

Analysis of Physical and Chemical Parameters Outlet WWTP of Domestic Communal Sukunan Village in Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah (PUSTEKLIM) Yogyakarta

Analisis Parameter Fisika dan Kimia Outlet Ipal komunal Domestik Dusun Sukunan di Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah (PUSTEKLIM) Yogyakarta

Annisa Dwi Putri¹, Febi Indah Fajarwati^{1*}, Juni Rachmadansyah²

¹Jurusan Ilmu Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang km. 14,5, Yogyakarta 55584, Indonesia

²Pusat Pengembangan Reknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah (PUSTEKLIM), Jl. Kaliurang km. 7 Gg. Jurugsari IV, No. 19, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: febi.indah@uui.ac.id

ABSTRACT

The domestic communal Wastewater Treatment Installation (IPAL) of Sukunan Village treats domestic wastewater generated from household activities. However, the wastewater treatment carried out does not guarantee the quality of the wastewater produced. In this study, several parameters were tested at the outlet of the domestic communal of Sukunan Village such as TDS, TSS, BOD, and pH. The tests for TDS and TSS levels were carried out using the gravimetric method, that is weighing the mass obtained after separation. BOD levels were tested using the iodometric method (azide modification), which was to determine the volume of sodium thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) solution used for titration of iodine (I_2) which was released on the 0th and 5th day samples. While the determination of the pH value is done using universal pH. Based on the test, the TDS level is 1440 mg/L, TSS is 80 mg/L, BOD is 70.5625 mg/L, and has a pH of 7. This shows that there are parameters that exceed the domestic wastewater quality standard. The parameter is TSS, while the parameters TDS, BOD, and pH meet the requirements.

Keywords: Domestic wastewater, IPAL, TDS, TSS, BOD, pH.

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal domestik Dusun Sukunan mengolah air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga. Namun, pengolahan air limbah yang dilakukan belum menjamin kualitas air limbah yang dihasilkan. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian beberapa parameter pada outlet IPAL komunal domestik Dusun Sukunan seperti TDS, TSS, BOD, dan pH. Pengujian kadar TDS dan TSS dilakukan dengan metode gravimetri, yaitu menimbang massa yang diperoleh setelah dilakukan pemisahan. Pengujian kadar BOD dilakukan dengan metode iodometri (modifikasi azida), yaitu menentukan volume larutan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) yang digunakan untuk titrasi iodium (I_2) yang dibebaskan pada sampel hari ke-0 dan hari ke-5. Sedangkan penentuan nilai pH dilakukan dengan menggunakan pH universal. Berdasarkan pengujian diperoleh kadar TDS adalah 1440 mg/L, TSS adalah 80 mg/L, BOD adalah 70,5625 mg/L, dan memiliki pH 7. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat parameter yang melebihi baku mutu air limbah domestik. Parameter tersebut adalah TSS, sedangkan parameter TDS, BOD, dan pH memenuhi persyaratan.

Kata kunci: Air limbah domestik, IPAL, TDS, TSS, BOD, pH.

PENDAHULUAN

Air limbah merupakan sumber pencemar yang berasal dari berbagai sumber. Tchobanoglous (1991) mengatakan bahwa air limbah merupakan air buangan yang dihasilkan dari pemakaian air untuk berbagai aktivitas manusia. Salah satu jenis air limbah yang murni berasal dari kegiatan manusia sehari-hari tanpa aktivitas industri ialah air limbah domestik. Menurut Permen LHK No. P 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan dan air limbah domestik adalah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Secara spesifik, air limbah domestik yang akan diuji adalah air limbah rumah tangga.

Menurut Sugiharto (1987), air limbah rumah tangga adalah air yang telah digunakan yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman, perdagangan, daerah kelembagaan dan daerah rekreasi, meliputi air buangan dari kamar mandi, WC, tempat cuci dan tempat memasak. Sebelum dibuang ke lingkungan air limbah domestik maupun air limbah rumah tangga harus diolah terlebih dahulu. Air limbah yang tidak diolah dan dibuang secara terus menerus akan memberikan dampak negatif terhadap

kesehatan lingkungan, baik pada di daerah penghasil limbah maupun diluarnya.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) adalah salah satu cara atau teknologi yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Komunal merupakan sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara terpusat untuk menurunkan kadar kontaminan sesuai standar baku mutu sehingga aman dibuang ke lingkungan (Karyadi, 2010).

Beberapa parameter kontaminan yang perlu dilakukan pemantauan diantaranya TDS (*Total Dissolved Solid*), *Total Suspended Solid* (TSS), BOD (*Biological Oxygen Demand*), pH (*Potential Hydrogen*). Sistem pengolahan yang dilakukan pada IPAL yaitu air limbah dikumpulkan dan diolah secara bersamaan (kolektif) sebelum dibuang ke air permukaan. Air limbah dari setiap sumbernya terhubung melalui jaringan pipa pengumpul kemudian disalurkan melalui pipa pembawa menuju instalasi pengolahan bersama atau terpusat (Kepmen.LH No. 112 Tahun 2003). Menurut Perda DIY No.7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan IPAL komunal, kadar maksimum TSS, TDS, BOD air limbah domestik adalah sebesar 50 mg/L, 2000 mg/L, 60 mg/L dan untuk pH 6-9.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan ialah neraca analitik (*Ohaus*), desikator, oven, penjepit kayu, alat penyaring dan pompa vakum, penangas, kompor, pipet ukur 1 mL ; 25 mL ; dan 10 mL (*Pyrex*), gelas beker 50 mL ; 100 mL ; dan 500 mL (*Pyrex*), erlenmeyer 250 mL (*Pyrex*), labu ukur 50 mL dan 100 mL (*Pyrex*), gelas ukur 50 mL (*Pyrex*), pipet tetes, buret 50 mL, botol *winkler* (*Scoot duran*), statif dan klem, *ball* pipet (*d&n*), corong gelas, kaca arloji, spatula, batang pengaduk, *magnetic stirrer*, dan botol semprot.

Bahan-bahan yang digunakan ialah kertas saring, *plastic wrap*, sampel *outlet* IPAL komunal domestik Dusun Sukunan, asam sulfat 96,1% (H_2SO_4), mangan (II) sulfat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) p.a (Merck), natrium hidroksida (NaOH) p.a (Merck), kalium iodida (KI) p.a (Merck), natrium azida (NaN_3) p.a (Merck), indikator amilum, natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) p.a (Merck), kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) p.a (Merck), dan akuades.

Uji *Total Dissolved Solid* (TDS) (SNI 06-6989.27-2005)

Kertas saring disiapkan dengan dimasukkan kedalam alat penyaring. Alat penyaring dihubungkan dengan pompa vakum dan dinyalakan. Setelah itu, dibilas

kertas saring dengan akuades sebanyak 3 kali masing-masing 10 mL. Air hasil pembilasan dibuang dan kertas saring dapat digunakan.

Erlenmeyer sebagai wadah untuk penguapan sampel disiapkan dengan dipanaskan pada suhu $(105 \pm 2)^0$ C selama 1 jam di dalam oven. Kemudian dinginkan erlenmeyer dalam desikator dan ditimbang segera sebelum digunakan untuk mengetahui berat tetap.

Sampel *outlet* dihomogenkan, lalu dipipet sebanyak 25 mL dan dimasukkan dalam alat penyaring yang dilengkapi dengan pompa vakum dan kertas saring. Pompa vakum dinyalakan dan ditunggu hingga proses penyaringan selesai. Setelah penyaringan sampel dilakukan, dibilas kertas saring dengan air suling sebanyak 5 mL dan dilakukan 3 kali pembilasan. Penyaringan dilanjutkan selama kurang lebih 3 menit. Seluruh hasil saringan termasuk air bilasan dipindahkan ke dalam erlenmeyer yang telah dipreparasi, dan diuapkan hingga kering di atas kompor. Kemudian erlenmeyer berisi padatan kering tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu $(105 \pm 2)^0$ C selama 1 jam, lalu didinginkan dalam desikator sampai suhu seimbang dan ditimbang cawan penguap atau erlenmeyer beserta padatan didalamnya. *Total Dissolved Solid* dapat dihitung dengan rumus:

$$\%TDS \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume sampel (mL)}}$$

Keterangan:

A = Massa cawan penguap + residu (mg)

B = Massa cawan penguap (mg)

Uji *Total Suspended Solid* (TSS) (SNI 06-6989.3-2004)

Kertas saring disiapkan dengan dimasukkan dalam corong gelas. Kertas saring selanjutnya dibilas dengan 10 mL akuades sebanyak 3 kali pembilasan, dan air bilasan ditampung dalam erlenmeyer. Setelah dibilas, kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu $(105 \pm 2)^{\circ} \text{C}$ selama 1 jam. Kemudian kertas saring didinginkan dalam desikator dan ditimbang berat kertas saring.

Sampel *outlet* dihomogenkan, kemudian diambil 25 mL sampel dan disaring menggunakan kertas saring yang telah dipreparasi. Setelah itu, kertas saring berisi residu dibilas dengan akuades sebanyak 3 kali masing-masing 10 mL. Endapan yang diperoleh dalam kertas saring kemudian dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu $(105 \pm 2)^{\circ} \text{C}$. Setelah dikeringkan, segera dinginkan dalam desikator lalu ditimbang ditimbang kertas saring beserta padatan didalamnya. *Total Suspended Solid* dapat dihitung dengan rumus:

$$\%TSS \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume sampel (mL)}}$$

Keterangan:

A = Massa cawan penguap + residu (mg)

B = Massa cawan penguap (mg)

Uji *Biological Oxygen Demand* (BOD) (SNI 06-6989.14-2004)

Pembuatan Larutan MnSO4

Larutan MnSO_4 dibuat dengan menggunakan 16,9 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ yang dilarutkan dengan sedikit akuades dalam gelas beker, lalu dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan hingga tanda batas. Larutan mangan sulfat yang dihasilkan akan berwarna merah muda.

Pembuatan Larutan Alkali Iodida Azida

Larutan alkali iodida azida dibuat dengan menggunakan 25 g NaOH dan 7,5 g KI yang dilarutkan dalam gelas beker dengan 50 mL akuades. Proses pelarutan dibantu dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Sebanyak 0,5 g NaN_3 disiapkan dan dilarutkan dalam 2 mL akuades. Setelah campuran NaOH dan KI larut, ditambahkan larutan NaN_3 lalu dihomogenkan.

Pembuatan Larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1000 N

Larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1000 N dibuat dengan menggunakan 0,49 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang dimasukkan dalam gelas beker 50 mL, kemudian ditambahkan akuades lalu diaduk hingga larut sempurna. Larutan tersebut

dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan hingga tanda batas dengan akuades, lalu dihomogenkan.

Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N dengan menggunakan 2,48 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tersebut kemudian dimasukkan dalam gelas beker 50 mL, ditambahkan akuades dan diaduk hingga $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ larut sempurna. Larutan yang dihasilkan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan hingga tanda batas dengan akuades, dan dihomogenkan.

Standarisasi Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Standarisasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dilakukan dengan menyiapkan akuades sebanyak 80 mL dalam erlenmeyer 250 mL, lalu ditambahkan 1 mL H_2SO_4 pekat sambil diaduk. Kemudian larutan tersebut ditambahkan 10 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 N serta 1 g KI, diaduk hingga homogen. Larutan yang terbentuk selanjutnya disimpan dalam tempat gelap selama 5 menit. Setelah itu, dilanjutkan dengan titrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga terjadi perubahan warna menjadi kuning jerami. Volume titrasi yang dibutuhkan dicatat lalu dihitung normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dihitung menggunakan rumus:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

Keterangan:

N_1 = Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

V_1 = Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)

N_2 = Normalitas $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

V_2 = Volume $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang digunakan (mL)

Analisis Biological Oxygen Demand (BOD)

Sampel *outlet* dipipet sebanyak 20 mL dan dimasukkan ke dalam 2 botol *winkler* berbeda. Sampel tersebut kemudian diencerkan menggunakan akuades aerasi hingga meluap dan ditutup. Jangan sampai terdapat gelembung udara yang terjebak di dalam botol. Botol *winkler* pertama disimpan dalam inkubator selama 5 hari, sedangkan botol *winkler* kedua akan langsung dianalisis. Kedalam botol *winkler* kedua ditambahkan 1 mL MnSO_4 dan 1 mL alkali iodida azida, tutup segera botol dan dihomogenkan hingga terbentuk endapan. Endapan dibiarkan selama 5 menit hingga mengendap sempurna. Setelah itu 1 mL H_2SO_4 96,1% ditambahkan kedalam larutan dan botol *winkler* ditutup. Larutan yang ada dalam botol *winkler* dihomogenkan hingga endapan larut sempurna. Setelah larut, sebanyak 50 mL larutan diambil lalu dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ membentuk warna kuning, titrasi dihentikan dan ditambahkan 2 tetes indikator amilum membentuk larutan berwarna biru. Titrasi dilanjutkan hingga larutan menjadi tak berwarna. Volume titrasi

dicatat dan kadar BOD dapat dihitung. Kadar BOD dapat dihitung menggunakan rumus:

$$DO \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(V1 \times N \times 8000 \times F)}{50}$$

$$BOD \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(DO_0 - DO_5)}{P}$$

Keterangan:

- V1 = Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL)
 N = Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ setelah standarisasi
 F = Faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi pereaksi MnSO_4 dan alkali iodida azida)
 DO_0 = DO sampel sebelum inkubasi (mg/L)
 DO_5 = DO sampel setelah inkubasi 5 hari (mg/L)
 P = Perbandingan volume sampel (mL) per volume sampel (mL) per volume total (mL)

Uji pH

Uji pH dilakukan dengan menggunakan pH universal. Sampel yang sudah disiapkan langsung dicek pH-nya dengan mencelupkan pH universal kedalam sampel. Nilai pH akan diketahui ketika terjadi perubahan warna pada pH universal dan disesuaikan dengan skala pH yang ada pada kemasan pH universal.

PEMBAHASAN

Uji Total Dissolved Solid (TDS)

TDS (*Total Dissolved Solid*) adalah jumlah material yang terlarut di dalam air, yang memiliki ukuran lebih kecil daripada material tersuspensi. Metode pengukuran yang dilakukan pada pengujian ini adalah secara gravimetri. Prinsip dari metode

gravimetri adalah dengan memanaskan sampel hingga kering dan ditimbang secara langsung menggunakan neraca analitik. Dari massa yang diperoleh tersebut dapat dihitung kadar TDS dalam sampel.

Hal pertama yang dilakukan dalam pengujian TDS adalah mempersiapkan kertas saring dan erlenmeyer. Kertas saring dicuci dengan menggunakan akuades dan pompa vakum. Ini dilakukan untuk menghilangkan pengotor yang terdapat pada kertas saring. Erlenmeyer dipreparasi dengan memanaskannya dalam oven, berfungsi untuk menghilangkan pengotor yang menempel di erlenmeyer. Parameter keberhasilan dalam preparasi erlenmeyer adalah terjadi penurunan massa sebelum dan sesudah erlenmeyer di preparasi. Setelah kertas saring dan erlenmeyer selesai di preparasi, pengujian TDS dapat dilakukan.

Pengujian TDS dilakukan dengan menyaring sampel limbah dalam jumlah tertentu menggunakan kertas saring yang sudah dipreparasi. Hasil penyaringan termasuk air bilasan selanjutnya diuapkan di atas kompor hingga kering. Hal ini dilakukan untuk menguapkan air sehingga hanya menyisakan residu atau endapan kering. Erlenmeyer berisi residu yang telah kering kembali dipanaskan dalam oven. Selanjutnya Erlenmeyer didinginkan dalam

desikator dan ditimbang massanya. Hasil yang diperoleh sesuai dengan Tabel 1.:

Tabel 1. Data pengamatan uji TDS

Volume Sampel	Massa Cawan Penguap	Massa Cawan Penguap + Residu
25 mL	122457 mg	122493 mg

Dari Tabel 1. data tersebut dapat ditentukan kadar TDS yang terdapat dalam sampel menggunakan rumus:

$$\%TDS \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{volume\ sampel\ (mL)}$$

Keterangan:

A = Massa cawan penguap + residu (mg)

B = Massa cawan penguap (mg)

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kadar TDS yang terdapat dalam sampel outlet IPAL Dusun Sukunan adalah 1440 mg/L. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu menurut Perda DIY No.7 Tahun 2016.

Menurut Perda DIY No.7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik untuk kadar maksimum *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah 2000 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa kadar TDS yang diperoleh berada pada batas aman sehingga dapat diterima oleh badan air penerima. Tingginya kadar TDS dapat disebabkan oleh kandungan K^+ , Cl^- dan Na^+ yang terlarut di dalam air. Ion-ion ini memiliki efek jangka

pendek (*short-term effect*), namun ion-ion yang bersifat *toxic* (seperti Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3-} , Cd^{2+} , NO_3^- dan lain-lain) juga juga bersifat larut di dalam air (Marwan, 2007). TDS apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik dapat mencemari badan air. Selain itu juga dapat mematikan kehidupan aquatik, dan memiliki efek samping yang kurang baik pada kesehatan manusia karena mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, ammonia, dan nitrogen serta kadar padatan tersuspensi maupun terlarut, kekeruhan, BOD₅, dan COD yang tinggi (Ahmad & EL-Dessouky, 2008).

Uji *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) adalah merupakan material yang tertahan pada kertas saring. Material tersebut dapat berupa pasir, tanah liat, lumpur, dan lain-lain. yang tersuspensi di dalam air dan tertahan pada kertas saring. Metode pengukuran yang dilakukan pada pengujian ini adalah secara gravimetri.

Hal pertama yang dilakukan dalam pengujian TSS adalah mempersiapkan kertas saring. Kertas saring dibilas dengan menggunakan akuades untuk menghilangkan pengotor yang ada pada kertas saring, lalu dikeringkan dalam oven untuk menguapkan air yang terjerap pada kertas saring. Parameter keberhasilan dalam

persiapan kertas saring ini adalah terjadinya penurunan massa sebelum dan sesudah kertas saring dipreparasi.

Pengujian TSS dilakukan dengan menyaring sampel dalam jumlah tertentu menggunakan kertas saring yang sudah dipreparasi untuk memisahkan filtrat dan residu, lalu dikeringkan dalam oven. Pengeringan menggunakan oven bertujuan untuk menguapkan air yang terperap dalam kertas saring sehingga diperoleh padatan kering. Hasil yang diperoleh sesuai dengan Tabel 2:

Tabel 2. Data pengamatan uji TSS

Volume Sampel	Massa Kertas Saring	Massa Kertas Saring + Residu
25 mL	552 mg	554 mg

Dari data Tabel 2. tersebut dapat ditentukan kadar TSS yang terdapat dalam sampel menggunakan rumus:

$$\%TSS \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{volume\ sampel\ (mL)}$$

Keterangan:

A = Massa cawan penguap + residu (mg)

B = Massa cawan penguap (mg)

Kadar TSS yang terdapat dalam sampel *outlet* IPAL Dusun Sukunan adalah 80 mg/L. Hasil tersebut kemudian

dibandingkan dengan baku mutu menurut Perda DIY No.7 Tahun 2016.

Baku mutu air limbah untuk kegiatan IPAL domestik komunal menurut Perda DIY No.7 Tahun 2016 untuk kadar maksimum TSS adalah 60 mg/L, maka dapat disimpulkan bahwa kadar TSS *outlet* IPAL Dusun Sukunan berada diatas baku mutu, sehingga keberadaannya di badan air dapat membahayakan. Kandungan TSS yang tinggi menyebabkan air menjadi keruh sehingga menghalangi sinar matahari masuk melewati air. Hal ini dapat menyebabkan kadar oksigen dalam badan air berkurang karena tumbuhan berhenti memproduksi oksigen yang dapat mengakibatkan matinya ikan-ikan. Hal ini menyebabkan banyaknya material-material yang mengendap di dasar bak. Material-material tersebut dibiarkan mengendap hingga IPAL dibersihkan, yang berakibat pendangkalan pada bak sehingga kadar TSS menjadi tinggi.

Berdasarkan uji TDS dan TSS yang telah dilakukan, nilai *Total Solid* (TS) atau padatan total pada sampel *outlet* dapat diketahui. *Total Solid* merupakan jumlah dari zat padat terlarut (*total dissolved solid*) dan zat padat tersuspensi (*total suspended solid*), baik yang bersifat organik maupun anorganik (Rachman, 1999). Dari penjelasan tersebut, kadar TS dalam

sampel dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\%TS \left(\frac{mg}{L} \right) = TSS + TDS$$

Dari hasil perhitungan menggunakan rumus diatas, diperoleh kadar TS yang terkandung dalam sampel *outlet* IPAL Dusun Sukunan adalah 1520 mg/L.

Uji *Biological Oxygen Demand* (BOD)

BOD atau sering disebut *Biological Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Santoso, 2018). Prinsip pengukuran BOD adalah mengukur kandungan oksigen terlarut pada sampel hari ke-0 (DO₀) dan sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada temperatur tetap dan kondisi gelap (DO₅). Selisih DO₀ dan DO₅ merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam milligram oksigen per liter (mg/L). Penentuan nilai BOD sampel dilakukan dengan metode titrasi *winkler*. Pada titrasi *winkler* oksigen yang ada dalam sampel air limbah akan mengoksidasi MnSO₄ yang ditambahkan ke dalam sampel dalam suasana basa membentuk endapan berwarna coklat. Penambahan larutan H₂SO₄ dan KI ke dalam sampel menyebabkan dilepaskannya iodin yang ekuivalen dengan oksigen terlarut (Septiawan *et al.*, 2014). Iodin yang dilepas

kemudian dianalisis menggunakan metode titrasi iodometri (modifikasi azida).

Tahap pertama yang dilakukan adalah standarisasi larutan Na₂S₂O₃ dengan K₂Cr₂O₇. Na₂S₂O₃ dapat diperoleh dengan mudah dalam keadaan kemurnian yang tinggi, tetapi selalu ada ketidakpastian dari konsentrasi yang dibuat. Oleh sebab itu Na₂S₂O₃ harus distandarisasi untuk mengetahui konsentrasi sebenarnya, karena pada proses titrasi dibutuhkan larutan yang teliti agar tidak mempengaruhi hasil yang diperoleh. Berdasarkan standarisasi yang telah dilakukan diperoleh volume titrasi sebesar 9,4 mL. Konsentrasi Na₂S₂O₃ dapat dihitung menggunakan rumus:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

Keterangan:

N₁ = Normalitas Na₂S₂O₃

V₁ = Volume Na₂S₂O₃ (mL)

N₂ = Normalitas K₂Cr₂O₇

V₂ = Volume K₂Cr₂O₇ yang digunakan (mL)

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh konsentrasi Na₂S₂O₃ sebesar 0,1 N. Hasil yang diperoleh tersebut dapat digunakan untuk menghitung kadar BOD dalam sampel *outlet*.

Kadar BOD dalam sampel ditentukan menggunakan titrasi iodometri (modifikasi azida). Prinsip metode ini adalah menentukan volume larutan natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃) sebagai larutan standar

yang digunakan untuk titrasi iodium (I_2) yang dibebaskan, menggunakan indikator amilum. Sejumlah sampel yang telah diencerkan dengan akuades jenuh oksigen (aerasi) ditambahkan $MnSO_4$ dan alkali iodida azida sehingga terbentuk endapan yang berwarna kecoklatan. Pengenceran dengan akuades jenuh oksigen dilakukan agar masih terdapat oksigen yang tersisa pada hari kelima. Ketika ditambahkan larutan H_2SO_4 96,1%, endapan tersebut akan larut kembali membentuk larutan berwarna *orange* kecoklatan dan membebaskan molekul I_2 yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Larutan tersebut kemudian dititrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ sampai berubah warna dari larutan *orange* kecoklatan menjadi warna kuning jerami. Larutan kemudian ditambahkan indikator amilum dan dilanjutkan proses titrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ sampai terjadi perubahan warna dari biru menjadi tidak berwarna. Penambahan indikator amilum menjelang titik akhir titrasi dilakukan agar tidak terbentuk ikatan iod-amilum berwarna biru pekat yang dapat menyebabkan volume $Na_2S_2O_3$ keluar lebih banyak dari yang seharusnya. Hal yang sama dilakukan pula pada sampel hasil inkubasi selama 5 hari pada tempat gelap dan temperatur tetap. Sampel diinkubasi dalam tempat gelap untuk menghindari terjadinya proses fotosintesis

yang menghasilkan oksigen, dan dalam temperatur tetap agar yang terjadi hanya proses dekomposisi oleh mikroorganisme sehingga yang terjadi hanya penggunaan oksigen dan oksigen yang tersisa dapat dihitung sebagai DO_5 .

Tabel 3. Hasil Titrasi sampel DO_0 dan DO_5

	Sampel DO_0	Sampel DO_5
Titrasi 1	0.4 mL	0.1 mL
Titrasi 2	0.5 mL	0.1 mL

Berdasarkan data diatas, nilai BOD dapat ditentukan menggunakan rumus :

$$DO \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(V1 \times N \times 8000 \times F)}{50}$$

$$BOD \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(DO_0 - DO_5)}{P}$$

Keterangan:

- V1 = Volume $Na_2S_2O_3$ (mL)
- N = Normalitas $Na_2S_2O_3$ setelah standarisasi
- F = Faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi pereaksi $MnSO_4$ dan alkali iodida azida)
- DO_0 = DO sampel sebelum inkubasi (mg/L)
- DO_5 = DO sampel setelah inkubasi 5 hari (mg/L)
- P = Perbandingan volume sampel (mL) per volume sampel (mL) per volume total (mL)

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus diatas, diperoleh kadar BOD yang terkandung dalam sampel *outlet* IPAL Dusun Sukunan sebesar 70,56 mg/L. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu menurut Perda DIY No.7 Tahun 2016.

Baku mutu air limbah untuk kegiatan IPAL domestik komunal menurut Perda DIY No.7 Tahun 2016 untuk kadar maksimum BOD adalah 60 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa kadar BOD *outlet* IPAL Dusun Sukunan berada pada diatas baku mutu. Nilai BOD yang tinggi mengakibatkan menurunnya kandungan oksigen terlarut (DO) dari limbah sehingga kandungan senyawa organik yang dihasilkan tinggi, hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan nilai zat padat tersuspensi (Pamungkas, 2016).

Uji pH

pH merupakan nilai yang menunjukkan derajat keasaman dari suatu larutan untuk mengetahui sifat dari larutan tersebut yaitu asam atau basa. Pengujian pH sampel *outlet* IPAL Dusun Sukunan dilakukan dengan menggunakan pH universal. Prinsip pengujian menggunakan pH universal cukup mudah, yaitu dengan mencelupkan pH universal ke dalam sampel dan kertas pH akan menunjukkan pH yang dimiliki oleh sampel. Pada pengujian ini, sampel *outlet* diuji secara langsung di lokasi pengambilan sampel. Hasil yang diperoleh dalam pengujian sampel *outlet* IPAL Dusun Sukunan adalah pH 7. Hal ini menandakan bahwa sampel air limbah bersifat netral. Nilai pH tersebut kemudian dibandingkan dengan Perda DIY No.7 Tahun 2016.

Menurut Perda DIY No.7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik untuk kadar maksimum untuk pH adalah 6 - 9, maka nilai pH *outlet* IPAL Dusun Sukunan memenuhi persyaratan dan dapat diterima badan air. Nilai pH yang netral menggambarkan unit pengolahan yang digunakan pada IPAL bekerja dengan baik. Apabila nilai pH lebih tinggi menandakan bahwa air limbah terlalu basa, sedangkan pH yang terlalu rendah maka air limbah terlalu asam. Nilai pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengganggu ekosistem perairan dan mengganggu kehidupan akuatik. Nilai pH yang semakin menurun akan membatasi perkembangan mikroba dalam proses degradasi air limbah. Mikroba tidak bias bertahan atau mati dengan nilai pH yang rendah. Oleh karena itu alkalinitas perlu dijaga pada kondisi mikroba bias bertahan (Moertinah, 2010). Perubahan dalam pH diatur oleh dua faktor, yaitu produksi substansi asam atau basa selama proses biologis, serta pengaruh kapasitas buffer (Lijklema, 1969).

KESIMPULAN

Analisis parameter fisika berupa TDS dan TSS yang dilakukan pada sampel *outlet* IPAL Komunal Domestik Dusun Sukunan menggunakan metode gravimetri diperoleh hasil, yaitu: TDS sebesar 1440 mg/L dan TSS sebesar 80 mg/L. Analisis parameter

kimia berupa BOD menggunakan metode titrasi iodometri (modifikasi azida) dan pH pada sampel *outlet* IPAL Komunal Domestik Dusun Sukunan diperoleh hasil, yaitu: BOD sebesar 70,56mg/L dan pH 7. Perbandingan hasil yang didapat dengan baku mutu yang ditetapkan oleh Perda DIY No.7 Tahun 2016 untuk parameter TDS, TSS, BOD, dan pH, menunjukkan bahwa kadar TDS, dan pH memenuhi persyaratan. Sedangkan kadar TSS dan BOD berada diatas baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J., & EL-Dessouky, H. 2008. Design of a modified low cost treatment system for the recycling and reuse of laundry waste water. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(7), 973–978.
- Alaerts, G. dan Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- F. Akhmad. 2013. Studi Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Terhadap Operasi Penerbangan di Bandara H.A.S Hananjoeddin Buluh Tumbang Belitung Periode 1980-2010. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 3(1), 1–10.
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan Dan Limbah Industri*. Cetakan pertama. Bandung : Penerbit Yrama Widya
- Karyadi, L. 2010. Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Di Rt 30 Rw 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta. *Skripsi*, 1–136.
- Kep. MENLH No. 112 Tahun 2003. Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Lijklema, L. 1969. Factors Affecting pH Change in Alkaline Waste Water Treatment-I. *Water Research Pergamon Press*, Vol.3, 913-930. Great Britain.
- Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse*. New York : Mc Graw Hill Inc.
- Moertinah, S. 2010. Kajian Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Organik Tinggi. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Dan Pencemaran Industri*, 1(2), 115–123.
- Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. 2016. Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 211–223.
- Pamungkas, M. T. O. A. 2016. Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter Bod5 Dan Ph Di Pasar Ikan Tradisional Dan Pasar Modern Di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(2), 166–175.
- Peraturan Daerah DIY No.7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah.

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Rahman, A. 1999. *Kamus Istilah dan Singkatan Asing "Teknik Penyehatan dan Lingkungan"*. Jakarta : Universitas Trisakti.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Pusat Penelitian Oseanografi-Lipi, Jakarta, 30(3)*, 21–26.
- Santoso, A. D. 2018. Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batubara Studi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan, 19(1)*, 89.
- Sastrawijaya, Tresna. 2000. *Pencemaran Lingkungan Cetakan Ke-II*. Jakarta . PT. Rineka Cipta.
- Septiawan, M., Mantini, S., Sedyawati, R., & Mahatmanti, W. 2014. Penurunan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail Dengan Sistem Constructed Wetland. *IJCS - Indonesia Journal of Chemical Science, 3(1)*, 3–8.
- Soemirat, J. 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sugiharto. 1987. *Dasar – dasar pengolahan air limbah*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Supradata. 2005. Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius dalam Ssstem Lahan Basah Aliran Permukaan (SSF Wetland). *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Supriadi, T. 2008. *Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga*. Jakarta.
- Tchobanoglous, G., and Franklin L.Burton. 2003. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse 4th*. New York : Mc. Graw Hill Education.
- Tchobanoglous, G. 1991. *Teknik Sumber Daya Air edisi Ketiga*. Jakarta : Erlangga.
- Weber-Scannell, P. K., & Duffy, L. K. 2007. Effects of total dissolved solids on aquatic organisms: A review of literature and recommendation for salmonid species. *American Journal of Environmental Sciences, 3(1)*, 1–6.
- Wulandari, A. 2018. Analisis Beban Pencemaran Dan Kapasitas Asimilasi Perairan Pulau Pasaran Di Provinsi Lampung. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Yudo, S. dan Setiyono. 2008. Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Domestik di Rumah Susun Karang Anyar Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan.9(1)*: 31-40.
- Zulius, A. 2017. Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang. *Jusikom, 2(1)*, 37–43.