**LAPORAN KERJA PRAKTIK**

**ANALISA AIR LIMBAH DENGAN PARAMETER *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN *BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND***



**Disusun Oleh :**

1. **DEVI ARDELIA WARDANI (2031810007)**
2. **SUHARTINI SUWANDARI (2031810038)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA**

**GRESIK**

**2021**

**LAPORAN KERJA PRAKTIK**

**ANALISA AIR LIMBAH DENGAN PARAMETER *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN *BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND***



**Disusun Oleh :**

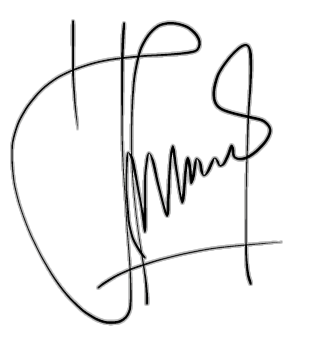
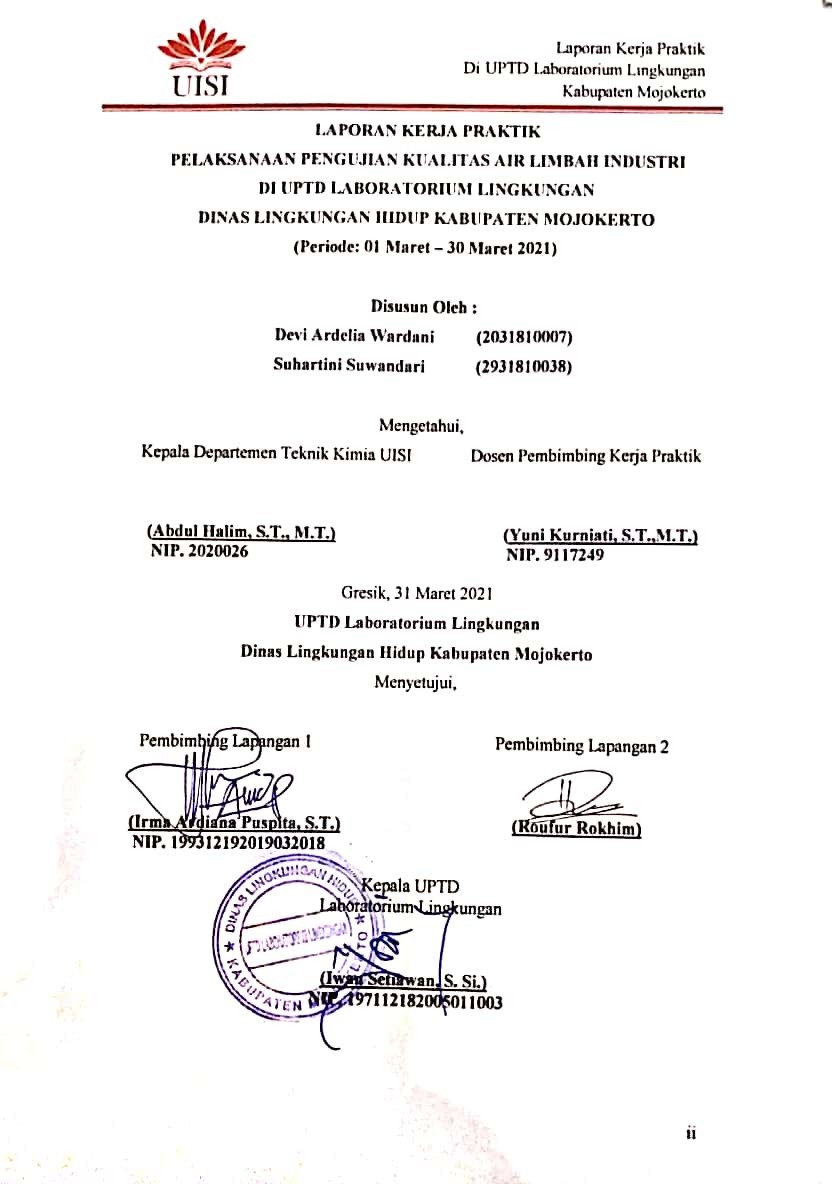
1. **DEVI ARDELIA WARDANI (2031810007)**
2. **SUHARTINI SUWANDARI (2031810038)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA**

**GRESIK**

**2021**



**KATA PENGANTAR**

Assalamualaikum wr.wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha kuasa atas limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya. Tidak lupa pula shalawat dan salam senantiasa tercurahkan bagi Rasulullah SAW. yang telah membawa manusia dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang.

Kegiatan kerja praktik dari Universitas Internasional Semen Indonesia dilakukan sebagai sarana untuk mengenalkan mahasiswa pada kondisi nyata di lapangan. Proses kerja praktik sekaligus menjadi syarat bagi mahasiswa untuk bisa menyelesaikan mata kuliah bersangkutan. Tujuan pemilihan lokasi di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto didasarkan pada alasan untuk mengetahui proses pengujian limbah industri B3 laboratorium baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

Selama proses kerja praktik yang berlangsung pada bulan Maret 2021, mahasiswa mendapatkan bimbingan dan arahan dari pihak Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto. Mahasiswa berkesempatan untuk terjun langsung dan menimba ilmu terkait proses pengujian COD dan BOD di laboratorium lingkungan.

Kelancaran kegiatan kerja praktik UPTD Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto tidak terlepas dari berbagai pihak, yaitu,

1. Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto

2. Kepala Laboratorium Lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto

3. Pembimbing kerja praktik

4. Teman-teman di lokasi kerja praktik Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam proses penulisan laporan ini. Sebagai bentuk perbaikan, penulis terbuka pada saran dan masukan dari pembaca.

Gresik, 01 Maret 2021

Penulis

**DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR GAMBAR v

DAFTAR TABEL vi

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 3

1.2 Tujuan Kerja Praktik 3

1.3 Manfaat Kerja Praktik 4

1.4 Metodologi Pengumpulan Data 4

1.5 Waktu dan Tempat Pelaksanan Kerja Praktik 5

1.5 Nama Unit Kerja Tempat Pelaksanan Kerja Praktik 5

BAB 2 SEJARAH DAN PERKEMBANGAN 6

2.1 Sejarah Tempat Kerja Praktik 7

2.2 Struktur Organisasi 8

2.3 Lokasi dan Letak Laboratorium DLH Kab. Mojokerto 9

BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA 10

3.1 *Chemical Oxygen Demand* 10

3.2 Metode Pengukuran COD 10

3.3 Spektrofotometer 11

3.4 Limbah Cair 12

3.5 Sumber Air Limbah 13

3.6 Karakteristik Air Limbah 14

3.7 Baku Mutu Air 16

3.8 Kelebihan dan Kekurangan COD 17

3.9 *Biochemical Oxygen Demand* 18

3.10 Pengujian BOD 18

3.11 Prinsip Pengujian BOD 20

3.12 Penentuan Pengujian BOD 22

3.13 Metode Titrasi dengan *Winkler-*Alkali 23

3.14 Perhitungan Nilai BOD 24

BAB 4HASIL DAN PEMBAHASAN 26

4.1 Tujuan Penelitian 26

4.2 Metodologi Pengujian COD 26

4.2.1 Alat dan Bahan 26

4.2.2 Prosedur Pengujian 27

4.2.3 Pengukuran 27

4.2.4 Hasil dan Pembahasan 27

4.3 Metodologi Pengujian BOD 27

4.3.1 Alat dan Bahan 28

4.3.2 Prosedur Pengujian 29

4.3.3 Pengukuran 29

4.3.4 Hasil dan Pembahasan 40

DAFTAR PUSTAKA 50

APENDIKS 53

LAMPIRAN 52

Lampiran 1. Surat Penerimaan Kerja Praktik.................................................53

Lampiran 2. Surat Pernyataan Selesai Melakukan Kerja Praktik .......54

Lampiran 3. Absensi Kerja Praktik .......55

Lampiran 4. Foto-Foto Kegiatan Kerja Praktik .......56

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1 Lokasi Unit Pelaksanaan Teknik (UPTD) Labiratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabuaten Mojokerto 9

Gambar 2 Diagram Alir Pengujian COD 28

Gambar 3 Pengambilam digestion solution dan asam di ruang asam 31

Gambar 4 Uji Spektrofotometer 33

Gambar 5 Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Kalium Hidrogen Phatalat (KHP) 35

Gambar 6 Hasil Pengujian ketika penambahan MnsO4 dan alkali dilakukan 42

Gambar 7 Hasil Penambahan Indikator Amilum pada Titrasi 43

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Standar Baku Mutu 16

Tabel 2. Waktu yang Dibutuhkan untuk Mengoksidasi bahan-bahan organik pada suhu 20℃ 19

Tabel 3. Jumlah Contoh Uji 23

Tabel 4. Hasil Kurva Kalibrasi Larutan Standar dengan λ 420 nm 34

Tabel 5. Penetapan kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) Larutan Sampel 38

Tabel 6. Hasil Titrasi pada Pengujian BOD 44

Tabel 7. Hasil Perhitungan Penetapan BOD Pada Blanko 45

Tabel 8. Hasil Perhitungan Penetapan BOD pada Sampel Uji 46

**BAB I**

**PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Sebuah perguruan tinggi melaksanakan kegiatan belajar mengajar, penelitian hingga pengaplikasiannya di dalam masyarakat yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Dalam hal ini, dapat dicapai melalui penerapan langsung teori yang telah didapat selama kegiatan belajar mengajar ataupun penelitian sehingga nantinya dapat diterapkan langsung di dalam masyarakat sebagai sarana latihan di dalam mengembangkan ilmu dan pengetahuan yang telah mahasiswa miliki di lingkungan kerja perusahaan. Hal tersebut tentunya juga diterapkan oleh Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI). Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI) merupakan salah satu perguruan tinggi swasta yang berbasis korporasi di bawah naungan PT. Semen Indonesia, Tbk. Universitas ini terletak di kawasan pabrik Semen Indonesia, di Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero), Tbk., Kabupaten Gresik Jawa Timur. Salah satu program studi di UISI adalah Teknik Kimia, yang berfokus mempelajari pemrosesan satu bahan menjadi produk bernilai dengan mengedepankan beberapa aspek seperti ekonomi, manajerial, ketersediaan bahan baku dan faktor lingkungan.

Pada era globalisasi saat ini, banyak industri berbasis kimia yang membutuhkan tenaga kerja profesional khususnya dalam bidang Teknik Kimia. Program Studi Teknik Kimia merupakan salah satu cabang ilmu teknik maupun rekayasa yang mempelajari mengenai pemrosesan bahan mentah menjadi barang yang bernilai ekonomis baik itu dilakukan di dalam skala kecil maupun di dalam skala besar. Beberapa bidang terkait yang menjadi fokus dari program studi Teknik Kimia, antara lain: proses produksi, pengolahan air limbah, sistem utilitas pabrik, perancangan alat, desain pabrik dan alat industri kimia, penentuan bahan konstruksi pabrik, manajemen dan keselamatan pabrik kimia, beserta perencanaan anggaran dan perekonomian di dalam suatu pabrik.

Departemen Teknik Kimia mempelajari mengenai proses pengolahan limbah industri pada pabrik. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan nilai guna dari limbah tersebut dengan memperhatikan beberapa aspek. Salah satu industri kimia yang dipelajari di Departemen Teknik Kimia UISI adalah industri pengolahan limbah. Limbah industri adalah limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang termasuk bahan yang dianggap tidak berguna selama proses pembuatan seperti pabrik , industri, pabrik, dan operasi pertambangan. Jenis limbah industri meliputi kotoran dan kerikil, pasangan bata dan beton, besi tua, minyak, pelarut, bahan kimia, kayu bekas, bahkan bahan nabati dari restoran. Limbah industri dapat berupa padat, cair atau gas. Ini mungkin limbah berbahaya atau tidak berbahaya.

Perkembangan Industri di Indonesia pada saat ini cukup pesat. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya Industri yang memproduksi berbagai jenis kebutuhan manusia seperti industri kertas, tekstil, makanan, dan sebagainya. Seiring dengan perkembangan tersebut, maka semakin banyak pula hasil samping yang diproduksi sebagai limbah. Banyaknya limbah dapat menyebabkan terjadinya pencemaran, terutama limbah cair yang dapat mencemari sistem perairan seperti sungai. Dengan demikian limbah cair yang dikeluarkan harus memiliki baku mutu untuk mencegah pencemaran. Jika terjadinya pencemaran, hal ini harus ditanggulangi (dicegah) dengan mengolah limbah yang dikeluarkan agar sesuai dengan baku mutu.

Salah satu parameter yang sering digunakan sebagai tolak ukur tercemarnya suatu sungai adalah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Dengan mengetahui nilai BOD suatu limbah cair, maka dapat diketahui limbah tersebut dapat berpotensi tercemari sungai atau tidak. Pada umumnya, limbah industri makanan seperti tahu, kecap, gula, minyak sawit, dan sebagainya yang mengandung nilai BOD tinggi jika dibandingkan dengan industri kimia.

Baku mutu air yang ditetapkan dan berfungsi sebagai tolok ukur untuk menentukan telah terjadi pencemaran air dan tingkat kualitas air yang dicapai baku mutu air yang ditetapkan pada sumber air dengan memperhatikan kondisi dan dihitung berapa beban zat pencemar yang dapat ditenggang oleh air penerima sehingga air dapat berfungsi sesuai peruntukkannya. Salah satu usaha untuk meghitung beban pencemar tersebut adalah dengan mengukur kadar *Chemical Oxygen Demand* (PP No. 82 Tahun 2001).

**1.2 Tujuan dan Manfaat**

**1.2.1 Tujuan**

1. **Umum**

Tujuan umum dari dilakukannya Kerja Praktik adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan teori yang telah diperoleh di kegiatan belajar mengajar dengan pengaplikasiannya di dalam skala industri.
2. Memenuhi beban Satuan Kredit Semester (SKS) yang mendukung penelitian Tugas Akhir.
3. Memperoleh pengalaman di dalam lingkup lingkungan kerja dan mendapat peluang untuk dapat berlatih menangani permasalahan yang kerap terjadi di masyarakat.
4. Menambah wawasan dari segi penerapan dan aplikasi ilmu Teknik Kimia dalam bidang analitis pada suatu lembaga lingkungan hidup.
5. Menjalin hubungan kemitraan dan kerjasama antara lingkup pendidikan dan dunia industri.
6. Mengetahui perkembangan teknologi yang diaplikasikan dalam ruang lingkup industri.
7. Mengikuti kegiatan slembaga lingkungan hidup secara langsung, serta mampu bekerja di dalam tim dan memberikan kontribusi.
8. **Khusus**

Tujuan khusus dari dilakukannya Kerja Praktik adalah utuk mengetahui cara mengpengujian suatu limbah hasil pengolahan pabrik dengan menggunakan parameter *Chemical Oxygen Demand* dan *Biochemical Oxygen Demand.*

**1.2.2 Manfaat**

Berikut adalah manfaat dari adanya kerja praktik di UPTD Laboratorium Lingkungan Kabupaten Mojokerto.

**1. Bagi Perguruan Tinggi**

1. Menambah kompetensi dan kualitas pendidikan agar nantinya mampu menghasilkan lulusan yang kompeten dan dibutuhkan di dunia kerja, terutama di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto.
2. Meningkatkan kerja sama program studi antara Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI) dengan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto.

**2. Bagi Perusahaan**

1. Memberikan kontribusi sehingga perusahaan mampu berbagi ilmu pengetahuan beserta kemampuan yang dibutuhkan di dunia kerja nantinya, dengan tujuan untuk mencetak lulusan yang kompeten dan memenuhi kriteria perusahaan.
2. Membangun kerjasama antara dunia pendidikan dengan perusahaan serta mempererat kerjasama dengan perguruan tinggi terkait.
3. Memperoleh kritik dan saran yang membangun dari mahasiswa yang melakukan kerja praktik.

**3. Bagi Mahasiswa**

1. Memperoleh pengalaman kerja di Dinas Lingkungan Hidup di Departemen Proses pengendalian limbah B3 sehingga mampu menerapkan dan mengaplikasikan teori yang telah didapat di bangku perkuliahan.
2. Belajar secara langsung mengenai penanganan limbah industri dengan ahli terkait secara langsung.
3. Mendapatkan keterampilan, ilmu pengetahuan, dan wawasan guna meningkatkan kompetensi sehingga nantinya mampu diimplementasikan di dunia kerja.

**1.3 Metodologi Pengumpulan Data**

Metodologi pengumpulan data yang dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto adalah sebagai berikut :

1. Metode orientasi, yaitu pengenalan mengenai profil perusahaan, gambaran proses, keselamatan dan kesehatan kerja di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto
2. Metode *interview,* yaitu melakukan wawancara secara langsung dengan para analis mengenai penelitian yang dilakukan.
3. Metode observasi, yaitu mengumpulkan data yang dilakukan dengan cara pengamatan, serta mencatat secara sistematis terhadap obyek penelitian.
4. Metode dokumentasi, yaitu mengumpulkan data dengan cara mencatat dari seluruh dokumen yang berkaitan dengan obyek penelitian.

**1.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja praktik**

**Lokasi** : UPTD Laboratorium Lingkungan Kabupaten Mojokerto

Jalan Pemuda No. 55B, Bulanan, Seduri, Kec. Mojosari, Mojokerto, Jawa Timur 61382

**Waktu :** 1 - 30 Maret 2021

**1.5 Nama Unit Kerja Tempat Pelaksanaan Kerja praktik**

Dalam hal ini, kegiatan kerja praktik di UPTD Laboratorium Lingkungan Kabupaten Mojokerto dilaksanakan secara garis besar di Unit Kerja: UPTD Laboratorium Lingkungan Kabupaten Mojokerto, Pengujian limbah cair BOD, COD.

Proses pelaksanaan kerja praktik berpedoman pada silabus yang telah ditentukan untuk menghindari penyimpangan tujuan kerja praktik. Ruang lingkup hasil dalam penulisan kerja praktik ini adalah untuk melakukan sebuah pemecahan masalah dalam pengujian pengujian sampel air limbah pada suatu pabrik*.*

**BAB II**

**SEJARAH DAN PERKEMBANGAN**

# 2.1 Sejarah

Unit Pelaksana Teknis Dinas (UPTD) Laboratorium Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto mempunyai tugas pokok dan fungsi untuk memberikan pelayanan pengujian parameter lingkungan. UPTD I beridir pada tanggal 7 Januari 2009 berdasarkan peraturan Bupati Mojokerto Nomor 6 Tahun 2009. UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto dapat menguji dan melakukan pengambilan contoh uji untuk parameter air dan air limbah, udara ambien dan emisi baik emisi sumber bergerak maupun tidak bergerak.

UPTD ( Unit Pelaksana Teknis Dinas) Laboratorium Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto Terakrediatasi laboratorium penguji pada tahun 2010 dengan lingkup parameter pengujian air dan air limbah, meliputi pengujian COD *(Chemical Oxygen Demand)*¸ pengujian pH (*Power of Hydrogen*), TSS ( *Total Suspended Solid*), BOD *(Biological Oxygen Demand)*, kobalt, cadmium , krom total, tembaga, nikel, timbal, seng dan mangan. Melihat potensi dari Industri di Kabupaten Mojokerto semakin meningkat maka parameter tersebut dipilih dan dianggap mewakili kebutuhan pasar pengujian limbah Industri diwilayah Mojokerto. Serta sebagiamana yang tertulis dalam Peraturan Bupati Mojokerto Nomor 24 tahun 2018 ayat (1), UPTD laboratorium Lingkungan Hidup mempunyai :

1. Pelaksanaan pengujian, Pendidikan dan pelatihan teknis laboratorium lingkungan.
2. Pelaksanaan pengambilan, perlakuan, dan pengujian parameter kualitas lingkungan.
3. Pelaksanaan validasu atau verifikasi metode pengambilan contoh uji dan pengujian parameter kualitas lingkungan.
4. Pelaksanaan validasi atau verifikasi klaim ketidakpastian pengujian.
5. Pelaksanaan penanganan pengaduan hasil pengujian.
6. Pelaksanaan inventatasasi sumber – sumber emisi/efluen di daerah tapak.
7. Pelaksanaan pengawasan terhadap industri dengan mengambil sampel dan data – data lain.
8. Pelaksanaan evaluasi dan penyusunan laporan, dan
9. Pelksanaan tugas – tugas kedinasan lain yang diberikan oleh kepala dinas.

(Peraturan Bupati Mojokerto, 2018)

### 2.2 Struktur Organisasi

Unit Pelaksana Teknis (UPT) Laboratorium Lingkungan Hidup Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto mempunyai susunan organisasi sebagai berikut :

MANAJER TEKNIS

Hayat Tulloh Husaini S.T

Rahmadila Okta Riandini, ST

MANAJER MUTU

Dian Khristin A . S.Si

Eko Januar Anggara, S.Si

**Kepala UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan** **Hidup**

Iwan setiawan S.Si

**Kepala Dinas Lingkungan Hidup kabupaten Mojokerto**

Dr. Didik Chusnul Yakin. S.Sos. M.Si

**TIM INTERNAL AUDIT**

Hayat Tulloh Husaini S.T

Lailaitul Mikroziah S.T

Khoirun Nisak R. S.Si

Abdillah Shobirin

**Petugas pengambil Contoh**

Didik Yulianto

Aris Hendra W

Agung S

**Petugas pengambil Contoh**

Didik Yulianto Wanda Prasetya

Aris Hendra W Dhimas Fariz R.

Agung S

**Penyelia PPC**

Didik Yulianto

**K3L**

Irma Ardiana . S.T

**Penyelia Laboratorium**

Khoirun Nisak R . S.Si

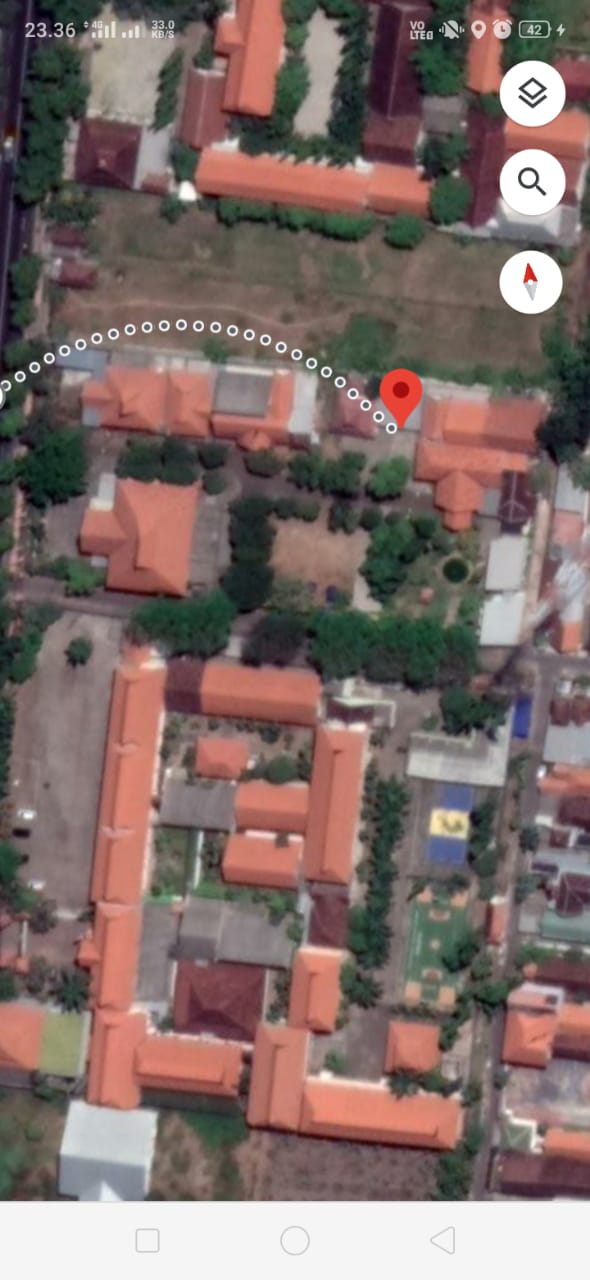
**Analis**

* Tesya Paramita Frista Tri Oktaviani
* Lailatul Mikroziah Khoirun Nisak
* Irma Ardiana Dwi Ayu L.W
* Melissa Linda A Farida Auliyah
* Ajeng Andira Roufur Rokhim

**2.3 Lokasi dan Letak UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto**

Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Dinas Laboratorium Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto merupakan salah satu institusi Dinas Lingkungan Hidup yang berperan sebagai penyedia jasa dan data pengujian kualitas lingkungan, menganalisa contoh uji yang diterima atau mengambil secara langsung di suatu industri untuk dilakukan pengujian dan pemeriksaan kualitas air bersih ataupun air limbah. Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Laboratorium Lingkungan Hidup Dinas

LIngkungan Hidup Kabupaten Mojokerto ini berlokasikan di Jl. Pemuda No. 55B Bulanan, Seduri, Kecamatan Mojosari , Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur 61382. Dimana letak bangunan dari Unit Pelaksana Teknis (UPTD) Laboratorium Lingkungan Hidup Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto ini tepat dibelakang gedung Dinas Ketenaga Kerjaan Mojokerto . Berikut gambar lokasi peta Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Laboratorium Lingkungan Hidup Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto yang berlingkar merah dibawah ini :

****

**Gambar 1.** Lokasi Unit Pelaksana Teknis (UPTD) Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto

**BAB III**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**3.1 COD ( *Chemicel Oxygen Demand*)**

COD adalah jumlah oksigen kimia terlarut yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi, yakni untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 liter air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat selama 2 jam dengan suhu yang digunakan ialah 150 C. COD berasal dari kegiatan industri serta sering digunakan sebagai ukuran untuk polutan didalam air limbah untuk menilai kekuatan pembuangan air limbah Industri.

Keberadaan COD di lingkungan akan memberikan dampak pada manusia dan lingkungan diantaranya adalah banyak biota air yang mati dikarenakan konsentrasi oksigen terlarut dalam air terlalu sedikit dan semakin sulitnya mendapatkan air yang memenuhi sebagai baku mutu air yang bias digunakan dalam kehidupan sehari – hari. COD memiliki dampak pada kesehatan manusia yakni apabila konsentrasi COD yang tinggi dalam badan air menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah tinggi maka jumlah dari mikroorganisme baik secara patogen dan tidak dapat menimbukan berbagai jenis penyakit terhadap manusia. Sedangkan dampak COD pada lingkungan yakni apabila konsetrasi COD yang tinggi dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam badan air menjadi rendah, bahkan habis. Factor ini dapat menyebabkan oksigen yang menjadi sumber kehidupan bagi makluk hidup yang berada dalam air menjadi terancam mati dan tidak dapat berkembang dengan baik (Fardiaz, 1992).

**3.2 Metode Pengukuran COD**

Berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI) terdapat beberapa pengujian yang dapat digunakan untuk mengukur COD dalam badan air ialah pengukuran COD yang dilakukan dengan metode refluks tertutup sepktrofotometri sesuai dengan SNI 6989.2 2009. Refluk spektrofotometri ialah metode pengujian yang dilakukan untuk menguji COD yang teradapat dalam air limbah dengan menggunakan ion dikromat sebagai agen pengoksidator Cr2O72- secara spektrofotometri pada kisaran nilai COD 100 mg/l sampai dengan 900 mg/l dengan Panjang gelombang yang digunakan ialah 600 nm untuk pengujian COD tinggi. Dan sebalinya untuk nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L pengukuran dilakukan dengan menggunakan Panjang gelombang 420 nm. Prinsip metode ini ialah senyawa organik dan anorganik. Peralatan yang digunakan ialah refluks sebagai tempat sampel uji serta reaksi kimia yang terjadi pada sampel, penggunaan asam pekat dan titrasi. Metode pengukuran COD juga dapat didasarkan pada ketentuan bahwa semua bahan organik yang terkandung dapat dioksidasi menjadi CO2 dan H2O dengan bantuan oksidator yang kuat dalam keasaman, Maka dapat dikatakan semakin tinggi jumlah COD yang dihasilkan semakin tinggi kadar oksigen terlarut untuk dioksidasi dan oksigen yang tersedia untuk biota diperairan semakin rendah. Prinsip metode ini adalah senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh Cr2O72- dalam refluks tertutup menghasilkan Cr3+. Jumlah oksidasi yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O2 mg/L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. Cr2O72- mengabsorsi secara kuat pada panjang gelombang 600 nm. Sampel diambil sebanyak 2,5 mL, kemudian dimasukkan ke dalam tabung, ditambah dengan 1,5 mL *digestion solution* tinggi dan 3,5 mL pereaksi sulfat yang berisi campuran Ag2SO4 dan H2SO4 kemudian mulut tabung COD ditutup rapat, dikocok sampai homogen. Selanjutnya tabung beserta isinya dimasukkan ke dalam COD reaktor, yang dioperasikan pada suhu 150℃ selama 120 menit, selanjutnya setelah dingin larutan diukur dengan spektrofotometer sebelumnya membuat larutan standar COD untuk mengetahui nilai COD pada sampel (SNI 6989.2:2019).

## 3.3 Spektrofotometri

Spektrofotometri merupakan suatu metode pengujian kimia yang digunakan untuk melakukan pengujian kadar zat berdasarkan nilai absorbansi zat tersebut pada Panjang gelombang tertentu. Spektrofotometri akan mengukur secara fotometris terhadap jumlah sinar dengan Panjang gelombang tertentu yang diserap oleh sampel uji, apabila suatu sinar dilewatkan pada larutan tertentu dengan Panjang gelombang tertentu maka setiap larutan akan mempunyai daya serap pada gelombang tertentu. Berikut tabel Panjang gelombang dengan warna yang diserap :

**Tabel 1.** Spektrum Panjang Gelombang dan Energi Radiasi, serta Warna Asli dan Warna Komplementer

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Spektrum Sinar Tampak | | | |
| Panjang gelombang (nm) | Warna asli | Warna komplementer | Energi foton (eV) |
| 400 – 435 | Ungu | Kuning – hijau | 3,09 – 2,84 |
| 435- 480 | Biru | Kuning | 2,84 – 2,58 |
| 480- 490 | Hijau – biru | Jingga | 2,58- 2,52 |
| 490 - 500 | Biru – hijau | Merah | 2,52 – 2,47 |
| 500 – 560 | Hijau | Ungu | 2,47 – 2,21 |
| 560 – 580 | Kuning – hijau | Ungu | 2,21 – 2,08 |
| 580 – 595 | Kuning | Biru | 2,13 – 2,08 |
| 596 – 610 | Orange | Hijau – biru | 2,08 – 2,03 |
| 610 – 750 | Merah | Biru – hijau | 2,03 – 1,65 |

Pada penentuan konsentrasi dari suatu larutan dengan menggunakan metode spektroforometri. Akan dihasilkan konsentrasi tersebut berbanding lurus dengan jumlah absorbansi. Hal tersebut sesuai dengan hukum *Lambert – Beer* dimana “ absorbansi (A) berbandiing lurus dengan hasil konsentrasi (C), tebal kuvet (b) dan konstanta ekstingmolar (ε) dari larutan tersebut ” sehingga dapat dirumuskan sebagai :

A = ε . b. c…………………………………….(1)

Sehigga jika konstrasi yang dihasilkan semakin besar makan jumlah absorbansi yang dihasilkan juga semakin besar (Austin, 1996).

Penentuan nilai COD pada pengujian ini dengan refluks tertutup secara spektrofotometri sesuai SNI 6989.2 2019. Metode ini digunakan untuk menghitung kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air dan air limbah dengan reduksi Cr2O72- secara spektrofotometri. Pada kisaran nilai COD rendah kurang dari atau sama dengan 90 mg/ L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm. COD tinggi dengan kisaran konsetrasi 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 600 nm.

## 3.4 Limbah Cair

Air limbah (*wastewater*) merupakan kotoran yang dihasilkan dari proses pengolahan kegiatan masyarakat dan rumah tangga dan industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum (Sugiharto, 2005:5) sehingga berdasarkan jenisnya limbah dibagi menjadi 3 bagian yakni limbah, limbah padat dan limbah gas.

Limbah cair ialah limbah yang berwujud cair yang berasal dari hasil kegiatan industri yang dibuang langsung ke lingkungan dan dapat menjadi penyebab tercemarnya lingkungan. Sedangkan menurut peraturan pemerintah RI nomor 82 tahun 2001 air limbah merupakan sisa dari hasil suatu usaha atau kegiatan yang berbentuk cair. Air limbah tersebut berasal dari berbagai hasil kegiatan seperti limbah rumah tangga maupun limbah industri.

### 3.5 Sumber Air Limbah

Air limbah dapat berasal dari berbagai sumber yaitu sebagai berikut :

1. Rumah tangga *(limbah domestic)*

Limbah rumah tangga adalah air hasil buangan yang berasal dari penggunaaan untuk kebersihan seperti gabungan hasil kegiatan dapur, kamar mandi, toilet dan bekas cucian.

1. Limbah perkotaan *(municipal wastes water)*

Air buangan yang berasal dari daerah seperti perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, dan tempat-tempat aktivitas perdagangan lainnya.

1. Limbah industri *(industrial wastes water)*

Jenis bahan sisa atau bahan buangan yang berasal dari hasil pengolahan suatu industri dan dapat menjadi limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup manusia, tumbuhan dan hewan.

### 3.6 Teknik Pengolahan Limbah

### Air limbah yang mengandung COD dapat diidentifikasi dengan melakukan metode pengukuran menggunakan peralatan khusus *reflux*, penggunaan asam pekat, pemanasan dan titrasi. Peralatan *reflux* digunakan untuk menghindari berkurangnya produksi air limbah karena pemanasan. Pengendalian pencemaran air limbah dapat ditentukan dengan baku mutu air limbah sebesar pengendalian air limbah dilakukan dengan cara menurunkan jumlah COD yang terkandung dalam air limbah tersebut yaitu:

1. Penambahan okulasi , yaitu penambahan zat – zat yang dapat mengoksidasi polutan dalam air, oksidator yang biasanya digunakan seperti kaporit dan hydrogen peroksida
2. Raeksi kimia koagulasi dan flektuasi , yaitu reaksi ini digunakan untuk menghilangkan TSS yang ada didalam air dan kadar COD juga otomatis akan ikut turun, dalam hal ini penambah zar flokulan dilakukan dengan sangat teliti karena apabila dosisnya berlebih akan menghasilkan kadar COD yang besar.
3. Biological treatment , yakni kadar COD yang berada diatas 2000 ppm dapat menggunakan anaerobic namun jika nilai dar COD kecil dapat menggunakan aerobic (Sri Moertinah, 2010).

## 3.7 Karakteristik Air Limbah

Berdasarkan karakteristiknya air limbah dibedakan menjadi beberapa karakteristik yakni :

**3.7.1 Karakteristik Fisik**

Air limbah memiliki komposisi 99,9% air, Kandungan padat, warna , bau dan suhunya. Sedangkan komposisi dari kandungan bahan padat sebesar 0,1% yang terdiri dari beberapa senyawa padatan yang tak larut dalam air. Supsensi padatan tersebut memiliki volume kisaran 100 – 500 mg/l. dengan ketentuan apabila volume suspense padat tersebut kurang dari 100 mg/l maka limbah tersebut tergolong ke dalam air limbah lemah, dan sebaliknya jika suspense volume air limbah diatas 500 mg/l maka air limbah tersebut tergolong kedalam ari limbah kuat. Dengan karakteristik fisik total yang dimiliki ialah :

1. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan menurut *Tchobanoglous* 1991 ialah limbah cair di definisikan sebagai massa per satuan volume. Densitas merupakan karakteristik penting dalam limbah cair karena dapat memberikan informasi tingkat densitas air limbah dalam tempat sedimentasi maupun unit lain dalam instalasi pengolahan air limbah. Sedangkan padatan total merupakan padatan yang dhasilkan dari proses penguapan sampel limbah cair dengan temperatur 103-105oC. Menurut Sugiharto (1987), bahan padatan total terdiri dari bahan padat tak terlarut atau bahan padat terapung serta senyawa-senyawa yang terlarut dalam air (zat padat yang lolos filter kertas) dan bahan tersuspensi (zat yang tidak lolos saringan filter)

(Asmadi dan Suharno, 2012:7).

1. Bau

Bau merupakan petunjuk adanya pembusukan pada air limbah. Penyebab adanya bau pada air limbah karena adanya bahan volatile, gas terlarut dan hasil sampling dari pembusukan bahan organik. Bau dihasilkan oleh air limbah pada umumnya berupa gas yang dihasilkan dari peruraian zat organik yang terkandung dalam air limbah, seperti hidrogen sulfida (H2S). Efek dari timbulnya bau antara lain, dalam konsentrasi rendah bagi kehidupan dapat menimbulkan gangguan psikologis yaitu stress. Menurut Tchobanoglous (1991), dalam paparan yang berkelanjutan dapat menyebabkan berkurangnya nafsu makan, rendahnya konsumsi air, melemahkan pernafasan, rasa mual dan muntah dan gangguan mental (Seoharno, 2012)).

1. Suhu

Temperatur merupakan salah satu parameter penting dalam air. Temperatur pada air dapat menentukan besarnya kehadiran spesies biologi dan tingkat aktivitasnya. Pada temperatur yang rendah aktivitas biologi seperti pertumbuhan dan reproduksi akan menjadi lebih lambat. Sebaliknya jika suhu meningkat maka aktivitas biologi juga akan meningkat. Suhu air limbah biasanya lebih tinggi daripada air bersih. Suhu air limbah dipengaruhi oleh kondisi udara sekitarnya, air panas yang dibuang dari sisa pendingin mesin pada industri ataupun dari rumah tangga. Pengukuran suhu sangat penting karena kebanyakan instalasi pengolah air limbah meliputi pengolahan-pengolahan biologis yang tergantung pada suhu. (Sugiharto,1987), suhu air limbah biasanya berkisaran pada 13-24oC (Seoharno, 2012)

1. Padatan Total

Padatan total merupakan zat padat yang tersisa dari hasil penguapan sampel limbah cair. Pada temperatur 103-105℃. Menurut Sugiharto (1987), bahan padatan total terdiri dari bahan padat tak terlarut atau bahan padat terapung serta senyawa-senyawa yang terlarut dalam air (zat padat yang lolos dari proses penyaringan manual) dan bahan tersuspensi (zat yang tidak lolos saringan filter) (Seoharno, 2012)

1. Warna

Air murni sebenarnya tidak berwarna tetapi seringkali diwarnai oleh bahan asing. perubahan warna yang disebabkan oleh adanya padatan terlarut yang masih ada setelah penghilangan partikel *suspended* disebut warna sejati. Karakteristik yang sangat mencolok pada air limbah adalah warna yang umumnya disebabkan oleh zat organik dan *algae*  yang masih terdapat didalamnya (Seoharno, 2012) konduktivitas

1. *Turbidity* (Kekeruhan)

Kekeruhan pada dasarnya disebabkan oleh adanya koloid, zat organik, jasad renik, lumpur, tanah liat dan benda terapung yang tidak mengendap dengan segera. Kekeruhan yang ada dalam air buangan disebabkan oleh berbagai macam suspended solid yang ada (Asmadi dan Suharno, 2012:9)

1. Karakteristik Kimia

Berdasarkan hasil pengolahanya industri limbah dihasilkan biasanya bercamput dengan zat kimia anorganik dan organik yang mengandung zat kimia seperti BOD, COD, dan logam berat seperti air raksa, kromium, cadmium, besi, nikel, arsen , selenium, mangan, dan aluminium. Pengujian air limbah terhadap bahan kimia berbahaya dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa bahan organik maupun anorgnik yang bertujuan untuk mereduksi zat kimia dalam limbah air tersebut, sehingga kandungan berbahaya dalam limbah air tersebut menjadi berkurang dan hilang. Adapun metode pendukung pengujian tersebut seperti klorida, sulfat, pH serat alkalimitas yang diperlukan untuk mengkaji air limbah tersebut sudah diolah kembali untuk pengolahan lainnya (Sugiharto, 2010)

**3.7.2 Karakteristik biologi**

Karakteristik biologi pada limbah menjadi dasar untuk mengontrol timbulnya penyakit yang disebabkan oleh organisme pathogen yang terdapat dalam limbah tersebut seperti *E.colli* (Sugiharto, 2010)

**3.8 Baku Mutu Air**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah dengan kadar unsur pencemar yang keberadaan air limbahnya harus dikeluarkan atau dibuang ke dalam media air oleh suatu industri dalam setiap produksi yaitu sebagai berikut :

**Tabel 2.** Standar Baku Mutu

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Parameter** | **Satuan** | **Nilai** | **Baku Mutu** |
| pH | - | 5,8 | 06-Sep |
| BOD | mg/L | 1260 | 30 |
| COD | mg/L | 3039,7 | 60 |
| TSS | mg/L | 855 | 100 |
| Minyak Lemak | mg/L | 60 | 1 |
| Phenol | mg/L | 0,926 | 0,1 |
| Warna | mg/L | 185 | 50 |
| Nitrat | mg/L | 82,17 | 0,06 |
| Cr | mg/L | 0 | 2 |
| Parameter | mg/L | Nilai | Baku Mutu |
| Sisa Khlor | mg/L |  | 600 |

## 3.9 Kelebihan dan kekurangan COD

## Metode COD ini memiliki kelebihan dan kekuragan sebagai berikut :

1. Memakan waktu ±3 jam, sedangkan BOD5 memakan waktu 5 hari.
2. Untuk menganalisa COD antara 50 – 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel, sedangkan BOD5 selalu membutuhkan pengenceran.
3. Ketelitan dan ketepatan (*reprodicibilty*) tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD5.
4. Gangguan zat yang bersifat racun tidak menjadi masalah.

Sedangkan kekurangan dari tes COD adalah tidak dapat membedakan antara zat yang sebenarnya yang tidak teroksidasi (*inert*) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis. Hal ini disebabkan karena tes COD merupakan suatu analisa yang menggunakan suatu oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis, sehingga suatu pendekatan saja. Untuk tingkat ketelitian pinyimpangan baku antara laboratorium adalah 13 mg/l. Sedangkan penyimpangan maksimum dari hasil analisa dalam suatu laboratorium sebesar 5% masih diperkenankan.Senyawa kompleks anorganik yang ada di  perairan yang dapat teroksidasi juga ikut dalam reaksi (De Santo, 1978), sehingga dalam kasus-kasus tertentu nilai COD mungkin sedikit ‘*over estimate*’ untuk gambaran kandungan bahan organik.

Berikut ada cara bagaimana cara untuk menangulangi yakni berdasarkan hasil penelitian COD yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa semakin lama waktu tinggal, maka nilai COD akhir semakin turun (prosentase penurunan COD semakin besar). Hal ini disebabkan semakin lama waktu tinggal akan memberi banyak kesempatan pada mikroorganisme untuk memecah bahan-bahan organik yang terkandung di dalam limbah. Di sisi lain dapat diamati pula bahwa semakin kecil nilai COD awal (sebelum treatment dilakukan) akan menimbulkan kecenderungan penurunan nilai COD akhir sehingga persentase penurunan COD nya meningkat. Karena dengan COD awal yang kecil ini, kandungan bahan organik dalam limbah pun sedikit, sehingga bila dilewatkan *trickling* filter akan lebih banyak yang terurai akibatnya COD akhir turun. Begitu pula bila diamati dari sisi jumlah *tray* (tempat filter media). Semakin banyak *tray*, upaya untuk menurunkan kadar COD akan semakin baik. Karena dengan penambahan jumlah *tray* akan memperbanyak jumlah ruang / tempat bagi mikroorganisme penurai untuk tumbuh melekat. Sehingga proses penguraian oleh mikroorganisme akan meningkat dan proses penurunan kadar COD semakin bertambah.

**3.10 *Biochemical Oxygen Demand***

**3.10.1 Pengertian *Biochemical Oxygen Demand***

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* merupakan suatu pengujian empiris yang membahas proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme untuk menguraikan zat organik yang terdapat dalam air limbah

(Alaerts dan Santika, 1984).

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri. Penguraian zat organik merupakan suatu peristiwa alamiah, apabila air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut yang dapat mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut. Beberapa zat organik maupun anorganik dapat bersifat racun misalnya sianida, tembaga, dan sebagainya sehingga harus dikurangi sampai batas yang digunakan (Alaerts dan Santika, 1984).

BOD merupakan suatu parameter yang sering digunakan untuk menentukan karakteristik zat polutan dalam limbah cair yang dapat digunakan untuk mengetahui derajat pencemaran air limbah domenstik maupun industri. Makin banyak zat organik, makin tinggi BOD-nya. Nilai BOD dipengaruhi oleh suhu, cahaya, matahari, pertumbuhan biologik, gerakan air dan kadar oksigen. Pada air sungai yang bersih, nilai BOD berkisar sampai 10 ppm. Jika nilai BOD lebih besar dari 10 ppm maka dianggap telah terkontaminasi

(Alaerts dan Santika, 1984).

Terdapat pembatasan BOD yang penting sebagai petunjuk dari pencemaran organik. Apabila ion logam yang beracun terdapat dalam sampel, maka aktivitas bakteri akan terhambat sehingga nilai BOD menjadi lebih rendah dari yang semestinya (Mahida, 1981). Pada Tabel 1. dapat dilihat waktu yang dibutuhkan utnuk mengoksidasi bahan organik di dalam air.

**Tabel 3.** Waktu yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik pada suhu 20⁰C

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Waktu (hari) | Bahan Organik Teroksidasi (%) | Waktu (hari) | Bahan Organik Teroksidasi (%) |
| 0.5 | 11 | 8.0 | 84 |
| 1.0 | 21 | 9.0 | 87 |
| 1.5 | 30 | 10.0 | 90 |
| 2.0 | 37 | 11.0 | 92 |
| 2.5 | 44 | 12.0 | 94 |
| 3.0 | 50 | 13.0 | 95 |
| 4.0 | 60 | 14.0 | 96 |
| 5.0 | 68 | 16.0 | 97 |
| 6.0 | 75 | 18.0 | 98 |
| 7.0 | 80 | 20.0 | 99 |

*Sumber : Standard Methods for Examination of Waste Water (1965)*

Akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses pemurnian air secara alamiah *(self purification)* yang seharusnya terjadi pada air limbah akan terhambat. Air limbah menjadi sulit terurai. Panas dari industri juga akan membawa dampak bagi kematian organisme, apabila air limbah tidak didinginkan terlebih dahulu.

Secara khusus, efek BOD dan COD yang melebihi baku mutu pada badan air adalah berkurangnya oksigen terlarut dalam badan air akibat aktivitas mikroorganisme yang menggunakan oksigen terlarut untuk menguraikan bahan-bahan organik yang terkandung di dalam badan air tersebut. Hal tersebut dapat mengakibatkan kematian ikan-ikan dan makhluk hidup lain yang hidup di dalam badan air tersebut serta membuat kondisi badan air menjadi septik

(DeMarco, J, 1988).

**3.10.2 Prinsip Pengujian *Biochemical Oxygen Demand***

Prinsip pengukuran BOD pada dasarnya cukup sederhana, yaitu mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DO*0*) dari sampel segera setelah pengambilan contoh, kemudian mengukur kandungan oksigen terlarut pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap (20℃) yang sering disebut dengan DO5. Selisih DO*0* dan DO5 (DO*0* - DO5) merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L). Pengukuran oksigen dapat dilakukan secara analitik dengan cara titrasi (Metode Winkler, iodometri).

Untuk mempermudah penetapan BOD atau terhindar dari pengulangan yang akan memerlukan waktu lama maka dilakukan langkah-langkah di bawah ini :

1. Perkirakan kebutuhan oksigen untuk mendapatkan pengenceran yang mendekati, perlu dilakukan penentuan angka KMnO4 terhadap sampel.
2. Pengenceran yang bervariasi lebih memungkinkan terhindar dari kegagalan penetapan . Gangguan yang umumnya terdapat pada pengujian BOD adalah :
3. Proses nitrifikasi dapat mulai terjadi di dalam botol BOD setelah 2-10 hari

2NH4 + 3O2 → 2NO2- + 4H+ + 2H2O.........................(2)

2NO2- + O2 → 2NO3........................................(3)

Nitrifikasi perlu oksigen. Seringkali nitrifikais tidak terjadi karena suhu 10 ℃ atau karena air sungai yang tercemar telah sampai ke muara sehingga nitrifikasi pada botol BOD tidak berlaku.

1. Zat beracun dapat memeperlambat pertumbuhan bakteri (memperlambat reaksi BOD) bahkan membunuh organisme tersebut.
2. Kemasukan/keluarnya oksigen dari botol selama inkubasi harus dicegah. Dengan ditutup hati-hati (di atas tutup botol bisa diberi air/waterseal).
3. Nutrien merupakan salah satu syarat bagi kehidupan bakteri. Sehingga sebaiknya setiap botol BOD ditambah dengan nutrient secukupnya.
4. Karena benih dari bermacam-macam bakteri dapat berkurang jumlahnya/kurang cocok bagi air buangan maka pembenihan harus dilakukan dengan baik (Sawyer & Mc Carty, 1978)

*Biological Oxygen Demand* menunjukkan jumlah oksigen dalam satuan ppm yang dibutuhkan 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. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, apabila suatu badan air dicemari oleh zat oragnik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut. Beberapa zat organik maupun anorganik dapat bersifat racun misalnya sianida, tembaga, dan sebagainya, sehingga harus dikurangi sampai batas yang diinginkan.

Berkurangnya oksigen selama biooksidasi 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. Untuk memecahkan bahan-bahan organik tersebut secara sempurna pada suhu 20℃ sebenarnya dibutuhkan waktu lebih dari 20 hari, tetapi untuk prasktisnya Berkurangnya oksigen selama bioksidasi 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 (Sawyer & Mc Carty, 1978).

**3.11 Penentuan *Biochemical Oxygen Demand***

Penentuan BOD merupakan suatu prosedur *bioassay* yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama organisme tersebut menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan, pada kondisi yang hampir sama dengan kondisi yang ada di alam. Selama pemeriksaan BOD, contoh yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk rnencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas. Konsentrasi air buangan/sampel tersebut juga harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu, hal ini untuk menjaga supaya oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan. Hal ini penting diperhatikan mengingat kelarutan oksigen dalam air terbatas dan hanya berkisar ± 9 ppm pada suhu 20°C (Sawyer & Mc Carty, 1978).

Penguraian bahan organik secara biologis di alam, melibatkan bermacam-macam organisme dan menyangkut reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbon dioksida (CO2) dan air (H2O). Pemeriksaan BOD tersebut dianggap sebagai suatu prosedur oksidasi dimana organisme hidup bertindak sebagai medium untuk menguraikan bahan organik menjadi CO2 dan H2O. Reaksi oksidasi selama pemeriksaan BOD merupakan hasil dari aktifitas biologis dengan kecepatan reaksi yang berlangsung sangat dipengaruhi oleh jumlah populasi dan suhu. Karenanya selama pemeriksaan BOD, suhu harus diusahakan konstan pada 20°C yang merupakan suhu yang umum di alam. Secara teoritis, waktu yang diperlukan untuk proses oksidasi yang sempurna sehingga bahan organik terurai menjadi CO2 dan H2O adalah tidak terbatas. Dalam prakteknya di laboratoriurn, biasanya berlangsung selama 5 hari dengan anggapan bahwa selama waktu itu persentase reaksi cukup besar dari total BOD. Nilai BOD 5 hari merupakan bagian dari total BOD dan nilai BOD 5 hari merupakan 70 - 80% dari nilai BOD total. Penentuan waktu inkubasi adalah 5 hari, dapat mengurangi kemungkinan hasil oksidasi ammonia (NH3) yang cukup tinggi. Sebagaimana diketahui bahwa, ammonia sebagai hasil sampingan ini dapat dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat, sehingga dapat mempengaruhi hasil penentuan BOD. Reaksi kimia yang dapat terjadi adalah :

2NH3 + 3O2 → 2NO2- + 2H+ + 2H2O..........................(4)

2NO2 + O2 → 2NO3-............................................(5)

(Sawyer & Mc Carty, 1978).

Adapun standar pengenceran yang dilakukan dalam uji pengujian Biochemical Oxygen Demand menurut SNI: 2009, yakni:

**Tabel 4.** Jumlah Contoh Uji

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis Contoh Uji | Jumlah Contoh Uji (%) | Faktor Pengenceran |
| Limbah Industri yang sangat pekat | 0,01 – 1,0 | 1000 – 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 Examination of Waste Water (2005)*

**3.12 Metode Titrasi dengan *Winkler-Alkali***

Pengujian BOD menggunakan metode *Winkler-Alkali* iodida azida adalah penetapan BOD yang dilakukan dengan cara mengukur berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam sampel yang disimpan dalam botol tertutup rapat, diinkubasi selama 5 hari pada temperatur kamar, dalam metode *Winkler* menggunakan larutan pengencerMgSO4, FeCl3, CaCl2 dan *buffer* fosfat. Kemudian dilanjutkan dengan metode Alkali iodida azida, yaitu dengan cara titrasi dalam penetapan kadar oksigen terlarut menggunakan pereaksi MnSO4, H2SO4, dan alkali iodida azida. Sampel dititrasi dengan natrium tiosulfat dengan menggunakan indikator amilum (Alaerts dan Santika, 1984).

Banyaknya zat pencemar pada air limbah akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air tersebut, sehingga akan mengakibatkan kehidupan dalam air yang membutuhkan oksigen terganggu serta mengurangi perkembangannya. Selain itu kematian dapat pula disebabkan adanya zat beracun yang juga menyebabkan kerusakan pada hewan dan tumbuhan air

(Benefield, D.L, 1982).

Prinsipnya dengan menggunakan titrasi iodometri. Sampel yang akan dipengujian terlebih dahulu ditambahkan larutan MnCl2 dan NaOH – KI, sehingga akan terjadi endapan MnO2. Dengan menambahkan H2SO4 atan HCl maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium (I2) yang ekivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat (Na2S2O3) dan menggunakan indikator larutan amilum (kanji). Reaksi kimia yang terjadi dapat dirumuskan sebagai berikut :

MnCl2 + NaOH → Mn(OH)2 + 2NaCl

2Mn(OH)2 + O2 → 2MnO2 + 2H2O

H+

MnO2 + O2 → 2MnO2 + I2 + 2KOH

I2 + 2Na2S2C3 → Na2S2O6 + 2NaI..................................(6)

(Sawyer & Mc Carty, 1978).

**3.14 Perhitungan Nilai *Biochemical Oxygen Demand***

1. Nilai BOD5 contoh uji dihitung sebagai berikut:

BOD5 = ..................................(1)

BOD5 = Nilai BOD5 Contoh Uji (mg/L)

A1 = Kadar Oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

A2 = Kadar Oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B1 = Kadar Oksigen terlarut Blanko setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

B2 = Kadar Oksigen terlarut Blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A1 = Kadar Oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

VB = Volume Suspensi Mikroba (mL) dalam botol DO Blanko

Vc = Volume Suspensi Mikroba (mL) dalam botol contoh uji

P = Volume Contoh Uji (V1) per Volume Total (V2)

1. Nilai BOD5 kontrol standar dihitung sebagai berikut:

BOD5 = ................................(2)

BOD5 = Nilai BOD5 kontrol standar (2 ulangan) (mg/L)

C1 = Oksigen terlarut glukosa-asam glutamat nol hari (mg/L)

C2 = Oksigen terlarut glukosa-asam glutamat lima hari (mg/L)

B1 = Kadar oksigen terlarut blanko nol hari (mg/L)

B2 = Kadar oksigen terlarut blanko lima hari (mg/L)

(SNI: 2009, BOD)

**BAB IV**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dilakukannya kerja praktik ini yakni:

1. Untuk mengetahui tata cara melakukan pengujian parameter COD dan BOD pada contoh sampel limbah industri di UPTD Laboratorium Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto.
2. Untuk mengetahui nilai parameter hasil pengujian parameter COD dan BOD pada contoh sampel limbah ondustri di UPTD Laboratorium Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto.

**4.2 Metodologi Penelitian *Chemical Oxygen Demand* (COD)**

**4.2.1 Alat dan Bahan**

**4.2.1.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam melakuakn pengujian *Chemical Oxygen Demand* ini, sebagai berikut:

1. Spektrofotometri sinar tampak ( λ COD Rendah = 420 nm, λ COD Tinggi = 600 nm)
2. Kuvet
3. *Digestion vessel*
4. Pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung *(heating block)*
5. Erlenmeyer 100 mL
6. Pipet ukur 2,0 mL dan 5 Ml
7. Labu ukur 50 mL

**4.2.1.2 Bahan**

Bahan – bahan yang digunakan dalam melakukan pengujian *Chemical Oxygen Demand* ini, sebagai berikut:

1. Aquades khusus COD (Air Bebas Organik)
2. *Digestion solution* pada kisaran konsentrasi tinggi
3. *Digestion solution* pada kisaran konsentrasi rendah
4. Larutan pereaksi asam sulfat pada konsentrasi tinggi
5. Larutan pereaksi asam sulfat pada konsentrasi Rendah
6. Sampel air limbah

**4.2.2 Prosedur Pengujian**

**4.2.2.1 Proses *Digestion***

Proses *digestion* dilakukan melalui beberapa cara, yakni:

1. Memipet contoh uji atau larutan kerja sebanyak 2,5 ml kedalam tabung dengan menggunakan pipet volume.
2. Menambahkan *digestion solution* sebanyak 1,5 ml ke dalam tabung (di ruangan asam)
3. Menambahkan larutan pereaksi asam sulfat sebanyak 3,5 ml dalam tabung
4. Untuk blanko, larutan kerja digantikan dengan menggunakan aquades sebanyak 4 ml dan menambahkan dengan larutan pereaksi asam sulfat sebanyak 3,5 ml
5. Menutup tabung kemudian dikocok tabung perlahan dengan memegang bagian leher tabung
6. Meletakkan tabung pada pemanas yang telah dissiapkan pada suhu 150℃ selama 2 jam

**4.2.2.2 Pengukuran contoh uji**

Pengukuran uji dilakukan melalui beberapa cara, yakni:

1. Mendinginkan perlahan-lahancontoh uji yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terjadinya endapan. Jika perlu, saat mendinginkan sesekali tutup contoh uji dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.
2. Membiarkan suspensi selama ±10 menit
3. Melakukan pengukuran dengan menggunakan spektrospektrofotometri dengan panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm) untuk contoh uji COD lebih kecil dari atau sama dengan 90 mg/L
4. Melakukan pengukuran dengan menggunakan spektrospektrofotometri dengan panjang gelombang yang telah ditentukan (600 nm) untuk contoh uji COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L
5. Menghitung kadar COD berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi
6. Melakukan pengujian duplo

**4.3 Diagram Alir Pengujian**

Berikut ini merupakan diagram alir pengujian pengujian COD:

Memipet larutan kerja sebanyak 2,5 ml kedalam tabung

Menambahkan digestion solution sebanyak 1,5 ml kedalam tabung

Menambahkan larutan pereaksi asam sulfat sebanyak 3,5 ml dalam tabung

Menutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen (ketika mengocok cukup dengan menggoyangkan secara perlahan dan memegang bagian leher tabung)

larutan pereaksi asam sulfat sebanyak 3,5 ml dalam tabung

Meletakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150 ᵒC, selama 2 jam

Menungu larutan hingga dingin (suhu ruang)

Melakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm untuk COD 100 mg/L-900mg/L dan Panjang gelombang 420 nm untuk COD kurang dari 90 mg/L. dan mencatat hasilnya

**Gambar 2.** Diagram Alir Pegujian *Chemical Oxygen Demand*

1. **Metodologi pengujian BOD (*Biological Oxygen Demand*)**

Berikut merupakan metodologi yang dilakukan untuk pengujian BOD dengan menggunakan SNI 6989.72:2009.

**4.5.1 Alat dan Bahan**

Dalam pengujian yang dilakukan terdapat alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut :

**4.5.1.1 Alat**

Berikut ialah alat yang digunakan dalam pengujian BOD :

1. Labu ukur 1000 ml
2. Gelas ukur 50 ml
3. Mikropipet 1 ml
4. Erlenmeyer 250 ml
5. Botol winkler
6. Buret

**4.5.1.2 Bahan**

Berikut adalah bahan yang digunakan dalam pengujian BOD :

1. Larutan pengencer

* MgSO4.7H2O
* CaCl
* Buffer fosfat
* Feri klorida

1. Air bebas mineral jenuh oksigen
2. Suspensi mikroba
3. MnSO4
4. Alkali
5. H2SO4
6. Amilum
7. Na2SO3
8. Sampel Uji

**4.5.2 Prinsip Cara Uji**

**4.5.2.1 Pembuatan Larutan Buffer Fosfat**

Hal pertama yang dilakukan untuk pembuatan larutan buffer fosfat ialah sebagai berikut :

1. Melarutkan 8,5 gram kalium dihydrogen fosfat ( KH2PO4), 21,75 gram kalium hydrogen fosfat (K2HPO4), 33, 4 gram dinatrium hydrogen fosfat heptahidrat (Na2HPO4.7H2O), dan 1,7 gram ammonium klorida (NH4Cl) dalam air bebas mineral, kemudian di encerkan hingga 1 L.

**4.5.2.2 Pembuatan larutan Magnesium Sulfat**

Berikut adalah prosdur yang digunakan dalam pembuatan larutan magnesium sulfat :

1. Melarutkan sebanyak 22,5 gram MgSO4.7H2O dengan menggunakan air bebas mineral dan diencerkan hingga 1 L.

**4.5.2.3 Pembuatan Larutan Kalsium Klorida**

Berikut adalah prosedur yan digunakan dalam pembuatan larutan kalsium klorida :

1. Melarutkan sebanyak 27,5 gram kalsium klorida anhidrat dengan air bebas mineral dan diencerkan hingga 1 L.

**4.5.2.4 Pembuatan Larutan Feri Klorida**

Berikut merupakan prosedur yang digunakan untuk pembuatan larutan feri klorida :

1. Melarutkan sebanyak 0,25 gram FeCl3.6H2O dengan air bebas mineral dan diencerkan hingga 1 L.

**4.5.2.5 Prosedur Pengujian**

Berikut adalah prosedur pengujian yang dilakukan dalam pengujian BOD :

1. Siapkan botol winkler secukupnya sesuai dengan jumlah sampel yang akan diuji.
2. Menuliskan nomer uji pada botol sampel yang akan diiuji
3. mengambil air bebas mineral jenuh oksigen dengan menggunakan labu ukur 1000 ml diisi sampai tanda batas
4. Kemudian menambahkan sebanyak 30 ml suspensi mikroba dalam labu ukur dan menghomogenkan.
5. Menambahkan larutan pengencer sebanyak 1 ml mulai dari feri klorida (FeCl), kalsium klorida (CaCl), buffer fosfat ke dalam air bebas mineral jenuh oksigen
6. Mengambil sampel uji secukupnya dengan gelas ukur
7. Memasukkan sampel uji kedalam botol *winkler*
8. Memasukkan air bebas mineral bibit mikroba kedalam sampel sampai leher botol dan menutupnya. Untuk blanko
9. Memasukkan air bebas mineral bibit mikroba tanpa sampel uji sebagai blanko sampai leher botol winkler dan ditutup.
10. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali yakni dihari pertama dengan BOD0 dan dihari kelima dengan BOD5
11. Menyimpan sampel uji BOD5 kedalam tempat penyimpanan yang sudah disediakan
12. Melakukan pengujian terhadap BODo dengan menambahkan sebanyak 1 ml MnSO4 , alkali dan ditunggu sampai 10 menit hingga endapan terbentuk.
13. Menambahkan H2SO4 sebanyak 1 ml pada sampel uji dan dihomogenkan sampai endapan hilang.
14. Mengambil sebanyak 50 ml sampel uji dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer untuk dititrasi oleh Natrium Tiosulfat dengan menambahkan 1 tetes indicator amilum dengan perubahan warna yang terjadi ialah biru donker.
15. Titrasi dilakukan duplo yakni dengan blanko dan sampel uji. Dengan perubahan warna berubah dari biru menjadi bening.
16. Lakukan prosedur nomer 12-15 untuk BOD5

**4.6 Diagram Alir dalam Percobaan**

**Gambar 3.** Diagram alir Pengujian *Biochemical Oxygen Demand*

**4.7 Hasil dan Pembahasan *Chemical Oxygen Demand***

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganis dan organis. Penurunan COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dipecah secara biokimia. Bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia menggunakan oksidator kuat biasanya menggunakan K2Cr2O7 pada suasana asam dan panas menggunakan katalisator perak sulfat (Boyd, 1990). Tujuan dari pengujian COD ini adalah untuk penentuan beban cemaran dan besarnya kebutuhan oksigen total yang akan mengoksidasi bahan organik dalam limbah menjadi CO2 dan H2O (Pamungkas, 2016).

Pada tahun 2019, Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah menerbitkan Standar Nasional Indonesia SNI 6989.73:2019 Air dan air limbah – Bagian 2 : Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (*chemical oxygen demand*/COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri. Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (*chemical oxygen demand*/COD) dalam air dan air limbah menggunakan kalium dikromat sebagai oksidator dengan refluks tertutup dan diukur secara titrimetri pada kisaran **nilai COD 40 mg/l sampai dengan 400 mg/L.**Sesuai ruang lingkup, metoda ini tidak bisa digunakan dengan optimal untuk sampel dengan potensi kadar COD yang tinggi. Metode ini hanya dapat digunakan untuk contoh uji dengan kadar klorida kurang dari 2.000 mg/L. Sedangkan menurut SNI 6989.2:2009 menjelaskan bahwa Metode refluks tertutup dengan spektrofotometri digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air dan air limbah dengan reduksi Cr2O72- secara spektrofotometri pada kisaran nilai COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 600 nm dan nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm. Metode ini digunakan untuk contoh uji dengan kadar klorida kurang dari 2000 mg/L.

Uji COD merupakan suatu cara untuk mengetahui jumlah bahan organik yang lebih cepat daripada uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidan (Fardiaz, 1995). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen trelarut dalam air (Alaerts dan Santika, 1984). Air dengan kadar COD yang tinggi dapat mengurangi tingkat oksigen terlarut sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup organisme akuatik (Sutamihardja dan Husin, 1983).

Bahan pertama yaitu *digestion solution* pada kisaran konsentrasi tinggi. *Digestion solution* dibuat dengan cara menambahkan 2,554 g K2Cr2O7 yang telah dikeringkan pada suhu 150ºC selama 2 jam ke dalam 250 mL air suling. Tambahkan 41,75 mL H2SO4 pekat dan 8,325 g HgSO4. Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL. *Digestion solution* pada kisaran konsentrasi rendah. Tambahkan 0,2555 g K2Cr2O7 yang telah dikeringkan pada suhu 150 ºC selama 2 jam kedalam 250 mL air suling. Tambahkan 41,75 mL H2SO4 pekat dan 8,325 g HgSO4. Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL. Kemudian menyiapkan larutan pereaksi asam sulfat. Larutkan 2,53 g serbuk atau kristal Ag2SO4 ke dalam 250 mL H2SO4 pekat. Aduk hingga larut.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam percobaan *Chemical Oxygen Demand* ini, yang pertama mengambil jenis sampel air yang akan diuji sesuai dengan logbook yang telah disediakan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto. Kemudian mengambil sampel sebanyak 2,5 mL/sampel dan juga menyiapkan 2 blanko sebagai larutan dengan konsentrasi tinggi dan rendah. Larutan tersebut diletakkan didalam tabung yang disediakan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan pipet ukur karena memiliki ketelitian yang sangat tinggi, ujung bagian bawah dibuat runcing sehingga dapat memperlambat keluarnya atau masuknya zat cair (Hogg, 2013). Dalam pengambilan sampel air yang diuji, harus disesuaikan dengan karakteristik dari air tersebut. Jika air sangat keruh dan bau maka perlu dilakukannya pengenceran untuk mengurangi tinggi nya hasil konsentrasi ketika dilakukan pembacaan dengan menggunakan spektrofotometer. Dalam pengujian COD, sampel air limbah yang akan diuji diletakkan dalam botol kaca, dikarenakan jika menggunakan botol plastik dikhawatirkan bahan-bahan organik dari plastik akan ikut teroksidasi selama proses oksidasi berlangsung sehingga dapat mengganggu hasil pengujian. Jika sampel tidak langsung diuji (terjadi penundaan) maka sampel harus melalui proses pengawetan, tujuannya adalah untuk menghambat unsur-unsur yang terdapat dalam sampel tidak mengalami perubahan secara kimia, fisika maupun bakteriolog. Metode pengawetan sampel biasanya dilakukan dengan menambahkan H2SO4 sebanyak 3 tetes kedalam sampel agar pH sampel menjadi ≤ 2. Kemudian sampel disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 4ºC (Khopkar, 1990).

Konsentrasi COD yang tinggi dapat menimbulkan dan menyebabkan kandungan oksigen terlarut didalam badan air menjadi rendah, bahkan habis. Faktor ini dapat mengakibatkan oksigen sebagai sember kehidupan bagi makhluk yang berada didalam air seperti hewan dan tumbuhan air, tidak dapat terpenuhi sehingga makhluk air tersebut bisa terncam mati dan tidak dapat berkembang biak dengan baik (Boyles, 1997).



**Gambar 4.** Pengambilan *Digestion Solution* dan Pereaksi Asam di Ruang Asam

Langkah selanjutnya yakni menambahkan larutan sampel dengan *digestion solution* sebanyak 1,5 mL, setiap sampel memiliki karakteristik tersendiri (berdasarkan pengujian terdahulu), pada uji dengan nilai COD tinggi ditambahkan *digestion solution* tinggi, dan sebaliknya untuk nilai COD rendah ditambahkan *digestion solution* rendah, tujuan penambahan *digestion solution* (kalium dikromat (K2Cr2O7)) adalah sebagai oksidator kuat dalam suasan asam. Dengan menggunakan dikromat sebagai oksidator, sekitar 95%-100% bahan organik dapat dioksidasi. Penentuan nilai COD ini pengoksidasinya menggunakan K2Cr2O7 dalam keadaan asam yang mendidih optimum. Banyaknya zat kimia yang bereaksi sebanding dengan banyaknya kalium dikromat yang dibutuhkan dalam reaksi. Bahan buangan organik akan dioksidasi oleh kalium dikromat menjadi gas CO2 dan H2O serta sejumlah ion krom (III). Kalium dikromat atau K2Cr2O7 digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Oksidasi terhadap bahan buangan organik akan mengikuti reaksi berikut ini:

C6H12O6 + Cr2O72- + 8H+ → 6CO2 + H2O + 2Cr3+ + 9H2..................(7)

(Mahida, 1984).

Apabila dalam bahan buangan organik diperkirakan ada unsur klorida yang dapat mengganggu reaksi maka perlu ditambahkan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan klorida tersebut. Unsur klorida dapat mengganggu karena akan teroksidasi oleh kalium dikromat sesuai dengan reaksi berikut ini:

Cr2O72- + 6Cl- + 14H+ → 2Cr3- + 3Cl2 + 7H2O................................(8)

Apabila dalam larutan air lingkungan terdapat klorida, yang dapat menggangu reaksi maka perlu ditambahkan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan tersebut (Wardhana,W. A ., 1995).

Tingkat pencemaran oleh bahan buangan organik tidak dapat diketahui secara benar. Penambahan merkuri sulfat berfungsi untuk mengikat ion klorida menjadi merkuri klorida mengikuti reaksi berikut ini:

Hg2+ (aq) + 2Cl- (aq) → HgCl2 (s)........................................(9)

(Hendaryana, 1994).

Warna larutan air lingkungan yang mengandung bahan buangan organik sebelum mengalami reaksi oksidasi yaitu berwarna kuning. Apabila reaksi oksidasi selesai maka larutan tersebut akan berubah menjadi warna hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah kalium dikromat yang digunakan pada reaksi tersebut. Semakin banyak kalium dikromat yang dipakai pada reaksi oksidasi, maka akan semakin banyak juga oksigen yang diperlukan. Artinya, akan semakin banyak air lingkungan yang tercemar (Mahida, 1984).

Setelah ditambahkan larutan pencerna dan asam, selanjutnya reaksi yang ada pada persamaan 7 akan dilakukan pemanasan selama 2 jam pada suhu 150℃ menggunakan alat COD Reaktor. Hal ini difungsikan agar zat organik volatil tidak keluar (Khopkar, 1990) dan untuk mendapatkan suhu sampel menjadi lebih tinggi. Hal ini menjadi syarat untuk proses oksidasi pada pengujian COD karena oksidator kalium dikromat akan lebih efektif bekerja pada suhu yang tinggi sehingga seluruh bahan-bahan organik dalam sampel dapat dioksidasi oleh larutan K2Cr2O7, untuk memastikan semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi K2Cr2O7 harus tersisa sesudah dipanaskan. K2Cr2O7 yang tersisa diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420-600 nm (Sawyer,1978).

Penentuan kadar COD dapat dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis. Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (COD) menurut SNI 6989.2:2009 adalah senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh Cr2O72- dalam refluks tertutup menghasilkan Cr3+. Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O2 mgL-1) diukur secara spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 420 nm. Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer adalah alat untuk pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorbsi (Khopkar, 1990).



**Gambar 5.** Uji Spektrofotometer

Pengujian spektrofotometri merupakan salah satu teknik pengujian spektroskopi yang telah lama dikenal dan banyak digunakan di laboratorium. prinsip yang digunakan adalah suatu molekul zat yang dapat menyerap ultraviolet dan cahaya tampak dengan kemungkinan bahwa elektron molekul zat tereksitasi ke tingkat energi yang tinggi, bertujuan untuk menentukan kadar zat secara spektrofotometri serapan pada daerah ultraviolet dan cahaya tampak (Hendayana, 1994).

Sebelum melakukan pengujian sampel menggunakan spektrofotometri UV-*Visible*, membuat kurva kalibrasi terlebih dahulu dengan cara:

1. Hidupkan alat dan optimalkan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian COD. Atur panjang gelombangnya pada 600 nm atau 420 nm;
2. Ukur serapan masing-masing larutan kerja kemudian catat dan plotkan terhadap kadar COD;
3. Buat kurva kalibrasi dari data pada butir dibawah ini dan tentukan persamaan garis lurusnya;
4. Jika koefisien korelasi regreasi linier (r) < 0,995, periksa kondisi alat dan ulangi langkah pada butir 1 sampai dengan 3 hingga diperoleh nilai koefisien r ≥ 0,995. Diperoleh hasil kalibrasi COD sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil kurva kalibrasi larutan standar dengan panjang gelombang 420 nm

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Konsentrasi Standar (X) (mg O2/L) | Absorbans (Y) | Koefisien Korelasi (r≥0,995) |
| 0 | 0 | 0,9992 |
| 10 | -0,021 |
| 20 | -0,037 |
| 30 | -0,057 |
| 40 | -0,080 |
| 60 | -0,120 |
| 80 | -0,160 |

Penentuan COD secara refluks tertutup dengan spektrofotometer UV-Vis tersebut menggunakan senyawa kalium hidrogen ftalat sebagai larutan standar. Senyawa hidrogen ftalat dianggap mewakili senyawa organik dalam larutan yang dioksidasi oleh larutan kalium dikromat. Suatu metode yang digunakan dalam laboratorium uji sebaiknya perlu dilakukan verifikasi metode.   Verifikasi metode merupakan pengujian terhadap metode standar tervalidasi yang digunakan di laboratorium sebelum digunakan untuk pengujian rutin.  Verifikasi metode bertujuan untuk memastikan bahwa segala komponen yang berhubungan dengan pengujian suatu parameter terkontrol dengan baik sehingga hasil verifikasi tersebut dapat digunakan sebagai salah satu jaminan mutu hasil uji. Dengan demikian perlu dilakukan verifikasi terhadap  SNI 6989.2:2009 sebagai acuan yang digunakan untuk mengpengujian parameter COD di laboratorium. Adapun parameter yang diuji untuk verifikasi metode COD meliputi linearitas, akurasi, presisi, batas deteksi dan grafik kendali.

Hasil dan data uji linieritas COD dapat diihat pada Tabel 3. Kurva Standar COD dibuat dengan konsentrasi 0, 10, 20, 30, 40, 60, 80 ppm menghasilkan nilai koefisien determinasi sebesar 0,9992 dapat dilihat pada Tabel 3, sehingga dapat dinyatakan bahwa hubungan linieritas antara konsentrasi standar dengan intensitas sinyal yang dihasilkan baik karena telah memenuhi standar pengendalian mutu yang telah ditetapkan yaitu nilai koefisien korelasi sebesar ≥ 0.995 berdasarkan SNI 6989.2:2009. Pengendalian mutu (*quality control*) merupakan suatu tahapan kegiatan dalam prosedur yang dilakukan untuk mengevaluasi aspek teknis pengujian. Dari tabel tersebut, didapatkan sebuah kurva kalibrasi larutan kalium

hidrogen phatalat (KHP), yakni:

**Gambar 5.** Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Kalium Hidrogen Phtalat (KHP)

Berdasarkan gambar 5 kurva kalibrasi larutan standar, dapat diketahui kurva standar memiliki persamaan garis lurus y =-497,9x + 0,495. Persamaan garis lurus tersebut memiliki koefisien linieritas (R2) sebesar 0,999 menunjukkan kurva standar yang dibuat merupakan garis linier. Tujuan pengendalian mutu adalah untuk menjamin bahwa setiap hasil uji ataupun pengujian terhadap suatu sampel untuk parameter tertentu telah terjamin akurasi dan presisinya (Hardiani, 2009).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode Sampel | V sampel (mL) | P | Absorbans | COD Sampel (mg O2/L) |
| Ali/50/III/2021 | 2,5 | 1 | -0,095 | 47,048 |
| Ali Out/54/III/2021 | 2,5 | 1 | -0,157 | 78,094 |
| Ali Eff/63/III/2021 | 2,5 | 1 | -0,024 | 11,545 |
| Ali Eff/71/III/2021 | 2,5 | 1 | -0,072 | 35,43 |
| Ali Eff/72/III/2021 | 2,5 | 1 | -0,073 | 35,531 |
| Ali/79/III/2021 | 2,5 | 1 | -0,037 | 17,011 |
| Ali/81/III/2021 | 2,5 | 1 | -0,047 | 23,841 |
| Ali Eff//82/III/2021 | 2,5 | 1 | -0,056 | 26,57 |

Setelah diperoleh kurva kalibrasi kemudian dilakukan pengujian sampel menggunakan spektrofotometer dan diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 6.** Penetapan kebutuhan oksigen kimiawi (COD) larutan sampel

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa, terdapat jenis sampel berupa air limbah dari beberapa Industri di Mojokerto dan sekitarnya yang akan diuji kualitas air limbahnya. Pada air limbah dengan kode sampel Ali/50/III/2021 didapatkan Nilai COD sebesar 47,048 mg O2/L. Limbah dengan kode sampel Ali Out/54/III/2021 didapatkan Nilai COD sebesar 78,094 mg O2/L. Limbah dengan kode sampel Ali eff/63/III/2021 didapatkan Nilai COD sebesar 11,545 mg O2/L. Limbah dengan kode sampel Ali Eff/71/III/2021 didapatkan Nilai COD sebesar 35,43 mg O2/L. Limbah dengan kode sampel Ali Eff/72/III/2021 didapatkan Nilai COD sebesar 35,531 mg O2/L. Limbah dengan kode sampel Ali/79/III/2021 didapatkan Nilai COD sebesar 17,011 mg O2/L. Limbah dengan kode sampel Ali/81/III/2021 didapatkan Nilai COD sebesar 23,841 mg O2/L. Limbah dengan kode sampel Ali Eff/82/III/2021 didapatkan Nilai COD sebesar 26,57 mg O2/L.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 mengenai Baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya. Sampel dengan kode Ali/50/III/2021 yakni industri kertas memilki baku mutu COD sebesar 300 mg/L sehingga dapat diketahui bahwa sampel Ali/50/III/2021 masih memenuhi standar baku mutu. Baku mutu air limbah industri industri kertas memiliki baku mutu COD sebesar 300 mg/L sehingga dapat diketahui bahwa sampel dengan kode Ali Out/54/III/2021 sampel masih memenuhi standar baku mutu. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel Ali eff/63/III/2021 industri obat herbal dan minuman kesehatan memiliki baku mutu COD sebesar 300 mg/L, sehingga dapat deketahui bahwa sampel masih dalam batas aman dibawah standar baku mutu. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel Ali Eff/71/III/2021 industri bumbu memiliki baku mutu COD sebesar 100 mg/L, sehingga dapat deketahui bahwa sampel masih dalam batas aman dibawah standar baku mutu. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel Ali/79/III/2021 industri penghasil peternakan unggas memiliki baku mutu COD sebesar 200 mg/L, sehingga dapat deketahui bahwa sampel masih dalam batas aman dibawah standar baku mutu. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel Ali/81/III/2021 industri kayu lapis memiliki baku mutu COD sebesar 125 mg/L, sehingga dapat deketahui bahwa sampel masih dalam batas aman dibawah standar baku mutu. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel Ali eff/82/III/2021 dari hasil Air Limbah Kegiatan Rumah Sakitmemiliki baku mutu COD sebesar 80 mg/L, sehingga dapat deketahui bahwa sampel masih dalam batas aman dibawah standar baku mutu.

Nilai COD yang tinggi menunjukkan bahwa semakin banyak oksigen yang digunakan untuk mengurai senyawa-senyawa anorganik dalam cairan, sehingga oksigen yang digunakan sebagai sumber kehidupan biota air menjadi semakin sedikit. Sebagai limbah pun, jika kadar COD nya melebihi batas yang ditentukan maka dampaknya adalah harus dilakukan treatment khusus dalam pembuangannya, dengan kata lain limbah tersebut tidak boleh begitu saja dibuang ke lingkungan tanpa diturunkan kadar COD nya (Waluyo, 2010).

Dari metode pengujian diatas, ada beberapa kekurangan pengujian COD yakni Tes COD hanya suatu pengujian yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam), sehingga merupakan suatu pendekatan saja. Karena hal diatas maka tes COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (*inert*) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis. Sedangkan untuk kelebihan uji pengujian limbah air dengan metode COD ini yakni pengujian COD hanya memerlukan waktu kurang lebih 3 jam, untuk mengpengujian COD antara 50 sampai 800 mg/L tidak perlu melakukan pengenceran larutan sampel, memilki ketelitian dan ketepatan uji COD 2 atau 3 kali lebih tinggi dibandingkan dengan uji BOD, dan Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD (Alaerts dan Santika, 1984).

**4.8 Hasil dan Pembahasan *Biochemical Oxygen Demand***

BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut dalam air yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai atau medekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobic. Dan bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD ialah bahan organik yang siap terdekompoisi (*readily decomposable organik matter*) pemecahan bahan organik diartikan sebagai bahan organik yang digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dan makanan dalam melakukan proses oksidasi (Pescod, 1973). BOD sendiri merupakan parameter pengujian yang digunakan untuk mengetahui baku mutu dari air limbah industri dengan menentukan tingkat pencemaran air buangan. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenernya namun hanya mengukur jumlah oksigen terlarut yang dibutuh untuk mendekomposisi bahan kimia tersebut. Menurut (*Sawyer* dan *Mc. Carty 1978*) konsentrasi dari air buangan/ sampel uji harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga oksigen terlarut ada selama pemeriksaan. Hal ini penting untuk diperhatikan mengingat kandungan oksigen terlarut terbatas dan hanya berkisar 9 ppm pada suhu 20.

Pada percobaan ini dilakukan pegujian terhadap beberapa sampel limbah Industri untuk mengetahui oksigen yang diperlukan untuk mikroba dalam mendekomposisi bahan organik. Dengan kententuan apabila semakin banyak bahan organik yang terkandung dalam sampel tersebut maka jumlah BOD yang dibutuhkan akan semakin besar dan sebaliknya jika semakin sedikit bahan organik yang terdapat dalam sampel uji maka BOD yang dibutuhkan akan semakin kecil. Oleh karena ini pengujian ini dilakukan dengan menentukan BOD0 awal dan BOD5 dimana selisih hasil pengujian ialah hasil dari oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme.

Hal pertama yang dilakukan untuk melakukan pengujian ialah melakukan preprasi alat dan bahan yang dibutuhkan untuk memulai pengujian. Dimulai dari menyiapkan larutan pengencer terlebih dahulu, yakni mengambil air bebes mineral jenuh oksigen dengan menggunakan labu ukur 1000 ml sampai tanda batas, kemudian mengambil sebanyak 30 ml suspense mikroba dan menambahkannya ke dalam air bebas mineral jenuh oksigen dan menghomongenkannya dengan cara menutup labu ukur dan mengkocoknya secara perlahan agar supsensi mikroba menyatu dengan air bebas meniral. Kemudian menambahkan larutan pengencer. Larutan pengencer ini memiliki fungsi sebagai sumber nutrien yang dibutuhkan oleh mikroba untuk melakukan proses dekomposisi pada bahan organik yang terlarut dalam air. Larutan pengencer terlebih dahulu diaerasi dengan tujuan agar kandungan oksigen yang terlarut semakin bertambah sehingga oksigen tersebut dapat digunakan oleh mikroba untuk melakukan proses dekomposisi bahan organik hal tersebut dilakukan untuk melakukan antisipasi apabila kebutuhan oksigen dalam sampel tidak mencukup sehingga mikroba tidak dapat melakukan proses dekomposisi bahan organik. Aerasi biasanya dilakukan selama 30 menit sebelum larutan pengencer hal tersebut dimaksudkan agar oksigen yang terlarut dalam larutan tercukupi dalam jumlah besar sehingga mikroba dapat menggunakannya untuk proses dekomposisi bahan organik. Setelah ditambahkan suspensi bibit mikroba labu ukur tersebut ditutup dan dihomogen dengan tujuan agar bibit mikroba menjadi lebih tersebar merata kedalam larutan pengencer sehingga mikroba dapat mengambil oksigen yang terlarut dalam larutan tersebut.kemudian menambahkan beberapa larutan yang digunakan untuk mengencerkan larutan pengencer sebanyak 1 ml mulai dari larutan pertama feri klorida, kalsium klorida, magnesium sulfat, dan buffer fosfat. Setelah itu mengambil sampel uji sesuai dengan volume yang telah ditentukan dan memasukkan kedalam botol winkler. Kemudian menambahkan larutan pengencer kedalam setiap sampel uji dan blanko dengan murni larutan pengencer sampai penuh dan ditutup, untuk BOD5 diinkubasikan selama 5 hari sebelum pengujian dilakukan.



**Gambar 6.** Hasil Pengujian ketika penambahan MnsO4 dan alkali dilakukan

Melakukan pengujian BOD di hari pertama dengan menitrasinya menggunakan larutan natrium tiosulfat. Metode tritrasi yang digunakan ialah merupakan metode tritrasi iodometri dimana dimana sampel yang akan ditritrasi akan dilakukan penambahakan MnCl dan alkali sehingga terjadi endapan MnO2. Oleh karena itu terlebih dahulu penambahan sebanyak 1 ml mulai dari MnSO4 yang bersifat basa akan membentuk endapan MnO2 dengan bantuan pereaksi alkali iodide azida (NaOH-KI). Kemudian melakukan panambahan asam sulfat (H2SO4) untuk membaut endapan kembali larut dalam sampel uji serta membebaskan molekul iodium (I2) yang ekivalen dengan oksigen terlarut dalam sampel uji dengan menghomogenkanya. Dan dalam larutan sampel uji akan terjadi perubahan warna dari orange menjadi orange kecekolatan dimana endapan terbentuk. Setelah itu melakukan penambahan indicator amilum agar sampel uji berubah warna menjadi biru serta agar titik ekivalensi pada saat titrasi terbentuk agar kadar oksigen terlarut dapat ditentukan.



**Gambar 7.** Penambahan Indikator Amilum dan Titrasi

Titrasi dilakukan dengan menggunakan larutan natrium thiosulfat sampai perubahan warna yang terjadi ialah dari biru menjadi tidak berwarna. Prinsip titrasi ini menggunakan prinsip titrasi dengan winkler dimana sampel uji akan dipengujian dengan menambahkan larutan MnCl2 dan NaOH-KI (alkali), dimana akan terjadi endapan MnO2. Dengan menambahkan H2SO4 atan HCl maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium (I2) yang ekivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat (Na2S2O3) dan menggunakan indikator larutan amilum (kanji). Sehingga persamaan reaksi kimia yang terjadi ialah sebagai berikut :

MnCl + NaOH 🡪 Mn(OH)2 + 2NaCl………………………………………….(10)

2Mn(OH)2 + O2 🡪 2MnO2 + 2H2O……………………………………………(11)

H+

MnO2 + O2 2MnO2 + I2 + 2KOH (kondisi asam 🡪 basa)….(12)

I2 + 2Na2S2O3 🡪 Na2S4O6 + 2NaI..................................................................... (13) (Sawyer, 1978)

Dan mencatat hasil volume tritrasi melakukan pengujian tersebut terhadap BOD5 sehingga nanti hasil dari volume titrasi akan dibandingkan. Sehingga dari perngujian yang dilakukan didapatkan data tabel hasil pengujian berikut :

**Tabel 7** Hasil Titrasi Pada Pengujian BOD

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kode sampel | Vo | V5 |
| Blanko | 1,89 | 1,4 |
| 1,97 | 1,48 |
| 50/III | 1,76 | 1,33 |
| 1,79 | 1,38 |
| 54/III | 1,85 | 1,19 |
| 1,90 | 1,26 |
| 63/III | 1,84 | 1,30 |
| 1,88 | 1,37 |
| 71/III | 1,81 | 1,12 |
| 1,87 | 1,19 |
| 72/III | 1,83 | 1,20 |
| 1,87 | 1,28 |
| 79/III | 1,85 | 1,19 |
| 1,90 | 1,29 |
| 81/III | 1,83 | 1,21 |
| 1,88 | 1,27 |
| 82/III | 1,72 | 1,26 |
| 1,76 | 1,28 |

Berdasarkan data tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai volume titrasi pada BOD0 lebih besar dibandingkan pada nilai volume titrasi BOD5 hal tersebut dikarenakan pada hari 0 kandungan dari oksigen terlarut dalam sampel uji masih tersedia banyak dan digunakan untuk mikroorgansime melakukan proses dekomposisi bahan organik dan anorganik yang tidak dibutuhkan. Sedangkan pengujian yang dilakukan pada hari ke 5 sudah menghasilkan sisa dari oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme tersebut melakukan proses dekomposisi sehingga nilai dari BOD yang dihasilkan akan semakin kecil. Berikut merupakan tabel hasil perhitungan BOD0 dan BOD5 pada saat pengujian dilakukan :

**Tabel 8** Hasil Perhitungan Penetapan BOD pada Blanko

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode Blanko | V0 | V5 | N. Na2S2O3 | F | B0 | RPD (≤ 10 %) | B5 | RPD (≤ 10 %) |
| B1-III | 1,89 | 1,4 | 0,025 | 1,00671 | 7,71 | -0,04 | 5,71 | - 0,06 |
| 1,97 | 1,48 | 0,025 | 1,00671 | 8,03 | 6,03 |
| B1 rata | | | | | | 7,87 | | |
| B2 rata – rata | | | | | | 5,87 | | |
| B1-B2 | | | | | | 2,00 | | |

**Tabel 9** **.** Hasil Perhitungan Penetapan BOD pada Contoh Uji

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode sampel | Vo | V5 | A1 | A2 | P | F | BOD5 | BOD5 rata- rata (mg/L) | RPD (%) |
| 50/III | 1,76 | 1,33 | 7,21 | 5,45 | 0,067 | 1,00671 | 23,31 | 22,7 | 5,41 |
| 1,79 | 1,38 | 7,33 | 5,65 | 0,067 | 1,00671 | 22,08 |
| 54/III | 1,85 | 1,19 | 7,58 | 4,87 | 0,067 | 1,00671 | 37,44 | 36,8 | 3,34 |
| 1,90 | 1,26 | 7,78 | 5,16 | 0,067 | 1,00671 | 36,21 |
| 63/III | 1,84 | 1,30 | 7,54 | 5,32 | 0,067 | 1,00671 | 6,01 | 5,83 | 6,32 |
| 1,88 | 1,37 | 7,70 | 5,61 | 0,067 | 1,00671 | 5,64 |
| 71/III | 1,81 | 1,12 | 7,33 | 4,53 | 0,167 | 1,00671 | 15,44 | 15,3 | 1,59 |
| 1,87 | 1,19 | 7,57 | 4,82 | 0,167 | 1,00671 | 15,19 |
| 72/III | 1,83 | 1,20 | 7,41 | 4,86 | 0,033 | 1,00671 | 69,90 | 67,5 | 7,20 |
| 1,87 | 1,28 | 7,57 | 5,18 | 0,033 | 1,00671 | 65,05 |
| 79/III | 1,85 | 1,19 | 7,54 | 4,85 | 0,033 | 1,00671 | 7,41 | 7,10 | 8,61 |
| 1,90 | 1,29 | 7,75 | 5,26 | 0,033 | 1,00671 | 6,80 |
| 81/III | 1,83 | 1,21 | 7,67 | 5,18 | 0,167 | 1,00671 | 13,84 | 13,7 | 1,78 |
| 1,88 | 1,27 | 7,67 | 5,14 | 0,167 | 1,00671 | 13,59 |
| 82/III | 1,72 | 1,26 | 7.01 | 5,14 | 0,167 | 1,00671 | 9,92 | 10,2 | 4,81 |
| 1,76 | 1,28 | 7,18 | 5,22 | 0,167 | 1,00671 | 10,41 |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa, terdapat jenis sampel berupa air limbah dari beberapa industri di Mojokerto yang akan diuji kualitas air limbahnya. Pada blanko dengan kode sampel B1-III yang dijadikan larutan blanko. dengan nilai BOD0 sebesar 7,71mg/L dan 8,03 mg/L sedangkan untuk BOD5 sebesar 5,71 mg/L dan 6,03 mg/L. Pada pengujian air limbah diberikan kode untuk meminimalkan terjadinya kesalahan sampel dalam pengujian. Untuk larutan pertama sampel dengan kode 50/III memiliki nilai BOD5 sebesar 23,31 mg/L dan 22,08 mg/L dengan rata – rata nilai BOD5 yang dihasilkan sebesar 22,7mg/L. dengan RPD yang dihasilkan ialah sebesar 5,41%, untuk kode sampel uji 54/III memiliki nilai BOD sebesar 37,44 mg/L dan 36,21 mg/L dengan rata – rata hasil sebesar 36,8 mg/L dengan RPD sebesar 3,34%. Sedangkan untuk 63/III memiliki nilai BOD5 sebesar 6,01 mg/L dan 5,64 mg/L. Nilai rata-rata BOD5 pada sampel sebesar 5,83 mg/L dengan nilai RPD sebesar 6,32%..

Pada Pengujian air limbah dilakukan pengujian terlebih dahulu menggunakan blanko yakni blanko dengan kode B-01/III/5 menghasilkan nilai BOD0 sebesar 7,73 mg/ L dan 7,97 mg/L dan nilai BOD5 yang dihasilkan sebesar 5,79 mg/L dan 5,95 mg/L Kemudian pengujian untuk larutan sampel dengan kode 71/III memiliki nilai BOD sebesar 15,44 mg/L dan 15,19 mg/L. Nilai rata-rata BOD pada sampel 71/III sebesar 15,3 mg/L dengan nilai RPD sebesar -1,59%. Pada air limbah dengan kode sampel 72/III didapatkan nilai BOD sebesar 69,90 mg/L dan 65,04 mg/L, nilai rata-rata BOD5 pada sampel sebesar 67,5 mg/L dengan nilai RPD sebesar 7,20 %.

Pada air limbah dengan kode B-01/III didapatkan larutan blanko dengan nilai DO0 sebesar 7,71 mg/L dan 8,03 mg/L sedangkan untuk DO5 sebesar 5,71 mg/L dan 6,03 mg/L. dengan rata – rata BOD0 dan BOD5 yang didapatkan ialah sebesar 7,87 mg/L dan 5,87 mg/L. Lalu untuk larutan sampel dengan kode 79/III memiliki BOD sebesar 7,41 mg/L dan 6,80 mg/L dengan nilai rata – rata sebesar 7,10 mg/L. Nilai RPD ialah sebesar 8,61%. Pada air limbah dengan kode sampel 81/ III memiliki nilai BOD sebesar 13,84 mg/L dan 13,59 mg/L Dengan nilai rata – rata BOD5 yang dihasilkan sebesar 13,7 mg/L. Dengan nilai RPD yang dihasilkan ialah 1,78% . Pada hari ke-0 ini dapat dilihat nilai BOD0 pada sampel lebih kecil dibanding nilai BOD0 pada blanko. Hal ini dikarenakan nilai BOD pada blanko adalah oksigen yang ditambahkan tidak banyak digunakan untuk mikroba, sedangkan pada sampel dikarenakan didalamnya mengandung bahan organik sehingga memungkinkan mikroba melakukan aktivitasnya yaitu mengoksidasi bahan organik dalam sampel walaupun masih dalam jumlah yang sedikit sehingga oksigen yang digunakan oleh mikroba pada sampel lebih sedikit dibanding pada blanko. Dan untuk membuktikan hal tersebut benar maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu. Sehingga berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel 50/III dan 54/III yang sama – sama merupakan Industri kertas memiliki baku mutu BOD sebesar 100mg/L, sehingga dapat disimpulkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan Industri tersebut dapat dinyatakan masih dalam standar pengoperasian yang bagus dalam pengolahan limbahnya. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel 63/III yang merupakan Industri farmasi memiliki baku mutu BOD sebesar 100 mg/L. sedangkan baku mutu air limbah industri dengan kode sampel 71/III Industri bumbu memiliki baku mutu BOD sebesar 50 mg/L. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel 79/III industri peternakan unggas memiliki baku mutu BOD sebesar 100 mg/L. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel 81/III industri kayu lapis memiliki baku mutu BOD sebesar 75 mg/L. Baku mutu air limbah industri dengan kode sampel 82/III yang merupakan bagian dari rumah sakit memiliki baku mutu BOD sebesar 30 mg/L. Sehingga dari pengujian yang telah dilakukan didapat hasil bahwa di setiap hasil perhitungan BOD pada setiap sampel uji air limbah Industri tidak melewati kadar maksimum dari baku mutu sehingga air limbah tersebut masih layak dibuang ke lingkungan namun masih sebelum dibuang dari pihak perusahaan yang memproduksi limbah tersebut harus melakukan treatment agar hasil buangan tersebut tidak memiliki dampak pada lingkungan.

# BAB V

# KESIMPULAN

# 5.1 Kesimpulan

# Berdasarkan pengujian BOD dan COD yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa setiap sampel uji memiliki nilai BOD yang masih berada dalam standar baku mutu yang sudah ditetapkan. Dan nilai COD dari hasil pengujian juga masih berada dalam standar baku mutu yang sudah ditetapkan. Sehingga limbah tersebut masih dapat dikategorikan sebagai limbah yang masih bisa di buang ke lingkungan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Alaerts, G dan Santika, S.S. (1984). *Metode Penelitian Air.* Surabaya: Usaha Nasional

Austin. (1996). *Chemical Industri Product.* New York: Mc. Graw Hill Co.

Benefield, D.L and Judkins, Jr., (1982). Process Chemistry For Water and Wastewater Treatment, Journal Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey

Boyles, W. (1997). Chemical oxygen demand. *Technical information series, Booklet,(9)*, *24*.

DeMarco, J. (1988). Experiences in Operating a Fill-Scale GAC System With On-Site Reactivation, American Chemical Society Book, New York.

Fardiaz. (1992). *Polusi Air dan Udara .* Yogyakarta : Kanisius .

Fardiaz, Srikandi. (1995). *Polusi Air dan Udara.* Yogyakarta: Kanisius.

Hardiani, H. 2009. Akurasi Pengendalian Mutu Laboratorium. Balai Pulp dan Kertas. Bandung.

Hartati. (2003). *Mengolah Air Limbah .* Surabaya: ProRistan Indag.

Herlambang. (2001). Pencemaran Air dan Dan Strategi Penanggulangnya. *BPPT JAI ,Vol 2*, 1.

Hogg, S. (2013). *Essential microbiology*. John Wiley & Sons.

Hendayana, S., Kadarohman, A., Sumarna, A.A., dan Supriatna, A. (1994). *Kimia Analitik Instrumen.* Semarang: IKIP Semarang Press.

Hidup, K. M. L. (1995). Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri. *Jakarta. Kep-51/MENLH/10*.

Khopkar, S.M. (1990). *Basic Consept of Analitycal Chemistry, Diterjemahkan oleh Saptorahardjo.* Jakarta: Ui Press.

Krynicki, K., Green, C. D., & Sawyer, D. W. (1978). Pressure and temperature dependence of self-diffusion in water. *Faraday Discussions of the Chemical Society*, *66*, 199-208.

Mahida, U. N. (1984). *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri.* Jakarta: C. V. Rajawali.

Pescod. (1973). *Investigation of Rational Effluen and Stream Standards for Tropical Countries .* Bangkok : A.I.T .

Pamungkas, M. O. (2016). Studi Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD5 dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat.Vol 4 No.2, 166-175

Peraturan Daerah kalimantan Timur, (2011), Kalimantan Timur

Sawyer, C. N. (1978) *Chemoistry for Environmental Engineering and Engineering Science* (5th *edition*)*.* New York ; Mc.Graw Hill Book.

Seoharno, A. d. (2012). *Dasar - Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah.* Yogyakarta: Gosyen .

Sugiharto. (2010). *Dasar - dasar Pengolahan Air Limbah .* Jakarta : Universitas Indonesia .

Sri Moertinah. (2010). *Kajian Proses Anaerobik sebagai alternatif teknologi Pengolahan Air.* Semarang : Balai Besar Teknologi Pencemaran Industri .

Sutamihardja, R. T. (1983). *Water Pollution Analysis Technique. In UNESCO-BIOTROP Training Seminar in Environmental Science and Management.* Bogor: SEAMEO-BIOTROP.

SNI 6989.72. (2009). Air dan Air Limbah Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand*/ BOD). Indonesia: BSN

SNI 6989.2-2009. (2009). Air Limbah Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen. Demand*, COD) dengan Refluks Tertutup secara Sprektrofotometri. Indonesia: BSN

Waluyo, L. (2010). *Teknik dan metode dasar dalam mikrobiologi*. Malang: UMM Press

Wardhana, W. A., (1995). *Dampak Pencemaran Lingkungan.* Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

\

# *APPENDIKS*

Standarisasi Natrium thiosulfat

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Konsetrasi K2Cr2O7 | | | Konsentrasi Na2S2O3 | | | | |
| W K2Cr2O7 | *Purity* (100 %) | N. K2Cr2O7 | Duplo | V. K2Cr2O7 | V. Na2S2O3 | N. Na2S2O3 | Rata – Rata (N) |
| 1,22259 | 0,9999 | 0,1 | 1 | 10 | 39,32 | 0,025 | 0,025 |
| 2 | 10 | 39,34 | 0,025 |

1. Menghitung Nilai F

F = = 1,006711

1. Menghitung nilai DO0 dan DO5
   1. Larutan blanko DO0

DO0 =

* 1. Larutan blanko DO5

= 5,9999 mg/L

* 1. Larutan sampel uji DO0

DO0 =

=

* 1. Laurtan sampel uji DO5

DO5 =

=

1. Menghitung nilai BOD5

BOD5 =

1. Menghitung RPD

RPD =

=

= 5,41%

**LAMPIRAN**







