

ANALISIS KOMPARASI KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK BERDASARKAN PARAMETER BIOLOGI, FISIKA DAN KIMIA DI IPAL SEMANGGI DAN IPAL MOJOSONGO SURAKARTA

¹Novia Ratna Sari, ²Sunarto dan ²Wiryanto

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana
Universitas Sebelas Maret Surakarta

²Staf Pengajar Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Abstrak

Air limbah domestik mengandung berbagai macam zat pencemar yang berbahaya bagi lingkungan. IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo merupakan instalasi pengolahan air limbah domestik yang memperbaiki kualitas air limbah sehingga aman bagi lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kualitas air limbah domestik di *inlet* dan *outlet* IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo berdasarkan parameter biologi (*Coliform* dan *Salmonella*), fisika (suhu, TDS dan TSS) dan kimia (pH, BOD, COD, DO dan nitrat) serta mengetahui efisiensi kinerja pada IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo. Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilakukan dengan observasi pada IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo. Melakukan uji kualitas air limbah di kedua lokasi berdasarkan parameter biologi, fisika dan kimia. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah Grab Sampling. Hasil uji laboratorium selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

Berdasarkan hasil penelitian kualitas air limbah IPAL Semanggi berdasarkan parameter: *coliform* pada inlet >2400 individu/100ml dan outlet >2400 individu/100ml, *Salmonella* pada inlet 82 individu/100ml dan outlet 74 individu/100ml, suhu pada inlet 28°C dan outlet 28,4°C, TSS pada inlet 75,33 mg/L dan outlet 63,33 mg/L, TDS pada inlet 318,33 mg/L dan outlet 166 mg/L, pH pada inlet 7,12 dan outlet 7,03, BOD pada inlet 63,17 mg/L dan outlet 21,63 mg/L, COD pada inlet 176,6 mg/L dan outlet 61,78 mg/L, DO pada inlet 0,403 mg/L dan outlet 2,403 mg/L. Kualitas air limbah IPAL Mojosongo parameter: *coliform* pada inlet >2400 individu/100ml dan outlet >2400 individu/100ml, *Salmonella* pada inlet 37 individu/100ml dan outlet 7 individu/100ml, suhu pada inlet 31,8°C dan outlet 27,3°C, TSS pada inlet 34 mg/L dan outlet 34,67 mg/L, TDS pada inlet 371,33 mg/L dan outlet 373,67 mg/L, pH pada inlet 7,23 dan outlet 7,31, BOD pada inlet 66,87 mg/L dan outlet 14,83 mg/L, COD pada inlet 187,67 mg/L dan outlet 41,17 mg/L, nitrat pada inlet <0,032 mg/L dan outlet 4,522 mg/L, DO pada inlet <0,4 mg/L dan outlet 4,39 mg/L. Berdasarkan Perda Jateng No. 5 Tahun 2012 dan PP No.82 Tahun 2001 Semanggi parameter DO dan *Salmonella* belum memenuhi baku mutu, sedangkan di IPAL Mojosongo *Salmonella* belum memenuhi baku mutu. Belum terpenuhinya baku mutu, menunjukka kinerja IPAL terhadap penurunan parameter tersebut masih kurang efektif.

Kata Kunci: Kualitas Air Limbah, Limbah Domestik, IPAL, Parameter Lingkungan

Pendahuluan

Surakarta merupakan salah satu kota di Wilayah Propinsi Jawa Tengah yang pertumbuhan penduduknya cukup pesat dan perkembangannya di segala bidang kegiatan semakin maju. Perkembangan jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan kebutuhan permukiman baru sehingga mendorong adanya pembangunan permukiman baru dan bertambahnya permukiman yang sudah ada. Permasalahan yang tidak bisa dihindari adalah adanya peningkatan jumlah limbah cair yang dihasilkan pada lingkungan permukiman tersebut (Bahar, *dkk.*, 2013).

Banyak masyarakat yang menggunakan sungai untuk aktivitas seperti kebutuhan pertanian, mandi, mencuci dan bahkan sebagai sumber air PDAM Surakarta yang mengalirkan air ke rumah-rumah penduduk. Kualitas air sangat berpengaruh pada kesehatan manusia. Kualitas air dapat digunakan sebagai indikator kesehatan masyarakat sekitar, sehingga berdampak buruk jika air sungai tercemar dengan limbah. Menurut Kristanto (2002) bahan pencemar yang masuk ke lingkungan selanjutnya akan berinteraksi dengan komponen lingkungan. Perubahan komponen lingkungan baik secara fisika, kimia dan biologi merupakan akibat adanya bahan pencemar yang akan berdampak pada perubahan nilai lingkungan yang disebut dengan perubahan kualitas lingkungan. Bahan pencemar dalam limbah akan mengubah kualitas lingkungan apabila lingkungan yang tercemar tidak dapat mengembalikan kondisi lingkungan sesuai dengan daya dukungnya.

Kota Surakarta telah disediakan sistem pengolahan limbah cair domestik secara terpusat atau sering disebut IPAL komunal. IPAL komunal yang ada di Surakarta adalah IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo. IPAL Semanggi mengolah air limbah kota Surakarta wilayah pelayanan bagian selatan yang terdiri dari 28 kelu-

rahan dengan total pelanggan 8.435 SR menggunakan pengolahan sistem tertutup. IPAL Mojosongo mengolah air limbah kota Surakarta wilayah pelayanan bagian utara yang terdiri dari 4 kelurahan dengan total pelanggan 4.940 SR menggunakan sistem terbuka. Sistem kedua IPAL tersebut mempunyai perbedaan dan kelebihan serta kekurangan masing-masing.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti ingin melakukan analisis komparasi kualitas air limbah domestik berdasarkan parameter biologi, fisika dan kimia di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo Surakarta.

Air Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah merupakan sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Limbah cair atau air buangan (*waste water*) merupakan suatu cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, perdagangan, perkantoran, industri maupun tempat-tempat umum lainnya yang biasanya mengandung bahan atau zat yang membahayakan bagi kesehatan atau kehidupan manusia dan menngganggu kelestarian lingkungan hidup. Menurut Darsono (1995), kriteria kualitas sumber air ditetapkan berdasarkan baku mutu yang diisyaratkan, sedangkan baku mutu air limbah ditetapkan berdasarkan karakteristik suatu sumber air penampungan tersebut dan pemanfaatannya.

Air Limbah Domestik

Setiap badan air yang kualitasnya telah terpengaruh akibat aktivitas manusia dapat dianggap sebagai air limbah. Limbah cair domestik berasal dari tempat tinggal, industri atau pertanian. Menurut Idris-Nda, *dkk.* (2013) limbah domestik mencakup berbagai macam kontaminan yang dapat berpotensi berbahaya atau konsentrasi yang dapat menyebabkan degradasi kualitas air. Kontaminan potensial termasuk sabun dan deterjen dari kamar mandi, sisa makanan

dan minyak dari dapur dan aktivitas manusia lainnya yang melibatkan penggunaan air. Air limbah yang berasal dari kotoran manusia (feces dan urin), juga dikenal sebagai *blackwater*, termasuk air dari WC, septic tank atau soakaway, dan air cuci. *Greywater* adalah air limbah yang berasal dari limpasan hujan perkotaan dari jalan, atap, dan trotoar. Air limbah mengandung berbagai komponen yang sebagian besar termasuk bakteri patogen, bahan kimia sintesis, bahan organik, dan logam berat. Kualitas air limbah dapat didefinisikan oleh karakteristik fisik, kimia dan biologis.

Parameter Biologi

Parameter biologi dapat dilihat dari banyaknya mikroorganisme patogen atau penyebab penyakit yang berada pada suatu wilayah. Pertumbuhan dari penyakit tergantung dari beberapa faktor diantaranya dosis infeksi, pathogenesis, inang dan faktor lingkungan. Potensi agen penyebab penyakit tergantung pada stabilitas dari mikroorganisme pembawa penyakit di dalam lingkungannya. Dosis minimal (*minimal infective dose*) bervariasi tergantung dari jenis organisme parasitnya, misalnya *Coliform* dan *Salmonella*, untuk dapat menyebabkan penyakit dosisnya antara ribuan sampai beberapa juta (Said dan Marsidi, 2005).

Parameter Kimia

Bahan beracun dalam limbah dapat menyebabkan rantai makanan terganggu serta dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat. Secara umum karakteristik kimia limbah cair dapat dibedakan menjadi zat organik yang terdiri atas parameter DO, BOD, COD dan pH. Oksigen terlarut yang merupakan oksigen yang terdapat dalam air (dalam bentuk molekul oksigen dan bukan dalam bentuk molekul hidrogen oksida) biasanya dinyatakan dalam mg/L (ppm) (Kumar, dkk., 2012). Menurut Agustira, dkk., (2013), BOD atau *Biochemical*

Oxygen Demand merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk dapat menguraikan atau mendekomposisikan bahan organik dalam kondisi aerobik. COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses penguraian seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Menurut Asmadi dan Suharno (2012), bahwa kadar pH yang baik adalah pH masih kemungkinan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik

Parameter Fisika

Karakteristik fisika limbah cair terkait dengan kenampakannya karena sifat fisiknya yang terlihat dan mudah diidentifikasi secara langsung. Berikut ini merupakan parameter fisika diantaranya suhu, TSS dan TDS. Suhu pada air menentukan seberapa besar kehadiran biota air dan aktivitasnya. TDS (*Total Dissolve Solid*) merupakan suatu ukuran zat terlarut yang terdapat pada sebuah larutan. Zat terlarut dapat berupa zat organik maupun anorganik. TSS (*Total Suspended Solid*) atau total padatan tersuspensi merupakan padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang disaring dengan kertas millipore berpori 0,45 mikromil (Agustira, dkk., 2013). Instalansi Pengolahan Air Limbah atau IPAL

Sistem pengelolaan air limbah domestik terpusat pada dasarnya dilihat sebagai komponen-komponen subsistem yang saling mendukung satu dengan yang lain saling berinteraksi untuk tujuan kota yang bersih, sehat dan teratur (Kondoatie dan Sjarief, 2008). Metoda dasar prngolahan limbah domestik terdiri dari tahap pengolahan dasar, pengolahan sekunder dan penanganan tersier.

Metode Penelitian

Pengambilan sampel dilaksanakan di *inlet* dan *outlet* IPAL Semanggi dan IPAL Mojosoongo Surakarta. Penelitian ini

termasuk jenis penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilakukan dengan observasi pada IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo. Melakukan uji kualitas air limbah di kedua lokasi berdasarkan parameter fisika, biologi dan kimia yang di analisa secara deskriptif.

Populasi dalam penelitian ini adalah limbah cair domestik di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo. Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair domestik yang diambil pada *inlet* dan *outlet* di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo. Sampel diambil dengan metode *grab sample* atau sampel sesaat. Sampel sesaat adalah sampel yang dikumpulkan dalam suatu wadah pada waktu tertentu (Hadi, 2007).

Analisa data dilakukan dengan pengujian sampel terhadap parameter biologi, fisika dan kimia akan diperoleh hasil nilai setiap parameter Data nilai tiap parameter tersebut di kelompokkan dalam tabel. Penilaian layak di buang ke lingkungan, maka dibandingkan dengan standart baku mutu limbah yang mengacu pada Peraturan

Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Hasil analisis dikomparasikan untuk dianalisis kualitas air limbah terhadap pengaruhnya berdasarkan tipe pengolahan air limbah di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kota Surakarta telah mempunyai dua Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sudah beroperasi yaitu IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo untuk mengolah limbah cair domestik. Unit pengolahan air limbah di IPAL Semanggi: Grit chamber, equalisasi, bak aerasi, bak sedimentasi dan bak pengering lumpur. Unit pengolahan air limbah di IPAL Mojosongo: bak pengendapan awal, bak aerasi fakultatif I, bak aerasi fakultatif II, bak aerasi, bak sedimentasi dan bak pengering lumpur.

Tabel 1. Tabel Hasil Penelitian IPAL Semanggi

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu		Hasil analisis	
			Perda Jateng No.5 Tahun 2012	PP No.82 Tahun 2001	Inlet	Outlet
1	Kimia					
	pH		6-9	6-9	7,12	7,03
	BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>)	mg/L	50	3	63,17	21,63
	COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	mg/L	100	25	176,6	61,78
	DO (<i>Disolve Oxygen</i>)	mg/L	-	4	0,403	2,409
	Nitrat	mg/L	20	10	-	-

2	Fisika					
	Suhu	°C	38	-	28	28,4
	TSS (<i>Total Suspended Solids</i>)	mg/L	2000	50	75,33	63,33
	TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>)	mg/L	100	1000	318,33	166,00
3	Biologi					
	Salmonella	individu/100ml	-	-	82	74
	Total Koliform	individu/100ml	-	1000	>2400	>2400

Sumber: Data Primer Hasil Penelitian

Tabel 2. Tabel Hasil Penelitian IPAL Mojosongo

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu		Hasil analisis	
			Perda Jateng No.5 Ta- hun 2012	PP No.82 Tahun 2001	Inlet	Outlet
1	Kimia					
	pH		6-9	6-9	7,23	7,31
	BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>)	mg/L	50	3	66,87	14,83
	COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	mg/L	100	25	187,67	41,17
	DO (<i>Dissolve Oxygen</i>)	mg/L	-	4	<0,4	4,387
	Nitrat	mg/L	20	10	<0,032	4,522
2	Fisika					
	Suhu	°C	38	-	31,8	27,3
	TSS (<i>Total Suspended Solids</i>)	mg/L	2000	50	34	34,67
	TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>)	mg/L	100	1000	371,33	373,67

3	Biologi					
	Salmonella	individu/100ml	-	-	37	7
	Total Koli-form	individu/100ml	-	1000	>2400	>2400

Sumber: Data Primer Hasil Penelitian

Parameter Kimia

pH

Air limbah pada inlet IPAL Semanggi mempunyai pH 7,12 setelah melalui proses pengolahan air limbah terjadi penurunan pH 0,09, sehingga pH menjadi 7,03. Penurunan pH yang masih dalam keadaan basa dikatakan normal karena masih berada pada batas buku mutu Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu antara 6,0-9,0. Menurut Karno (2004), perubahan pH terjadi pada saat pengolahan air limbah domestik secara aerobik atau anaerobik yang menghasilkan asam (HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4) pada proses aerobik dan H_2S pada proses anaerobik. Adanya sisa bahan pembersih dalam air limbah domestik seperti deterjen, sampo, sabun dan pembersih lainnya yang bersifat alkalis dalam air limbah domestik menjadikan limbah tersebut dari pH rendah menjadi pH netral kembali.

Hasil penelitian di IPAL Mojosongo hasil penelitian menunjukkan bahwa pH inlet 7,23 setelah melalui proses pengolahan air limbah pH naik 0,08, sehingga nilai pH outlet menjadi 7,31. Bakteri-bakteri aerobik pada proses degradasi akan menghasilkan asam organik. Berdasarkan penelitian Iskanto (2003), mikroba mampu menurunkan pH. Nilai pH menunjukkan potensial hidrogen konsentrasi dalam air limbah sehingga terpengaruh adanya mekanisme metabolisme mikroba yang selalu melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi. Oksidasi reduksi melibatkan adanya ion

Hidrogen dan Oksigen dalam mikroba. Mikroba yang terdiri dari satu sel akan berpengaruh langsung terhadap limbah sebagai mediana. Semakin banyak mikroba maka semakin banyak proses metabolisme oksidasi reduksi yang dapat membantu menstabilkan pH.

BOD

Berdasarkan hasil penelitian di IPAL Semanggi diperoleh nilai BOD inlet 67,17 mg/L dan setelah mengalami pengolahan air limbah nilai outlet air limbah domestik menjadi 21,63 mg/L. Penurunan kadar BOD sebanyak 41,54 mg/L. Hasil penelitian di IPAL Mojosongo diperoleh nilai inlet 66,87 mg/L dan setelah mengalami pengolahan air limbah nilai outlet air limbah domestik menjadi 14,83 mg/L. Penurunan kadar BOD sebanyak 52,04 mg/L. IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo sama-sama dapat menurunkan kadar BOD, dari yang inletnya melebihi baku mutu dengan pengolahan air limbah diperoleh outlet dengan kadar BOD yang dapat memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 50 mg/L, tetapi belum memenuhi baku mutu air bersih golongan II berdasarkan baku mutu Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu 3 mg/L. Penurunan kadar BOD disebabkan adanya bak aerasi di IPAL Semanggi dan bak aerasi fakultatif I, bak aerasi fakultatif II di IPAL Mojosongo.

Bak aerasi di IPAL Semanggi dilengkapi dengan proses biologis dengan biakan melekat. Bak aerasi dilengkapi

dengan kurungan kawat yang di dalamnya berisi bola-bola biofilter. Material organik dalam limbah akan melekat pada biofilter. Pertumbuhan mikroorganisme yang melekat pada biofilter untuk menguraikan material organik dalam air limbah. IPAL Mojosongo menggunakan Lagoon berupa kolam aerasi fakultatif I dan kolam aerasi fakultatif II. Proses pengolahan dengan lagoon merupakan pengolahan limbah pada suatu kolam yang sangat luas dengan waktu tinggal cukup lama, sehingga adanya aktivitas mikroorganisme tumbuh secara alami dan senyawa polutan dapat terurai. Proses penguraian polutan dapat dipercepat dengan proses aerasi. Menurut Ginting (2010) adanya mikroorganisme dalam limbah akan membantu perombakan atau dekomposisi bahan-bahan organik yang lebih sederhana. Berdasarkan penelitian Purwati (2006), bahwa penurunan kadar BOD tergantung pada kemampuan mikroba dalam memecah senyawa organik yang merombak menjadi energi dan nutrisi untuk pertumbuhan mikroba sendiri.

COD

Berdasarkan hasil penelitian di IPAL Semanggi diperoleh nilai COD di inlet 176,6 mg/L dan setelah pengolahan air limbah nilai outlet air limbah domestik tersebut menjadi 61,78 mg/L. Penurunan nilai COD sebanyak 114,82 mg/L. Hasil penelitian di IPAL Mojosongo diperoleh nilai inlet sebanyak 187,67 mg/L dan setelah mengalami proses pengolahan air limbah nilai outlet air limbah domestik menjadi 41,17 mg/L. Penurunan kadar COD sebanyak 146,5 mg/L. IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo sama-sama dapat menurunkan COD di dalam air limbah. Penurunan terlihat dari inlet yang COD melebihi baku mutu dengan pengolahan air limbah diperoleh outlet dengan kadar COD yang dapat memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 100 mg/L, tetapi belum

memenuhi baku mutu air bersih golongan II berdasarkan baku mutu Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu 25 mg/L.

Penurunan COD di IPAL Semanggi disebabkan adanya bak aerasi. Air limbah hasil pemindahan dari bak ekualisasi akan disembur oleh *submersible aerator* yang menghembuskan oksigen dari nozel yang lembut dan berkecepatan tinggi. Partikel gelembung udara yang kecil dengan gesekan terhadap partikel air limbah yang tinggi akan mengakibatkan kelarutan dan penangkapan oksigen ke dalam badan air. Efektivitas penyerapan oksigen dipengaruhi oleh kecepatan gelembung udara aerator dan lama waktu kontak di bak aerasi. Penurunan COD semakin efektif dengan ditematkannya *bio-ball* di bak aerasi. Bak sedimentasi membantu mengendapkan beberapa padatan yang melayang, sehingga akan mengurangi kebutuhan akan oksigen. Sedimen yang terendapkan, menyebabkan proses penguraian berlangsung di bagian dasar kolam, sehingga air permukaan jernih dan oksigen tinggi. Penurunan COD di IPAL Mojosongo dapat disebabkan adanya kolam aerasi fakultatif I, kolam aerasi fakultatif II yang dilengkapi dengan aerator dan bak sedimentasi. Aerator juga membantu menumbuhkan mikroba dalam air yang dapat menguraikan air limbah. Bak sedimentasi ikut berperan dalam penurunan COD. Menurut Purwati (2006), adanya aerator pada bak aerasi di IPAL membantu suplai oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam air secara kimia. Adanya bakteri dalam air limbah diduga dapat menurunkan kandungan COD. Menurut Marjono (2010) bahwa jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam air limbah, dengan pengoksidan kalium dikromat yang digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*).

DO

DO di IPAL Semanggi bagian inlet sebesar 0,403 mg/L. Setelah mengalami proses pengolahan air limbah DO pada outlet bisa naik menjadi 2,409 mg/L. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air baku mutu DO air kelas dua minimal 3 mg/L. Kenaikan DO di IPAL Semanggi dimungkinkan karena adanya aerator pada bak aerasi. Aerator akan membantu mencampur antara limbah dengan udara. Mikroorganisme yang menempel pada bio ball juga ikut berperan dalam menaikkan DO. Mikroorganisme fotosintetik pada *bio ball* memanfaatkan limbah sebagai sumber energinya dan mentransfer oksigen pada kolam (Ginting, 2010).

Berdasarkan hasil uji DO di IPAL Mojosoongo pada inlet sebesar <0,4 mg/L. Setelah mengalami proses pengolahan, kandungan oksigen outlet limbah meningkat menjadi 4,387 mg/L. Nilai DO di IPAL Mojosoongo sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Kandungan DO inlet yang rendah di IPAL Mojosoongo disebabkan oleh tingginya limbah organik dan partikel koloid dari proses degradasi anaerob. Kenaikan kadar DO atau oksigen terlarut dimungkinkan akibat proses fotosintesis mikroorganisme dan waktu tinggal limbah di kolam aerasi fakultatif. Ditunjang dengan adanya bak aerasi fakultatif yang dilengkapi dengan aerator yang dapat menambahkan oksigen terlarut dalam air limbah. IPAL Mojosoongo berbentuk lagoon atau kolam yang terbuka menyebabkan sinar matahari dapat masuk ke kolam secara langsung. Menurut Ginting (2010) bahwa permukaan kolam yang ditumbuhi beberapa algae menunjukkan bahwa proses fotosintesis mulai berlangsung. Fotosintesis akan mengasilkan oksigen yang membantu menaikkan oksigen terlarut.

Nitrat

Pengukuran nitrat di IPAL Se-

manggi tidak terbaca. Sampel tidak terbaca nilai nitratnya di karenakan terlalu keruh air limbah. IPAL Mojosoongo pada inlet nilai nitratnya <0,032 mg/L, setelah mengalami proses pengolahan air limbah nitratnya naik menjadi 4,522 mg/L. Nitrat yang ada di IPAL Mojosoongo baik di inlet maupun outlet sudah memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 20 mg/L dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu 10 mg/L. Adanya nitrat pada outlet menunjukkan pengolahan air limbah yang tidak sempurna. Kenaikan kadar nitrat di karenakan adanya oksigen yang cukup tinggi. Hastuti (2013), bahwa Pada kondisi aerobik terjadi proses nitrifikasi yakni nitrogen ammonium diubah menjadi nitrat ($\text{NH}_4 \square \text{NO}_3$).

Parameter Fisika

Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada di inlet IPAL Semanggi sebesar 28 °C. Setelah melalui proses pengolahan limbah suhu naik 0,4 °C, sehingga dihasilkan suhu pada outlet sebesar 28,4 °C. Baku mutu berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah sebesar 38 °C. Suhu di inlet IPAL Mojosoongo sebesar 31,8 °C, air limbah yang masuk pada bak pengendapan awal selanjutnya masuk ke pada bak aerasi fakultatif I, bak aerasi fakultatif II, dan bak sedimentasi. Sampai pada outlet suhu turun sebanyak 4,53 °C, sehingga suhu menjadi 27,27 °C.

Kenaikan suhu di IPAL Semanggi dan Penurunan suhu di IPAL Mojosoongo dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Irianto (2001), bahwa faktor penyebab perbedaan suhu adalah waktu pengambilan sampel, letak matahari, arah penyinaran dan naungan. Suhu outlet di IPAL Semanggi mengalami kenaikan karena pada kolam outlet terkena sinar matahari

dan penyinaran matahari langsung tanpa ada penutup, sehingga air limbah menjadi lebih panas dan suhunya naik. Suhu turun pada kolam outlet IPAL Mojosoongo karena terdapat penutup berupa pohon pada kolam outlet. Pohon menghalangi penyinaran matahari langsung ke badan air limbah, sehingga menjadikan kawasan outlet menjadi sejuk dan suhu juga turun. Adanya aerasi membantu menambahkan oksigen dalam air. Oksigen terlarut yang tinggi membantu mendinginkan air limbah, sehingga suhu air limbah dapat turun.

TSS

TSS di IPAL Semanggi pada inlet sebanyak 75,33 mg/L. Setelah melalui proses pengolahan limbah, TSS air limbah pada outlet turun sebanyak 12,00 mg/L menjadi 63,00 mg/L. Hasil pengukuran TSS di IPAL Mojosoongo sebelum pengolahan limbah sebesar 34,00 mg/L. Setelah melalui proses pengolahan air limbah ternyata TSS mengalami kenaikan sebesar 0,67 mg/L, sehingga nilai outlet di IPAL Mojosoongo menjadi 34,67 mg/L. Hasil pengukuran TSS di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosoongo sama-sama memenuhi baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 100 mg/L, tetapi IPAL Semanggi belum memenuhi baku mutu TSS air kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu 50 mg/L.

Penurunan TSS di IPAL Semanggi disebabkan pada awal air limbah masuk yaitu adanya *grit chamber* yang dilengkapi dengan *bar screen* sebanyak dua kali. TSS di IPAL Mojosoongo dikarenakan limbah domestik dari saluran langsung masuk ke bak pengendapan awal yang tidak dilengkapi dengan *bar screen*. Pada outlet TSS meningkat dikarenakan pada bak sedimentasi I dan bak sedimentasi II terdapat lumut dan ganggang kecil yang terkadang ikut

mengalir ke bak outlet. Menurut Iskamto (2003), bahwa TSS dipengaruhi oleh jumlah mikroba yang disebabkan oleh masa sel yang dimiliki mikroba. Menurut Devi, dkk. (2013) penurunan kandungan TSS yang paling signifikan yaitu setelah melewati pengolahan secara filtrasi biologi.

TDS

IPAL Semanggi nilai TDS sebanyak 318,33 mg/L. Setelah mengalami proses pengolahan limbah TDS turun menjadi 166,00 mg/L. Penurunan TDS disebabkan oleh penyaringan pada *grith chamber*. Bak sedimentasi juga mempengaruhi penurunan TDS karena dapat mengendapkan *disolved solids* yang terdapat pada air limbah. Pompa aerator pada bak aerasi mampu membantu penurunan TDS di IPAL Semanggi. Menurut Nurhasanah (2011), TDS dapat turun dengan perlakuan filtrasi tanpa tekanan dan waktu waktu aerasi 15 menit. Hal ini menunjukkan bahwa waktu aerasi dan besaran tekanan pompa mempengaruhi nilai TDS.

IPAL Mojosoongo pada kolam inlet nilai TDS sebanyak 371,33 mg/L. Setelah melalui proses pengolahan limbah TDS naik menjadi 373,67 mg/L. Seharusnya dengan pengolahan air limbah diharapkan nilai TDS menjadi turun, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang menyebabkan kenaikan nilai TDS dalam IPAL Mojosoongo diantaranya tidak adanya penyaringan lebih lanjut pada bak inlet dan bak sedimentasi yang ditumbuhi algae. Menurut Khusnuryani (2008), bahwa adanya tanaman air atau algae yang tumbuh pada permukaan air limbah di kolam sedimentasi dapat menimbulkan eutrofikasi. Eutrofikasi menyebabkan peningkatan turbiditas atau kekeruhan dan warna pada badan air. Peningkatan tersebut tentunya akan mempengaruhi *disolved solids* yang harusnya mengendap.

Parameter Biologi

Bakteri Salmonella

jumlah *Salmonella* di IPAL Se-

manggi bahwa jumlah *Salmonella* di inlet sebanyak 82 individu/100ml. Setelah melewati proses pengolahan air limbah domestik jumlah *Salmonella* pada outlet menjadi 74 individu/100ml. Jumlah *Salmonella* di IPAL Mojosongo pada kolam inlet sebanyak 37 individu/100ml. Setelah mengalami proses pengolahan limbah dari bak pengendapan awal sampai dengan kolam sedimentasi, jumlah *Salmonella* pada air limbah di outlet turun menjadi 7 individu/100ml. Proses mengolah air limbah di IPAL Mojosongo mampu menurunkan jumlah *Salmonella* cukup banyak yaitu sebesar 30 individu/100ml.

Jumlah *Salmonella* disebabkan jumlah pelanggan IPAL. Jumlah pelanggan yang banyak menjadikan kemungkinan tercemar bakteri *Salmonella* semakin besar. Berkurangnya *Salmonella* dikarenakan pada kolam aerasi yang menghasilkan oksigen dan terdapat mikroba yang membantu menghambat pertumbuhannya. Suhu di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo bukan merupakan suhu optimum untuk *Salmonella*, sehingga memungkinkan bakteri *Salmonella* tidak mampu beradaptasi dan mati. Menurut Supardi dan Sukanto (1999), *Salmonella* hidup secara anaerobik fakultatif dan pertumbuhan *Salmonella* sangat terhambat dengan adanya bakteri-bakteri pembusuk. Menurut Irianto (2010) bahwa pada kolam sedimentasi terjadi proses reduksi bahan-bahan tersuspensi dari dalam air dan dapat berfungsi untuk mereduksi kandungan organisme (patogen) tertentu dalam air.

Total Koliform

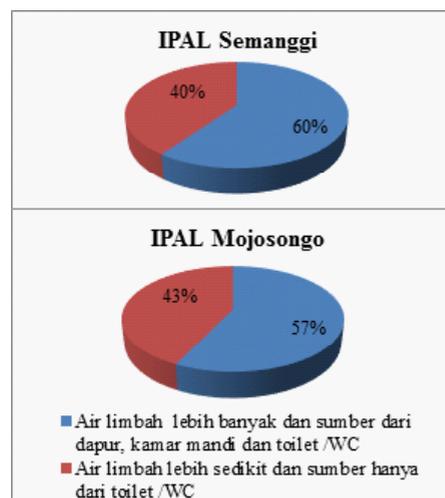
IPAL Semanggi baik inlet maupun outlet nilai jumlah total Koliform >2.400 individu/100ml. IPAL Mojosongo hasil pengujian total Koliform di inlet dan outlet adalah >2.400 individu/100ml. Berdasarkan baku mutu Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, jumlah total Koliform yang >2.400

individu/100ml tidak dapat menentukan bahwa air limbah tersebut melebihi baku mutu atau tidak. Hal ini disebabkan karena pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan sistem 3-3-3 (3 tabung untuk 10 ml, 3 tabung untuk 1,0 ml dan 3 tabung untuk 0,1 ml). Sistem ini tidak bisa menentukan jumlah bakteri seluruhnya secara spesifik, sehingga jika bakteri yang terhitung sangat banyak lebih dari 2.400 maka akan terbaca >2.400 individu/100ml. Air limbah domestik yang berasal dari kegiatan rumah tangga khususnya dari tinja tentunya banyak mengandung bakteri koliform. Menurut Prastiyo (2012), adanya bakteri koliform dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti diare, demam tifoid, kolera, disentri amoeba dan penyakit lainnya yang masuk dalam kategori *water borne diseases*.

Analisis Sosial

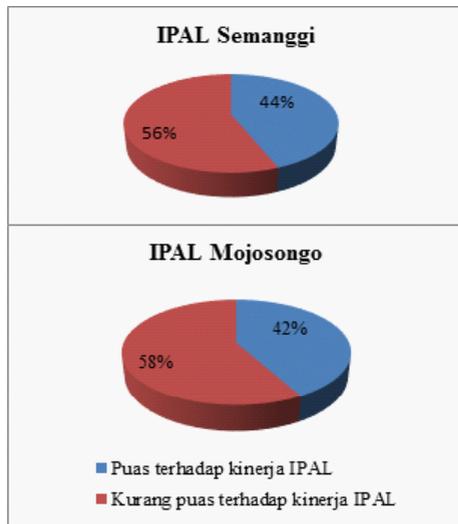
Tujuan dilakukannya wawancara menggunakan kuesioner untuk mengetahui faktor sosial (*culture*) dari keberadaan IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo, dapat mengetahui pengetahuan penggunaan IPAL Semanggi untuk responden Surakarta bagian selatan dan IPAL Mojosongo untuk responden wilayah Surakarta bagian utara.

Aspek ekologi



Berdasarkan Gambar 1 diatas bahwa IPAL Semanggi air limbah yang dihasilkan lebih banyak dan sumber air limbah domestik beragam dari dapur, kamar mandi dan toilet atau WC. IPAL Mojosoongo juga lebih banyak dan sumber bermacam-macam, tetapi jumlahnya lebih sedikit jika dibandingkan dengan IPAL Semanggi. Semakin banyak air limbah yang dihasilkan tiap rumah maka semakin banyak pula debit air limbah yang masuk ke saluran IPAL. Macam-macam sumber air limbah domestik mempengaruhi parameter air limbah domestik, diantaranya parameter biologi (Salmonella dan Total Koliform), parameter fisika (suhu, TDS dan TSS) dan parameter kimia (pH, DO, BOD dan COD).

Aspek Ekonomi



Keadaan sosial ekonomi pelanggan IPAL akan mempengaruhi kinerja dari IPAL tersebut. Berdasarkan Gambar 2 diatas terlihat bahwa di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosoongo, responden sama-sama kurang puas terhadap kinerja IPAL. Terbukti dengan jumlah responden di IPAL Semanggi 44% dan IPAL Mojosoongo 42% yang sudah puas terhadap kinerja IPAL. Dengan pelayanan IPAL yang baik maka semakin banyak pula masyarakat yang akan menggunakan pelayanan IPAL komunal. Se-

makin banyak masyarakat yang menggunakan IPAL sebagai pengolah limbah domestik, maka semakin baik pula kualitas air limbah domestik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Kualitas air limbah domestik berdasarkan parameter biologi dan fisika di *inlet* IPAL Mojosoongo lebih baik dari pada *inlet* IPAL Semanggi, sedangkan kualitas air limbah domestik berdasarkan parameter kimia di *inlet* IPAL Semanggi lebih baik dari pada *inlet* IPAL Mojosoongo.

Kualitas air limbah domestik berdasarkan parameter biologi dan kimia di *outlet* IPAL Mojosoongo lebih baik dari pada *outlet* IPAL Semanggi, sedangkan kualitas air limbah domestik berdasarkan parameter fisika di *outlet* IPAL Semanggi lebih baik dari pada *outlet* IPAL Mojosoongo.

Berdasarkan parameter fisika kinerja IPAL Semanggi lebih baik dari pada kinerja IPAL Mojosoongo, sedangkan berdasarkan parameter biologi dan kimia kinerja IPAL Mojosoongo lebih baik dari pada kinerja IPAL Semanggi.

Saran

Berdasarkan kesimpulan dan implikasi, maka saran yang peneliti ajukan sebagai berikut:

Perlu penambahan jumlah aerator dan waktu tinggal pada bak aerasi di IPAL Semanggi. Aerator yang sesuai dengan luasan IPAL akan meningkatkan jumlah oksigen dalam air limbah, sehingga dapat membantu mikroba mendegradasikan kandungan organik dalam air limbah.

Penambahan klorin dibutuhkan untuk dapat mematikan bakteri parasit dan patogen dalam air limbah.

Perlu penelitian lebih lanjut tentang sistem unit pengolahan limbah yang paling tepat yang dapat mengolah semua parameter air

limbah secara maksimal, sehingga aman setelah dibuang ke lingkungan.

Daftar Pustaka

- Agustira R., Lubis K.S. dan Jamilah. 2013. *Kajian Karakteristik Kimia Air; Fisika Air dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. Jurnal Online Agroteknologi Vol. 1 No. 3.* Medan: USU.
- Asmadi dan Suharno. 2012. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Limbah.* Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Bahar E., Tawali A.B. dan Muin M. 2013. *Spesifikasi dan Efektivitas Peralatan Pengolahan Limbah Cair Domestik Studi Kasus Rusunawa Blok D Universitas Hasanuddin. Jurnal Sains dan Teknologi Vol. 13, No. 2.* Makasar: Universitas Hasanuddin.
- Darsono, V. 1995. *Pengantar Ilmu Lingkungan.* Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Devi, L., K. G. Dharma Putra, dan A. A. Bawa Putra. 2013. *Efektifitas Pengolahan Air Effluent Menjadi Air Reklamasi Di Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Denpasar Ditinjau Dari Kandungan Kekeruhan, Total Zat Terlarut (TDS), dan Total Zat Tersuspensi (TSS).* Jurnal Kimia Vol.7, No.1. Bali: Universitas Udayana.
- Ginting, Perdana. 2010. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri.* Bandung: Yrawa Widya.
- Hadi, Anwar. 2007. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan.* Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hastuti, E. Dan Rydha Riyana. 2013. *Daur Ulang Air Limbah Rumah Tangga Dengan Teknologi Biofilter dan Hybrid Constructed Wetland Di Kawasan Pesisir. Jurnal Permukiman Vol. 8 No. 3.* Bandung: Pusat Litbang Permukiman dan Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum.
- Idris-Nda A., Aliyu H.K, dan Dalil M. 2013. *The challenges of domestic wastewater management in Nigeria: A case study of Minna, central Nigeria. International Journal of Development and Sustainability Online ISSN: 2168-8662 -www.isdsnet.com/tjds. Volume 2 Number 2 (2013): Pages 1169-1182. ISDS Article ID: IJDS13012201.* Minna, Nigeria: Federal University of Technology.
- Irianto, I Ketut. 2001. *Hubungan Pengolahan Limbah Cair Domestik Hotel dengan Kualitas Air Ditinjau Dari Aspek Fisik Kimia dan Biologi di Kawasan Nusa Dua Bali.* Surakarta: UNS.
- Iskamto, Bambang. 2003. *Peranan Mikroorganisme Dalam Perbaikan Kualitas Limbah Cair Industri Monosodium Glutamat.* Surakarta: UNS.
- Karno. 2004. *Peran Instalansi Pengolahan Air Limbah Domestik Dalam Upaya Memperbaiki Kualitas air Limbah.* Thesis Ilmu Lingkungan. Surakarta: UNS.
- Kodoatie R.J. dan R. Sjarief. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu.* Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Kristanto P. 2002. *Ekologi Industri.* Yogyakarta: ANDI.
- Kumar K.R, Bajpai A. dan S. Malik. 2012. *Waste water Quality of Bhopal City with Special Reference to Sewage Treatment Plant. International Journal of Research in Chemistry and Environment Vol. 2 Issue 1 January 2012(112-115) ISSN 2248-9649.* India: Makhanlal Chaturvedi University.
- Marjono. 2010. *Peranan Aerasi Dalam Perubahan BOD (Biological Oxygen Demand) DAN cod (Chemical*

- Oxygen Demand) Limbah Cair Domestik*. Surakarta: UNS.
- Purwati, Sri. 2006. *Kualitas Iffluent dan Efluent Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Penyamakan Kulit*. Surakarta: UNS.
- Said N.I. dan R. Marsidi . 2005. *Mikroorganismen Patogen dan Parasit di Dalam Air Limbah Domestik Serta Alternatif Teknologi Pengolahan*. *Jurnal AI Vol. 1 No.4*. Jakarta: BPPT.