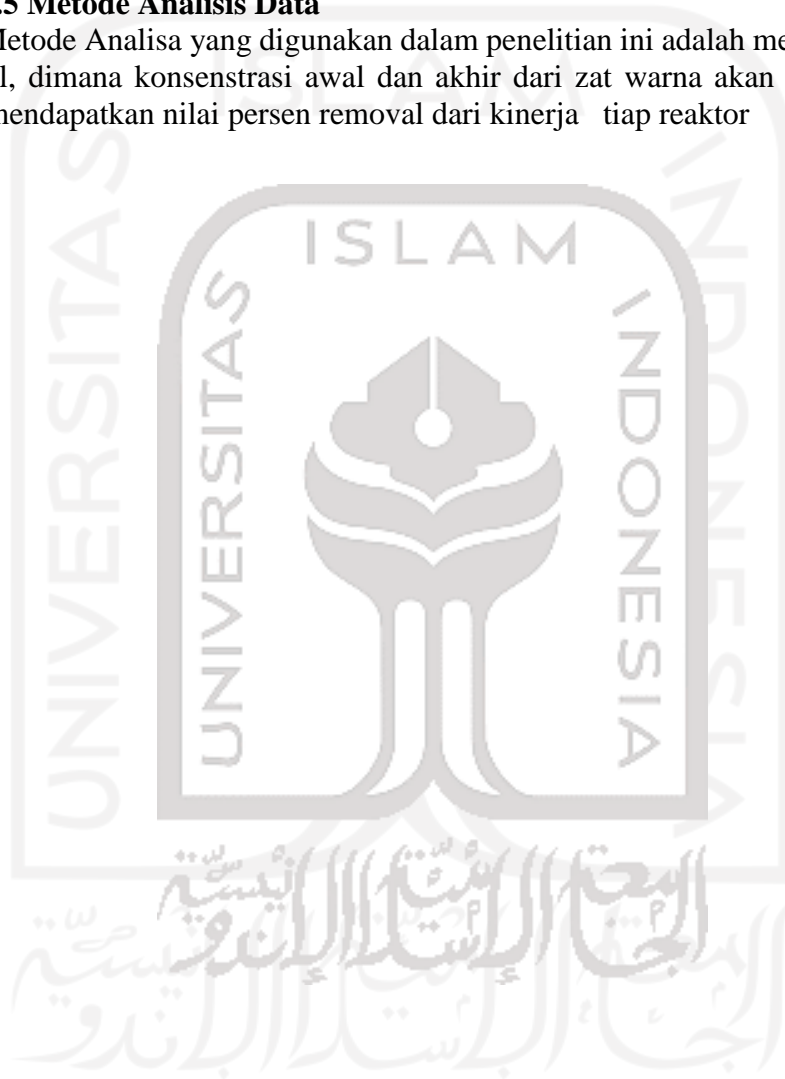
$fp$  = factor pengenceran ara Spektrofotometri.

Setelah didapatkan nilai konsentrasi warna awal sebelum adanya pengolahan dibandingkan dengan konsentrasi zat warna setelah dilakukannya pengolahan air limbah dengan bakteri endofit. 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-Co.

### **3.5 Metode Analisis Data**

Metode Analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode persen removal, dimana konsenstrasi awal dan akhir dari zat warna akan dibandingkan untuk mendapatkan nilai persen removal dari kinerja tiap reaktor

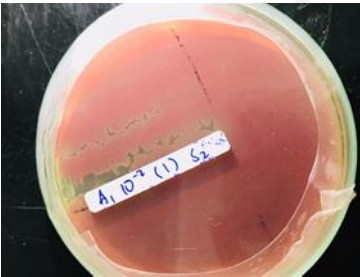



## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

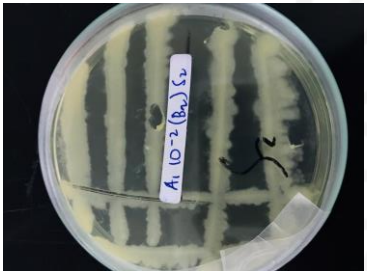
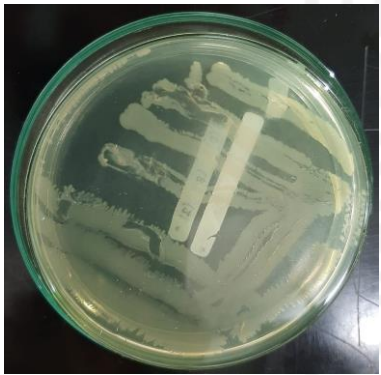
### **4.1 Hasil Morfologi Bakteri**

Pada penelitian ini media yang digunakan adalah Luria Bertani agar, mengikuti petunjuk pada jurnal Shehzadi (2018). Karena seluruh sampel dapat tumbuh dengan baik pada media tersebut sehingga isolasi, pemurnian, dan pengujian sifat fisik bakteri dapat dilakukan dengan baik dan bakteri dapat diidentifikasi (Siburian, 2012). Bakteri endofit dari akar yang berhasil diisolasi dan dimurnikan kemudian diidentifikasi berdasarkan karakteristiknya. Total bakteri yang akan diidentifikasi berjumlah 10 jenis. Sebelumnya bakteri tersebut telah di streak pada cawan petri hingga terbentuk koloni tunggal. Koloni ini kemudian akan diamati karakteristiknya berdasarkan bentuk, Pinggiran, ketinggian, pigmentasi, tekstur dan hasil pewarnaan gramnya. Berikut tabel hasil pengamatan karakteristik dari koloni bakteri :



Tabel 4.1 Hasil Morfologi Bakteri



No	Kode Sampel	Gambar	Bentuk	Pinggiran	Elevasi	Ukuran	Tampilan	Sifat optik	Tekstur	Pigmentasi
1	Ra1		Irregular	Undulate	Raised	Large	Dull	Translucent	Smooth	Pigmented (merah)
2	Ra2		Irregular	Entire	Flat	Moderate	Dull	Translucent	Smooth	Non pigmented (putih)


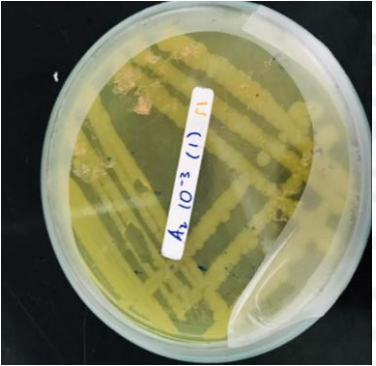


No	Kode Sampel	Gambar	Bentuk	Pinggiran	Elevasi	Ukuran	Tampilan	Sifat optik	Tekstur	Pigmentasi
3	Ra3		Irregular	Undulate	Convex	Moderate	Dull	Translucent	Smooth	Non pigmented (off white)
4	Ra4		Irregular	Lobate	Flat	Moderate	Dull	Tranparant	Smooth	Non pigmented (off white)



No	Kode Sampel	Gambar	Bentuk	Pinggiran	Elevasi	Ukuran	Tampilan	Sifat optik	Tekstur	Pigmentasi
5	Ra5		Filamentous	Lobate	Convex	Small	Glistening	Opaque	Smooth	Pigmented (Merah)
6	Ra6		Circular	Entire	Convex	Moderate	Glistening	Opaque	Smooth	Non pigmented (Putih)

No	Kode Sampel	Gambar	Bentuk	Pinggiran	Elevasi	Ukuran	Tampilan	Sifat optik	Tekstur	Pigmentasi
7	Ra7		Circular	Entire	Raised	Small	Dull	Opaque	Smooth	Pigmented (Kekuningan)
8	Ra8		Irregular	Undulate	Flat	Moderate	Dull	Transparant	Smooth	Non pigmented (kream)

No	Kode Sampel	Gambar	Bentuk	Pinggiran	Elevasi	Ukuran	Tampilan	Sifat optik	Tekstur	Pigmentasi
9	Rb1		Irregular	Undulate	Flat	Moderate	Dull	Translucent	Smooth	Non pigmented (kream)
10	Rb2		Circular	Entire	Convex	Moderate	Glistening	Opaque	Smooth	Pigmented (kuning)

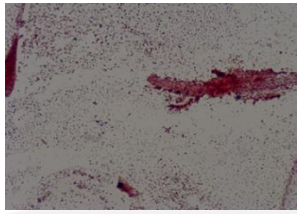
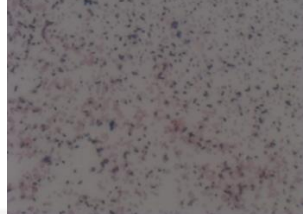
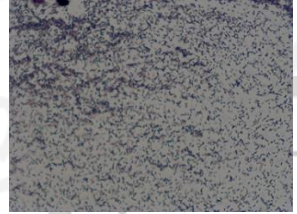

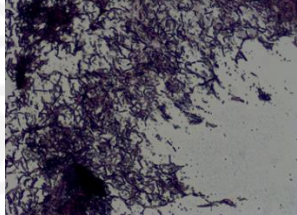
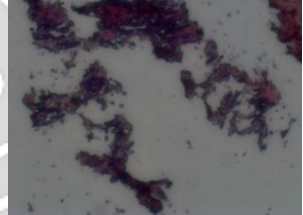

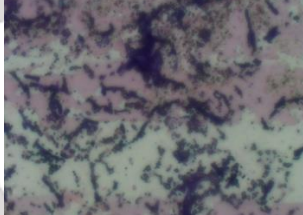
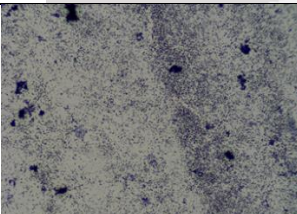
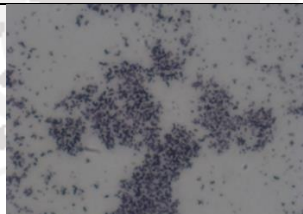
Seluruh bakteri endofit yang berhasil dimurnikan kemudian dikultur pada tabel diatas akan digunakan dalam reaktor. Walaupun ada beberapa bakteri yang sekilas terlihat sama akan tetapi jika amati secara detail maka akan muncul perbedaan karakteristik pada koloni bakteri yang terbentuk. Seperti pada sampel Ra5 dan Ra1 yang berwarna sama yaitu warna merah, akan tetapi dari bentuk koloni, ukuran, tampilan dan sifat optik kedua sampel tersebut sangat berbeda, dimana R1a berbentuk iregular, dengan ukuran besar, tampilan kusam serta tidak tembus cahaya/trankulan, sedangkan Ra5 berbentuk filamen, dengan ukuran lebih kecil, tampilan mengkilap dan sifat optik buram.

Hal tersebut juga terjadi pada sampel lainnya seperti sampel Ra2, Ra3, Ra4, dan Ra6 yang memiliki warna putih yang sama, sampel Ra7 dan Rb2 yang berwarna kuning, serta sampel Ra8 dan Rb1 yang berwarna krem. Walaupun memiliki warna yang sama sampel-sampel tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, oleh karena itu karena setiap sampel dianggap koloni bakteri yang berbeda, maka semua sampel yang didapatkan akan digunakan pada reaktor FTW untuk selanjutnya diamati manakah sampel dengan kemampuan degradasi warna terbesar.


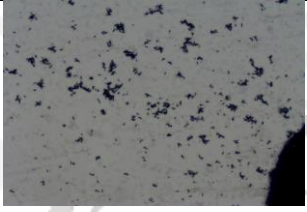
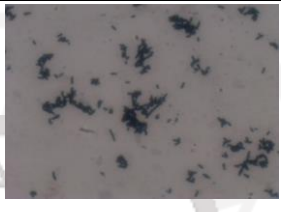
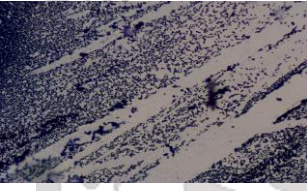
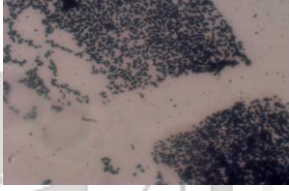
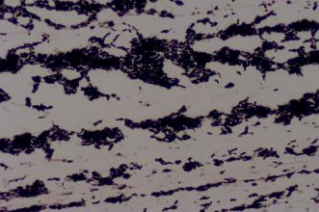
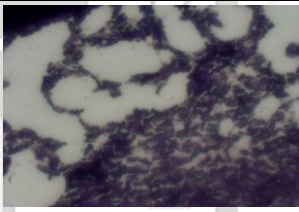
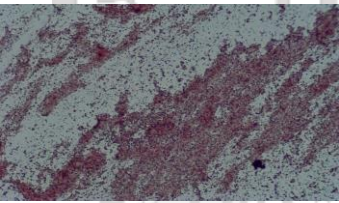
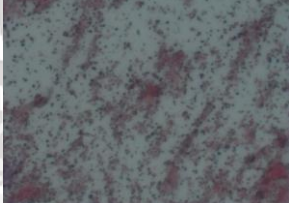
Dibutuhkan pengamatan lebih lanjut pada tingkat bentuk sel dan pewarnaan gram dengan tujuan untuk mengetahui dengan jelas bentuk dan bagian sel dari bakteri dengan mewarnai sel bakteri dengan pewarna asam dan pewarna basa. Selain itu dengan pewarnaan dapat diketahui apakah bakteri bersifat gram negatif atau positif. Berikut hasil pewarnaan gram bakteri:



*Tabel 4.2 Hasil Pewarnaan*

No	Sampel	Perbesaran 40x	Perbesaran 100x	Sifat Gram	Bentuk
1	Ra1			Positif	Coccus
2	Ra2			Negatif	Basil
3	Ra3			Positif	Basil
4	Ra4			Negatif	Coccus
5	Ra5			Positif	Basil



No	Sampel	Perbesaran 40x	Perbesaran 100x	Sifat Gram	Bentuk
6	Ra6			Positif	Basil
7	Ra7			Positif	Basil
8	Ra8			Positif	Coccus
9	Rb1			Positif	Basil
10	Rb2			Negatif	Coccus

Berdasarkan hasil pengamatan kareakteristik dari koloni bakteri didapatkan bahwa terdapat 4 sampel bakteri berbentuk coccus dan 6 sampel bakteri berbentuk basil. Selain itu terdapat 4 koloni bakteri gram negatif dan 9 koloni bakteri gram positif. Jika dikelompokkan maka akan terbentuk 4 kelompok jenis bakteri yaitu kelompok gram positif dengan bentuk basil; Ra3, Ra5, Ra6, Ra7 dan Rb 1, kelompok gram positif dengan bentuk coccus; Ra1 dan Ra8, Kelompok gram

negatif dengan bentuk coccus; Ra4 dan Rb2, dan terakhir bakteri gram negatif dengan bentuk basil; Ra2.

Terlihat jelas bahwa dominasi bentuk bakteri terdapat pada bentuk basil. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Riva (2019), dimana mereka mengekstrak bakteri endofit dari *Phragmites australis* yang digunakan pada *constructed wetland* memiliki potensi menurunkan kadar warna atau azo-dye. Mereka menemukan 80 jenis bakteri endofit yang 41% nya merupakan bakteri dengan bentuk basil dengan pencapaian efisiensi removal zat warna tertinggi yaitu 50%. Dalam hal ini bakteri endofit dengan bentuk basil memiliki potensi lebih besar dalam mendegradasi zat warna

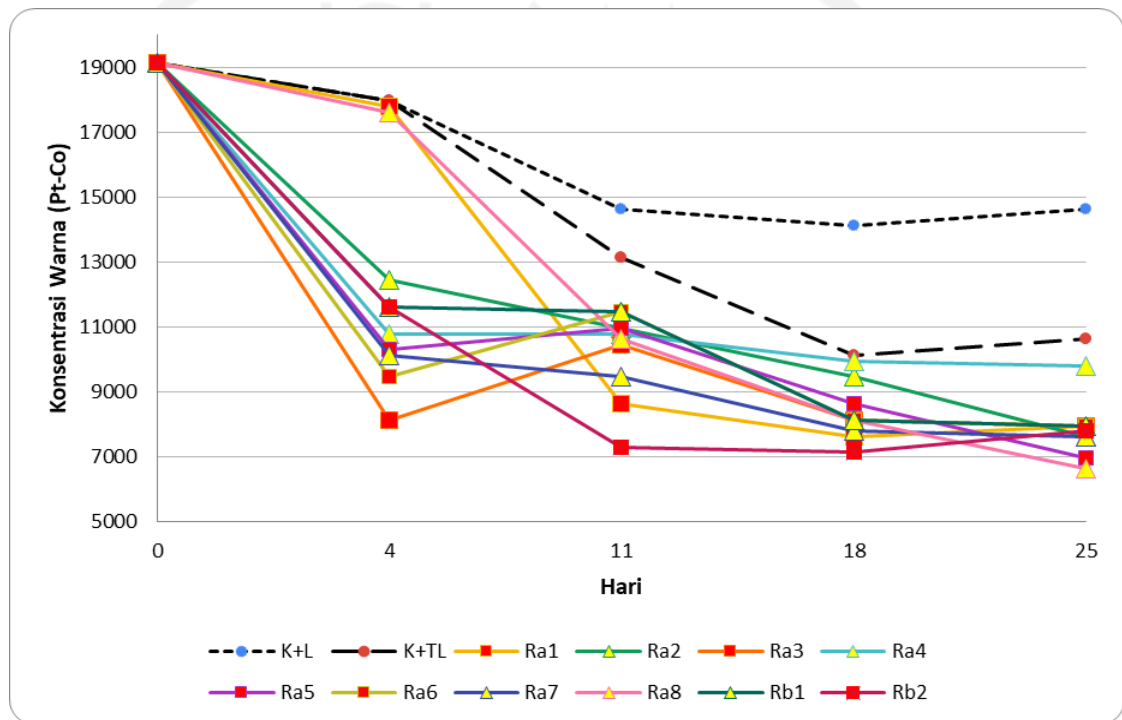
Selain melakukan pengamatan terhadap karakter fisik dan pewarnaan bakteri, dilakukan juga uji *Optical Density* (OD) pada hasil biakan bakteri yang telah diperiksa karakteristiknya. Uji OD ini dilakukan untuk memeriksa apakah biakan bakteri cukup banyak untuk digunakan dalam reaktor. Pengujian OD sendiri menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 $\mu$ m. Hasil pemeriksaan OD diharapkan semakin tinggi karena akan berbanding lurus dengan jumlah bakteri. Berikut hasil pemeriksaan OD bakteri endofit di akar :

Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan OD

No	Kode Sampel	Nilai OD
1	R1a	1.218
2	Ra2	0.868
3	Ra3	1.228
4	Ra4	0.847
5	Ra5	1.359
6	Ra6	1.196
7	Ra7	1.305
8	Ra8	1.112
9	Rb1	1.084
10	Rb2	0.089

## 4.2 Hasil Uji Warna

Pengujian warna dilakukan terhadap limbah cair tenun yang diolah dalam reaktor dengan sistem batch selama 25 hari. Jumlah reaktor yang akan digunakan telah disesuaikan dengan jumlah sampel bakteri, ditambah dengan reaktor untuk kontrol limbah (K+L) dan kontrol limbah dengan tanaman (K T+L). Pengujian warna pada limbah dilakukan pada hari ke-0, hari ke-4, hari ke-11, dan hari ke-25. Data hasil pengujian secara keseluruhan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Hasil Pengujian warna keseluruhan

Berdasarkan grafik di atas penurunan konsentrasi warna terjadi pada seluruh sampel bakteri yang diuji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ada 5 sampel yang mengalami penurunan konsentrasi warna pada setiap interval waktu pengujian, kelima sampel itu adalah Ra2, Ra4, Ra7, Ra8 dan Rb1. Pada hari ke-25, Sampel Ra2 mengalami penurunan dari 19133 Pt-Co menjadi 7633 Pt-Co, sampel Ra4 dari 19133 Pt-Co turun menjadi 9800 Pt-Co, sampel Ra7 dari 19133 Pt-Co turun menjadi 7633 Pt-Co, sampel Ra8 dari 19133 Pt-Co turun menjadi 6633 Pt-Co, dan sampel Rb1 dari 19133 Pt-Co turun menjadi 7967 Pt-Co.

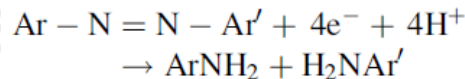
Menurut Sylvia (2005), penurunan konsentrasi dapat terjadi karena proses fitoekstraksi dimana sistem akar tanaman akan menyerap kontaminan yang bersifat toksik pada media tumbuhnya. Kontaminan yang diserap kemudian akan diendapkan atau diakumulasikan pada bagian tanaman, kemudian akar tanaman akan mengeluarkan senyawa seperti eksudat, sekresi, *mucilage*, *mucigel* dan *lysate*



yang menjadi sumber energi bagi bakteri. Proses ini akan memicu kerjasama antara tanaman dan bakteri dalam mendegradasi kontaminan. Saratale (2011) menjelaskan bahwa dalam perannya dalam dekolonisasi limbah, bakteri akan mengeluarkan enzim *azoreductase* yang berfungsi untuk memecah ikatan warna yaitu ikatan kromofor pada pewarna sintetik.

Data tersebut juga menunjukkan bahwa bakteri dapat beradaptasi dengan baik pada reaktor karena aktivitas penurunan konsentrasi warna sesuai dengan fase pertumbuhan bakteri. Fase pertumbuhan bakteri umumnya terdiri dari 4 fase, yaitu fase penyesuaian; fase bakteri beradaptasi terhadap lingkungannya, fase ekponensial; fase dimana terjadi kecepatan maksimum dalam perkembangbiakan dan pertumbuhan bakteri, fase stationer; fase dimana kecepatan pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri mencapai titik terendah, dan fase kematian; fase dimana terjadinya peningkatan kematian populasi bakteri (Tim Mikrobiologi FK Unibraw, 2003).

Menurut Khan (2012), dalam proses degradasi warna oleh mikroorganisme dapat terjadi dua kemungkinan proses; degradasi melalui proses adsorpsi pada biomassa mikroba atau degradasi melalui proses biodegradasi zat warna melalui dinding sel bakteri. Proses adsorpsi disini merujuk pada bioadsorpsi oleh mikroorganisme yang terjadi apabila kondisi media tidak mendukung pertumbuhan populasi bakteri, contohnya jika limbah yang mengandung zat pewarna bersifat toksik. Van der Zee (2005) menjelaskan bahwa proses degradasi zat pewarna azo dilakukan dengan memecah ikatan azo (-N=N-) pada kondisi anaerobic yang menghasilkan larutan tidak berwarna yang mengandung senyawa amine aromatik yang berbahaya. Berikut persamaan reaksinya:



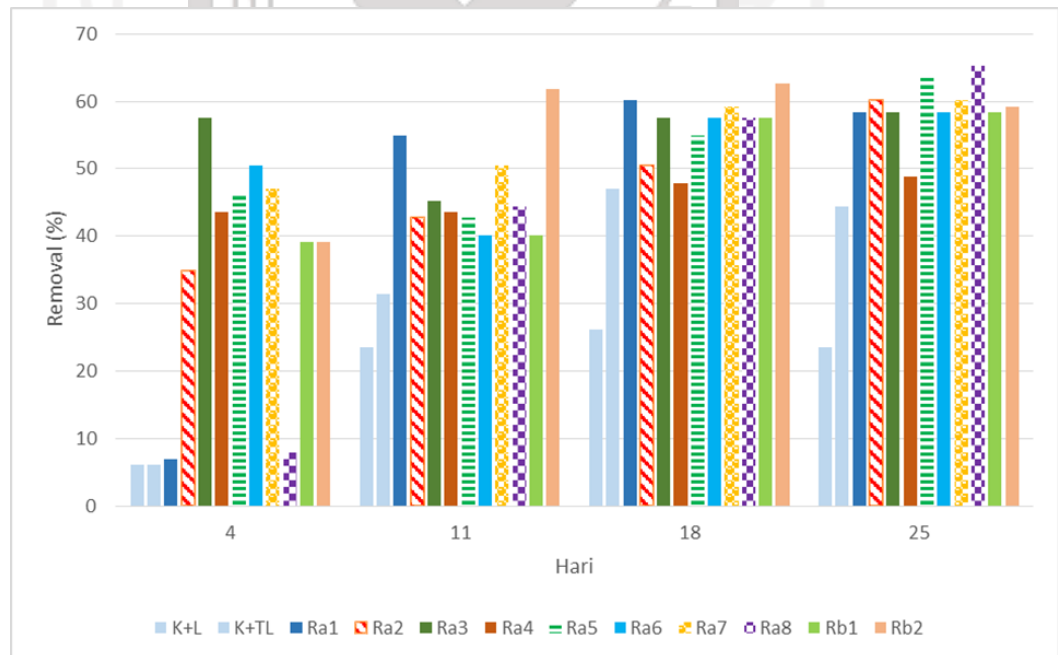
Selanjutnya senyawa amine aromatik tersebut dapat didegradasi pada proses aerobik, dimana hasil pemecahan zat warna digunakan sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan populasi bakteri (Stolz, 2001).

Sedangkan untuk 5 sampel lainnya tetap terjadi penurunan konsentrasi akan tetapi, pada salah satu interval waktu pengujian, konsentrasi warna mengalami kenaikan seperti, pada sampel Ra1 yang telah mengalami penurunan dari 19133 Pt-Co menjadi 7633 Pt-Co di hari ke-18, kemudian terjadi kenaikan konsentrasi menjadi 7967 Pt-Co dihari ke-25. Sampel Ra3 yang telah mengalami penurunan dari 19133 Pt-Co menjadi 8133 Pt-Co dihari ke-4, kemudian terjadi kenaikan konsentrasi menjadi 10467 Pt-Co dihari ke-11, dan turun menjadi 7967 Pt-Co dihari ke-25. Sampel Ra5 yang telah mengalami penurunan dari 19133 Pt-Co menjadi 10300 Pt-Co dihari ke-4, kemudian terjadi kenaikan konsentrasi menjadi 10967 Pt-Co dihari ke-11, dan turun menjadi 6967 Pt-Co dihari ke-25. Sampel Ra6 yang telah mengalami penurunan dari 19133 Pt-Co menjadi 9467 Pt-Co dihari ke-4, kemudian terjadi kenaikan konsentrasi menjadi 11467 Pt-Co dihari ke-11, dan turun menjadi 7967 Pt-Co dihari ke-25. Sampel Rb2 yang telah mengalami penurunan dari 19133 Pt-Co menjadi 7133 Pt-Co dihari ke-19, kemudian terjadi kenaikan konsentrasi menjadi 7800 Pt-Co dihari ke-25.

Sampel Ra3, Ra5 dan Ra6 mengalami kenaikan konsentrasi yang cukup besar pada hari ke-11, sedangkan sampel Ra1 dan Rb2 mengalami kenaikan konsentrasi kecil pada hari ke-25. Menurut Hsueh (2009), salah satu faktor yang dapat mempengaruhi yaitu faktor metabolisme bakteri itu sendiri yang tidak berlangsung dengan baik, karena proses reduksi warna terjadi akibat enzim azoreductase yang dihasilkan oleh bakteri. Zat warna azo yang berperan sebagai sumber karbon bagi bakteri bisa saja tidak sesuai dengan kebutuhan metabolisme bakteri sehingga terjadi gangguan pada proses pemecahan warna dan terjadilah fluktuasi konsentrasi warna.

Pada gambar grafik 4.1 hasil pengujian reaktor kontrol Limbah dan limbah+tanaman menunjukkan penurunan konsentrasi warna, hal itu selaras dengan penjelasan Sylvia (2005) mengenai fitoekstraksi, dimana akar tanaman melakukan penyerapan terhadap kontaminan dalam konteks ini diraikan sebagai konsentrasi warna pada air limbah. Selain itu pada kontrol limbah juga terjadi penurunan konsentrasi warna walaupun tidak ada tanaman maupun bakteri endofit yang diinokulasikan. Hal ini dapat terjadi karena adanya proses fisik seperti pengendapan dan paparan sinar matahari yang menyebabkan fotodegradasi (Rofifah, 2018).

### 4.3 Kemampuan Removal Warna



*gambar 4.4 Diagram Persen Removal Sampel*

Pada diagram tersebut sampel yang ditandai dengan pola menandakan bahwa sampel tersebut memiliki kemampuan removal  $\geq 60\%$ , sampel tersebut adalah Ra2

dengan persen removal 60%, Ra5 dengan persen removal 64% , Ra7 dengan persen removal 60% dan Ra8 dengan persen removal tertinggi yaitu 65%. Hal ini dapat menunjukkan bahwa sampel Ra8 memiliki kemampuan lebih unggul dalam mereduksi konsentrasi warna dalam jangka waktu 25 hari dan memiliki pola penurunan signifikan yang semakin mendukung kemampuannya dalam mereduksi kadar warna.





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

1. Berdasarkan hasil isolasi dan kultur didapatkan 10 jenis bakteri yang akan digunakan pada reaktor yaitu; Ra1 yang berbentuk coccus dan bergram positif, Ra2 berbentuk basil dan bergram negatif, Ra3 berbentuk basil dan bergram positif, Ra4 berbentuk coccus dan bergram negatif, Ra5 berbentuk basil dan bergram positif, Ra6 berbentuk basil dan bergram positif, Ra7 berbentuk basil dan bergram positif, Ra8 berbentuk coccus dan bergram positif, Rb1 berbentuk basil dan bergram positif dan Rb2 berbentuk coccus dan bergram negatif.
2. Degradasi warna oleh bakteri endofit dengan efisiensi removal tertinggi dicapai oleh sampel Ra8 yaitu sebesar 65%, diikuti oleh Ra5 sebesar 64%, serta sampel Ra2 dan Ra7 sebesar 60%.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi bakteri endofit untuk mengetahui jenis dan karakteristik bakteri secara spesifik.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pertumbuhan bakteri dan pengaruhnya terhadap tanaman untuk mengetahui jika ada hubungan yang dapat meningkatkan kemampuan mereduksi warna
3. Saran untuk penelitian selanjutnya agar menambah waktu running reaktor untuk memperjelas kemampuan bakteri dalam mereduksi warna.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, Imran., dkk. 2019. Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. *Microbiological Research*. Volume 221. Pages 36-49
- Costa, Leonardo E., dkk. 2012. Isolation and characterization of endophytic bacteria isolated from the leaves of the common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Brazilian Journal of Microbiology*. Vol.43 (4). Hal 156-1575.
- Didirmus, T. Boleng, M.Kes. 2015. *Bakteriologi; Konsep-konsep Dasar*. Malang: Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang
- Eropean Environmental Agency. 2019. *Textile Waste*. INF-123-en Published.
- Hardoim, P.,R. 2008. The Hidden World within Plants: Ecological and Evolutionary Considerations for Defining Functioning of Microbial Endophytes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 79(3):293-320
- Hsueh, C. C., Chen, hefni B.Y., dan Yen, C.Y., 2009. Understanding Effects of, Chemical Stucture on Azo Dye Decolorization Characteristics by *Aeromonas hydrophilia*. *J Hazard Materials*. 167: 995 – 1001
- Hussain, Zahid., dkk. 2018. Integrated perspectives on the use of bacterial endophytes in horizontal flow constructed wetlands for the treatment of liquid textile effluent: Phytoremediation advances in the field. *Journal of Environmental Management* 224. hal 387–395.
- Ijaz, A., Shabir, G., Khan, Q.M., Afzal, M., 2015. Enhanced remediation of sewage effluent by endophyte-assisted floating treatment wetlands. *Ecol. Eng.* 84. Hal 58-66.
- Kementrian Perindustrian. 2019. *Laporan Kinerja Kementrian Perindustrian 2019*. Kementrian perindustrian; Indonesia.
- Khan and Joergensen. 2009. Changes in microbial biomass and P fractions in biogenic household waste compost amended with inorganic P fertilizers. *Bioresour. Technol.*, 100 (2009), pp. 303-309
- Khan, Razia., dkk. 2012. Microbial decolorization and degradation of syntetic dyes: a review. *Rev Environ Sci Biotechnol*. 12:75-97
- Khan, S., A. Malik. 2017. Toxicity evaluation of textile effluents and role of native soil bacterium in biodegradation of a textile dye. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 25, pp. 4446-4458



Kishor, R., R. N. Bharagava, and G. Saxena. "Industrial wastewaters: the major sources of dye contamination in the environment, ecotoxicological effects, and bioremediation approaches." *Advances in environmental management*, 1st edn. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton (2018): 1-25.

Kishor, Roop., dkk. 2021. Ecotoxicological and health concerns of persistent coloring pollutants of textile industry wastewater and treatment approaches for environmental safety. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. Volume 9, Issue 2.

Miliute et al. 2015. Bacterial endophytes in agricultural crops and their role in stress tolerance: a review

Poonam, Ranga., dkk. 2014. Bacterial degradation and decolorization of textile dyes by newly isolated *Lysobacter* sp. *African Journal of Microbiology Research* 9(14):979-987.

Riva, Valentina., dkk. 2019. Root bacteria recruited by *Phragmites australis* in constructed wetlands have potential to enhance azo-dye phytodegradation. *Journals of Microorganisms*. Volume 7. Issue 10. Hal 384

Rofifah, Khonsa dan Harmin, ST. 2018. Pengolahan Air Limbah Tekstil Menggunakan Tanam Air dan Bioremediasi Bakteri. *Jurnal Purifikasi*. Institut teknologi Sepuluh Nopember. Vol 18. No 1. Hal 29-38

Santoyo, G., G. Moreno-Hagelsieb, M. del Carmen Orozco-Mosqueda, B.R. Glick. Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiol. Res.*, 183 (2016), pp. 92-99

Saratale, R.G., Saratale, G.D., Chang, J.S., dan Govindwar, S.P. (2011). "Bacterial decolorization and degradation of azo dyes: A review". *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 42, 1:138-157.

Shenzadi, Maryam., dkk. 2014. Enhanced degradation of textile effluent in constructed wetland system using *Typha domingensis* and textile effluent-degrading endophytic bacteria. *Water Research* 58. Hal 152-159.

Shenzadi, Maryam., dkk. 2015. Ecology of bacterial endophytes associated with wetland plants growing in textile effluent for pollutant-degradation and plant growth-promotion potentials. *Plant Biotechnology*.

Siburian, E.T.P., Dewi, P., Kariada, N. (2012). Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Pertumbuhan Bakteri. *Unnes Journal of Life Science*. 2(1):25-30.



Sivaram., N.M., dkk. 2018. Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation; Toxic Waste From Textile Industries. Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Puducherry, Karaikal, U.T. of Puducherry, India ZEMDIRBYSTE-AGRICULTURE, 102 (2015), pp. 465-478

Stolz A (2001) Basic and applied aspects in the microbial degradation of azo dyes. *Appl Microbiol Biotechnol* 56:69–80

Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J, Hartel, P.G., dan Zuberer, D.A. (2005). "Principles and Applications of Soil Microbiology". Technische Universitat Darmstadt.

Tara, Nain., dkk. 2019. On-site performance of floating treatment wetland macrocosms augmented with dye-degrading bacteria for the remediation of textile industry wastewater. *Journal of Cleaner Production* 217. Hal 541-548.

Tim Mikrobiologi FK UnBraw. 2003. *Bakterologi Medik*. Malang : Banyumedia Publishing.

Van der Zee FP, Villaverde S (2005) Combined anaerobic– aerobic treatment of azo dyes—a short review of bioreactor studies. *Water Res* 39:1425–1440

Vymazal, J. 2005. Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater treatment. *Ecol. Eng.*, 25 (5) , pp. 478-490

Wang, P., dan G.Q. Chen. 2017. Contaminant transport in wetland flows with bulk degradation and bed absorption *J. Hydrol.*, 552 (2017), pp. 674-683.

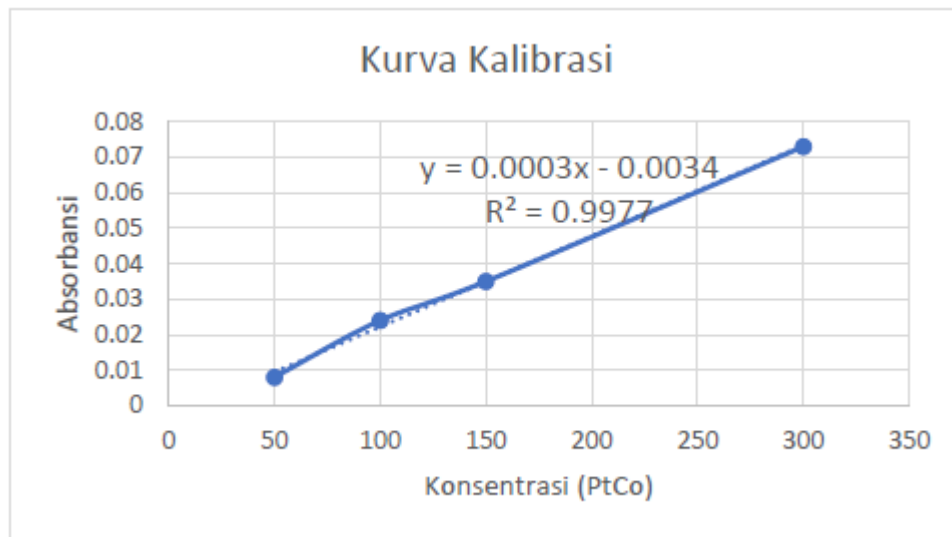


*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN

### Kalibrasi Larutan Standar

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 jugamenentukan apakah limbah cair tersebut sudah diolah dengan baik atau belum. Saat reaktor di running dihari yang sama sampel dari reactor diambil untuk menghitung konsentrasi parameter warna hari ke-0. Sebelum melakukan pengujian, dilakukan perhitungan kurva kalibrasi dengan menggunakan larutan standar konsentrasi 50, 100, 150, dan 300 Pt-Co dimana didapatkan regresi linear  $r > 0,995$  yaitu 0,997. Berikut grafik kalibrasi yang didapatkan:



## 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.

- 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 < 1.000	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,

ttt.

KRISNA RYA





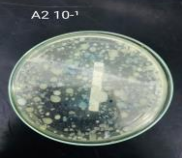
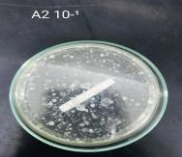
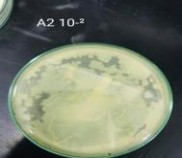

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN  
KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA,



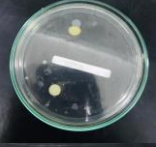
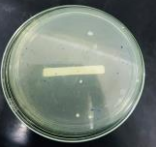




ttt.

SITI NURBAYA

## Dokumentasi

a. Bakteri Induk

SAMPEL	PENGECERAN	GAMBAR
A1	$10^{-1}$	
	$10^{-1}$	
	$10^{-2}$	
	$10^{-2}$	
A2	$10^{-1}$	
	$10^{-1}$	
	$10^{-2}$	
	$10^{-2}$	

SAMPEL	PENGECERAN	GAMBAR
A1	10 <sup>-3</sup>	A1 10 <sup>-3</sup> 
	10 <sup>-3</sup>	A1 10 <sup>-3</sup> 
	10 <sup>-4</sup>	A1 10 <sup>-4</sup> 
	10 <sup>-4</sup>	A1 10 <sup>-4</sup> 
A2	10 <sup>-3</sup>	A2 10 <sup>-3</sup> 
	10 <sup>-3</sup>	A2 10 <sup>-3</sup> 
	10 <sup>-4</sup>	A2 10 <sup>-4</sup> 
	10 <sup>-4</sup>	A2 10 <sup>-4</sup> 



## RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Chaerisa Noor Fadilla  
Tempat dan Tanggal Lahir : Soroako, 5 September 1999  
Status Anak : Anak ke-1 dari 2 bersaudara  
Nama Bapak : Saronno  
Nama Ibu : Sri Astuti  
Pendidikan Penulis : - SD Negeri 1 Ampana Kota (2005-2011)  
- SMP Negeri 1 Ampana Kota (2011-2014)  
- MAN Insan Cendekia Gorontalo (2014-2017)  
- Universitas Islam Indonesia (2017- sekarang)

Kegiatan diluar akademik :  
- Staff Departemen Kewirausahaan LDF Al Mustanir 2018/2019