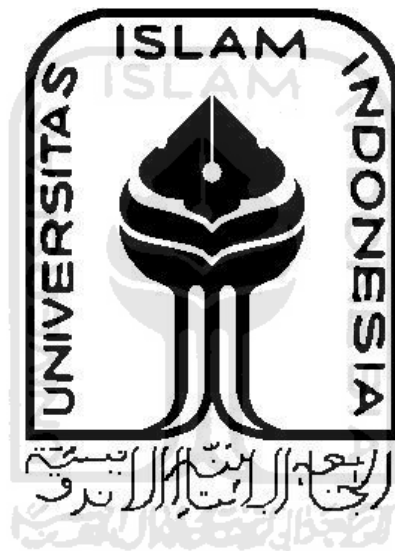


TA/TL/2020/1236

**TUGAS AKHIR**  
**PERUBAHAN PARAMETER FISIKA PADA**  
**PROSES BIODEGRADASI LIMBAH TENUN OLEH**  
**BAKTERI *INDIGENOUS***

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



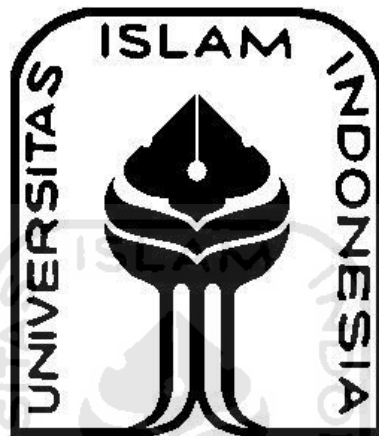
**SHONIA DWI RATNASARI**  
**16513131**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2020**



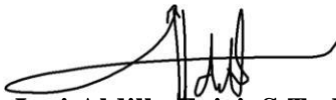
**TUGAS AKHIR**  
**PERUBAHAN PARAMETER FISIKA PADA PROSES**  
**BIODEGRADASI LIMBAH TENUN OLEH BAKTERI**  
***INDIGENOUS***


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



**SHONIA DWI RATNASARI**  
**16513131**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

  
**Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.**  
**NIK. 165131306**  
Tanggal: 12 November 2020

  
**Dr. Eng. Awa'uddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.**  
**NIK. 095130403**  
Tanggal: 5 November 2020

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

  
**Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.**  
**NIK. 025100406**  
Tanggal: 16 November 2020



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERUBAHAN PARAMETER FISIKA PADA  
PROSES BIODEGRADASI LIMBAH TENUN OLEH  
BAKTERI *INDIGENOUS***

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Jumat  
Tanggal : 2 Oktober 2020

Disusun Oleh:

**SHONIA DWI RATNASARI  
16513131**

**Tim Penguji :**

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

(  )

**Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, 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, 20 Juli 2020

Yang membuat pernyataan,



**Shonia Dwi Ratnasari**

NIM: 16513131





## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Desember 2019 ini ialah **Perubahan Parameter Fisika pada Proses Biodegradasi Limbah Tenun oleh Bakteri Indigenous.**

Penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi mahasiswa Program S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapat semangat, dukungan, dorongan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT dengan segala rahmat serta karunia-Nya yang memberikan kekuatan bagi peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
2. Kepada kedua orang tua tercinta Ibu Sri Indarwati dan Bapak Minoto, serta kakak-kakak saya Agung Pulung Indarto dan Dinda Arya Arwanda yang selama ini telah membantu peneliti dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat baik moril maupun materil, serta doa yang tidak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
3. Kepada Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada peneliti, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan,
4. Kepada Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan dan semangat kepada peneliti, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan,
5. Kepada Ibu Dewi Wulandari, S. Hut., M. Agr., Ph. D, selaku dosen penguji yang selalu memberikan bimbingan, arahan dan semangat kepada peneliti, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan,
6. Kepada Bapak Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan arahan dan masukan sejak awal perkuliahan hingga akhir masa studi,
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam penyelesaian tugas akhir ini,
8. Seluruh laboran dari Laboratorium Kualitas Lingkungan atas seluruh bantuan selama penelitian di laboratorium,
9. Irfan Noor Pambudi, Afafun Nafisah, Itsna Maulidya, Zakia Ganjarrina Siwi, M. Askuroini, M. Ismail dan M. Akbar Ardhiansyah selaku kelompok tugas akhir yang telah berjuang bersama dalam penelitian maupun penyusunan laporan tugas akhir ini,
10. Teman terdekat Zada Syahna Haditama yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuan selama penyusunan laporan tugas akhir ini,
11. Teman teman di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Angkatan 2016 yang telah

bersama-sama berjuang baik selama kuliah maupun dalam kehidupan sehari-hari, semoga persaudaraan ini selalu terjaga,

12. Mbak lisa dan mbak dina selaku kakak tingkat yang selalu memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
13. Devy Nur Adiana, Heppy Fani Krismaningrum, Devy Arum Sari, Elisa Nadia Arinta selaku sahabat yang selalu memberikan dukungan dan hiburan disaat rehat dari penelitian tugas akhir,
14. Keluarga besar KKN UII Desa Wonodadi, Kecamatan Buayan, Kabupaten Kebumen, khususnya unit 112 (Zada Syahna Haditama, Rizki, Fairus, Alfreda, Arif Wasiludin dan Utami Sariningrum) yang telah memberikan semangat dan hiburan disaat rehat dari penelitian tugas akhir ini,
15. Pihak-pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat berbagai kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengahrapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat ditindaklanjuti dengan pengimplementasian.



Yogyakarta, 20 Juli 2020

*Shonia Dwi Ratnasari*

## ABSTRAK

Shonia Dwi Ratnasari. *Perubahan Parameter Fisika pada Proses Biodegradasi Limbah Tenun oleh Bakteri Indigenous. Dibimbing oleh Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. dan Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.*

Industri tenun Troso di Kabupaten Jepara mengalami peningkatan setiap tahunnya. Semakin tinggi permintaan tekstil tenun, dapat menyebabkan peningkatan yang seimbang antara produksi dan limbah produksi. Berdasarkan uji karakteristik limbah cair tenun Troso kandungan *Total Suspended Solid* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan fenol melebihi ambang batas baku mutu yang dipersyaratkan. Oleh karenanya, pengolahan secara biologis menggunakan mikroorganisme dengan memanfaatkan bakteri pengurai (biodegradasi) dalam pengolahan limbah tenun menjadi alternatif yang sederhana dan ekonomis. Bakteri *indigenous* dipilih sebagai bakteri pendegradasi dikarenakan bakteri tersebut secara alami hidup bebas di alam yang berasal dari habitatnya sendiri, sehingga bakteri dapat tumbuh dan berkembangbiak dengan mudah karena tidak perlu menyesuaikan diri lagi dengan lingkungannya. Dalam penentuan pendegradasian senyawa organik oleh bakteri *indigenous*, maka terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya parameter fisik seperti, suhu, pH, daya hantar listrik dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Pada penelitian ini parameter pH dan TDS cenderung mengalami penurunan. Sedangkan parameter suhu dan daya hantar listrik cenderung konstan dan fluktuatif. Adapun bakteri NA T2 C2 yang berasal dari tanah yang ditanami talas (*Colocasia esculenta*) dan bakteri B7 A1 yang berasal dari tanah yang ditanami rumput jariji memiliki potensi dalam proses biodegradasi yang cukup baik dibandingkan dengan bakteri lainnya.

Kata kunci: Biodegradasi, DHL, *Indigenous*, pH, suhu, TDS, Troso

## ABSTRACT

Shonia Dwi Ratnasari. *Change of Physical Parameters in Biodegradation Process by Indigenous Bacteria in Weaving Wastewater. Supervised by Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. and Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.*

*Troso weaving industry in Jepara has increased every year. The higher demand for woven textiles can cause a balanced increase between production and production waste. Based on the test of Troso woven wastewater characteristics, the Total Suspended Solid (TSS), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) and phenol contents exceed the required quality standards. Therefore, biological treatment using microorganisms by utilizing decomposing bacteria (biodegradation) in the processing of weaving waste becomes a simple and economical alternative. Indigenous bacteria are chosen as degrading bacteria because these bacteria naturally live freely in nature originating from their own habitat, so that bacteria can grow and multiply easily because they do not need to adjust to their environment. In determining the degradation of organic compounds by indigenous bacteria, there are several factors that need to be considered including physical parameters such as temperature, pH, electrical conductivity and Total Dissolved Solid (TDS). In this study, pH and TDS parameters tended to decrease. Temperature and electrical conductivity parameters tend to be constant and fluctuating. Meanwhile, NA T2 C2 bacteria originating from soil planted with talas (*Colocasia esculenta*) and B7 A1 bacteria from soil planted with Jariji grass have the potential for biodegradation process which is quite good compared to other bacteria.*

*Keywords: Biodegradation, electrical conductivity, Indigenous, pH, temperature, TDS, Troso*

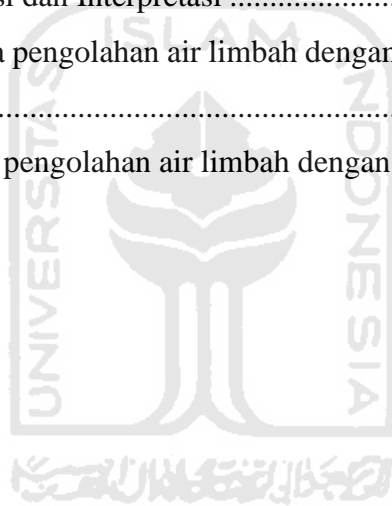
## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Industri Tenun Troso.....	5
2.2 Proses Pembuatan Tenun Troso.....	5
2.3 Limbah Cair Tenun Troso.....	6
2.4 Biodegradasi.....	7
2.5 Bakteri <i>Indigenous</i> .....	8
2.6 Isolasi Bakteri.....	10
2.7 Parameter Fisika.....	10
2.7.1 Suhu.....	10
2.7.2 pH.....	11
2.7.3 <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	11
2.7.4 Daya Hantar Listrik (DHL).....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	15
3.2 Metode Penelitian.....	15
3.3 Sampling.....	16
3.4 Isolasi Bakteri <i>Indigenous</i> .....	17
3.4.1 Identifikasi Bakteri.....	18
3.4.2 Kulturasasi Bakteri.....	18
3.5 Pembuatan Reaktor Limbah Skala Laboratorium.....	20

3.6 <i>Running</i> Reaktor .....	20
3.7 Pengolahan dan Analisis Data .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
4.1 Morfologi Bakteri <i>Indigenous</i> .....	23
4.2 Karakteristik Parameter Fisika .....	24
4.2.1 Karakteristik Parameter Suhu .....	25
4.2.2 Karakteristik Parameter pH .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3 Karakteristik Parameter TDS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4 Karakteristik Parameter DHL .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3 Korelasi antara Parameter pH dan DHL .....	36
4.3.1 Korelasi antara Parameter pH dan DHL pada Reaktor Kontrol .....	36
4.3.2 Korelasi antara Parameter pH dan DHL pada Bakteri NA T4 B3 .....	38
4.3.2 Korelasi antara Parameter pH dan DHL pada Bakteri B7 A1 .....	40
4.3.3 Korelasi antara Parameter pH dan DHL pada Bakteri NA T2 C2 .....	42
4.4 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL .....	44
4.4.1 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL pada reaktor kontrol .....	44
4.4.2 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL pada bakteri NA T4 B3 .....	45
4.4.3 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL pada bakteri B7 A1 .....	48
4.4.4 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL pada bakteri NA T2 C2 .....	49
4.5 Pengaruh Variasi Beban Limbah terhadap Kinerja Bakteri .....	51
BAB V KESIMPULAN .....	53
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....	55
LAMPIRAN .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Penggunaan Isolat <i>Indigenous</i> Pada Pengendalian Badan Air Tercemar .....	8
Tabel 3. 1 Hasil Pengukuran <i>Optical Density</i> (OD).....	19
Tabel 3.2 Jadwal Pengujian Parameter.....	20
Tabel 4. 1 Sumber bakteri indigenous pada tanah.....	23
Tabel 4.2 Ciri-ciri Morfologi pada Koloni Bakteri <i>Indigenous</i> yang Terpilih.....	24
Tabel 4. 3 Karakteristik Koloni Bakteri <i>Indigenous</i> .....	25
Tabel 4. 4 Nilai Korelasi dan Interpretasi .....	51
Tabel 4. 5 Nilai R <sup>2</sup> pada pengolahan air limbah dengan bakteri indigenous .....	52
Tabel 4. 6 Nilai R pada pengolahan air limbah dengan bakteri indigenous.....	52







## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pewarnaan .....	5
Gambar 2.2 Proses pengeringan.....	6
Gambar 3. 1 Kondisi sungai di sekitar industri tenun Troso.....	15
Gambar 3. 2 Alur pengerjaan penelitian .....	16
Gambar 3. 3 Pengambilan sampel air limbah.....	17
Gambar 3. 4 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah .....	17
Gambar 3. 5 Tahapan Kulturisasi Bakteri.....	19
Gambar 3.6 Reaktor Skala Laboratorium.....	20
Gambar 4. 1 Grafik suhu pada konsentrasi 25% .....	Er
<b>ror! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.2 Grafik suhu pada konsentrasi 50% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.3 Grafik suhu pada konsentrasi 75% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.4 Grafik suhu pada konsentrasi 100% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.5 Grafik pH pada konsentrasi 25% ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.6 Grafik pH pada konsentrasi 50% ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.7 Grafik pH pada konsentrasi 75% ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.8 Grafik pH pada konsentrasi 100% . <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.9 Grafik TDS pada konsentrasi 25% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.10 Grafik TDS pada konsentrasi 50% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.11 Grafik TDS pada konsentrasi 75% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.12 Grafik TDS pada konsentrasi 100% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.13 Grafik DHL pada konsentrasi 25% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.14 Grafik DHL pada konsentrasi 50% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.15 Grafik DHL pada konsentrasi 75% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4.16 Grafik DHL pada konsentrasi 100% <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 4. 17 Korelasi antara pH dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 25% .....	36
Gambar 4. 18 Korelasi antara pH dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 50% .....	37
Gambar 4. 19 Korelasi antara pH dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 75% .....	37
Gambar 4. 20 Korelasi antara pH dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 100% .....	37
Gambar 4. 21 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 25% .....	38
Gambar 4. 22 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 50% .....	38
Gambar 4. 23 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 75% .....	39

Gambar 4. 24 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 100% .....	39
Gambar 4. 25 Korelasi antara pH dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 25% .....	40
Gambar 4. 26 Korelasi antara pH dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 50% .....	41
Gambar 4. 27 Korelasi antara pH dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 75% .....	41
Gambar 4. 28 Korelasi antara pH dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 100% .....	41
Gambar 4. 29 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 25% .....	42
Gambar 4. 30 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 50% .....	42
Gambar 4. 31 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 75% .....	43
Gambar 4.32 Hubungan antara pH dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 100% .....	43
Gambar 4. 33 Korelasi antara TDS dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 25% .....	44
Gambar 4. 34 Korelasi antara TDS dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 50% .....	44
Gambar 4. 35 Korelasi antara TDS dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 75% .....	44
Gambar 4. 36 Korelasi antara TDS dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 100% .....	44
Gambar 4. 37 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 25% .....	46
Gambar 4. 38 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 50% .....	46
Gambar 4. 39 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 75% .....	47
Gambar 4. 40 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 100% .....	47
Gambar 4. 41 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 25% .....	48
Gambar 4. 42 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 50% .....	48
Gambar 4. 43 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 75% .....	48
Gambar 4. 44 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 100% .....	49
Gambar 4. 45 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 25% .....	49
Gambar 4. 46 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 50% .....	50
Gambar 4. 47 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 75% .....	50

Gambar 4. 48 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 100% ..... 50



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu industri manufaktur terbesar baik di Indonesia maupun di dunia. Tekstil merupakan bahan atau material yang dibuat dari proses penenunan benang. Industri tekstil telah berkembang setiap tahunnya sebesar 0,85% (Christian dkk, 2007). Tekstil tenun merupakan salah satu dari industri tekstil yang berkembang pesat. Salah satu daerah yang mengembangkan industri tekstil tenun adalah Kabupaten Jepara yang biasa dikenal dengan Tenun Troso yang berada di Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Berdasarkan data Bappeda tahun 2012 unit usaha tenun troso terus meningkat, jumlah usaha tenun troso sekitar 435 unit, sedangkan data BPS Kabupaten Jepara pada tahun 2015 unit usaha tenun troso mencapai 724 unit, sehingga mengalami peningkatan 66,44% bila dibandingkan tahun 2012.

Semakin tinggi permintaan tekstil tenun, dapat menyebabkan peningkatan yang seimbang antara produksi dan limbah produksi. Pencemaran yang terjadi di Desa Troso diakibatkan oleh limbah cair yang dihasilkan dari proses pewarnaan benang dan kain yang menggunakan bahan kimia seperti *caustic soda*, senyawa *amorf*, *naftol*, *hidro sulfite*, klorin, klorida dan lain-lain. Berdasarkan uji karakteristik limbah cair tenun troso mengandung *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 520 mg/L, kromium total 0,003 mg/L, *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 1935 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 5593 mg/L, fenol sebesar 2,348 mg/L dan pH sebesar 8 (Nuha dkk, 2016). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, kandungan maksimum yang diperkenankan untuk BOD sebesar 60 mg/L, COD sebesar 150 mg/L, TSS sebesar 50 mg/L, fenol sebesar 0,5 mg/L dan kromium total sebesar 1 mg/L. Sehingga dari data tersebut sesuai dengan peraturan yang berlaku, kandungan TSS, BOD, COD dan fenol melebihi ambang batas baku mutu yang dipersyaratkan.

Di Desa Troso sendiri sudah dibangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) namun tidak dimanfaatkan dengan efisien dikarenakan IPAL bersifat *top down* sehingga masyarakat merasa tidak dilibatkan dan tetap membuang limbah ke sungai. Hal tersebut tentunya akan berdampak pada lingkungan, terutama pada ekosistem air bila limbah cair dibuang secara langsung ke sungai maupun ke laut tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Adapun kandungan dari limbah tekstil adalah zat pewarna sintesis yang mana dapat merusak ekosistem air, menimbulkan kekeruhan yang dapat menghalangi cahaya matahari untuk fotosintesis dan juga menimbulkan efek karsinogen dan mutagenik. Selain zat warna, kandungan lain dari limbah tekstil tersebut sukar larut atau sukar diuraikan, seperti amonia, garam dan logam berat.

Pembuangan limbah pewarna tekstil tidak hanya berdampak pada perairan (berubahnya warna air sungai) namun juga pada pertanian, dibuktikan dengan warna tanaman padi yang mendapat pengairan dari air yang tercemar air limbah berubah menjadi sedikit lebih menguning. Selain itu, bau yang tidak sedap dari

limbah pewarna tekstil juga sangat mengganggu masyarakat sekitar (Wasiyanto, 2004).

Menurut Sugiharto (2008), efek dari air buangan yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan seperti, menimbulkan bau yang tidak sedap, menimbulkan kerusakan pada benda atau bangunan, merusak keindahan (estetika) dan juga menyebabkan berbagai penyakit sehingga membahayakan kesehatan manusia. Logam berat yang terdapat pada limbah tenun seperti cadmium (Cd) dapat berdampak pada kesehatan masyarakat, diantaranya menyebabkan penyakit paru-paru, hati, tekanan darah tinggi, gangguan pada sistem ginjal dan kelenjar pencernaan serta mengakibatkan kerapuhan pada tulang (Rohayati dkk, 2017).

Dalam mengatasi tingkat pencemaran yang disebabkan oleh adanya limbah tekstil terdapat berbagai macam pengolahan baik fisika, kimia maupun biologi. Limbah tekstil memiliki karakteristik alkalinitas, padatan tersuspensi (*Suspended Solid*), suhu dan *Biochemical oxygen demand* (BOD) yang tinggi. Ditinjau dari bahan baku dan bahan penolong dalam proses pembuatan tekstil, limbah yang dihasilkan mengandung konsentrasi BOD yang tinggi. Oleh karenanya, pengolahan secara biologis menggunakan mikroorganisme dengan memanfaatkan bakteri pengurai (biodegradasi) dalam pengolahan limbah tekstil menjadi alternatif yang sederhana dan ekonomis karena pengurangan penggunaan bahan kimia.

Menurut Cheremisinoff (1996) biodegradasi didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi senyawa organik oleh mikroorganisme, baik di tanah, perairan, atau pada instalasi pengolahan air limbah. Biodegradasi terjadi karena bakteri dapat melakukan metabolisme zat organik melalui sistem enzim untuk menghasilkan karbon dioksida, air, dan energi. Energi digunakan untuk sintesis, motilitas, dan respirasi. Peran aktifitas bakteri sebagai pengurai (degradasi) senyawa organik sehingga terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya bagi kehidupan perairan. Senyawa organik yang terdapat dalam limbah seperti protein, karbohidrat dan lemak dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk menghasilkan energi. Menurut Goel (2010) kelebihan dari proses biologis anaerobik adalah tidak mengeluarkan banyak *sludge* dan juga dapat mendegradasi warna air limbah tekstil sebesar 99,4%. Keuntungan lainnya adalah *yield biomass* untuk proses anaerob lebih rendah dibanding sistem aerob, aerasi tidak diperlukan sehingga biaya dan pemakaian energi rendah. Sedangkan kelemahannya adalah menimbulkan bau yang tidak sedap dari gas H<sub>2</sub>S yang dihasilkan.

Bakteri *indigenous* merupakan bakteri yang secara alami hidup bebas di alam yang berasal dari habitatnya sendiri, sehingga bakteri dapat tumbuh dan berkembangbiak dengan mudah karena tidak perlu menyesuaikan diri lagi dengan lingkungannya (Arief dkk, 2010). Bakteri *indigenous* bekerja sebagai agen bioremediasi limbah, agen pengendali hayati tanaman, penghasil antibiotik, pelarut fosfat penghasil enzim-enzim potensial yang pemanfaatannya dapat digunakan dalam berbagai macam bidang industri (Batubara dkk, 2015). Sehingga dalam penentuan pendegradasian senyawa organik oleh bakteri *indigenous*, maka terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya parameter fisika seperti, suhu, pH, daya hantar listrik dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Parameter tersebut dapat mempengaruhi tersedianya bahan organik yang dibutuhkan oleh mikroba.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang sudah dijelaskan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dapat disusun adalah penggunaan pewarna sintetik pada proses pembuatan tenun di Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara yang secara langsung dibuang ke sungai dan menimbulkan beberapa dampak pada perairan, pertanian bahkan berdampak pada manusia. Pengolahan secara biologis (biodegradasi) menggunakan bakteri *indigenous* menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi kandungan pencemar pada limbah tenun Troso. Sehingga dalam proses biodegradasi perlu adanya pemantauan dari beberapa parameter fisika seperti suhu, pH, daya hantar listrik dan *Total Dissolved Solid* (TDS).

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Menganalisis perubahan parameter fisika (suhu, pH, daya hantar listrik dan *Total Dissolved Solid*) pada proses biodegradasi limbah tenun oleh bakteri *indigenous*.
- b. Mengetahui hubungan antara parameter TDS dengan DHL dan pH dengan DHL pada proses biodegradasi dengan menggunakan bakteri *indigenous*
- c. Menentukan isolat bakteri *indigenous* yang lebih efektif dalam mendegradasi air limbah tenun.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

- a. Memberikan rekomendasi alternatif pengolahan limbah tenun troso melalui proses biodegradasi dengan penambahan bakteri *indigenous*.
- b. Memberikan pengetahuan mengenai perubahan dari parameter fisika dalam dalam mendegradasi air limbah tenun menggunakan bakteri *indigenous*.
- c. Memberikan pengetahuan mengenai isolat bakteri *indigenous* yang lebih efektif dalam mendegradasi air limbah tenun.
- d. Menjadi referensi dasar untuk penelitian selanjutnya.

## 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi:

- a. Sampel air limbah berasal dari lokasi industri tenun Troso di Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara.
- b. Isolasi bakteri *indigenous* berasal dari tanah yang terkontaminasi limbah tenun Troso.
- c. Parameter fisika yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu, pH, daya hantar listrik dan TDS.
- d. Pengolahan limbah tenun Troso menggunakan reaktor skala laboratorium.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Industri Tenun Troso**

Troso merupakan salah satu desa di Kecamatan Pecangaan Kabupaten Jepara. Desa ini mempunyai potensi industri tenun yang maju dan sudah dikenal sejak lama. Keunikan dari tenun troso sendiri terletak pada motifnya yang cenderung mengadopsi motif-motif dari luar daerah terutama motif dari Indonesia bagian timur, yaitu : Bali, Flores dan Sumbawa (Hendro G, 2000). Tenun troso sudah berkembang sejak tahun 1935 hingga saat ini. Kreativitas dari Desa Troso pun semakin berkembang ditandai dengan warna, motif dan bahan yang digunakan sangat bervariasi. Tenun troso tidak hanya dibuat dalam bentuk pakaian, namun terdapat banyak produk yang dihasilkan seperti, selendang, sajadah, taplak meja, tas, dan lain sebagainya (Ramadhani, 2015)

#### **2.2 Proses Pembuatan Tenun Troso**

Proses pembuatan tenun troso terbagi menjadi 4 tahapan, diantaranya :

- a. Proses Ngeteng  
Merupakan proses menyusun benang pada alat segi empat yang disebut plangkan (bentangan benang di figura).
- b. Proses Pematifan  
Pembuatan motif pada plangkan dengan menggunakan tinta, benang pada plangkan diikat dengan tali rafia sesuai dengan bentuk motifnya.
- c. Proses Pewarnaan (Menter)  
Bahan yang digunakan dalam proses pewarnaan berupa pewarna sintetis seperti naptol, direct, sulfur dan lain-lain, dengan cara mencelupkan benang ke dalam pewarna secara berulang kali sesuai dengan jumlah warna yang digunakan. Kemudian dijemur hingga kering dan melepas tali rafia yang mengikat benang.



Gambar 2.1 Proses pewarnaan  
(Sumber : Dokumentasi lapangan)





Gambar 2.2 Proses pengeringan

(Sumber : Dokumentasi lapangan)

d. Proses Penenunan

Menenun benang menggunakan Alat Tenun Bukan Mesin (ATBM) menjadi kain. Sebelum adanya ATBM, masyarakat Troso menggunakan alat tenun gendong dan hasil produksinya berupa lurik dan mori kasar.

### 2.3 Limbah Cair Tenun Troso

Limbah cair industri tenun tergolong limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan yang menggunakan senyawa kimia sintetis dan memiliki kekuatan pencemar yang kuat. Secara umum, zat pewarna tekstil digolongkan menjadi zat pewarna alami yang dapat berupa klorofil, karotenoid, flavonoid dan kuinon. Zat pewarna alami dapat diekstrak dari daun pohon nila (*indofera*), kulit pohon soga tingi (*Ceriops candolleana arn*), kayu tegeran (*Cudraina javanensis*), kunyit (*Curcuma*), teh akar mengkudu (*Morinda citrifelia*), kulit soga jambal (*Pelthophorum ferruginum*), kesumba (*Bixa orellana*), daun jambu biji (*Psidium guajava*), akan tetapi zat pewarna alami dianggap kurang praktis dan ketersediaan serta warnanya terbatas. Sedangkan zat pewarna sintetis yang dibuat dengan reaksi kimia dengan bahan dasar tar, arang, batu bara atau minyak bumi yang merupakan hasil senyawa turunan hidrokarbon aromatik seperti benzena, naftalena dan antrasena. Bahan pewarna tersebut telah terbukti mampu mencemari lingkungan. Berdasarkan penelitian Al-kdasi *et all* (2004) secara alami, adanya cahaya matahari dapat mendekomposisi senyawa zat warna di lingkungan perairan, namun reaksi tersebut berlangsung relatif lambat, karena intensitas cahaya UV yang sampai ke permukaan bumi relatif rendah sehingga akumulasi zat warna ke dasar perairan atau tanah lebih cepat daripada fotodegradasinya.

Zat warna yang digunakan untuk proses pewarnaan tenun merupakan gabungan dari senyawa organik tidak jenuh, kromofor dan aoksokrom sebagai pengaktif kerja kromofor dan pengikat antara warna dengan serat. Zat warna yang banyak dipakai industri tekstil adalah *remazol black*, *red* dan *golden yellow*. Dalam pewarnaan, senyawa ini hanya digunakan sekitar 5% sedangkan sisanya yaitu 95% akan dibuang sebagai limbah (Suprihatin, 2014). Sedangkan pada penelitian Ruzicka dkk (2014) dalam proses pewarnaan, senyawa yang digunakan hanya sekitar 10% hingga 15% dan sisa zat pewarna yang sudah dipakai tidak dapat digunakan ulang dan harus dibuang.

Limbah tekstil umumnya memiliki kandungan limbah organik *phenol* (fenol). Senyawa fenol merupakan senyawa yang sangat beracun dan sulit terdegradasi serta dapat menyebabkan rasa dan bau pada air. Limbah cair yang

berasal dari pencelupan zat warna reaktif umumnya mempunyai pH basa yakni  $>9$ , hal ini disebabkan karena pada proses pencelupan menggunakan alkali untuk proses fiksasi warna, sehingga pH larutan menjadi tinggi. Limbah cair juga berwarna pekat, disebabkan karena tidak semua zat yang digunakan dapat berdisosiasi dengan serat. Limbah cair pewarnaan mempunyai kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) yang cukup tinggi, disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang terkandung dalam limbah cair tersebut, seperti sisa zat warna, zat pembasah, dan pembantu yang digunakan (Hidayat, 2014).

Jika industri tersebut membuang limbah cair, maka aliran limbah tersebut akan melalui perairan di sekitar pemukiman. Dengan demikian mutu lingkungan tempat tinggal penduduk menjadi turun. Limbah tersebut dapat menaikkan kandungan organik seperti COD, BOD, TSS dan pH. Jika hal ini melampaui ambang batas yang diperbolehkan, maka gejala yang paling mudah diketahui adalah matinya organisme perairan (Al-kdasi, 2004).

## 2.4 Biodegradasi

Proses biodegradasi dapat dijadikan sebagai pengolahan biologis untuk mengkatalisis perubahan dari berbagai macam bahan kimia yang dapat berdampak pada pencemaran lingkungan. Prinsip dari proses biodegradasi adalah proses penguraian senyawa kompleks dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang dapat merombak limbah organik menjadi senyawa organik sederhana dan mengkonversi dalam bentuk gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan energi yang dibutuhkan mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan proses reproduksinya. Proses penguraian tersebut memanfaatkan aktivitas mikroorganisme sehingga terjadi perubahan integritas molekuler (Firdus dan Muchlisin, 2010).

Biodegradasi terbagi menjadi dua yakni secara aerob dan anaerob. Pengolahan limbah aerob merupakan metode penguraian bahan organik atau anorganik dengan adanya oksigen (udara). Sedangkan pengolahan limbah anaerob adalah sebuah metode penguraian bahan organik atau anorganik tanpa kehadiran oksigen. Produk akhir dari degradasi anaerob adalah gas, paling banyak metana ( $\text{CH}_4$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan sebagian kecil hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan hidrogen ( $\text{H}_2$ ). Bakteri anaerob tidak memerlukan oksigen bebas dan dapat bekerja dengan baik pada suhu yang semakin tinggi hingga  $40^\circ\text{C}$ , serta pada pH sekitar 7. Bakteri anaerob juga akan bekerja dengan baik pada keadaan yang gelap dan tertutup.

Dalam proses anaerob, penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama, fase non-methanogenic. Bakteri pembentuk asam yang terdiri dari bakteri anaerob dan fakultatif menghidrolisis senyawa organik kompleks menjadi molekul sederhana. Glukosa yang terhidrolisis menjadi gula sederhana dan protein yang dipecah menjadi asam amino, sementara lemak tetap utuh. Metabolisme ini akan menekan pH dan menghambat pertumbuhan bakteri dekomposisi. Tahap kedua, fase methanogenic (penghasil metan). Mikroorganisme ini disebut sebagai bakteri pembentuk metan yang memanfaatkan asam organik sebagai substrat dan memetabolisme asam organik yang dibentuk oleh tahap pertama menjadi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan metan ( $\text{CH}_4$ ). Asam amino akan dipecah dan mengakibatkan pembentukan amonia yang

berfungsi untuk menetralkan asam dan meningkatkan pH bagi bakteri metan. Asam lemak didekomposisi menjadi senyawa sederhana, yaitu CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> (Seabloom, 2004).

Pada proses degradasi akan terjadi perbedaan atau variasi antara mikroorganisme satu dengan mikroorganisme yang lain, karena setiap mikroorganisme mempunyai karakteristik yang berbeda. Kecepatan proses biodegradasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi pH, temperatur, nutrien, mineral, oksigen, dan kelembaban harus menyesuaikan dengan jenis mikroba yang akan digunakan sebagai biodegradator (Sumarsono, 2011).

## 2.5 Bakteri *Indigenus*

Dalam proses biodegradasi dilakukan dengan mengeksploitasi kemampuan mikroorganisme untuk mendegradasi senyawa-senyawa organik. Pemilihan mikroorganisme biodegradasi sangat berpengaruh terhadap proses degradasi. Hal tersebut dikarenakan setiap spesies mikroorganisme membutuhkan substrat yang spesifik untuk mendegradasi keseluruhan komponen senyawa dalam air limbah. Perlu adanya pendekatan lebih lanjut untuk mengetahui efektifitas metode biodegradasi oleh mikroorganisme yang digunakan baik mikroorganisme yang diperoleh dari luar (*nonindigenus*) atau mikroorganisme lokal (*indigenus*).

Bakteri *indigenus* merupakan bakteri bebas yang dapat mensintesis senyawa nitrogen, gula, dan substansi bioaktif lainnya. Metabolit yang diproduksi dapat diserap secara langsung oleh tanaman dan tersedia sebagai substrat untuk perkembangbiakan mikroorganisme yang menguntungkan. Fungsi mikroorganisme tersebut antara lain: penambat nitrogen, pelarut fosfat dan mikroba pendegradasi selulosa (Nia, 2010).

Bakteri *indigenus* berpotensi dalam penurunan kandungan logam, bakteri *indigenus* lain yang berasal dari Rumah Pematangan Hewan (RPH) juga mempunyai kemampuan untuk menurunkan pencemar organik, seperti isolat hasil penelitian Suyasa (2007) yang mendapatkan 17 isolat bakteri yang berasal dari RPH mempunyai kemampuan menurunkan COD 63% waktu retensi 7 hari. Berikut adalah beberapa contoh penggunaan isolat *indigenus* pada pengendalian badan air tercemar.

Tabel 2.1 Contoh Penggunaan Isolat *Indigenus* Pada Pengendalian Badan Air Tercemar

No	Identifikasi Bioremediator	Sumber	Digunakan pada	Metode Aplikasi	Referensi
1	Bakteri nitrifikasi dan bakteri denitrifikasi	Perairan tambak udang	Perairan tambak udang windu dosis 50 L Menurunkan kadar nitrat dan nitrit di tambak udang	Ditebar di tambak dengan dosis 50 L/ha (udang umur 30-60 hari) dan 100 L/h (60-120 hari) dengan kepadatan populasi 10 <sup>9</sup> upk/mL setiap 10 hari	Badjoeri Muhammad dan Tri Widiyanto, 2008

No	Identifikasi Bioremediator	Sumber	Digunakan pada	Metode Aplikasi	Referensi
2	2 Isolat bakteri untuk mereduksi sulfida	Air dan sediment danau Maninjau	Sulfida dan ammonia mereduksi amonia >35% (dari konsentrasi awal 500 mg/L)	Laboratorium: Petri disk, Erlenmeyer	Rusnam; Efrizal; Arifin Bustanul, 2009
	7 Isolat bakteri untuk mereduksi amonia >35% (dari konsentrasi awal 500 mg/L)				
3	<i>Micrococus</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Phenylbacterium</i> , <i>Enhydro-bacter</i> , <i>Morrococcus</i> , <i>Flavobacterium</i>	Sedimen Sungai Siak	Penurunan Logam Pb	Laboratorium: Petri disk, Jumlah total bakteri pengikat Pb: $3,0 \times 10^7$ sampai $1,5 \times 10^6$ sel/mL	Wulandari Sri, Nila Fitri Dewi dan Suwondo 2005
4	17 isolat bakteri Rumah Pemotongan Hewan (RPH)	Sedimen Perairan Tercemar dan Bak Pengolahan Limbah	Penurunan COD 63% waktu retensi 7 hari	Laboratorium: Petri disk, Erlenmeyer	Suyasa, I W.B, 2007
5	<i>Bacillus subtilis</i>	Activated Sludge	Penurunan Turbidity 84,07 - 93,56% at 10 ppm	Tube test	Buthelezi, et al, 2009
	<i>Exiguobacterium acetylicum</i>				
	<i>Klebsiella terrigena</i>				
	<i>Staphylococcus aureus</i>				
	<i>Pseudomonas Pseudoalcaligenes</i>				
	<i>Pseudomonas plecoglossicida</i>				
6	Gram-positive bacillus (GPB)	Sewage Treatment Plants	Mendapatkan isolasi bakteri untuk pengolahan air limbah penduduk	Laboratorium, Petri disk, Kepadatan populasi $10^4 - 10^9$ upk/mL, total isolate 46: 22 isolat GPB dan GPC, 19 isolat GNP dan GNC, 5 isolat tidak terderterminasi	Jalal K.C.A, et al, 2006
	Gram-positive cocci (GPC)				
	Gram-negative bacillus (GNB)				
	Gram-negative cocci (GNC)				

Sumber : Priadie B, 2012

## 2.6 Isolasi Bakteri

Populasi bakteri di alam merupakan populasi campuran dari berbagai jenis bakteri sehingga diperlukan isolasi untuk mendapatkan bakteri isolat yang kita kehendaki. Pemisahan mikroorganisme yang akan diuji dengan mikroorganisme lain menggunakan media selektif untuk mendapatkan biakan atau kultur murni.

Isolasi bakteri sangat mudah terkontaminasi, oleh karena itu pemindahan bakteri ke dalam media selektif diperlukan ketelitian dan sterilisasi alat-alat yang digunakan. Jika media agar dibuat pada cawan petri, maka setelah penambahan agar baru, cawan petri harus dibalik untuk menghindari adanya tetesan air yang melekat pada dinding tutup cawan petri (Handayani dkk, 2016).

Isolasi bakteri *indigenous* dilakukan dengan metode pengenceran berseri. Contoh tanah ditimbang sebanyak 10 g, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer ukuran 250 mL dan ditambahkan 90 mL larutan garam fisiologis steril (0,85% NaCl) lalu ditutup. Suspensi tanah yang telah dikocok diambil 1 mL dengan menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah mengandung 9 ml NaCl 0,85% steril, sehingga didapatkan suspensi dengan tingkat pengenceran  $10^{-2}$ . Seterusnya dilakukan pengenceran dengan cara yang sama sehingga diperoleh suspensi  $10^{-6}$  (Sudrajat dkk, 2015).

## 2.7 Parameter Fisika

Pada dasarnya, pengolahan secara biologis adalah perombakan molekul kompleks menjadi molekul sederhana oleh mikroorganisme. Proses ini sangat peka terhadap faktor suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan zat-zat inhibitor terutama zat-zat beracun. Menurut Sumarsono (2011) proses degradasi terjadi karena senyawa tersebut dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhannya. Kecepatan proses biodegradasi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah kelembaban, jenis mikroorganisme, temperatur, pH, jenis polimer, dan ketebalan polimer. Kondisi biodegradasi yang meliputi pH, temperatur, nutrisi, mineral, oksigen dan kelembaban harus menyesuaikan dengan jenis mikroba yang akan digunakan sebagai biodegradator. Sehingga, aktivitas biodegradasi dari mikroorganisme (bakteri) dapat diketahui dari perubahan parameter fisika yang terjadi, adapun parameter tersebut diantaranya :

### 2.7.1 Suhu

Suhu berpengaruh terhadap aktivitas enzim, kenaikan suhu akan menyebabkan penurunan pH enzim dan pada pH rendah enzim-enzim pencernaan akan lebih mudah menghancurkan materi-materi kasar yang berasal dari makanan yang dikonsumsi. Selain itu, suhu juga berpengaruh terhadap kerja enzim pada bakteri dimana semakin tinggi suhu maka proses enzimatik atau metabolisme bakteri akan semakin meningkat sehingga aktivitas penguraian suatu bahan (amonias atau nitrit) akan semakin cepat. Kecepatan reaksi akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu sampai batas optimum, kemudian menurun setelah melewati batas suhu optimum tersebut (Taufik dkk, 2005).

Perbedaan suhu air antara 25°C-31°C mempunyai pengaruh nyata terhadap perkembangan jumlah bakteri bioremediasi (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*). Menurut Salle (1961), hal ini disebabkan karena bakteri nitrifikasi mempunyai daya

toleransi suhu yang cukup lebar untuk dapat berkembang biak, yakni antara 10°C-37°C. Namun suhu optimal yang dikehendaki bakteri agar dapat beraktivitas dan berkembang biak dengan baik berada pada kisaran suhu 25°C-29°C.

Suhu air limbah akan mempengaruhi kinerja proses penanganan biologis. Suhu optimum aktivitas bakteri berada dalam kisaran 25°C sampai 35°C. Pencernaan atau penguraian secara aerobik dan nitrifikasi akan terhenti bila suhu naik sampai 50°C. Bila suhu turun sampai 15°C, maka bakteri penghasil metana menjadi inaktif, dan pada suhu sekitar 5°C, bakteri autotrofiknitrifikasi praktis tidak berfungsi. Pada suhu 2°C, bakteri kemoheterotrofik yang bekerja pada bahan berkarbon menjadi dorman (Jenie, 1993).

### 2.7.2 pH

Derajat keasaman atau pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. pH merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kehidupan mikroorganisme dalam air (Sutrisno, 2006).

pH merupakan parameter penting dalam analisis kualitas air karena pengaruhnya terhadap proses-proses biologis dan kimia di dalamnya. Nilai pH menyatakan intensitas kemasaman atau alkalinitas dari suatu cairan encer, dan mewakili konsentrasi ion hidrogennya, pH tidak mengukur seluruh kemasaman atau seluruh alkalinitas. nilai pH suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Adanya karbonat, hidroksida, dan bikarbonat menaikkan kebasaan air (Chapman, 2000). Sedangkan adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan kemasaman. Perairan yang bersifat asam lebih banyak dibandingkan dengan perairan alkalis. Nilai pH air dapat mempengaruhi jenis dan susunan zat dalam lingkungan perairan dan mempengaruhi tersedianya unsur hara, serta toksitas dari unsur-unsur renik.

pH tanah sangat mempengaruhi aktivitas dan perkembangan mikroorganisme di dalam tanah. Umumnya pH yang dibutuhkan tanaman sama dengan pH pertumbuhan mikroorganisme disekitarnya. Penurunan pH pada kondisi tertentu dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme basofil di dalam tanah. Namun, untuk kelompok bakteri asidofil kondisi pH yang rendah (pH 2-5) lebih baik. Kebanyakan mikroorganisme tumbuh optimum pada pH netral, tetapi ada juga yang tumbuh pada pH 2 dan pH 10 (Batubara dkk, 2015).

### 2.7.3 Total Dissolved Solid (TDS)

*Total dissolved solid* (TDS) atau zat padatan terlarut merupakan padatan-padatan yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan padatan-padatan tersuspensi. Zat padatan terlarut terdiri atas zat organik, garam organik dan gas terlarut (Togatorop, 2009).

*Total dissolved solid* (TDS) merupakan jumlah semua partikel ion yang lebih kecil dari 2 mikron (0,0002 cm), termasuk semua elektrolit yang dipisahkan yang membentuk konsentrasi salinitas, serta senyawa lain seperti bahan organik terlarut. Bahan-bahan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, namun jika jumlahnya berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan sehingga menghambat

penetrasi cahaya matahari dan mempengaruhi proses fotosintesis di perairan (Thompson, 2006).

Pengukuran zat padat terlarut dapat dilakukan dengan metode gravimetry dan konduktivitas listrik. Metode gravimetry merupakan metode langsung dalam pengukuran jumlah zat padat terlarut yang biasanya dinyatakan dalam besaran total dissolved solid (TDS). TDS merupakan jumlah padatan yang berasal dari material-material terlarut yang dapat melewati filter yang lebih kecil daripada 2  $\mu\text{m}$  (Djuhariningrum, 2005). Metode gravimetry merupakan metode standar yang memiliki tingkat keakuratan yang tinggi, namun metode ini harus dilakukan di laboratorium dan pengukurannya membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif untuk pengukuran TDS tersebut. Metode lain yang dapat digunakan untuk pengukuran nilai TDS melalui pengukuran konduktivitas listrik (Herlambang, 2006).

Keberadaan TDS dalam konsentrasi tinggi di badan air dapat menyebabkan terjadinya pencemaran dan kematian terhadap organisme air. TDS yang tinggi akan mengurangi kemampuan badan air dalam menjaga ekosistem air. Analisis TDS diperlukan untuk menentukan beban pencemaran dan untuk merancang sistem penanganan air limbah secara biologis. Oleh sebab itu, dilakukan suatu usaha untuk mengolah TDS tersebut agar didapatkan kandungan TDS (Total Dissolved Solid) yang sesuai dengan baku mutu (Ilyas dkk, 2013).

#### 2.7.4 Daya Hantar Listrik (DHL)

Daya hantar listrik (DHL) adalah ukuran kemampuan suatu benda, suatu zat atau suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. DHL menurut *The American Society for Testing Material* (Arislan, 1989), adalah suatu kebalikan tahanan dalam ohm yang diukur pada muka tanah yang berlawanan dalam  $\text{cm} \times \text{cm}^3$  pada suhu 25°C diukur dalam micromho (s). Arus listrik di dalam larutan dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Ion tersebut memiliki karakteristik tersendiri dalam menghantarkan arus listrik. Maka dari itu nilai daya hantar listrik hanya menunjukkan konsentrasi ion total dalam larutan.

Daya hantar listrik (DHL) atau *electrical conductivity* (EC) menunjukkan gambaran numerik dari kemampuan air untuk menghantarkan atau meneruskan aliran listrik berdasarkan banyaknya garam terlarut yang terionisasi (APHA, 1976). Konduktivitas berkaitan langsung dengan konsentrasi ion dalam air. Ion konduktif ini berasal dari garam terlarut dan bahan anorganik seperti alkali, klorida, sulfida, dan senyawa karbonat (Miller et al, 1988).

Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL. Daya hantar listrik dinyatakan dengan satuan  $\mu\text{mhos/cm}$ , dapat dideteksi dengan menggunakan alat EC meter (*Electric Conductance*). Pengukuran daya hantar listrik bertujuan mengukur kemampuan ion-ion dalam air untuk menghantarkan listrik serta memprediksi kandungan mineral dalam air. Konduktivitas air dapat dinyatakan dalam satuan  $\text{mhos/cm}$  atau Siemens/cm. Air tanah dangkal umumnya mempunyai harga 30-2000  $\mu\text{mhos/cm}$ . Daya hantar listrik air murni berkisar antara 0-200  $\mu\text{S/cm}$  (*low conductivity*), daya hantar listrik sungai sungai besar/major berkisar antara 200-1000  $\mu\text{S/cm}$  (*mid range conductivity*), dan air saline adalah 1000-10000  $\mu\text{S/cm}$  (*high conductivity*) (Khairunnas dan Gusman, 2018).

Menurut Effendi (2003), diketahui bahwa pengukuran DHL berguna dalam menetapkan tingkat mineralisasi dan derajat disosiasi dari air destilasi, memperkirakan efek total dari konsentrasi ion, mengevaluasi pengolahan yang cocok dengan kondisi mineral air, memperkirakan jumlah zat padat terlarut dalam air dan menentukan air layak dikonsumsi atau tidak.







*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Laboratorium ini telah mendapatkan akreditasi dari Komite Akreditasi Nasional (KAN) sesuai ISO/IEC 17025:2005. Laboratorium ini berfungsi untuk laboratorium pendidikan dan riset di Program Studi Teknik Lingkungan yang telah mendapatkan sertifikat ISO 9001:2008 oleh TUV Rheinland. Penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2019 hingga bulan Mei 2020.

### 3.2 Metode Penelitian

Pada industri tenun Troso di Jepara, air limbah yang berasal dari proses pewarnaan tidak dikelola secara baik melainkan dibuang ke sungai, sehingga hal tersebut dapat mencemari lingkungan, menurunnya estetika lingkungan dan berdampak pada perairan, pertanian setempat bahkan berdampak pada kesehatan. Berikut merupakan kondisi dari sungai di sekitar wilayah industri tenun Troso Jepara.



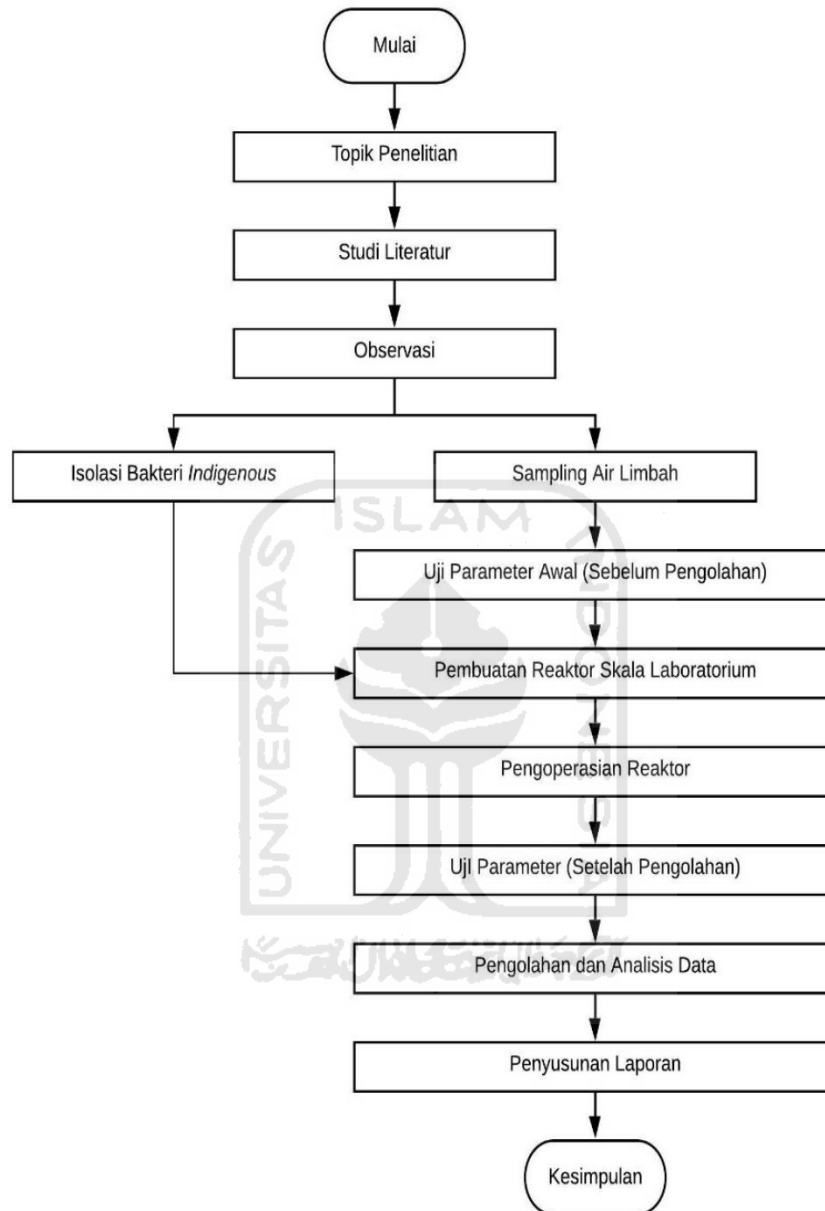
Gambar 3. 1 Kondisi sungai di sekitar industri tenun Troso

(Sumber : Dokumentasi lapangan)

Terlihat pada gambar 3.1 bahwa secara langsung kondisi sungai memiliki indikator pencemar seperti bau menyengat dan berwarna keruh dan pekat. Warna keruh tersebut bersumber dari penggunaan bahan pewarna tekstil pada proses pewarnaan limbah tenun Troso. Air limbah tersebut dibuang langsung ke saluran irigasi/selokan sekitar industri tenun. Sementara itu saluran irigasi mengalirkan air untuk kebutuhan lahan pertanian, baik secara langsung maupun tidak langsung tanah disekitar industri termasuk persawahan dan pertanian disekitarnya telah terkontaminasi oleh limbah cair. Oleh karenanya, untuk mengatasi permasalahan lingkungan di Desa Troso, salah satu alternatif yaitu dengan proses biodegradasi air limbah.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis perubahan parameter fisika seperti suhu, pH, TDS dan DHL) pada bakteri *indigenous* dalam mendegradasi air

limbah tenun Troso. Secara singkat metode penelitian dapat dilihat di bagan alir dibawah ini :



Gambar 3. 2 Alur pengerjaan penelitian

### 3.3 Sampling

Sampel air limbah yang digunakan pada penelitian ini yaitu air limbah tenun yang berada di Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara. Adapun untuk sumber spesifik air limbah yang didapatkan berasal dari pencucian kain tenun dan pewarnaan kain tenun. Metode pengambilan sampel air limbah menggunakan metode *grab sampling* mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Sampel air limbah diambil langsung dari tempat

penampungan proses pewarnaan seperti pada gambar berikut dan disimpan dalam jerigen berukuran 20 L.



Gambar 3. 3 Pengambilan sampel air limbah  
(Sumber : Dokumentasi lapangan)

Sampel tanah berasal dari penelitian sebelumnya (Sa'adah, 2020) yang digunakan sebagai sumber bakteri *indigenous* dan diambil dari tanah di sekitar lokasi industri tenun Troso yang terkontaminasi air limbah. Sampel tanah merupakan sampel komposit yang diambil pada kedalaman 10-20 cm. Kemudian sampel tanah dimasukkan pada kantong plastik *ziplock* dan disimpan dalam *ice box* dalam perjalanan menuju laboratorium untuk selanjutnya sampel disimpan di dalam *refrigerator* dengan suhu 5°C.



Gambar 3. 4 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah  
(Sumber : Sa'adah, 2020)

### 3.4 Isolasi Bakteri *Indigenous*

Berbagai macam mikroorganisme atau bakteri tumbuh dengan baik di tanah. Kompleksnya nutrisi untuk pertumbuhan bakteri yang terkandung dalam tanah menyebabkan bakteri yang tumbuh sangat beragam. Dengan demikian populasi campuran dari berbagai jenis bakteri dapat tumbuh di media tanah secara alami, sehingga dilakukan isolasi bakteri menggunakan media NA pada skala laboratorium.

Tahap isolasi bakteri merupakan salah satu cara untuk mendapatkan jenis bakteri yang dikehendaki. Isolasi merupakan kegiatan pemisahan mikroorganisme dari habitatnya di alam dan menumbuhkannya pada media selektif yang akan diuji dari mikroorganisme lain sehingga diharapkan akan diperoleh biakan atau kultur murni.

Proses isolasi bakteri yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mendegradasi maupun menghidrolisis dapat dilakukan pada media selektif yang telah ditambah dengan indikator kerja bakteri. Proses isolasi bakteri ini bertujuan agar kerja bakteri lebih efisien jika diisolasi pada media selektif yang sesuai dengan tempat hidupnya (Darmayasa, 2008).

Dalam proses isolasi bakteri, memindahkan bakteri dari medium lama ke dalam medium baru diperlukan ketelitian dan sterilisasi alat-alat yang akan digunakan untuk menghindari terjadinya kontaminasi. Pada pemindahan bakteri di cawan petri setelah agar baru, maka cawan petri tersebut harus dibalik, hal ini berfungsi untuk menghindari adanya tetesan air yang mungkin melekat pada dinding tutup cawan petri (Handayani dkk, 2016)

Isolasi bakteri *indigenous* dari tanah yang tercemar limbah tekstil dilakukan berdasarkan acuan Shehzadi et.al (2014). Berikut merupakan tahapan yang dilakukan.

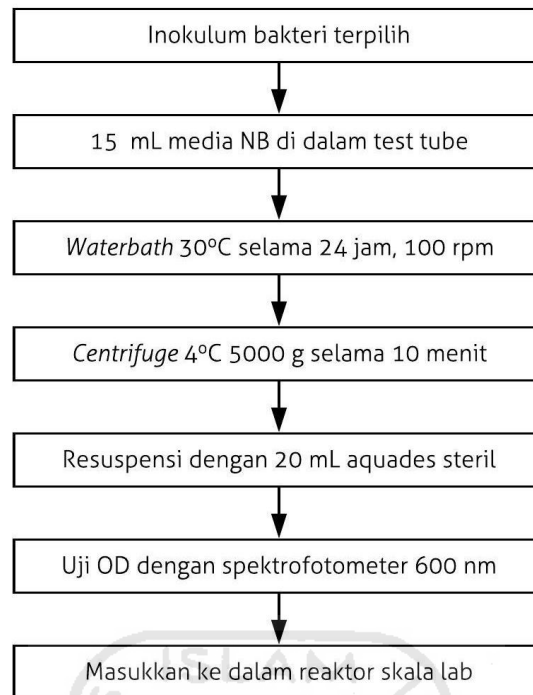
#### 3.4.1 Identifikasi Bakteri

Bakteri yang sebelumnya telah berhasil tumbuh dalam proses media preparasi perlu diidentifikasi untuk mengetahui morfologi masing-masing bakteri. Metode identifikasi bakteri yang digunakan mengacu pada panduan morfologi bakteri oleh Jackie Reynold (2010). Karakteristik morfologi bakteri yang perlu diidentifikasi diantaranya adalah *shape*, *chromatogenesis*, *elevation*, *surface*, *opacity*, dan *consistency*.

#### 3.4.2 Kulturasasi Bakteri

Bakteri yang telah diidentifikasi kemudian dipindahkan ke dalam media NA (*Nutrient Agar*) baru pada cawan petri steril yang selanjutnya dilakukan proses purifikasi yang bertujuan memisahkan bakteri berdasarkan morfologinya masing-masing sehingga diperoleh *single* koloni. *Single* koloni digunakan untuk memperbanyak bakteri. Pemindahan bakteri dilakukan secara steril menggunakan metode *streak* atau metode gores dengan alat bantu jarum ose. Setelah proses *streak* selesai, bakal bakteri dalam cawan petri berisi media NA perlu diisolasi dengan cara diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Proses inkubasi diperlukan untuk mempercepat pertumbuhan bakteri sekaligus untuk menghindari terjadinya kontaminasi.

Tahap selanjutnya adalah inokulasi bakteri, yaitu memindahkan bakteri terpilih dari agar miring berisi media NA ke *test tube* berisi media NB (*Nutrient Broth*) untuk memudahkan pemindahannya ke limbah cair. Pemindahan bakteri tersebut dapat dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:



Gambar 3. 5 Tahapan Kultivasi Bakteri

Pada penelitian ini digunakan jenis *shaking waterbath*, kegunaan *waterbath* adalah untuk menginkubasi kultur bakteri pada suhu konstan air di kisaran 30°C-100°C, getaran yang konstan memungkinkan kultur sel cair berkembang dan secara konstan bercampur dengan udara. Kemudian penggunaan *centrifuge* bertujuan memisahkan cairan atau senyawa yang kepadatannya serta berat molekulnya berbeda. Selanjutnya dilakukan uji *Optical Density* (OD). Isolat bakteri yang diinokulasi pada medium NB menunjukkan adanya peningkatan kekeruhan. Hal ini dilihat dengan meningkatnya nilai hasil pengukuran *Optical Density* (OD) pada panjang gelombang 600 nm menggunakan spektrofotometer. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan oleh Febriyansari (2008) panjang gelombang yang optimal dalam membaca densitas dari suspensi bakteri berkisar 600 nm – 625 nm. Berikut merupakan hasil pengukuran nilai absorbansi *Optical Density* (OD). Peningkatan nilai OD pada tiap sampel mengindikasikan adanya pertumbuhan bakteri pada media NB cair yang telah ditambahkan bakteri.

Tabel 3. 1 Hasil Pengukuran *Optical Density* (OD)

No	Bakteri	Nilai Absorbansi
1	NA T4 B3	1,26
2	NA T1 A1	1,23
3	B7 A1	1,35
4	NA T4 B1	1,39
5	NA T2 B2	0,95
6	NA T2 C2	1,31

### 3.5 Pembuatan Reaktor Limbah Skala Laboratorium

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini berupa toples kaca berukuran  $\pm 800$  mL yang dilapisi *aluminium foil* yang bertujuan untuk menghalangi cahaya matahari yang dapat menembus masuk ke dalam reaktor, sehingga potensi terganggunya fase hidup bakteri oleh faktor luar dapat dihindari. Sebelum digunakan, reaktor kaca perlu disterilisasi untuk menghindari terjadinya kontaminasi bakteri lain dalam proses reduksi limbah dengan cara dioven selama 1 jam pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$ . Selain itu limbah tenun Troso juga disterilisasi menggunakan *autoclave* selama 30 menit. Reaktor yang telah steril kemudian diisi oleh 500 mL limbah tenun yang telah disterilisasi. Variasi konsentrasi limbah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu konsentrasi limbah 25%, 50%, 75%, dan 100%. Selain itu terdapat 4 reaktor kontrol air limbah masing masing memiliki konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%.



Gambar 3.6 Reaktor Skala Laboratorium

(Sumber: Dokumentasi lapangan)

### 3.6 Running Reaktor

*Running* reaktor dilakukan selama satu minggu tepat setelah proses inokulasi bakteri ke dalam limbah tenun yang ada pada reaktor. Jumlah reaktor yang digunakan disesuaikan dengan jumlah bakteri yang tumbuh dengan baik pada proses isolasi, karena satu reaktor diperuntukkan untuk satu jenis bakteri. Pengujian sampel dilakukan perkala dalam kurun waktu 7 hari. Interval waktu pengujian zat warna pada disampel dilakukan sesuai jadwal seperti yang disajikan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jadwal Pengujian Parameter

Hari ke-	0	1 hari	2 hari	3 hari	4 hari	5 hari	6 hari	7 hari
Pengujian Parameter Fisika	√	√	√	√	√	√	√	√

Tahapan pengujian parameter fisika dilakukan dengan memasukkan alat pH meter dan TDS meter kedalam reaktor.

### 3.7 Pengolahan dan Analisis Data

Data penelitian yang diperoleh perlu diolah dan dianalisa agar dapat menjawab tujuan mengenai perubahan parameter fisika pada proses biodegradasi limbah tenun oleh bakteri *indigenous* dan penentuan jenis bakteri yang tepat untuk proses pengolahan limbah tenun. Pengujian akan dilakukan setiap hari selama 7 hari. Fungsi dari pengujian tersebut untuk mengetahui seberapa besar pengaruh parameter fisika terhadap pertumbuhan bakteri. Analisis data dilakukan dengan cara menganalisis grafik perubahan dari parameter fisika seperti suhu, pH, daya hantar listrik dan *Total Dissolved Solid*. Untuk pengujian suhu menggunakan alat termometer, pH menggunakan alat pH meter, daya hantar listrik dan TDS menggunakan TDS&EC meter. Pengukuran daya hantar listrik dan TDS dilakukan dengan menggunakan *conductivity* meter dengan membersihkan elektrodanya terlebih dahulu dengan menggunakan aquades. Setelah dibersihkan elektroda dicelupkan ke dalam sampel dan dicatat nilai daya hantar listrik dan TDS untuk setiap sampel. Data hasil pengujian diolah dalam bentuk grafik untuk melihat tren dari perubahan parameter fisika.







*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Morfologi Bakteri *Indigenus*

Sejumlah mikroorganisme diketahui dapat hidup pada tanah dan mempunyai kemampuan untuk mendegradasi zat-zat pencemar atau yang disebut dengan biodegradasi. Biodegradasi merupakan suatu proses oksidasi senyawa organik oleh mikroba karena adanya proses metabolisme zat organik melalui enzim untuk menghasilkan karbon dioksida, air dan energi yang akan digunakan dalam sintesis, mortalitas dan respirasi (Shovitri dkk, 2012).

Bakteri *indigenus* didapatkan dari hasil ekstraksi tanah yang terkontaminasi oleh limbah cair tenun. Terdapat 4 area pengambilan sampel tanah, pengambilan sampel berdasarkan tanaman yang tumbuh pada tanah tersebut, 3 diantaranya merupakan area saluran irigasi. Area sampling tanah yang pertama yakni pertanian warga yang ditanami padi (*Oryza sativa*), area sampling kedua adalah saluran irigasi, tanaman yang tumbuh yakni tanaman talas (*Colocasia esculenta*), area sampling ketiga merupakan saluran irigasi, tanaman yang tumbuh adalah rumput jariji (*Digitaria sanguinalis*) sedangkan area sampling yang keempat merupakan saluran irigasi yang ditumbuhi tanaman kremah air (*Althernanthera philoxeroides*) (Sa'adah, 2020). Berikut merupakan sumber tanah yang digunakan pada penelitian sebelumnya.

Tabel 4. 1 Sumber bakteri indigenus pada tanah

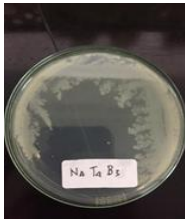
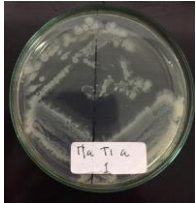
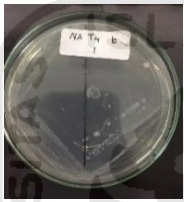
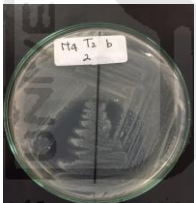

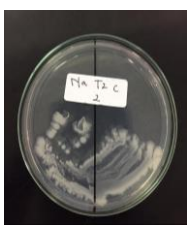
Media	Sumber Tanah pada Tanaman	Kode Cawan
NA	Padi ( <i>Oryza sativa</i> )	NA T1
	Talas ( <i>Colocasia esculenta</i> )	NA T2
	Rumput Jariji ( <i>Digitaria sanguinalis</i> )	NA T3
	Kremah Air ( <i>Althernanthera philoxeroides</i> )	NA T4

(Sumber : Sa'adah, 2020)

Dalam pelaksanaan identifikasi, terlebih dahulu isolat bakteri yang berpotensi dalam pendegradasian polutan organik diamati dan dideskripsikan ciri-ciri makroskopisnya. Deskripsi ciri-ciri makroskopis koloni bakteri meliputi bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni, elevasi koloni, mengkilat atau suramnya koloni, diameter koloni, tipe pertumbuhan pada medium miring dan kepekatan koloni (Fidiastuti dan Suarsini, 2017). Adapun dalam penelitian ini karakteristik morfologi bakteri yang perlu diidentifikasi diantaranya adalah *shape*, *chromatogenesis*, *elevation*, *surface*, *opacity*, dan *consistency*.

Setelah proses identifikasi maka dilakukan kulturisasi untuk memperbanyak bakteri, sehingga dapat ditentukan bakteri yang dapat bekerja dengan baik dalam mendegradasi kandungan polutan pada limbah cair tenun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan 6 isolat bakteri yang berpotensi dalam mendegradasikan kandungan pencemar pada limbah cair. Hasil degradasi tersebut terlihat dalam kurun waktu 7 hari. Berikut merupakan ciri-ciri morfologi dari hasil pemilihan bakteri *indigenus*.

Tabel 4.2 Ciri-ciri Morfologi pada Koloni Bakteri *Indigenous* yang Terpilih

No	Bacteria	Bacteria	Morfology	
			Shape	Rhizoid
1	NA T4 B3		Shape	Rhizoid
			Chromogenesis	White Bone
			Elevation	Flat
			Surface	Rough
			Opacity	Tranlucent
			Consistency	Buttery
2	NA T1 A1		Shape	Irregular
			Chromogenesis	White Milk
			Elevation	Flat
			Surface	Smooth
			Opacity	Opaque
			Consistency	Viscid
3	NA T4 B1		Shape	Irregular
			Chromogenesis	White
			Elevation	Raised
			Surface	Smooth
			Opacity	Opaque
			Consistency	Viscid
4	NA T2 B2		Shape	Irregular
			Chromogenesis	White
			Elevation	Flat
			Surface	Smooth
			Opacity	Transparant
			Consistency	Buttery
5	B7 A1		Shape	Irregular
			Chromogenesis	Peach
			Elevation	Flat
			Surface	Smooth
			Opacity	Opaque
			Consistency	Viscid
6	NA T2 C2		Shape	Irregular
			Chromogenesis	White
			Elevation	Flat
			Surface	Smooth
			Opacity	Opaque
			Consistency	Viscid

Bakteri sulit dilihat dengan mikroskop cahaya, karena tidak dapat mengadsorpsi atau membiaskan cahaya, sehingga digunakan zat warna untuk

mewarnai bakteri tersebut atau latar belakangnya. Zat warna mengadsorpsi dan membiaskan cahaya sehingga bakteri kontras dengan sekelilingnya. Dalam proses identifikasi, untuk lebih memudahkan bakteri dapat dilihat dan diwarnai dengan zat warna, beberapa zat yang digunakan untuk mewarnai bakteri juga dapat digunakan untuk mengamati struktur bagian dalam sel. Dengan adanya pewarnaan terutama bakteri yang mempunyai sel dengan ukuran yang relatif kecil akan lebih mudah terlihat di bawah mikroskop dengan menggunakan lensa objektif minyak imersi yang mempunyai tingkat pembesaran yang relatif tinggi. Berikut merupakan hasil karakteristik dari koloni bakteri *indigenus*.

Tabel 4. 3 Karakteristik Koloni Bakteri *Indigenus*

No	Isolat Bakteri	Sifat Gram	Bentuk Sel	Susunan Sel
1	NA T4 B3	Positif	Basil	Berantai
2	NA T1 A1	Negatif	Basil	Berantai
3	NA T4 B1	Negatif	Kokus	Berantai
4	NA T2 B2	Positif	Basil	Berantai
5	B7 A1	Positif	Basil	Berantai
6	NA T2 C2	Positif	Basil	Berantai

## 4.2 Karakteristik Parameter Fisika

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses degradasi zat organik secara anaerob adalah tersedianya bakteri yang cocok dengan bahan organik yang akan diolah, selain itu terdapat faktor eksternal yang dapat mempengaruhi proses degradasi yakni parameter fisika. Pengukuran parameter fisika yang dilakukan yakni suhu, pH, *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL).

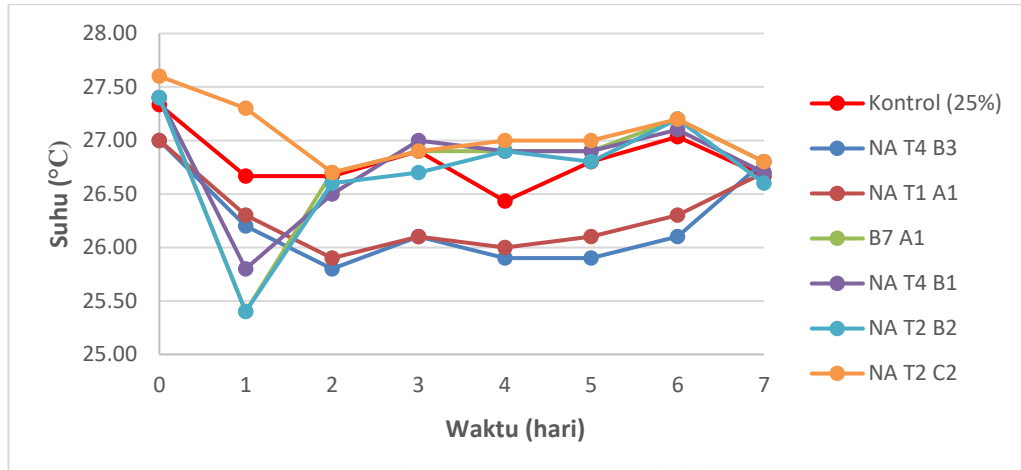
### 4.2.1 Karakteristik Parameter Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter penting bagi kehidupan organisme perairan, karena dapat mempengaruhi keseimbangan oksigen terlarut, aktivitas kimia dan biologi dalam air. Suhu mempunyai pengaruh yang besar terhadap proses pertukaran zat (metabolisme) pada makhluk hidup. Pada umumnya setiap enzim memiliki aktivitas maksimum pada suhu tertentu, aktivitas enzim akan semakin meningkat dengan bertambahnya suhu sampai suhu optimum tercapai. Bertambahnya skala suhu yang membuktikan proses oksidasi dan respirasi berguna untuk menguraikan bahan organik. Setelah itu kenaikan lebih lanjut akan menyebabkan aktivitas enzim menurun.

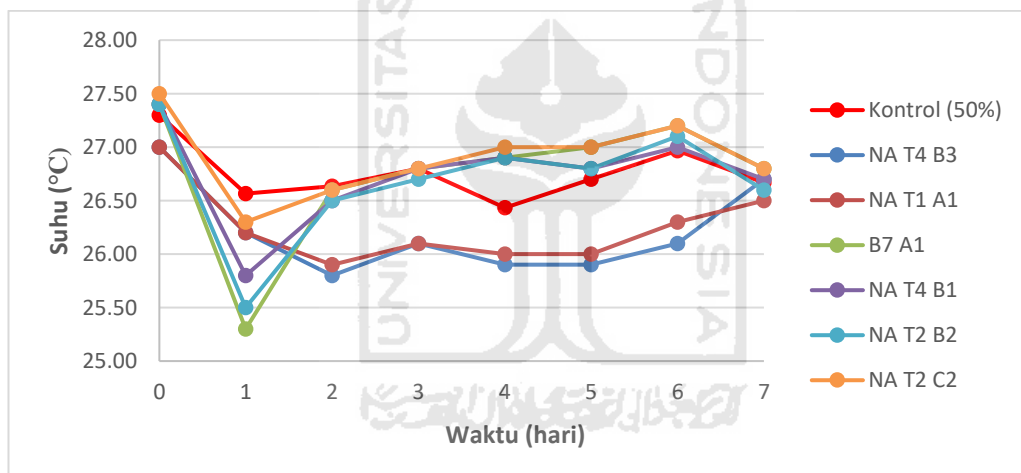
Pada penelitian yang dilakukan oleh Singh et al, suhu dengan variasi dari 20°C ke 40°C mempengaruhi aktivitas bakteri dalam mendegradasi warna. Suhu optimum untuk mendegradasi warna yaitu 35°C dengan efisiensi degradasi warna 92,38% yang diuji sampai 60 jam.

Bakteri anaerob tidak memerlukan oksigen bebas dan dapat bekerja dengan baik pada suhu yang semakin tinggi hingga 40°C, serta pada pH sekitar 7. Bakteri anaerob juga akan bekerja dengan baik pada keadaan yang gelap dan tertutup (Seabloom, 2004).

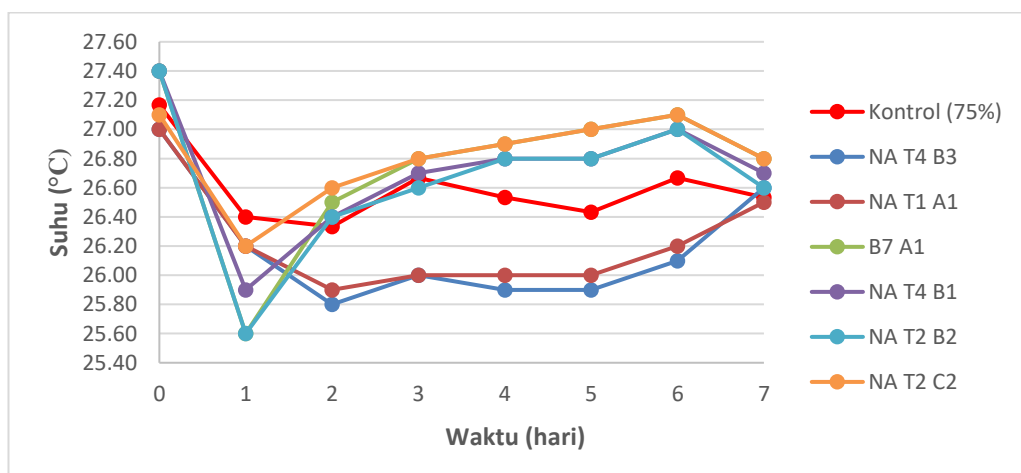
Pengukuran suhu bertujuan untuk mengetahui suhu dari limbah pewarnaan pada setiap reaktor. Pengukuran suhu dilakukan selama rentang waktu 7 hari secara berturut-turut. Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



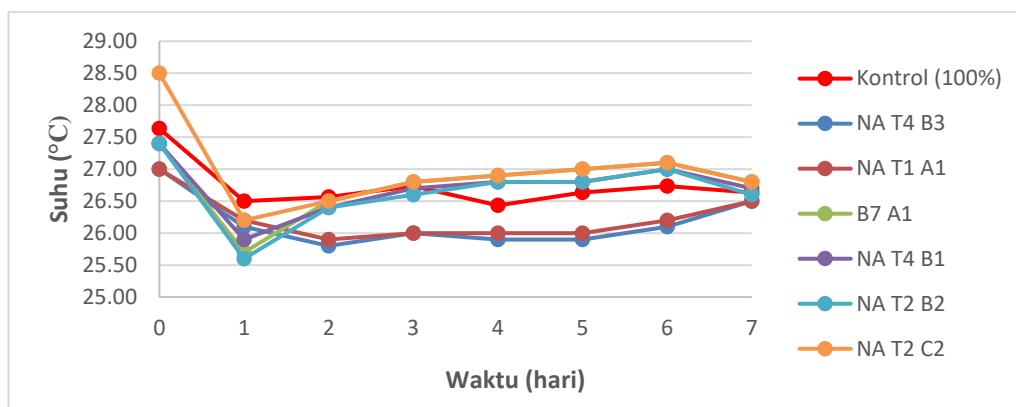
Gambar 4. 1 Grafik suhu pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 2 Grafik suhu pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 3 Grafik suhu pada konsentrasi 75%



Gambar 4. 4 Grafik suhu pada konsentrasi 100%

Pada reaktor air limbah dengan konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100% menunjukkan tren grafik yang hampir sama dan tidak terlalu signifikan. Suhu pada konsentrasi 25% berada dalam rentang  $25,4^{\circ}\text{C} - 27,4^{\circ}\text{C}$ . Suhu pada konsentrasi 50% berada dalam rentang  $25,3^{\circ}\text{C} - 27,5^{\circ}\text{C}$ . Suhu pada konsentrasi 75% berada dalam rentang  $25,6^{\circ}\text{C} - 27,4^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan suhu pada konsentrasi 100% berada dalam rentang  $25,6^{\circ}\text{C} - 28,5^{\circ}\text{C}$ . Reaktor NA T1 A1 dan NA T4 B3 menunjukkan hasil pengukuran suhu berada di bawah reaktor kontrol, namun mengalami kenaikan suhu setiap harinya, sedangkan untuk reaktor B7A1, NA T4 B1, NA T2 B2 dan NA T2 C2 menunjukkan hasil pengukuran suhu di atas pengukuran reaktor kontrol, sehingga dalam hal ini terdapat aktivitas bakteri, tren grafik pada reaktor B7A1, NA T4 B1, NA T2 B2 dan NA T2 C2 menunjukkan hasil pengukuran suhu yang tidak jauh beda yakni mengalami penurunan di hari pertama dan hari ke-7. Pada reaktor kontrol menunjukkan adanya nilai suhu yang fluktuatif. Penurunan tersebut dapat dipengaruhi oleh suhu ruangan di sekitar tempat penyimpanan reaktor, walaupun reaktor yang digunakan telah dilapisi aluminium foil yang dapat memantulkan panas, pelapisan aluminium foil dilakukan supaya matahari tidak mengenai reaktor secara langsung. Jika dibandingkan dengan keenam isolat bakteri, bakteri NA T2 C2 dan bakteri B7 A1 menunjukkan peningkatan suhu yang konstan namun tidak terlalu signifikan yakni berkisar  $0,1^{\circ}\text{C} - 1,3^{\circ}\text{C}$ . Terjadinya peningkatan suhu pada perlakuan keenam isolat ini dikarenakan adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme untuk melakukan proses penguraian bahan organik pada perairan. Bakteri akan menghasilkan enzim yang lebih banyak pada suhu optimum.

Suhu juga menentukan efisiensi biodegradasi. Pada suhu yang rendah, viskositas akan meningkat dan volatilitas senyawa toksik akan menurun sehingga akan menghambat proses biodegradasi. Secara umum, laju biodegradasi akan meningkat sejalan dengan peningkatan suhu sampai batas tertentu (Moenir, 2010). Menurut Caroline dan Moea (2015), semakin tinggi suhu maka kadar oksigen akan semakin berkurang, yang mana akan menyebabkan penurunan removal COD dan BOD.

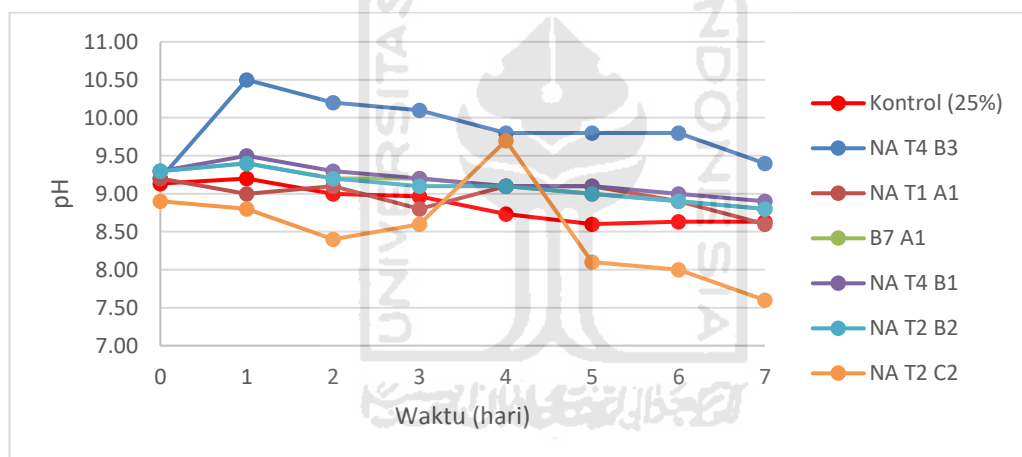
Pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 untuk kadar maksimum suhu yang diperbolehkan yakni sebesar  $38^{\circ}\text{C}$ . Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian yang didapat, suhu pada semua reaktor memenuhi batas baku mutu yang dipersyaratkan.

#### 4.2.2 Karakteristik Parameter pH

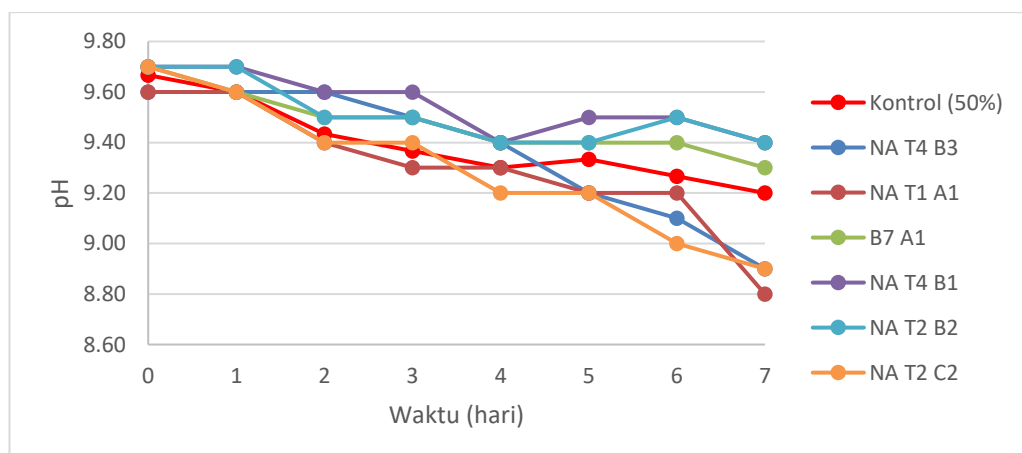
Biodegradasi senyawa bakteri menghasilkan produk berupa asam organik yang dapat menurunkan pH media. Besarnya penurunan pH bergantung pada besarnya prosentase degradasi, semakin besar aktivitas mikroba pendegradasi, semakin besar pula penurunan pH yang dihasilkan. Kecenderungan penurunan pH teramati pada setiap sampel dengan nilai penurunan yang hampir sama. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa akumulasi asam-asam organik sebagai hasil akhir metabolisme meningkat seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi (Sudrajat dkk, 2015)

Untuk proses biodegradasi yang baik dibutuhkan kisaran pH 6,5 dan 7,5 merupakan pH yang sesuai bagi aktivitas mikroba dalam proses bioflokulasi dan biodegradasi limbah. pH tersebut masih dalam selang pH 6-9 dimana proses sporulasi, pertumbuhan vegetatif, biodegradasi dan bioflokulasi limbah oleh mikroba berjalan secara optimum (Komarawidjaja, 2007).

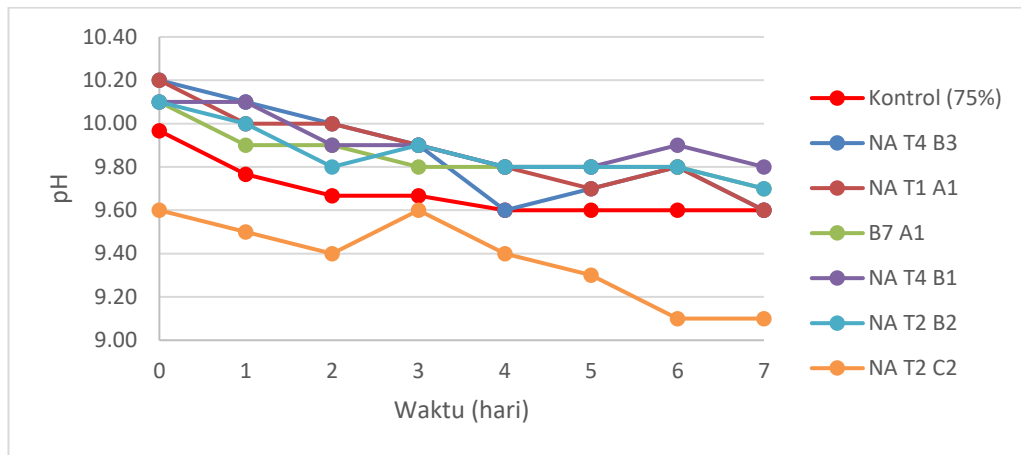
Pengukuran pH dilakukan selama rentang waktu 7 hari secara berturut-turut. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



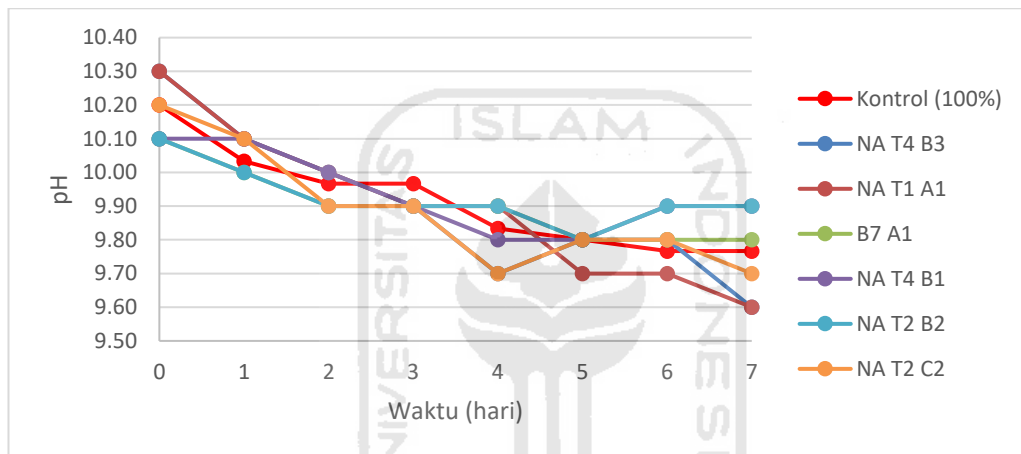
Gambar 4. 5 Grafik pH pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 6 Grafik pH pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 7 Grafik pH pada konsentrasi 75%



Gambar 4. 8 Grafik pH pada konsentrasi 100%

Profil aktivitas pH dari suatu enzim menggambarkan pH pada saat gugus pemberi atau penerima proton yang penting pada sisi katalitik enzim berada dalam tingkat ionisasi yang diinginkan.

Air limbah yang digunakan berasal dari proses pewarnaan, sehingga nilai pH cenderung basa yakni sekitar 9 - 10. Hasil analisa pH pada reaktor air limbah dengan konsentrasi 25% menunjukkan bahwa pH pada air limbah berfluktuasi pada kisaran 7,6 – 10,5. pH pada konsentrasi air limbah 50% berada dalam rentang 8,8 – 9,7. pH pada konsentrasi air limbah 75% berada dalam rentang 9,1 – 10,2. Sedangkan pH pada konsentrasi air limbah 100% berada dalam rentang 9,6 – 10,3. Dapat dilihat semakin besar konsentrasi air limbah maka nilai pH semakin tinggi (basa). Pada air limbah dengan konsentrasi 25%, nilai pH cenderung konstan pada reaktor bakteri NA T1 A1, B7 A1, NA T4 B1 dan NA T2 B2. Sedangkan pada reaktor bakteri NA T4 B3 menunjukkan adanya peningkatan pH yang cukup signifikan dibandingkan dengan reaktor bakteri lainnya. Pada air limbah dengan konsentrasi 50% dan 100%, nilai pH cenderung fluktuatif dan tidak mengalami adanya perbedaan yang signifikan dengan nilai pH pada reaktor kontrol. Sedangkan pada air limbah dengan konsentrasi 75%, nilai pH menunjukkan adanya peningkatan pada keseluruhan reaktor bakteri



kecuali pada reaktor bakteri NA T2 C2 yang mengalami penurunan yakni dari pH 9,6 hingga 9,2.

Pada konsentrasi air limbah 50% dan 75%, reaktor NA T4 B3, NA T1 A1 dan NA T2 C2 menunjukkan hasil pengukuran pH berada di bawah reaktor kontrol dan cenderung terus mengalami penurunan. Nilai pH pada reaktor kontrol menunjukkan adanya penurunan yang tidak terlalu signifikan dan cenderung konstan. Adanya perubahan pH menunjukkan terjadinya proses biodegradasi bahan organik. Aktivitas mikroorganisme pendegradasi memungkinkan terjadi penurunan pH karena senyawa organik telah diuraikan menjadi asam organik. Hidrolisis senyawa organik terjadi dimana ion hidrogen berfungsi untuk mengkatalisis reaksi pemutusan ikatan pada polisakarida, lipid dan protein. Dengan demikian, melalui proses hidrolisis, senyawa organik makromolekul dalam limbah tenun dapat diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh bantuan mikroorganisme.

Sehingga, pada penelitian ini nilai pH perlakuan mengalami penurunan selama masa inkubasi, hal ini dapat disebabkan karena proses yang terjadi di dalam bioreaktor sudah memasuki tahap pembentukan asam organik dengan adanya aktivitas biodegradasi yang dilakukan oleh isolat bakteri *indigenous*.

Sedangkan untuk reaktor lainnya seperti B7A1, NA T4 B1 dan NA T2 B2 cenderung menunjukkan hasil pengukuran pH yang tidak stabil dan berada di atas pH reaktor kontrol. Peningkatan pH terjadi saat proses hidrolisis dimana  $H^+$  digunakan untuk mengkatalisis reaksi pemutusan ikatan pada polisakarida, lipid dan protein. Peningkatan pH menunjukkan adanya kegiatan mikroorganisme menguraikan bahan organik seperti karbohidrat yang diuraikan menjadi glukosa. Berdasarkan penelitian Doraja dkk (2012) bahwa pada proses biodegradasi bakteri anaerob pada fase methanogenic, asam organik dirombak menjadi  $CO_2$  dan  $CH_4$ , asam amino dipecah dan terjadi pembentukan amonia. Pembentukan amonia tersebut berfungsi menetralkan asam, sehingga terjadi peningkatan pH. Menurut Effendi (2003), peningkatan nilai pH pada penelitian ini disebabkan karena adanya aktivitas degradasi bakteri selama delapan hari. Adanya faktor lain yang dapat mengubah nilai pH yaitu reaksi biologis oleh mikroorganisme terhadap nutrien yang ditambahkan pada air limbah.

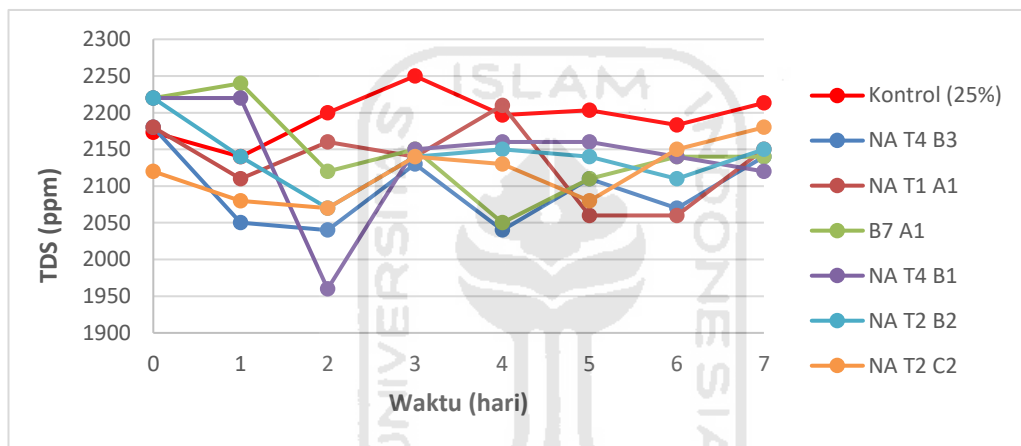
Pada penelitian ini, reaktor dengan bakteri NA T2 C2 menunjukkan penurunan pH yang lebih signifikan pada semua konsentrasi air limbah jika dibandingkan dengan reaktor bakteri yang lainnya. Pada konsentrasi air limbah 25%, reaktor bakteri NA T2 C2 menunjukkan adanya penurunan nilai pH dari 9 hingga 7, pada konsentrasi air limbah 50% menunjukkan adanya penurunan nilai pH dari 9,7 hingga 8,9. Pada konsentrasi air limbah 75% menunjukkan adanya penurunan nilai pH dari 9,6 hingga 9,1. Pada konsentrasi air limbah 100% menunjukkan adanya penurunan nilai pH dari 10,2 hingga 9,7. Sehingga konsentrasi air limbah 25% menunjukkan adanya penurunan pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi air limbah 50%, 75% dan 100%. Namun jika dibandingkan pada beberapa konsentrasi air limbah, air limbah dengan konsentrasi 100% menunjukkan hasil pengukuran pH yang stabil yakni nilai pH berada di bawah reaktor kontrol dan cenderung mengalami penurunan pada keseluruhan.

### 4.2.3 Karakteristik Parameter TDS

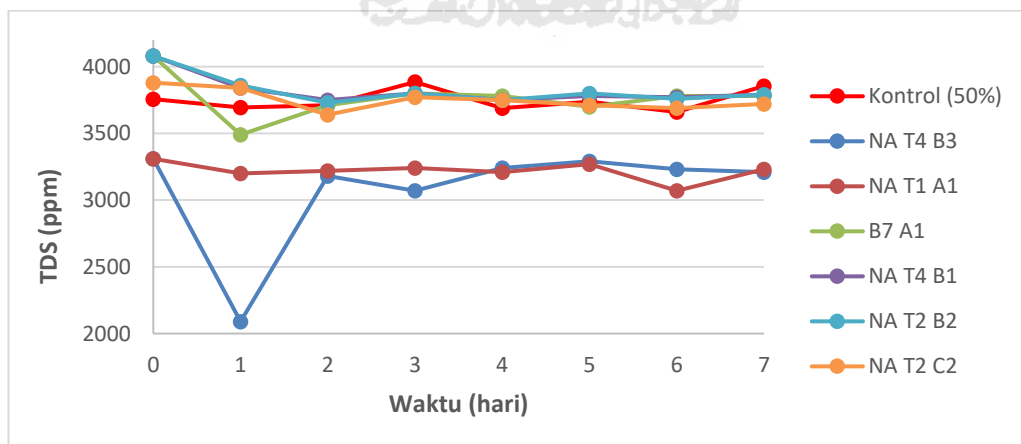
TDS merupakan jumlah zat padat terlarut yang berukuran  $\leq 1 \mu\text{m}$ , dimana semakin besar peningkatan nilai TDS mengindikasikan pada bahan organik limbah belum tergedradasi sempurna menjadi gas.

Menurut Effendi (2003), *Total Dissolved Solid (TDS)* adalah bahan-bahan terlarut dengan diameter  $<10^{-6}$  dan koloid dengan diameter  $10^{-6}$ - $10^{-3}$  yang merupakan senyawa kimia dan partikel lainnya yang tidak dapat tersaring dengan kertas saring berdiameter  $0,45 \mu\text{m}$ .

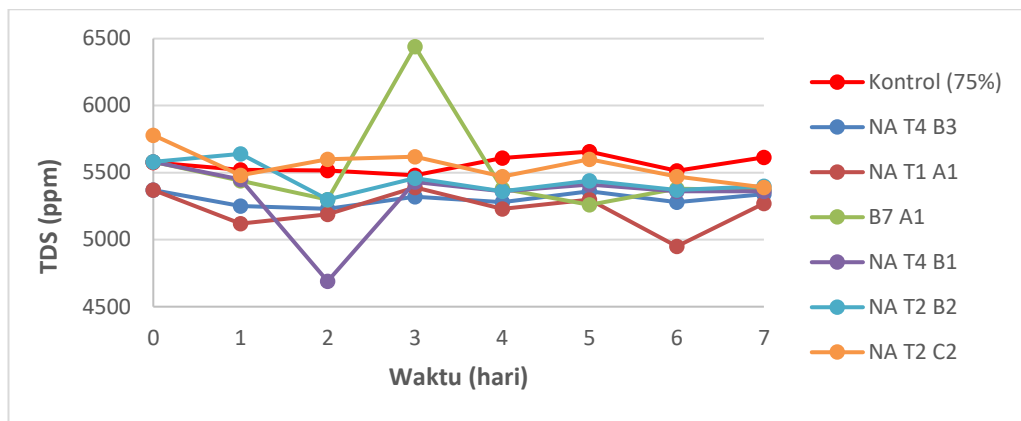
Pengukuran TDS dilakukan selama rentang waktu 7 hari secara berturut-turut. Hasil pengukuran TDS dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



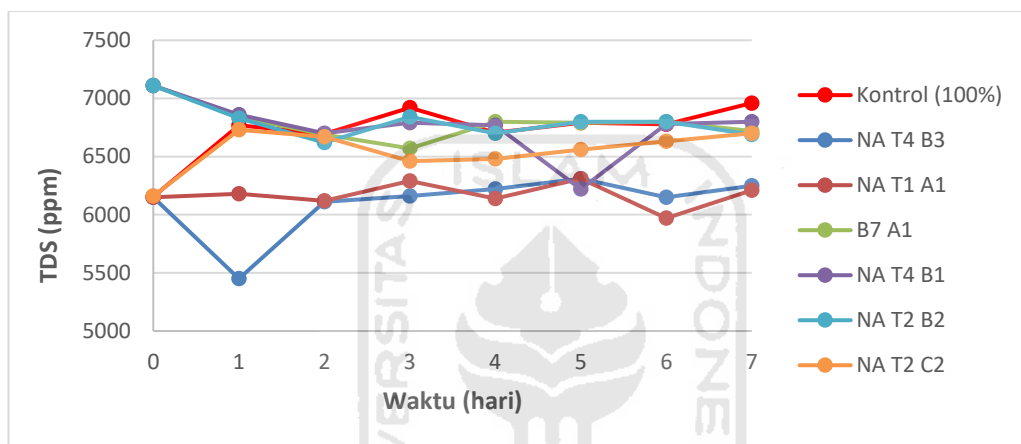
Gambar 4. 9 Grafik TDS pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 10 Grafik TDS pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 11 Grafik TDS pada konsentrasi 75%



Gambar 4. 12 Grafik TDS pada konsentrasi 100%

Menurut penelitian Imtiazuddin *et al* (2012) hasil pengukuran TDS pada air limbah tekstil cukup tinggi yakni berkisar antara 2469 ppm - 7295 ppm. Adapun penelitian lainnya (Widayanti dkk, 2012) yang dilakukan di sungai Pekalongan yang telah tercemar limbah tekstil menunjukkan hasil pengukuran TDS dalam rentang 1893 ppm – 7393 ppm. Sama halnya pada penelitian ini hasil pengukuran awal TDS adalah 2120 ppm - 7170 ppm. Pada reaktor air limbah dengan konsentrasi 25% nilai TDS dalam rentang 1960 ppm – 2240 ppm. TDS pada konsentrasi 50% berada dalam rentang 2090 ppm – 4080 ppm. TDS pada konsentrasi 75% berada dalam rentang 4690 ppm – 5580 ppm. Sedangkan TDS pada konsentrasi 100% berada dalam rentang 5450 ppm – 7110 ppm. Dapat dilihat semakin besar konsentrasi air limbah maka nilai TDS juga semakin tinggi dikarenakan kandungan partikel pada limbah konsentrasi 100% lebih besar. Dari hasil pengukuran TDS selama 7 hari mengalami penurunan dan kenaikan, namun pada semua reaktor bakteri cenderung mengalami penurunan untuk semua konsentrasi dan berada dibawah hasil pengukuran TDS pada reaktor kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri dapat bekerja dalam pendegradasian bahan organik.

Pada reaktor air limbah dengan konsentrasi 25% hasil pengukuran TDS pada reaktor bakteri NA T4 B1 dan B7 A1 menunjukkan peningkatan pada hari pertama, sedangkan pada hari selanjutnya menunjukkan penurunan dan

peningkatan yang kurang stabil. Namun pada keseluruhan reaktor bakteri menunjukkan adanya penurunan TDS dan nilai TDS berada di bawah nilai TDS reaktor kontrol. Pada reaktor air limbah dengan konsentrasi 50% reaktor bakteri NA T4 B3 dan NA T1 A1 menunjukkan hasil pengukuran TDS berada dibawah reaktor kontrol, sedangkan pada reaktor lainnya menunjukkan hasil nilai TDS yang fluktuatif dan menunjukkan tren yang berbanding lurus dengan nilai TDS reaktor kontrol. Pada reaktor air limbah dengan konsentrasi 75% dan 100% menunjukkan perubahan nilai TDS yang cukup stabil dan berada dibawah reaktor kontrol. Jika dibandingkan pada keenam isolat bakteri, reaktor bakteri NA T4 B3, NA T1 A1 dan NA T2 C2 menunjukkan penurunan TDS yang cukup signifikan pada semua konsentrasi air limbah khususnya air limbah dengan konsentrasi 25%.

Penurunan yang terjadi karena adanya proses bioremediasi, TDS memiliki kandungan partikel terlarut dapat berupa partikel padatan (aluminium, tembaga, fosfat, dll) dan bisa berupa partikel padatan seperti mikroorganisme. Penurunan nilai kandungan TDS juga disebabkan pada partikel terlarut telah terkonversi ke dalam bentuk gas yang dikeluarkan sebagai hasil samping proses biodegradasi oleh mikroorganisme. Sebab, partikel berukuran lebih kecil yang terlarut di dalam air limbah akan melalui fase metanogenik, sehingga partikel yang terlarut di dalam limbah akan dikonversikan dalam bentuk gas.

Peningkatan nilai TDS, dapat disebabkan karena adanya proses pemecahan bahan organik yang tadinya merupakan suspended solid menjadi berukuran lebih kecil. Seharusnya, meskipun terdapat bahan organik yang tadinya berukuran TSS didegradasi menjadi berukuran TDS, nilai TDS tetap mengalami penurunan karena bahan organik tersebut digunakan mikroorganisme sebagai sumber energi. Sejalan dengan penelitian Seabloom (2004) nilai TDS mengalami peningkatan diduga karena proses penggunaan bahan organik yang berukuran kecil yakni  $<1 \mu\text{m}$  yang digunakan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme belum terdegradasi secara sempurna menjadi gas. Selain itu, peningkatan nilai TDS dapat terjadi karena adanya peningkatan biomassa yang diakibatkan dari pertumbuhan mikroorganisme. Namun hasil pengukuran TDS tersebut berada diatas baku mutu yang ditetapkan oleh Badan Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, baku mutunya yaitu 1000 mg/L. Hal ini disebabkan akibat tingginya kandungan bahan-bahan organik dan hasil penguraiannya, mineral dan garam-garam yang terlarut didalam air limbah (Effendi, 2003).

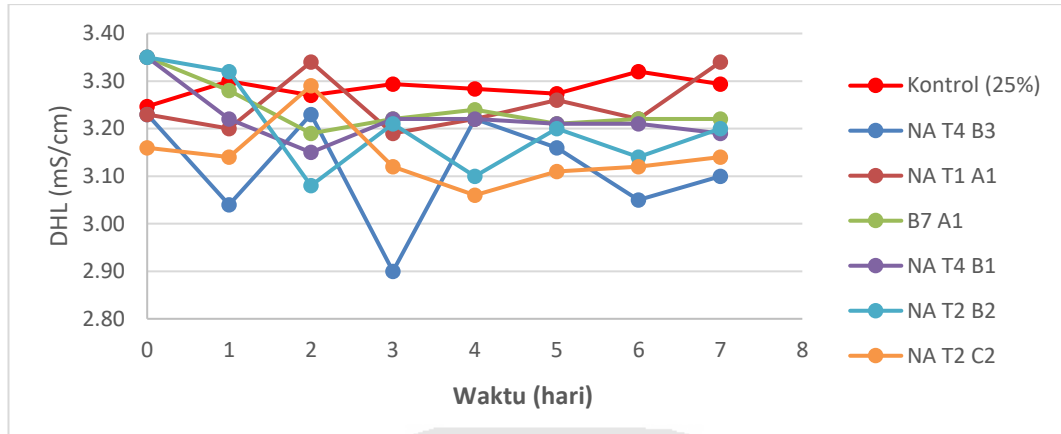
#### **4.2.4 Karakteristik Parameter DHL**

Daya hantar listik adalah ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik di dalam larutan dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Ion memiliki karakteristik tersendiri dalam menghantarkan arus listrik. Maka dari itu nilai konduktivitas listrik hanya menunjukkan konsentrasi ion total dalam larutan (Manalu, 2014).

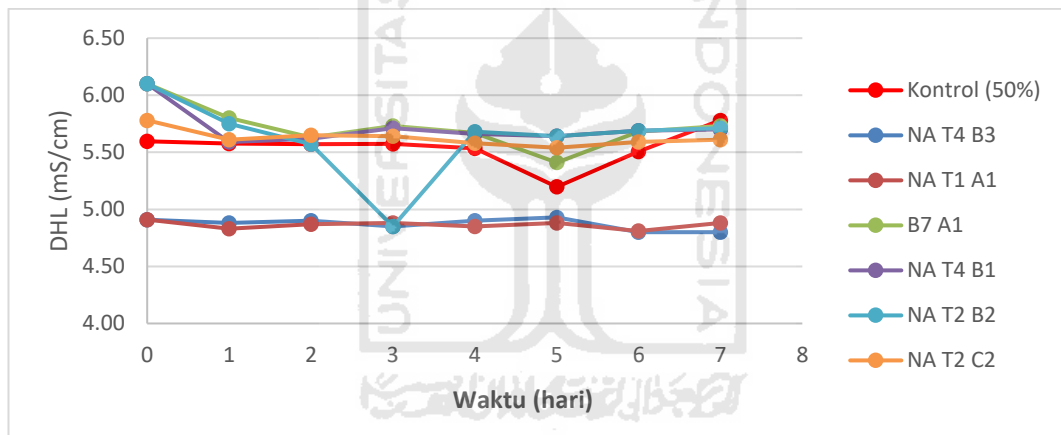
Semakin banyak ion yang hadir, semakin tinggi daya hantar listik air. Demikian juga, semakin sedikit ion yang ada di dalam air, semakin sedikit nilai daya hantar listiknya. Peningkatan atau penurunan daya hantar listik yang tiba-tiba dalam badan air dapat mengindikasikan polusi. Pencemaran air limbah akan

meningkatkan daya hantar listik karena adanya penambahan ion klorida, fosfat, dan nitrat (EPA, 2012).

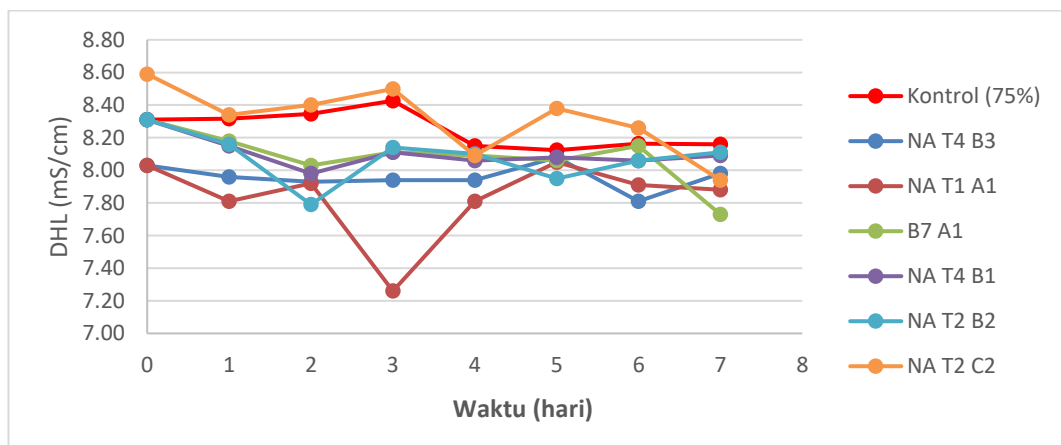
Berkut merupakan hasil pengukuran nilai Daya Hanter Listrik (DHL) selama 7 hari.



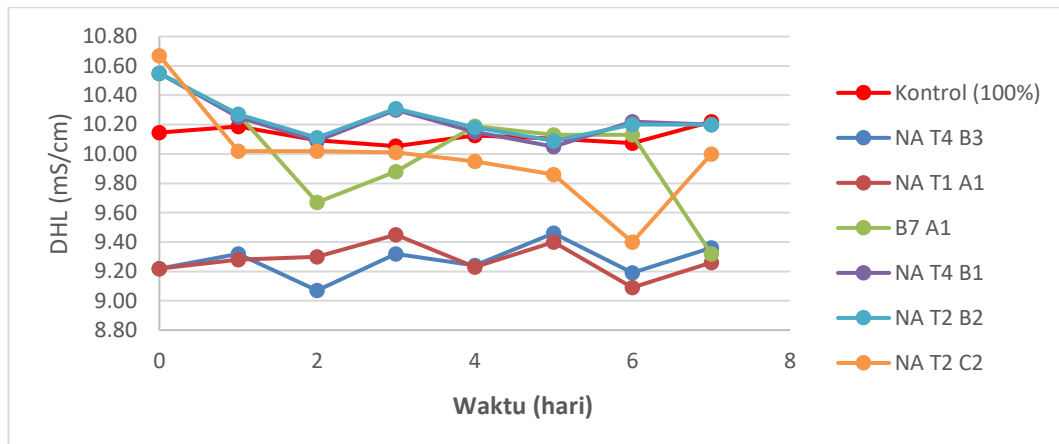
Gambar 4.13 Grafik DHL pada konsentrasi 25%



Gambar 4.14 Grafik DHL pada konsentrasi 50%



Gambar 4.15 Grafik DHL pada konsentrasi 75%



Gambar 4. 16 Grafik DHL pada konsentrasi 100%

Dari data hasil pengukuran dan tren grafik, daya hantar listrik atau *electrical conductivity* mengalami kenaikan dan penurunan pada keseluruhan reaktor bakteri dalam rentang waktu 7 hari. Pada reaktor air limbah dengan konsentrasi 25% pengukuran nilai Daya Hantar Listrik (DHL) dalam rentang 2,9 – 3,34 mS/cm. Pengukuran nilai DHL pada konsentrasi 50% berada dalam rentang 4,85 – 6,1 mS/cm. Pengukuran nilai DHL pada konsentrasi 75% berada dalam rentang 7,26 – 8,59 mS/cm. Sedangkan Pengukuran nilai DHL pada konsentrasi 100% berada dalam rentang dalam rentang 9,07 – 10,67 mS/cm. Diketahui dari hasil tersebut maka pada semakin besar konsentrasi air limbah maka semakin besar pula nilai DHL, hal ini dikarenakan semakin banyaknya bahan organik dalam air limbah semakin tinggi pula nilai DHL.

Meskipun pada beberapa data ada yang mengalami kenaikan nilai DHL, tetapi menunjukkan data yang cenderung mengalami penurunan. Jika dibandingkan dari beberapa konsentrasi, air limbah dengan konsentrasi 50% memiliki data nilai DHL yang fluktuatif diantara konsentrasi yang lainnya. Pada air limbah konsentrasi 25%, 75% dan 100% menunjukkan data nilai DHL yang cenderung berada di bawah data nilai DHL reaktor kontrol, jika dilihat pada grafik reaktor bakteri NA T4 B3 dan NA T1 A1 memiliki nilai DHL yang cukup stabil dan cenderung mengalami penurunan.

Pada air limbah dengan konsentrasi 25%, nilai DHL pada reaktor bakteri cenderung mengalami penurunan dan peningkatan namun nilai tersebut tetap berada di bawah nilai DHL reaktor kontrol. Bakteri NA T2 C2, NA T4 B3 dan NA T2 B2 menunjukkan tren grafik yang cukup signifikan dibandingkan dengan bakteri lainnya. Pada air limbah dengan konsentrasi 50% dan 100% nilai DHL cukup tinggi dan nilai tersebut melampaui nilai DHL dari reaktor kontrol, namun bakteri NA T1 A1 dan NA T4 B3 menunjukkan hasil nilai DHL cukup stabil dan berada di bawah nilai DHL reaktor kontrol. Banyaknya ion di dalam larutan dipengaruhi oleh padatan terlarut di dalamnya. Semakin besar jumlah padatan terlarut di dalam larutan maka kemungkinan jumlah ion dalam larutan juga akan semakin besar, sehingga nilai daya hantar listrik juga akan semakin besar. Sehingga dalam penelitian ini penurunan nilai DHL dapat diakibatkan karena kandungan nilai TDS mengalami penurunan.

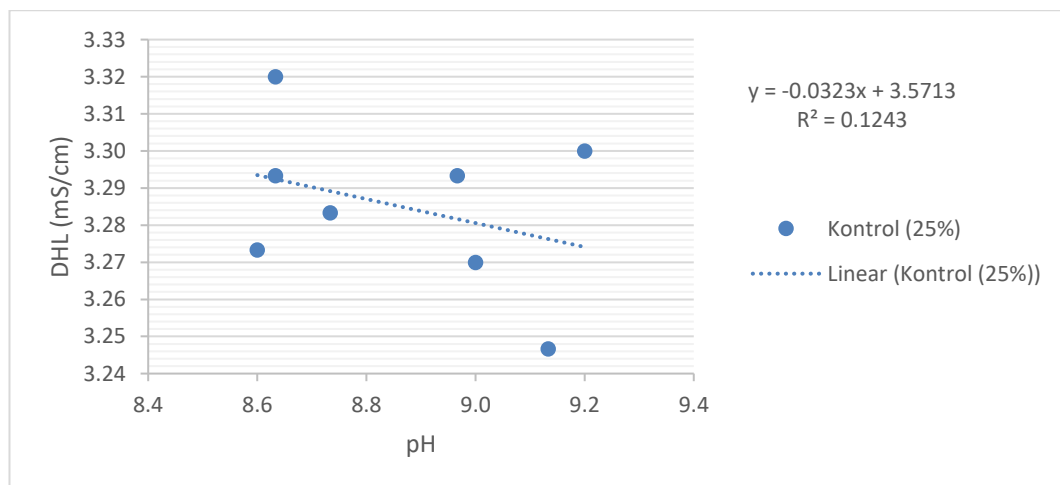
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Das et al (2005) diketahui bahwa nilai daya hantar listik memiliki hubungan yang linier dengan TDS. Dari penelitian tersebut teramati bahwa nilai daya hantar listik meningkat seiring dengan meningkatnya nilai TDS yang menunjukkan peningkatan konsentrasi sulfat dan ion lainnya. Pada penelitiannya diketahui bahwa pengukuran daya hantar listik jauh lebih mudah daripada pengukuran TDS langsung.

Hasil penelitian Ezeweali, dkk (2014) yang dilakukan di daerah Boji-Boji Agbor menunjukkan bahwa temperatur memiliki hubungan dengan daya hantar listik dan TDS. Daya hantar listik memiliki korelasi positif dengan TDS dan temperatur. Disamping itu, peningkatan temperatur air akan menurunkan kepadatan dari gas seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub> di dalam larutan. Jadi, dapat dilihat bahwa terdapat hubungan antara jumlah zat padat terlarut yang dinyatakan dengan TDS dengan nilai daya hantar listik. Sesuai data yang diperoleh dalam penelitian ini, secara keseluruhan kandungan TDS pada reaktor bakteri terus mengalami penurunan, sehingga nilai DHL juga semakin kecil. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Irwan dan Afdal (2016), hubungan TDS dengan daya hantar listik air sungai linier pada daya hantar listik yang kecil dan mulai tidak linier pada nilai daya hantar listik tinggi.

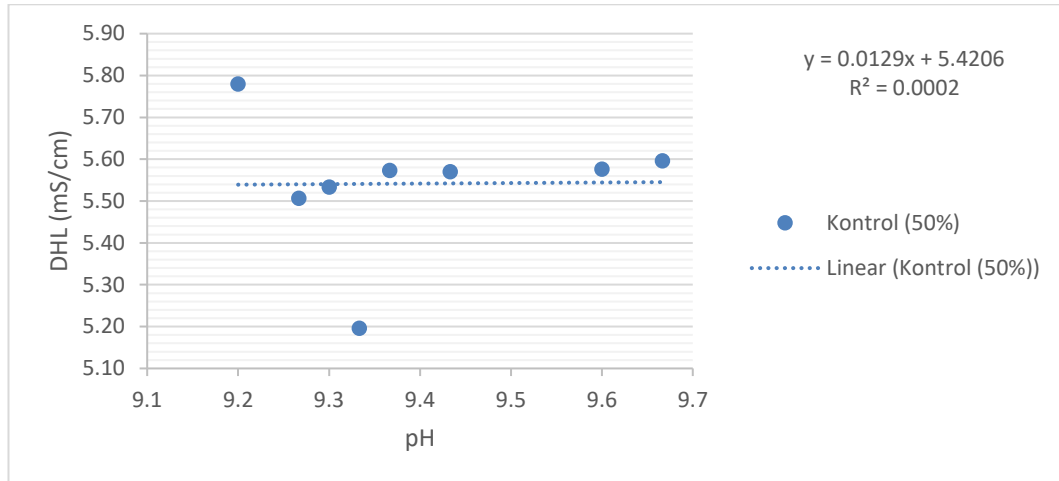
### 4.3 Korelasi antara Parameter pH dan DHL

Korelasi antara parameter pH dan DHL digunakan 3 isolat bakteri yang menunjukkan perubahan yang cukup signifikan dibandingkan dengan isolat bakteri yang lainnya. Ketiga isolat bakteri tersebut adalah NA T4 B3, B7 A1 dan NA T2 C2.

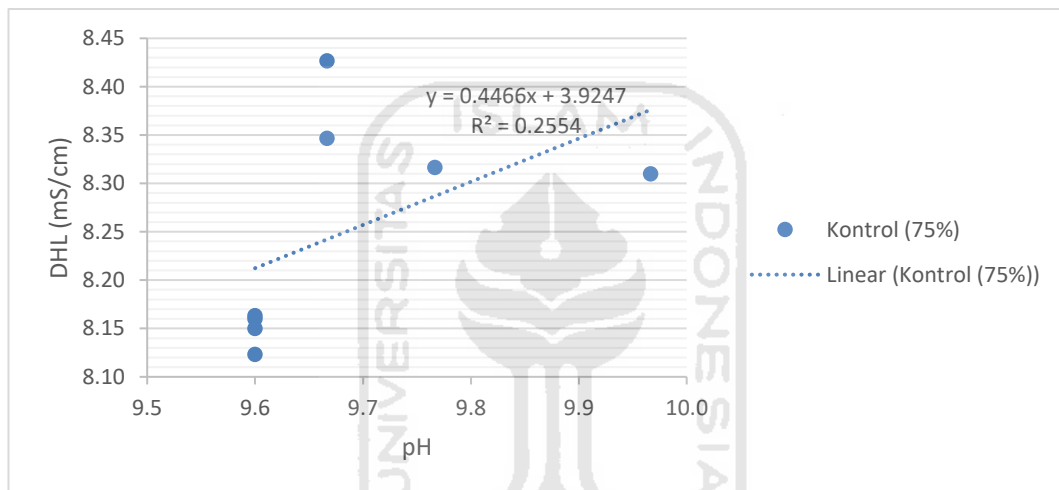
#### 4.3.1 Korelasi antara Parameter pH dan DHL pada Reaktor Kontrol



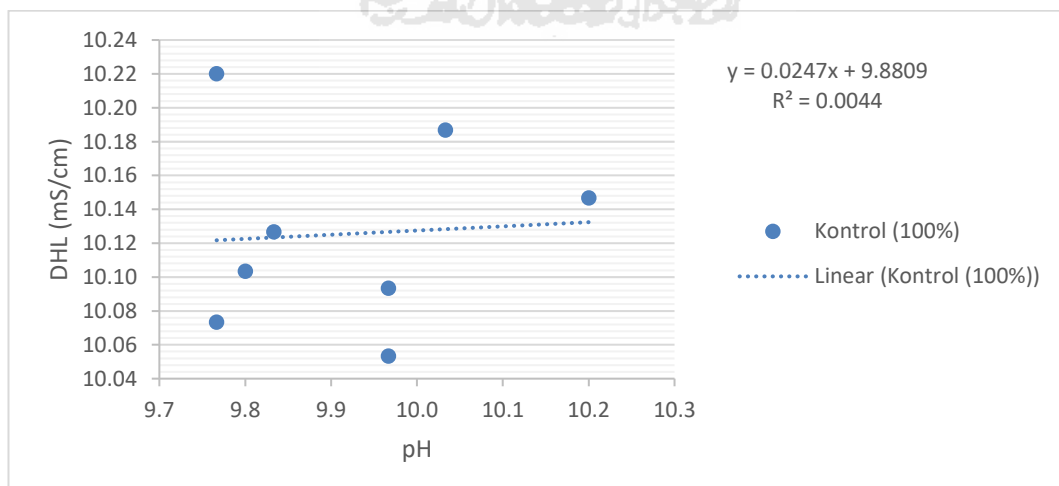
Gambar 4. 17 Korelasi antara pH dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 18 Korelasi antara pH dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 19 Korelasi antara pH dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 75%



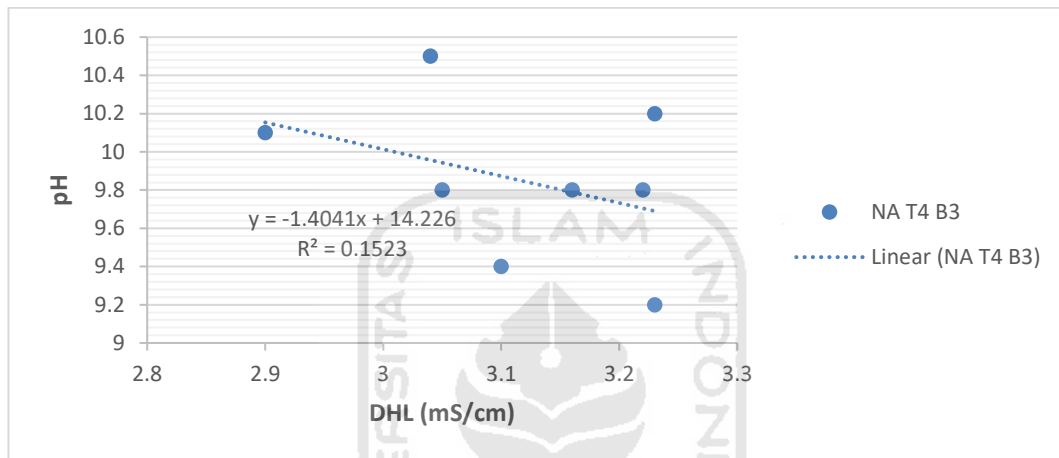
Gambar 4. 20 Korelasi antara pH dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 100%

Berdasarkan grafik yang diperoleh dari korelasi antara pH dan DHL pada reaktor kontrol pada konsentrasi air limbah 25% nilai korelasi  $R^2$  sebesar 0,1243, pada konsentrasi air limbah 50% nilai korelasi  $R^2$  sebesar 0,0002, pada konsentrasi

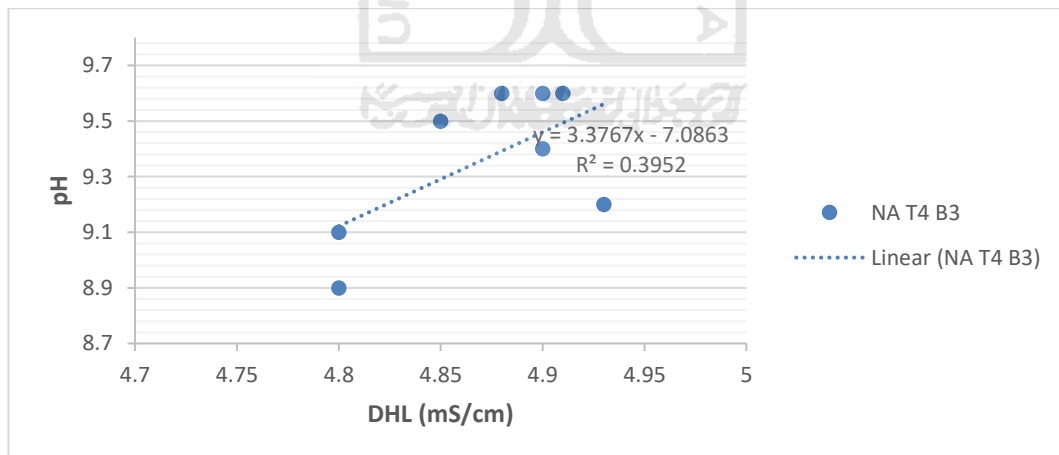


air limbah 75% nilai korelasi  $R^2$  sebesar 0,2554, pada konsentrasi air limbah 100% nilai korelasi  $R^2$  sebesar 0,0044. Nilai korelasi ( $R^2$ ) pada reaktor kontrol menunjukkan angka yang kecil, sehingga dapat dijelaskan bahwa tidak adanya aktivitas bakteri pada reaktor kontrol.

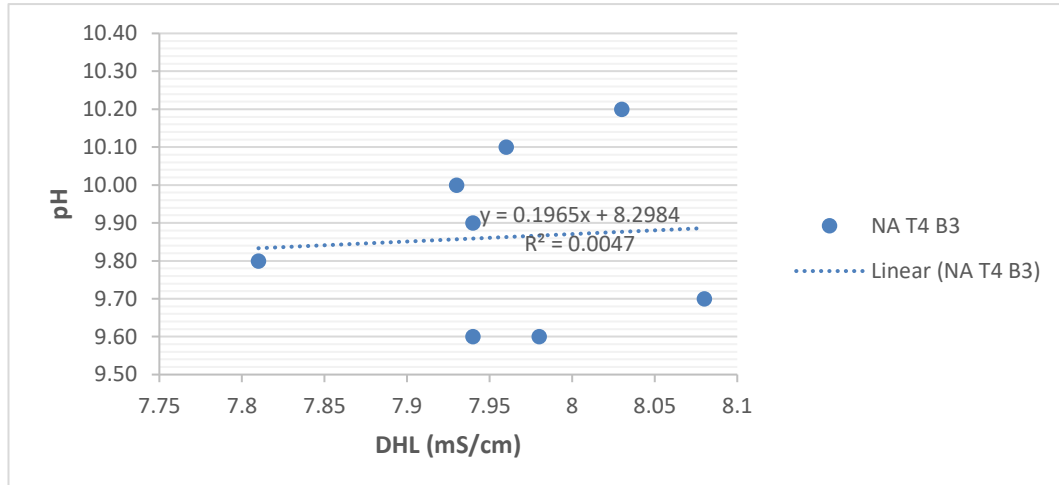
#### 4.3.2 Korelasi antara Parameter pH dan DHL pada Bakteri NA T4 B3



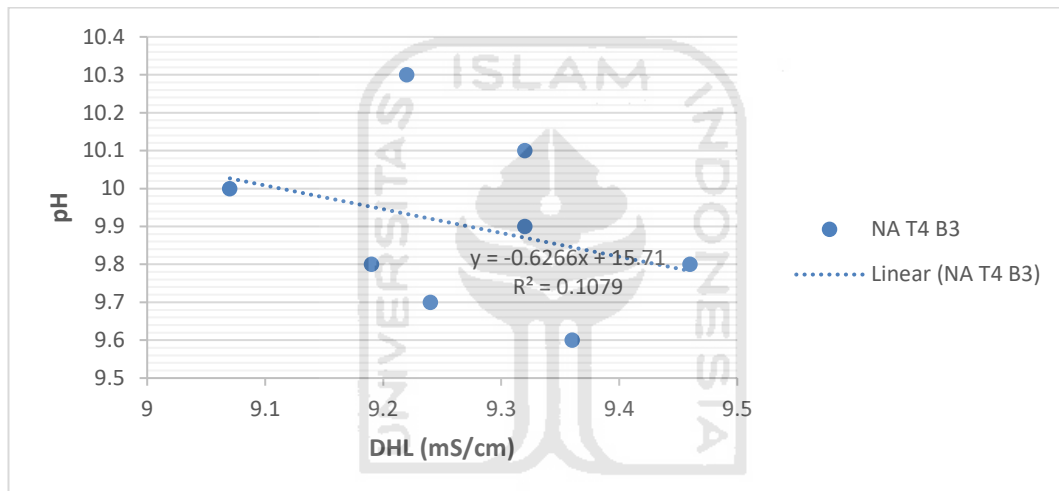
Gambar 4. 21 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 22 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 23 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 75%



Gambar 4. 24 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 100%

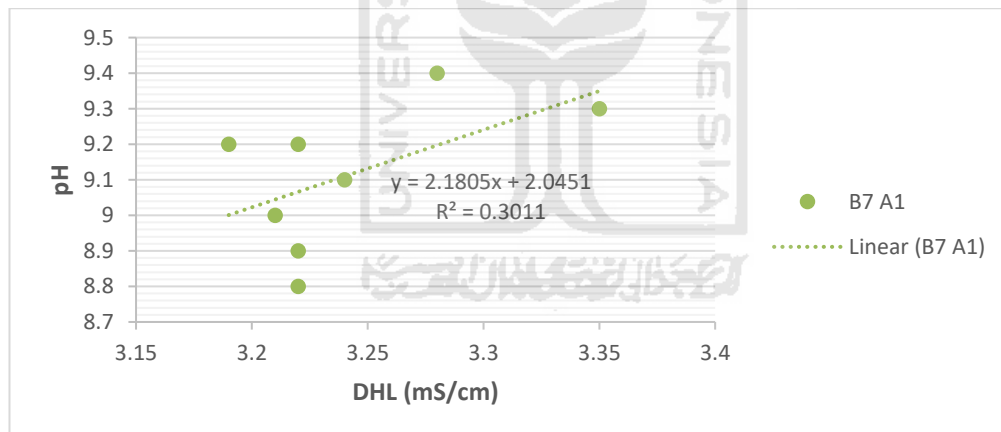
Besarnya penurunan pH bergantung pada besarnya prosentase degradasi, semakin besar aktivitas mikroba pendegradasi, semakin besar pula penurunan pH yang dihasilkan. Kecenderungan penurunan pH teramati pada setiap sampel dengan nilai penurunan yang hampir sama. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa akumulasi asam-asam organik sebagai hasil akhir metabolisme meningkat seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi. Semakin kecil nilai pH maka akan semakin besar nilai DHL pada air limbah

Hal yang sama dinyatakan oleh Purnomo (2010) pada penelitiannya yang menyatakan bahwa semakin kecil nilai pH maka daya hantar listik perairan tersebut akan semakin besar dan sebaliknya. Pada konduktor elektrolit, elektron mengalir dibawa oleh ion-ion, sedangkan yang dapat menghasilkan ion antara lain asam, basa dan garam. Asam terdiri asam kuat yang banyak menghasilkan banyak ion sedangkan asam lemah menghasilkan sedikit ion dimana semakin asam suatu perairan maka semakin kecil nilai pHnya, demikian pula semakin lemah tingkat keasaman suatu perairan maka pH akan semakin besar. Sehingga apabila suatu

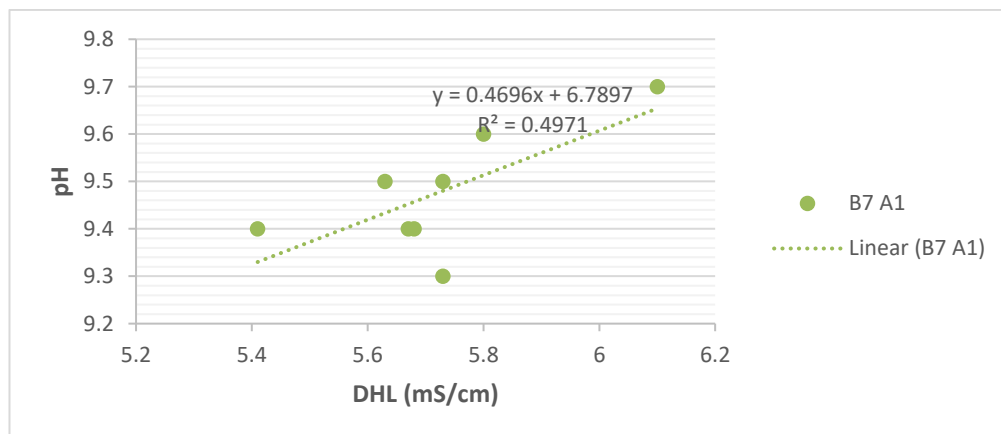
perairan memiliki tingkat keasaman tinggi (pH kecil) maka semakin banyak ion yang dihasilkan sehingga daya hantar listik (DHL) akan semakin besar.

Berdasarkan grafik hubungan pH dan DHL pada reaktor bakteri NA T4 B3 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran antara nilai pH dan nilai DHL mempunyai koefisien korelasi dari beberapa konsentrasi. Pada reaktor bakteri NA T4 B3 dengan konsentrasi air limbah 25% dan 100% grafik tren menunjukkan korelasi negatif sedangkan pada konsentrasi 50% dan 75% grafik tren menunjukkan korelasi positif. Namun hasil dari nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) pada reaktor bakteri NA T4 B3 tidak terlalu tinggi, sehingga tidak dapat disimpulkan bahwa pada hubungan pH dan DHL memiliki korelasi negatif maupun positif. Berdasarkan grafik korelasi antara pH dan DHL, adanya perbedaan korelasi negatif dan positif pada konsentrasi air limbah dapat dijealskan bahwa semakin kecil konsentrasi air limbah maka korelasi cenderung negatif. Nilai korelasi pada reaktor bakteri NA T4 B3 dengan konsentrasi air limbah 50% merupakan nilai korelasi yang tertinggi diantara konsentrasi air limbah 25%,75% dan 100% yakni sebesar 0,3952. Sehingga dalam hal ini dapat dikatakan bahwa pada reaktor bakteri NA T4 B3 dengan konsentrasi air limbah 50% memiliki korelasi positif antara nilai pH dengan nilai DHL. Sedangkan pada konsentrasi air limbah 75% menunjukkan nilai koefisien korelasi rendah yakni sebesar 0,0047.

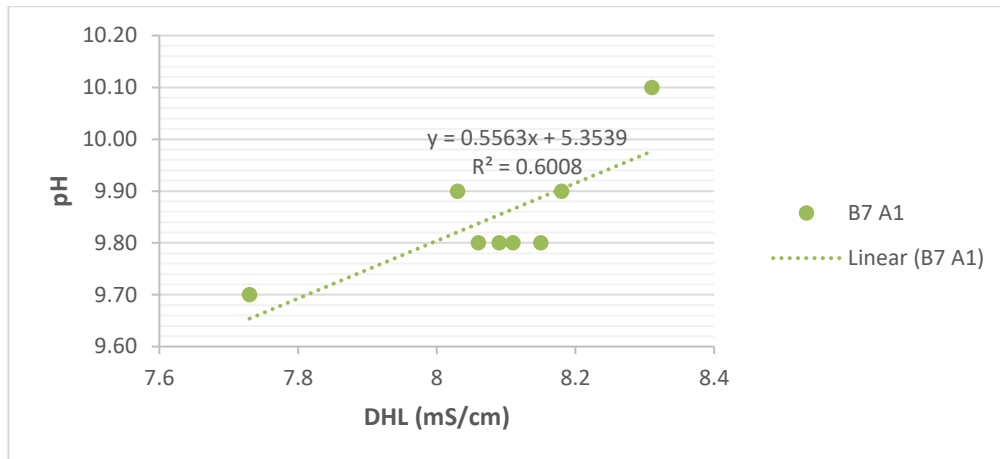
#### 4.3.2 Korelasi antara Parameter pH dan DHL pada Bakteri B7 A1



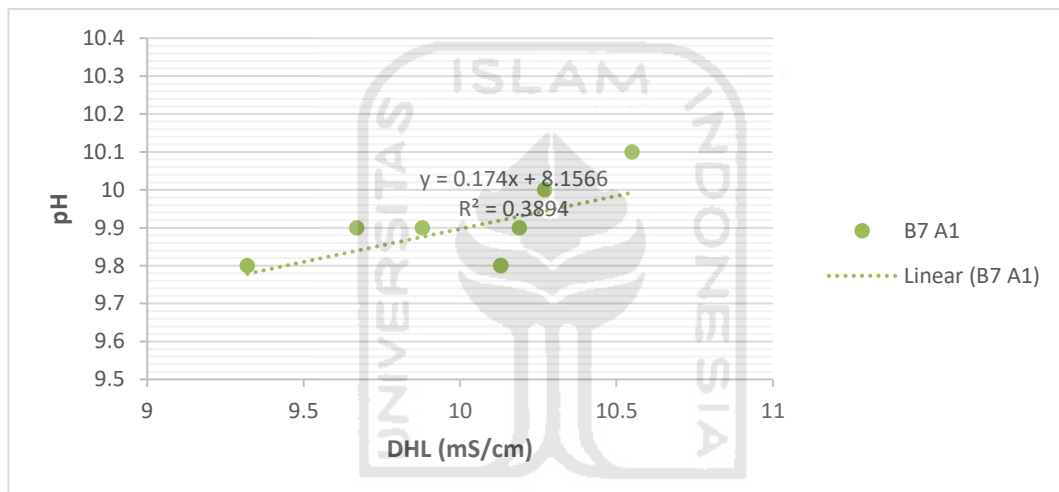
Gambar 4. 25 Korelasi antara pH dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 26 Korelasi antara pH dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 27 Korelasi antara pH dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 75%



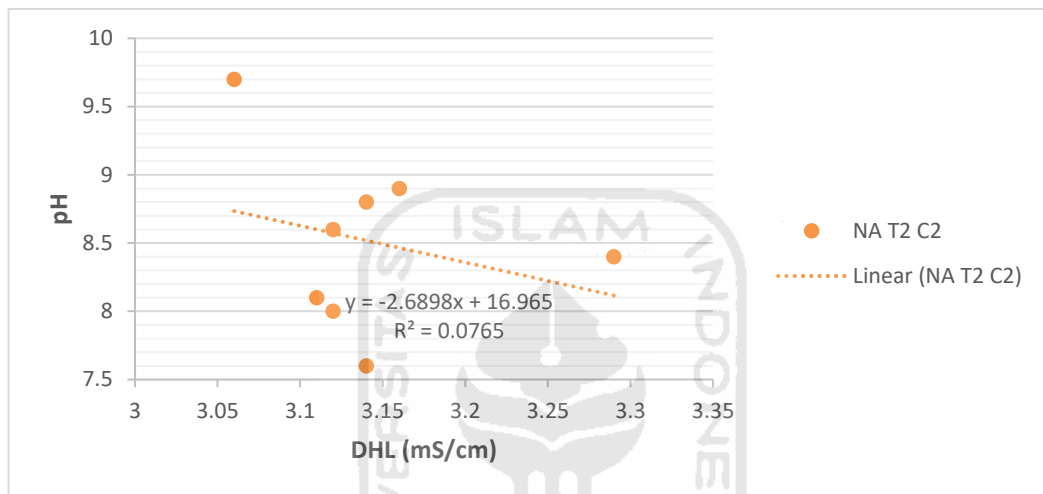
Gambar 4. 28 Korelasi antara pH dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 100%

Berdasarkan grafik hubungan pH dan DHL dapat dilihat bahwa sebagian besar pada hasil grafik dari beberapa konsentrasi, semakin kecil pH maka akan semakin besar nilai DHL pada air limbah, semakin lemah tingkat keasaman suatu perairan maka pH akan semakin besar. Sehingga apabila suatu perairan memiliki tingkat keasaman tinggi (pH kecil) maka semakin banyak ion yang dihasilkan sehingga daya hantar listrik (DHL) akan semakin besar. Selain itu, peningkatan nilai daya hantar listrik dapat dipengaruhi oleh temperatur, dimana peningkatan temperatur hingga mencapai suhu  $60^{\circ}\text{C}$  juga meningkatkan nilai daya hantar listriknya. Semakin tinggi temperatur, nilai daya hantar listrik juga semakin tinggi. Apabila temperatur semakin tinggi, maka ion-ion bergerak semakin cepat dan nilai daya hantar listrik juga akan semakin tinggi (Irwan dan Afdal, 2016).

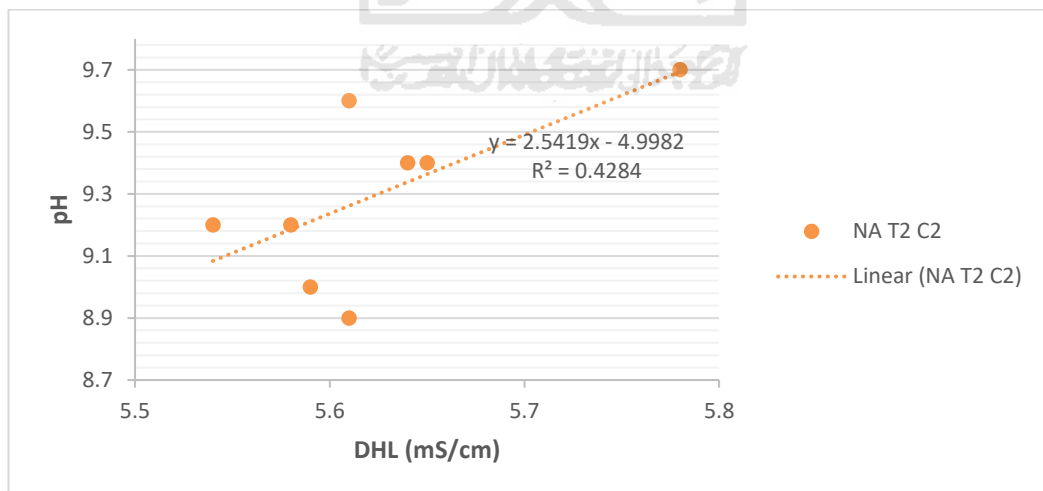
Berdasarkan grafik hubungan pH dan DHL pada reaktor bakteri B7 A1 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran antara nilai pH dan nilai DHL mempunyai koefisien korelasi dari beberapa konsentrasi. Pada reaktor bakteri B7 A1 pada semua konsentrasi air limbah grafik tren menunjukkan korelasi positif. Pada reaktor bakteri B7 A1 menunjukkan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang cukup baik walaupun

tidak terlalu tinggi, namun pada air limbah dengan konsentrasi 75% mencapai nilai korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,6008 sehingga dapat dikatakan bahwa pada hubungan pH dan DHL pada bakteri B7 A1 dengan konsentrasi air limbah 75% memiliki korelasi positif. Sedangkan pada konsentrasi air limbah 25%,50% dan 100% memiliki nilai korelasi yang cukup seragam dalam rentang 0,3 sampai dengan 0,5.

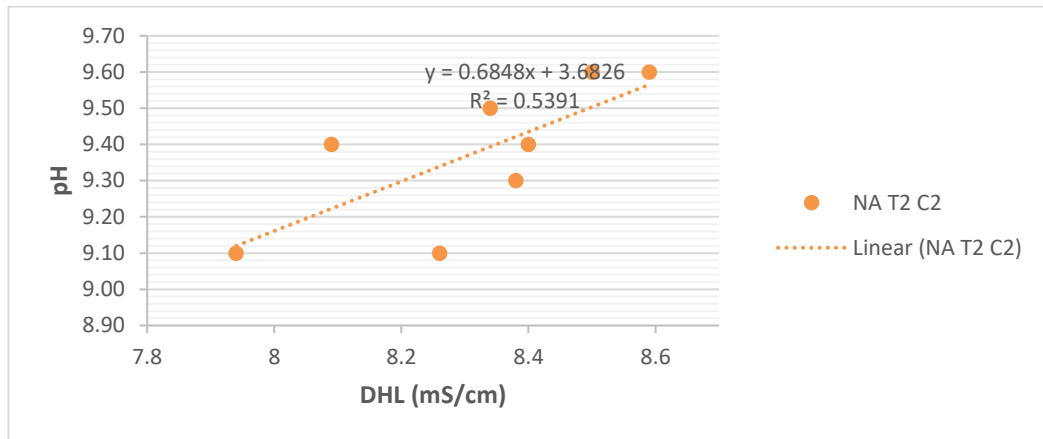
#### 4.3.3 Korelasi antara Parameter pH dan DHL pada Bakteri NA T2 C2



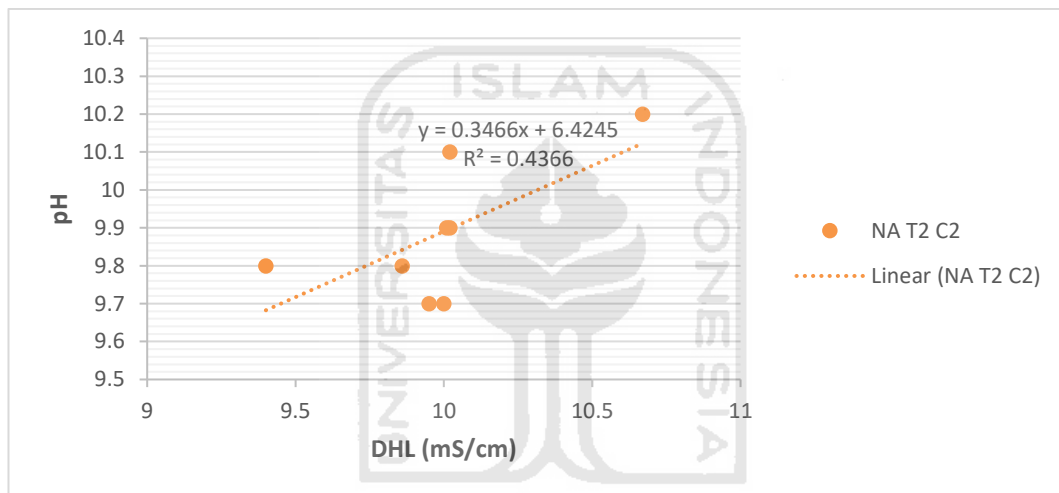
Gambar 4. 29 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 30 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 31 Korelasi antara pH dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 75%



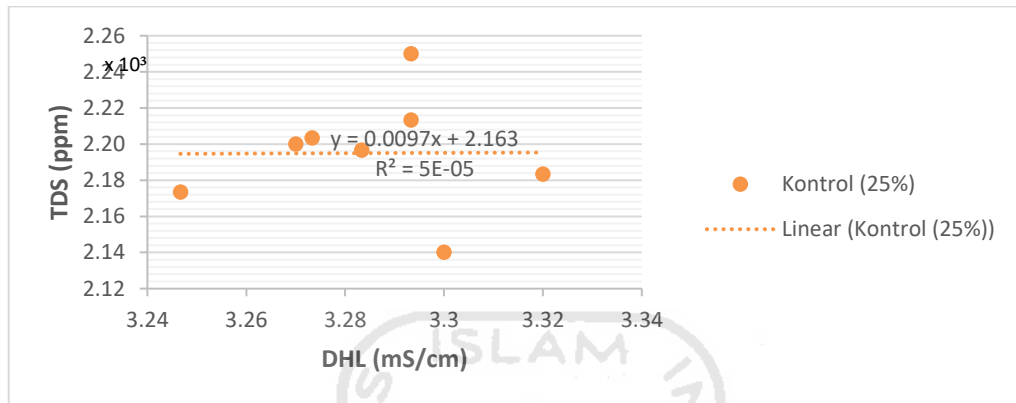
Gambar 4.32 Hubungan antara pH dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 100%

Berdasarkan grafik hubungan antara pH dan DHL pada reaktor NA T2 C2 menunjukkan adanya korelasi negatif pada konsentrasi air limbah 25%, sedangkan pada konsentrasi air limbah 50%, 75% dan 100% memiliki korelasi positif dengan nilai korelasi dalam rentang 0,4 – 0,5. Sedangkan pada konsentrasi air limbah 25%, menunjukkan tren korelasi negatif, berdasarkan data yang diperoleh semakin kecil konsentrasi maka menunjukkan adanya korelasi negatif. Sehingga dalam hal ini, reaktor NA T2 C2 memiliki korelasi yang cukup baik antara nilai pH dengan nilai DHL. Pada konsentrasi air limbah 25% cenderung memiliki nilai korelasi yang rendah yakni sebesar 0,0765 sehingga dapat dikatakan bahwa terjadi hubungan yang lemah antara pH dan DHL. Kecenderungan penurunan pH teramati pada setiap sampel dengan nilai penurunan yang hampir sama. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa akumulasi asam organik sebagai hasil akhir metabolisme meningkat seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi. Semakin kecil nilai pH maka akan semakin besar nilai DHL pada air limbah.

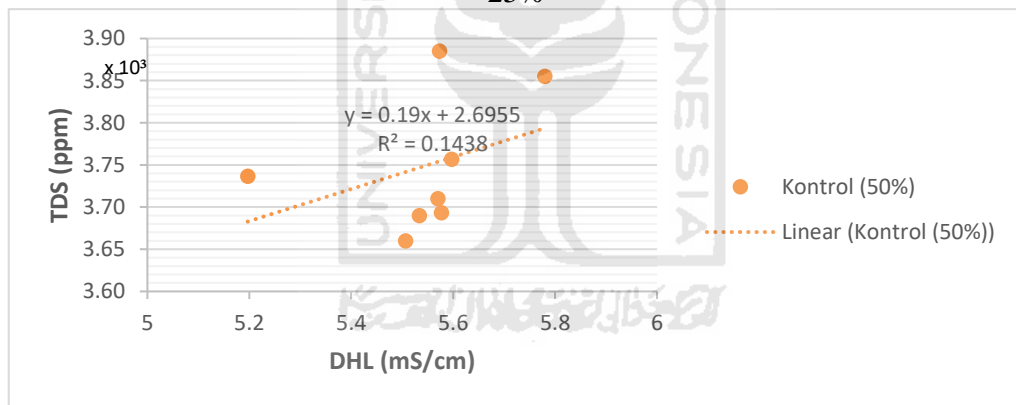
#### 4.4 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL

Korelasi antara parameter TDS dan DHL digunakan 3 isolat bakteri yang menunjukkan perubahan yang cukup signifikan dibandingkan dengan isolat bakteri yang lainnya. Ketiga isolat bakteri tersebut adalah NA T4 B3, B7 A1 dan NA T2 C2.

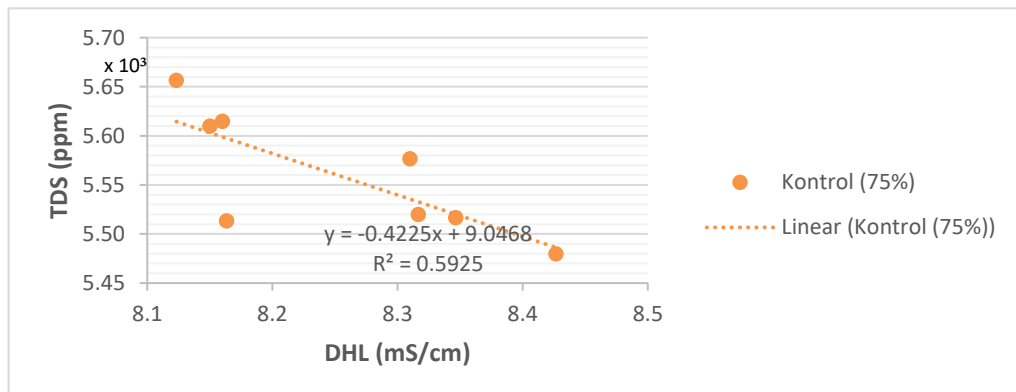
##### 4.4.1 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL pada reaktor kontrol



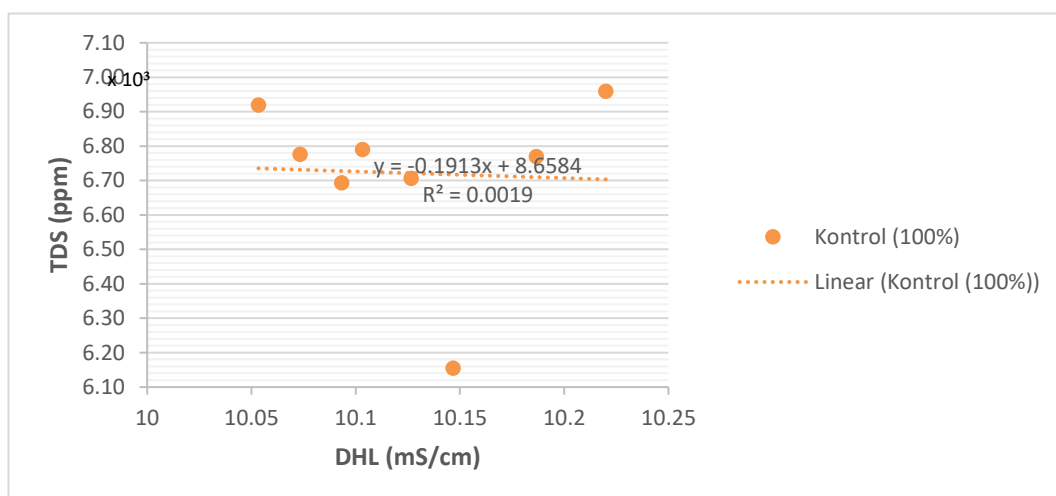
Gambar 4. 33 Korelasi antara TDS dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 34 Korelasi antara TDS dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 35 Korelasi antara TDS dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 75%



Gambar 4. 36 Korelasi antara TDS dan DHL reaktor kontrol pada konsentrasi 100%

Berdasarkan grafik yang diperoleh dari korelasi antara TDS dan DHL pada reaktor kontrol, pada konsentrasi air limbah 25% nilai korelasi  $R^2$  sebesar 0,00005 pada konsentrasi air limbah 50% nilai korelasi  $R^2$  sebesar 0,1438, pada konsentrasi air limbah 75% nilai korelasi  $R^2$  sebesar 0,5925, pada konsentrasi air limbah 100% nilai korelasi  $R^2$  sebesar 0,0019. Nilai korelasi ( $R^2$ ) pada reaktor kontrol dengan konsentrasi air limbah 25%, 50% dan 100% menunjukkan angka yang kecil, sehingga dapat dijelaskan bahwa tidak adanya aktivitas bakteri pada reaktor kontrol. Namun pada konsentrasi air limbah 75% nilai korelasi ( $R^2$ ) pada reaktor kontrol sebesar 0,6 sehingga menunjukkan adanya korelasi (hubungan yang kuat) antara TDS dan DHL.

#### 4.4.2 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL pada bakteri NA T4 B3

Banyaknya ion di dalam larutan dipengaruhi oleh padatan terlarut di dalamnya. Semakin besar jumlah padatan terlarut di dalam larutan maka kemungkinan jumlah ion dalam larutan juga akan semakin besar, sehingga nilai daya hantar listrik juga akan semakin besar. Jadi, di sini dapat dilihat bahwa terdapat hubungan antara jumlah zat padat terlarut yang dinyatakan dengan TDS dengan nilai daya hantar listrik.

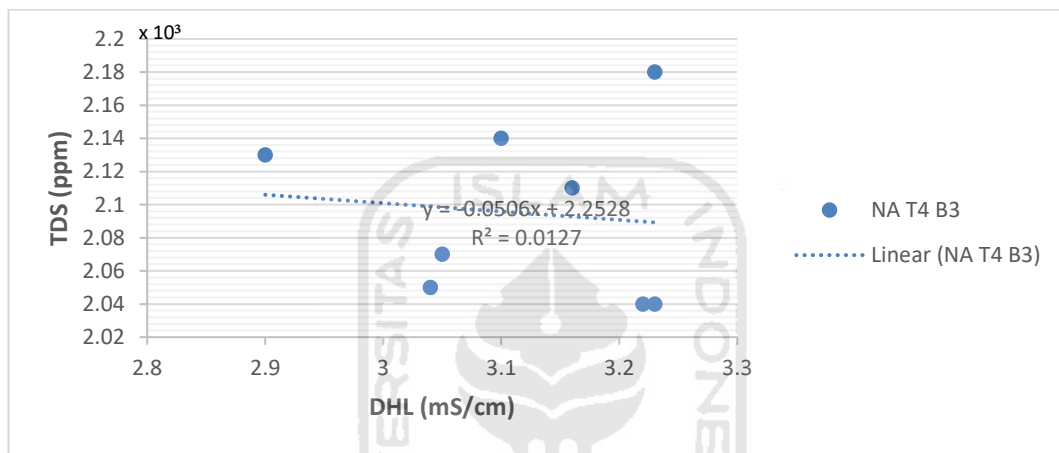
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Das et al (2005) di Danau Subhas Sarovar dan Rabindra Sarovar, Kolkata, India diketahui bahwa nilai daya hantar listrik memiliki hubungan yang linier dengan TDS. Dari penelitian tersebut teramati bahwa nilai daya hantar listrik meningkat seiring dengan meningkatnya nilai TDS yang menunjukkan peningkatan konsentrasi sulfat dan ion lainnya. Pada penelitiannya diketahui bahwa pengukuran daya hantar listrik jauh lebih mudah daripada pengukuran TDS langsung.

Hayashi (2003) yang melakukan penelitian pada beberapa jenis air yang memiliki komposisi dan salinitas yang berbeda. Dari penelitian ini didapatkan hubungan daya hantar listrik dengan temperatur yang sedikit nonlinier pada suhu

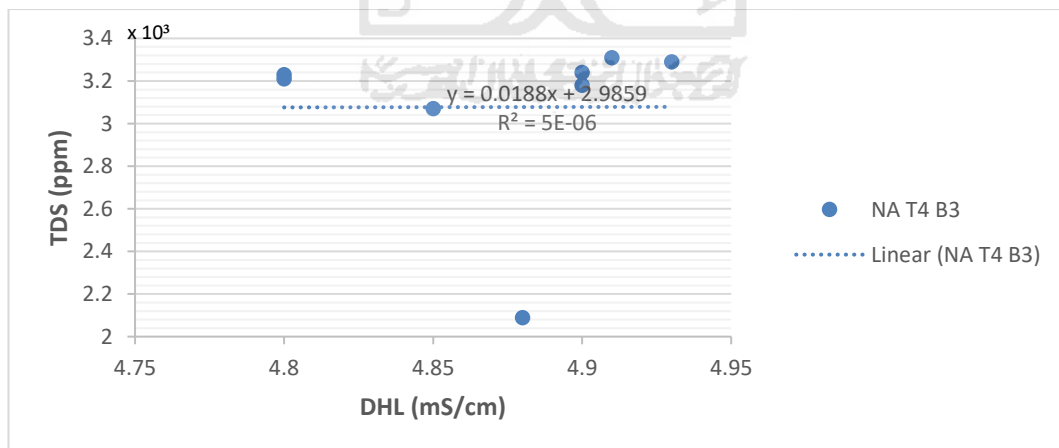


berkisar 0- 30°C, tetapi persamaan linier masih dapat mendekati dengan cukup baik. Hasil penelitian Ezeweali, dkk (2014) yang dilakukan di daerah Boji-Boji Agbor menunjukkan bahwa daya hantar listrik memiliki korelasi positif dengan TDS dan temperatur. Disamping itu, peningkatan temperatur air akan menurunkan kepadatan dari gas seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub> di dalam larutan.

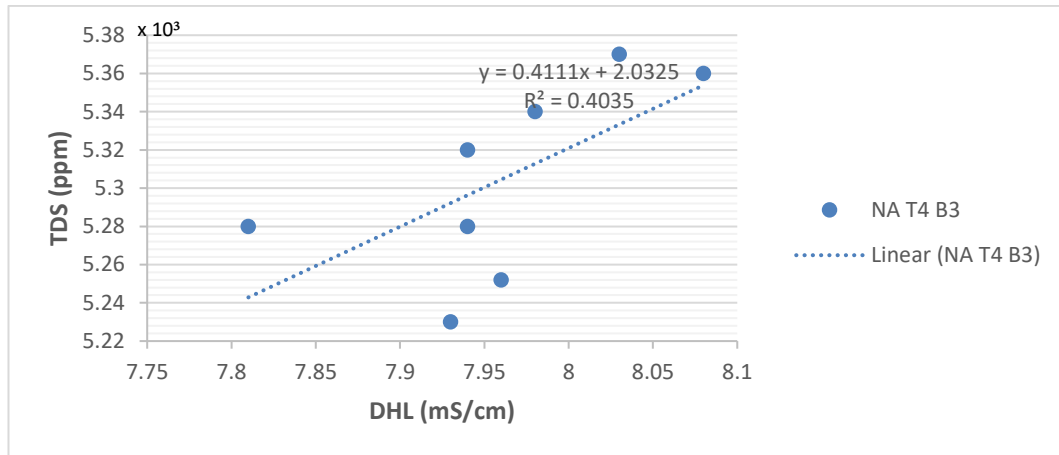
Berikut merupakan hasil perbandingan nilai TDS dan DHL pada penelitian ini:



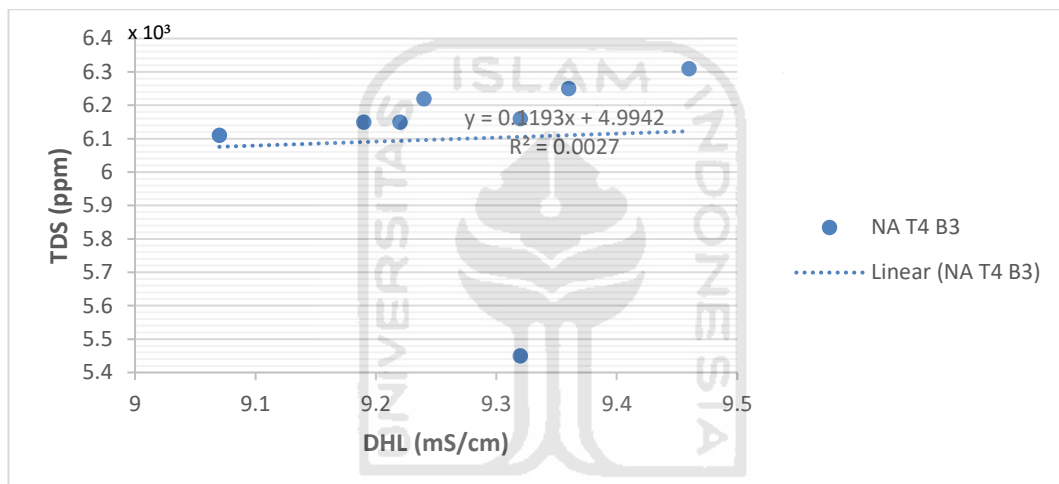
Gambar 4. 37 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 38 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 50%



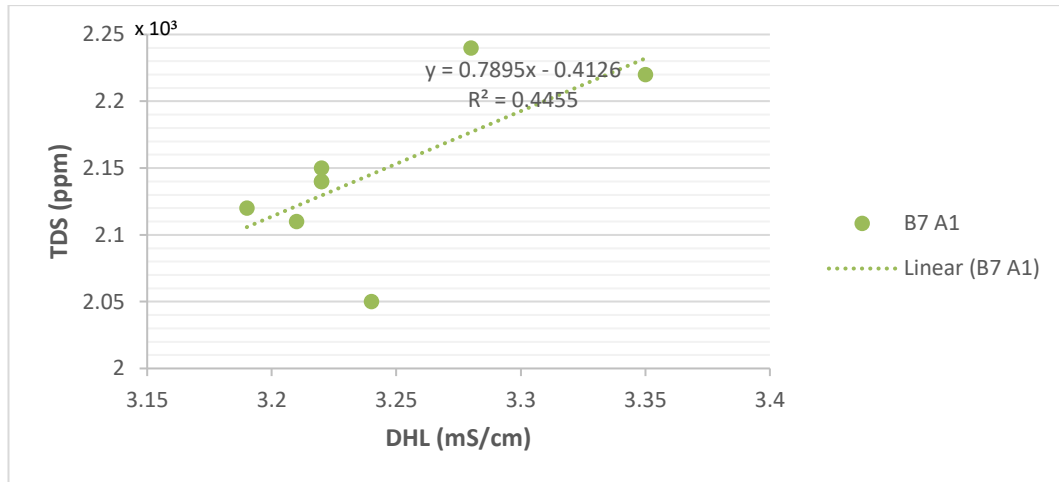
Gambar 4. 39 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 75%



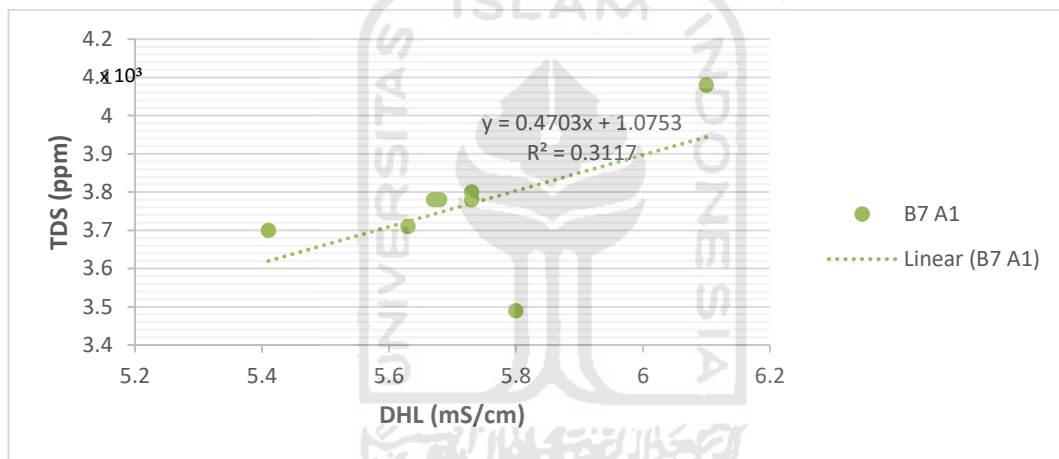
Gambar 4. 40 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T4 B3 pada konsentrasi 100%

Pada penelitian yang dilakukan Irwan dan Afdal (2016), hubungan TDS dengan daya hantar listrik air sungai linier pada daya hantar listrik yang kecil dan mulai tidak linier pada nilai daya hantar listrik tinggi. Berdasarkan tren diatas diketahui bahwa terdapat hubungan atau korelasi antara jumlah zat padat terlarut yang dinyatakan dengan TDS dengan nilai daya hantar listrik. Sesuai data yang diperoleh dalam penelitian ini, secara keseluruhan kandungan TDS pada reaktor bakteri mengalami penurunan maupun peningkatan yang fluktuatif dan tidak signifikan sehingga tidak dapat dijelaskan bahwa adanya korelasi antara TDS dan DHL. Pada konsentrasi air limbah 25% menunjukkan adanya tren korelasi negatif, sedangkan pada konsentrasi air limbah 50%, 75% dan 100% menunjukkan adanya tren korelasi positif. Pada reaktor NA T4 B3 pada konsentrasi air limbah 25%, 50% dan 100% menunjukkan nilai korelasi ( $R^2$ ) yang cukup rendah maka dapat dijelaskan bahwa pada konsentrasi air limbah tersebut tidak terjadi korelasi antara TDS dan DHL. Namun pada konsentrasi air limbah 75% nilai korelasi sebesar 0,4035 sehingga dapat dikatakan bahwa terjadi hubungan sedang antara TDS dan DHL.

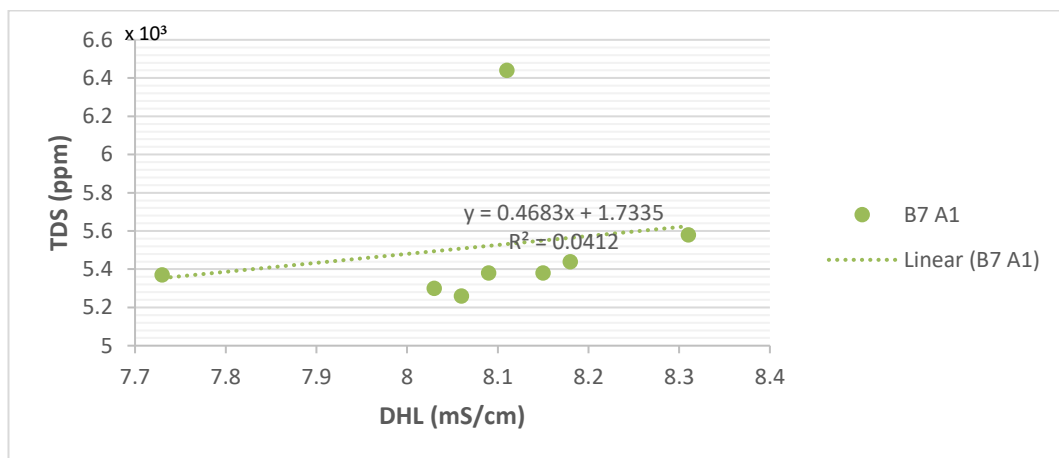
#### 4.4.3 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL pada bakteri B7 A1



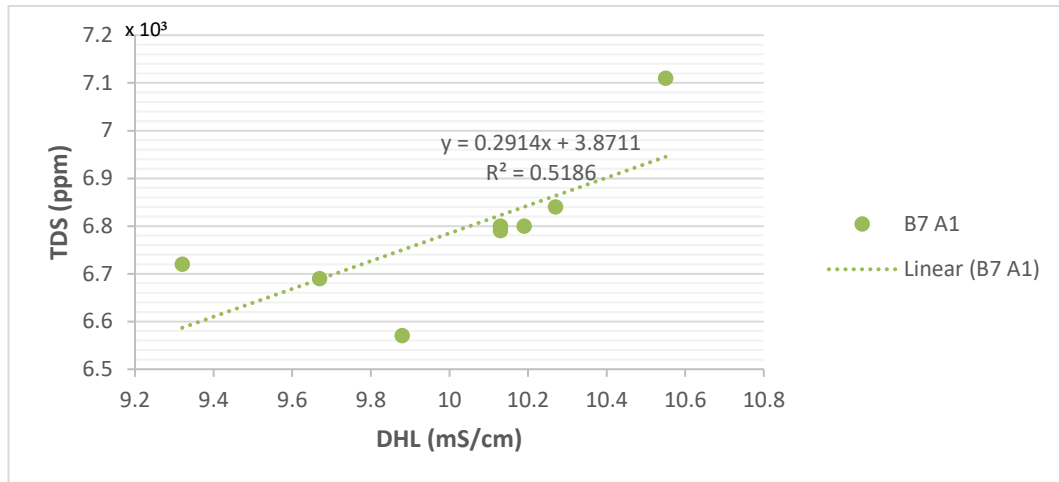
Gambar 4. 41 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 42 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 43 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 75%

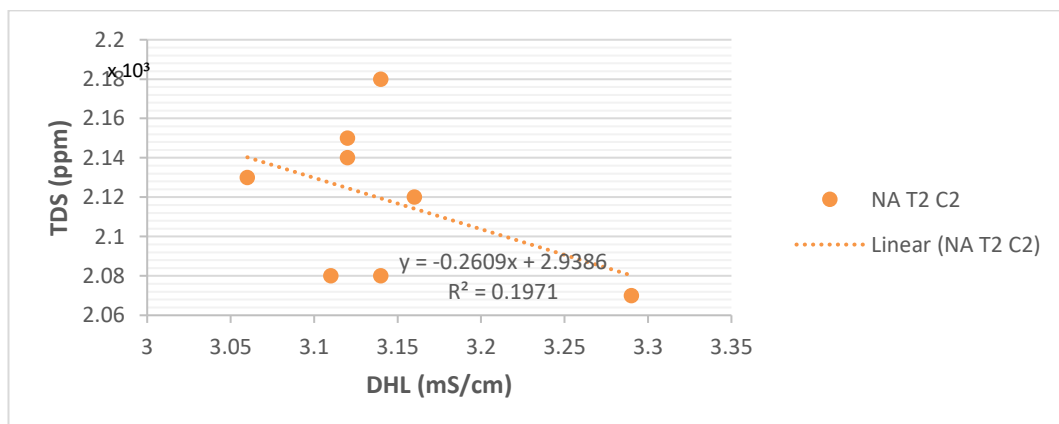


Gambar 4. 44 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri B7 A1 pada konsentrasi 100%

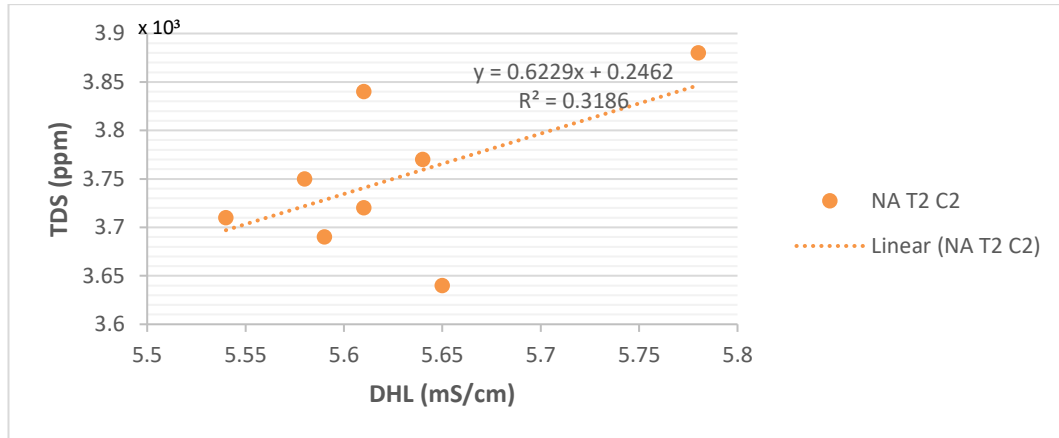
Berdasarkan grafik korelasi TDS dan DHL dapat dilihat bahwa sebagian besar pada hasil grafik dari beberapa konsentrasi, semakin tinggi nilai TDS maka akan semakin besar nilai DHL pada air limbah. Sehingga apabila suatu perairan memiliki tingkat ketersediaan bahan organik terlarut yang tinggi maka semakin banyak ion yang dihasilkan sehingga daya hantar listrik akan semakin besar.

Berdasarkan grafik korelasi TDS dan DHL pada reaktor bakteri B7 A1 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran antara nilai TDS dan nilai DHL mempunyai koefisien korelasi yang cukup baik dari beberapa konsentrasi. Pada reaktor bakteri B7 A1 pada semua konsentrasi air limbah grafik tren menunjukkan korelasi positif. Pada reaktor bakteri B7 A1 menunjukkan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) yang cukup baik walaupun tidak terlalu tinggi, namun pada air limbah dengan konsentrasi 75% memiliki nilai korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,0412 sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terjadi korelasi antara TDS dan DHL. Sedangkan pada konsentrasi air limbah 25%, 50% dan 100% memiliki nilai korelasi yang cukup seragam yakni dalam rentang 0,3 sampai dengan 0,5. Hal ini menunjukkan adanya korelasi positif (hubungan sedang) antara nilai TDS dan DHL.

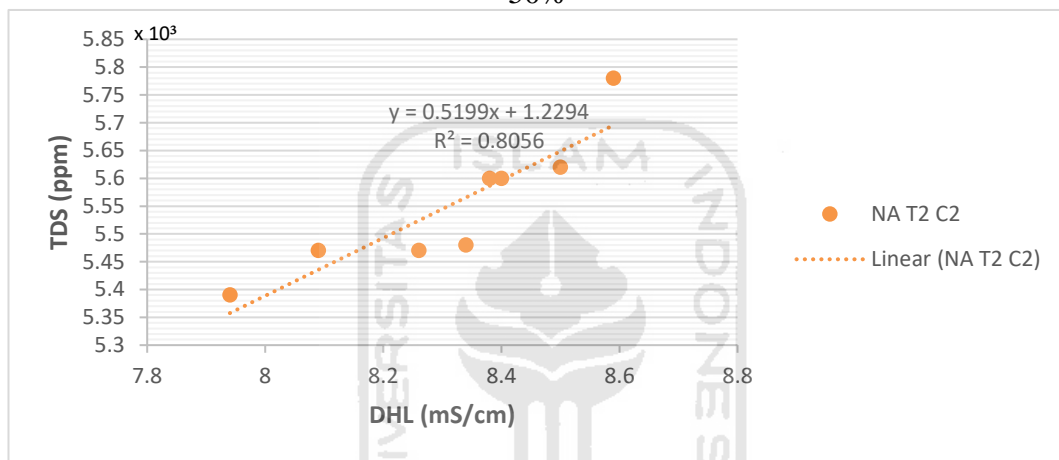
#### 4.4.4 Korelasi antara Parameter TDS dan DHL pada bakteri NA T2 C2



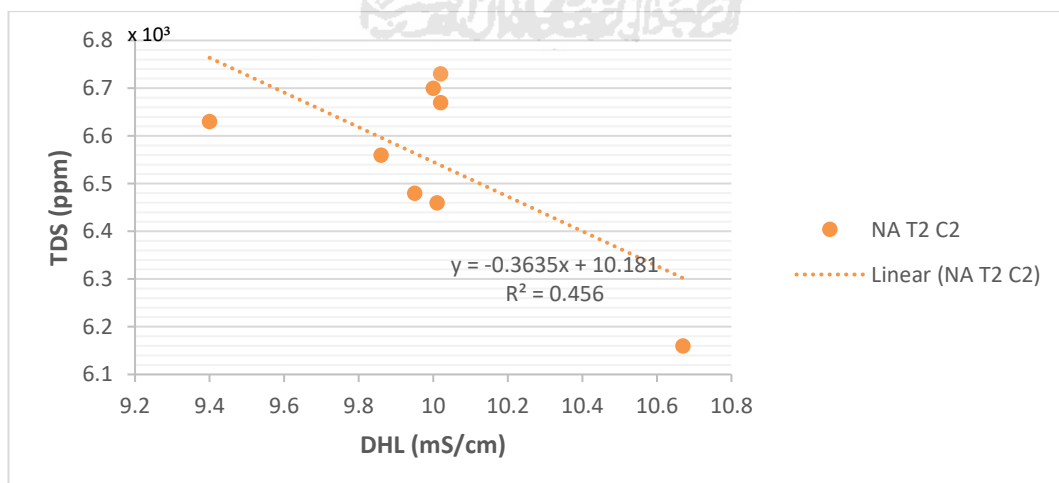
Gambar 4. 45 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 25%



Gambar 4. 46 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 50%



Gambar 4. 47 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 75%



Gambar 4. 48 Korelasi antara TDS dan DHL bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi 100%

Berdasarkan grafik hubungan antara TDS dan DHL pada reaktor NA T2 C2 menunjukkan adanya korelasi negatif pada konsentrasi air limbah 25% dan 100%,

sedangkan pada konsentrasi air limbah 50% dan 75% memiliki korelasi positif. Pada konsentrasi air limbah 75% memiliki nilai korelasi yang cukup tinggi yakni sebesar 0,8056, sehingga dalam hal ini terdapat korelasi antar TDS dan DHL bahwa semakin tinggi nilai TDS maka semakin tinggi nilai DHL. Sehingga dalam hal ini, reaktor NA T2 C2 memiliki korelasi yang cukup baik antara nilai TDS dengan nilai DHL. Pada konsentrasi air limbah 25% cenderung memiliki nilai korelasi yang rendah yakni sebesar 0,1971 sehingga dapat dikatakan bahwa terjadi hubungan yang lemah antara pH dan DHL. Sedangkan pada konsentrasi air limbah 100% terjadi korelasi negatif dengan nilai korelasi sebesar 0,456. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai TDS maka semakin tinggi nilai DHL.

#### 4.5 Pengaruh Variasi Beban Limbah terhadap Kinerja Bakteri

Indikator yang digunakan dalam penentuan keberhasilan proses biodegradasi dalam limbah cair tenun adalah kesesuaian parameter fisika dalam proses biodegradasi limbah tenun oleh bakteri *indigenus*. Efektivitas penguraian bahan organik yang terdapat pada limbah cair tenun dengan penambahan inokulum bakteri menjadi lebih tinggi jika dibandingkan dengan penguraian bahan organik tanpa penambahan inokulum bakteri. Hal ini terjadi karena mikroorganisme dapat mengkonsumsi polutan organik dan mengubahnya menjadi karbondioksida, air dan energi untuk proses pertumbuhan dan reproduksinya. Sehingga dengan adanya inokulum bakteri waktu yang dibutuhkan untuk menguraikan polutan organik dapat lebih singkat.

Analisis regresi linier sederhana dilakukan untuk mengukur seberapa besar pengaruh pH terhadap daya hantar listrik. Sedangkan analisis korelasi dilakukan untuk mengukur seberapa kuat hubungan antara pH dan daya hantar listrik. Analisis statistik dikerjakan menggunakan Microsoft Excel. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah bagian dari keragaman total variabel terikat (Y) yang dapat diterangkan oleh keragaman variabel bebas (X). Koefisien ini dihitung dengan mengkuadratkan koefisien korelasi. Berikut merupakan nilai korelasi dan interpretasi.

Tabel 4. 4 Nilai Korelasi dan Interpretasi

No	$R^2$	Interpretasi
1	0.00 - 0.25	Tidak ada hubungan/hubungan lemah
2	0.26 - 0.5	Hubungan sedang
3	0.51 - 0.75	Hubungan kuat
4	0.76 - 1.00	Hubungan sangat kuat/ sempurna

Sumber: Hastono, 2006

Adanya variasi beban limbah memberikan pengaruh terhadap aktivitas bakteri *indigenus* pada masing-masing pengolahan. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai  $R^2$  pada masing-masing pengolahan sesuai yang terdapat pada tabel 4.4. Dari grafik terlihat bahwa pH terhadap daya hantar listrik memiliki hubungan linier positif, yang artinya semakin kecil nilai pH maka nilai daya hantar listrik semakin besar. Adapun interpretasi dari nilai koefisien determinasi dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4. 5 Nilai  $R^2$  pada pengolahan air limbah dengan bakteri indigenous

Bakteri	Nilai $R^2$			
	Konsentrasi Air Limbah			
	25%	50%	75%	100%
NA T4 B3	0.1523	0.3952	0.0047	0.1079
B7 A1	0.3011	0.4971	0.6008	0.3894
NA T2 C2	0.0765	0.4284	0.5391	0.4366
Kontrol	0.1243	0.0002	0.2554	0.0044

\*Nilai  $R^2$  adalah koefisien determinasi

Tabel 4. 6 Nilai R pada pengolahan air limbah dengan bakteri indigenous

Bakteri	Nilai R			
	Konsentrasi Air Limbah			
	25%	50%	75%	100%
NA T4 B3	0.3903	0.6286	0.0686	0.3285
B7 A1	0.5487	0.7051	0.7751	0.6240
NA T2 C2	0.2766	0.6545	0.7342	0.6608
Kontrol	0.3526	0.0141	0.5054	0.0663

Berdasarkan tabel 4.4 dan tabel 4.5 dilihat bahwa aktivitas masing-masing bakteri akan berbeda baik pada konsentrasi air limbah 25%, 50%, 75% dan 100% sehingga menghasilkan nilai  $R^2$  yang fluktuatif. Pada reaktor bakteri NA T4 B3 memiliki nilai korelasi yang cukup tinggi pada konsentrasi air limbah 50%, sedangkan pada konsentrasi lainnya memiliki nilai korelasi yang cukup rendah. Sehingga pada bakteri NA T4 B3 dengan konsentrasi air limbah 50% memiliki kemampuan biodegradasi yang cukup baik. Pada reaktor bakteri B7 A1 nilai korelasi cukup seragam dan tinggi dari beberapa konsentrasi. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri B7 A1 memiliki kemampuan yang cukup bagus dalam mendegradasi air limbah baik pada konsentrasi 25%, 50%, 75% maupun 100%. Namun nilai korelasi menunjukkan bahwa konsentrasi air limbah 75% cukup tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi air limbah yang lain yakni sebesar 0,6008. Sedangkan pada bakteri NA T2 C2 memiliki nilai korelasi yang cukup tinggi pada konsentrasi air limbah 75%, sedangkan pada konsentrasi lainnya memiliki nilai korelasi yang cukup rendah. Sehingga pada bakteri NA T2 C2 dengan konsentrasi air limbah 50% memiliki kemampuan biodegradasi yang cukup baik. Jika dibandingkan dari ketiga isolat bakteri dan berdasarkan nilai korelasi yang didapatkan, bakteri NA T2 C2 dan B7 A1 merupakan bakteri yang cukup baik dalam proses biodegradasi air limbah tenun.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Penambahan bakteri *indigenous* pada limbah cair tenun Troso tidak memberikan banyak perubahan pada parameter suhu dan DHL. Tren pengolahan pada kedua parameter ini cenderung konstan atau bahkan kurang stabil. Parameter fisik yang direduksi adalah pH dan TDS, namun grafik penurunan pH dan TDS tidak terlalu signifikan sehingga tidak memberikan banyak perubahan. Pengukuran nilai pH cenderung menurun, hal ini dapat disebabkan karena proses yang terjadi di dalam bioreaktor sudah memasuki tahap pembentukan asam organik dengan adanya aktivitas biodegradasi yang dilakukan oleh isolat bakteri *indigenous*.
2. pH memiliki korelasi positif dan linier dengan nilai DHL. Sehingga semakin kecil nilai pH semakin rendah pula nilai DHL. Namun korelasi antara TDS dan nilai DHL memiliki tingkat korelasi negatif, sehingga terjadi hubungan lemah antara kedua parameter.
3. Pada penelitian ini bakteri NA T2 C2 yang berasal dari tanah yang ditanami talas (*Colocasia esculenta*) dan bakteri B7 A1 yang berasal dari tanah yang ditanami rumput jariji memiliki nilai korelasi ( $R^2$ ) yang cukup tinggi dan memiliki karakteristik parameter fisika yang lebih baik dari bakteri lainnya. Sehingga pada penambahan bakteri NA T2 C2 dan bakteri B7 A1 memiliki potensi dalam proses biodegradasi yang cukup baik dibandingkan dengan bakteri lainnya.

#### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan, antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengkombinasikan bakteri *indigenous* dengan penambahan tanaman agar diperoleh hasil degradasi air limbah yang lebih baik.
2. Pada penelitian sejenis, perlu dilakukan pengukuran *Total Plate Count* (TPC) untuk mengetahui pertumbuhan bakteri pada air limbah.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kdasi, A., Idris, A., Saed, K. dan Guan, C.T. 2004. **Treatment of Textile Wastewater by Advanced Oxidation Processes**. *Global Nest the Int*. Page: 222- 230.
- Arief, Muhammad., Sulmartiwi, Laksmi., Prayogo dan Saputri, H.M. 2015. **Isolasi Bakteri Indigen Sebagai Pendegradasi Bahan Organik Pada Media Pembenihan Ikan Lele Dumbo (Clarias Sp.) Sistem Resirkulasi Tertutup**. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol. 2, No. 2, Hal 117-122.
- Batubara, U.M., Susilawati, Ika Oksa., Riany, Hesti. 2015. **Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigen Tanah di Kawasan Kampus Universitas Jambi**. Universitas Tanjungpura Pontianak. Hal 243-250.
- Badan Pusat Statistik. 2017. **Kabupaten Jepara Dalam Angka 2017**. BPS: Kabupaten Jepara.
- Cheremisinoff, N.P. 1996. **Biotechnology for Waste and Wastewater Treatment**. USA: Noyes Publications 66.
- Chapman. D. 2000. **Water Quality Assesment- A Guide to use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring-Second Edition**. Inggris: Cambridge University Press.
- Christian, H., Suwito, E., Ferdian, T.A., Setiadi, T. & Suhardi, S.H. 2007. **Kemampuan Pengolahan Warna Limbah Tekstil oleh Berbagai Jenis Fungi dalam Suatu Bioreaktor**. *Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS*. Surabaya.
- Das, R., Ranjan N.S., Kumar P.R., dan Mitra D. 2005. **Asian Journal of Water, Environment and Pollution**. Page 143-146.
- Darmayasa., I. B.G. 2008. **Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Lipid (Lemak) Pada Beberapa Tempat Pembuangan Limbah Dan Estuari DAM Denpasar**. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol. 8, Hal 122-127.
- Djuhariningrum T. 2005. **Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-Batan**. Jakarta
- Doraja, P.H, Shovitri, Maya dan Kuswytasari N.D. 2012. **Biodegradasi Limbah Domestik dengan Menggunakan Inokulum Alami dari Tangki Septik**. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 1, No. 1.
- Ezeweali, D., Oyem, H.H. dan Oyem, I.M. 2014. **Research Journal of Environmental Science 8**. Page 444-450.
- Febriyansari, A.N. 2008. **Penerapan Model Gompertz Pada Pertumbuhan Bakteri L. acidophilus dan B. Longum di Media Adonan Es Krim (Ice Cream Mix atau ICM) Jenis Standar**. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Firdus dan Muchlisin Z.A. 2010. **Degradation Rate of Sludge and Water Quality of Tangki septik (Water Closed) by Using Starbio and Freshwater Catfish as Biodegradator**. *Jurnal Natural*. Vol. 10, No. 1.
- Goel, Simmi. 2010. **Anaerobic Baffled Reactor For Treatment Of Textile Dye Effluent**. *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol 69. Page 305-307.
- Handayani, N.I., Moenir, Misbachul., Setianingsih N.I dan Malik, R.A. 2016. **Isolasi Bakteri Hererotrofik Anaerobik Pada Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil**. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Vol.7, No.1, Hal 39-46

- Hastono, S. P. 2006. **Basic Data Analysis for Health Research**. Universitas Indonesia (UI): Fakultas Kesehatan Masyarakat.
- Hayashi, M. 2003. **Environmental Monitoring and Assessment**. Page 119-128.
- Hendro G, Eko Punto. 2000. **Ketika Tenun Mengubah Desa Troso**. Semarang: Bendera.
- Herlambang, A. 2006. **Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya**. *Jurnal Peneliti Pusat Teknologi Lingkungan*. Vol.2, No. 1, Hal 16-28.
- Hidayat, M.Fikri. 2014. **Penurunan Kandungan Zat Warna Pada Limbah Songket Menggunakan Membran Komposit Berbasis Kitosan-PVA Secara Ultrafiltrasi**. *Laporan Akhir*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Ilyas, N.I., Nugraha, W.D., dan Sumiyati, Sri. 2013. **Penurunan Kadar TDS Pada Limbah Tahu Dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Biofilter Kerikil Hasil Letusan Gunung Merapi Dalam Bentuk Random (studi kasus: Industri Tahu Jomblang Semarang)**. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 2, No. 3.
- Imtiazuddin, S. M., Mumtaz, M., and Mallick, K. A. 2012. **Pollutant of Waste Water Characteristic in Textile Industries**. *Journal of Basic & Applied Sciences*. Page 554-556.
- Irwan, F dan Afdal. 2016. **Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air**. *Jurnal Fisika Unand*. Vol. 5, No. 1.
- Jackie, R. 2010. **Bacterial Colony Morphology**. Texas: Richland College
- Jenie, BSL. 1993. **Penanganan Limbah Industri Pangan**. Bogor : Bogor Agricultural University
- Khairunnas dan Gusman, Mulya. 2018. **Analisis Pengaruh Parameter Konduktivitas, Resistivitas dan TDS Terhadap Salinitas Air Tanah Dangkal pada Kondisi Air Laut Pasang dan Air Laut Surut di Daerah Pesisir Pantai Kota Padang**. *Jurnal Bina Tambang*. Vol.3, No.4.
- Komarawidjaja, Wage. 2007. **Peran Mikroba Aerob Dalam Pengolahan Limbah Cair Tekstil**. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.8, No.3, Hal 223-228.
- Nia. 2010. **Pengolahan Sampah dengan Membuatnya Menjadi Kompos**. Solo: Kompos Media.
- Nuha, Agus U., HB, F. Putut M., dan Mubarok, Ibnul. 2016. **Toksisitas Letal Akut Limbah Cair Tenun Troso terhadap Ikan Mas (Cyprinus Carpio L.)**. *Tugas Akhir*. Universitas Negeri Semarang.
- Priadie, Bambang. 2012. **Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air**. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 10, Hal 38-48.
- Purnomo, H. 2010. **Pengaruh Keasaman Buah Jeruk Terhadap Konduktivitas Listrik**. *Jurnal Orbith* Vol.6, No.2, Hal 276-281.
- Ramadhani, Ratri Dewi. 2015. **Keberadaan dan Perkembangan Tenun Troso Jepara**. *Jurnal Kriya*. Vol. 12, No. 01, Hal 117-139.
- Ruzicka, O. dan L. Safira. 2014. **Aplikasi Fotokatalis TiO<sub>2</sub> Pada Degradasi Limbah Cair Zat Warna Tekstil**. *Lomba Karya Ilmiah Sumber Daya Air*.
- Rohayati, Zaina., Fajrin M.M., Rua Jumardin., Yulan dan Riyanto. 2017. **Pengolahan Limbah Industri Tekstil Berbasis Green Technology Menggunakan Metode Gabungan Elektrodegradasi dan**

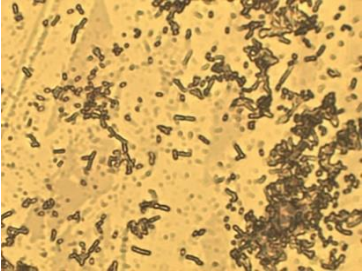
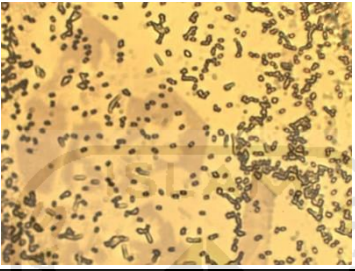
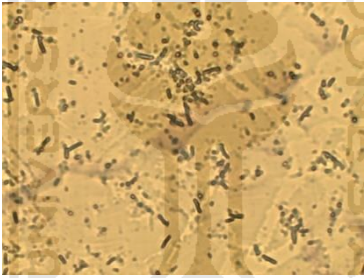
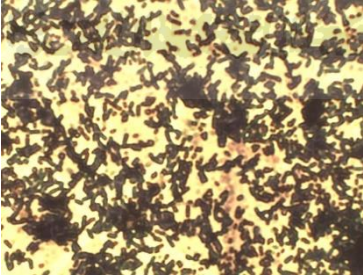
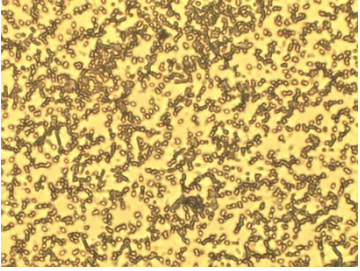
- Elektrodekolorisasi dalam Satu Sel Elektrolisis.** *Chimica et Natura Acta* Vol. 5 No. 2, Hal 95-100
- Sa'adah, Nurun Nailis. 2020 . **Pengolahan Limbah Cair Tenun dengan Sistem Floating Treatment Wetland Menggunakan Kombinasi Tanaman Vetiver dan Bakteri Endofit.** *Skripsi.* Universitas Islam Indonesia.
- Salle, A.J. 1961. **Fundamental Principles of Bacteriology.** Fifth edition. New York: Mc Graw hill book company, Inc.
- Seabloom, R.W. 2004. **University Curriculum Development for Decentralized Wastewater Management: Septic Tanks.** Emeritus Professor of Civil and Environmental Engineering Dept. of Civil and Environmental Engineering. University of Washington.
- Shehzadi M, Afzal M, Khan MU, Islam E, Mobin A, Anwar S and Khan QM. 2014. **Enhanced Degradation of Textile Effluent in Constructed Wetland System using Typha Domingensis and Textile Effluent-Degrading Endophytic Bacteria.** *Water Res.* Vol. 58. Page 152–159
- Singh, R. P., Singh, P. K., & Singh, R. L. 2014. **Bacterial Decolorization of Textile Azo Dye Acid Orange by Staphylococcus Hominis RMLRT03.** *Toxicology International.* Vol. 21, No. 2. Page 160–166.
- Sudrajat, Dadang., Mulyana, Nana dan DL, Retno Tri. 2015. **Isolasi dan Aplikasi Mikroba Indigen Pendegradasi Hidrokarbon dari Tanah Tercemar Minyak Bumi.** *Jurnal Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir.*
- Sugiharto. 2008. **Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah.** Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Sukias, J. P. S., J. Park, T. R. Headley, dan C. C. Tanner. 2011. **Nutrient Removal from Eutrophic Waters by Floating Treatment Wetlands.** Science of The Total Environment.
- Sumarsono, T. 2011. **Efektivitas Jenis dan Konsentrasi Nutrien dalam Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Mentah yang Diaugmentasi Dengan Konsorsium Bakteri.** *Skripsi.* Departemen Biologi FSAINTEK Universitas Airlangga, Surabaya
- Suprihatin, H. 2014. **Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo Dan Alternatif Pengolahannya.** *Tugas Akhir.* Surabaya: Institut Teknologi Pembangunan.
- Sutrisno, T. (2006). **Teknologi Penyediaan Air Bersih.** Jakarta: Rineka Cipta
- Suyasa, W.B. 2007. **Isolasi Bakteri Pendegradasi Minyak/Lemak dari Beberapa Sedimen Perairan Tercemar dan Bak Pengolahan Limbah.** *Jurnal Bumi Lestari.* Vol. 7, No. 2, Hal 39-42.
- Taufik, Imam., Sutrisno., Yuliati, Parwatining., Supriyadi, Hambali., Subandiyah, Siti dan Muthalib, Irvan. 2005. **Studi Pengaruh Suhu Air Terhadap Aktivitas Bakteri Bioremediasi (Nitrosomonas dan Nitrobacter) Pada Pemeliharaan Benih Ikan Patin Siam (Pangasius Hypophthalmus).** *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia.* Vol.11, No. 7, Hal 59-66
- Togatorop. 2009. **Korelasi Antara Biological Oxygen Demand (BOD) Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap pH, Total Suspended Solid (TSS), Alkalinitas Dan Minyak Atau Lemak.** *Thesis,* Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.

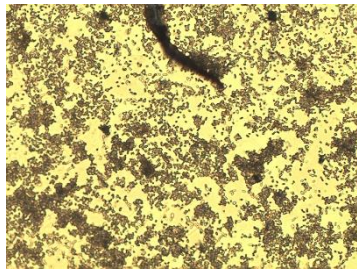
- Wasiyanto. 2004. **Pengendalian Pencemaran Lingkungan Hidup Pada Industri Tenun Ikat di Desa Troso Kecamatan Pecangaan Kabupaten Jepara.** *Tesis.* Magister Universitas Diponegoro.
- Widayanti, G., Widodo, D.S., dan Haris Abdul. 2012. **Elektrodekolorisasi Perairan Tercemar Limbah Cair Industri Batik dan Tekstil di Daerah Batang dan Pekalongan.** *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* Vol. 15, No 2, Hal 62 – 69.



## LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pewarnaan Gram Bakteri

No	Bakteri	Hasil Pewarnaan Gram Bakteri
1	NA T4 B3	
2	NA T1 A1	
3	NA T4 B1	
4	NA T2 B2	
5	B7 A1	

No	Bakteri	Hasil Pewarnaan Gram Bakteri
6	NA T2 C2	

Lampiran 2. Hasil pengukuran nilai suhu pada reaktor bakteri

Suhu (°C)								
Konsentrasi 25%								
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7
NA T4 B3	27.00	26.20	25.80	26.10	25.90	25.90	26.10	26.80
NA T1 A1	27.00	26.30	25.90	26.10	26.00	26.10	26.30	26.70
B7 A1	27.40	25.40	26.70	26.90	26.90	26.90	27.20	26.80
NA T4 B1	27.40	25.80	26.50	27.00	26.90	26.90	27.10	26.70
NA T2 B2	27.40	25.40	26.60	26.70	26.90	26.80	27.20	26.60
NA T2 C2	27.6	27.3	26.7	26.9	27	27	27.2	26.8
Konsentrasi 50%								
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7
NA T4 B3	27.00	26.20	25.80	26.10	25.90	25.90	26.10	26.70
NA T1 A1	27.00	26.20	25.90	26.10	26.00	26.00	26.30	26.50
B7 A1	27.40	25.30	26.60	26.80	26.90	27.00	27.20	26.80
NA T4 B1	27.40	25.80	26.50	26.80	26.90	26.80	27.00	26.70
NA T2 B2	27.40	25.50	26.50	26.70	26.90	26.80	27.10	26.60
NA T2 C2	27.5	26.3	26.6	26.8	27	27	27.2	26.8
Konsentrasi 75%								
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7
NA T4 B3	27.00	26.20	25.80	26.00	25.90	25.90	26.10	26.60
NA T1 A1	27.00	26.20	25.90	26.00	26.00	26.00	26.20	26.50
B7 A1	27.40	25.60	26.50	26.80	26.90	27.00	27.10	26.80
NA T4 B1	27.40	25.90	26.40	26.70	26.80	26.80	27.00	26.70
NA T2 B2	27.40	25.60	26.40	26.60	26.80	26.80	27.00	26.60
NA T2 C2	27.1	26.2	26.6	26.8	26.9	27	27.1	26.8
Konsentrasi 100%								
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7
NA T4 B3	27.00	26.10	25.80	26.00	25.90	25.90	26.10	26.50
NA T1 A1	27.00	26.20	25.90	26.00	26.00	26.00	26.20	26.50
B7 A1	27.40	25.70	26.50	26.80	26.90	27.00	27.10	26.80
NA T4 B1	27.40	25.90	26.40	26.70	26.80	26.80	27.00	26.70
NA T2 B2	27.40	25.60	26.40	26.60	26.80	26.80	27.00	26.60
NA T2 C2	28.5	26.2	26.5	26.8	26.9	27	27.1	26.8

Lampiran 3. Hasil pengukuran suhu pada reaktor kontrol

SUHU										
No	Keterangan	Kode	0	1	2	3	4	5	6	7
1	Kontrol	Kontrol (25%)	27.33	26.67	26.67	26.90	26.43	26.80	27.03	26.67
		Kontrol (50%)	27.30	26.57	26.63	26.80	26.43	26.70	26.97	26.67
		Kontrol (75%)	27.17	26.40	26.33	26.67	26.53	26.43	26.67	26.53
		Kontrol (100%)	27.63	26.50	26.57	26.73	26.43	26.63	26.73	26.63

Lampiran 4. Hasil pengukuran pH pada reaktor bakteri

pH								
Konsentrasi 25%								
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7
NA T4 B3	9.2	10.5	10.2	10.1	9.8	9.8	9.8	9.4
NA T1 A1	9.2	9	9.1	8.8	9.1	9.1	8.9	8.6
B7 A1	9.3	9.4	9.2	9.2	9.1	9	8.9	8.8
NA T4 B1	9.3	9.5	9.3	9.2	9.1	9.1	9	8.9
NA T2 B2	9.3	9.4	9.2	9.1	9.1	9	8.9	8.8
NA T2 C2	8.9	8.8	8.4	8.6	9.7	8.1	8	7.6
Konsentrasi 50%								
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7
NA T4 B3	9.6	9.6	9.6	9.5	9.4	9.2	9.1	8.9
NA T1 A1	9.6	9.6	9.4	9.3	9.3	9.2	9.2	8.8
B7 A1	9.7	9.6	9.5	9.5	9.4	9.4	9.4	9.3
NA T4 B1	9.7	9.7	9.6	9.6	9.4	9.5	9.5	9.4
NA T2 B2	9.7	9.7	9.5	9.5	9.4	9.4	9.5	9.4
NA T2 C2	9.7	9.6	9.4	9.4	9.2	9.2	9	8.9
Konsentrasi 75%								
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7
NA T4 B3	10.20	10.10	10.00	9.90	9.60	9.70	9.80	9.60
NA T1 A1	10.20	10.00	10.00	9.90	9.80	9.70	9.80	9.60
B7 A1	10.1	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8	9.8	9.7
NA T4 B1	10.1	10.1	9.9	9.9	9.8	9.8	9.9	9.8
NA T2 B2	10.1	10	9.8	9.9	9.8	9.8	9.8	9.7
NA T2 C2	9.6	9.5	9.4	9.6	9.4	9.3	9.1	9.1
Konsentrasi 100%								
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7
NA T4 B3	10.3	10.1	10	9.9	9.7	9.8	9.8	9.6
NA T1 A1	10.3	10.1	10	9.9	9.9	9.7	9.7	9.6
B7 A1	10.1	10	9.9	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8
NA T4 B1	10.1	10.1	10	9.9	9.8	9.8	9.9	9.9
NA T2 B2	10.1	10	9.9	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9
NA T2 C2	10.2	10.1	9.9	9.9	9.7	9.8	9.8	9.7



Lampiran 5. Hasil pengukuran pH pada reaktor kontrol

pH										
No	Keterangan	Kode	0	1	2	3	4	5	6	7
1	Kontrol	Kontrol (25%)	9.13	9.20	9.00	8.97	8.73	8.60	8.63	8.63
		Kontrol (50%)	9.67	9.60	9.43	9.37	9.30	9.33	9.27	9.20
		Kontrol (75%)	9.97	9.77	9.67	9.67	9.60	9.60	9.60	9.60
		Kontrol (100%)	10.20	10.03	9.97	9.97	9.83	9.80	9.77	9.77

Lampiran 6. Hasil pengukuran TDS pada reaktor bakteri

TDS									
Konsentrasi 25%									
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7	
NA T4 B3	2180	2050	2040	2130	2040	2110	2070	2140	
NA T1 A1	2180	2110	2160	2140	2210	2060	2060	2150	
B7 A1	2220	2240	2120	2150	2050	2110	2140	2140	
NA T4 B1	2220	2220	1960	2150	2160	2160	2140	2120	
NA T2 B2	2220	2140	2070	2140	2150	2140	2110	2150	
NA T2 C2	2120	2080	2070	2140	2130	2080	2150	2180	
Konsentrasi 50%									
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7	
NA T4 B3	3310	2090	3180	3070	3240	3290	3230	3210	
NA T1 A1	3310	3200	3220	3240	3210	3270	3070	3230	
B7 A1	4080	3490	3710	3800	3780	3700	3780	3780	
NA T4 B1	4080	3840	3750	3800	3750	3780	3770	3790	
NA T2 B2	4080	3860	3730	3800	3750	3800	3760	3790	
NA T2 C2	3880	3840	3640	3770	3750	3710	3690	3720	
Konsentrasi 75%									
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7	
NA T4 B3	5370	5252	5230	5320	5280	5360	5280	5340	
NA T1 A1	5370	5120	5190	5390	5230	5300	4950	5270	
B7 A1	5580	5440	5300	6440	5380	5260	5380	5370	
NA T4 B1	5580	5450	4690	5430	5360	5410	5360	5360	
NA T2 B2	5580	5640	5300	5460	5360	5440	5370	5400	
NA T2 C2	5780	5480	5600	5620	5470	5600	5470	5390	
Konsentrasi 100%									
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7	
NA T4 B3	6150	5450	6110	6160	6220	6310	6150	6250	
NA T1 A1	6150	6180	6120	6290	6140	6310	5970	6210	
B7 A1	7110	6840	6690	6570	6800	6790	6800	6720	
NA T4 B1	7110	6860	6700	6790	6770	6220	6780	6800	
NA T2 B2	7110	6830	6620	6840	6700	6800	6800	6690	
NA T2 C2	6160	6730	6670	6460	6480	6560	6630	6700	

Lampiran 7. Hasil pengukuran nilai TDS pada reaktor kontrol

TDS										
No	Keterangan	Kode	0	1	2	3	4	5	6	7
1	Kontrol	Kontrol (25%)	2173	2140	2200	2250	2197	2203	2183	2213
		Kontrol (50%)	3757	3693	3710	3885	3690	3737	3660	3855
		Kontrol (75%)	5577	5520	5517	5480	5610	5657	5513	5615
		Kontrol (100%)	6155	6770	6693	6920	6707	6790	6777	6960

Lampiran 8. Hasil pengukuran nilai DHL pada reaktor bakteri

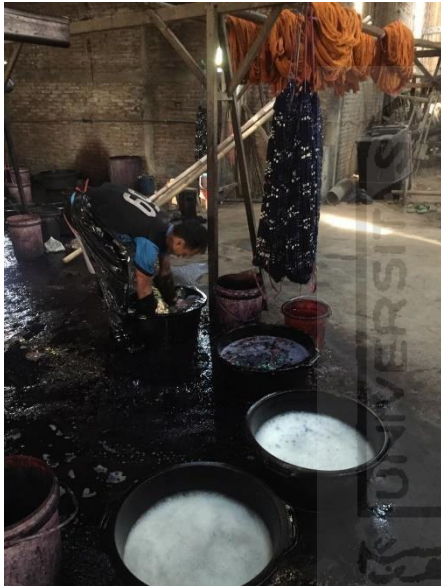
DHL									
Konsentrasi 25%									
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7	
NA T4 B3	3.23	3.04	3.23	2.9	3.22	3.16	3.05	3.1	
NA T1 A1	3.23	3.2	3.34	3.19	3.22	3.26	3.22	3.34	
B7 A1	3.35	3.28	3.19	3.22	3.24	3.21	3.22	3.22	
NA T4 B1	3.35	3.22	3.15	3.22	3.22	3.21	3.21	3.19	
NA T2 B2	3.35	3.32	3.08	3.21	3.1	3.2	3.14	3.2	
NA T2 C2	3.16	3.14	3.29	3.12	3.06	3.11	3.12	3.14	
Konsentrasi 50%									
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7	
NA T4 B3	4.91	4.88	4.9	4.85	4.9	4.93	4.8	4.8	
NA T1 A1	4.91	4.83	4.87	4.88	4.85	4.88	4.81	4.88	
B7 A1	6.1	5.8	5.63	5.73	5.67	5.41	5.68	5.73	
NA T4 B1	6.1	5.59	5.62	5.71	5.66	5.64	5.69	5.7	
NA T2 B2	6.1	5.75	5.57	4.85	5.68	5.64	5.69	5.71	
NA T2 C2	5.78	5.61	5.65	5.64	5.58	5.54	5.59	5.61	
Konsentrasi 75%									
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7	
NA T4 B3	8.03	7.96	7.93	7.94	7.94	8.08	7.81	7.98	
NA T1 A1	8.03	7.81	7.92	7.26	7.81	8.05	7.91	7.88	
B7 A1	8.31	8.18	8.03	8.11	8.09	8.06	8.15	7.73	
NA T4 B1	8.31	8.15	7.98	8.11	8.06	8.08	8.06	8.09	
NA T2 B2	8.31	8.16	7.79	8.14	8.1	7.95	8.06	8.11	
NA T2 C2	8.59	8.34	8.4	8.5	8.09	8.38	8.26	7.94	
Konsentrasi 100%									
Bakteri/Waktu (hari)	0	1	2	3	4	5	6	7	
NA T4 B3	9.22	9.32	9.07	9.32	9.24	9.46	9.19	9.36	
NA T1 A1	9.22	9.28	9.3	9.45	9.23	9.4	9.09	9.26	
B7 A1	10.55	10.27	9.67	9.88	10.19	10.13	10.13	9.32	
NA T4 B1	10.55	10.25	10.09	10.3	10.15	10.05	10.22	10.2	
NA T2 B2	10.55	10.27	10.11	10.31	10.18	10.09	10.2	10.2	
NA T2 C2	10.67	10.02	10.02	10.01	9.95	9.86	9.4	10	

Lampiran 9. Hasil pengukuran nilai DHL pada reaktor kontrol

DHL										
No	Keterangan	Kode	0	1	2	3	4	5	6	7
1	Kontrol	Kontrol (25%)	3.25	3.30	3.27	3.29	3.28	3.27	3.32	3.29
		Kontrol (50%)	5.60	5.58	5.57	5.57	5.53	5.20	5.51	5.78
		Kontrol (75%)	8.31	8.32	8.35	8.43	8.15	8.12	8.16	8.16
		Kontrol (100%)	10.15	10.19	10.09	10.05	10.13	10.10	10.07	10.22

Lampiran 10. Dokumentasi

Pengambilan Sampel



## Kulturisasi Bakteri



## Pembuatan Media Agar



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jepara, pada tanggal 16 Februari 1999. Penulis merupakan putri kedua dari dua bersaudara, dari pasangan ayahanda Minoto dan ibunda Sri Indarwati. Pendidikan formal ditempuh di SD Negeri 02 Kedungcino Jepara (2004- 2010), SMP Negeri 4 Jepara (2010-2013), dan SMA Negeri 1 Jepara (2013-2016). Pada tahun 2016 penulis diterima di Universitas Islam Indonesia (Kota Yogyakarta) melalui jalur CBT (Computer Based Test) di Program Studi Teknik Lingkungan. Selama masa kuliah, penulis pernah menjadi anggota dari organisasi mahasiswa Zero Waste sebagai staff bidang impact. Tidak hanya itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa kepanitiaan dan berbagai seminar selama masa kuliah. Pada bulan Juli hingga Agustus 2019, penulis melakukan Kerja Praktik di PLTU Tanjung Jati B Unit 3 dan 4 (PT. KPJB) dengan topik Analisis Pengolahan Limbah Cair Pada PLTU Tanjung Jati B Unit 3&4. Sedangkan, untuk menyelesaikan masa studi pendidikan strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Lingkungan, penulis melakukan penelitian dengan judul “Perubahan Parameter Fisika pada Proses Biodegradasi Limbah Tenun oleh Bakteri *Indigenus*”.