PENENTUAN NILAI BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH DI PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT (PPKS) MEDAN

Bayu Andika[1*] , Puji Wahyuningsih, Rahmatul Fajri
[1]*Program Studi Kimia Fakultas Teknik Universitas Samudra*
Jl. Meurandeh, Langsa Aceh 24416, Indonesia

* Corresponding author: bayuandika.seruway@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu limbah utama dari industri adalah air yang berasal dari proses produksi dan berbagai aktivitas lain yang ditampung dalam danau buatan. Air limbah dalam danau buatan ini mengalami proses oksidasi dari bahan organik ataupun anorganik sehingga berpotensi menghasilkan air yang mengandung bahan-bahan yang tidak diinginkan dan berbahaya bagi lingkungan. Untuk itu perlu dilakukan identifikasi kualitas air limbah sehingga dapat diketahui bahaya atau tidaknya limbah tersebut. Pada penelitian ini nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan sebagai parameter yang akan diuji dikarenakan BOD dan COD digunakan sebagai penduga adanya pencemaran dalam limbah walaupun bukan sebagai penentu. Metode yang digunakan untuk pengujian BOD yaitu winkler dan untuk pengujian COD yaitu reflux. Hasil pengujian BOD pada sampel 1, sampel 2 dan sampel 3 berturut-turut adalah 1874,40 mg/L, 25,62 mg/L, dan 8,67 mg/L. Sedangkan pengujian COD pada sampel 1, sampel 2 dan sampel 3 berturut-turut adalah 3878,40 mg/L, 43,63 mg/L dan12,93 mg/L. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa sampel 1 belum memenuhi standar baku mutu air limbah, sedangkan hasil uji sampel 2 dan sampel 3 telah memenuhi standar baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

Kata Kunci : BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), Air Limbah

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sumber daya alam terbesar didunia, untuk mengelola sumber daya alam tersebut diperlukan bantuan dari berbagai industri seperti tekstil, semen, kertas, pupuk, perkebunan, dan lain-lain.Selain menghasilkan produk yang bermanfaat, industri juga menghasilkan limbah.Salah satu limbah utama yang dihasilkan oleh industri adalah air. Air limbah merupakan air buangan yang dihasilkan dari pemakaian air dari proses produksi dan berbagai aktivitas lain yang ditampung dalam danau buatan (Tchobanoglous *et al.*, 1991). Air limbah yang dihasilkan berpotensi memberikan dampak pencemaran lingkungan jika dalam proses produksi menggunakan bahan kimia yang berlebihan. Bahan yang dapat menimbulkan masalah pencemaran yaitu bahan organik, non-organik, dan logam berat yang konsentrasinya melebihi baku mutu yang diperbolehkan untuk masuk ke lingkungan. Limbah dengan karakteristik tersebut dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia dalam jangka waktu yang panjang (Indrayani & Rahmah, 2018).

Berdasarkan hal diatas perlu dilakukan analisis kualitas limbah sebelum dibuang ke lingkungan.Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah limbah tersebut berbahaya atau tidak sehingga nantinya dapat dilakukan upaya untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh air limbah tersebut. Keberadaan limbah dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti mengganggu transparansi air, menggangu proses fotosintesis yang berujung pada defisiensi oksigen, menyebabkan tumor ataupun kematian pada organisme akuatik, serta mengakibatkan iritasi, keracunan, mutasi gen, dan kanker pada manusia (Valerie et al., 2018). Analisis kualitas limbah dapat dilakukan menggunakan indikator biologi dan kimia.Indikator biologi merupakan korelasi perilaku komunitas di alam dengan lingkungan.Sedangkan indikator kimia dilakukan dengan melakukan analisis BOD, COD dan Disolved Oxygen (DO).Dengan demikian perlu dilakukan pengujian BOD dan COD untuk

mengetahui kondisi limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri tersebut (Nuraini *et al.*, 2019).

BOD atau sering disebut *Biological Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Santoso, 2018).Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, melainkan hanya mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut (Wulandari, 2018).Sedangkan COD atau sering disebut *Chemical Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang ada didalam air secara kimiawi (Lumaela *et al.*, 2013).

Tujuan analisis BOD dan COD dalam pengolahan limbah yaitu (Santoso, 2018):

a) BOD penting untuk mengetahui perkiraan jumlah oksigen yang akan diperlukan untuk menstabilkan bahan organik yang ada secara biologi,
b) untuk mengetahui ukuran fasilitas unit pengolahan limbah,
c) untuk mengukur efisiensi suatu proses perlakuan dalam pengolahan limbah,
d) untuk mengetahui kesesuaiannya dengan batasan yang diperbolehkan bagi pembuangan air limbah.

Kadar BOD dan COD pada suatu air limbah harus memenuhi baku mutu yang telah ditentukan. Baku mutu adalah batas atau kadar makhluk hidup, zat atau energi atau komponen lain yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemaran yang ditenggang adanya sesuai dengan peruntukannya. Standar baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri minyak kelapa sawit mengacu ke Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yang ditunjukkan pada Tabel 1.berikut.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1	BOD	mg/L	100
2	COD	mg/L	350
3	TSS	mg/L	250
4	Minyak dan Lemak	mg/L	25
5	N	mg/L	50
6	pH		6 sampai 9

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian untuk mendapatkan besaran polutan yang ada pada air limbah industri ini, dimana BOD dan COD merupakan parameter yang akan diuji. BOD dan COD merupakan parameter penting untuk menentukan kualitas air limbah dikarenakan BOD dan COD berperan sebagai penduga pencemaran bahan organik dan kaitannya dengan penurunan oksigen terlarut.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan adalah botol winkler, lemari inkubasi, pipet volumetrik, labu ukur, aerator, pH meter, oven, kultur tabung borosilikat bertutup ulir, *heatingblock*, statif, mikroburet, pipet skala, erlenmeyer, gelas kimia dan neraca analitik.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah larutan mangan sulfat ($MnSO_4$), larutan alkali iodida azida (NaN_3, NaOH, dan NaI), larutan asam sulfat (H_2SO_4), larutan glukosa-asam-glutamat, larutan pereaksi asam sulfat (H_2SO_4 dan Ag_2SO_4), indikator amilum, larutan baku kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), larutan indikator feroin, larutan air pengencer (akuades jenuh oksigen, buffer fosfat, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $FeCl_3$), larutan ferro ammonium sulfat (FAS), larutan baku kalium hidrogen ftalat (KHP) dan akuades.

Prosedur Kerja

1. Analisis BOD

a. Persiapan Pengujian BOD

Adapun persiapan pengujian BOD pada sampel dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

1) Sampel uji dikondisikan pada suhu 20^{o}C ± 3^{o}C.
2) Sampel dilakukan pengukuran pH, Jika nilainya tidak dalam kisaran 6,0-8,0 maka pH diatur pada kisaran tersebut dengan menambahkan larutan H2SO4 atau NaOH.
3) Larutan glukosa-asam glutamat dikondisikan pada suhu 20^{o}C ± 3^{o}C.
4) Larutan glukosa-asam glutamat sebanyak 20 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L dan diencerkan dengan air pengencer.
5) Jumlah pengenceran sampel sangat tergantung pada sampel uji, dan di pilih pengenceran yang diperkirakan dapat

menghasilkan penurunan oksigen terlarut minimal 2,0 mg/L dan sisa oksigen terlarut minimal 1,0 mg/L setelah diinkubasi 5 hari pengenceran sampel uji dapat dilakukan berdasarkan faktor pengenceran seperti pada Tabel 2.berikut ini.

Tabel 2. Faktor Pengenceran Menggunakan Metode BOD

No	Jenis Sampel Uji	Kisaran BOD (mg/L)	Faktor Pengenceran	Volume Sampel (mL)
1	Limbah yang sangat pekat	30000-105000	15000	0,02
		12000-42000	6000	0,05
		6000-21000	3000	0,10
		3000-10500	1500	0,20
		1200-4200	600	0,50
2	Limbah yang tidak terlalu pekat	600-2100	300	1,0
		300-1050	150	2,0
3	Air sungai dan jenis-jenis air yang tidak pekat	120-420	60	5,0
		60-210	30	10,00
		30-100	15	20,00
		12-40	6	50,00
		6-20	2	150,00
		0-7	1	300,00

b. Prosedur Pengujian BOD

Adapun tahapan pengujian BOD terhadap sampel adalah sebagai berikut:

1) Botol winkler disiapkan 2 buah dan ditandai masing-masing A_1 dan A_2.
2) Larutan sampel uji dan larutan air pengencer sesuai Tabel 3.2 dimasukkan ke dalam masing-masing botol winkler A_1 dan A_2 sampai meluap. Kemudian masing-masing botol ditutup secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara.
3) Pengocokan dilakukan beberapa kali, kemudian akuades ditambahkan pada sekitar mulut botol winkler yang telah ditutup.
4) Botol A_2 disimpan dalam lemari inkubator 20oC ± 1oC selama 5 hari.
5) Botol A_1 ditambahkan 1 mL larutan $MnSO_4$, ditambahkan 1 mL larutan alkali iodida azida dan ditambahkan 1 mL larutan H_2SO_4, serta ditambahkan 1-2 tetes indikator amilum.
6) Pengukuran dilakukan dengan metode titrasi secara iodometri (modifikasi Azida) sesuai dengan yang ditujukkan pada Gambar 1. Hasil pengukuran, merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A_1). Pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran.
7) Pengerjaan tahap 5 dan 6 diulangi untuk botol A_2 yang telah diinkubasi 5 hari. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari (A_2).
8) Penetapan blanko dilakukan dengan menggunakan larutan pengencer tanpa sampel uji. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B_1) dan nilai oksigen terlarut 5 Hari (B_2).
9) Penetapan kontrol standar dilakukan dengan menggunakan larutan glukosaasam glutamat. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari dan nilai oksigen terlarut 5 Hari.

ISSN 2716-0963
e-ISSN 2716-1218



Gambar 1. Rangkaian Alat Metode Titrasi Winkler

2. Analisis COD

a. Persiapan Pengujian COD

Larutan baku ferro ammonium sulfat (FAS) dilakukan standarisasi dengan larutan baku kalium dikromat yaitu dengan cara sebagai berikut: Larutan baku kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dipipet 5 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Larutan baku ditambahkan akuades 2,5 mL, dan 1-2 tetes indikator ferroin kemudian dititrasi dengan larutan titrasi FAS.

b. Prosedur Pengujian COD

Adapun tahapan pengujian COD terhadap sampel adalah sebagai berikut:

1) Sampel uji dipipet 2,5 mL kemudian ditambahkan 1,5 mL larutan baku $K_2Cr_2O_7$, dan ditambahkan 3,5 mL larutan pereaksi asam sulfat (H_2SO_4 dan Ag_2SO_4) ke dalam tabung.
2) Tabung ditutup dan dikocok perlahan sampai homogen.
3) Tabung diletakkan pada heating block yang telah dipanaskan pada suhu 150^oC, dan digestion dilakukan selama 2 jam.
4) Sampel uji yang sudah direfluks didinginkan perlahan-lahan sampai suhu ruang. Tutup sampel uji dibuka sesekali disaat pendinginan untuk mencegah adanya tekanan gas.
5) Sampel uji dipindahkan secara kuantitatif dari tabung ke dalam erlenmeyer untuk dititrasi.
6) Indikator ferroin ditambahkan 1-2 tetes ke dalam erlenmeyer dan dititrasi dengan larutan baku FAS 0,05 M sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat kemerahan. Selanjutnya volume larutan FAS yang digunakan dicatat sebagai B.
7) Dilakukan tahapan pengerjaan sampel terhadap akuades sebagai blanko dan dicatat volume larutan FAS yang digunakan sebagai A.
8) Dilakukan tahapan pengerjaan sampel terhadap larutan KHP sebagai kontrol standar. Dicatat volume larutan FAS yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian limbah industri di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan yaitu BOD dan COD masing-masing 3 sampel dengan dua kali pengulangan.BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik.Walaupun nilai BOD untuk menyatakan jumlah oksigen terlarut, tetapi dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan (Atima, 2015).Prinsip pengukuran BOD yaitu sejumlah sampel uji ditambahkan kedalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu 20^oC ± 3^oC selama 5 hari. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut 0 (nol) hari dan 5 (lima) hari. Bahan kontrol standar dalam uji BOD ini digunakan larutan glukosa-asam glutamat.

Untuk mengetahui nilai BOD dari sampel uji maka terlebih dahulu dihitung nilai DO yang dihasilkan dari masing-masing sampel tersebut.DO dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\textbf{DO (mg/L)} = \frac{V \times N \times 8000}{50}$$

Keterangan:
V = mL $Na_2S_2O_3$
N = Normalitas $Na_2S_2O_3$
8000 = berat mili ekuivalen oksigen x 1000 mL/Liter
50 = mL sampel uji

Setelah nilai DO masing-masing sampel diketahui maka nilai BOD dari sampel uji dapat dihitung dengan menggunakan rumussebagai berikut:

$$\mathbf{BOD_5}=(A_1-A_2)-(B_1-B_2)\text{x P}$$

Keterangan:

A_1=Nilai DO dari sampel uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A_2=Nilai DO dari sampel uji setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

B_1= Nilai DO dari blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B_2= Nilai DO dari blanko setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

P= Perbandingan volume sampel uji (V_1) per volume total (V_2)

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus diatas, maka didapatkan nilai BOD pada sampel uji seperti yang tertera pada Tabel 3.berikut.

Tabel 3. Hasil Penentuan Nilai BOD

No	Vol sampel (mL)	Volume Na. Thio (mL)				N Na. Thio 0	N Na. Thio 5	B_1 (mg/L)	B_2 (mg/L)	A_1 (mg/L)	A_2 (mg/L)	Kadar BOD (mg/L)	Rerata (mg/L)	RPD (%)	Fp
		BL 0	BL 5	C 0	C 5										
1 I	50	2,25	1,9	2,48	1,65	0,02	0,02	8,89	7,49	9,80	6,50	1894,19	**1874,40**	2,1	1000
1 II	50	2,25	1,9	2,46	1,64	0,02	0,02	8,89	7,49	9,72	6,47	1854,61			
2 I	50	2,25	1,9	2,25	1,58	0,02	0,02	8,89	7,49	8,89	6,23	25,23	**25,62**	3,1	20
2 II	50	2,25	1,9	2,23	1,55	0,02	0,02	8,89	7,49	8,81	6,11	26,02			
3 I	50	2,25	1,9	2,26	1,80	0,02	0,02	8,89	7,49	8,93	7,10	8,67	**8,67**	0,1	20
3 II	50	2,25	1,9	2,20	1,74	0,02	0,02	8,89	7,49	8,69	6,86	8,67			
CS	50	2,25	1,9	2,09	1,3	0,02	0,02	8,89	7,49	8,26	5,13	173,34			100

Keterangan:

A_1 = Nilai DO dari sampel uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A_2 = Nilai DO dari sampel uji setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

B_1 = Nilai DO dari blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B_2 = Nilai DO dari blanko setelah inkubasi (5 hari) (mg/L)

Kondisi awal pada sampel 1 berwarna hitam yang mengindikasikan bahwa sampel 1 belum memenuhi standar untuk dibuang langsung ke perairan. Sedangkan kondisi awal pada sampel 2 berwarna keruh dan pada sampel 3 berwarna jernih yang mengindikasikan bahwa sampel 2 dan 3 masih memenuhi standar untuk dibuang langsung ke perairan. Berdasarkan Tabel 1. nilai BOD yang dihasilkan pada sampel 1 di atas ambang batas baku mutu air limbah yaitu sebesar 1874,40 mg/L. Tingginya nilai BOD mengakibatkan menurunnya kandungan oksigen terlarut (DO) dari limbah sehingga kandungan senyawa organik yang dihasilkan tinggi dan mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai zat padat tersuspensi (Pamungkas, 2016). Berdasarkan Tabel 1. pada sampel 2 dan 3 telah memenuhi standar baku mutu air limbah karena nilai BOD yang dihasilkan menunjukkan nilai yang normal dan memenuhi baku mutu air limbah yaitu sebesar 25,62 mg/L pada sampel 2 dan 8,67 mg/L pada sampel 3. Oleh karena itu, pada sampel 2 dan 3 masih memenuhi standar untuk dibuang langsung ke perairan.

Penentuan nilai BOD sampel dilakukan dengan metode titrasi winkler.Prinsip penentuan nilai BOD dengan metode titrasi winkler adalah titrasi iodometri (modifikasi azida). Pada metode ini, volume yang akan ditentukan adalah volume larutan natrium thiosulfat ($Na_2S_2O_3$) yang digunakan untuk titrasi iodium (I_2) yang dibebaskan. Sebelumnya larutan buffer fosfat yang telah diaerasi dengan oksigen ditambahkan dengan larutan $MnSO_4$ dan larutan alkali iodida azida sehingga terbentuk endapan $Mn(OH)_3$. Dengan penambahan H_2SO_4,endapan yang terbentuk akan larut kembali dan membebaskan molekul iodium (I_2) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan natrium thiosulfat ($Na_2S_2O_3$) sampai berubah warna menjadi warna kuning jerami. Selanjutnyalarutan ditambahkan indikator amilum ke dalam larutan Iodium dan dilanjutkan titrasi dengan larutan natrium thiosulfat ($Na_2S_2O_3$) sampai terjadi perubahan warna dari biru menjadi tidak berwarna. Penambahan indikator amilum menjelang titik akhir titrasi dilakukan agar tidak terbentuk ikatan iod-amilum yang dapat menyebabkan volume $Na_2S_2O_3$ keluar lebih banyak dari yang seharusnya. Mekanisme reaksi yang terjadi dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Penambahan $MnSO_4$

$$O_2 + 2MnSO_4 \longrightarrow 2MnO + 2SO_4^{2-}$$
$$MnSO_4\ (sisa) + 2NaOH \longrightarrow Mn(OH)_2\ (s) + Na_2SO_4$$

- Penambahan alkali iodida azida

$$Mn(OH)_2 + O_2 + I_2 + NaN_3 \longrightarrow Mn(OH)_3 + I_2 + NaN_3\ (\text{teroksidasi } O_2 \text{ dalam air})$$

- Penambahan H_2SO_4

$$Mn(OH)_3 + 2I^- + H_2SO_4 \longrightarrow Mn(OH)_2 + I_2 + H_2O$$
$$Mn^{3+} + 2I^- + 2H^+ + e^- \longrightarrow Mn^{2+} + I_2 + H_2O$$

- Saat titrasi

$$2I^- + Na_2S_2O_3 \longrightarrow I_2 + Na^+ + S_4O_6^{2-}$$
$$2I^- + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow I_2 + S_4O_6^{2-}$$
$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} + e^- \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$$

- Reaksi gabungan

$$I_2 + 2S_2O_3^{2-} + e^- \longrightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$$
$$Mn^{3+} + 2I^- + 2H^+ + e^- \longrightarrow Mn^{2+} + I_2 + H_2O$$
$$2S_2O_3^{2-} + Mn^{3+} + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow S_4O_6^{2-} + Mn^{2+} + H_2O\ (\text{Titik Akhir})$$
(biru) (tidak berwarna)

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi (mendegradasi) bahan-bahan organik yang ada didalam air secara kimiawi (Islamawati *et al.*, 2018).Hal ini dikarenakan bahan organik diurai secara kimia menggunakan oksidator kuat dalam kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat (Ag_2SO_4) (Atima, 2015). Prinsip pengukuran

COD yaitu senyawa organik dan anorganik,terutama organik, dalam sampel uji dioksidasi oleh $Cr_2O_7^{2-}$ dalam *refluks* tertutup selama 2 jam menghasilkan Cr^{3+}.Kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS) menggunakan indikator ferroin.Jumlah oksigen yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg/L).

Untuk mengetahui nilai COD dari sampel uji maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

COD (mg/L O_2) = (A-B) x M x 8000 mL Sampel Uji

Keterangan:

A = Volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko, dinyatakan dalam ml
B = Volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk sampel uji, dinyatakan dalam ml
M = Molaritas larutan FAS
8000 = berat mili ekuivalen oksigen x 1000 mL/Liter

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus diatas, maka didapatkan nilai COD seperti yang tertera p
ada Tabel 4.Berikut.

Tabel 4. Hasil Penentuan Nilai COD

No. Lab	Volume Sampel (mL)	Volume FAS (mL)		M FAS	Kadar COD (mg/L)	RPD (%)
		Blanko (A)	Contoh (B)			
1 I	2,5	3,17	2,92	0,05	4040,00	8,33
1 II	2,5	3,17	2,94	0,05	3716,80	
		fp 100			**3878,40**	
2 I	2,5	3,17	2,90	0,05	43,63	0,00
2 II	2,5	3,17	2,90	0,05	43,63	
					43,63	
3 I	2,5	3,17	3,09	0,05	12,93	0,00
3 II	2,5	3,17	3,09	0,05	12,93	
					12,93	
CS	2,5	3,17	3,10	0,05	**109,58**	

Berdasarkan Tabel 1. nilai COD yang dihasilkan pada sampel 1 masih diatas ambang batas baku mutu air limbah yaitu sebesar 3878,40 mg/L. Nilai tersebut masih sangat jauh dari yang di syaratkan yaitu 350 mg/L. Menurut Supriyantini *et al.* (2017), tingginya nilai COD disebabkan adanya penurunan bahan organik maupun anorganik dari limbah industri yang dihasilkan. Tingginya kandungan COD di dalam air limbah mengakibatkan miskinnya kandungan oksigen dalam limbah sehingga biota air tidak akan hidup di dalam air limbah tersebut (Mulyaningsih, 2013). Berdasarkan Tabel 1.nilai COD pada sampel 2 dan 3 telah memenuhi standar baku mutu air limbah, karena nilai COD yang dihasilkan menunjukkan nilai yang memenuhi baku mutu air limbah yaitu sebesar 43,63 mg/L pada sampel 2 dan 12,93 mg/L pada sampel 3. Berdasarkan nilaiCOD tersebut sampel 2 dan 3 masih memenuhi standar untuk dibuang langsung ke perairan. Hasil uji COD ini digunakan sebagai penentuan beban cemaran, besarnya kebutuhan oksigen total yang akan mendekomposisi bahan organik dalam limbah menjadi H_2O dan CO_2 (Pamungkas, 2016).

Penentuan nilai COD diatas dilakukan dengan metode *reflux*.Pada metode ini, penentuan nilai COD menggunakan pengoksidasi yaitu $K_2Cr_2O_7$ dalam keadaan asam yang mendidih optimum. Asam yang digunakan adalah asam kuat yaitu H_2SO_4 dan larutan Ag_2SO_4 yang berfungsi sebagai katalisator.

$$C_aH_bO_c + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \xrightarrow[Ag_2SO_4]{E} CO_2 + H_2O + 2Cr^{3+}$$

(Kuning) katalisator (hijau-biru)

Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka reaksi harus menyisakan zat pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$.$K_2Cr_2O_7$ yang tersisa ini selanjutnya dititrasi dengan larutan FAS dan menggunakan indikator ferroin.Indikator ferroin digunakan untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu terjadi perubahan warna larutan dari warna hijau-biru menjadi warna coklat kemerahan. Mekanisme

reaksi yang terjadi dapat dirumuskan sebagai berikut (Muhajir, 2013):

$$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

(hijau-biru) (coklat kemerahan)

Tingginya nilai BOD dan COD pada limbah sampel 1 mengindikasikan perlu dilakukan tindakan lebih lanjut untuk menurunkan konsentrasi parameter tersebut sebelum di buang ke perairan. Tindakan yang dapat dilakukan dengan menggunakan cara kimia ataupun biologi. Penurunan kadar zat organik dalam penjernihan air limbah ada dua tahapan utama yang pertama dengan penurunan zat organik dalam bentuk partikel dan koloid dilanjutkan dengan penurunan zat organik dalam bentuk larutan. Penurunan kadar zat organik dalam bentuk koloid dan partikel dengan bantuan peran mikroba bisa dengan jamur ataupun bakteri (Nuraini *et al.*, 2019).

Pada penelitian ini, nilai BOD dan COD pada sampel 2 dan 3 menunjukkan nilai yang normal atau memenuhi baku mutu, tetapi dengan dua parameter ini belum dapat disimpulkan bahwa limbah ini memiliki kualitas baik (jika tidak dilakukan pengujian parameter lain). Hal ini dikarenakan jika di dalam limbah terdapat bahan-bahan toksik (beracun) atau senyawa logam berat lainnya maka nilai BOD dan COD belum dapat digunakan sebagai parameter bahwa limbah tersebut tidak berbahaya bagi perairan. Namun sebaliknya jikanilai BOD dan COD melebihi baku mutu, maka dapat diduga telah terjadinya pencemaran bahan organik pada limbah tersebut.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Indonesia No. 5 Tahun 2014, nilai BOD dan COD digunakan sebagai parameter baku mutu air limbah melengkapi parameter lainnya. walaupun BOD dan COD bukanlah parameter penentu, namun BOD dan COD setara dengan parameter lainnya yang menjadi parameter kunci penentu kondisi kualitas limbah industri.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Standar baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri minyak kelapa sawit mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 tahun 2014 Tentang baku mutu air limbah yaitu 100 mg/L untuk BOD dan 350 mg/L untuk COD.
2. Pada sampel 1 nilai parameter BOD dan COD yang dihasilkan masih diatas ambang batas baku mutu air limbah yaitu sebesar 1874,40 mg/L untuk BOD dan 3878,40 mg/L untuk COD.
3. Pada sampel 2 dan 3 parameter BOD dan COD air limbah telah memenuhi standar baku mutu air limbah. Pada sampel 2 yaitu sebesar 25,62 mg/L untuk BOD dan 43,63 mg/L untuk COD. Sedangkan pada sampel 3 yaitu 8,67 mg/L untuk BOD dan 12,93 mg/L untuk COD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan sebagai tempat penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada Ibu Puji Wahyuningsih, S.Si., M.Sc atas diskusinya yang bermanfaat serta kepada kedua orangtua penulis yang telah mendukung penulis.

REFERENSI

Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education*. 4(1): 83- 93.

Indrayani, L & Rahmah, N. 2018. Nilai Parameter Kadar Pencemaran sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*. 12(1): 41-50.

Islamawati, D., Darundiati, Y. H & Dewanti, N. A. 2018. Studi Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Menggunakan Ferri Klorida (FeCL3) pada Limbah Cair Tapioka di Desa Ngemplak Margoyoso Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 6(6): 69-78.

Lumaela, A.K., Otok, B.W & Sutikno. 2013. Pemodelan Chemical Oxygen Demand (COD) Sungai Di Surabaya Dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 2(1): 100-105.

Muhajir, M. S. 2013. Penurunan Limbah Cair BOD dan COD pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (Typha angustifolia) dengan Sistem Constructed Wetland. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Semarang.

Mulyaningsih, D. 2013. Pengaruh Efektiv Mikroorganismre MS-4 (EM-4) terhadap penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Cair Industri Tahu. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhamadiyah Surakarta, Surakarta.

Nuraini, E., Fauziah, T & Lestari, F. 2019. Penentuan Nilai BOD Dan COD Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik Atk Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*. 07(02): 10-15.

Pamungkas, M. T. O. A. 2016. Studi Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD 5 dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(2): 166-175.

Santoso, A.D. 2018. Keragaan Nilai DO, BOD Dan COD Di Danau Bekas Tambang Batu Barastudi Kasus Pada Danau Sangatta North Pt. Kpc Di Kalimatan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(1): 89-96.

Supriyantini, E., Nuraini, R. A. T & Fadmawati, A. P. 2017. Studi Kandungan Bahan Organik Pada Beberapa Muara Sungai Di Kawasan Ekosistem Mangrove, Di Wilayah Pesisir Pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseoanografi Marina*. 6(1): 29-38.

Tchobanoglous, G., F.L Burton & H. D Stensel. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 3 rd Ed. Mc Graw-Hill. Inc. New York.

Valerie., Wijaya, J. C & Pinontoan, R. 2018. Kajian Pustaka: Pemanfaatan Mikroba yang Berpotensi sebagai Agen Bioremidiasi Limbah Pewarna Tekstil. *FaST-Jurnal Sains dan Teknologi*. 2(1): 32-47**.**

Wulandari, A. 2018. Analisis Beban Pencemaran Dan Kapasitas Asimilasi Perairan Pulau Pasaran Di Provinsi Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung.