

**ANALISIS DERAJAT KEASAMAN (pH), *TOTAL SUSPENDED SOLID*  
(TSS), *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) dan *BIOCHEMICAL  
OXYGEN DEMAND* (BOD) PADA AIR LIMBAH  
CAIR INDUSTRI ALKOHOL**

**KARYA TULIS ILMIAH**

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Sebagai**

**Ahli Madya Analis Kimia**



Oleh :

Yuanita Dwi Kurniawati

28151143F

**DIPLOMA III ANALIS KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SETIA BUDI  
SURAKATA**

**2018**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Karya Tulis Ilmiah :

**ANALISIS DERAJAT KEASAMAN (pH), *TOTAL SUSPENDED SOLID*  
(TSS), *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) dan *BIOCHEMICAL  
OXYGEN DEMAND* (BOD) PADA AIR LIMBAH  
CAIR INDUSTRI ALKOHOL**

Oleh :

Yuanita Dwi Kurniawati

28151143F

Telah Disetujui Pembimbing

Pada tanggal 23 Juli 2018

Pembimbing



Ir. Argoto Mahayana S.T., M.T.

NIS. 01199906201069

**LEMBAR PENGESAHAN**

Karya Tulis Ilmiah :

**ANALISIS DERAJAT KEASAMAN (pH), TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS), CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) dan BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD) PADA AIR LIMBAH CAIR INDUSTRI ALKOHOL**

Oleh :

Yuanita Dwi Kurniawati

28151143F

Telah Disetujui dan disarankan oleh Tim Penguji

Pada tanggal 23 Juli 2018

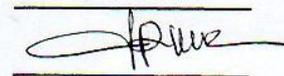
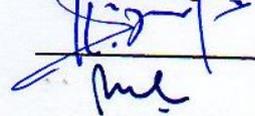
Nama

Penguji I : Dr. Dra. Peni Pujiastuti, M.Si.

Penguji II : Dr. Sunardi, S.Si., M.Si.

Penguji III : Ir. Argoto Mahayana S.T., M.T.

Tanda Tangan



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Setia Budi



Ir. Petrus Darmawan, S.T., M.T.

NIS. 01199905141068

Ketua Program Studi

D-III Analisis Kimia



Ir. Argoto Mahayana S.T., M.T.

NIS. 0119990620106

## PERSEMBAHAN

*Bismillahirohmanirrohim*

*Dengan rahmat Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang...*

*Dengan ini saya persembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasih dan kusangi untuk:*

1. *Ayah dan ibu tercinta*

*Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada ibu dan ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat ku balas hanya dengan selembar kertas bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat ibu dan ayah bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih.*

2. *Dosen Pembimbing*

*Terimakasih atas nasukan dan bimbingan yang diberikan kepada saya. Di tengah-tengah kesibukannya telah bersedia memberikan pendapat kepada saya mengenai karya tulis ini, serta memberikan semangat dan saran kepada saya.*

3. *Seseorang penyemangat*

*Terima kasih atas dukungan moril dan materilnya, curahan hatinya, orang yang baik sekaligus teman hidup. Kamu adalah tempat saya untuk kembali disaat saya benar dan salah, disaat saya menang dan kalah, disaat suka dan duka. Terima kasih selalu memberi semangat disaat sedih selalu ada. yang selalu menjaga dan melindungi saya dalam keadaan apapun.*

4. *Kakak dan Adikku utersayang*

*Tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama kalian, walaupun sering bertengkar tapi hal itu selalu menjadi warna yang tak akan bisa tergantikan, terima kasih atas doa dan bantuan kalian selama ini. Maaf aku belum biasa menjadi panutan seutuhnya, tapi aku akan selalu menjadi yang terbaik untuk kalian semua.*

5. *Semua teman-teman Analis Kimia angkatan 2015*

*Chimtya, Nani, Diilla, Feni, Adit, Novit dan Sari yang selalu memberikan semangat dan motivasi serta ketulusan persahabatan yang telah terjalin selama tiga tahun ini. Semoga kelak kita akan berjumpa dengan cerita yang berbeda dan suasana yang berbeda.*

6. *Pemilik Industri Alkohol*

*Terima kasih atas dukungan moril dan yang telah memberikan izin untuk melaksanakan pengambilan sampel. Terima kasih selalu memberi semangat disaat pengambilan sampel dan selalu membantu dalam pengambilan sampel.*

7. *Teman seperjuangan Astrid, Ita, Julita, dan Dea*

*Terima kasih atas segala dukungan dan masukan yang selalu membantu saat saya butuhkan dan selalu memberikan semangat saat menyelesaikan karya tulis ini, semoga tahun ini bisa wisuda bareng.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Karya Tulis Ilmiah ini dengan Judul “ANALISIS pH, TSS, COD dan BOD PADA AIR LIMBAH CAIR INDUSTRI ALKOHOL”. Karya Tulis Ilmiah ini disusun sebagai salah satu syarat meraih gelar D-III Analis Kimia pada Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.

Tersusunya Karya Tulis Ilmiah ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Budi Darmadi, M.Sc., selaku Ketua Badan Pengurus Harian Yayasan Universitas Setia Budi.
2. Dr. Ir. Djoni Taringan, MBA., selaku ketua Rektor Universitas Setia Budi.
3. Ir. Petrus Darmawan, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi.
4. Ir. Argoto Mahayana S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D-III Analis Kimia, Universitas Setia Budi dan dosen pembimbing sekaligus dosen penguji yang senantiasa memberikan segenap ilmu, waktu dan masukan yang sangat berharga.
5. Dr. Dra. Peni Pujiastuti, M.Si. selaku Dosen penguji yang senantiasa memberikan segenap ilmu, waktu dan masukan yang sangat berharga.
6. Dr. Sunardi, S.Si., M.Si. selaku Dosen penguji yang senantiasa memberikan segenap ilmu, waktu dan masukan yang sangat berharga.

7. Staf Laboratorium di Universitas Setia Budi Surakarta yang telah membantu dan memberikan bimbingan selama pelaksanaan kegiatan Praktek Karya Tulis Ilmiah.
8. Bapak, Ibu dan Keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan dorongan semangat kepada penulis.
9. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungannya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Karya Tulis Ilmiah.

Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini tidak lepas dari kesalahan dan masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran sangatlah diharapkan. Semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat dijadikan bahan studi dan bermanfaat bagi kita semua.

Surakarta, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Persetujuan .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Persembahan .....	iv
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi .....	viii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Lampiran .....	xii
Intisari .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Industri Alkohol .....	6
2.2 Limbah Industri Alkohol .....	8
2.3 Parameter.....	11
2.3.1 Analisis BOD <sub>5</sub> ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ) .....	11
2.3.2 Analisis COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	12
2.3.3 Analisis <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	13
2.3.4 Analisis Derajat Keasaman (pH) .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	15
3.2 Bahan Penelitian.....	15
3.3 Alat Penelitian.....	15
3.4 Cara Penelitian .....	15
3.4.1 Penentuan Titik Sampling .....	15
3.4.2 Prosedur Pengambilan Contoh.....	17

3.4.3 Analisis Derajat Keasaman ( <i>pH</i> ).....	17
3.4.4 Analisis TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	18
3.4.5 Analisis BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ) .....	19
3.4.6 Analisis COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	22
3.5 Analisa Data .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 pH Dalam Limbah Alkohol .....	25
4.2 TSS Dalam Limbah Alkohol .....	26
4.3 COD Dalam Limbah Alkohol .....	27
4.4 BOD Dalam Limbah Alkohol .....	28
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>29</b>
5.1 Simpulan .....	29
5.2 Saran.....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>P-1</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Baku Mutu Air Limbah .....	11
Tabel 2 Faktor Pengenceran Pada Limbah Cair .....	20
Tabel 3 Nilai Konsentrasi pH air limbah cair industri alkohol .....	25
Tabel 4 Nilai Konsentrasi TSS air limbah cair industri alkohol .....	26
Tabel 5 Nilai Konsentrasi COD air limbah cair industri alkohol.....	27
Tabel 6 Nilai Konsentrasi BOD air limbah cair industri alkohol.....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram alir pembuatan alkohol .....	7
Gambar 2 Diagram alir sumber timbulan limbah industri alkohol.....	9
Gambar 3 Skema Pengambilan titik contoh uji di Industri alkohol .....	16
Gambar 6.1 Sampel air limbah cair industri alkohol .....	L-17
Gambar 6.2 Pengujian pH pada sampel .....	L-17
Gambar 6.3 Pengovenan kertas saring .....	L-17
Gambar 6.4 Menimbang dan menyaring sampel pada uji TSS .....	L-18
Gambar 6.5 Mengoven dan memasukkan dalam desikator .....	L-18
Gambar 6.6 Menimbang kertas saring yang digunakan uji TSS .....	L-19
Gambar 6.7 Sampel setelah ditambah reagen dan direfluks .....	L-19
Gambar 6.8 Larutan setelah direfluks dan pembacaan COD meter .....	L-19
Gambar 6.9 Standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan penambahan amilum.....	L-20
Gambar 6.10 Titrasi dari biru menjadi tidak berwarna .....	L-20
Gambar 6.11 Pengenceran sampel dan melakukan analisis BOD.....	L-20
Gambar 6.12 Sampel diambil 100 ml dan sisanya ditambah $\text{H}_2\text{SO}_4$ p ..	L-21
Gambar 6.13 Melakukan titrasi sampel dan menambah amilum .....	L-21
Gambar 6.14 Melakukan titrasi sampai warna biru tepat hilang.....	L-21
Gambar 6.15 Inkubasi sampel pada uji $\text{BOD}_5$ .....	L-22

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan pembuatan larutan .....	L-1
Lampiran 2. Hasil analisis pH dan perhitungan %RPD.....	L-4
Lampiran 3. Hasil analisis TSS dan perhitungan %RPD .....	L-5
Lampiran 4. Hasil analisis COD dan perhitungan %RPD .....	L-8
Lampiran 5. Hasil analisis BOD dan perhitungan %RPD.....	L-9
Lampiran 6. Dokumentasi penelitian .....	L-17

## INTISARI

Kurniawati, Y. D. 2018. *Analisis pH, TSS, COD dan BOD Pada Air Limbah Cair Industri Alkohol*. Karya Tulis Ilmiah. Jurusan DIII Analis Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi: Surakarta.  
Pembimbing : Ir. Argoto Mahayana S.T., M.T.

Sumber timbulan limbah cair industri alkohol berasal dari sisa hasil fermentasi tetes tebu setelah proses penyulingan, air bekas pencucian alat-alat dan bahan yang digunakan untuk memproduksi alkohol (kaustik soda dan  $H_2SO_4$ ). Didalam limbah cair industri alkohol mengandung senyawa organik yang cukup tinggi, sehingga berdampak buruk bagi lingkungan. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kualitas air limbah yang dibuang sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Dalam penelitian ini dilakukan analisis air limbah cair industri alkohol di Desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo terhadap pH, TSS, COD dan BOD. Metode analisis berdasarkan SNI 6989.72:2009 prosedur pengujian BOD, SNI 6989.2:2009 prosedur pengujian COD, SNI 06-6989.3-2004 prosedur pengujian TSS dan SNI 06-6989.11-2004 prosedur pengujian pH.

Dari hasil analisis pada parameter pH pada sampel pertama diperoleh hasil 4,7 sedangkan pada sampel 2 diperoleh hasil analisis pH 4,6. Pada parameter TSS pada sampel pertama diperoleh hasil sebesar 60 mg/L, sedangkan pada sampel kedua diperoleh kadar TSS sebesar 80 mg/L. Analisis COD pada sampel pertama diperoleh hasil 739 mg/L, sedangkan pada sampel kedua diperoleh kadar COD sebesar 1015,5 mg/L. Pada analisis  $BOD_5$  pada sampel pertama diperoleh kadar sebesar 498,235 mg/L, sedangkan pada sampel kedua diperoleh kadar  $BOD_5$  sebesar 675,31 mg/L. Dari hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa kadar limbah alkohol tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Sebelum dibuang langsung ke saluran irigasi maka perlu dilakukan pengolahan limbah terlebih dahulu untuk mengurangi pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah alkohol tersebut.

Kata kunci : air limbah cair industri alkohol, pH, TSS, COD, BOD

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Industri alkohol merupakan industri besar karena sebagian pengrajin alkohol sudah berdiri atau ada sejak masa penjajahan Belanda, tetapi industri alkohol berkembang sebagai industri rumahan (Nurudin, 2017). Berkembangnya sentra industri alkohol di Indonesia diiringi berbagai permasalahan. Masalah yang selalu dikaitkan dengan industri adalah limbah. Salah satu industri yang menghasilkan banyak limbah cair adalah industri alkohol yang terletak di desa Mbeton Wetan, Ngombakan, Sukoharjo. Di desa Mbeton Wetan dikenal banyak orang sebagai daerah penghasil minuman keras (miras) tradisional ciu. Sehingga dikenal dengan istilah "ciu", di desa Mbeton Wetan terdapat ± 7 industri yang menjadi pengrajin alkohol. Tetapi industri alkohol bukan hanya terdapat di desa Mbeton Wetan, salah satu contoh desa yang memproduksi alkohol terdapat di desa Bekonang Kecamatan Mojolaban. Produksi alkohol yang dihasilkan sebanyak 1000-1500 liter/hari dengan limbah cair sebanyak 7000-10.000 liter/hari. Berdasarkan jumlah tersebut dapat diketahui bahwa setiap harinya proses produksi alkohol menghasilkan volume limbah cair yang cukup besar (Widyanto, 2004).

Etanol atau sering disebut juga alkohol, adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$  dan rumus empiris  $C_2H_6O$ .

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan kimia yang ditujukan untuk konsumsi dan kegunaan manusia. Contohnya adalah pada parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan. Etanol merupakan senyawa yang tidak terdapat secara bebas di alam. Etanol adalah golongan alkohol primer yang dibuat dari glukosa atau jenis gula yang lain dengan jalan peragian (Palar, 2015).

Proses produksi alkohol dapat menggunakan bahan-bahan yang berbeda yang tentunya membutuhkan proses yang berbeda-beda. Misalnya, bahan yang mengandung gula seperti tetes tebu (molase) dan juga bahan-bahan yang mengandung pati seperti padi, jagung, ubi kayu, gandum dan lain-lain. Proses produksi etanol skala industri yang terdapat di desa Mbeton Wetan dimana proses produksi menggunakan bahan baku dari tetes tebu. Pada proses pembuatan alkohol membutuhkan air yang cukup banyak (Nurudin, 2017). Banyaknya air yang digunakan dalam proses pembuatan alkohol menimbulkan banyaknya limbah cair yang dihasilkan disebutkan oleh Wakil Ketua Komisi III DPRD Sukoharjo, Rokhmad Sidik Pramana pada tahun 2011 dimana industri alkohol yang terdapat di des Mbeton Wetan menghasilkan limbah cair sebanyak 70.000 meter kubik.

Limbah cair yang dihasilkan berupa sisa hasil fermentasi tetes tebu setelah proses penyulingan, tetapi limbah cair juga dapat berasal dari air bekas pencucian alat-alat yang digunakan untuk proses industri alkohol. Air limbahnya bersifat mencemari karena didalamnya terkandung mikroorganisme, senyawa organik dan anorganik baik terlarut maupun tersuspensi serta senyawa tambahan yang terbentuk selama proses permentasi berlangsung (Zanxa, 2011).

Pengelolaan limbah cair dapat dilakukan dengan mengelolanya sebagai pupuk organik yang dijual dengan merk dagang “*CIUNIK*” (Desita, 2017).

Pembuangan limbah cair dilakukan dengan cara membuang limbah produksi alkohol ke saluran *drainase*, saluran irigasi dan ke sungai (Febriati, 2017). Limbah cair yang dibuang langsung ke perairan akan menimbulkan pencemaran secara fisik, kimia dan biologi. Pencemaran kimia yang ditimbulkan dapat diketahui dengan cara menganalisis pH pada tanah, sedangkan secara fisika dapat dilihat secara fisik tanah, bau, warna dan resistivitas tanah dimana tanah yang mengalami pencemaran akan berwarna gelap dan bau akibat dari limbah cair alkohol (Nurudin, 2017).

Jika ditinjau dari Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah industri bir dan minuman beralkohol, maka industri alkohol memerlukan pengolahan limbah sebelum dibuang ke perairan atau ke sungai. Kurangnya kesadaran masyarakat untuk mengolah limbah sehingga limbah yang tercipta dari proses produksi tersebut langsung dibuang ke badan sungai, maupun saluran irigasi. Jika hal ini dilakukan terus menerus, dapat menimbulkan efek negatif kepada lingkungan, yaitu tercemarnya perairan maupun udara disekitar industri alkohol tersebut, air limbah alkohol sangat berbau dan mengandung bahan pencemar yang tinggi (Riardi, 2017).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis kandungan pH, TSS, COD, dan BOD pada air limbah industri alkohol di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo. Sehingga diharapkan dapat mengambil tindakan berupa penanggulangan mengatasi pencemaran dari limbah yang dihasilkan industri alkohol (Riardi, 2017).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah peneliti ini adalah :

1. Berapa kandungan pH, TSS, COD dan BOD dalam air limbah industri alkohol ?
2. Apakah kualitas pH, TSS, COD dan BOD dalam air limbah industri alkohol sesuai Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah industri bir dan minuman beralkohol ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan kandungan pH, TSS, COD dan BOD dalam air limbah industri alkohol.
2. Membandingkan hasil penelitian dengan Baku Mutu Air Limbah Industri Bir dan Minuman Beralkohol sesuai Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 .

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Bagi ilmu pengetahuan, sebagai hasil karya tulis ilmiah yang dapat berguna bagi pengembangan kajian dan penelitian lebih lanjut oleh pihak-pihak yang berkepentingan.
2. Bagi masyarakat khususnya para pemilik usaha industri alkohol, sebagai bahan informasi mengenai dampak yang disebabkan oleh limbah cair industri alkohol yang masuk ke saluran irigasi dan Sungai.
3. Bagi peneliti, meningkatkan kemampuan dan pengetahuan mengenai analisis beserta dampak yang ditimbulkan air limbah industri alkohol.

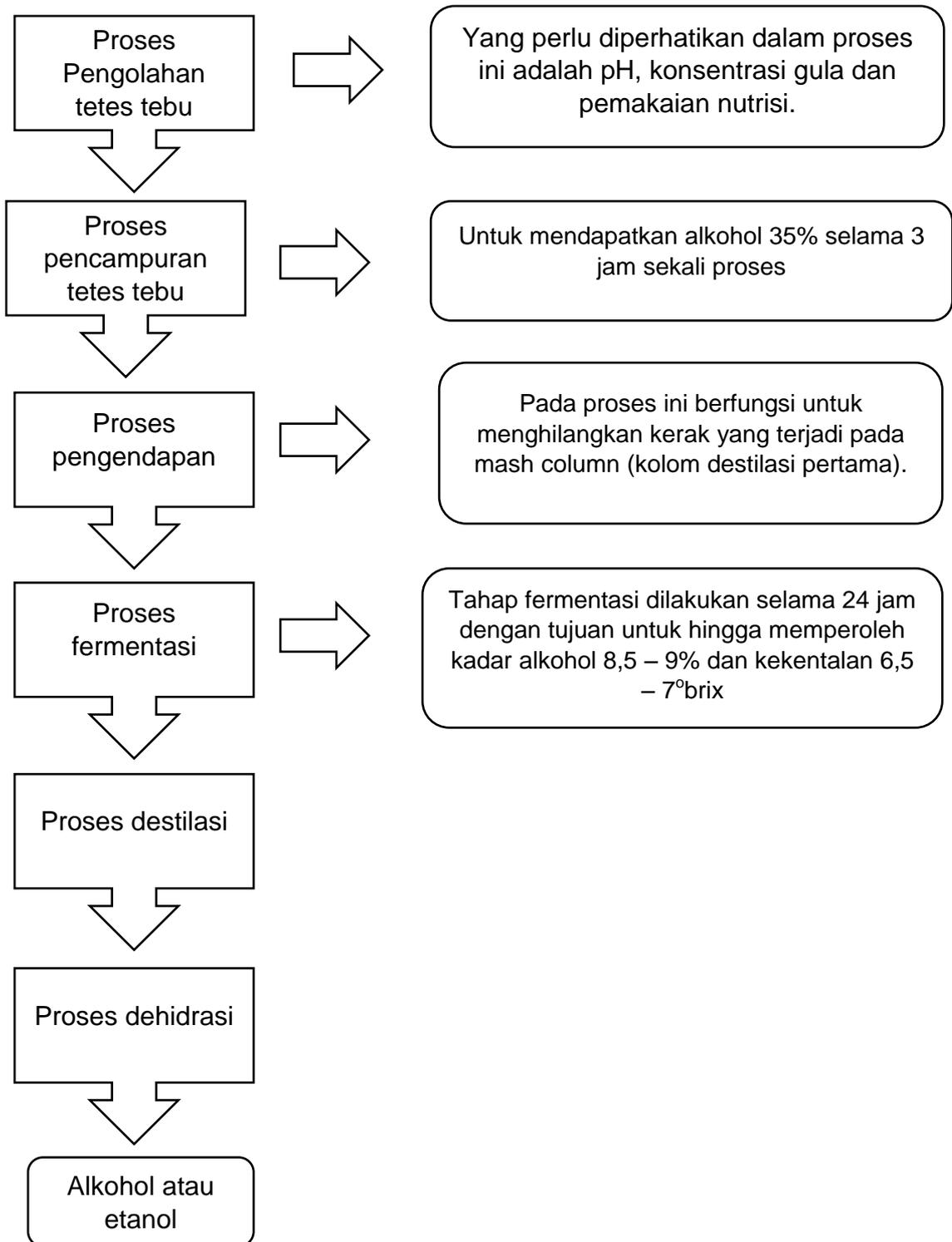
4. Bagi pemerintah daerah, dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk melakukan pengolahan air limbah industri alkohol.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Industri Alkohol

Di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo terdapat sebuah paguyuban yang bergerak dalam bidang industri alkohol, dan di Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo alkohol disebut dengan istilah “ciu” (Hidayah, 2016). Pembuatannya menggunakan tetesan tebu sisa dari pabrik gula, dimana pada mulanya pembuatan alkohol atau yang dikenal dengan etanol itu berkadar 35%, masyarakat sering menyebutnya dengan kata “ciu”. Lalu berkembang dengan adanya proses destilasi, kadar alkohol meningkat menjadi alkohol 70% kemudian meningkat menjadi alkohol 90% lalu menjadi alkohol 99,5% (bioethanol). Dengan adanya destilasi dapat meningkatkan kadar alkohol sampai 96% pada proses destilasi tetesan tebu. Komposisi bahan awal fermentasi adalah tetes tebu, *badeg* atau limbah distilasi awal, air dan *laru* atau ragi jenis *saccharomyces* (Nurudin, 2017).

Desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo memiliki banyak industri alkohol berskala rumahan. Industri alkohol ini menghasilkan limbah cair dan limbah padat berupa lumpur dan ampas tebu yang jika dibuang langsung tanpa melalui pengolahan dapat membahayakan lingkungan. Kadar bahan organik dalam limbah cair industri alkohol ini tinggi karena berbahan dasar tetes tebu (Atika, 2014). Proses pembuatan alkohol di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo dapat dilihat pada Gambar 1.



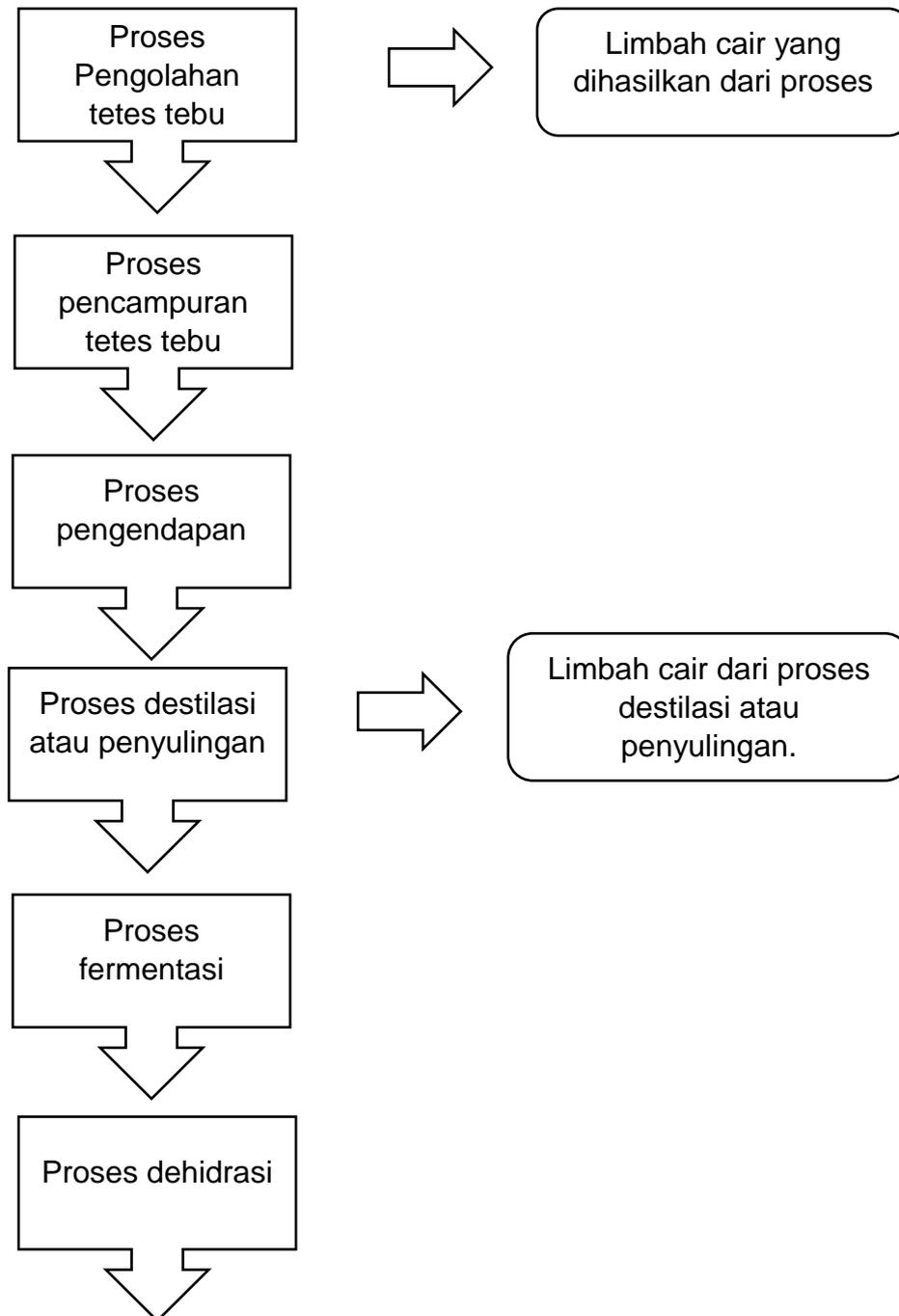
**Gambar 1.** Diagram alir pembuatan alkohol di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo (Nurudin, 2017)

Etanol merupakan senyawa yang tidak terdapat secara bebas di alam. Zat ini adalah golongan alkohol biasa atau alkohol primer yang dibuat dari glukosa atau jenis gula yang lain dengan jalan peragian. Proses pembuatan alkohol atau etanol ini dengan menggunakan ragi *saccharomyces* dan tetes tebu (molase), dimana ragi tersebut memiliki berbagai jenis *saccharomyces*, antara lain *saccharomyces cereviside* (masing-masing mempunyai kemampuan memproduksi alkohol yang berbeda) sedangkan tetes tebu (molase) adalah salah satu hasil samping pabrik gula tebu yang masih mempunyai nilai ekonomi yang cukup disebabkan kandungan gulanya yang tinggi sekitar 52% (Nurudin, 2017).

Perkembangan industri yang sangat cepat saat ini menyebabkan limbah-limbah industri pun menjadi bertambah. Sebagai akibatnya, limbah yang dibuang ke lingkungan semakin berat. Padahal kemampuan alam untuk menerima beban limbah sangat terbatas, sehingga dipastikan bahwa *self purification* saat ini telah terlampaui (Taufiq, 2010).

## **2.2 Limbah Industri Alkohol**

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri masih menjadi masalah bagi lingkungan sekitarnya, karena pada umumnya industri terutama industri rumah tangga mengalirkan langsung air limbahnya ke selokan atau sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Demikian pula dengan industri alkohol yang pada umumnya merupakan industri yang banyak tersebar di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo (Rossiana, 2006). Proses timbulan limbah dari industri alkohol di desa Mbeton Wetan, Ngombakan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram alir sumber timbulan limbah industri alkohol di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo

Mengingat tingginya potensi pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah cair yang tidak dikelola dengan baik maka diperlukan pemahaman dan informasi mengenai pengelolaan limbah cair secara benar (Sari, 2011). Limbah cair industri alkohol mengandung bahan organik yang tinggi sehingga potensial mencemari air tanah dan badan air (Rusmey, 2009).

Polutan organik yang cukup tinggi tersebut apabila terbangun ke badan air penerima dapat mengakibatkan terganggunya kualitas air dan menurunkan daya dukung lingkungan perairan disekitar industri dan sekelilingnya. Penurunan daya dukung lingkungan tersebut menyebabkan kematian organisme air, menghambat pertumbuhan tanaman air lainnya dan menimbulkan bau yang dapat menjadi media yang sangat baik untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri, baik bakteri patogen (bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada inang) maupun non patogen (bakteri yang tidak menimbulkan gangguan yang berarti) (Rossiana, 2006).

Air limbah yang dibuang ke selokan ini sebagian besar mengalir ke saluran irigasi sehingga saluran irigasi menjadi keruh. Untuk mengatasi hal tersebut maka apabila akan melakukan pembangunan IPAL, perlu mempertimbangkan aspek kemudahan akses, lahan yang cukup, harga tanah yang terjangkau dan tidak bertentangan dengan fungsi utama lahan.

Disamping itu, hasil penelitian Anik Kusriani (2004) menunjukkan bahwa limbah cair industri alkohol di desa Bekonang, Mojolaban, Sukoharjo menyatakan bahwa konsentrasi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) didalam air limbah alkohol cukup tinggi, yakni berkisar antara 55.000 mg/l COD (*Chemical Oxygen Demand*) berkisar antara 170.316 mg/l, serta mempunyai konsentrasi TSS

sebesar 5640 mg/l. Jika konsentrasi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dalam limbah yang dihasilkan industri alkohol langsung dibuang ke lingkungan, maka hal ini dapat menjadi pencemar lingkungan yang sangat potensial, terutama untuk perairan disekitar industri tersebut (Moertinah, 2010:2).

Dari uraian di atas tentu perlu adanya suatu solutif, diantaranya yaitu telah dilakukan penelitian mengenai penggunaan kembali hasil limbah cair industri melalui proses fermentasi dan ada pemanfaatan limbah cair industri alkohol sebagai pupuk organik cair plus, hal tersebut merupakan bentuk pengolahan limbah yang dapat menghasilkan laba atau ada nilai ekonomis, sedangkan cara lain yaitu ada penggunaan mikroorganisme dalam menurunkan BOD, COD, TSS dan pH pada limbah cair alkohol.

**Tabel 1** Baku Mutu Air Limbah Industri Bir dan Minuman Beralkohol

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (g/100 liter)
BOD <sub>5</sub>	40	24
COD	100	60
TSS	40	24
pH	6,0 – 9,0	4,92%

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah

## 2.3 Parameter BOD<sub>5</sub>, COD, TSS dan pH

### 2.3.1 Analisis BOD<sub>5</sub> (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD<sub>5</sub> adalah adalah banyaknya oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran

akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk mendesain sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Alaerts dan Santika, 2011).

Berkurangnya oksigen selama oksidasi ini sebenarnya selain digunakan untuk oksidasi bahan organik, juga digunakan dalam proses sintesa sel serta oksidasi sel dari mikroorganisme. Oleh karena itu uji BOD ini tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah bahan-bahan organik yang sebenarnya terdapat di dalam air, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah konsumsi oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi, maka semakin banyak pula kandungan bahan-bahan organik di dalamnya (Kristanto, 2012). Pengukuran BOD memerlukan kecermatan tertentu mengingat kondisi sampel atau perairan yang sangat bervariasi, sehingga kemungkinan diperlukan penetralan pH, pengenceran, aerasi, atau penambahan populasi bakteri. Pengenceran dan atau aerasi diperlukan agar masih cukup tersisa oksigen pada hari kelima.

### **2.3.2 Analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pengoksidanya adalah  $K_2Cr_2O_7$  atau  $KMnO_4$ . Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh  $K_2Cr_2O_7$  dalam keadaan asam yang mendidih optimum, Perak sulfat ( $Ag_2SO_4$ ) ditambahkan

sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi. Sedangkan merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada di dalam air buangan untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$  masih harus tersisa sesudah direfluks.  $K_2Cr_2O_7$  yang tersisa menentukan berapa besar oksigen yang telah terpakai. Sisa  $K_2Cr_2O_7$  tersebut ditentukan melalui titrasi dengan Ferro Ammonium Sulfat (FAS).

### 2.3.3 Analisis TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Bagian yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. TSS memberikan kontribusi untuk kekeruhan (*turbidity*) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan sehingga nilai kekeruhan tidak dapat dikonversi ke nilai TSS (Sutrisno dan Suciastuti, 2011).

Kekeruhan adalah kecenderungan ukuran sampel untuk menyebarkan cahaya, Sementara hamburan diproduksi oleh adanya partikel tersuspensi dalam sampel. Kekeruhan adalah murni sebuah sifat optik pola dan intensitas sebaran akan berbeda akibat perubahan dengan ukuran dan bentuk partikel serta materi. (Sugiharto, 2014).

### 2.3.4 Analisis Derajat Keasaman (pH)

Analisis pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi (sebetulnya) aktivitas ion hidrogen  $H^+$ . Ion hidrogen merupakan faktor utama untuk mengerti reaksi kimiawi dalam ilmu teknik

penyehatan karena  $H^+$  selalu ada dalam keseimbangan dinamis dengan air atau  $H_2O$ , yang membentuk suasana untuk semua reaksi kimiawi yang berkaitan dengan masalah pencemaran air dimana sumber ion hidrogen tidak pernah habis.  $H^+$  tidak hanya merupakan unsur molekul  $H_2O$  saja tetapi juga merupakan unsur banyak senyawa lain, hingga jumlah reaksi tanpa  $H^+$  dapat dikatakan hanya sedikit saja.

Lewat aspek kimiawi, suasana air juga mempengaruhi beberapa hal lain, misalnya kehidupan biologi dan mikrobiologi. Peranan ion hidrogen tidak penting kalau zat pelarut bukan air melainkan molekul organik, seperti alkohol, bensin (hidrokarbon) dan lain-lain. Tujuan dilakukan analisis derajat keasaman (pH) adalah untuk melakukan analisis derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Lokasi pengambilan sampel uji dilakukan di industri alkohol desa Ngombakan, Karangwuni Kabupaten Sukoharjo. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analisis Universitas Setia Budi Surakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – Juli 2018.

### **3.2 Bahan Penelitian**

Kalium hidrogen ptalat ( $\text{KHC}_5\text{H}_4\text{O}_4$ ), kalium dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), dinatrium hidrogen fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ), natrium hidrogen karbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), kertas saring whatman grade 934 AH dengan ukuran pori  $1,5\mu\text{m}$ , amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), NaOH, magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), feri klorida ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ),  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ),  $\text{HgSO}_4$ , air suling dan sampel limbah alkohol.

### **3.3 Alat Penelitian**

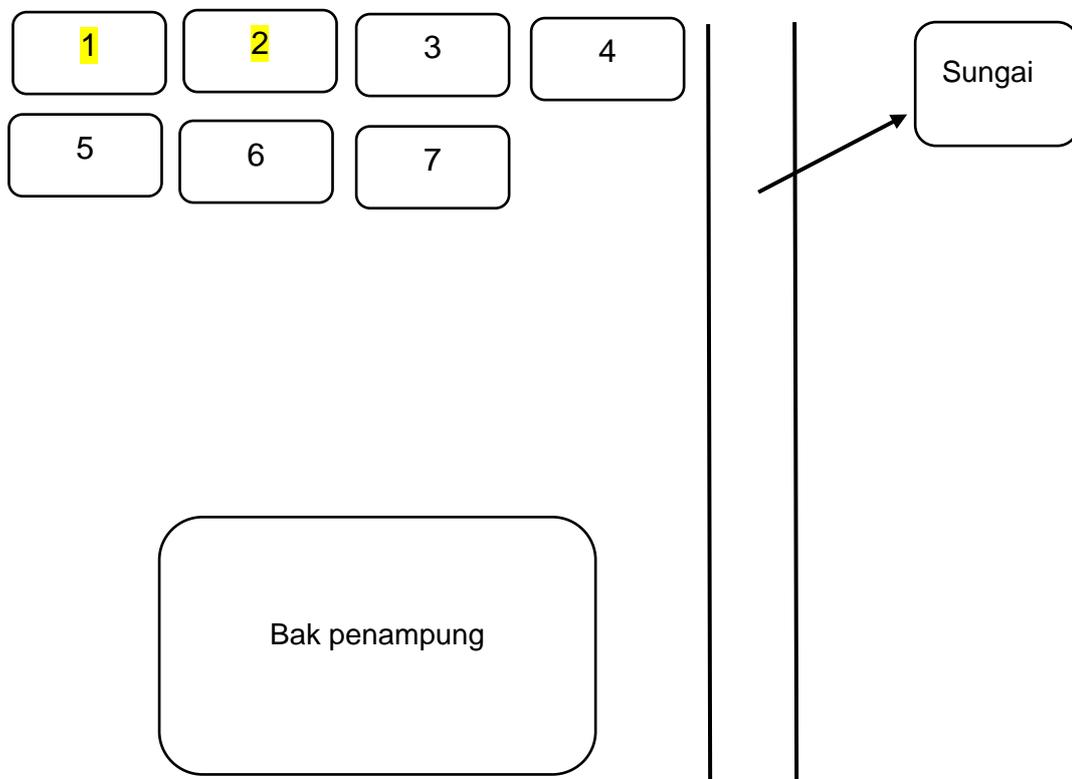
COD meter, pH meter, timbangan analitik, beacer glass 250 ml, desikator yang berisi silika gel, oven, pipet volume 10 ml, gelas ukur 100 ml, kaca arloji, lemari inkubasi, labu ukur 250 ml, dan DO meter.

### **3.4 Cara Penelitian**

#### **3.4.1 Penentuan Titik Sampling (SNI 6989.59.:2008)**

Titik sampling terletak pada penampungan (*drum*) Industri Alkohol di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten sukoharjo, dimana air

limbah industri belum dilakukan pengolahan. Karena industri alkohol yang terletak di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo tidak mempunyai IPAL dan air limbah yang ditampung dalam *drum* langsung dibuang ke sungai atau saluran irigasi. Pengambilan contoh uji dilakukan pada wadah penampung limbah sebelum dibuang ke sungai dan saluran irigasi. Lokasi pengambilan air limbah dapat dilihat pada Gambar 3



**Gambar 3.** Skema Pengambilan titik contoh uji di Industri alkohol di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo

**Keterangan :**

1. Titik 1 dan 2 pengambilan contoh uji industri alkohol sebelum dibuang dalam bak penampung.
2. Titik 3 dan 4 industri alkohol yang terletak di desa Mbeton wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo yang membuang limbah cair industri menggunakan *drum* penampung limbah sebelum dibuang pada bak penampung.
3. Titik 5, 6 dan 7 industri alkohol di desa Mbeton wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo yang membuang limbah melalui pipa pembuangan sebelum masuk dalam bak penampung.

**3.4.2 Prosedur Pengambilan Contoh Uji**

Contoh uji air limbah industri alkohol di desa Mbeton Wetan, Ngombakan Kabupaten Sukoharjo untuk menganalisis kandungan pH, TSS, BOD<sub>5</sub> dan COD sesuai dengan prosedur berikut (SNI 6989.59:2008) :

- a. Botol sampel berwarna coklat yang bersih dengan volume yang diketahui serta dilengkapi dengan tutup asah disiapkan dan kemudian digunakan untuk analisis.
- b. Botol dicelupkan hati-hati ke dalam air dengan posisi mulut botol searah dengan aliran air, sehingga air masuk ke dalam botol dengan tenang.
- c. Botol diisi sampai penuh dan hindari terjadinya turbulensi serta gelembung udara selama pengisian, kemudian botol ditutup.
- d. Contoh uji dianalisis.

**3.4.3 Analisis Derajat Keasaman (pH)****3.4.3.1 Persiapan Pengujian**

Alat pH-meter dikalibrasi dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.

#### 3.4.3.2 Prosedur Pengujian (SNI 06-6989.11-2004)

- a. Elektroda dikeringkan dengan kertas tissue, dan elektroda dibilas dengan air suling.
- b. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
- c. Elektroda dicelupkan kedalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- d. Hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

### 3.4.4 Analisis TSS (*Total Suspended Solid*)

#### 3.4.4.1 Persiapan Pengujian

Kertas saring dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, didinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang (Mencatat sebagai berat awal kertas saring).

#### 3.4.4.2 Prosedur Pengujian (SNI 06-6989.3-2004)

- a. Kertas saring dibasahi dengan sedikit air suling.
- b. Contoh uji diaduk dengan batang pengaduk untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- c. Contoh uji dipipet dengan volume tertentu, pada waktu contoh dilakukan pengadukan secara manual.
- d. Kertas saring 3 x 10 ml dicuci dengan air suling, biarkan kering sempurna dan lanjutkan penyaringan selama 3 menit agar diperoleh penyaringan

sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.

- e. Kertas saring dipindahkan secara hati-hati dan dipindah ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, didinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- f. Tahap pengeringan diulang, pendinginan dalam desikator, dan melakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Catatan. Mengukur volume contoh uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, perbesar volume contoh uji sampai 1000 ml.

### **3.4.5 Analisis BOD<sub>5</sub> (*Biochemical Oxygen Demand*)**

#### **3.4.5.1 Preparasi Contoh uji**

- a) Contoh uji dikondisikan pada suhu 20°C ± 3°C.
- b) Contoh uji diencerkan dengan larutan pengencer hingga 1L. Jumlah pengenceran sangat tergantung pada karakteristik contoh uji dan dipilih pengenceran yang diperkirakan dapat menghasilkan penurunan oksigen terlarut minimal 2 mg/L dan sisa oksigen terlarut minimal 1 mg/L setelah inkubasi 5 hari.
- c) Pengenceran contoh uji dapat dilakukan berdasarkan faktor pengenceran seperti dalam Tabel 2

**Tabel 2.** Faktor pengenceran larutan contoh uji

Jenis contoh uji	Jumlah contoh uji (%)	Faktor pengenceran
Limbah industri yang sangat pekat	0,01 – 1,0	10000 – 100
Limbah yang diendapkan	1,0 – 5,0	100 – 20
Efluen dari proses biologi	5,0 – 25	20 – 4
Air sungai	25 – 100	4 – 1

Sumber : *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>st</sup> Edition, 2005: Biochemical Oxygen Demand (5210)*

#### 3.4.5.2 Prosedur Pengujian BOD<sub>5</sub>

- a. Botol DO disiapkan, masing-masing botol diberi tanda dengan A<sub>1</sub> dan A<sub>2</sub>.
- b. Larutan contoh uji yang telah diencerkan dimasukkan dalam masing-masing botol DO sampai meluap, masing-masing botol DO ditutup secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara.
- c. Pengocokan dilakukan beberapa kali, kemudian ditambahkan air bebas mineral pada sekitar tutup botol DO yang telah ditutup.
- d. Botol A<sub>2</sub> disimpan dalam lemari inkubator 20°C ± 1°C selama 5 hari.
- e. Pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan botol A<sub>1</sub> dengan metode titrasi secara iodometri (modifikasi Azida). Hasil pengukuran merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A<sub>1</sub>). Pengukuran oksigen terlarut nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran.
- f. Sampel dimasukkan dalam erlenmeyer 500 ml untuk analisis BOD secara iodometri.
- g. Di bawah permukaan cairan ditambahkan 2 ml larutan mangan sulfat.
- h. 2 ml larutan alkali iodida ditambahkan, botol ditutup kembali dengan hati-hati dan kemudian dikocok dengan membalik-balikkan botol beberapa

kali. Diamkan selama 10 menit, larutan yang jernih diambil sebanyak 100 ml dipindahkan dalam erlenmeyer 500 ml.

- i. Sisa larutan yang mengendap dalam botol winkler ditambah 2 ml  $H_2SO_4$  yang dialirkan melalui dinding bagian dalam dari leher botol, botol ditutup kembali.
- j. Dihomogenkan dengan hati-hati sehingga semua endapan melarut. Seluruh isi botol dituangkan secara kuantitatif ke dalam erlenmeyer 500 ml yang sudah berisi larutan jernih.
- k. Titrasi dengan larutan  $Na_2S_2O_3$  sampai larutan berwarna coklat muda.
- l. Ditambahkan amilum 1% 2 ml, dititrasi kembali sampai larutan tidak berwarna.
- m. Pengerjaan e untuk botol  $A_2$  dilakukan pengulangan yang telah diinkubasi 5 hari  $\pm$  6 jam. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari ( $A_2$ ).
- n. Pengerjaan a sampai e dilakukan pengulangan untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh uji. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari ( $B_1$ ) dan nilai oksigen terlarut 5 hari ( $B_2$ ).

### **3.4.6 Analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

#### **3.4.6.1 Pembuatan Larutan Kerja**

Deret larutan kerja dibuat dari larutan induk KHP dengan 1 (satu) blanko dan minimal 3 kadar yang berbeda secara proporsional yang berada pada rentang pengukuran.

#### 3.4.4.1 Prosedur pengujian (SNI 6989.2:2009)

- a. Contoh uji sebanyak 2,5 ml dipipet atau larutan kerja dan ditambahkan 1,5 ml *digestion solution* dan ditambahkan 3,5 ml larutan pereaksi asam sulfat ke dalam ampul.
- b. Ampul ditutup dan dikocok perlahan sampai homogen.
- c. Ampul diletakkan pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, lakukan refluks selama 2 jam.
- d. Ampul didinginkan dan selanjutnya COD pada contoh uji dianalisis dengan alat COD meter.
- e. Alat COD meter dipastikan sudah terhubung dengan arus listrik.
- f. Alat COD meter dihidupkan dengan menekan ON pada alat.
- g. Ampul dimasukkan pada wadah pembacaan sampel.
- h. Ditekan pada tombol “ Mode ”, klik star untuk membaca hasil COD pada contoh uji.
- i. Hasil yang muncul pada alat COD meter dicatat.

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Perhitungan Analisis Tss (*Total Suspended Solid*)

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, ml}}$$

dengan pengertian :

A adalah berat kertas saring + residu kering, mg

B adalah berat kertas saring, mg

Perbedaan persen relatif (*Relative Percent Different* atau RPD) terhadap dua penentuan (replikasi) adalah di bawah 5% dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{RPD} = \frac{(X1 - X2)}{(X1 + X2)/2} \times 100\%$$

dengan pengertian :

X1 adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan pertama.

X2 adalah kandungan padatan tersuspensi pada penentuan ke dua.

Bila nilai RPD lebih besar 5%, penelitian ini harus diulang.

### 3.5.2 Perhitungan Analisis BOD<sub>5</sub> (*Biochemical Oxygen Demand*)

$$\text{DO} = \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \times P$$

dengan pengertian :

DO adalah oksigen terlarut (mg O<sub>2</sub> / L)

a adalah volum titran natriumtiosulfat (ml)

N adalah normalitas larutan natriumtiosulfat (N)

V adalah volum botol winkler (ml)

$$\text{BOD}_5 = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) - (1 - P)}{P} \times P$$

dengan pengertian :

X<sub>0</sub> adalah kadar oksigen terlarut sebelum inkubasi ( 0 hari ), mg/L

X<sub>5</sub> adalah kadar oksigen terlarut setelah inkubasi ( 5 hari ), mg/L

B<sub>0</sub> adalah kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi ( 0 hari ), mg/L

B<sub>5</sub> adalah kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi ( 5 hari ), mg/L

P adalah faktor pengenceran sampel

Perbedaan antara nilai replikasinya (RPD) tidak lebih dari 30%, rumus perhitungan %RPD adalah sebagai berikut :

$$\text{Persen RPD} = \left| \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran})/2} \right| \times 100\%$$



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 pH Dalam Limbah Industri Alkohol

Dalam pengujian pH air limbah industri alkohol yang dilakukan di laboratprium disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

**Tabel 3.** Nilai Konsentrasi pH air limbah cair industri alkohol

Nomor Sampel	Baku Mutu	pH
1 Sampel industri	6,0 – 9,0	4,7
2 Sampel industri	6,0 – 9,0	4,6

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah

Dari hasil pengujian pH pada limbah industri alkohol pada 2 industri dapat dikatakan memiliki pH asam yang disebabkan oleh proses fermentasi. Semakin lama proses fermentasi maka menyebabkan semakin turun nilai pH (Yulia, 2013). Hal ini disebabkan karena proses fermentasi akan mengalami proses biosintesis piruvat yang menghasilkan produk asam. Maka semakin lama waktu fermentasi semakin tinggi kandungan alkohol tersebut sehingga membuat pH semakin rendah atau asam (Yuniarsih, 2016). Pada proses fermentasi alkohol, ragi yang digunakan memerlukan suasana asam yang sebelumnya larutan molase ditambahkan  $H_2SO_4$  agar *saccharosa* yang ada dalam tetes terinversi menjadi *glucose* dan menjaga dominasi pertumbuhan *Yeast* atau dapat dikatakan sebagai fermentasi menggunakan perombakan yang dibuat anaerob dengan bantuan mikroba *Saccharomyces Cereviccae* (Saleh, 2014). Untuk menunjang laju pertumbuhan mikroba dibutuhkan udara dan nutrisi seperti Urea, TSP dan  $Mg SO_4$  sesuai dosis. Sehingga dari proses tersebut dapat mengakibatkan pH limbah alkohol cenderung bersifat asam dan tidak sesuai dengan peraturan

Daerah Provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Bir dan Minuman Beralkohol.

#### 4.2 TSS Dalam Limbah Industri Alkohol

Dalam pengujian TSS air limbah industri alkohol yang dilakukan di laboratprium disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut.

**Tabel 4.** Nilai TSS (mg/L) pada air limbah cair industri alkohol

Nomor Sampel	Baku Mutu	TSS (mg/L)
1 Sampel industri	40	60
2 Sampel industri	40	80

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah

Dalam pengujian TSS pada air limbah industri alkohol dilakukan secara gravimetri. Padatan tersuspensi total merupakan jumlah berat dalam mg/liter kering lumpur yang ada dalam air limbah setelah mengalami penyaringan (Sugiharto, 2017). Tingginya konsentrasi TSS dikarenakan banyaknya padatan dari limbah industri alkohol. Menurunnya nilai konsentrasi TSS dikarenakan adanya tambahan oksigen. Adanya penguraian bahan-bahan organik oleh bakteri. (Fardiaz, 2013). Dari hasil yang dianalisis kandungan TSS dalam air limbah industri alkohol tidak sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Bir dan Minuman Beralkohol.

#### 4.3 COD Dalam Limbah Industri Alkohol

Dalam pengujian COD air limbah industri alkohol yang dilakukan di laboratprium disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

**Tabel 5.** Nilai COD (mg/L) air limbah cair industri alkohol

Nomor Sampel	Baku Mutu	COD (mg/L)
1 Sampel industri	100	739
2 Sampel industri	100	1015,5

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah

Semakin tinggi konsentrasi COD menunjukkan bahwa kandungan senyawa organik tinggi tidak dapat terdegradasi secara biologis. Tinggi rendahnya COD ditentukan oleh banyaknya Oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi suatu zat. Pada proses pembuatan alkohol ditambahkan sodium metabisulfit (kaustik soda) untuk memperbaiki bau khas alkohol dan juga sebagai katalis pemisah antara air dan alkohol murni, sehingga bahan kimia tersebut mempengaruhi semakin banyaknya oksigen yang diperlukan untuk oksidasi maka nilai COD pada limbah industri alkohol menjadi tinggi. Hal ini menyebabkan konsentrasi COD pada sampel air limbah industri alkohol tidak sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Bir dan Minuman Beralkohol. Pada analisa COD dari suatu air limbah menghasilkan nilai COD selalu lebih tinggi dari nilai BOD (Effendi, 2014).

#### 4.4 BOD Dalam Limbah Industri Alkohol

Dalam pengujian BOD air limbah industri alkohol yang dilakukan di laboratorium disajikan pada Tabel 6 sebagai berikut.

**Tabel 6.** Nilai BOD (mg/L) air limbah cair industri alkohol

Nomor Sampel	Baku Mutu	BOD (mg/L)
1 Sampel industri	40	498,235
2 Sampel industri	40	675,31

Sumber : Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah

BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah  $O_2$  yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi  $O_2$  tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya  $O_2$  terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan  $O_2$  tinggi. Semakin besar kadar BOD, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar ( Belia, 2015 ).

Kadar BOD dalam air limbah dapat meningkat karena sumber utamanya adalah TSS (Mahida, 2016). Secara mudah satu ppm TSS akan bernilai sekitar empat ppm BOD. Sehingga semakin keruh limbah maka semakin besar kadar BOD (Palar, 2015). Hal ini menyebabkan konsentrasi BOD pada sampel air limbah industri alkohol tidak sesuai dengan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Bir dan Minuman Beralkohol.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan pengambilan 2 sampel diperoleh hasil analisis pada parameter pH diperoleh hasil 4,7 pada sampel 1 sedangkan pada sampel 2 diperoleh hasil 4,6. Pada parameter TSS pada sampel 1 diperoleh kadar sebesar 60 mg/L sedangkan pada sampel 2 diperoleh sebesar 80 mg/L. Pada parameter COD pada sampel 1 diperoleh kadar sebesar 739 mg/L sedangkan pada sampel 2 diperoleh kadar sebesar 1015,5 mg/L. Dan pada parameter BOD dihasilkan kadar sebesar 498,235 pada sampel 1 sedangkan pada sampel 2 diperoleh kadar BOD sebesar 675,31 mg/L
2. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah, menunjukkan bahwa kualitas air limbah industri alkohol dari empat parameter yang diteliti secara keseluruhan melebihi baku mutu air limbah industri bir dan minuman beralkohol

### **5.2 Saran**

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Industri alkohol diharapkan melakukan pengolahan limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan sekitar atau sungai.
2. Bagi Pemerintah diharapkan membuat IPAL untuk industri alkohol.
3. Bagi Peneliti diharapkan melakukan analisis dengan teliti dan cermat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G., & S. (2011). *Metode Penelitian Air* . Surabaya.Indonesia: Usaha Nasional.
- Atika, P. (2014). *Potensi Pencemaran Limbah Cair Industri Alkohol Dengan Parameter Total Suspended Solid Dan pH di Desa Bekonang Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Belia, B. (2015). Strategi Pengolahan Limbah Industri Mie Soun dan Dampaknya terhadap Masyarakat Sekitar.
- BOYD, C. (1990). *Water Quality in ponds for aquaculture*. Auburn University, Alabama: Alabama Agricultural Experiment Station.
- BOYD, C.E. 1979. Water quality in warm water fish ponds. (4th printing, 1988). Auburn University Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama. p 230.
- Dewa, R. P., & Syafirudin, I. (28 Desember 2017). *IDENTIFIKASI CEMARAN AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU DI KOTA AMBON* . Ambon.
- Dewi, R. M. (2006). *Pengolaham Limbah Cair*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Effendi, Henfi. 2014. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius.
- Fardiaz, Srikandi. 2013. *Polusi air dn udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Febriatidian. (2017). *Pengelolaan Limbah dan Limbah pada Industri Alkohol*.
- Hardoyo, T. (2010). *Proses Produksi dan Pengolahan Limbah Cair Alkohol*. Surabaya.
- Hariyadi, S. (19 Desember 2004). *BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH* . Bogor
- Hidayah, E. d. (2016). *Potensi Dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland*. Jurnal ilmiah Teknik Lingkungan .
- Kristanto, P. (2012). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Ando Offest.
- Kusrini, A. (2004). *Kajian Tentang Sistem Pengolahan Limbah Pada Industri Alkohol Di Desa Bekonang Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukuharjo*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Mahida N. U. 2016. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Air Limbah Industri*. Jakarta: CV Rajawali.
- Moertinah, S. (2010). *Kajian Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Teknologi*. Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Dan Pencemaran Industri, 1 (2), 104-114.

Nurudin. (2017). *Industri Alkohol Bekonang : Proses Pembuatan, Penggunaan air, dan Pengolahan Limbah*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Palar. 2015. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Cetakan Kedua, Penerbit Rineke Cipta, Jakarta.

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah. Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Peraturan Pemerintah (PP) RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Puspayana, D.R. dan Damayanti, A. 2013. Pengolahan air limbah tahu menggunakan membran nanofiltrasi silika aliran cross flow untuk menurunkan kadar nitrat dan amonium. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.

Riardi. (2017). *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta.

Rossiana, D. S. (2006). *Prinsip-Prinsip Biokomia*. Jakarta, Indonesia: Erlangga.

Rusmey. (2009). *Pencegahan Pencemaran Lingkungan Oleh Limbah Cair* . Sukabumi: Nur Atikah.

Saleh, E. 2014. *Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikatan Ternak*. Program Studi Produksi Ternak Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara.

Sari, I. (2011). *Pengolahan Limbah Cair*. Jakarta.

Standar Nasional Indonesia 06-6989.11-2004 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH meter.2004:BSN.

Standar Nasional Indonesia 06-6989.3-2004 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid,TSS) secara Gravimetri. 2004:BSN.

Standar Nasional Indonesia 6989.72:2009 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD). 2009: BSN.

Standar Nasional Indonesia 6989.2:2009 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 73: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan Refluks Tertutup.2009: BSN.

Suganda, Rizky, Endro Sutrisno, Irawan Wisnu Wardana. 2014. Penurunan konsentrasi amonia, nitrat, nitrit dan cod dalam air limbah tahu dengan menggunakan biofilm – kolam (pond) media pipa pvc sarang tawon dan tempurung kelapa disertai penambahan ecotru. Jurnal teknik lingkungan 3 (4) : 1-8.

Sugiharto. (2014). *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia Prees.

- Sutrisno, d. S. (2011). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta
- Taufiq, B. V. (2010). *Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Typha angustifolis) dalam sistem Constructed Wetland*. ITS - Surabaya: Jurnal Purofikasi, Volume 2 Nomor 3.
- Ulfa, D. K. (11 April 2017). *Pengolahan Limbah dan Industri Ikohol*.
- Vawada, Ahmed. 2013. *Sebuah Tinjauan Pengolahan Air Limbah Konvensional Proses Dalam Industri Gula*. Surabaya.
- Wardhana, W. A. 2014. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Widyanto, D. (2004). *Pengaruh Limbah Cair Industro Alkohol Bekonang Terhadap Produktivitas Tanaman Padi (Oryza Sativa L)*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Yulia. 2013. *Pengaruh Keberadaan Industri Alkohol di Desa Bekonang Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo Terhadap Lingkungan, Ekonomi, dan Sosial*. Surakarta.
- Yuniarsih, F.N,. 2016. *Pembuatan Bioetnol Dari Dekstrin Dan Sirup Glukosa Sagu*. Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Zanxa. (November 2012). *Limbah-Industri*. Surabaya: Zanxadhy.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Pembuatan larutan dan standarisasi

1. Perhitungan larutan standar primer  $\text{KIO}_3$  0,025N sebanyak 50 ml

Perhitungan :

$$\text{Berat KIO}_3 = \frac{\text{Volume yang dibuat (ml)}}{1000} \times N \times \frac{BM}{V}$$

$$\text{Berat KIO}_3 = \frac{50}{1000} \times 0,025N \times \frac{214}{6}$$

$$\text{Berat KIO}_3 = 0,05 \times 0,025N \times 35,66666667$$

$$\text{Berat KIO}_3 = 0,0446 \text{ gram}$$

$$\text{Berat KIO}_3 = 44,6 \text{ mg}$$

Data penimbangan :

$$\text{Kertas timbang + sampel} = 334,3 \text{ mg}$$

$$\text{Kertas timbang + sisa} = 288,8 \text{ mg}$$

$$\text{Sampel} = 45,5 \text{ mg}$$

Koreksi kadar :

$$\text{Berat KIO}_3 = \frac{\text{Berat hasil penimbangan}}{\text{Berat hasil perhitungan}} \times N$$

$$\text{Kadar KIO}_3 = \frac{45,5 \text{ mg}}{44,6 \text{ mg}} \times 0,025 \text{ N}$$

$$= 0,0255 \text{ N}$$

Cara pembuatan  $\text{KIO}_3$

- a. Menimbang seksma kristal  $\text{KIO}_3$  sebanyak 44,6 mg
- b. Memasukkan kedalam labu takar 50 ml
- c. Menambahkan air suling bebas  $\text{CO}_2$ , mengocok samapi larut, menambahkan air suling sampai tanda batas

2. Larutan standar sekunder  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,025N sebanyak 250 ml

Perhitungan :

$$\text{Berat Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{\text{Berat yg dibuat (ml)}}{1000} \times N \times \frac{BM}{V}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{250}{1000} \times 0,025N \times \frac{248,18}{1} \\ &= 1,551125 \text{ gram}\end{aligned}$$

Cara pembuatan :

- a. Menimbang kristal  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  sebanyak 1,551125 gram
- b. Memasukkan dalm beaker glass 250 ml
- c. Menambahkan air suling bebas  $\text{CO}_2$ , mengaduk sampai larut, menambahkan air suling sampai tanda batas.
- d. Menambahkan 2 tetes  $\text{CHCl}_3$ , mengaduk sampai homogen

3. Pembuatan KI 10% sebanyak 20 ml

Perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Berat KI} &= \frac{10}{100} \times \text{volume yang dibuat} \\ &= \frac{10}{100} \times 20 \\ &= 2 \text{ gram}\end{aligned}$$

Cara Pembuatan :

- a. Menimbang 2 gram kristal KI, memasukkan ke dalam beaker glass
- b. Menambahkan air suling sampai 20 ml, mengaduk sampai larut dan homogen

Pembacaan buret standarisasi larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,025 N :

a.  $0,00 - 9,30 = 9,30$  ml

b.  $0,00 - 9,40 = 9,40$  ml

c.  $0,00 - 9,40 = 9,40$  ml

Perhitungan :

$$(V \times N) \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = (V \times N) \text{KIO}_3$$

$$9,67 \times N = 10 \times 0,0255$$

$$N = 0,0264 \text{ N}$$

**LAMPIRAN 2. Hasil analisis pH dan %RPD (*Relative Percent Different*) pada sampel**

1. Hasil analisis pH pada sampel

Nomor Sampel	pH	pH
	1	2
1 Sampel industri 1	4,69	4,68
2 Sampel industri 2	4,60	4,59

2. Perhitungan %RPD

Perhitungan %RPD pada sampel 1 :

$$\begin{aligned}\%RPD &= \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{\frac{\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran}}{2}} \times 100\% \\ &= \frac{4,69 - 4,68}{(4,69 + 4,69)/2} \times 100\% \\ &= \frac{0,01}{9,37/2} \times 100\% \\ &= \frac{0,01}{4,685} \times 100\% = 0,2 \%\end{aligned}$$

Perhitungan %RPD pada sampel 2 :

$$\begin{aligned}\%RPD &= \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{\frac{\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran}}{2}} \times 100\% \\ &= \frac{4,60 - 4,59}{\frac{4,60 + 4,59}{2}} \times 100\% \\ &= \frac{0,01}{9,19/2} \times 100\%\end{aligned}$$

$$= \frac{0,01}{4,595} \times 100\% = 0,22 \%$$

3. Perhitungan rata-rata sampel

a. Rata-rata pH sampel 1

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{4,69 + 4,68}{2} \\ &= 4,7 \end{aligned}$$

b. Rata-rata pH sampel 2

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{4,60 + 4,59}{2} \\ &= 4,6 \end{aligned}$$

### Lampiran 3. Perhitungan analisis TSS pada sampel dan %RPD (Relative Percent Different)

#### 1. Penimbangan pada analisis TSS pada sampel 1

Hasil :

a. Berat kertas saring kosong 1 : 429 mg

Berat kertas saring + sampel : 432,5 ; 435,2 ; 433,5 ; 430,4 ;  
432,1 ; 431,5 ; 430,3; 430,2

b. Berat kertas saring kosong 2 : 423 mg ( duplo )

Berat kertas saring + sampel : 422,5 ; 427,2 ; 418,8 ; 427,2 ;  
425,8 ; 423,8 ; 423,0 ; 424,0 ; 424,2

Perhitungan kadar TSS pada sampel 1

Perhitungan mg TSS pada sampel 1 :

a. Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan mg TSS per liter} &= \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji ( ml )}} \\ &= \frac{(430,2 - 429) \times 1000}{20} \\ &= \frac{1200}{20} \\ &= 60 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

b. Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan mg TSS per liter} &= \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji ( ml )}} \\ &= \frac{(424,2 - 423) \times 1000}{20} \\ &= \frac{1200}{20} \\ &= 60 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Perhitungan %RPD pada sampel 1

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \% RPD &= \frac{(X1 - X2)}{(X1 + X2)/2} \times 100\% \\ &= \frac{(60 - 60)}{(60 + 60)/2} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

2. Perhitungan rata-rata TSS sampel 1

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{60 + 60}{2} \\ &= 60 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

3. Penimbangan pada analisis TSS pada sampel 2

Hasil :

a. Berat kertas saring kosong 1 : 431,1

Berat kertas saring + sampel : 430,3 ; 426,2 ; 431,3 ; 431,5 ;  
432,3 ; 432,9 ; 432,7

b. Berat kertas saring kosong 2 : 421,1 ( duplo )

Berat kertas saring + sampel : 417,5 ; 419,7 ; 420,5 ; 421,2 ;  
422,0 ; 422,9 ; 422,7

Perhitungan kadar TSS pada sampel 2

Perhitungan mg TSS pada sampel 2 :

a. Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan mg TSS per liter} &= \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji ( ml )}} \\ &= \frac{(432,7 - 431,1) \times 1000}{20} \\ &= \frac{1600}{20} \\ &= 80 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

b. Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan mg TSS per liter} &= \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji ( ml )}} \\
 &= \frac{(430,2 - 429) \times 1000}{20} \\
 &= \frac{1200}{20} \\
 &= 80 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Perhitungan %RPD pada sampel 2

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \% \text{ RPD} &= \frac{(X1 - X2)}{(X1 + X2)/2} \times 100\% \\
 &= \frac{(80 - 80)}{(80 + 80)/2} \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan rata-rata TSS sampel 2

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{80 + 80}{2} \\
 &= 80 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

#### LAMPIRAN 4. Perhitungan analisis COD dan %RPD (*Relative Percent Different*)

##### 1. Hasil analisis COD

Sampel	Sampel
1	2
743 mg/L	1017 mg/L
736 mg/L	1014

Perhitungan %RPD pada sampel

Sampel 1 :

$$\begin{aligned}\% RPD &= \frac{(X_1 - X_2)}{\frac{X_1 + X_2}{2}} \times 100\% \\ &= \frac{(742 - 736)}{\frac{742 + 736}{2}} \times 100\% \\ &= 0,81\%\end{aligned}$$

Sampel 2:

$$\begin{aligned}\% RPD &= \frac{(X_1 - X_2)}{\frac{X_1 + X_2}{2}} \times 100\% \\ &= \frac{(1017 - 1014)}{(1017 + 1014)/2} \times 100\% \\ &= 0,3\%\end{aligned}$$

##### 2. Perhitungan rata-rata COD pada sampel

a. Rata-rata COD sampel 1 =  $\frac{742 + 736}{2}$   
= 739 mg/L

b. Rata-rata COD sampel 2 =  $\frac{1017 + 1014}{2}$   
= 1015,5 mg/L

**LAMPIRAN 5. Perhitungan analisis BOD dan %RPD (*Relative Percent Different*)**

Penentuan kadar oksigen terlarut pada sampel 1

Titration DO <sub>0</sub>	Volume titration Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ml)
I	12,2 ml
II	12,2 ml
Blanko	11,3 ml

Titration DO <sub>5</sub>	Volume titration Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ml)
I	10,3ml
II	10,3ml
Blanko	9,2 ml

Perhitungan kadar DO<sub>0</sub> pada sampel 1

Perhitungan :

$$a. DO_0 = \frac{a.N.8000}{V-4} \times P$$

$$DO_0 = \frac{12,2.0,0264.8000}{291,4-4} \times 200$$

$$DO_0 = \frac{2576,64}{287,4} \times 200$$

$$DO_0 = 1793,07 \text{ mg/L}$$

$$b. DO_0 = \frac{a.N.8000}{V-4} \times P$$

$$DO_0 = \frac{12,2.0,0264.8000}{292,2-4} \times 200$$

$$DO_0 = \frac{2576,64}{288,2} \times 200$$

$$DO_0 = 1788,09 \text{ mg/L}$$

Perhitungan blanko pada DO<sub>0</sub>

$$DO_0 = \frac{a.N.8000}{V-4} \times P$$

$$DO_0 = \frac{11,3.0,0264.8000}{291,4-4}$$

$$DO_0 = \frac{2386,56}{287,4}$$

$$DO_0 = 8,3 \text{ mg/L}$$

Perhitungan blanko DO<sub>5</sub>

$$DO_0 = \frac{a.N.8000}{V-4} \times P$$

$$DO_0 = \frac{9,2.0,0264.8000}{295,2-4}$$

$$DO_0 = \frac{1943,04}{292,2}$$

$$DO_0 = 6,67 \text{ mg/L}$$

Perhitungan kadar DO<sub>5</sub> pada sampel 1

Perhitungan :

a.  $DO_0 = \frac{a.N.8000}{V-4} \times P$

$$DO_0 = \frac{10,3.0,0264.8000}{296-4} \times 200$$

$$DO_0 = \frac{2175,36}{292} \times 200$$

$$DO_0 = 1489,97 \text{ mg/L}$$

b.  $DO_0 = \frac{a.N.8000}{V-4} \times P$

$$DO_0 = \frac{10,3.0,0264.8000}{296,1-4} \times 200$$

$$DO_0 = \frac{2175,36}{292,1} \times 200$$

$$DO_0 = 1489,46 \text{ mg/L}$$

1. Perhitungan kadar BDO<sub>5</sub> pada sampel 1

Perhitungan :

a.  $BOD_5 = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) - (1 - P)}{P} \times P$

$$= \frac{(1793,07 - 1489,97) - (8,3 - 6,67) - (1 - 200)}{200} \times 200$$

$$= \frac{303,1 - 1,63 + 199}{200} \times 200$$

$$= 500,47 \text{ mg/L}$$

$$\text{b. BOD}_5 = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) - (1 - P)}{P} \times P$$

$$= \frac{(1788,09 - 1489,46) - (8,3 - 6,67) - (1 - 200)}{200} \times 200$$

$$= \frac{298,63 - 1,63 + 199}{200} \times 200$$

$$= 496 \text{ mg/L}$$

2. Perhitungan %RPD adalah sebagai berikut :

$$\text{Persen RPD} = \left| \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran})/2} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{500,47 - 496}{(500,47 + 496)/2} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{4,47}{(996,47)/2} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{4,47}{498,235} \right| \times 100\%$$

$$= 0,89\%$$

3. Rata-rata BOD pada sampel 1

$$\text{Rata-rata} = \frac{500,47 + 496}{2}$$

$$= 498,235 \text{ mg/L}$$

4. Penentuan kadar oksigen terlarut pada sampel 2

Titration DO <sub>0</sub>	Volume titration Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ml)
I	24,8 ml
II	24,8 ml
Blanko	19,4 ml

Titration DO <sub>5</sub>	Volume titration Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ml)
I	21,3 ml
II	21,3 ml
Blanko	8,7 ml

Perhitungan kadar DO<sub>0</sub> pada sampel 2

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{a. } DO_0 &= \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \times P \\
 DO_0 &= \frac{24,8 \cdot 0,0264 \cdot 8000}{296,16 - 4} \times 200 \\
 DO_0 &= \frac{5237,76}{292,16} \times 200 \\
 DO_0 &= 3585,54 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } DO_0 &= \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \times P \\
 DO_0 &= \frac{24,8 \cdot 0,0264 \cdot 8000}{292,2 - 4} \times 200 \\
 DO_0 &= \frac{5237,76}{288,2} \times 200 \\
 DO_0 &= 3634,81 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Perhitungan blanko pada DO<sub>0</sub>

$$DO_0 = \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4}$$

Perhitungan blanko DO<sub>5</sub>

$$DO_0 = \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4}$$

$$DO_0 = \frac{19,4 \cdot 0,0264 \cdot 8000}{295 - 4}$$

$$DO_0 = \frac{4097,28}{291}$$

$$DO_0 = 14,08 \text{ mg/L}$$

$$DO_0 = \frac{8,7 \cdot 0,0264 \cdot 8000}{291,4 - 4}$$

$$DO_0 = \frac{1837,44}{287,4}$$

$$DO_0 = 6,39 \text{ mg/L}$$

Perhitungan kadar  $DO_5$  pada sampel 2

Perhitungan :

$$a. DO_0 = \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \times P$$

$$DO_0 = \frac{21,3 \cdot 0,0264 \cdot 8000}{292,2 - 4} \times 200$$

$$DO_0 = \frac{4498,56}{288,2} \times 200$$

$$DO_0 = 3121,83 \text{ mg/L}$$

$$b. DO_0 = \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4} \times P$$

$$DO_0 = \frac{21,3 \cdot 0,0264 \cdot 8000}{291,4 - 4} \times 200$$

$$DO_0 = \frac{4498,56}{287,4} \times 200$$

$$DO_0 = 3130,52 \text{ mg/L}$$

5. Perhitungan kadar  $BOD_5$  pada sampel 2

Perhitungan :

$$a. BOD_5 = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) - (1 - P)}{P} \times P$$

$$= \frac{(3585,54 - 3121,83) - (14,08 - 6,39) - (1 - 200)}{200} \times 200$$

$$= \frac{463,71 - 7,69 + 199}{200} \times 200$$

$$= 655,02 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. BOD}_5 &= \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) - (1 - P)}{P} \times P \\
 &= \frac{(3634,81 - 3130,52) - (14,08 - 6,39) - (1 - 200)}{200} \\
 &\quad \times 200 \\
 &= \frac{504,29 - 7,69 + 199}{200} \times 200 \\
 &= 695,6 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

6. Perhitungan %RPD adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Persen RPD} &= \left| \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran})/2} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{655,02 - 695,6}{(655,02 + 695,6)/2} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{40,58}{(1350,62)/2} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{40,58}{675,31} \right| \times 100\% \\
 &= 6,01\%
 \end{aligned}$$

7. Rata-rata BOD pada sampel 2

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{655,02 + 695,6}{2} \\
 &= 675,31 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

## LAMPIRAN 6. Dokumentasi penelitian



**Gambar 6.1** Sampel air limbah cair industri alkohol



**Gambar 6.2** Pengujian pH pada sampel



**Gambar 6.3** Pengovenan kertas saring dan memasukkan dalam desikator



**Gambar 6.4** Menimbang dan menyaring sampel pada uji TSS



**Gambar 6.5** Mengoven dan memasukkan dalam desikator



**Gambar 6.6** Menimbang kertas saring yang digunakan uji TSS



**Gambar 6.7** Sampel setelah ditambah reagen dan direfluks selama 2 jam



**Gambar 6.8** Larutan setelah direfluks dan pembacaan COD meter



**Gambar 6.9** Standarisasi larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dan penambahan amilum



**Gambar 6.10** Titrasi dari biru menjadi tidak berwarna



**Gambar 6.11** Pengenceran sampel dan melakukan analisis BOD



**Gambar 6.12** Sampel diambil 100 ml dan sisanya ditambah  $\text{H}_2\text{SO}_4$  p



**Gambar 6.13** Melakukan titrasi sampel hingga kuning muda dan menambah amilum



**Gambar 6.14** Melakukan titrasi sampai warna biru tepat hilang



**Gambar 6.15** Inkubasi sampel pada uji BOD<sub>5</sub>