

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 :

- 3. DEVI ARDELIA WARDANI (2031810007)**
- 4. SUHARTINI SUWANDARI (2031810038)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA
GRESIK
2021**

LAPORAN KERJA PRAKTIK
PELAKSANAAN PENGUJIAN KUALITAS AIR LIMBAH INDUSTRI
DI UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP KABUPATEN MOJOKERTO
(Periode: 01 Maret – 30 Maret 2021)

Disusun Oleh :

Devi Ardelia Wardani (2031810007)

Suhartini Suwandari (2931810038)

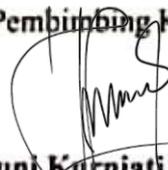
Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia UISI



(Abdul Halim, S.T., M.T.)
NIP. 2020026

Dosen Pembimbing Kerja Praktik



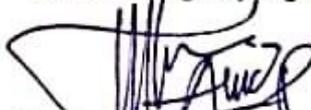
(Yuni Kurniati, S.T., M.T.)
NIP. 9117249

Gresik, 31 Maret 2021

UPTD Laboratorium Lingkungan
Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto

Menyetujui,

Pembimbing Lapangan 1



(Irma Ardiana Puspita, S.T.)
NIP. 199312192019032018

Pembimbing Lapangan 2



(Roufur Rokhim)



Kepala UPTD
Laboratorium Lingkungan

(Iwan Setiawan, S. Si.)
NIP. 197112182005011003

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran 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 Pelaksanaan Kerja Praktik	5
1.5 Nama Unit Kerja Tempat Pelaksanaan 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 <i>Chemical Oxygen Demand</i>	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 <i>Biochemical Oxygen Demand</i>	18
3.10 Pengujian BOD	18
3.11 Prinsip Pengujian BOD	20
3.12 Penentuan Pengujian BOD	22
3.13 Metode Titrasi dengan <i>Winkler-Alkali</i>	23
3.14 Perhitungan Nilai BOD	24
BAB 4 HASIL 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 $MnSO_4$ 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°C.....	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 mencemari 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 tolak 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 ditanggung oleh air penerima sehingga air dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Salah satu usaha untuk menghitung beban pencemar tersebut adalah dengan mengukur kadar *Chemical Oxygen Demand* (PP No. 82 Tahun 2001).

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

a. 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 lembaga lingkungan hidup secara langsung, serta mampu bekerja di dalam tim dan memberikan kontribusi.

b. Khusus

Tujuan khusus dari dilakukannya Kerja Praktik adalah untuk mengetahui cara pengujian 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

- a. Menambah kompetensi dan kualitas pendidikan agar nantinya mampu menghasilkan lulusan yang kompeten dan dibutuhkan di dunia kerja, terutama di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto.
-

- b. Meningkatkan kerja sama program studi antara Universitas Internasional Semen Indonesia (UISI) dengan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto.

2. Bagi Perusahaan

- a. 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.
- b. Membangun kerjasama antara dunia pendidikan dengan perusahaan serta mempererat kerjasama dengan perguruan tinggi terkait.
- c. Memperoleh kritik dan saran yang membangun dari mahasiswa yang melakukan kerja praktik.

3. Bagi Mahasiswa

- a. 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.
- b. Belajar secara langsung mengenai penanganan limbah industri dengan ahli terkait secara langsung.
- c. 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 Terakrediasasi 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 di wilayah Mojokerto. Serta sebagaimana yang tertulis dalam Peraturan Bupati Mojokerto Nomor 24 tahun 2018 ayat (1), UPTD laboratorium Lingkungan Hidup mempunyai :

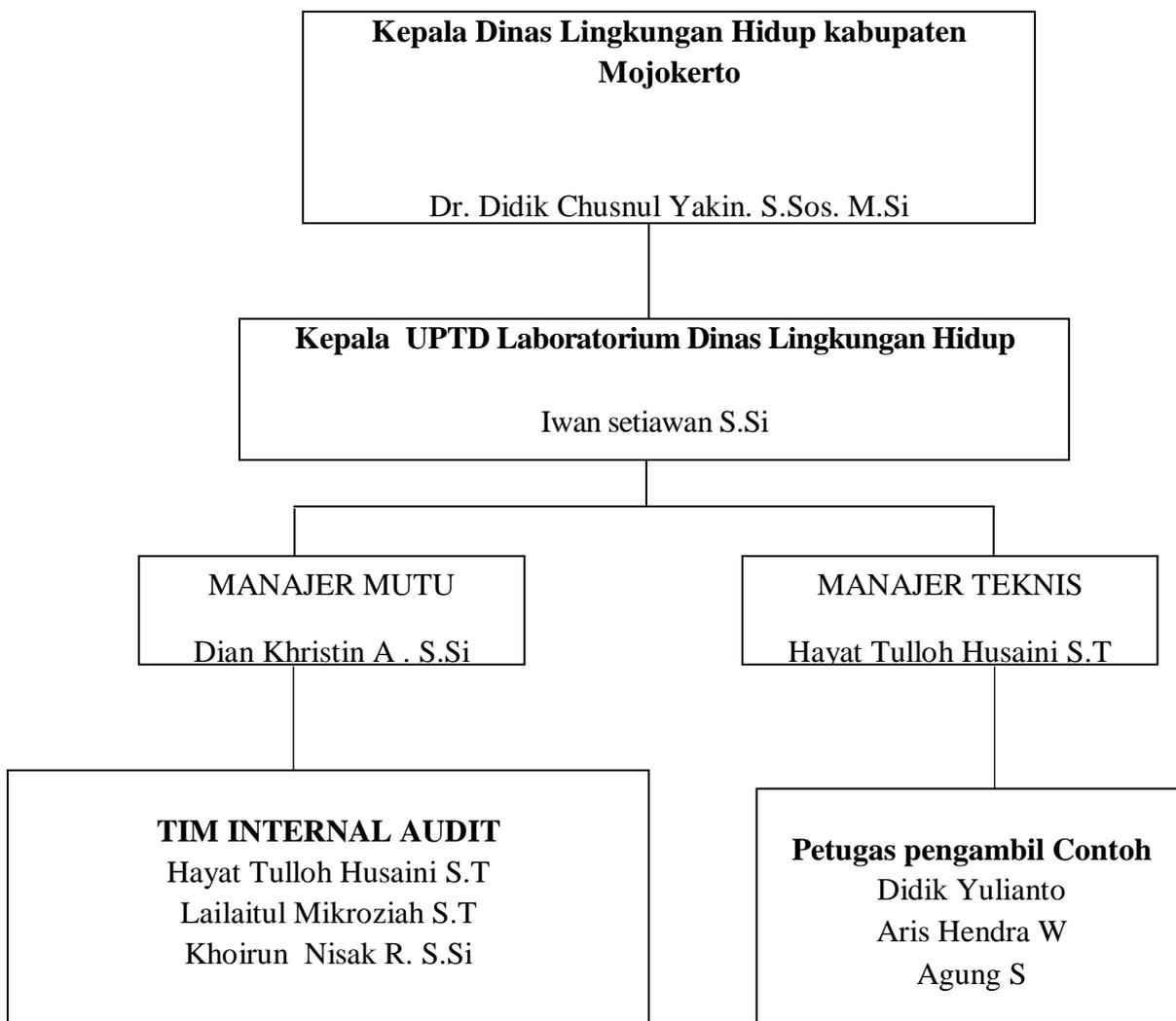
- a. Pelaksanaan pengujian, Pendidikan dan pelatihan teknis laboratorium lingkungan.
- b. Pelaksanaan pengambilan, perlakuan, dan pengujian parameter kualitas lingkungan.
- c. Pelaksanaan validasu atau verifikasi metode pengambilan contoh uji dan pengujian parameter kualitas lingkungan.
- d. Pelaksanaan validasi atau verifikasi klaim ketidakpastian pengujian.
- e. Pelaksanaan penanganan pengaduan hasil pengujian.
- f. Pelaksanaan inventatasasi sumber – sumber emisi/efluen di daerah tapak.

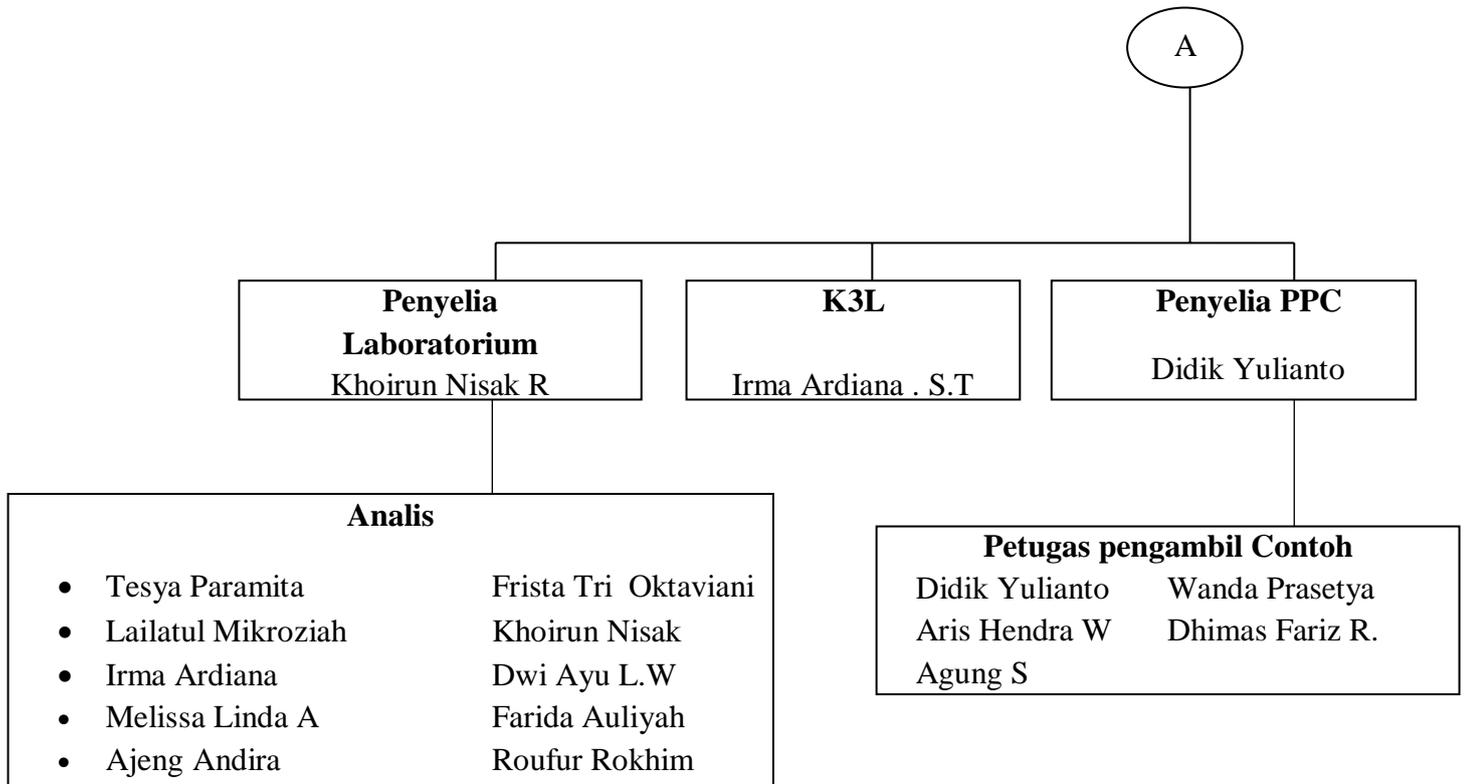
- g. Pelaksanaan pengawasan terhadap industri dengan mengambil sampel dan data – data lain.
- h. Pelaksanaan evaluasi dan penyusunan laporan, dan
- i. Pelaksanaan tugas – tugas kedinasan lain yang diberikan oleh kepala dinas.

(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 :





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 berlokasi 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 (*Chemical 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 mikroorganismenya baik secara patogen dan tidak dapat menimbulkan berbagai jenis penyakit terhadap manusia. Sedangkan dampak COD pada lingkungan yakni apabila konsentrasi 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 makhluk 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 spektrofotometri 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 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 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 sebaliknya 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 CO_2 dan H_2O 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 perairan semakin rendah. Prinsip metode ini adalah senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+} . Jumlah oksidasi yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg/L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ mengabsorpsi 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 Ag_2SO_4 dan H_2SO_4 kemudian mulut tabung COD ditutup rapat, dikocok sampai homogen. Selanjutnya tabung beserta isinya dimasukkan ke dalam COD reaktor, yang dioperasikan pada suhu 150°C 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 spektrofotometri. Akan dihasilkan konsentrasi tersebut berbanding lurus dengan jumlah absorbansi. Hal tersebut sesuai dengan hukum *Lambert – Beer* dimana “ absorbansi (A) berbanding lurus dengan hasil konsentrasi (C), tebal kuvet (b) dan konstanta ekstingmolar (ϵ) dari larutan tersebut ” sehingga dapat dirumuskan sebagai :

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \dots \dots \dots (1)$$

Sehingga jika konsentrasi yang dihasilkan semakin besar maka 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 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 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 konsentrasi 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 penggunaan untuk kebersihan seperti gabungan hasil kegiatan dapur, kamar mandi, toilet dan bekas cucian.

2. Limbah perkotaan (*municipal wastes water*)

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

3. 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. (Hartati, 2003)

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:

- a. Penambahan okulasi , yaitu penambahan zat – zat yang dapat mengoksidasi polutan dalam air, oksidator yang biasanya digunakan seperti kaporit dan hydrogen peroksida
- b. 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.
- c. 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. Supseni 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 suspensi volume air limbah diatas 500 mg/l maka air limbah tersebut tergolong kedalam air limbah kuat. Dengan karakteristik fisik total yang dimiliki ialah :

a) 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 dihasilkan dari proses penguapan sampel limbah cair dengan temperatur 103-105°C. 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).

b) 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 (H_2S). 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)).

c) 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 pengolahan air limbah meliputi pengolahan-pengolahan biologis yang tergantung pada suhu. (Sugiharto,1987), suhu air limbah biasanya berkisaran pada 13-24°C (Seoharno, 2012)

d) Padatan Total

Padatan total merupakan zat padat yang tersisa dari hasil penguapan sampel limbah cair. Pada temperatur 103-105°C. 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)

e) 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)

f) *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)

g) Karakteristik Kimia

Berdasarkan hasil pengolahannya industri limbah dihasilkan biasanya bercampur 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 anorganik 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 serta alkalinitas 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 patogen 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 Klor	mg/L		600

3.9 Kelebihan dan kekurangan COD

Metode COD ini memiliki kelebihan dan kekurangan 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. Ketelitian dan ketepatan (*reproducibility*) 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 menanggulangi 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 penurunannya 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 domestik 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 untuk mengoksidasi bahan organik di dalam air.

Tabel 3. Waktu yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik pada suhu 20°C

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°C) yang sering disebut dengan DO_5 . Selisih DO_0 dan DO_5 ($DO_0 - DO_5$) 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 KMnO_4 terhadap sampel.

2. Pengenceran yang bervariasi lebih memungkinkan terhindar dari kegagalan penetapan . Gangguan yang umumnya terdapat pada pengujian BOD adalah :

a. Proses nitrifikasi dapat mulai terjadi di dalam botol BOD setelah 2-10 hari



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

- b. Zat beracun dapat memperlambat pertumbuhan bakteri (memperlambat reaksi BOD) bahkan membunuh organisme tersebut.
- c. Kemasukan/keluarnya oksigen dari botol selama inkubasi harus dicegah. Dengan ditutup hati-hati (di atas tutup botol bisa diberi air/waterseal).
- d. Nutrien merupakan salah satu syarat bagi kehidupan bakteri. Sehingga sebaiknya setiap botol BOD ditambah dengan nutrient secukupnya.
- e. 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 organik, 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

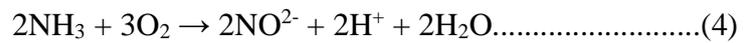
oksidasi sel dari mikroorganisme. Oleh karena itu uji BOD ini tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah bahan-bahan organik yang sebenarnya terdapat di dalam air, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah konsumsi oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi, maka semakin banyak pula kandungan bahan-bahan organik di dalamnya. Untuk memecahkan bahan-bahan organik tersebut secara sempurna pada suhu 20°C sebenarnya dibutuhkan waktu lebih dari 20 hari, tetapi untuk praktisnya 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 mencegah 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 laboratoriuern, 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 :



(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

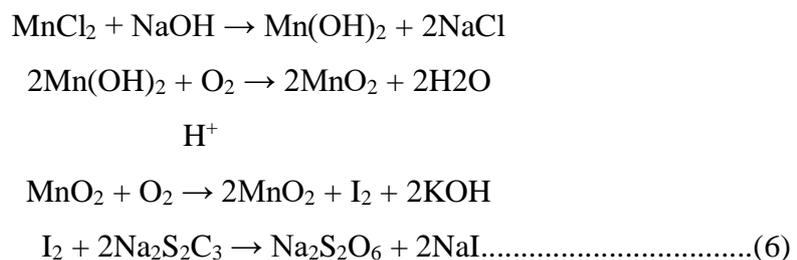
Pengujian BOD menggunakan metode *Winkler-Alkali* iodida azida adalah penetapan BOD yang dilakukan dengan cara mengukur berkurangnya kadar

oksigen terlarut dalam sampel yang disimpan dalam botol tertutup rapat, diinkubasi selama 5 hari pada temperatur kamar, dalam metode *Winkler* menggunakan larutan pengencer $MgSO_4$, $FeCl_3$, $CaCl_2$ dan *buffer* fosfat. Kemudian dilanjutkan dengan metode Alkali iodida azida, yaitu dengan cara titrasi dalam penetapan kadar oksigen terlarut menggunakan pereaksi $MnSO_4$, H_2SO_4 , 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 $MnCl_2$ dan $NaOH - KI$, sehingga akan terjadi endapan MnO_2 . Dengan menambahkan H_2SO_4 atau HCl maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium (I_2) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) dan menggunakan indikator larutan amilum (kanji). Reaksi kimia yang terjadi dapat dirumuskan sebagai berikut :



(Sawyer & Mc Carty, 1978).

3.14 Perhitungan Nilai *Biochemical Oxygen Demand*

- a. Nilai BOD5 contoh uji dihitung sebagai berikut:

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right)V_C}{P} \dots\dots\dots(1)$$

BOD_5 = Nilai BOD_5 Contoh Uji (mg/L)

A_1 = Kadar Oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

A_2 = Kadar Oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B_1 = Kadar Oksigen terlarut Blanko setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

B_2 = Kadar Oksigen terlarut Blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A_1 = Kadar Oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

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

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

P = Volume Contoh Uji (V_1) per Volume Total (V_2)

b. Nilai BOD_5 kontrol standar dihitung sebagai berikut:

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right)V_c}{P} \dots\dots\dots(2)$$

BOD_5 = Nilai BOD_5 kontrol standar (2 ulangan) (mg/L)

C_1 = Oksigen terlarut glukosa-asam glutamat nol hari (mg/L)

C_2 = Oksigen terlarut glukosa-asam glutamat lima hari (mg/L)

B_1 = Kadar oksigen terlarut blanko nol hari (mg/L)

B_2 = 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:

- a. Spektrofotometri sinar tampak (λ COD Rendah = 420 nm, λ COD Tinggi = 600 nm)
- b. Kuvet
- c. *Digestion vessel*
- d. Pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung (*heating block*)
- e. Erlenmeyer 100 mL
- f. Pipet ukur 2,0 mL dan 5 MI
- g. Labu ukur 50 mL

4.2.1.2 Bahan

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

- a. Aquades khusus COD (Air Bebas Organik)
- b. *Digestion solution* pada kisaran konsentrasi tinggi
- c. *Digestion solution* pada kisaran konsentrasi rendah
- d. Larutan pereaksi asam sulfat pada konsentrasi tinggi
- e. Larutan pereaksi asam sulfat pada konsentrasi Rendah

- f. Sampel air limbah

4.2.2 Prosedur Pengujian

4.2.2.1 Proses *Digestion*

Proses *digestion* dilakukan melalui beberapa cara, yakni:

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

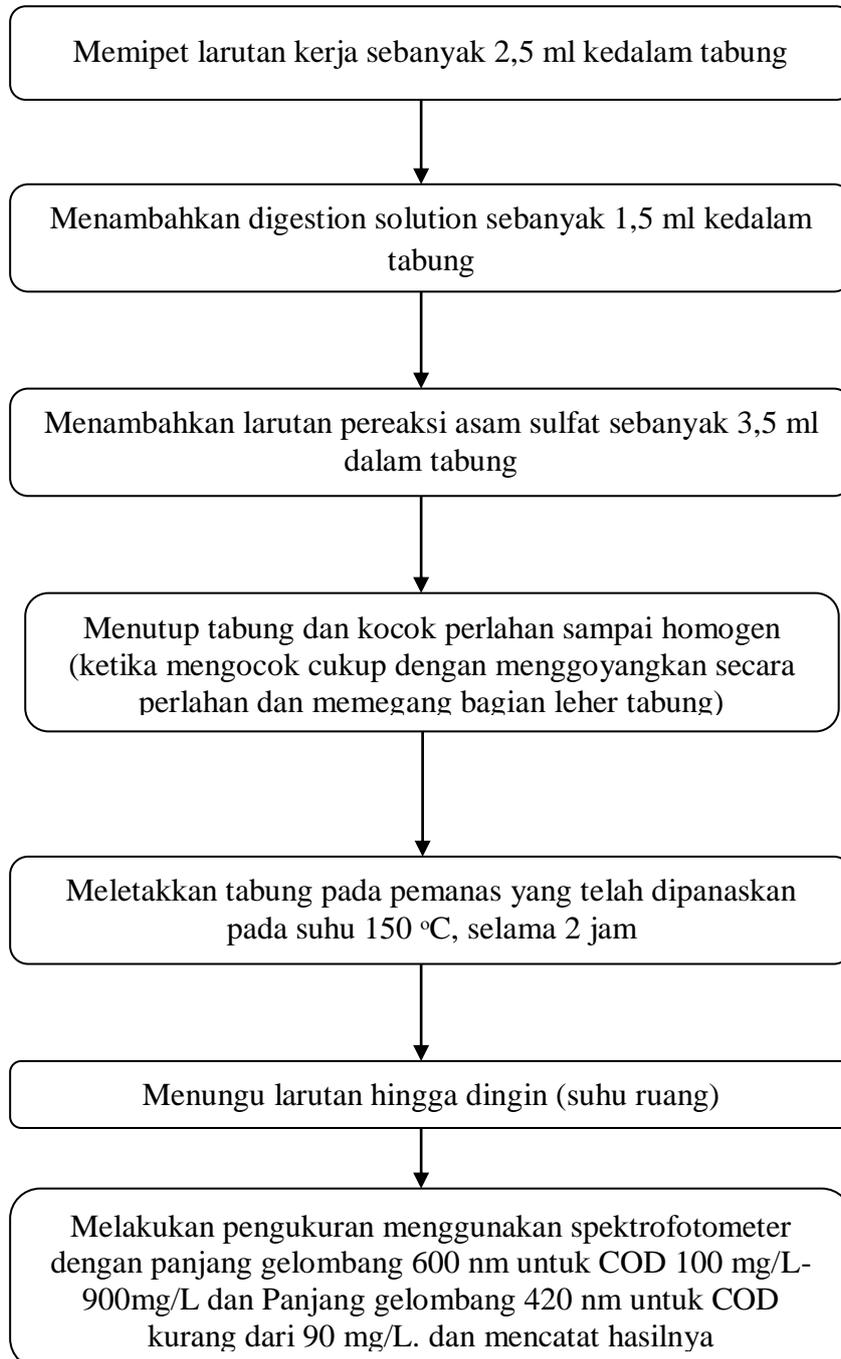
4.2.2.2 Pengukuran contoh uji

Pengukuran uji dilakukan melalui beberapa cara, yakni:

- a. Mendinginkan perlahan-lahan contoh 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.
 - b. Membiarkan suspensi selama ± 10 menit
 - c. 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
 - d. 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
 - e. Menghitung kadar COD berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi
 - f. Melakukan pengujian duplo
-

4.3 Diagram Alir Pengujian

Berikut ini merupakan diagram alir pengujian pengujian COD:



Gambar 2. Diagram Alir Pegujian *Chemical Oxygen Demand*

4.4. 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 :

- a) Labu ukur 1000 ml
- b) Gelas ukur 50 ml
- c) Mikropipet 1 ml
- d) Erlenmeyer 250 ml
- e) Botol winkler
- f) Buret

4.5.1.2 Bahan

Berikut adalah bahan yang digunakan dalam pengujian BOD :

- a) Larutan pengencer
 - $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 - CaCl
 - Buffer fosfat
 - Feri klorida
 - b) Air bebas mineral jenuh oksigen
 - c) Suspensi mikroba
 - d) MnSO_4
 - e) Alkali
 - f) H_2SO_4
 - g) Amilum
 - h) Na_2SO_3
 - i) 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 (KH_2PO_4), 21,75 gram kalium hydrogen fosfat (K_2HPO_4), 33, 4 gram dinatrium hydrogen fosfat heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), dan 1,7 gram ammonium klorida (NH_4Cl) 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 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 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 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan air bebas mineral dan diencerkan hingga 1 L.

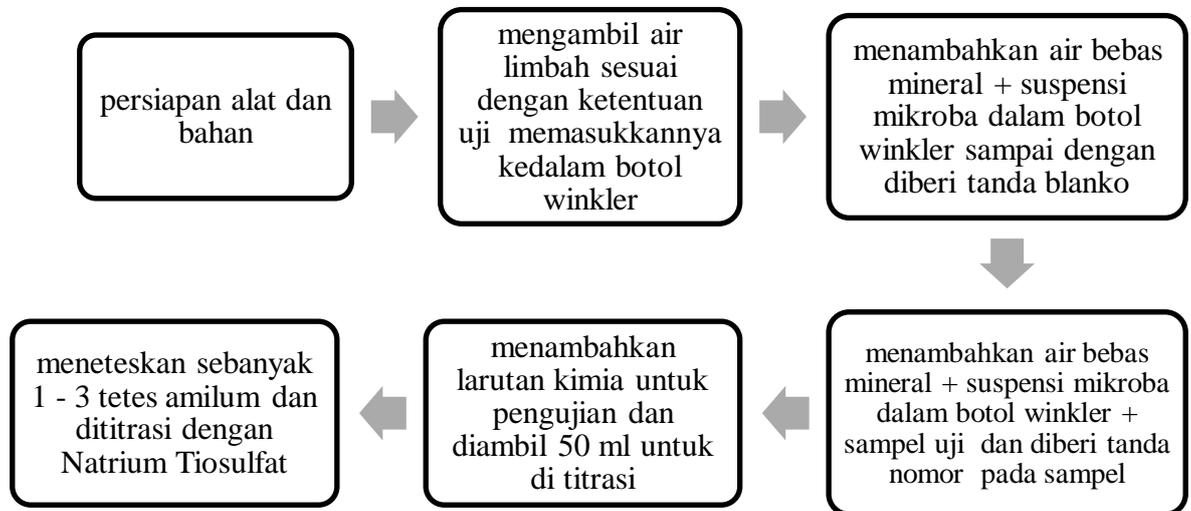
4.5.2.5 Prosedur Pengujian

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 diuji
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 BOD₀ 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 indikator 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 $K_2Cr_2O_7$ 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 CO_2 dan H_2O (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 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 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 terlarut 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 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 250 mL air suling. Tambahkan 41,75 mL H_2SO_4 pekat dan 8,325 g HgSO_4 . Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL. *Digestion solution* pada kisaran konsentrasi rendah. Tambahkan 0,2555 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam kedalam 250 mL air suling. Tambahkan 41,75 mL H_2SO_4 pekat dan 8,325 g HgSO_4 . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL. Kemudian menyiapkan larutan pereaksi asam sulfat. Larutkan 2,53 g serbuk atau kristal Ag_2SO_4 ke dalam 250 mL H_2SO_4 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

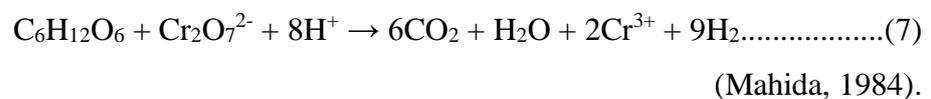
menyiapkan 2 blanko sebagai larutan dengan konsentrasi tinggi dan rendah. Larutan tersebut diletakkan didalam tabung yang disediakan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan pipet ukur karena memiliki ketelitian yang sangat tinggi, ujung bagian bawah dibuat runcing sehingga dapat memperlambat 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 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 H_2SO_4 sebanyak 3 tetes kedalam sampel agar pH sampel menjadi ≤ 2 . Kemudian sampel disimpan dalam lemari pendingin pada suhu $4^\circ C$ (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 sumber 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 ($K_2Cr_2O_7$)) adalah sebagai oksidator kuat dalam suasana asam. Dengan menggunakan dikromat sebagai oksidator, sekitar 95%-100% bahan organik dapat dioksidasi. Penentuan nilai COD ini pengoksidasinya menggunakan $K_2Cr_2O_7$ 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 CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion krom (III). Kalium dikromat atau $K_2Cr_2O_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Oksidasi terhadap bahan buangan organik akan mengikuti reaksi berikut ini:

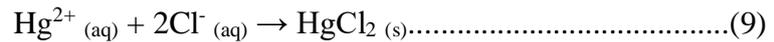


Apabila dalam bahan buangan organik diperkirakan ada unsur klorida yang dapat mengganggu reaksi maka perlu ditambahkan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan klorida tersebut. Unsur klorida dapat mengganggu karena akan teroksidasi oleh kalium dikromat sesuai dengan reaksi berikut ini:



Apabila dalam larutan air lingkungan terdapat klorida, yang dapat mengganggu 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:



(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°C 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 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, untuk memastikan semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ harus tersisa sesudah dipanaskan. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+} . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen ($\text{O}_2 \text{ mgL}^{-1}$)

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 diabsorpsi (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 regresi linier (r) $< 0,995$, periksa kondisi alat dan ulangi langkah pada butir 1 sampai dengan 3 hingga diperoleh

nilai koefisien $r \geq 0,995$. Diperoleh hasil kalibrasi COD sebagai berikut:

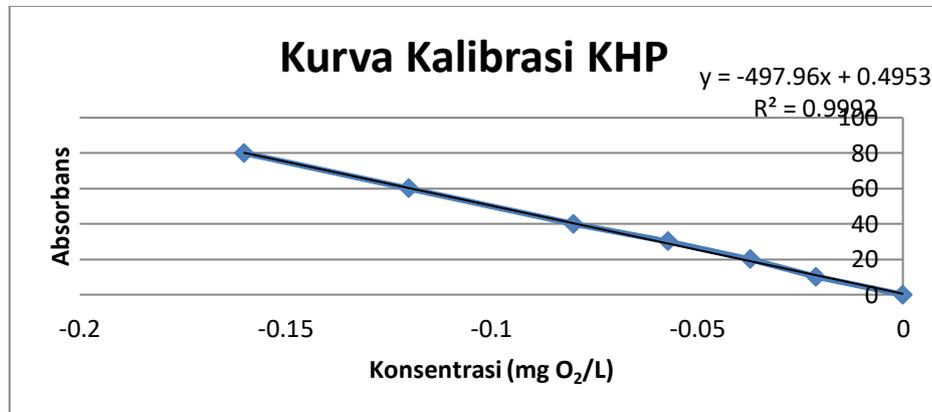
Tabel 5. Hasil kurva kalibrasi larutan standar dengan panjang gelombang 420 nm

Konsentrasi Standar (X) (mg O ₂ /L)	Absorbans (Y)	Koefisien Korelasi ($r \geq 0,995$)
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 dilihat 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 phthalat (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 (R_2) 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).

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

Kode Sampel	V sampel (mL)	P	Absorbans	COD Sampel (mg O ₂ /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

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 memiliki 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 Sakit memiliki baku mutu COD sebesar 80 mg/L, sehingga dapat diketahui 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, memiliki 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 terdekomposisi (*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 sebenarnya namun hanya mengukur jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan 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°C .

Pada percobaan ini dilakukan pengujian terhadap beberapa sampel limbah Industri untuk mengetahui oksigen yang diperlukan untuk mikroba dalam mendekomposisi bahan organik. Dengan ketentuan 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 BOD_0 awal dan BOD_5 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 bebas mineral jenuh oksigen dengan menggunakan labu ukur 1000 ml sampai tanda batas, kemudian mengambil sebanyak 30 ml suspensi mikroba dan menambahkannya ke dalam air bebas mineral jenuh oksigen dan menghomongkannya dengan cara menutup labu ukur dan mengkokoknya secara perlahan agar suspensi mikroba menyatu dengan air bebas mineral. Kemudian menambahkan larutan pengencer. Larutan pengencer ini memiliki fungsi sebagai sumber nutrisi 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 $MnSO_4$ dan alkali dilakukan

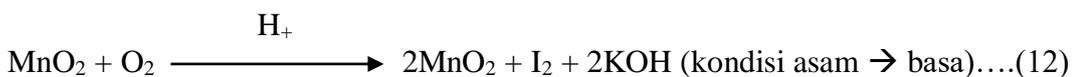
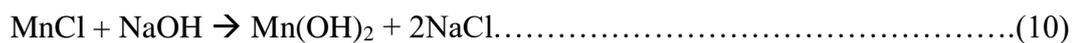
Melakukan pengujian BOD di hari pertama dengan menitrasiya menggunakan larutan natrium tiosulfat. Metode tritrasi yang digunakan ialah merupakan metode tritrasi iodometri dimana dimana sampel yang akan dititrasi akan dilakukan penambahakan $MnCl$ dan alkali sehingga terjadi endapan MnO_2 . Oleh karena itu terlebih dahulu penambahan sebanyak 1 ml mulai dari $MnSO_4$ yang bersifat basa akan membentuk endapan MnO_2 dengan bantuan pereaksi

alkali iodide azida (NaOH-KI). Kemudian melakukan penambahan asam sulfat (H_2SO_4) untuk membaut endapan kembali larut dalam sampel uji serta membebaskan molekul iodium (I_2) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut dalam sampel uji dengan menghomogenkannya. 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 ekuivalensi 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 $MnCl_2$ dan NaOH-KI (alkali), dimana akan terjadi endapan MnO_2 . Dengan menambahkan H_2SO_4 atan HCl maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium (I_2) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) dan menggunakan indikator larutan amilum (kanji). Sehingga persamaan reaksi kimia yang terjadi ialah sebagai berikut :



(Sawyer, 1978)

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

Tabel 3 Hasil Titrasi Pada Pengujian BOD

Kode sampel	V _o	V ₅
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 4 Hasil Perhitungan Penetapan BOD pada Blanko

Kode Blanko	V ₀	V ₅	N. Na ₂ S ₂ O ₃	F	B ₀	RPD (≤ 10 %)	B ₅	RPD (≤ 10 %)
B1-III	1,89	1,4	0,025	1,00 671	7,71	-0,04	5, 71	- 0,06
	1,97	1,48	0,025	1,00 671	8,03		6, 03	
B1 rata						7,87		
B2 rata – rata						5,87		
B1-B2						2,00		

Tabel 5 . Hasil Perhitungan Penetapan BOD pada Contoh Uji

Kode sampel	V ₀	V ₅	A1	A ₂	P	F	BOD ₅	BOD5 rata-rata	RPD (%)
-------------	----------------	----------------	----	----------------	---	---	------------------	----------------	---------

								(mg/L)	
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 Analytical Chemistry, Diterjemahkan oleh Saptorahardjo*. Jakarta: Ui Press.
- Krynicky, 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 Effluent 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) *Chemistry 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: Gowsyen .
- 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 Spektrofotometri. 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 K ₂ Cr ₂ O ₇			Konsentrasi Na ₂ S ₂ O ₃				
W K ₂ Cr ₂ O ₇	Purity (100 %)	N. K ₂ Cr ₂ O ₇	Duplo	V. K ₂ Cr ₂ O ₇	V. Na ₂ S ₂ O ₃	N. Na ₂ S ₂ O ₃	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

$$F = \frac{\text{volume botol}}{\text{volume botol} - 2} = \frac{300}{(300 - 2)} = \frac{300}{298} = 1,006711$$

2. Menghitung nilai DO₀ dan DO₅

a. Larutan blanko DO₀

$$DO_0 = \frac{V.Na_2S_2O_3 \times N.Na_2S_2O_3 \times 8000 \times F}{50} = \frac{1,95 \times 0,025 \times 8000 \times 1,006711}{50} = 7,85 \frac{mg}{l}$$

b. Larutan blanko DO₅

$$DO_0 = \frac{V.Na_2S_2O_3 \times N.Na_2S_2O_3 \times 8000 \times F}{50} = \frac{1,49 \times 0,025 \times 8000 \times 1,006711}{50} = 5,9999 \text{ mg/L}$$

c. Larutan sampel uji DO₀

$$\begin{aligned} DO_0 &= \frac{V.Na_2S_2O_3 \times N.Na_2S_2O_3 \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,76 \times 0,025 \times 8000 \times 1,006711}{50} = 7,21 \frac{mg}{L} \end{aligned}$$

d. Laurtan sampel uji DO₅

$$\begin{aligned} DO_5 &= \frac{V.Na_2S_2O_3 \times N.Na_2S_2O_3 \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,33 \times 0,025 \times 8000 \times 1,006711}{50} = 5,45 \frac{mg}{L} \end{aligned}$$

3. Menghitung nilai BOD₅

$$BOD_5 = \frac{A_1 - A_2 - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_c}\right) \cdot V_a}{P} = \frac{7,21 - 5,45 - \left(\frac{6,18 - 8,05}{30}\right) \times 30}{20/300} = 23,31$$

4. Menghitung RPD

$$\begin{aligned} RPD &= \frac{(BOD_{5.1} - BOD_{5.2})}{(BOD_{5.1} + BOD_{5.2})/2} \times 100 \% \\ &= \frac{(23,31 - 22,08)}{\frac{23,31 + 22,08}{2}} \times 100 \% \\ &= 5,41\% \end{aligned}$$

LAMPIRAN







PEMERINTAH KABUPATEN MOJOKERTO
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
Jl. Pemuda No. 55 B Telp./Fax. (0321) 593178 Mojosari - Mojokerto

Mojokerto, 25 Januari 2021

Kepada

Nomor : 800/ 601 /416-110/2021
Sifat : Penting
Lampiran : -
Perihal : Kerja Praktik Lapangan

Yth. Sdr. Kepala Program Studi Teknik
Kimia Universitas Internasional Semen
Indonesia
Di,

GRESIK

Sehubungan dengan Surat Dari Universitas Intenasional Semen Indonesia, tanggal 22 Desember 2020, Nomor : 0490/KI.05/03-01.01.01.03/12.20, Perihal Permohonan Kerja Praktik, Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia atas nama :

No	NAMA	NIM
1.	Suhartini Suwandari	2031810038
2.	Devi Ardella wardani	2031810007

Berkaitan dengan hal tersebut diatas dapat kami sampaikan bahwa pada dasarnya kami tidak keberatan atas dilaksanakannya kegiatan Kerja Praktik Mahasiswa tersebut di atas mulai tanggal 01 Maret s/d 30 Maret 2021, dan selama dalam pelaksanaan Kerja Praktik sesuai dengan tujuan pelaksanaan yang telah direncanakan oleh Universitas.

Demikian untuk menjadikan perhatian, kami sampaikan terima kasih.

**KEPALA DINAS LINGKUNGAN HIDUP
KABUPATEN MOJOKERTO**



DR. DIDIK CHUSNOLO YAKIN, S.Sos, M.Si
Pembina Utama Muda
NIP. 19710427 199203 1 001



PEMERINTAH KABUPATEN MOJOKERTO
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
Jl. Pemuda No. 55 B Telp./Fax. (0321) 593178 Mojosari -
Mojokerto

SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTIK
Nomor: 501/602/417-111/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iwan Setiawan, S.Si
Jabatan : Kepala UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup
Alamat : Jl. Pemuda No. 55 B, Mojosari, Mojokerto

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : 1. Devi Ardelia Wardani
2. Suhartini Suwandari
Asal Univ : Universitas Internasional Semen Indonesia
Alamat : Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, Jl. Veteran, Kb.
Dalem, Sidomoro, Kebomas, Gresik *Regency, East Java* 61122

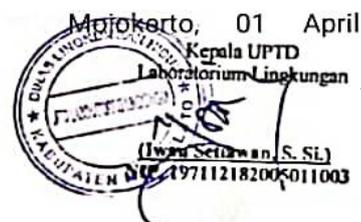
Bahwa yang bersangkutan telah melaksanakan kegiatan kerja praktik di Dinas Lingkungan Hidup, Kabupaten Mojokerto. Kerja Praktik tersebut telah dilaksanakan selama 1 bulan, yaitu mulai tanggal 01 Maret s/d 31 Maret 2021.

Selama Kerja Praktik di Dinas Lingkungan Hidup, Kabupaten Mojokerto yang bersangkutan telah mempelajari tentang analisa *chemical oxygen demand* dan *biochemical oxygen demand*. Dan pada saat surat ini dikeluarkan, yang bersangkutan telah melaksanakan tugas dan tanggung jawabnya dengan baik.

Demikian surat keterangan magang ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

2021

Mojokerto, 01 April
Kepala UPTD
Laboratorium Lingkungan
(Iwan Setiawan, S.Si)
NIP. 1971112182005011003





UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA

Kompleks PT Semen Indonesia (Persero) Tbk
Jl. Veteran, Gresik Jawa Timur 61122
Telp (031) 3985482, (031) 3981732 ext. 3662 Fax: (031) 3985481

LEMBAR KEHADIRAN MAGANG

Nama: Suhartini Suwandari
NIM: 2031810038
Judul Magang: Analisa Air Limbah dengan parameter COD & BOD

No	Tanggal	Kegiatan	TTD Pelaksana	TTD Pembimbing Lapangan
1	01/03 2021	Pengenaln Fendin lingkungan magang	[Signature]	[Signature]
2	02/03 2021	Membuat rangkaian BOD & COD	[Signature]	[Signature]
3	03/03 2021	membuat flow chart pengujian	[Signature]	[Signature]
4	04/03 2021	pengujian BOD	[Signature]	[Signature]
5	06/03 2021	Pengujian COD	[Signature]	[Signature]
6	07/03 2021	Pengujian COD	[Signature]	[Signature]
7	08/03 2021	Pengujian BOD & DO	[Signature]	[Signature]
8	10/03 2021	Pengujian COD	[Signature]	[Signature]
9	11/03 2021	Pengujian COD	[Signature]	[Signature]
10	12/03 2021	membersihkan Alat	[Signature]	[Signature]
11	13/03 2021	Pengujian COD	[Signature]	[Signature]
12	14/03 2021	Pengujian BOD	[Signature]	[Signature]
13	15/03 2021	Menulis Berita Acara	[Signature]	[Signature]
14	16/03 2021	Membersihkan alat-alat laboratorium	[Signature]	[Signature]
15	17/03 2021	pengujian COD + BODs	[Signature]	[Signature]
16	21/03 2021	Melakukan perhitungan BOD	[Signature]	[Signature]
17	24/03 2021	pengujian COD + BOD	[Signature]	[Signature]
18	25/03 2021	pengujian COD	[Signature]	[Signature]
19	26/03 2021	Beresh - Beresh	[Signature]	[Signature]
20	29/03 2021	pengujian BOD & COD	[Signature]	[Signature]
21	30/03 2021	pengujian BOD	[Signature]	[Signature]

Catatan:
Tuliskan kegiatan yang dilakukan (Harian/ Mingguan) selama magang dan ditandatangani oleh Pelaksana magang dan Pembimbing Lapangan dimana magang dilaksanakan.

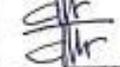
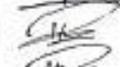


UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA

Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.
Jl. Veteran, Gresik Jawa Timur 61122
Telp: (031) 3985482, (031) 3981732 ext. 3662 Fax: (031) 3985481

LEMBAR KEHADIRAN MAGANG

Nama : Dani Andika Wardani
NIM : 204910007
Judul Magang : Analisa Air Limbah Industri, Parameter COD & BOD

No	Tanggal	Kegiatan	TTD Pelaksana	TTD Pembimbing lapangan
1	01/05/2021	Pengisian skripsi wawancara magang		
2	01/05/2021	Menyebut wawancara COD & BOD		
3	01/05/2021	Menyebut foto chart Puncak air		
4	04/05/2021	Melakukan Pengujian BOD		
5	05/05/2021	Melakukan Pengujian COD		
6	08/05/2021	Melakukan Pengujian BOD		
7	08/05/2021	Melakukan Pengujian COD dan DO		
8	09/05/2021	Melakukan Pengujian COD		
9	10/05/2021	Melakukan Pengujian COD		
10	11/05/2021	Melakukan Pengujian COD		
11	15/05/2021	Melakukan Pengujian COD		
12	16/05/2021	Pengujian COD		
13	17/05/2021	Pengujian BOD		
14	18/05/2021	Menyebut hasil Acara		
15	19/05/2021	Melakukan Pengujian air - air Laboratorium		
16	21/05/2021	Pengujian BOD & BODs		
17	23/05/2021	Melakukan Pengujian COD		
18	24/05/2021	Melakukan Pengujian COD & BOD		
19	25/05/2021	Melakukan Pengujian COD		
20	26/05/2021	Berish - Berish pengujian BOD & COD		
21	28/05/2021	Pengujian BOD		
22	30/05/2021	Pengujian BOD		
23	31/05/2021			
24	31/05/2021			

Catatan :
Tuliskan kegiatan yang dilakukan (Harian/Mingguan) selama magang dan ditandatangani oleh Pelaksana magang dan Pembimbing Lapangan dimana magang dilaksanakan.