

***Analysis of COD, BOD and DO Levels in Wastewater Treatment Installation (IPAL) at Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Yogyakarta***

**Analisis COD, BOD dan DO pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Yogyakarta**

Nurul Fadzy<sup>1,\*</sup>, Habibi Hidayat<sup>1</sup> dan Endah Eniati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia  
Jl. Kaliurang KM.14,5, Yogyakarta 55584, Indonesia*

<sup>2</sup>*Balai Pengelola Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Daerah Istimewa  
Yogyakarta*

\*Corresponding author: nurulfadzry087@gmail.com

Diterima: 20 Oktober 2020, Direvisi: 3 Desember 2020, Diterbitkan: 17 Desember 2020

***Abstract***

*Analysis of COD, BOD, and DO levels at the Wastewater Treatment at the Balai PIALAM DPUP-ESDM Special Region of Yogyakarta has been carried out. The purpose of this study was to determine the wastewater treatment process at the Wastewater Treatment at Balai PIALAM and to determine the levels of COD, BOD and DO. The analysis methods had referred to SNI 6989.73-2009. The results show that the concentration of outlet COD, BOD and DO are 94 mg/L, 24 mg/L and 2, mg/L respectively. Based on the Yogyakarta Special Region Regulation Number 7 of 2016 concerning Wastewater Quality Standards, the results of the analysis of the levels of COD, BOD and DO are in accordance with the quality standards, so that the wastewater from the PIALAM Balai Wastewater Treatment Plant is relatively safe to be discharged into the environment (water bodies)*

**Keywords:** *wastewater, BOD, UV-Vis spectrophotometer, temperature, pH, COD, BOD, Iodometric titration*

**Abstrak**

Analisis kadar COD, BOD, dan DO pada Instalasi Pengolahan Air Limbah di Balai PIALAM DPUP-ESDM Daerah Istimewa Yogyakarta. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengolahan air limbah Instalasi Pengolahan Air Limbah di Balai PIALAM dan mengetahui kadar COD, BOD dan DO. Analisis penentuan kadar COD dilakukan dengan menggunakan metode yang mengacu pada SNI 6989.73-2009, penentuan kadar BOD dilakukan dengan menggunakan BOD *Oxidirect* dan penentuan kadar DO dilakukan dengan menggunakan DO meter. Hasil analisis diperoleh bahwa kadar COD, BOD dan DO masing-masing yaitu 94 mg/L, 24 mg/L dan 2 mg/L. Berdasarkan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah, hasil analisis kadar COD, BOD dan DO sudah sesuai dengan baku mutu, sehingga air limbah hasil pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Balai PIALAM relatif aman untuk dibuang ke lingkungan (badan air).

**Kata kunci:** air limbah, BOD, Spektrofotometer UV-Vis, Suhu, pH, COD, BOD, Titrasi Iodometri

## **PENDAHULUAN**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, air limbah domestik adalah sisa dari hasil suatu usaha dan atau kegiatan pemukiman yang berwujud cair. Menurut Sulistia & Septisya (2020), Air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Air tersebut mengandung senyawa organik, anorganik dan mikro-organisme patogen yang cukup tinggi berasal dari usaha pemukiman seperti rumah makan, perkantoran, perniagaan dan hunian tempat tinggal yang dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan penyakit serta menimbulkan bau tidak sedap (Suoth & Nazir, 2016). Ini disebutkan oleh Sutapa (1999) bahwa komposisi limbah cair domestik terdiri dari air 99% dan padatan 0,1% dimana padatan ini terdiri dari bahan organik seperti karbohidrat (25%), protein (10%) dan lemak (85%) serta bahan anorganik seperti garam, logam dan butiran.

Daerah padat penduduk seperti Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Balai Pengelolaan Infrastruktur Sanitasi dan Air Minum Perkotaan (PIALAM) Dinas PUP-

ESDM DIY bertanggung jawab atas sanitasi air limbah domestik karena kandungan bahan organik yang ada dalam air limbah domestik dapat meningkatkan pencemaran pada badan air penerima yang akan menyebabkan oksigen terlarut berkurang. Pencemaran pada air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Oleh karena itu, air limbah domestik tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan dan harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi baku mutu air limbah.

Kualitas Mutu Air adalah tingkat kondisi kualitas air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan baku mutu air yang ditetapkan. Kualitas air secara biologis ditentukan oleh banyak parameter, yaitu parameter mikroba pencemar, patogen dan penghasil toksin. Terdapat banyak mikroba yang sering bercampur dengan air khususnya pada air tanah dangkal. Bakteri *E. Coli* merupakan mikroba yang paling berbahaya karena berasal dari tinja yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan jika digunakan dalam kepentingan kehidupan

manusia khususnya dalam kegiatan rumah tangga (Wahyuni, 2012).

Parameter yang digunakan untuk penentuan kadar unsur pencemar yang ada didalam air limbah domestik adalah uji COD, BOD, dan DO.

*Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah oksigen ( $MgO_2$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi (biodegradable) maupun yang sukar didegradasi (non biodegradable) menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  dalam satu liter sampel air. Penguraian bahan organik secara kimia dilakukan dengan menggunakan oksidator kuat ( $K_2Cr_2O_7$ ) dalam suasana asam dan panas menggunakan oksidator perak sulfat sebagai katalisator kemudian dipanaskan beberapa waktu tertentu (Boyd, 1990).

*Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecah bahan-bahan organik yang ada di dalam air. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik dibutuhkan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya dari proses oksidasi (Fachrurozi dkk, 2010). Prinsip dari pengukuran BOD yaitu mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DO<sub>i</sub>) dari sampel segera setelah diinkubasi

selama 5 hari pada kondisi gelap agar tidak terjadi proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen dan pada suhu tetap yaitu 20 °C atau disebut dengan DO<sub>5</sub>.

*Dissolved Oxygen* (DO) adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan miligram per liter. Semakin besar oksigen terlarut, maka menunjukkan derajat pengotoran yang relatif kecil. Adanya oksigen di dalam perairan sangat penting bagi organisme perairan karena jika konsentrasi DO di dalam air rendah menunjukkan adanya bahan pencemar organik yang tinggi. Oleh karena itu, penentuan kadar DO dalam air sangat penting karena dijadikan sebagai tolak ukur dalam penentuan kualitas air limbah.

Dalam upaya untuk melestarikan lingkungan hidup agar tetap bermanfaat bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya, uji parameter ini dilakukan guna mengetahui kadar yang terkandung di dalam air limbah domestik sebelum dilakukan pengolahan dan setelah dilakukan pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon.

Kualitas air limbah domestik yang dihasilkan setelah diolah diharapkan dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Perda DIY No. 7 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah untuk kegiatan IPAL

komunal dan tinja komunal, sehingga air limbah domestik dapat dibuang ke lingkungan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat gelas kimia, COD *Reactor HAC DRB 200*, *magnetic stirrer*, rak tabung reaksi, botol COD, Seal gasket, Incubator, Lovibond Oxidirect dan DO meter.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_2SO_4$ .Pro COD,  $HgSO_4$ , Larutan standar FAS, Indikator Feroin, Aquades, Sampel, Kertas sampel, Inhibitor Nitrification, KOH 45% dan tisu.

### Analisis Uji Parameter Air Limbah Domestik

Sebanyak 2 mL sampel dan blanko dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 mL  $K_2Cr_2O_7$  0,25 N, 3 mL  $H_2SO_4$ .Pro COD dan  $HgSO_4$  sebanyak 100 mg. Kemudian ditutup dan digojog. masing - masing tabung reaksi dimasukkan kedalam *reactor* COD pada suhu 150 C selama 2 jam. Selanjutnya didinginkan. Kemudian sampel dan blanko dituang ke dalam gelas beaker dan ditambahkan aquades sampai 100 mL. Selanjutnya ditambahkan indikator feroin sebanyak 2 tetes dan sampel serta blanko dititrasi menggunakan ferroammonium sulfat

0,1 N. selanjutnya kadar COD dihitung menggunakan persamaan:

$$\frac{mg}{L} COD = \frac{(Vb - Va) \times 8 \times 1000 \times 0,1055}{2} \times FP$$

### Uji Kandungan BOD

**Tabel 1.** Range Pengukuran BOD

Range BOD diukur (mg/L)	Volume sampel (mL)	Jumlah Tetes ATH
0 – 40	428	10
0 – 80	360	10
0 – 200	244	5
0 – 400	157	5
0 – 800	94	3
0 – 2000	56	3
0 – 4000	21,7	1

Pada masing masing sampel diteteskan KOH 45% sebanyak 4 tetes dalam *seal gasket* kemudian dipasangkan BOD *Head/sensor* pada masing masing botol COD. selanjutnya sampel dieramkan selama 5 hari pada suhu 20 C dan dicatat kadar BOD setiap 24 jam.

### Uji Kandungan DO

Sampel dimasukkan kedalam gelas beker, kemudian diukur menggunakan alat DO meter dengan menekan mode dan range mg/L. Selanjutnya ditunggu hingga stabil selama 10 menit dan dicatat, kemudian

dibilas menggunakan aquades dan dikeringkan menggunakan tisu.

## PEMBAHASAN

Pegolahan air limbah di Balai PIALAM dilakukan secara biologis dengan kolam aerasi fakultatif, dimana dilakukan dengan cara menampung air limbah pada suatu kolam yang luas dengan waktu tinggal yang cukup lama sehingga aktivitas mikroorganisme yang tumbuh secara alami dapat menguraikan senyawa polutan (bahan organik), untuk mempercepat proses penguraian senyawa dilakukan proses aerasi yaitu proses penambahan udara atau oksigen dalam air.

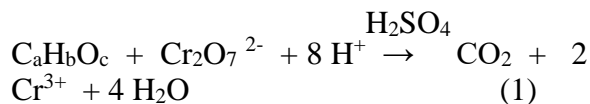
### Uji Parameter Air Limbah Domestik

#### *Uji Kandungan Chemical Oxygen Demand (COD)*

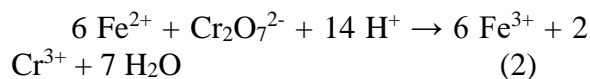
Pada prinsipnya pengukuran COD adalah penambahan sejumlah tertentu kalium bikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) yang berfungsi sebagai oksidator pada sampel (dengan volume diketahui) yang telah ditambahkan asam pekat dan katalis perak sulfat, kemudian dipanaskan selama beberapa waktu. Selanjutnya, kelebihan kalium bikromat ditera dengan cara titrasi. Dengan demikian kalium bikromat yang terpakai untuk oksidasi bahan organik dalam sampel dapat dihitung dan nilai COD dapat ditentukan

(Atima, 2015). Penentuan kadar COD mengacu pada SNI 6989.73-2009.

Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh larutan  $K_2Cr_2O_7$  dalam keadaan asam yang mendidih (reaksi 1):



Penambahan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) berfungsi sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi. Sedangkan penambahan merkuri sulfat ( $HgSO_4$ ) berfungsi untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada di dalam air buangan, dimana klorin dapat mengganggu analisis karena akan ikut teroksidasi oleh kalium dikromat. Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$  masih harus tersisa sesudah direfluks.  $K_2Cr_2O_7$  yang tersisa di dalam larutan tersebut digunakan untuk menentukan berapa oksigen yang telah terpakai. Sisa  $K_2Cr_2O_7$  tersebut ditentukan melalui titrasi dengan fero amonium sulfat (FAS). Indikator feroin yang digunakan untuk menentukan titik akhir titrasi, dengan reaksi yang berlangsung sebagai berikut :



Dari hasil pengujian COD air limbah domestik pada Instalasi Pengolahan Air

Limbah Balai PIALAM Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebagai berikut :

**Tabel 2. Hasil Pegujian COD**

Hari	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	186	114
2	874	55
3	300	55
4	169	51
5	354	68
8	376	194
9	1.730	165
10	346	80
11	726	80
15	447	68
16	3.123	169
17	861	127
18	1.941	127
19	1.238	131
22	1.045	46
23	315	44
24	2.338	84
25	329	82
26	5.840	42
<b>Rerata</b>	<b>1.191</b>	<b>94</b>

Rumus perhitungan COD :

$$\frac{mg}{L} COD = \frac{(Vb - Va) \times 8 \times 1000 \times 0,1055}{2} \times FP$$

Sampel *inlet* tidak dilakukan pengenceran, maka perhitungan COD untuk sampel *inlet* adalah :

$$\frac{mg}{L} COD = \frac{(3.15 - 2.71) \times 8 \times 1000 \times 0,1055}{2}$$

$$COD = 186 \text{ mg/L}$$

Sedangkan perhitungan COD untuk sampel *outlet* adalah :

$$\frac{mg}{L} COD = \frac{(3.15 - 2.88) \times 8 \times 1000 \times 0,1055}{2}$$

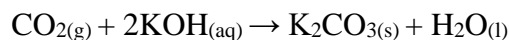
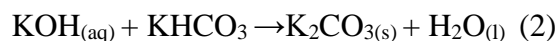
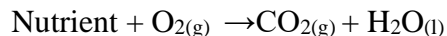
$$COD = 114 \text{ mg/L}$$

Dari hasil pengujian parameter COD diperoleh nilai COD rata-rata untuk sampel inlet adalah sebesar 1.191 mg/L. sedangkan nilai rata-rata COD untuk sampel outlet adalah sebesar 94 mg/L. Berdasarkan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk kegiatan IPAL domestik komunal kadar maksimal COD adalah 200 mg/L. Maka dapat disimpulkan bahwa sampel outlet yang telah diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balai PIALAM sesuai dengan baku air limbah.

*Uji Kandungan Biological Oxygen Demand (BOD)*

Uji kandungan BOD dilakukan dengan menggunakan alat BOD *system oxidirect* yang menggunakan metode respirometrik, dimana metode ini memanfaatkan siklus pernafasan bakteri dengan mengukur tekanan gas oksigen yang terdapat dalam tabung uji (botol BOD) selama berlangsung. Pada uji kandungan BOD, dimanfaatkan bakteri aerob dengan mengestimasi pada hari 0 (nol) nilai BOD adalah 0 mg/L.

Uji kandungan BOD, dilakukan dengan cara diambil sampel inlet sebanyak 157 mL dan sampel outlet sebanyak 360 mL. Kemudian dimasukkan kedalam botol. Pada sampel *inlet* ditambahkan dengan 5 tetes *inhibitor nitrification* dan pada sampel outlet ditambahkan 10 tetes *inhibitor nitrification*. Penambahan *inhibitor nitrification* adalah dikarenakan dalam pengujian BOD terdapat nitrifikasi yang akan mengganggu pengukuran BOD yang akan menghasilkan nilai BOD yang tinggi. Sehingga untuk mencegah hal tersebut harus ditambahkan *inhibitor nitrification*, dimana dalam penambahan *inhibitor nitrification* tidak boleh kurang. Setelah itu masing-masing sampel ditambahkan dengan KOH sebanyak 4 tetes lalu ditutup. KOH berfungsi sebagai penangkap gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan dari proses respirasi bakteri. Reaksi yang terjadi:



Semakin banyak zat organik yang terurai maka semakin banyak pemakaian oksigen di dalam air. Hal ini menyebabkan adanya bau tidak sedap akibat adanya gas.

Data hasil pengujian BOD air limbah domestik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Balai PIALAM Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Pengujian BOD

Hari	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	126	34
2	97	16
3	148	17
4	96	22
5	272	13
8	101	39
9	188	35
10	105	30
11	139	27
15	102	17
16	198	16
17	215	42

Hari	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
18	1.086	43
19	376	25
22	136	17
23	105	18
24	398	29
25	238	12
26	146	12
<b>Rerata</b>	<b>225</b>	<b>24</b>

Dari hasil pengujian parameter BOD diperoleh nilai BOD rata-rata untuk sampel inlet adalah sebesar 225 mg/L. sedangkan nilai rata-rata BOD untuk sampel outlet adalah sebesar 24 mg/L. Berdasarkan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk kegiatan IPAL komunal kadar maksimal BOD adalah 75 mg/L. Maka dapat disimpulkan bahwa sampel outlet yang telah diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balai PIALAM sesuai dengan baku mutu air limbah.

#### *Uji Kandungan Dissolved Oxygen (DO)*

Data hasil pengujian DO air limbah domestik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Balai PIALAM Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.** Hasil Pengujian DO

Hari	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	2,10	2,70
2	2,60	2,90
3	0,20	2,80
4	2,30	3,10
5	0,40	2,50
8	1,90	2,80
9	2,00	2,90
10	2,20	2,70
11	0,60	3,00
15	2,30	2,40
16	1,50	2,70
17	0,40	2,70
18	0,30	2,60
19	0,40	2,60
22	2,40	2,50
23	0,40	2,20
24	0,40	2,50
25	1,10	2,70
26	1,10	2,70
<b>Rerata</b>	<b>1,3</b>	<b>2,7</b>

Dari hasil pengujian parameter DO diperoleh nilai DO rata-rata untuk sampel inlet adalah sebesar 1,3 mg/L. sedangkan nilai rata-rata DO untuk sampel outlet adalah sebesar 2,7 mg/L. Nilai DO yang baik setelah



proses pengolahan air limbah adalah minimal 3 mg/L.

Semakin besar nilai DO, maka semakin kecil tingkat pencemaran air atau semakin kecil nilai COD dan BOD. Sebaliknya, semakin tinggi tingkat pencemaran air atau semakin tinggi nilai COD dan BOD maka nilai DO semakin kecil. Nilai BOD dan COD yang tinggi berdampak pada penurunan oksigen terlarut karena mikroorganisme dalam air akan menghabiskan oksigen terlarut yang mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah tercemar.

#### Efisiensi Penurunan Tiap Parameter oleh IPAL

Dari data dan hasil yang diperoleh dari Balai PIALAM mengenai hasil pengolahan limbah, maka penulis dapat menghitung efisiensi dari IPAL dalam menurunkan parameter-parameter indicator pencemaran. Dalam hal ini penulis menghitung efisiensi penurunan BOD, COD, dan TSS. Rumus perhitungan efisiensi adalah:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan efisiensi ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Nilai COD dan BOD sampel

No	Parameter	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efisiensi IPAL
1.	COD	1.191	94	92,1%
2.	BOD	219	24	89,04%

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi penurunan kadar BOD, dan COD, diperoleh hasil berturut-turut yaitu 89,04 dan 92,1%, Dimana konsentrasi awal merupakan konsentrasi sampel inlet dan konsentrasi akhir merupakan konsentrasi sampel outlet.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) pada proses pengolahan limbah di Laboratorium Instalasi Pengolahan Air Limbah Balai PIALAM dapat disimpulkan bahwa Proses pengolahan air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Balai PIALAM dilakukan dengan menggunakan proses fisika biologi, yang terdiri dari 4 tahap yaitu tahap *pre treatment*, tahap *primary treatment*, tahap *secondary treatment*, tahap penambahan desinfektan dan tahap pengolahan lumpur. Proses pengolahan air limbah dilakukan di kolam fakultatif 1, kolam fakultatif 2, kolam

maturasi, bak pengendap lumpur dan proses desinfektan pada saluran *outlet* air limbah. Hasil analisis kadar COD sampel *outlet* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Balai PIALAM diperoleh angka rata-rata sebesar 94 mg/L, untuk kadar BOD sampel *outlet* sebesar 24 mg/L dan untuk kadar DO sampel *outlet* sebesar 2,7 mg/L. Berdasarkan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah, hasil analisis kadar COD, BOD dan DO di Instalasi Pengolahan Air Limbah Balai PIALAM sudah sesuai dengan baku mutu yaitu untuk kadar COD sebesar 200 mg/L, BOD sebesar 75 mg/L dan DO minimal 3 mg/L, sehingga air limbah hasil pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Balai PIALAM relatif aman untuk di buang ke lingkungan (badan air).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Atima, W. (2015). *Jurnal Biology Science & Education 2015 SURATI*. 4(1), 99–111.
- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 482 p.
- Fachrurozi, M., Listiati B.M., Dyah S. 2010. Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia stratiotes* L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu Di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 4 (1) : 1-75.

- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2020). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1), 41–57. <https://doi.org/10.29122/jrl.v12i1.3658>
- Suoth, E. A., & Nazir, E. N. (2016). Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga Pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas Di Tangerang Selatan. *Jurnal Ecolab*, 10(2), 80–88. <https://doi.org/10.20886/jklh.2016.10.2.80-88>
- Sutapa D. AI. 1999. Lumpur Aktif : Alternatif Pengolah Limbah Cair. *Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakatan & Lingkungan*. No.3; 25-38.
- Wahyuni, Sri. 2012. Implementasi Kebijakan Pembangunan dan Penataan Sanitasi Perkotaan Melalui Program Sanitasi Lingkungan Berbasis Masyarakat (SLBM) di Kabupaten Tulungagung. *Abstrak tesis*, Program Magister Ilmu Lingkungan Undip.