



PENGOLAHAN IPAL DI BALAI STANDARISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI (BSPJI) BANDAR LAMPUNG

Ramanda Pangestu Exs Perenza*

Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

e-mail korespondensi: ramandape18@gmail.com

Abstract. *The Center for Industrial Research and Standardization (Baristand Industry) is a quality control institution for research and industrial quality control. Each testing process in the BSPJI laboratory produces liquid waste which can potentially pollute the environment. The purpose of this study was to determine the processing process of the Wastewater Treatment Plant (WWTP) at BSPJI Bandar Lampung. The method used is in the form of descriptive research related to the liquid waste treatment system at BSPJI with primary data collection obtained from field observations and secondary data collection obtained from previously existing documents at BSPJI. The results of the WWTP processing research at BSPJI used primary data that the WWTP at BSPJI used aerobic-anaerobic techniques added with wasp nests, while for secondary data results obtained data from September - October 2022 with parameters DO 7 mg/L, temperature 26°C, pH 6 -7 and DHL >7 mS/cm. Based on the data obtained, the WWTP at BSPJI Bandar Lampung complies with the quality standard limits set by the Minister of Environment and Forestry No. 68 of 2016.*

Keyword: *Wastewater Treatment Plant (IPAL); Pollution ; Aerob-Anaerobic ; Bee hive.*

Abstrak. Balai Riset dan Standarisasi Industri (Baristand Industri) merupakan lembaga pengawasan mutu sebagai penelitian dan pengawasan mutu industri. Pada setiap proses pengujian dilaboratorium BSPJI ini menghasilkan limbah cair yang dapat berpotensi mencemari lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di BSPJI Bandar Lampung. Metode yang digunakan berupa penelitian secara deskriptif terkait sistem pengolahan limbah cair di BSPJI dengan pengumpulan data secara primer yang diperoleh dari observasi dilapangan dan pengumpulan data secara sekunder didapat dari dokumen-dokumen yang sudah ada sebelumnya di BSPJI. Hasil penelitian pengolahan IPAL di BSPJI menggunakan data primer bahwa IPAL di BSPJI menggunakan teknik aerob-anaerob yang ditambahkan dengan sarang tawon, sedangkan untuk hasil data sekunder didapatkan data dari bulan September – oktober 2022 dengan parameter DO 7 mg/L, suhu 26°C, pH 6-7 dan DHL >7 mS/cm. Berdasarkan data yang didapat bahwa IPAL di BSPJI Bandar Lampung sesuai batas baku mutu yang ditetapkan oleh Permen LHK No.68 Tahun 2016.

Kata kunci: Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) ; Pencemaran ; Aerob-Anaerob ; Sarang tawon.

PENDAHULUAN

Pelayanan di bidang jasa pengujian laboratorium adalah suatu upaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan disekitar kegiatan industri. Dalam pelaksanaan peningkatan kualitas lingkungan di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Bandar Lampung ini melakukan riset, pengujian dan standardisasi serta sertifikat dibidang industri. Baristand Industri memiliki 3 laboratorium yang memiliki tugas pemberian jasa layanan pengujian yang telah terakreditasi dengan nomor LP-598-IDN yaitu laboratorium uji, laboratorium kalibrasi dan laboratorium inspeksi teknis, Data dan sampel yang akan diuji diambil dari bagian pengembangan jasa teknis (PJT). PJT memiliki tugas menerima data dan sampel dari konsumen yang akan diserahkan kepada petugas uji laboratorium untuk diuji [1].

Pada proses pengujian yang dilakukan di Laboratorium penguji, dihasilkan tiga jenis limbah yaitu limbah padat, limbah berbahaya dan beracun (B3) dan limbah cair. Limbah B3 dihasilkan dari pengujian dengan menggunakan bahan kimia tertentu yang harus diolah dan disimpan secara khusus. Sedangkan Limbah cair berasal dari pencucian peralatan gelas dan juga sisa sampel hasil pengujian yang dibuang melalui wastafel. Limbah cair dapat diolah secara mandiri oleh laboratorium pada suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL) [2].

Instalasi pengolahan air limbah merupakan sarana untuk melakukan pengolahan limbah cair hingga memenuhi persyaratan ambang batas yang telah ditentukan sebelum dibuang ke perairan. Proses yang dilakukan disesuaikan dengan jenis dan karakteristik limbah yang akan diolah. Salah satu teknik pengolahan limbah cair yang telah banyak digunakan untuk air sisa buangan laboratorium adalah metode media tercelup (Sarang tawon), dimana proses pengolahan berdasarkan pada reaksi aerob-anaerob [3]. Air yang banyak mengandung senyawa organik, deterjen, dan ammonia dapat diolah secara alami melalui reaksi dalam kondisi anaerob terlebih dahulu sebelum dilakukan proses lebih lanjut [4].

Pengolahan limbah sangatlah penting untuk menjaga lingkungan dari pencemaran akibat dari air limbah. Selain itu, IPAL menjadi salah satu kewajiban yang harus dipenuhi oleh laboratorium penguji apabila ingin ditunjuk sebagai laboratorium lingkungan oleh Kementerian Kehutanan dan Lingkungan hidup. Keberadaan IPAL menunjukkan bahwa Laboratorium penguji memiliki komitmen yang tinggi dalam mengurangi pencemaran akibat aktifitas yang di lakukan dalam laboratorium.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis melakukan penelitian secara deskriptif terkait sistem pengolahan limbah cair di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Bandar Lampung dan seberapa efektifitas dan efisiensi pengolahan limbah cair laboratorium dengan menggunakan teknik aerob - anaerob dimana pada sistem anaerob-aerob menggunakan media PVC sarang tawon.



Gambar 1. IPAL BSPJI Bandar Lampung

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dimana menggambarkan sistem pengolahan limbah cair di Balai standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Bandar Lampung.

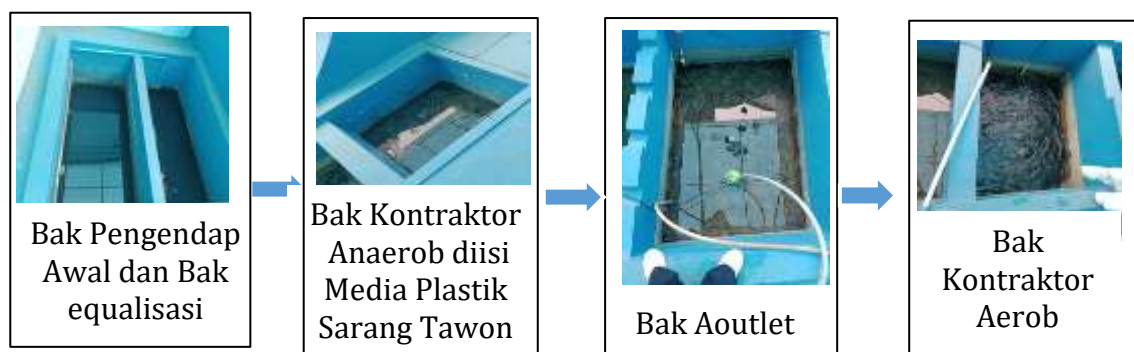
Analisis Data

Jenis data yang diperoleh adalah data primer dan data sekunder. Adapun data-data tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

1. Data primer diperoleh dari lapangan melalui petugas yang menangani IPAL serta observasi langsung tentang IPAL di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Bandar Lampung.
2. Data Sekunder diperoleh dari BSPJI Bandar Lampung yang sudah ada sebelumnya berupa dokumen-dokumen tentang IPAL yang meliputi sistem pengolahan limbah cair di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Bandar Lampung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil penelitian dan observasi dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Bandar Lampung dapat dilihat pada gambar 2 :



Gambar 2. Proses

IPAL BSPJI



Gambar 3. Media Sarang Tawon

Tabel 1. Pemantauan IPAL BSPJI Bandar Lampung

Parameter								
Tanggal	Inlet				Outlet			
	Suhu	pH	DHL	DO	Suhu	pH	DHL	DO
12 sep	26,60	6,68	642,3	6,54	26,79	8,02	788,18	7,88
15 sep	26,60	6,69	648,2	6,52	26,79	8,04	787,80	7,87
18 sep	26,30	6,50	670,2	6,30	26,50	8,01	701,3	7,90
22 sep	26,4	6,70	701,3	6,54	26,30	8,00	683,7	7,88
25 sep	26,80	6,53	649,2	6,38	26,40	7,93	761,3	7,86
29 sep	26,30	6,30	630,4	6,19	26,70	7,87	781,3	7,50
01 okt	26,40	6,41	630,2	6,40	26,30	8,01	779,2	7,83
05 okt	26,15	6,43	670,4	6,08	26,33	7,92	709,8	7,72
08 okt	26,20	6,51	671,4	6,47	26,70	7,87	708,3	7,60
12 okt	26,10	6,52	621,4	6,49	26,50	8,02	700,4	7,91
15 okt	26,30	6,53	639,4	6,48	26,13	8,03	710,4	7,89
19 okt	26,15	6,31	631,4	6,45	26,20	8,01	711,5	7,78
22 okt	26,10	6,47	623,5	6,14	26,10	8,02	721,5	7,25
26 okt	26,12	6,48	621,7	6,43	26,11	8,05	715,6	7,65

Pengolahan Limbah Cair di Balai Standarisasi Bandar Lampung memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sendiri yang menggunakan saluran tertutup

untuk bak anaerob dan saluran terbuka untuk bak pengendapan awal, sedimentasi aerob dan bak outlet. IPAL adalah sistem pengolahan air limbah dimana pengolahan dilakukan secara terpusat guna menekan beban cemaran terhadap lingkungan sesuai ketetapan dan ketentuan dari kementerian kesehatan dan lingkungan [11]. Proses pengolahan limbah cair pada IPAL di BSPJI ini dimana memanfaatkan mikroorganisme dengan sistem biofilter-Anaerob- Aerob serta ditambahkan media sarang tawon untuk media bakteri sebagai tempat berkembang biaknya mikroorganisme. Mikroorganisme diharapkan mampu menguraikan bahan-bahan organik yang ada pada limbah cair sehingga menghasilkan air yang aman bagi lingkungan.

Adapun proses pengolahannya dapat dilihat sebagai berikut:

1. Limbah cair laboratorium instansi dimasukkan ke bak penampungan awal (Inlet). Fungsi bak penampungan adalah untuk pengendapan awal seperti partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi [12].
2. Limbah cair selanjutnya dialirkan ke bak equalisasi yang mana limbah cair BSPJI ini bersifat basa maka, pada bak ini penetralan pH dibantu dengan penambahan HCl dimana secara umum air limbah yang dihasilkan bersifat basa sehingga penambahan HCl dapat menetralkan pH air limbah [11]. Netralisasi limbah diperlukan jika kondisi air limbah masih diluar range pH berdasarkan Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016 kadar maksimum pH air limbah sebelum dibuang adalah 6-9. Apabila tidak sesuai pH tersebut akan memberikan dampak terhadap perkembangan bakteri apabila pH dibawah 6 dan di atas 9 maka bakteri akan mati [12]
3. Limbah cair dari bak equalisasi dialirkan menuju bak anaerob yang telah diisi dengan media berupa bahan plastik PVC jenis sarang tawon. Bak anaerob ini terdiri dari dua ruangan dimana pada ruangan pertama tempat perkembangbiakan bakteri dan pada ruangan bak kedua tempat penampungan limbah cair yang sudah melalui proses penguraian zat organik dilakukan oleh bakteri anaerob di bak ruangan pertama . Bakteri juga diperlukan sebagai pengurai bahan- bahan organik yang ada pada limbah. akan berkembang biak apabila jumlah makanan yang terkandung di dalamnya cukup tersedia. Pada BSPJI sendiri menambahkan nutrisi berupa biodekstran sebagai makanan tambahan selain dari lumpur pada bak pengendapan. Untuk mencapai hasil yang maksimal, pembiakan memerlukan waktu beberapa hari, akan muncul lapisan film mikro organisme pada permukaan media filter yang menandakan bahwa pendegradasian bahan tercemar sudah berlangsung. Mikroorganisme tersebut akan menguraikan zat organik yang belum terurai di bak pengendap. Untuk mencapai hasil yang maksimal, pembiakan memerlukan waktu sekitar 4-8 minggu. Pada bak ini menurut Aufa [16] mikroorganisme yang digunakan adalah micropluss (mikroba) yang mana berfungsi untuk mengurangi kadar BOD dan COD pada air limbah serta untuk mereduksi zat-zat pencemar yang tersisa. Jadi zat organik yang terdapat di limbah akan di uraikan oleh mikroorganisme tersuspensi di air atau menempel di permukaan media. Proses ini akan meningkatkan efisiensi penguraian

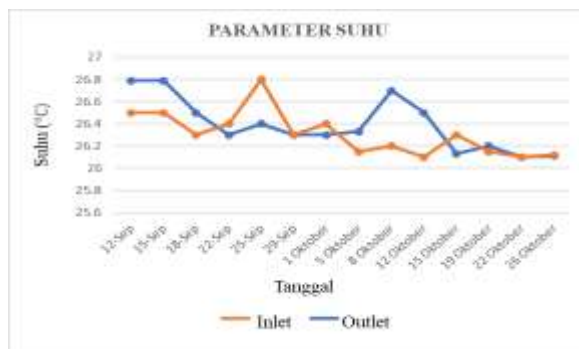
deterjen, zat organik dan mempercepat proses nitrifikasi sehingga menghilangkan ammonia menjadi lebih efisien. Film mikro pada anaerob tumbuh dengan bentuk seperti selaput berwarna coklat transparan pada permukaan media, dalam reaktor anaerob tidak ada kadar oksigen terlarut di dalamnya, dimana kadar DO pada kondisi anaerob 0 mg/l, juga terdapat faktor lain pula yang menandakan adanya mikroorganisme yang bekerja dalam proses anaerob yaitu, adanya gelembung-gelembung tidak bergerak pada sisi-sisi media, hal tersebut dikarenakan proses anaerob menghasilkan produk samping berupa gas metan, dan gas metan pula yang menimbulkan bau tidak sedap.

4. Limbah cair dari bak anaerob selanjutnya dialirkan ke bak aerob pada bak ini menurut Masmulki,dkk [14] ditambahkan mikroorganisme acetobacter yang berperan mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat dalam proses aerob. sedangkan Bacillus dan Streptococcus sendiri tergolong mikroorganisme yang hidup pada kondisi anaerob fakultatif, dimana mikroorganisme dapat hidup baik dengan ada atau tidak adanya oksigen. Pada bak aerob ini juga ditambahkan aerasi dengan bantuan alat seperti blower untuk mendukung pertumbuhan bakteri agar tetap hidup lebih optimal. Penambahan oksigen merupakan salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar pada air limbah sehingga konsentrasi zat pencemar pada air limbah akan berkurang atau bahkan hilang sama sekali. Pada kondisi aerob fenomena pertumbuhan film mikro dapat dikaitkan pula dengan kadar oksigen terlarut yang ada didalam reaktor aerob, dimana pada penelitian kali ini pengecekan kadar oksigen terlarut dilakukan setiap tiga hari sekali pada proses seeding. Proses seeding dilakukan untuk mebiakkan bakteri atau mikroorganisme pada media, proses seeding dilakukan dengan sistem batch hingga film mikro tumbuh menyelimuti media secara merata dan menebal.

5. Pada bak aerob air limbah selanjutnya dialirkan ke pipa yang telah ada saringan yang berfungsi untuk penjerihan limbah cair serta menyaring sisa zat-zat penghambat yang ikut dari bak sebelumnya.

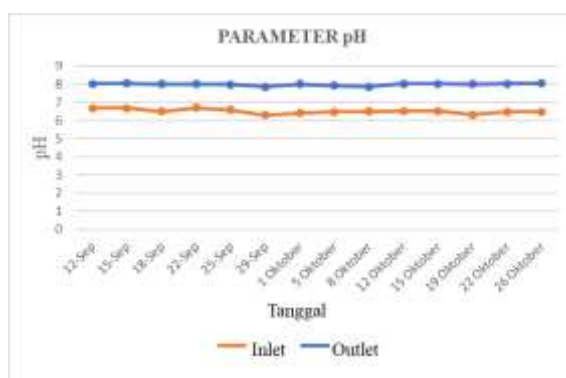
Menurut petugas pengolah limbah bahwa ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam sistem pengolahan IPAL seperti pertumbuhan mikroba air limbah. Pertumbuhan mikroba dapat dilihat secara fisik yaitu adanya lapisan lendir atau biofilm yang menempel pada permukaan media. Dengan adanya film mikro yang menempel pada permukaan media, maka proses pendegradasian bahan pencemar dengan menggunakan mikroorganisme telah berlangsung. Jika diamati secara fisik, film mikro yang terdapat pada proses aerob tumbuh dengan bentuk menyerupai granular dan berwarna coklat pada permukaan media, Disamping itu secara visual juga dapat dilihat dari perbedaan warna air limbah yang ada di inlet dan outlet IPAL.

Berikut grafik data parameter IPAL di BSPJI Bandar Lampung pada bulan september – oktober 2022.



Gambar 4. Grafik Suhu

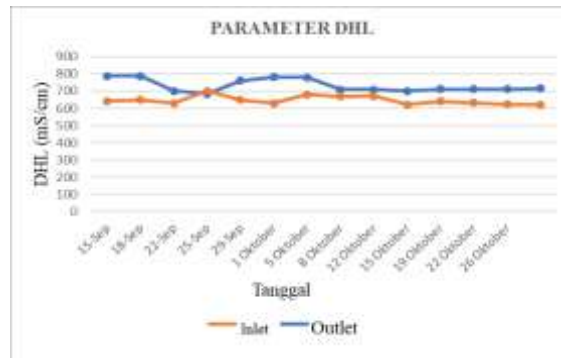
Salah satu parameter penting dalam mengukur kualitas air limbah adalah suhu. Suhu air limbah dapat memberikan indikasi tentang tingkat pencemaran dan dampaknya terhadap lingkungan. Tingginya suhu pada air limbah dapat menyebabkan berbagai masalah. Pertama, suhu yang tinggi dapat mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air, yang berdampak negatif pada kehidupan organisme. Selain itu, suhu yang tinggi juga dapat mempengaruhi proses pengolahan air limbah, seperti pengendapan dan pengolahan biologis. [15]. Dilihat pada gambar 4, suhu inlet diperoleh nilai yakni 26,1-26,8 °C seluruh suhu di bagian inlet memiliki nilai di bawah baku mutu yang ditetapkan dan hampir setara. Kenaikan suhu terjadi dan nilai tertinggi pada tanggal 25 September 2022 yakni 26,8 °C. Suhu pada air limbah IPAL masih sesuai baku mutu dan tergolong tinggi dibandingkan suhu air normal karena kadar oksigen terlarut dalam limbah lebih rendah dari pada kadar oksigen terlarut pada air normal. Kenaikan suhu juga dapat disebabkan oleh rendahnya oksigen terlarut yang terdapat pada air limbah, hal ini didukung oleh Indrayani [10]. Dilihat dari grafik, suhu limbah cair juga mengalami penurunan maka aktifitas mikroorganisme juga berkurang, tetapi oleh karena di dalam proses film mikro substrat maupun enzim dapat terdifusi sampai ke bagian dalam lapisan film mikro dan juga lapisan film mikro bertambah tebal maka pengaruh penurunan suhu tidak begitu besar [15].



Gambar 5. Grafik pH

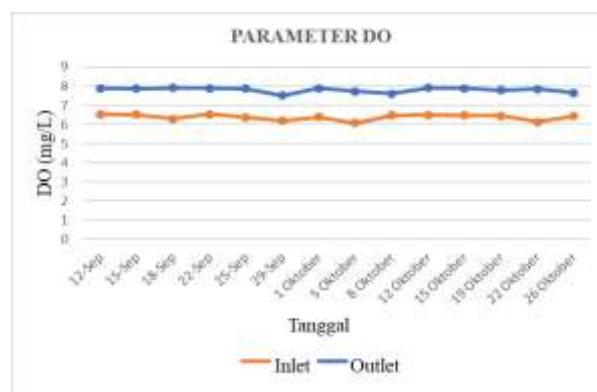
Berdasarkan pada Gambar 5. Dengan beberapa data parameter yang diperoleh dapat dilihat bahwa pada bak inlet nilai pH sangat fluktuatif dari mulai 6,6 pada hari pertama, lalu sempat naik dan kembali turun mencapai 6,5 pada hari ke 5. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi air buangan yang masuk pada bak awal sangat beragam. Setelah dilakukan penetralan pH dengan penambahan HCl dan

pengolahan di bak biofiltrasi yaitu bak anaerob yang telah ditambahkan bakteri dapat dilihat bahwa nilai pH sudah mulai stabil diantara 6,6 hingga 6,7. Selanjutnya setelah diolah pada bak biofiltrasi aerob nilai pH nya menjadi stabil antara 7,5 hingga 7,9. Hasil ini berkorelasi dengan penelitian yang telah dilakukan Aufa [16] yang menunjukkan bahwa penggunaan biofilter mampu mengembalikan pH air limbah menjadi netral.



Gambar 6. Grafik DHL

Kemampuan air sebagai penghantar listrik dipengaruhi oleh jumlah ion atau garam yang terlarut di dalam air. Semakin banyak garam yang terlarut semakin tinggi daya hantar listrik yang terjadi. Satuan pengukuran DHL adalah millimhos per centimeter (mmhos/cm), millisiemens per centimeter (mS/cm) atau microsiemens per centimeter. dari data yang sudah diolah dan diklasifikasi menurut Khairunnas [17] menjadi tiga kategori kelas DHL yaitu kelas rendah 0-200 mS/cm, sedang 200-1000 mS/cm, dan tinggi 1000-10000 mS/cm. Hasil akhir dari pengolahan dan pengklasifikasian data pada inlet dan outlet yaitu sedang sebesar 621,4-788,18 mS/cm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa limbah cair BPSJI sesuai dengan baku mutu air bersih.



Gambar 7. Grafik DO

Berdasarkan batas baku mutu yang ditetapkan oleh Permen LHK No.68 Tahun 2016. kadar DO yang baik bagi perairan adalah >5 mg/l. Berdasarkan grafik DO outlet IPAL menunjukkan angka 7 mg/l, sehingga IPAL di BPSJI ini sesuai dengan baku mutu. Kenaikan DO ini disebabkan karena pengaruh aerator pada kolam aerasi dan kolam sedimentasi. Sistem aerasi tersebut dapat memenuhi dua fungsi secara bersamaan, yaitu pengadukan air limbah dengan benar dalam upaya menjaga solid tersuspensi dan terbentuknya sistem homogen, serta memberikan oksigen yang

dibutuhkan, aerator tersebut selain sebagai suplai oksigen ke dalam air limbah juga sebagai pembuangan karbon dioksida, pembuangan hidrogen sulfida untuk menghapuskan bau dan rasa, serta pembuangan minyak yang mudah menguap [18].

Dari hasil pemeriksaan air limbah di laboratorium yang diolah pada IPAL sudah dikatakan layak dan sudah memenuhi syarat dan aman untuk dibuang ke lingkungan dimana dengan pengecekan kembali hasil air limbah dengan dilihat beberapa sifat fisik dan kimianya yaitu pH, DO, DHL, suhu dari air limbah yang disesuaikan dengan standar baku mutu oleh Permen LHK No.68 Tahun 2016. Penanganan IPAL yang ada di BSPJI Bandar Lampung ditangani oleh bagian sanitasi dan bekerja sama dengan teknisi. Pemeliharaan IPAL di BSPJI Bandar Lampung dilakukan sesuai dengan prosedur yang ada di BSPJI Bandar Lampung tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Pengolahan IPAL di BSPJI Bandar Lampung maka dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan limbah cair di laboratorium sudah dikatakan layak dan masih memenuhi syarat aman untuk dibuang ke lingkungan yang dilihat dari beberapa parameter yaitu, pengecekan pH 6-7, DO 7 mg/L, DHL >7 mS/cm, suhu 26°C yang sesuai batas baku mutu yang ditetapkan oleh Permen LHK No.68 Tahun 2016.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak instansi BSPJI Bandar Lampung yang telah memberi bimbingan dan arahan saat melakukan penelitian di BSPJI Bandar Lampung.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] E. K. Sitanggang, "Sistem Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit Setia Budi Medan," Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan, 2017.
- [2] R. T. Setiawati and I. F. Purwanti, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [3] E. I. Lumunon, H. Riogilang, and C. J. Supit, "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Kinjar Di Kota Tondano," *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 25, no. 1, pp. 76–76, 2021.
- [4] M. Filliazati, I. Apriani, and T. A. Zahara, "Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang," *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2013.
- [5] R. T. Setiawati and I. F. Purwati, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Simokerto Kota Surabaya," *IPTEK J. 35 Proc. Ser.*, vol. 3, no. 5, pp. 278–285, 2017.
- [6] Nia, "Pengolahan Limbah Cair PT Suzuki Indomobil Motor DIIC Plant," Sekolah Tinggi Teknologi Pelita Bangsa, 2019.
- [7] F. Pratama, R. I. Hapsari, and M. Zenurianto, "Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal Pada Perumahan D'Park City Kabupaten Malang," *J. JOS-MRK*, vol. 1, no. September, pp. 110–115, 2020.
- [8] Z. H. Luthfi, "Evaluasi IPAL Komunal di Kabupaten Sleman Provinsi D. I.

- Yogyakarta Ditinjau dari Teknologi IPAL Komunal,” Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [9] A. Annisa, “Evaluasi Pengelolaan Limbah Medis Bahan Berbahaya Beracun (B3) Di Rumah Sakit Umum Daerah Cut Meutia Kabupaten Aceh Utara,” Universitas Islam Negeri AR-Raniry Banda Aceh, 2020.
 - [10] L. Indrayani, “Teknologi Pengolahan Limbah Cair Batik dengan IPAL BBKB Sebagai Salah Satu Alternatif Percontohan bagi Industri Batik,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Kim.* “Kejuangan,” no. April, pp. 36 1–9, 2019.
 - [11] A. Y. Cristiantoro, R. I. Hapsari, and U. R. Pudjowati, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal Pada Perumahan Bukit Shangrilla Asri Kabupaten Malang,” *J. JOS-MRK*, vol. 1, no. 3, pp. 164–169, 2020.
 - [12] Masmulki, D. J., Karim, A., Dinar, M., & Eva. (2020). Uji kinerja instalasi pengolahan air limbah cair: metode bak anaerob kombinasi. 5, 106-113.
 - [13] Masmulki, Daniro Jyoti; Karim, Abdullah; Tri, Susanto. (2020). Optimasi poly aluminium chloride (PAC) dan arang aktif terhadap proses Biofiltrasi, Ultrafiltrasi Dan Reverse Osmosis (RO) Dengan Air Baku Air Sungai. *Jurnal Alr Indonesia*, 5(2), 144-161.
 - [14] Said, N. 1. 2005. Penggunaan Media Serat Plastik pada Proses Biofilter Tercelup untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Non Toilet. *Jurnal Air Indonesia*, 1(2), 143-156
 - [15] Sali, G. P., Suprabawati, A., & Purwanto, Y. 2018. Efektivitas Teknik Biofiltrasi Dengan Media Sarang Tawon Terhadap Penurunan Kadar Nitrogen Total Limbah Cair, *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(1), 1-6.
 - [16] Aufa, L, 2015. Analisis Penurunan COD pada Air Limbah Non Toksik Rumah Sakit X Menggunakan Biofilter Aerobik. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
 - [17] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2014). Pedoman Pengelolaan Air Limbah Industri. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
 - [18] Khairunnas, K., & Gusman, M. (2018). Analisis pengaruh parameter konduktivitas, resistivitas dan TDS terhadap salinitas air tanah dangkal pada kondisi air laut pasang dan air laut surut di daerah pesisir pantai Kota Padang. *Bina Tambang*, 3(4), 1751-1760.