

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 1 dari 10
CARA UJI KADAR <i>BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND</i> (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

Disetujui oleh :  Kepala Seksi SS	Diajukan oleh :  Penyelia
--	--

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 2 dari 10
CARA UJI KADAR <i>BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND</i> (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

A. Prinsip

Sejumlah contoh uji ditambahkan ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari $\pm$ 6 jam. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 (nol) hari dan 5 (lima) hari. Bahkan kontrol standar dalam uji BOD ini, digunakan larutan glukosa-asam glutamat. Cara uji ini digunakan untuk menentukan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam contoh uji air limbah, efluen atau air yang tercemar yang tidak mengandung atau yang telah dihilangkan zat-zat toksik dan zat-zat pengganggu lainnya.

B. Bahan

1. Air bebas mineral

2. Larutan Nutrisi

a. Larutan *Buffer* Fosfat

Timbang 2,125 gram KH_2PO_4 ; 5,4375 gram K_2HPO_4 ; 8,35 gram $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{ H}_2\text{O}$; dan 0,425 g NH_4Cl , larutkan dalam 250 mL air suling dan tepatkan sampai 250 mL (larutan a).

b. Larutan Magnesium Sulfat

Timbang 5,625 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, larutkan dalam air suling dan tepatkan sampai 250 mL (larutan b).

c. Larutan Ferri Klorida

Timbang 0,0625 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, larutkan dalam air suling dan tepatkan sampai 250 mL (larutan c).

d. Larutan Kalsium Klorida

Timbang 6,875 g CaCl_2 , larutkan dalam air suling dan tepatkan sampai 250 mL (larutan d).

Catatan : larutan a, b, c dan d harus diganti setelah 3 bulan.

3. Larutan Suspensi Bibit Mikroba

Sumber bibit mikroba dapat diperoleh dari limbah domestik, effluen dari pengolahan limbah secara biologis yang belum mengalami klorinasi dan penambahan desinfektan atau air sungai yang menerima buangan limbah organik. Sebaiknya bibit mikroba diperoleh dari pengolahan limbah secara

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 3 dari 10
CARA UJI KADAR <i>BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND</i> (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

biologis. Pembuatan suspensi bibit mikroba dapat dilakukan dengan cara: a) ambil supernatan dari sumber bibit mikroba (limbah domestik atau effluen pengolahan limbah); b) lakukan aerasi dengan segera terhadap supernatan tersebut, sampai akan digunakan.

4. Larutan Air Pengencer

Siapkan air bebas mineral yang jenuh oksigen atau minimal 7,5 mg/L, dalam botol gelas yang bersih, kemudian atur suhunya pada kisaran $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$; Tambahkan kedalam setiap 1 liter air bebas mineral jenuh oksigen tersebut, masing-masing 1 ml larutan nutrisi yang terdiri dari larutan buffer phospat, MgSO_4 , CaCl_2 dan FeCl_3 ; Tambahkan juga bibit mikroba kedalam setiap 1 liter air bebas mineral, untuk 1 ml sampai 3 ml (bibit mikroba) dan aduk sampai homogen.

Catatan 1: penjenruhan oksigen dapat dilakukan dengan cara mengalirkan udara kedalam air dengan aerator yang dilengkapi filter bebas organik.

Catatan 2: larutan air pengencer, harus dibuat langsung saat akan digunakan

Catatan 3: volume bibit mikroba yang ditambahkan, dapat berdasarkan hasil uji glukosa-asam glutamat yang menghasilkan nilai BOD $198\text{ mg/l} \pm 30,5\text{ mg/l}$.

5. Larutan Glukosa-asam glutamat

Keringkan glukosa (p.a) dan asam glutamat (p.a) pada suhu $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Timbang 150 mg glukosa dan 150 mg asam glutamat, kemudian larutkan dengan air bebas mineral hingga 1 liter.

6. Larutan indikator kanji/amilum 2%

Larutkan 2 g amilum dan 0,2 g asam salisilat ($\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$) sebagai pengawet dalam 100 ml air suling yang dipanaskan (mendidih).

7. Larutan Mangan Sulfat

Larutkan 120 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ atau 100 g $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau 91 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dengan air suling kedalam labu ukur 250 ml, tepatkan sampai tanda tera.

8. Larutan Alkali Azida (NaOH-KI)

Larutkan 125 g atau 175 g KOH dan 33,75 g NaI atau 37,5 g KI dengan air suling, encerkan sampai 250 ml. Tambahkan larutan 2,5 g NaN_3 dalam 10 ml air suling.

9. Larutan Asam Sulfat 6N

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 4 dari 10
CARA UJI KADAR <i>BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND</i> (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

Campurkan 1 (satu) bagian volume asam sulfat pekat kedalam 5 bagian air suling.

10. Larutan natrium thio sulfat 0,025 N ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Timbang 6,205 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan dengan air suling yang telah dididihkan. Tambahkan 0,4 g NaOH dan encerkan hingga 1000 ml

11. Larutan Kalium Dikromat 0,025 N ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

Larutkan 0,6129 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (yang telah dikeringkan pada suhu 150 °C selama 2 jam) dengan air suling dan tepatkan sampai 500 ml

12. Penetapan Kenormalan larutan Natrium thio sulfat dengan kalium dikromat

- Siapkan erlenmeyer, lalu isi dengan 80 ml air suling, tambahkan sambil diaduk 1 ml H_2SO_4 pekat
- Tambahkan 10 ml kalium dikromat 0,025 N dan 1 g KI
- Simpan ditempat gelap selama 6 menit
- Titrasi dengan larutan natrium thio sulfat 0,025 N sampai terjadi perubahan warna menjadi tidak berwarna (titik akhir tercapai).
- Catat ml larutan natrium thio sulfat yang digunakan
- Hitung kenormalan larutan baku natrium thio sulfat dengan rumus :

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{A \times C}{B}$$

Keterangan :

A = ml larutan kalium dikromat 0,025 N

B = ml larutan natrium thio sulfat yang digunakan untuk titrasi

C = kenormalan larutan kalium dikromat 0,025 N

C. Peralatan

1. Botol DO (*winkler*)
2. Lemari inkubasi atau *water cooler*, suhu 20 °C ± 1 °C, gelap
3. Pipet volumetrik
4. Labu Ukur 100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml
5. DO meter yang terkalibrasi
6. Erlenmeyer
7. Oven
8. Timbangan analitik
9. Buret + statif

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 5 dari 10
CARA UJI KADAR <i>BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND</i> (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

10. Aerator

D. Cara Kerja

1. Persiapan Pengujian

- Pengaturan ph; kondisikan contoh uji pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, lakukan pengukuran ph contoh, jika nilainya tidak dikisaran 6,0 – 8,0, atur ph pada kisaran tersebut dengan penambahan larutan asam sulfat atau natrium hidroksida, penambahan asam atau basa tidak boleh mengakibatkan pengenceran lebih dari 0,5%.
- Penghilangan Zat pengganggu;
 - Contoh uji mengandung senyawa toksik lain; terhadap contoh uji-contoh uji yang mengandung senyawa toksik, lakukan perlakuan khusus untuk menghilangkannya. Salah satu perlakuan dengan cara pengenceran sebagai berikut:

Tabel 1. Jumlah Contoh Uji

Jenis Contoh Uji	Jumlah Contoh Uji (%)	Faktor Pengenceran
Limbah industri yang sangat pekat	0,01 – 1,0	10000 – 100
Limbah yang diendapkan	1,0 – 5,0	100 – 20
Efluen dari proses biologis	5,0 - 25	20 – 4
Air sungai	25 - 100	4 – 1

- Contoh uji mengandung oksigen terlarut lewat jenuh
Hilangkan kelebihan oksigen dengan cara pengocokan atau diaerasi pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Larutan glukosa glutamat; kondisikan larutan glukosa glutamat pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, masukkan 10 ml larutan glukosa glutamat kedalam labu ukur 500 ml, encerkan dengan larutan pengencer hingga 500 ml, aduk sampai homogen.
 - Larutan contoh uji; kondisikan contoh uji pada suhu $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, dalam labu ukur lakukan pengenceran contoh uji dengan larutan pengencer hingga 1 liter. Jumlah pengenceran sangat tergantung pada karakteristik contoh uji dan dipilih pengenceran yang diperkirakan dapat menghasilkan

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 6 dari 10
CARA UJI KADAR <i>BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND</i> (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

penurunan oksigen terlarut minimal 2,0 mg/l dan sisa oksigen terlarut minimal 1,0 mg/l setelah inkubasi 5 hari, pengenceran contoh uji dapat dilakukan berdasarkan faktor pengenceran seperti pada tabel 1.

2. Pengujian BOD

- Siapkan 2 buah botol DO, tandai masing-masing botol misal dengan notasi A_1 ; A_2
- Masukkan larutan contoh uji kedalam masing-masing botol DO A_1 dan A_2 ; sampai meluap, kemudian ditutup masing masing botol secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara;
- Lakukan pengocokan beberapa kali, kemudian tambahkan air bebas mineral pada sekitar mulut botol DO yang telah ditutup;
- Simpan botol A_2 dalam lemari inkubator $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari;
- Lakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol A_1 dengan alat DO meter yang terkalibrasi sesuai dengan *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition 2005*; *Membrane electrode method* atau dengan metode titrasi secara iodometri (modifikasi Azida) sesuai dengan SNI 06-6989.14-2004. Hasil pengukuran, merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A_1). Pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran.
- Ulangi pengerjaan pada butir e untuk botol A_2 yang telah diinkubasi 5 hari ± 6 jam. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari (A_2).
- Lakukan pengerjaan pada butir a sampai f untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B_1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (B_2).
- Lakukan pengerjaan pada butir a sampai f untuk penetapan kontrol standar dengan menggunakan larutan glukosa-asam glutamat. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (C_1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (C_2).
- Lakukan kembali pengerjaan butir a sampai f terhadap beberapa macam pengenceran contoh uji.

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 7 dari 10
CARA UJI KADAR <i>BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND</i> (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

Catatan 1: oksigen terlarut dalam air pengencer yang dikonsumsi mikroba selama 5 hari berkisar antara 0,6 mg/l – 1,0 mg/l.

Catatan 2: frekuensi pengerjaan untuk penetapan blanko (butir g) dan kontrol standar dengan glukosa-asam glutamat (butir h) dilakukan 6% - 10% per *batch* (satu seri pengukuran) atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 20.

3. Pengujian Oksigen Terlarut/DO menurut SNI 06-6989.14-2004
 - a. Ambil contoh yang sudah disiapkan
 - b. Tambahkan 1 ml MnSO₄ dan 1 ml NaOH-KI dengan ujung pipet tepat diatas permukaan larutan
 - c. Tutup dengan segera dan homogenkan sampai terbentuk gumpalan sempurna
 - d. Biarkan gumpalan mengendap 5 menit sampai 10 menit
 - e. Tambahkan 1 ml H₂SO₄ 6 N ditutup dan dihomogenkan hingga endapan larut sempurna
 - f. Pipet 50 ml masukkan kedalam botol BOD
 - g. Titrasi dengan natrium thio sulfat 0,025 N dengan indikator amilum sampai warna biru tepat hilang
 - h. Catat ml larutan natrium thio sulfat yang digunakan

E. Pernyataan Hasil

1. Perhitungan Nilai BOD₅ Menurut SNI 6989.72:2009

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left\{ \frac{(B_1 - B_2)}{VB_1} \right\} V_C}{P}$$

Dengan perhitungan :

BOD₅ = nilai BOD₅ contoh uji (mg/L)

A₁ = kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi 0 hari (mg/L)

A₂ = kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi 5 hari (mg/L)

B₁ = kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi 0 hari (mg/L)

B₂ = kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/L)

V_B = volume suspensi mikroba (ml) dalam botol DO blanko (mL)

V_C = volume suspensi mikroba dalam botol contoh uji (mL)

P = perbandingan volume contoh uji (V₁) per volume total (V₂)

Catatan: bila contoh uji tidak ditambahkan bibit mikroba V_B = 0

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 8 dari 10
CARA UJI KADAR <i>BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND</i> (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

2. Perhitungan Nilai BOD5 Menurut SNI 06-6989.14-2004

a. Oksigen terlarut, DO/OT (mg/l) =
$$\frac{V \times N \times 8 \times 1000}{50}$$

Keterangan:

V = ml natrium thio sulfat

N = normalitas natrium thio sulfat

Catatan:

- Penambahan volume pereaksi diatas berdasarkan botol winkler 100 ml sampai 300 ml
- Pada saat penghomogenann, dikocok dengan cara membolak-balikkan botol sampai semua endapan larut

b. Perhitungan kadar BOD

mg/l BOD = $\{(DO_0 - DO_5) - (DO_{blk0} - DO_{blk5}) \times ((P-1)/P)\} \times P$

Keterangan :

DO₀ = kadar DO mg/l nol hari benda uji

DO₅ = kadar DO mg/l lima hari benda uji

DO_{blk0} = kadar DO mg/l nol hari larutan pengencer/blanko

DO_{blk5} = kadar DO mg/l lima hari larutan pengencer/blanko

P = faktor pengencer

3. Laporan hasil uji

Laporkan nilai BOD₅ dari hasil perhitungan yang memenuhi batas keberterimaan pengendalian mutu.

F. Pengendalian Mutu

1. Gunakan bahan kimia pro analisis (p.a)
2. Gunakan alat gelas bebas kontaminan
3. Gunakan alat ukur yang terkalibrasi atau terverifikasi
4. Dikerjakan oleh analis/penguji yang kompeten
5. Gunakan air bebas mineral yang bebas kontaminan
6. Nilai BOD₅ larutan kontrol standar glukosa-asam glutamat berada pada kisaran 198 ± 30,5 mg/L, dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

LABORATORIUM BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI PALEMBANG	INSTRUKSI KERJA	Nomor : IK-LAB-5. 4.1.1E Revisi/ Edisi : 0/7 Tanggal Terbit : 01 April 2019 Halaman : 9 dari 10
CARA UJI KADAR BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND (BOD) PADA AIR DAN AIR LIMBAH		

$$BOD_5 = \frac{(C_1 - C_2) - \left\{ \frac{(B_1 - B_2)}{V_B} \right\} V_S}{P}$$

Dengan perhitungan :

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

C_1 = kadar oksigen terlarut glukosa-asam glutamat 0 hari (mg/L)

C_2 = kadar oksigen terlarut glukosa-asam glutamat 5 hari (mg/L)

B_1 = kadar oksigen terlarut blanko 0 hari (mg/L)

B_2 = kadar oksigen terlarut blanko 5 hari (mg/L)

V_B = volume suspensi mikroba (ml) dalam botol DO blanko (mL)

V_S = volume suspensi mikroba per botol DO (mL) dalam standar glukosa-asam glutamat

P = perbandingan volume contoh uji dengan larutan pengencer

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

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

G. Dokumen Acuan

SNI 6989.72:2009

SNI 06-6989.14-2004

H. Dokumen Terkait

F-LAB-5.4.1.0.2 Rekaman Mutu Hasil Pengujian