

TUGAS AKHIR

**EFEKTIVITAS BAKTERI *INDIGENOUS* DALAM
MENDEGRADASI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*
(COD) PADA LIMBAH TENUN**

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

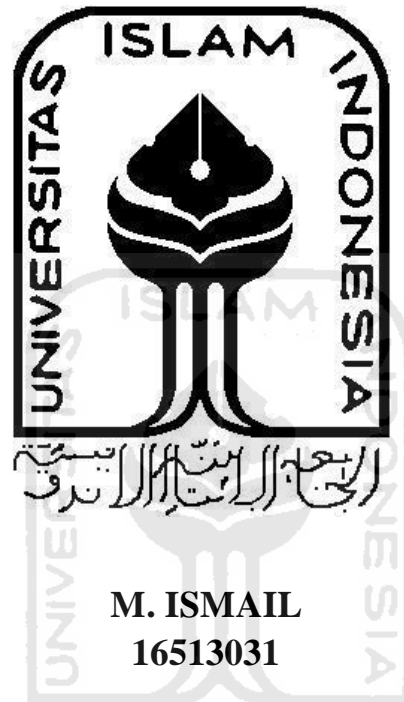


**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**



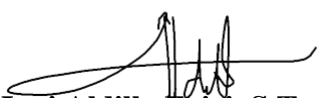
TUGAS AKHIR
EFEKTIVITAS BAKTERI *INDIGENOUS* DALAM
MENDEGRADASI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD)
PADA LIMBAH TENUN

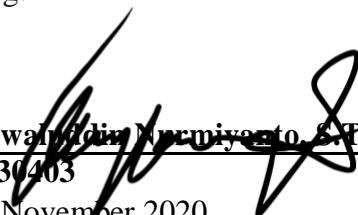
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



M. ISMAIL
16513031

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


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


Dr. Eng. Awaludin Nurmianto, S.T., M. Eng.
NIK. 095130403
Tanggal: 6 November 2020

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.
NIK. 025100406
Tanggal: 13 November 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



HALAMAN PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS BAKTERI *INDIGENOUS* DALAM
MENDEGRADASI *CHEMICAL OXYGEN DEMAND*
(COD) PADA LIMBAH TENUN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis

Tanggal : 12 November



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.

()
()
()

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



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 tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia. (apabila menggunakan *software* khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 September 2020

Yang membuat pernyataan,



M. ISMAIL

NIM : 16513031

“halaman ini sengaja dikosongkan”



PRAKATA

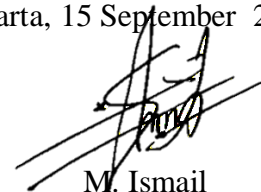
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak November 2019 ini ialah “Efektivitas Bakteri *Indigenous* Dalam Mendegradasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Limbah Tenun”.

Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah *subhanahu wa taala* yang senantiasa memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya dan selesai tepat pada waktu yang telah ditentukan.
2. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc., ES., M.Sc., Ph.D.
3. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. dan Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. yang telah membimbing dan membantu sepenuh hati sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Orang tua yang sangat dicintai, Bapak Andi Wijaya dan Mama Sri Haryanti yang selalu mendo'a kan serta memberi dukungan kepada penulis, semoga Allah senantiasa memberikan kasih sayang, kesehatan dan rahmat-Nya.
5. Rekan-rekan Tugas Akhir penulis, Roi, Afaf, Zakia, Irfan, Shonia, Itsna, dan Akbar yang telah berjuang bersama dan saling *support* dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Rekan rekan yang mendukung dalam mengerjakan Tugas Akhir penulis Agah, Abrar, Zehan, Ulan, Tikah, Mila, dan lain – lain.
7. *Staff* Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan pemahaman dan membantu selama pengerjaan tugas akhir di laboratorium.
8. Pihak-pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi menyempurnakan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca serta dapat dijadikan referensi penelitian berikutnya.

Yogyakarta, 15 September 2020



M. Ismail

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ABSTRAK

M. ISMAIL. Efektivitas Bakteri *Indigenous* Dalam Mendegradasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Limbah Tenun. Dibimbing oleh Dr. JONI ALDILLA FAJRI S.T.,M.Eng. dan Dr. Eng. AWALUDDIN NURMIYANTO S.T.,M.Eng.

Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara merupakan salah satu wilayah yang memiliki banyak kegiatan industri tenun rumahan. Dampak dengan banyaknya industri tenun yang beroperasi menyebabkan meningkatnya limbah yang dihasilkan terlebih para pekerja industri tidak pernah mengolah limbah sebelum dibuang ke lingkungan, kandungan limbah yang dihasilkan memiliki beberapa parameter didalamnya yaitu salah satunya adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD). Sehingga diperlukan metode pengolahan khusus untuk menjadikan limbah tenun tersebut layak untuk dibuang dan tidak mencemari lingkungan. Salah satu metode yang dapat dilakukan yaitu metode bioremediasi. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bakteri *indigenous* yang diisolasi dari tanah di wilayah desa Troso tersebut. Bakteri *indigenous* diuji kemampuannya pada reaktor yang memiliki konsentrasi limbah beragam yaitu 25%, 50%, 75%, 100%. Hasil penelitian pada reaktor menunjukkan bahwa bakteri dengan kode NA T2 C2 pada konsentrasi limbah 25% memiliki hasil degradasi COD paling tinggi yaitu sebesar 93,89 %.

Kata Kunci : Bakteri *indigenous*, bioremediasi, *Chemical Oxygen Demand* (COD), limbah tenun

M. ISMAIL. *Effectiveness of Indigenous Bacteria in Degrading Chemical Oxygen Demand (COD) in Weaving Waste. Supervised by Dr. JONI ALDILLA FAJRI S.T.,M.Eng. and Dr. Eng. AWALUDDIN NURMIYANTO S.T.,M.Eng.*

Troso village, Pecangaan, Jepara Regency is one area has a lot of home weaving industry activities. The impact of the large number of weaving industries operating causes an increase in waste generated, especially industrial workers never treat waste before it is discharged into the environment, the resulting was content has several parameters in it, one of them is Chemical Oxygen Demand (COD). So that a special method is needed to make the waste suitable for disposal and not pollute the environment. One method can be used is the bioremediation method. This treatment is carried out using indigenous bacteria isolated from the soil in the Troso village area. The ability of indigenous bacteria to be tested on reactors that have diverse waste concentrations is 25%, 50%, 75%, 100%. The results of the research on the reactor showed that the bacteria with the code NA T2 C2 at 25% waste concentration had the highest COD degradation results in the amount of 93.89 %.

Keywords : indigenous bacteria , bioremediation, Chemical Oxygen Demand (COD), weaving waste

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR ISI

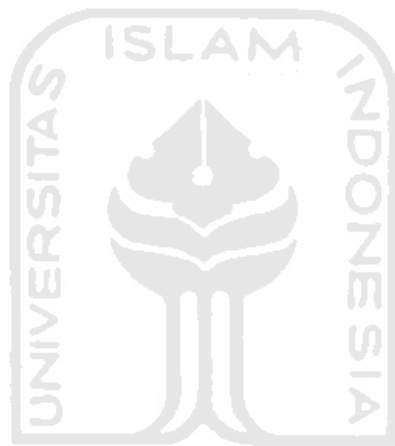
TUGAS AKHIR	i
PERNYATAAN	vi
PRAKATA	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Asumsi Penelitian.....	2
1.6 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Cair Tekstil.....	5
2.2 Chemical Oxygen Demand (COD).....	6
2.3 Bakteri <i>Indigenous</i>	6
2.4 Efisiensi <i>Removal</i> Bakteri Indegenous terhadap Pengurangan Kadar COD	6
2.5 Metode Bioremediasi.....	7
2.6 Isolasi Bakteri	7
BAB III METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	9
3.2 Metode Penelitian.....	9
3.3 <i>Sampling</i> Air Limbah	10
3.4 Kulturasasi Bakteri <i>Indigenous</i>	10
3.4.1 Sumber isolasi bakteri <i>indigenous</i>	10
3.4.2 Preparasi Media	11
3.4.3 Kulturasasi Bakteri	11
3.5 Pembuatan Reaktor Limbah.....	14
3.6 Pengoperasian Reaktor	14
3.7 Analisis Data	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1. Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri <i>Indigenus</i>	17
4.2. Kemampuan Bakteri dalam Reaktor untuk menurunkan kandungan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	20
4.2.1 Kemampuan Bakteri pada Konsentrasi 25 %	20
4.2.2 Kemampuan Bakteri pada Konsentrasi 50 %	21
4.2.3 Kemampuan Bakteri pada Konsentrasi 75 %	22
4.2.4 Kemampuan Bakteri pada Konsentrasi 100 %	24
4.3 Efisiensi <i>Removal</i> Bakteri <i>Indigenus</i> terhadap Penurunan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	25
4.3.1 Efisiensi <i>Removal</i> Bakteri <i>Indigenus</i> pada Konsentrasi 25 %	25
4.3.2 Efisiensi <i>Removal</i> Bakteri <i>Indigenus</i> pada Konsentrasi 50 %	26
4.3.3 Efisiensi <i>Removal</i> Bakteri <i>Indigenus</i> pada Konsentrasi 75 %	27
4.3.4 Efisiensi <i>Removal</i> Bakteri <i>Indigenus</i> pada Konsentrasi 100 %	28
4.3.5 Perbandingan Kemampuan Bakteri <i>Indigenus</i> terhadap Setiap Konsentrasi limbah yang Diuji.....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Sumber Isolasi Bakteri	11
Tabel 2 Interval Pengujian pada sampel limbah.....	15
Tabel 3 Bakteri terpilih dan Konsentrasi yang diuji	16
Tabel 4 Nilai <i>Optical Density</i> (OD).....	17
Tabel 5 Ciri ciri morfologi bakteri <i>indigenous</i> terpilih.....	17
Tabel 6 Hasil Pengecatan Gram Bakteri	19
Tabel 7 Perbandingan Kemampuan Bakteri <i>Indigenous</i> disetiap Konsentrasi Pengujian.....	29





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Air limbah tenun Desa Troso Jepara	5
Gambar 2 Diagram Alir Metode Penelitian	9
Gambar 3 Sampling limbah tenun Desa Troso.....	10
Gambar 4 Bakteri yang tumbuh pada media NA	12
Gambar 5 <i>Nutrient Broth</i> (NB).....	13
Gambar 6 Tahapan Inokulasi Bakteri	13
Gambar 7 Reaktor.....	14
Gambar 8 Tahapan pengujian COD.....	15
Gambar 9 Hasil Penurunan COD pada konsentrasi 25 %	20
Gambar 10 Hasil COD pada Konsentrasi 50 %	21
Gambar 11 Hasil COD pada Konsentrasi 75 %	23
Gambar 12 Hasil COD pada Konsentrasi 100 %	24
Gambar 13 Efisiensi <i>Removal</i> COD pada limbah Konsentrasi 25 %	25
Gambar 14 Efisiensi <i>Removal</i> COD pada limbah Konsentrasi 50 %	26
Gambar 15 Efisiensi <i>Removal</i> COD pada limbah Konsentrasi 75 %	27
Gambar 16 Efisiensi <i>Removal</i> COD pada limbah Konsentrasi 100 %	28

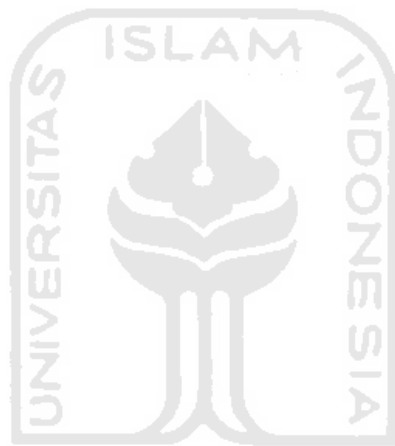


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Bakteri <i>indigenous</i> yang digunakan.....	37
Lampiran 2 Nilai <i>Optical Density</i> (OD) pada bakteri.....	37
Lampiran 3 Hasil <i>removal Chemical Oxygen Demand</i> (COD) setiap konsentrasi	37
Lampiran 4 Persentase <i>removal</i> setiap bakteri.....	38
Lampiran 5 Baku mutu air limbah industri tekstil dan batik.....	39
Lampiran 6 Dokumentasi penelitian.....	39





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan merupakan upaya untuk mengelola dan memanfaatkan sumber daya guna meningkatkan mutu kehidupan masyarakat. Dalam upaya meningkatkan mutu tersebut telah banyak menimbulkan perkembangan ekonomi masyarakat terutama dalam bidang industri rumahan. Pulau Jawa contohnya telah banyak melahirkan industri rumahan terutama di Provinsi Jawa Tengah, Kabupaten Jepara. Kabupaten Jepara memiliki 756 industri tenun rumahan yang telah berkembang di berbagai desa di Kabupaten Jepara (BPS Kabupaten Jepara, 2018).

Seiring dengan berkembangnya industri tenun di Kabupaten Jepara khususnya di Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, menyebabkan meningkatnya pencemaran terhadap lingkungan. Pencemaran yang paling sering terjadi adalah pencemaran air, air yang bersih tidak dapat diukur dari tingkat kemurniannya, tetapi dibandingkan dengan keadaan normalnya. Jika air yang dimaksud telah mengalami penyimpangan dari keadaan normalnya maka air tersebut dikatakan tercemar, (Wardhana, 1995). Pencemaran air atau badan air dapat terjadi oleh limbah, yang menyebabkan air tersebut tercemar, (Wagini, *et al.* 2000).

Pencemaran air atau air limbah yang dihasilkan oleh industri tenun tersebut dibuang langsung ke lingkungan tanpa adanya proses pengolahan terlebih dahulu, yang nantinya dapat menyebabkan kerusakan terhadap biotik maupun abiotik yang ada di lingkungan. Kandungan Limbah cair yang dihasilkan memiliki beberapa parameter didalamnya yaitu *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan pH. Dengan kandungan limbah seperti yang disebutkan menyebabkan limbah cair tenun tidak dapat diolah dengan cara pengolahan yang biasa, sehingga diperlukan perlakuan khusus untuk mengolah limbah cair tenun tersebut. Pengolahan khusus tersebut yaitu dengan cara biologis dengan menggunakan bakteri *Indigenus*.

Pengolahan secara Biologis adalah proses yang menggunakan kemampuan mikroba untuk mendegradasi bahan polutan organik (Indriyati, 2005). Pengolahan secara biologi ini disebut juga sebagai pengolahan dengan metode bioremediasi, metode ini didesain khusus untuk mengolah air limbah dengan mengoptimalkan proses biologis. Metode ini nanti diharapkan dapat digunakan di area badan air dan rawa sehingga mudah untuk diimplementasikan kedepannya.

Pada penelitian ini diharapkan dengan metode bioremediasi yang menggunakan bakteri *indigenous* ini dapat mereduksi kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri tenun di Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara.

1.2 Perumusan masalah

Perkembangan industri tenun di Kabupaten Jepara yang terus meningkat menyebabkan meningkatnya timbulan limbah cair yang dihasilkan, sehingga menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan sekitar. Bahan kimia yang digunakan dalam proses pembuatan tenun mengakibatkan badan sungai dikawasan Desa Troso mengalami pencemaran dan tidak dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya. Produksi limbah yang berlebihan seharusnya diikuti dengan pengolahan yang sesuai untuk mengurangi tingkat pencemaran terhadap lingkungan sekitar. Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disusun, maka rumusan masalah yang dapat dibuat yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana efektifitas kinerja bakteri *indigenous* dalam pengurangan kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah industri tenun di Desa Troso ,Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah evaluasi kinerja bakteri *indigenous* dalam mengurangi kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air limbah industri tenun Desa Troso, Kabupaten Jepara.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian:

1. Manfaat untuk Umum

Penelitian ini dapat memberi manfaat terhadap masyarakat terutama dalam melakukan pengolahan air yang tercemar oleh limbah tenun, sehingga masyarakat dapat mengolah limbah secara mandiri dalam mengurangi pencemaran terhadap lingkungan.

2. Manfaat Khusus Penelitian

Penelitian ini dapat memberi manfaat berupa pengetahuan kinerja dalam pengolahan air limbah menggunakan bakteri *indigenous* untuk mengurangi kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah tenun yang berasal dari Desa Troso, Kabupaten Jepara.

1.5 Asumsi Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah dan tujuan penelitian yang dilakukan, maka didapatkan hipotesis bahwa bakteri *indigenous* dapat menurunkan kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah dengan metode bioremediasi.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dalam penelitian meliputi :

1. Penelitian dilaksanakan pada kegiatan industri tenun di Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah.
2. Penelitian dilakukan dengan pengujian analisis kinerja dari bakteri *indigenous* dalam mengurangi kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam limbah yang dihasilkan oleh industri tenun di Desa Troso, Kabupaten Jepara.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Tekstil

Limbah merupakan sisa dari suatu usaha atau kegiatan. Limbah berbahaya dan beracun adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang karena sifat, konsentrasi, dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan, merusak lingkungan hidup, atau membahayakan lingkungan hidup manusia serta makhluk hidup (Suharto, 2010).

Air Limbah adalah bahan-bahan pencemar berbentuk cair. Air limbah adalah air yang membawa sampah (limbah) dari rumah tinggal, bisnis, dan industri yaitu campuran air dan padatan terlarut atau tersuspensi dapat juga merupakan air buangan dari hasil proses yang dibuang ke dalam lingkungan. Berdasarkan sifat fisiknya limbah dapat dikategorikan atas limbah padat, cair, dan gas, (Suharto, 2010). Limbah cair yang dihasilkan oleh proses-proses pabrik dan industri tekstil yang menggunakan air dalam jumlah sedang ataupun besar disebut “sampah industri” pada umumnya limbah yang dihasilkan mengandung zat warna , kandungan organik dan anorganik, kadar garam keasaman dan sifat sifat khas dari zat tersebut yang dapat menimbulkan pencemaran air (Mahida,1984). Terutama pada proses pencelupan dalam proses industri tekstil dapat menghasilkan limbah warna , logam berat dan konsentrasi garam yang tinggi. Air limbah pencelupan zat warna reaktif pada umumnya mempunyai pH yang tinggi (>9), berwarna tua dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi. Hal tersebut disebabkan karena penggunaan alkali yang banyak untuk proses fiksasi dalam pewarnaan (Dewi,2009).



Gambar 1 Air limbah tenun Desa Troso Jepara

2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). Chemical Oxygen Demand (COD) adalah kapasitas air untuk menggunakan oksigen selama peruraian senyawa organik terlarut dan mengoksidasi senyawa anorganik seperti ammonia dan nitrit biological (biochemical) (Islam, 2005). Kebutuhan Oksigen Kimia adalah suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat didalam air (Nurdin et al, 2009). COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar limbah organik yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Nilai COD merupakan ukuran bagi tingkat pencemaran oleh bahan organik (Nurhasanah, 2009).

2.3 Bakteri *Indigenous*

Bakteri *indigenous* merupakan bakteri yang hidup secara alami di alam bebas. bakteri *indigenous* memiliki berbagai macam manfaat bagi manusia dan lingkungan. Beberapa hasil penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa bakteri *indigenous* mampu mendegradasi limbah, sebagai pengendali hidup tanaman, dan dapat sebagai antibiotik (Batubara et al., 2015).

Bakteri *indigenous* juga dikenal sebagai bakteri pengurai serat yang manfaatnya sebagai pendukung teknologi pertanian dalam mikrobiologi. Sejumlah isolat bakteri *indigenous* telah menunjukkan bahwa bakteri ini dapat meremediasi limbah, sehingga bakteri ini berpotensi untuk dikembangkan dan ditingkatkan (Octavia, 2010).

2.4 Efisiensi *Removal* Bakteri *Indigenous* terhadap Pengurangan Kadar COD

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). Oleh sebab itu dibutuhkan mikroorganisme yang dapat mengolah atau mendegradasi kandungan COD pada limbah. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahmi et al, 2009), telah melakukan percobaan pengurangan kadar COD dengan menggunakan bakteri *Indigenous* yang mendapatkan hasil *removal* COD dengan rata rata sebesar 65,29%.

Selain itu, berdasarkan penelitian oleh (Suyasa, I.W.B, 2007) bakteri *Indigeneous* dapat mendegradasi kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) hingga 63 % dalam waktu retensi selama 7 hari. Sedangkan dalam penelitian (Suarsini, Fidiastuti, 2017) bakteri *indigenous* dapat mendegradasi COD hingga 69,71 % yaitu dari konsentrasi COD sebesar 544 mg/l menjadi 165 mg/l dalam waktu 7 hari.

Kemampuan bakteri dalam mendegradasi limbah ditentukan oleh proses isolat bakteri *indigenous* dan waktu bakteri tersebut dalam mengurangi bahan tercemar pada limbah (Thompson et al, 2005). Dan juga kemampuan bakteri dapat dilihat dari seberapa besar konsentrasi limbah yang akan diolah karena semakin rendah konsentrasi limbah maka semakin besar pula konsentrasi COD yang dapat diturunkan (Fadhilah et al, 2018).

Sehingga dari beberapa penelitian diatas membuktikan bahwa bakteri *indigeneous* dapat digunakan untuk mendegradasi kandungan COD di Desa Troso, Kabupaten Jepara hingga konsentrasi COD pada limbah sesuai dengan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 150 mg/l.

2.5 Metode Bioremediasi

Bioremediasi merupakan pengolahan biologis yang melibatkan organisme hidup termasuk bakteri untuk mengurangi atau menghilangkan polutan pada daerah terkontaminasi, yang menghasilkan pemulihan ke keadaan semula tanpa ada gangguan lebih lanjut terhadap lingkungan lokal. Agen biologis utama yang digunakan pada umumnya yaitu bakteri dan enzim (Arifiani & Ethica, 2018).

Pada umumnya limbah cair dapat diolah secara biologi bila dilakukan dengan analisi dan kontrol lingkungan yang benar. Proses pengolahan biologi merupakan proses pengolahan air limbah dengan memanfaatkan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yang berkontak dengan air limbah, sehingga mikroorganisme tersebut dapat menggunakan bakteri organik pencemar yang ada sebagai bahan makanan dalam kondisi lingkungan tertentu dan mendegradasi menjadi bentuk yang lebih sederhana (Metcalf & Eddy, 2004).

2.6 Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri merupakan suatu proses pengambilan bakteri dari sumbernya atau lingkungannya lalu di kembang biakkan pada suatu media hingga menghasilkan kultur murni dari bakteri tersebut (Ngalih, 2013). Hasil isolasi bakteri yang baik dapat meningkatkan kinerja bakteri dengan mengelompokkan bakteri sesuai dengan morfologinya sehingga bakteri dapat bekerja secara optimal dalam mendegradasi limbah (Thompson et al, 2005).

Teknik kultur untuk mendapatkan biakan murni ada tiga macam teknik yaitu teknik tuang, teknik gores, dan teknik teknik sebar.

- a. Teknik tuang
Teknik ini bertujuan untuk menentukan prakiraan jumlah bakteri yang hidup di suatu media. Hasil perhitungan bakteri dalam teknik ini dinyatakan dalam satuan koloni (Irianto, 2012).
- b. Teknik gores
Isolasi bakteri dengan teknik gores ini bertujuan untuk membuat garis sebanyak mungkin hingga mendapatkan *single* koloni (Irianto, 2012).
- c. Teknik sebar
Isolasi bakteri dengan teknik ini serupa dengan teknik tuang, namun yang membedakannya adalah teknik penuangan suspensi sampel dan media. Isolasi ini diawali dengan dilakukan pengenceran sampel. Media yang telah dipersiapkan langsung dituangkan ke dalam cawan petri tunggu hingga memadat, lalu masukkan sampel yang telah dieencerkan sebelumnya ke dalam media yang telah padat di dalam cawan petri (Waluyo , 2007).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



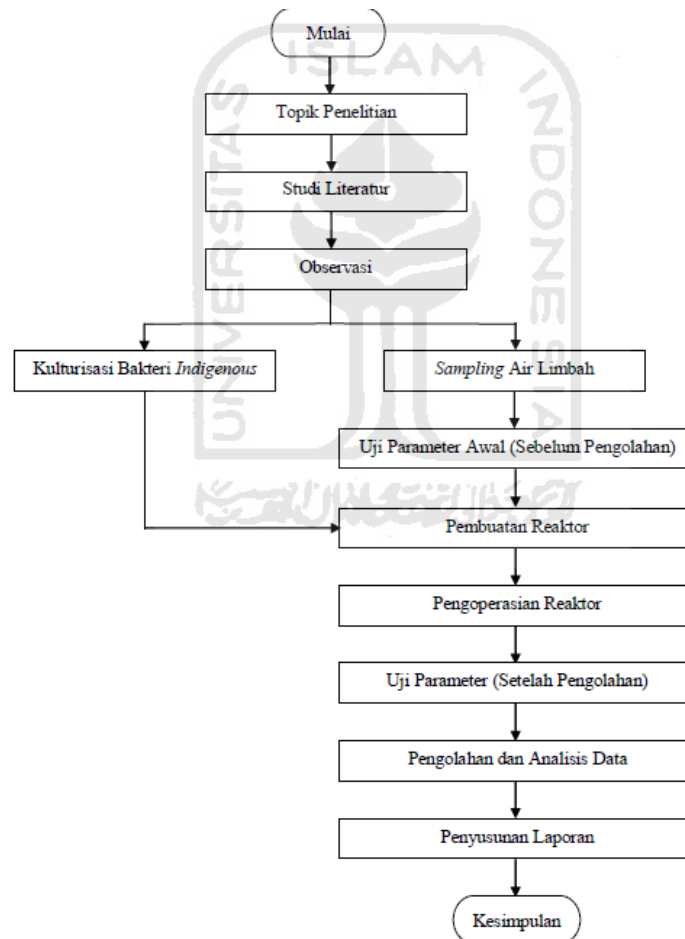
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Penelitian ini dimulai pada bulan November 2019 hingga bulan Februari 2020.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara menganalisis kemampuan bakteri *indigenous* dalam mengolah limbah tenun dalam mengurangi kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD). Secara singkat metode penelitian dapat dilihat di Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2 Diagram Alir Metode Penelitian

3.3 *Sampling Air Limbah*

Air limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah yang berasal dari limbah tenun yang berada di Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Air limbah yang didapatkan berasal dari pencucian kain tenun dan pewarnaan kain tenun yang diproduksi oleh industri limbah tenun yang ada di Desa Troso, Kabupaten Jepara tersebut. Air limbah diambil di tangkipelepasan dan juga langsung diambil dari hasil pewarnaan kain tenun yang diproduksi. Dalam pengambilan sampling ini menggunakan metode *grab sampling* yang mengacu SNI 6989.59:2008 seperti Gambar 3 dan disimpan dalam jirigen 20 L.



Gambar 3 Sampling limbah tenun Desa Troso

3.4 *Kulturisasi Bakteri Indigenous*

3.4.1 *Sumber isolasi bakteri indigenous*

Sumber isolasi bakteri *indigenous* yang digunakan pada penelitian ini berasal dari penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian (Sa'adah, 2020). Proses pengambilan bakteri dari tanah ini dilakukan dengan mengambil sampel tanah sebanyak 2 gram yang sebelumnya sudah dibersihkan terlebih dahulu, lalu ditambahkan 20 ml 0,9% (v/w) NaCl yang berfungsi sebagai nutrisi bakteri *indigenous* pada tanah yang ingin di ekstraksi. Selanjutnya sampel di *stirrer* selama 10 menit dengan kecepatan 300 rpm, setelah itu sampel yang telah di *stirrer* di *centrifuge* selama 15 menit dengan kecepatan 1500 rpm. Lalu ambil air pada sampel sebanyak 1 ml dan diletakkan di dalam cawan petri. Air yang

diambil tadi tidak dikocok supaya tidak tercampur dengan endapan yang dihasilkan oleh proses *centrifuge* sebelumnya (Sa'adah, 2020).

Tabel 1 Sumber Isolasi Bakteri

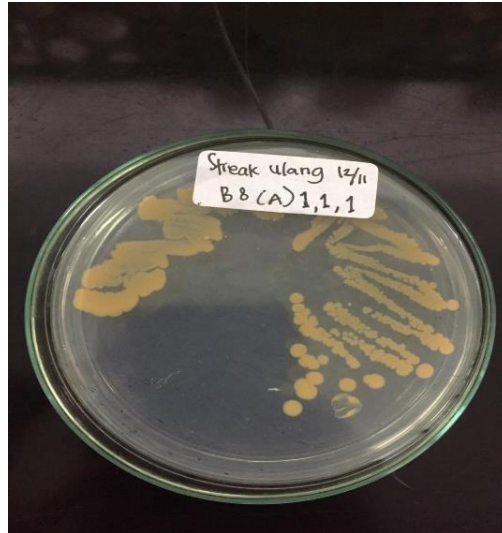
Media	Sumber bakteri pada tanah Tanaman	Kode Cawan
NA	Padi (<i>Oryza sativa</i>)	NA T1
	Talas (<i>Colocasia esculenta</i>)	NA T2
	Rumput Jariji (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	NA T3
	Kremah Padi (<i>Alternanthera philoxeroides</i>)	NA T4
TSA	Padi (<i>Oryza sativa</i>)	TSA T1
	Talas (<i>Colocasia esculenta</i>)	TSA T2
	Rumput Jariji (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	TSA T3
	Kremah Padi	TSA T4
CFMM	Padi (<i>Oryza sativa</i>)	CFMM T1
	Talas (<i>Colocasia esculenta</i>)	CFMM T2
	Rumput Jariji (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	CFMM T3

3.4.2 Preparasi Media

Pada tahap persiapan media ini digunakan media kontrol yaitu *Nutrient Agar* (NA), *Triptic Soy Agar* (TSA), dan *Carbon Free Minimal Medium* (CFMM). Media yang telah dibuat ditambahkan 10 % air limbah tenun. Tahap ini dilakukan supaya menjadi media yang selektif sehingga bakteri yang berpotensi mendegradasi limbah dapat tumbuh dengan baik.

3.4.3 Kultivasi Bakteri

Pada tahap ini bakteri yang diambil adalah bakteri yang tumbuh pada media *Nutrient Agar* (NA). Dikarenakan bakteri pada media TSA dan CFMM terkontaminasi dan tidak tumbuh. Bakteri yang telah tumbuh di media NA lalu diidentifikasi untuk mengetahui morfologi bakteri yang tumbuh. Hal – hal yang diperhatikan selama identifikasi morfologi yaitu *shape*, *chromatogenesis*, *elevation*, *surface*, *opacity*, dan *consistency*. Contoh bakteri yang telah tumbuh dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4 Bakteri yang tumbuh pada media NA

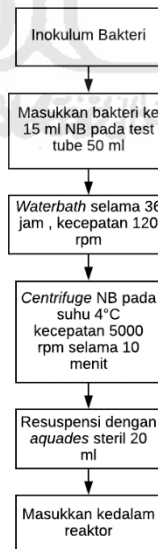
Selanjutnya, dilakukan kulturisasi bakteri kedalam media NA yang baru dan sudah steril. Proses ini dilakukan untuk memperoleh *single coloni* yang diinginkan sesuai morfologi setiap bakteri. *Single coloni* berfungsi untuk memperbanyak bakteri yang diinginkan pada media NA yang baru dengan metode *streak plate* atau teknik gores menggunakan jarum *ose*. Setelah proses *streak plate* selanjutnya cawan yang berisi bakteri tersebut dimasukkan kedalam inkubator dengan suhu 37 °C selama 24 – 72 jam. Fungsi dari inkubator yaitu sebagai tempat tumbuh yang optimum bagi bakteri.

Bakteri yang telah diinkubasi selama 24-72 jam di periksa kembali morfologi nya untuk mengetahui apakah di dalam cawan tersebut sudah didapat bakteri yang diinginkan dan tidak tercampur dengan bakteri lain. Apabila bakteri sudah sisa satu jenis maka dapat di *stock* pada agar miring. Jika belum, maka bakteri tersebut di *streak* ulang pada cawan petri dan media NA baru hingga mendapatkan bakteri yang satu jenis atau yang disebut *single coloni*.

Tahap selanjutnya yaitu inokulasi bakteri dari media agar miring kedalam testube yang berisi *Nutrient Broth* (NB), media NB dapat dilihat pada Gambar 5. Fungsi NB yaitu sebagai media tumbuh untuk memanen bakteri yang akan digunakan pada reaktor limbah. Tahapan berikut dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini :



Gambar 5 *Nutrient Broth* (NB)



Gambar 6 Tahapan Inokulasi Bakteri

3.5 Pembuatan Reaktor Limbah

Reaktor yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan reaktor berupa toples kaca yang memiliki volume kisaran 800 ml. Sebelum toples kaca ini digunakan sebagai reaktor limbah, toples kaca harus dilakukan tahap sterilisasi terlebih dahulu. Sterilisasi dilakukan dengan cara mencuci toples kaca dengan sabun lalu di oven selama 1 jam dengan suhu 105°C. Reaktor yang telah steril kemudian diisi dengan air limbah dengan volume 500 ml setiap toples kaca. Sebelum dimasukkan kedalam toples kaca, air limbah disterilisasi terlebih dahulu dengan menggunakan *Autoclave* selama 30 menit. Selanjutnya dibuat konsentrasi setiap limbah pada toples kaca sebesar 25 % yang memiliki komposisi yaitu 125 ml air limbah dan ditambahkan 375 ml *aquadest*, 50 % yang memiliki komposisi yaitu 250 ml air limbah dan ditambahkan 250 ml *aquadest*, 75% yang memiliki komposisi yaitu 375 ml air limbah dan ditambahkan 125 ml *aquadest*, dan 100% yang memiliki komposisi yaitu murni air limbah sebesar 500 ml air limbah. Fungsi dari perbedaan konsentrasi pada air limbah yaitu untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mendegradasi limbah pada konsentrasi tersebut, karena pada hakikatnya limbah yang ada di lingkungan pasti memiliki konsentrasi yang berbeda beda.

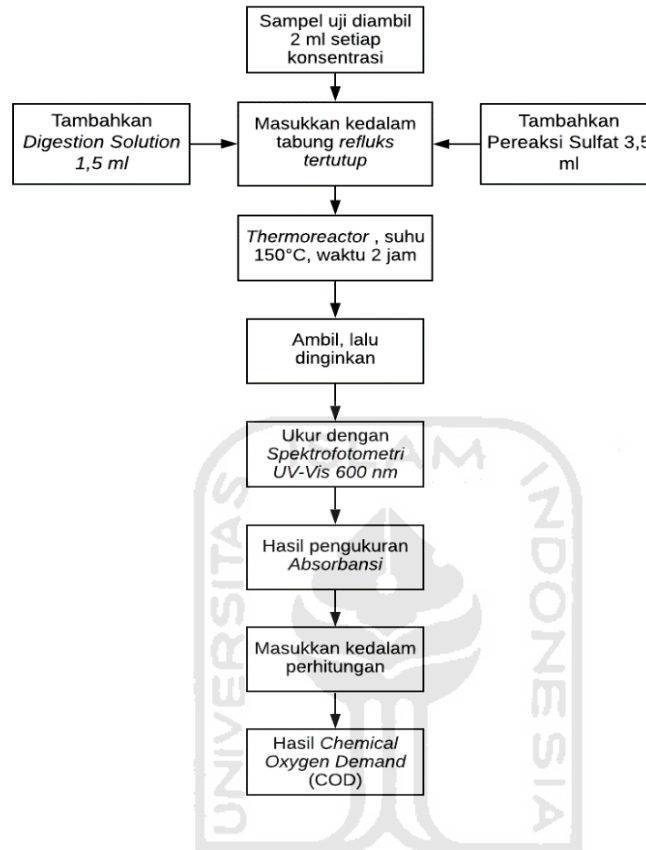


Gambar 7 Reaktor

3.6 Pengoperasian Reaktor

Pengoperasian reaktor dilakukan di lingkungan Laboratorium FTSP UII. Reaktor dioperasikan selama 168 jam atau satu minggu, setelah itu bakteri dimasukkan kedalam reaktor toples kaca sebanyak 20 ml ke dalam setiap reaktor yang memiliki komposisi yaitu hasil kultur bakteri yang diuji ditambahkan dengan 20 ml *aquadest* steril. Reaktor yang dioperasikan disesuaikan dengan jumlah bakteri yang ingin diuji pada reaktor. Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada sampel akan dilakukan dalam kurun waktu 1 minggu dengan pengujian secara berkala pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% dengan menggunakan metode *refluks* tertutup yang mengikuti standard pengujian SNI 6989.2:2009. Tahapan pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD) dapat dilihat

pada Gambar 8. Adapun interval pengujian COD pada sampel dapat dilihat pada Tabel 2 dan bakteri yang terpilih serta konsentrasi limbah yang akan diuji dapat dilihat pada Tabel 3 yaitu sebagai berikut:



Gambar 8 Tahapan pengujian COD

Tabel 2 Interval Pengujian pada sampel limbah

Waktu	0 jam	24 jam	48 jam	72 jam	96 jam	120 jam	144 jam	168 jam
Uji COD	√	√		√				√

Tabel 3 Bakteri terpilih dan Konsentrasi yang diuji

BAKTERI			KONSENTRASI			
MEDIA (NUTRIENT AGAR)	KULTUR BAKTERI	KODE BAKTERI	25%	50%	75%	100%
NA	T1	NA T1 A1	√	√	√	√
NA	T2	NA T2 B2	√	√	√	√
NA		NA T2 C2	√	√	√	√
NA	T3	NA T3 B7 A1	√	√	√	√
NA	T4	NA T4 B3	√	√	√	√
NA		NA T4 B1	√	√	√	√

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil uji sampel pada air limbah selanjutnya akan dianalisa sesuai dengan persentase removal yang dihasilkan. Data akan diolah dalam bentuk grafik supaya dapat diketahui trend grafik sehingga memudahkan untuk melihat trend pengolahan limbah yang dilakukan oleh bakteri yang diuji. Adapun rumus yang digunakan dalam hasil perhitungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yaitu :

$$\text{Kadar COD} \left(\frac{\text{mgO}_2}{\text{L}} \right) = C \times f$$

$$C = \text{nilai contoh uji} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)$$

$$f = \text{faktor pengenceran}$$

Hasil yang didapat akan dibandingkan dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012. Lalu selanjutnya mengambil kesimpulan dari hasil dari efektifitas bakteri *indigenous* dalam mendegradasi COD pada limbah tenun.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

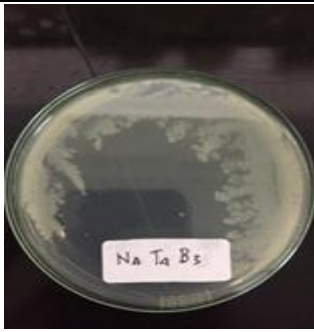
4.1. Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri *Indigenus*

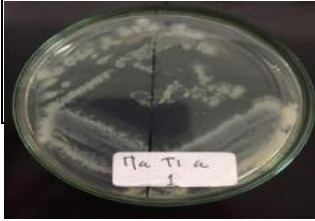
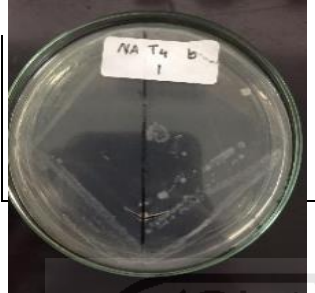
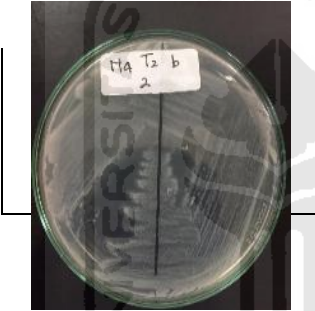
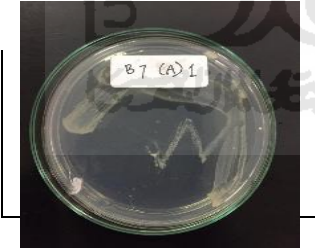

Karakterisasi dan identifikasi pada bakteri dilakukan untuk mengetahui jenis bakteri, bentuk (*shape*), *chromatogenesis*, *elevation*, *surface*, *opacity*, dan *consistency* dari bakteri yang akan digunakan dalam penelitian. Karakterisasi dan identifikasi ini diperlukan untuk mengetahui dan klasifikasi awal bakteri. Selain itu, sebelum dilakukannya inokulasi bakteri terhadap reaktor, bakteri *indigenus* akan di uji jumlahnya dengan cara analisis *Optical Density* (OD) dan menghitung jumlah bakteri dengan *Total Plate Count* (TPC). Kultur bakteri yang akan diinokulasi pada reaktor yaitu NA T4 B3, NA T1 A1, NA T4 B1, NA T2 B2, NA T3 B7 A1, NA T2 C2. Berikut nilai OD dan TPC serta ciri ciri morfologi bakteri yang akan diinokulasi:

Tabel 4 Nilai *Optical Density* (OD)

KODE BAKTERI	NILAI <i>OPTICAL DENSITY</i> (OD)
NA T1 A1	1.36
NA T2 B2	1.03
NA T2 C2	1.42
NA T3 B7 A1	1.46
NA T4 B3	1.54
NA T4 B1	1.50

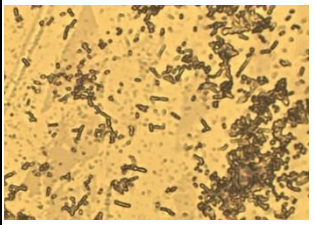
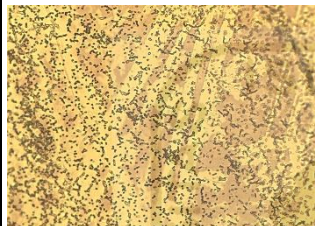


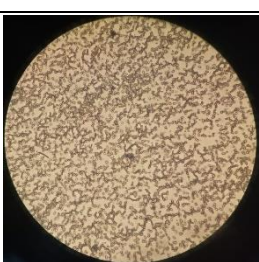
Tabel 5 Ciri ciri morfologi bakteri *indigenus* terpilih

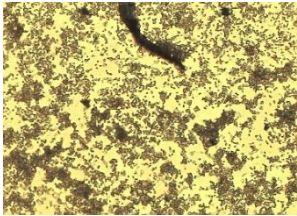
No	Bacteria	Morfology	
1	NA T4 B3 	<i>Shape</i>	<i>Rhizoid</i>
		<i>Chromogenesis</i>	<i>White Bone</i>
		<i>Elevation</i>	<i>Flat</i>
		<i>Surface</i>	<i>Rough</i>
		<i>Opacity</i>	<i>Tranlucent</i>
		<i>Consistency</i>	<i>Buttery</i>
2	NA T1 A1	<i>Shape</i>	<i>Irregular</i>
		<i>Chromogenesis</i>	<i>White Milk</i>

			<i>Elevation</i>	<i>Flat</i>
			<i>Surface</i>	<i>Smooth</i>
			<i>Opacity</i>	<i>Opaque</i>
			<i>Consistency</i>	<i>Viscid</i>
3	NA T4 B1		<i>Shape</i>	<i>Irregular</i>
			<i>Chromogenesis</i>	<i>White</i>
			<i>Elevation</i>	<i>Raised</i>
			<i>Surface</i>	<i>Smooth</i>
			<i>Opacity</i>	<i>Opaque</i>
			<i>Consistency</i>	<i>Viscid</i>
4	NA T2 B2		<i>Shape</i>	<i>Irregular</i>
			<i>Chromogenesis</i>	<i>White</i>
			<i>Elevation</i>	<i>Flat</i>
			<i>Surface</i>	<i>Smooth</i>
			<i>Opacity</i>	<i>Transparant</i>
			<i>Consistency</i>	<i>Buttery</i>
5	NA T3 B7 A1		<i>Shape</i>	<i>Irregular</i>
			<i>Chromogenesis</i>	<i>Peach</i>
			<i>Elevation</i>	<i>Flat</i>
			<i>Surface</i>	<i>Smooth</i>
			<i>Opacity</i>	<i>Opaque</i>
			<i>Consistency</i>	<i>Viscid</i>
6	NA T2 C2		<i>Shape</i>	<i>Irregular</i>
			<i>Chromogenesis</i>	<i>White</i>
			<i>Elevation</i>	<i>Flat</i>
			<i>Surface</i>	<i>Smooth</i>
			<i>Opacity</i>	<i>Opaque</i>
			<i>Consistency</i>	<i>Viscid</i>

Setela melakukan identifikasi morfologi terhadap bakteri, selanjutnya dilakukan pengecatan gram bakteri untuk menentukan gram positif dan gram negatif pada bakteri. Berikut hasil pengecatan gram bakteri yang dilakukan pada tabel 6 berikut:

Tabel 6 Hasil Pengecatan Gram Bakteri

Kode	Gambar	Sifat Gram	Bentuk Sel	Susunan Sel
NA T4 B3		Positif	Basil	Berantai
NA T1 A1		Positif	Basil	Berantai
NA T4 B1		Positif	Basil	Berantai
NA T2 B2		Positif	Basil	Berantai
NA T3 B7 A1		Negatif	Kokus	Berantai

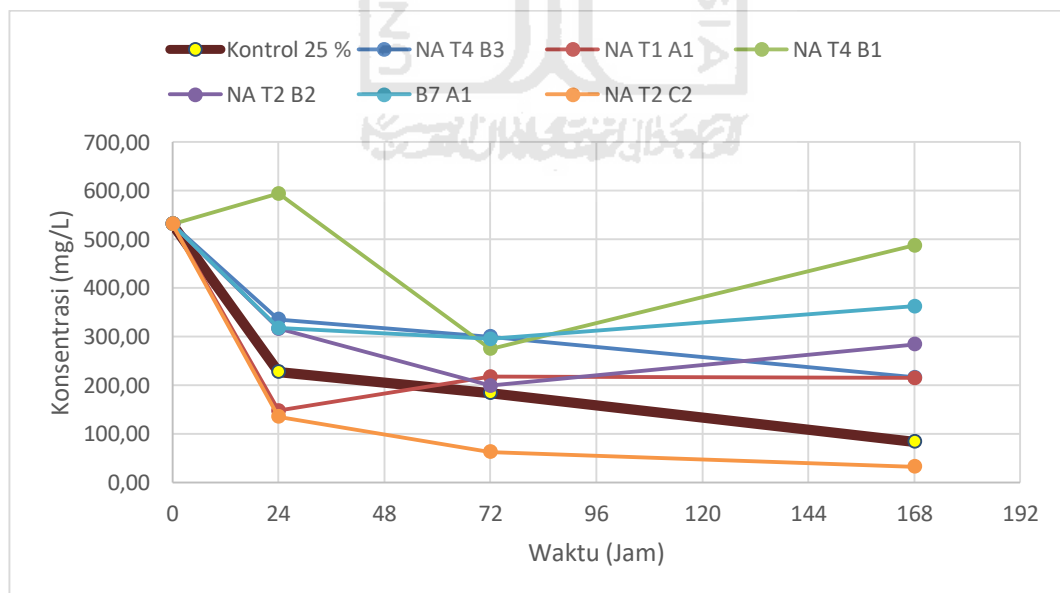
NA T2 C2		Positif	Basil	Berantai
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------	---------	-------	----------

4.2. Kemampuan Bakteri dalam Reaktor untuk menurunkan kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah kapasitas air untuk menggunakan oksigen selama peruraian senyawa organik terlarut dan mengoksidasi senyawa anorganik seperti ammonia dan nitrit *biological* (biochemical) (Islam, 2005). Kebutuhan Oksigen Kimia adalah suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat didalam air (Nurdin et al, 2009). Adapun hasil degradasi dari pengolahan bakteri *indigenous* yaitu sebagai berikut :

4.2.1 Kemampuan Bakteri pada Konsentrasi 25 %

Pada tahap ini bakteri terpilih diuji kemampuannya dalam mendegradasi kandungan COD pada limbah dengan konsentrasi 25 % yang memiliki komposisi yaitu 125 ml air limbah dan 375 ml *aquadest*. Adapun hasil pengujian dari konsentrasi 25 % sebagai berikut :



Gambar 9 Hasil Penurunan COD pada konsentrasi 25 %

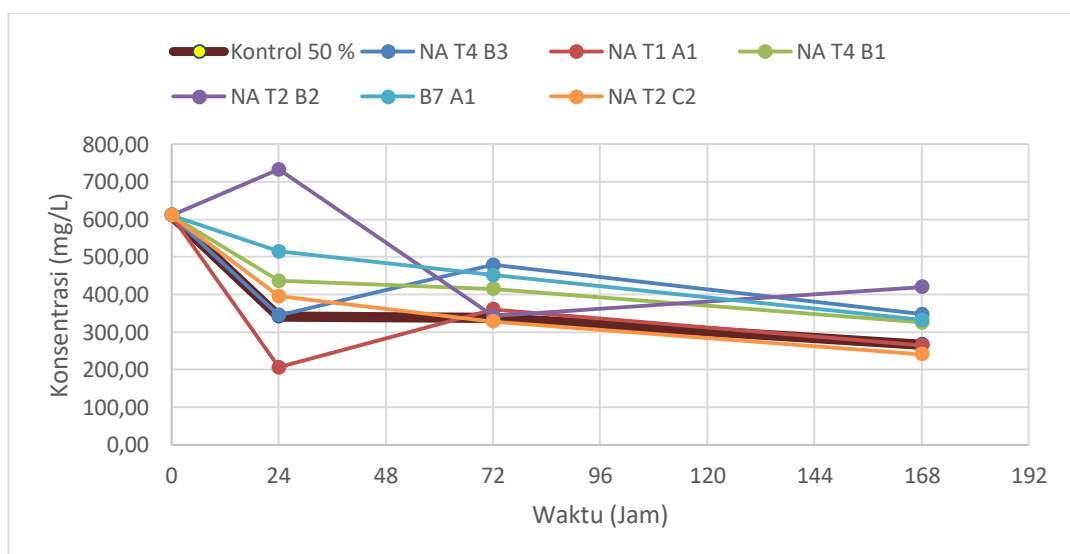
Pada Gambar 9 didapatkan data analisis yaitu terjadi penurunan konsentrasi COD pada kode bakteri dan kontrol. Hal ini menunjukkan

bahwa pada reaktor dengan konsentrasi 25 % terjadi proses degradasi limbah oleh bakteri. Bakteri *indigenous* yang digunakan pada konsentrasi 25 % memiliki kemampuan yang berbeda- beda dalam mendegradasi limbah. Pada Gambar 9 hasil pengujian COD sampel awal memiliki rata rata konsentrasi sebesar 531,67 mg/L. Pada reaktor dengan konsentrasi 25 % hanya satu bakteri *indigenous* yang dapat mendegradasi limbah yang dapat memiliki nilai dibawah kontrol yaitu pada bakteri dengan kode bakteri NA T2 C2. Bakteri NA T2 C2 pada saat 24 jam mengalami penurunan konsentrasi COD sebesar 396,67 dari 531,67 mg/L menjadi 135 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol juga mengalami penurunan nilai COD pada saat jam 24 sebesar 304,17 mg/L dari 531,67 mg/L menjadi 227,5 mg/L. Pada saat 72 jam bakteri NA T2 C2 terjadi penurunan konsentrasi COD kembali sebesar 72,5 mg/L dari 135 mg/L menjadi 62,50 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol juga mengalami penurunan COD kembali sebesar 43,25 mg/L dari 227 mg/L menjadi 183,75 mg/L. Pada saat 168 jam terjadi penurunan kembali sebesar 30 mg/L dari 62,50 mg/L menjadi 32,5 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol kembali mengalami penurunan nilai COD sebesar 100 mg/L dari 183,75 mg/L menjadi 83,75 mg/L.

Secara keseluruhan reaktor limbah dengan dengan konsenrasi 25 % yang berisikan bakteri mengalami penurunan konsentrasi COD yang awalnya sebesar 531,67 mg/L. Namun hanya pada bakteri NA T2 C2 yang mengalami penurunan yang signifikan dan selalu berada dibawah nilai kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi aktivitas bakteri dengan cara penguraian organik sebagai bahan makanan oleh bakteri *indigenous* pada limbah tenun (Sutanto, 2012).

4.2.2 Kemampuan Bakteri pada Konsentrasi 50 %

Pada tahap ini bakteri terpilih diuji kemampuannya dalam mendegradasi kandungan COD pada limbah dengan konsentrasi 50 % yang memiliki komposisi yaitu 250 ml air limbah dan 250 *aquadest*. Adapun hasil pengujian dari konsentrasi 50 % sebagai berikut :



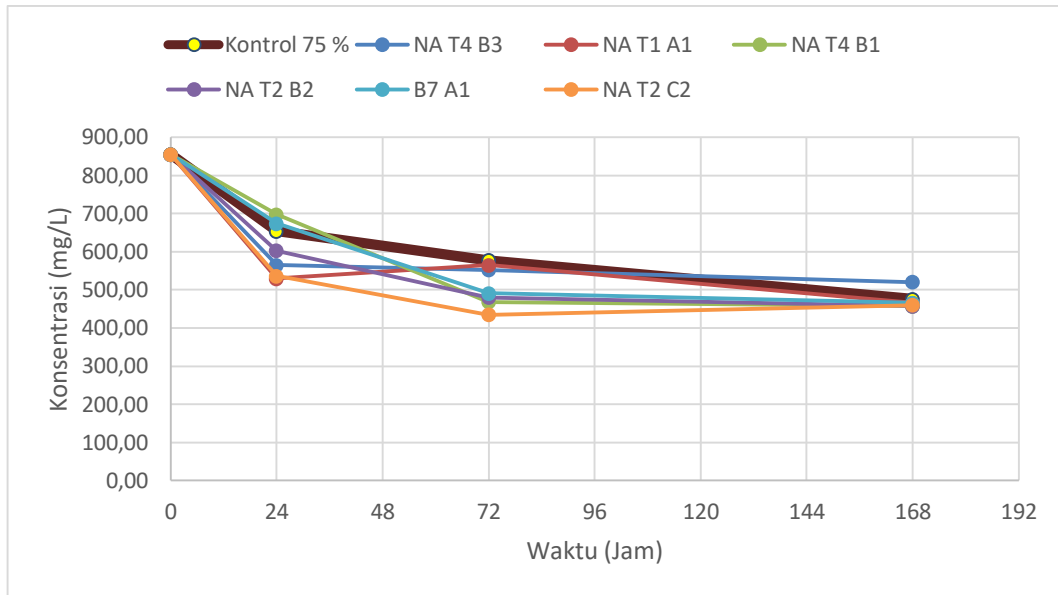
Gambar 10 Hasil COD pada Konsentrasi 50 %

Pada Gambar 10 didapatkan data analisis yaitu terjadi penurunan konsentrasi COD pada kode bakteri dan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pada reaktor dengan konsentrasi 50 % terjadi proses degradasi limbah oleh bakteri. Bakteri *indigenous* yang digunakan pada konsentrasi 50 % memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam mendegradasi limbah. Pada Gambar 10 hasil pengujian COD sampel awal memiliki rata-rata konsentrasi sebesar 611,04 mg/L. Pada reaktor dengan konsentrasi 50 % hanya satu bakteri *indigenous* yang dapat mendegradasi limbah yang dapat memiliki nilai dibawah kontrol yaitu pada bakteri dengan kode bakteri NA T2 C2. Bakteri NA T2 C2 sebelumnya pada reaktor konsentrasi 25 % juga memiliki nilai yang dibawah kontrol, sehingga hal ini membuktikan bahwa bakteri dengan kode NA T2 C2 dapat mendegradasi limbah dengan baik. Pada reaktor dengan konsentrasi 50 % bakteri NA T2 C2 pada saat 24 jam mengalami penurunan konsentrasi COD sebesar 216,04 dari 611,04 mg/L menjadi 395 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol juga mengalami penurunan nilai COD pada saat jam 24 sebesar 269,79 mg/L dari 611,04 mg/L menjadi 341,25 mg/L. Pada saat 72 jam bakteri NA T2 C2 terjadi penurunan konsentrasi COD kembali sebesar 67,5 mg/L dari 395 mg/L menjadi 327,5 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol juga mengalami penurunan COD kembali sebesar 4,37 mg/L dari 341,25 mg/L menjadi 336,88 mg/L. Pada saat 168 jam terjadi penurunan kembali sebesar 86,25 mg/L dari 327,5 mg/L menjadi 241,25 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol kembali mengalami penurunan nilai COD sebesar 70,63 mg/L dari 336,88 mg/L menjadi 266,25 mg/L.

Secara keseluruhan reaktor limbah dengan konsentrasi 50 % yang berisikan bakteri mengalami penurunan konsentrasi COD yang awalnya sebesar 611,04 mg/L. Namun hanya pada bakteri NA T2 C2 yang mengalami penurunan yang signifikan dan selalu berada dibawah nilai kontrol. Namun pada 24 jam konsentrasi COD pada bakteri lebih tinggi dari pada kontrol yaitu sebesar 395 mg/L sedangkan kontrol sebesar 341,25mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri pada jam ke 24 masih dalam proses pertumbuhan sehingga bakteri belum optimal dalam mendegradasi limbah (Dianrevy, 2017). bakteri selalu berada dibawah kontrol. Hal ini membuktikan bahwa telah terjadi aktivitas bakteri dengan cara penguraian organik sebagai bahan makanan oleh bakteri *indigenous* pada limbah tenun (Sutanto, 2012).

4.2.3 Kemampuan Bakteri pada Konsentrasi 75 %

Pada tahap ini bakteri terpilih diuji kemampuannya dalam mendegradasi kandungan COD pada limbah dengan konsentrasi 75 % yang memiliki komposisi yaitu 375 ml air limbah dan 125 *aquadest*. Adapun hasil pengujian dari konsentrasi 75 % sebagai berikut :



Gambar 11 Hasil COD pada Konsentrasi 75 %

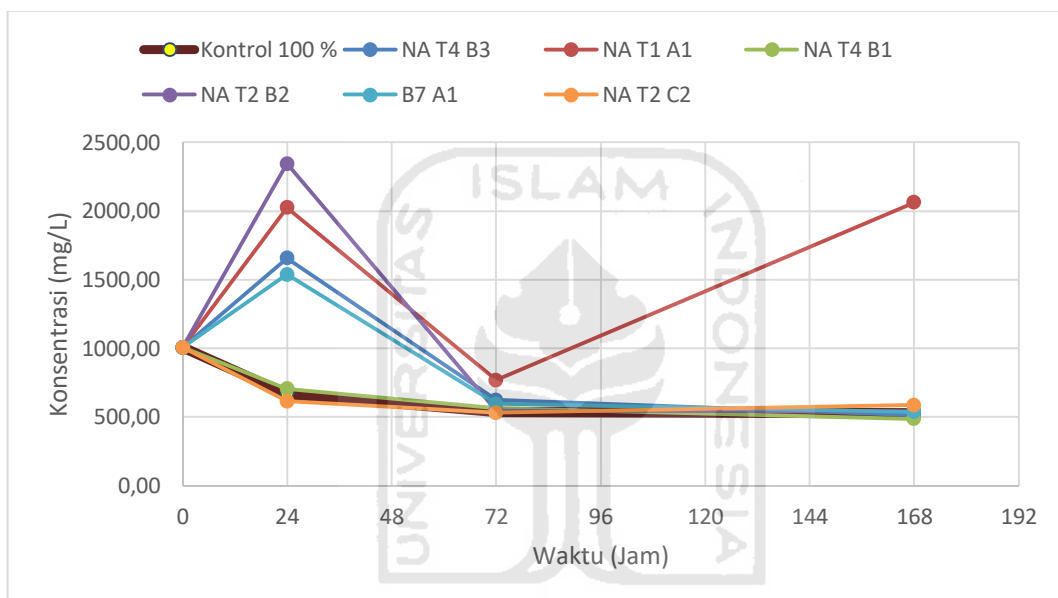
Pada Gambar 11 didapatkan data analisis yaitu terjadi penurunan konsentrasi COD pada kode bakteri dan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pada reaktor dengan konsentrasi 75 % terjadi proses degradasi limbah oleh bakteri. Bakteri *indigenus* yang digunakan pada konsentrasi 75 % memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam mendegradasi limbah. Pada Gambar 11 hasil pengujian COD sampel awal memiliki rata-rata konsentrasi sebesar 855,42 mg/L. Pada reaktor dengan konsentrasi 75 % ada 5 bakteri *indigenus* yang dapat mendegradasi limbah yang dapat memiliki nilai dibawah kontrol yaitu pada bakteri dengan kode bakteri NA T1 A1, NA T4 B1, NA T2 B2, NA T3 B7 A1, dan NA T2 C2. Namun hanya bakteri NA T2 C2 yang akan dijelaskan bagaimana tahap penurunan konsentrasi COD nya, dikarenakan dari hasil sebelumnya yaitu pada reaktor dengan konsentrasi 25 % dan 50 % hanya bakteri NA T2 C2 yang memiliki data konsentrasi yang bagus dan memiliki konsentrasi yang berada dibawah kontrol. Pada reaktor dengan konsentrasi 75 % bakteri NA T2 C2 pada saat 24 jam mengalami penurunan konsentrasi COD sebesar 319,17 mg/L dari 855,42 mg/L menjadi 536,25 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol juga mengalami penurunan nilai COD pada saat jam 24 sebesar 201,67 mg/L dari 855,42 mg/L menjadi 653,75 mg/L. Pada saat 72 jam bakteri NA T2 C2 terjadi penurunan konsentrasi COD kembali sebesar 101,25 mg/L dari 536,25 mg/L menjadi 435 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol juga mengalami penurunan COD kembali sebesar 76,25 mg/L dari 653,75 mg/L menjadi 577,5 mg/L. Namun pada saat 168 jam terjadi kenaikan konsentrasi COD sebesar 25 mg/L dari 435 mg/L menjadi 460 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol kembali mengalami penurunan nilai COD sebesar 101,87 mg/L dari 577,5 mg/L menjadi 475,63 mg/L.

Secara keseluruhan reaktor limbah dengan konsenrasi 75 % yang berisikan bakteri mengalami penurunan konsentrasi COD yang awalnya sebesar 855,42 mg/L. Pada bakteri NA T2 C2 yang mengalami penurunan yang signifikan dan selalu berada dibawah nilai kontrol. Namun pada 168 jam

konsentrasi COD pada bakteri mengalami kenaikan sebesar 25 mg/L , hal ini disebabkan adanya isolat bakteri yang mengalami kematian pada jam ke 168 sehingga jumlah biomassa isolat bakteri yang mati berpengaruh terhadap kenaikan konsentrasi COD pada limbah (Mulyani, 2012). Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang diolah oleh bakteri semakin rendah pula kemampuan bakteri dalam mendegradasi limbah (Fadhilah et al, 2018).

4.2.4 Kemampuan Bakteri pada Konsentrasi 100 %

Pada tahap ini bakteri terpilih diuji kemampuannya dalam mendegradasi kandungan COD pada limbah dengan konsentrasi 100 % yang memiliki komposisi yaitu 500 ml air limbah. Adapun hasil pengujian dari konsentrasi 100 % sebagai berikut :



Gambar 12 Hasil COD pada Konsentrasi 100 %

Pada Gambar 12 didapatkan data analisis yaitu terjadi penurunan konsentrasi COD pada kode bakteri dan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pada reaktor dengan konsentrasi 100 % terjadi proses degradasi limbah oleh bakteri. Bakteri *indigenus* yang digunakan pada konsentrasi 100 % memiliki kemampuan yang berbeda- beda dalam mendegradasi limbah. Pada Gambar 12 hasil pengujian COD sampel awal memiliki rata rata konsentrasi sebesar 1006,25 mg/L. Pada reaktor dengan konsentrasi 100 % hanya ada 2 bakteri *indigenus* yang dapat mendegradasi limbah yang dapat memiliki nilai dibawah kontrol yaitu pada bakteri dengan kode bakteri NA T4 B1, dan NA T4 B3. Namun hanya bakteri NA T4 B1 yang akan dijelaskan bagaimana tahap penurunan konsentrasinya, dikarenakan dari hasil konsentrasinya bakteri dengan kode NA T4 B1 memiliki nilai yang selalu berada dibawah kontrol dan juga memiliki nilai akhir konsentrasi COD yang paling kecil dari semua bakteri yang diuji. Pada reaktor dengan konsentrasi 100 % bakteri NA T4 B1 pada saat 24 jam mengalami penurunan konsentrasi COD sebesar 301,25 mg/L dari 1006,25 mg/L menjadi 705 mg/L sedangkan pada reaktor

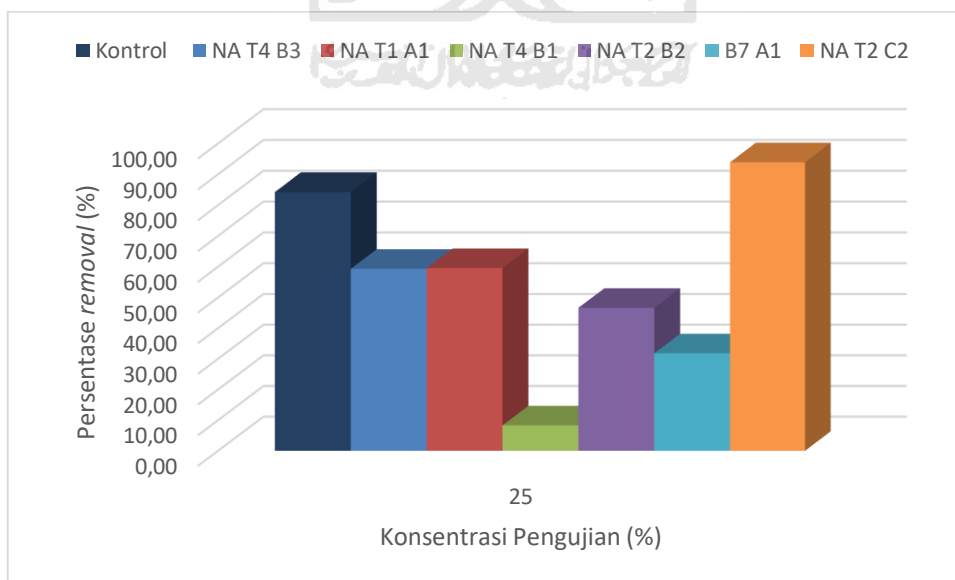
kontrol juga mengalami penurunan nilai COD pada saat jam 24 sebesar 338,75 mg/L dari 1006,25 mg/L menjadi 667,5 mg/L. Pada saat 72 jam bakteri NA T4 B1 terjadi penurunan konsentrasi COD kembali sebesar 141,25 mg/L dari 705 mg/L menjadi 563,75 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol juga mengalami penurunan COD kembali sebesar 128,75 mg/L dari 667,5 mg/L menjadi 538,75 mg/L. Pada saat 168 jam terjadi penurunan konsentrasi COD kembali sebesar 76,25 mg/L dari 563,75 mg/L menjadi 487,5 mg/L sedangkan pada reaktor kontrol kembali mengalami penurunan nilai COD sebesar 10 mg/L dari 538,75 mg/L menjadi 528,75 mg/L.

Secara keseluruhan reaktor limbah dengan konsentrasi 100 % yang berisikan bakteri mengalami penurunan konsentrasi COD yang awalnya sebesar 1006,25 mg/L. Pada bakteri NA T4 B1 yang mengalami penurunan selalu berada dibawah nilai kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi aktivitas bakteri dengan cara penguraian organik sebagai bahan makanan oleh bakteri *indigenus* pada limbah tenun (Fadhilah et al, 2018).

4.3 Efisiensi *Removal* Bakteri *Indigenus* terhadap Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Pengolahan limbah dengan menggunakan bakteri *Indigenus* merupakan salah satu cara untuk mengurangi kadar polutan yang terdapat pada limbah terutama dalam menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD). Oleh karena itu, diperlukan data persentase *removal* limbah oleh bakteri untuk mengetahui efektifitas bakteri *Indigenus* dalam menurunkan kadar COD ataupun polutan pada limbah yang diuji. Adapun hasil persentase *removal* bakteri *indigenus* terhadap limbah yaitu sebagai berikut :

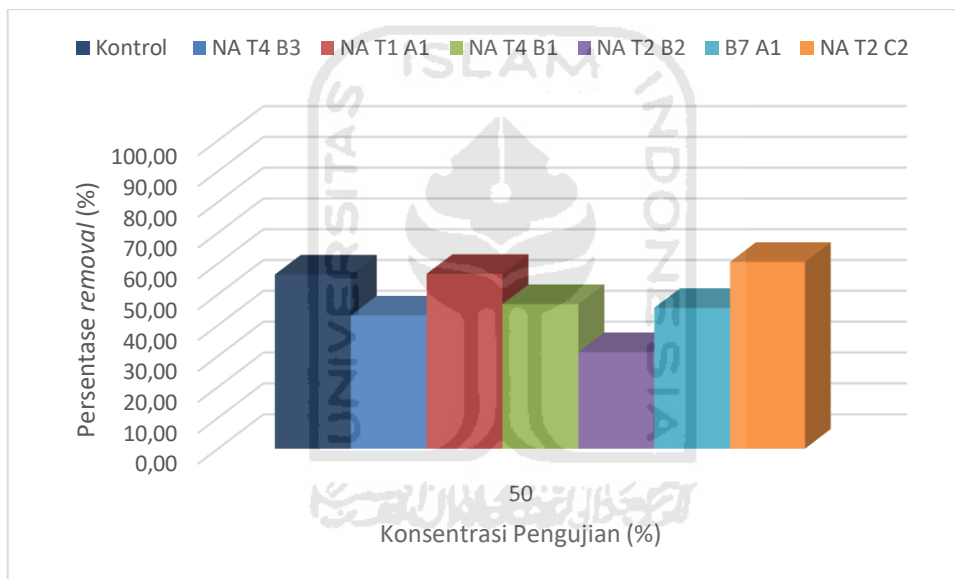
4.3.1 Efisiensi *Removal* Bakteri *Indigenus* pada Konsentrasi 25 %



Gambar 13 Efisiensi *Removal* COD pada limbah Konsentrasi 25 %

Pada gambar 13 dapat dilihat data grafik persentase *removal* bakteri *indigenus* dalam mereduksi kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah. Persentase *Removal* yang dilakukan oleh bakteri *indigenus* terhadap konsentrasi limbah sebesar 25 % dapat dikatakan cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil persentase *removal* yang tinggi yaitu sebesar 93,89 % oleh bakteri *indigenus* dengan kode bakteri NA T2 C2. Dikatakan cukup baik dikarenakan persentase *removal* bakteri NA T2 C2 lebih tinggi dari pada persentase *removal* yang terjadi pada reaktor kontrol yaitu sebesar 84,25 %. Sedangkan kemampuan *removal* COD yang terendah terdapat pada kode bakteri NA T4 B1 yaitu sebesar 8,31 %. Hal ini dapat disebabkan dengan matinya bakteri yang mereduksi limbah, sehingga menyebabkan kenaikan biomassa pada limbah dan meningkatkan konsentrasi COD pada limbah yang menyebabkan menurunnya efisiensi *removal* bakteri dalam mengolah limbah tersebut (Mulyani, 2012).

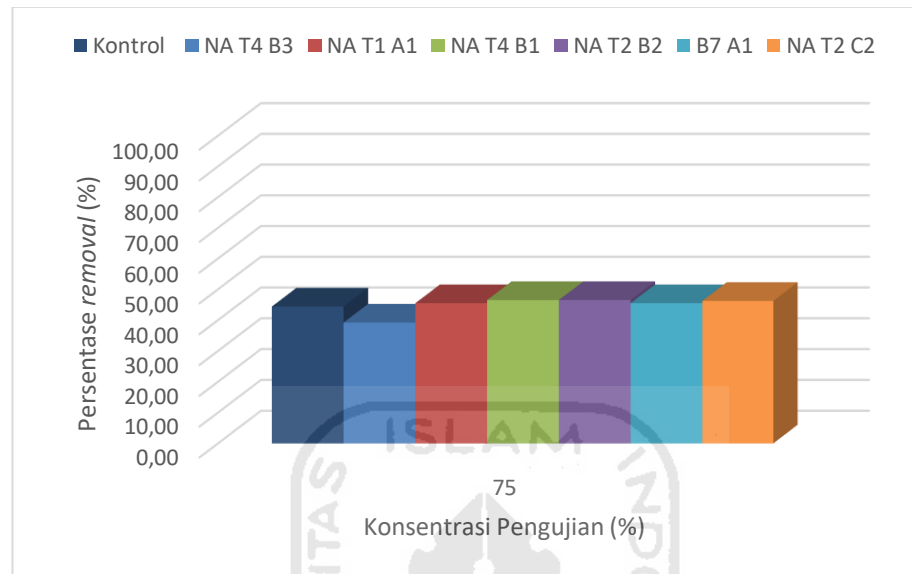
4.3.2 Efisiensi *Removal* Bakteri *Indigenus* pada Konsentrasi 50 %



Gambar 14 Efisiensi *Removal* COD pada limbah Konsentrasi 50 %

Pada gambar 14 dapat dilihat data grafik persentase *removal* bakteri *indigenus* dalam mereduksi kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah. Persentase *Removal* yang dilakukan oleh bakteri *indigenus* terhadap konsentrasi limbah sebesar 50 % dapat dikatakan baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil persentase *removal* yang tinggi yaitu sebesar 60,52 % oleh bakteri *indigenus* dengan kode bakteri NA T2 C2. Dikatakan baik dikarenakan persentase *removal* bakteri NA T2 C2 lebih tinggi dari pada persentase *removal* yang terjadi pada reaktor kontrol yaitu sebesar 56,43 %. Sedangkan kemampuan *removal* COD yang terendah terdapat pada kode bakteri NA T2 B2 yaitu sebesar 31,26 %. Hal ini dapat disebabkan dengan matinya bakteri yang mereduksi limbah, sehingga menyebabkan kenaikan biomassa pada limbah dan meningkatkan konsentrasi COD pada limbah yang menyebabkan menurunnya efisiensi *removal* bakteri dalam mengolah limbah tersebut (Mulyani, 2012).

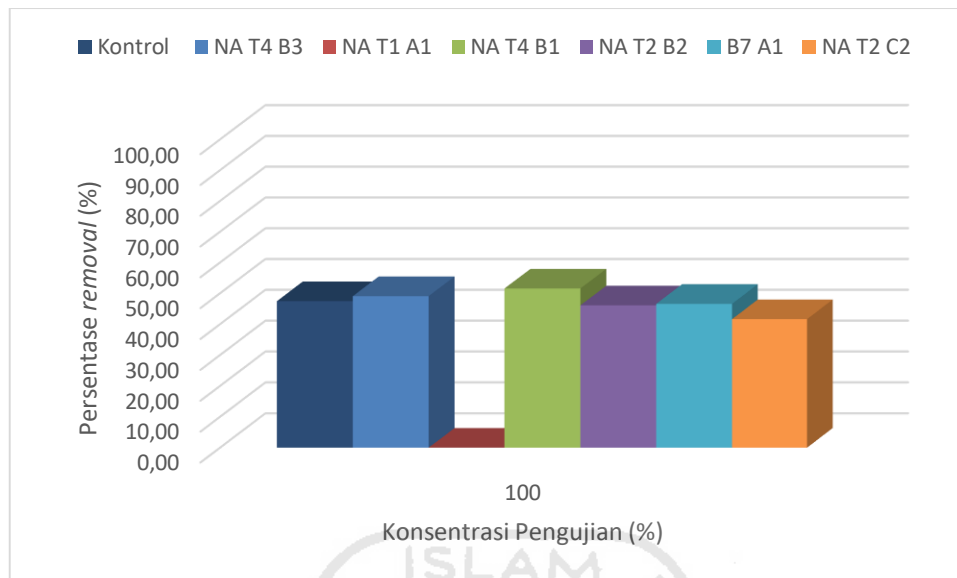
4.3.3 Efisiensi *Removal* Bakteri *Indigenous* pada Konsentrasi 75 %



Gambar 15 Efisiensi *Removal* COD pada limbah Konsentrasi 75 %

Pada gambar 15 dapat dilihat data grafik persentase *removal* bakteri *indigenous* dalam mereduksi kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah. Persentase *Removal* yang dilakukan oleh bakteri *indigenous* terhadap konsentrasi limbah sebesar 75 % dapat dikatakan baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil persentase *removal* yang tinggi yaitu sebesar 46,52 % oleh bakteri *indigenous* dengan kode bakteri NA T4 B1 dan NA T2 B2. Dikatakan baik dikarenakan persentase *removal* bakteri NA T4 B1 dan NA T2 B2 lebih tinggi dari pada persentase *removal* yang terjadi pada reaktor kontrol yaitu sebesar 44,40 %. Sedangkan kemampuan *removal* COD yang terendah terdapat pada kode bakteri NA T4 B3 yaitu sebesar 39,21 %. Hal ini dapat disebabkan dengan matinya bakteri yang mereduksi limbah, sehingga menyebabkan kenaikan biomassa pada limbah dan meningkatkan konsentrasi COD pada limbah yang menyebabkan menurunnya efisiensi *removal* bakteri dalam mengolah limbah tersebut (Mulyani, 2012).

4.3.4 Efisiensi *Removal* Bakteri *Indigenous* pada Konsentrasi 100 %



Gambar 16 Efisiensi *Removal* COD pada limbah Konsentrasi 100 %

Pada gambar 16 dapat dilihat data grafik persentase *removal* bakteri *indigenous* dalam mereduksi kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada limbah. Persentase *Removal* yang dilakukan oleh bakteri *indigenous* terhadap konsentrasi limbah sebesar 100 % dapat dikatakan cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan hasil persentase *removal* yang tinggi yaitu sebesar 51,55 % oleh bakteri *indigenous* dengan kode bakteri NA T4 B1. Dikatakan cukup baik dikarenakan persentase *removal* bakteri NA T4 B1 lebih tinggi dari pada persentase *removal* yang terjadi pada reaktor kontrol yaitu sebesar 47,45 %. Sedangkan kemampuan *removal* COD yang terendah terdapat pada kode bakteri NA T1 A1 yaitu sebesar -104,97 %. Hal ini dapat disebabkan dengan matinya bakteri yang mereduksi limbah, sehingga menyebabkan kenaikan biomassa pada limbah dan meningkatkan konsentrasi COD pada limbah yang menyebabkan menurunnya efisiensi *removal* bakteri dalam mengolah limbah tersebut (Mulyani, 2012).

4.3.5 Perbandingan Kemampuan Bakteri *Indigenous* terhadap Setiap Konsentrasi limbah yang Diuji

Tabel 7 Perbandingan Kemampuan Bakteri *Indigenous* disetiap Konsentrasi Pengujian

Bakteri	Konsentrasi			
	25%	50%	75%	100%
Kontrol (%)	84,25	56,43	44,40	47,45
NA T1 A1(%)	59,56	56,63	45,49	-104,97
NA T4 B1(%)	8,31	46,81	46,52	51,55
NA T2 B2(%)	46,63	31,26	46,52	46,09
B7 A1(%)	31,82	45,58	45,49	46,58
NA T2 C2(%)	93,89	60,52	46,23	41,61
NA T4 B3(%)	59,33	43,13	39,21	49,07

Kemampuan bakteri *indigenous* dalam mereduksi kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) di setiap konsentrasi limbah memiliki nilai yang berbeda – beda atau dapat dikatakan memiliki hasil yang fluktuatif. Nilai removal kadar COD yang tertinggi terdapat pada konsentrasi 25 % yaitu pada kode bakteri NA T2 C2 dengan persentase sebesar 93,89 %. Hasil ini didukung oleh penelitian sebelumnya (Fadhilah, et al, 2018) yang menyebutkan bahwa semakin rendah konsentrasi limbah yang akan diolah maka semakin tinggi pula kemampuan bakteri dalam mendegradasi limbah. Pada tabel diatas menunjukkan bahwa semua isolat bakteri memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar COD. Kemampuan bakteri dalam beradaptasi pada limbah tercemar itulah yang menyebabkan bakteri memiliki kemampuan yang berbeda beda dalam mereduksi COD. Faktor tersebut merupakan alasan mengapa bakteri tersebut resisten atau berpotensi sebagai agen bioremediator pada polutan atau limbah (Oktavia, 2018).

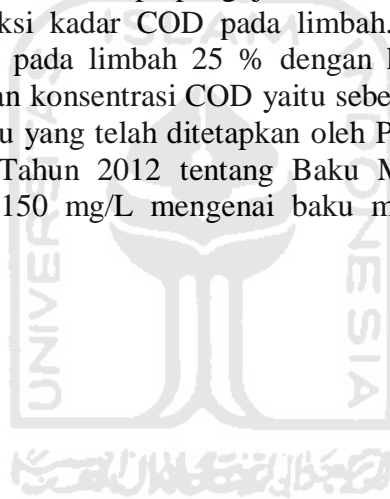
Nilai removal kadar COD yang terkecil dapat dilihat pada pengujian reaktor dengan konsentrasi limbah 100 % yaitu pada kode bakteri NA T1 A1 sebesar -104,97 %. Hal ini membuktikan kembali pada penelitian (Fadhilah et al, 2018). Karena pada konsentrasi limbah 100 % kemampuan bakteri akan berkurang ataupun tidak dapat berkembang karena sangat tingginya konsentrasi yang diolah, sehingga bakteri yang telah dimasukkan kedalam reaktor akan mati dan bakteri tersebut menjadi biomassa sehingga menaikkan konsentrasi kadungan COD pada limbah yang berdampak dengan hasil negative (-) yang dapat dilihat pada tabel diatas.

Pada reaktor kontrol juga terjadi penurunan kadar COD contohnya pada konsentrasi limbah 25 % dengan persentase penurunan kadar COD sebesar 84,25

% . Penurunan ini bukan disebabkan oleh bakteri *indigenous* dikarenakan reaktor kontrol tidak diberikan bakteri dan reaktor kontrol sudah di sterilkan sebelum di uji. Penurunan kadar COD pada reaktor kontrol disebabkan oleh oksigen terlarut yang digunakan untuk mendekomposisi bahan organik dalam limbah tersedia pada reaktor. Hal ini disebabkan oleh udara luar atau udara lingkungan sekitar reaktor yang masuk kedalam reaktor kontrol uji, sehingga dapat mempengaruhi dalam penurunan kadar COD pada reaktor kontrol uji (Fachrurozi *et.al* , 2010).

Selain dipengaruhi oleh banyaknya oksigen yang masuk kedalam reaktor dari sekitar lingkungan reaktor, penurunan kadar COD juga dapat dipengaruhi dengan adanya aktifitas fisik pada reaktor kontrol yaitu terjadinya pengendapan pada reaktor sehingga mempengaruhi hasil uji pada reaktor kontrol tersebut.

Penurunan konsentrasi kadar COD menunjukkan bahwa adanya aktifitas bakteri pada setiap konsentrasi pengujian walaupun memiliki hasil yang variatif terkecuali pada reaktor kontrol yang hanya dipengaruhi oleh udara lingkungan dan aktifitas fisik pada reaktor. Akan tetapi, pengujian ini membuktikan bahwa bakteri *indigenous* dapat mereduksi kadar COD pada limbah. Berdasarkan data tabel diatas , konsentrasi COD pada limbah 25 % dengan kode bakteri NA T2 C2 memiliki hasil akhir dengan konsentrasi COD yaitu sebesar 32,50 mg/L. Hasil ini telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Parameter COD sebesar 150 mg/L mengenai baku mutu air limbah kegiatan industri dan tekstil.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa limbah cair tenun mengandung konsentrasi polutan yang sangat tinggi dan setiap reaktor kaca memiliki kinerja yang beragam dalam mengolahnya. Hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil proses inokulasi bakteri terhadap limbah pada reaktor , bakteri NA T2 C2 pada konsentrasi limbah 25 % yang diisolasi dari tanah yang ditumbuhi oleh tumbuhan talas (*Colocasia esculenta*) memiliki hasil yang paling tinggi dalam menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) yaitu sebesar 93,89 %.
2. Dari hasil penelitian bakteri *indigenous* mampu untuk mendegradasi kadar COD pada limbah tenun yang berasal dari tanah tercemar itu sendiri. Dan bakteri *indigenous* memiliki hasil rata rata yang lebih baik dari pada reaktor yang tidak diberikan perlakuan atau diberikan bakteri.

5.2 Saran

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

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait identifikasi bakteri dan kemampuan bakteri untuk mendapatkan isolat bakteri yang lebih banyak dan beragam dalam mendegradasi COD secara optimal.
2. Diperlukan menguji jumlah bakteri dalam air limbah untuk mengetahui laju pertumbuhan bakteri dan daya tahan hidup bakteri dalam proses pengolahan limbah cair tenun.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR PUSTAKA

- Arifiani, N., & Ethica, S. N. (2018). *Isolasi Bakteri Penghasil Lipase dan Protease yang Berpotensi sebagai Agen Bioremediasi dari Limbah Biomedis Cair Puskesmas Halmahera Kota Semarang Isolation of Lipase- and Protease-Producing Bacteria Potential as Bioremediation Agent from Liquid Biomedic. 1*, 268–275.
- Batubara, U. M., Susilawati, I. O., & Riany, H. (2015). *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Tanah Di Kawasan Kampus Universitas Jambi Isolation and Characterization of Indigenous Soil Bacteria in. Prosiding Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Bara*, 243–250.
- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama*. 482 p.
- Dewi, Yusriani Sapt. 2009. *Efektivitas Filtrasi Membran Selulosa dalam Pengolahan Limbah Tekstil. Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Satya Negara Indonesia*.
- Dianvery, Armae.2017.*Penerapan Bakteri Indigenous Untuk Remediasi Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah Dan Menurunkan Logam Cu (Tembaga). Universitas Atma Jaya. Yogyakarta*.
- Fachrurozi M, Budi U, Suryani D. 2010. *Pengaruh Variasi Biomassa Pistia Stratiotes L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, Dan TSS Limbah Cair Tahu Di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. UAD. Yogyakarta*.
- Fadhilah, J., Fajri, J. A. and Nurmiyanto, A. (2018) ‘*Pengolahan Air Limbah Pencucian Pt . Kai Yogyakarta Menggunakan Floating Treatment Wetland Kombinasi Dengan Tanaman Performance of Floating Treatment Wetland Using Brachiaria Mutica Combined With Bacteria To Treat High Density Oil Waste From Pt . Kai Yogy*’, pp. 1–12.
- Fidiastuti, H. R. and Suarsini, E. (2017) ‘*Potensi Bakteri Indigen Dalam Mendegradasi Limbah Cair Pabrik Kulit Secara in Vitro*’, *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 3(1), p. 1. doi: 10.23917/bioeksperimen.v3i1.3665.
- Indriyati. (2005). *Pengolahan Limbah Cair Organik Secara Biologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam. Jurnal Agronomi Indonesia*, 1(3), 340–343.

- Irianto, K. 2012. *Mikrobiologi menguak Dunia Mikroorganisme jilid I*. Yurma Widya, Bandung.
- Islam MS. 2005. *Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development*. *Marine Pollution Bulletin*. 50: 48– 61.
- Mahida, U. N., 1984. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Rajawali. Jakarta.
- Metcalf dan Eddy. 2004. *Wastewater engineering treatment and reuse*. McGraw-Hill Book Company. New Delhi.
- Mulyani, Happy. (2012) *Pengaruh Pre-Klorinasi dan Pengaturan pH terhadap Proses Aklimatisasi dan Penurunan COD Pengolahan Limbah Cair Tapioka Sistem Anaerobic Baffled Reactor 1(1)*, 1-70. *Jurnal Universitas Diponegoro*.
- Ngalih M. 2013. *Isolasi dan identifikasi bakteri dari tanah disekitar penampungan besi rongsok*. Pendidikan Biologi. UMP
- Nurdin M, Wibowo W, Supriyono, Febrian MB, Surahman H, Krisnandi YK, Gunlazuardi J. 2009. *Pengembangan metode baru penentuan Chemical Oxygen Demand (COD) berbasis elektroda kerja lapis tipis TiO/ITO*. *Makara, Sains*, Vol. 13. No. 1. 1-8.
- Nurhasanah. 2009. *Penentuan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit, pabrik Karet dan Domestik*. Medan.
- Octavia, B. 2010. *Kajian Kekayaan Bakteri Indigenous Indonesia untuk Bioremediasi Limbah*. Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Oktavia, D dan Ayudiarti, D. 2018. *Biodegradasi Air Limbah Tpi Muara Angke Menggunakan Bioremediasi Bakteri Imobil*. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- Puji dan Nur Rahmi. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Lumpur Aktif Proses Anaerob*. Universitas Diponegoro, Fakultas Teknik. Semarang.
- Sa'adah, N, N. 2018. *Pengolahan Limbah Cair Tenun Dengan Sistem Constructed Treatment Wetland Menggunakan Kombinasi Tanaman Vetiver Dan Bakteri Indigenous*. Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Lingkungan. Yogyakarta.
- Suharto, 2010, *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Air dan Udara*, Andi, Yogyakarta.

- Sutanto, A. (2012). Degradasi Bahan Organik Limbah Cair Nanas Oleh Bakteri Indigen. *El-Hayah*, 1(4), 151–156.
<https://doi.org/10.18860/elha.v1i4.1690>
- suyasa, I.W B. dan Dwijani, W., 2007, Kemampuan Sistem Saringan Pasir-Tanaman Menurunkan Nilai BOD dan ammonia, nitrit, dan nitrat Air Tercemar Limbah Pencelupan, *Ecotrophic.*, 2 (1): 1
- Thompson Ian P.; Christopher J. van der Gast, Lena Ciric and Andrew C. Singer., 2005. *Bioaugmentation for bioremediation: the challenge of strain selection*, *Environmental Microbiology* (2005) 7(7), 909–915).
- Wagini, Karyono, Hosiana, 2000. *Daur Ulang limbah cair industri peternakan sapi*. *Jurnal manusia dan lingkungan hidup*, UGM Yogyakarta.
- Waluyo, L., 2007. *Mikrobiologi Umum*. UPT Penerbita UMM. Malang.
- Wardhana, 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. andi offset, Yogyakarta.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



LAMPIRAN

Lampiran 1 Bakteri *indigenus* yang digunakan

BAKTERI			KONSENTRASI			
MEDIA (NUTRIENT AGAR)	KULTUR BAKTERI	KODE BAKTERI	25%	50%	75%	100%
NA	T1	NA T1 A1	√	√	√	√
NA	T2	NA T2 B2	√	√	√	√
NA		NA T2 C2	√	√	√	√
NA	T3	NA T3 B7 A1	√	√	√	√
NA	T4	NA T4 B2	√	√	√	√
NA		NA T4 A 1 (1)	√	√	√	√
NA		NA T4 B3	√	√	√	√
NA		NA T4 B1	√	√	√	√

Lampiran 2 Nilai *Optical Density* (OD) pada bakteri

KODE BAKTERI	NILAI <i>OPTICAL DENSITY</i> (OD)
NA T1 A1	1.36
NA T2 B2	1.03
NA T2 C2	1.42
NA T3 B7 A1	1.46
NA T4 B3	1.54
NA T4 B1	1.50

Lampiran 3 Hasil *removal Chemical Oxygen Demand* (COD) setiap konsentrasi

No	Bakteri	Waktu (Jam)			
		0	24	72	168
Konsentrasi 25 %					
1	NA T4 B3	531,67	335,00	300,00	216,25
2	NA T1 A1	531,67	147,50	217,50	215,00
3	NA T4 B1	531,67	593,75	275,00	487,50
4	NA T2 B2	531,67	316,25	198,75	283,75
5	B7 A1	531,67	317,50	295,00	362,50
6	NA T2 C2	531,67	135,00	62,50	32,50

Konsentrasi 50 %					
1	NA T4 B3	611,04	345,00	478,75	347,50
2	NA T1 A1	611,04	206,25	360,00	265,00
3	NA T4 B1	611,04	436,25	415,00	325,00
4	NA T2 B2	611,04	732,50	342,50	420,00
5	B7 A1	611,04	515,00	451,25	332,50
6	NA T2 C2	611,04	395,00	327,50	241,25
Konsentrasi 75 %					
1	NA T4 B3	855,42	565,00	552,50	520,00
2	NA T1 A1	855,42	530,00	565,00	466,25
3	NA T4 B1	855,42	697,50	468,75	457,50
4	NA T2 B2	855,42	602,50	480,00	457,50
5	B7 A1	855,42	673,75	491,25	466,25
6	NA T2 C2	855,42	536,25	435,00	460,00
Konsentrasi 100 %					
1	NA T4 B3	1006,25	1656,25	625,00	512,50
2	NA T1 A1	1006,25	2025,00	767,50	2062,50
3	NA T4 B1	1006,25	705,00	563,75	487,50
4	NA T2 B2	1006,25	2343,75	547,50	542,50
5	B7 A1	1006,25	1537,50	596,25	537,50
6	NA T2 C2	1006,25	613,75	530,00	587,50

Lampiran 4 Persentase *removal* setiap bakteri

Bakteri	Konsentrasi			
	25%	50%	75%	100%
NA T4 B3(%)	61,04	49,27	46,32	65,18
NA T1 A1(%)	61,26	61,31	51,87	-40,13
NA T4 B1(%)	14,35	43,64	45,10	52,82
NA T2 B2(%)	50,15	27,17	45,10	47,50
B7 A1(%)	36,31	42,34	44,05	47,98
NA T2 C2(%)	93,61	55,08	38,01	40,00
Kontrol	84,25	56,43	44,40	47,45

Lampiran 5 Baku mutu air limbah industri tekstil dan batik

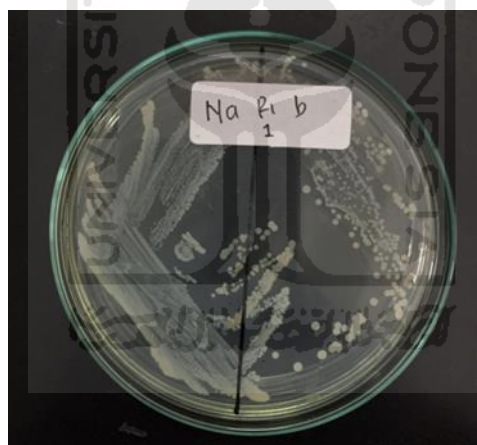
NO	PARAMETER	KADAR MAKS (mg/L)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (kg/ton)							
			Tekstil Terpadu	Pencucian Kapas, Pemintalan Penenunan	Perekatan (Sizing) Desizing	Pengikisan, Pemasakan (Klaring, Scouring)	Pemucatan (Bleaching)	Merserisasi	Pencelupan (Dyeing)	Pencetakan (Printing)
1.	Temperatur	38 °C	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	BOD ₅	60	6,00	0,42	0,6	1,44	1,08	0,9	1,2	0,36
3.	COD	150	15,0	1,05	1,5	3,6	2,7	2,25	3,0	0,9
4.	TSS	50	5,00	0,35	0,5	1,2	0,9	0,75	1,0	0,3
5.	Fenol total	0,5	0,05	0,004	0,005	0,012	0,009	0,008	0,01	0,003
6.	Khrom total (Cr)	1,0	0,10	-	-	-	-	-	0,02	0,006
7.	Amoniak total (NH ₃ -N)	8,0	0,80	0,056	0,08	0,192	0,144	0,12	0,16	0,048
8.	Sulfida (sebagai S)	0,3	0,03	0,002	0,003	0,007	0,0054	0,005	0,006	0,002
9.	Minyak dan lemak	3,0	0,30	0,021	0,03	0,07	0,054	0,045	0,06	0,018
10.	pH	6,0 - 9,0								
11.	Debit Maksimum (m ³ /ton produk tekstil)	100	7	10	24	18	15	20	6	

Lampiran 6 Dokumentasi penelitian

Sampling Air Limbah



Kulturisasi Bakteri



Proses Pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



RIWAYAT HIDUP

Nama saya adalah M. Ismail, saya lahir di Pekanbaru pada tanggal 16 juni 1998. Saya merupakan putra pertama dari bapak Andi Wijaya dan ibu Sri Haryanti. Saya bersekolah dasar di SDN 001 Sail dan melanjutkan pendidikan ke jenjang SMP 13 Pekanbaru lalu melanjutkan kembali ke jenjang SMA yaitu SMA N 8 Pekanbaru. Pada tahun 2016 saya mendaftar kuliah di Universitas Islam Indonesia, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Lingkungan. Sebagai mahasiswa saya juga pernah berkegiatan diluar akademik yaitu sebagai staff Pengembang Sumber Daya Mahasiswa di Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan, FTSP, UII.

