

### Analisis Kualitas Air Limbah Industri Pupuk Npk Padat Pada Sungai Gembolo Menggunakan Software Mike21

Firza Ramadhan

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: [firzaramadhan30@gmail.com](mailto:firzaramadhan30@gmail.com)

#### **Kata Kunci:**

*Air Tanah, Sebaran Air Limbah, Permodelan Lingkungan.*

#### **ABSTRAK**

Sungai Gembolo merupakan salah satu sungai yang mengalir melintasi Kecamatan Pungging, Kabupaten Mojokerto. Saat ini sungai gembolo mengalami penurunan kualitas air sungai yang disebabkan oleh pembuangan air limbah baik dari kegiatan industri maupun domestik. Penurunan kualitas air Sungai Gembolo dapat dilihat melalui warna air dan baunya. Perkembangan industri pada Kabupaten Mojokerto menjadi salah satu faktor terbesar selain aktivitas domestik masyarakat yang terjadi di sekitar aliran sungai. Terdapat beragam industri yang berdiri pada sepanjang aliran sungai dan mempengaruhi kualitas air Sungai Gembolo, salah satunya yaitu industri pupuk NPK padat. Air limbah hasil olahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri pupuk tersebut dialirkan secara langsung menuju aliran Sungai Gembolo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sebaran air limbah terhadap kualitas air Sungai Gembolo yang dihasilkan oleh industri pupuk NPK padat tersebut dengan melakukan pemodelan air sungai. Pengukuran sebaran air limbah tersebut menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan menggunakan *software Mike21*. Hasil penelitian kualitas air Sungai Gembolo didapatkan bahwa dengan dipengaruhi oleh waktu, debit, dan panjang sungai, pembuangan air limbah industri pupuk NPK padat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas air pada Sungai Gembolo. Selain itu keberadaan industri lain pada *upstream* dan *downstream* aliran sungai juga berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas air Sungai Gembolo.

#### **Keyword:**

*groundwater, distribution of waste water, environmental modelling.*

#### **ABSTRACT**

*Gembolo River is one of the rivers that flows across Pungging District, Mojokerto Regency. At present the Gembolo River is experiencing a decline in river water quality caused by the disposal of waste water from both industrial and domestic activities. The decline in the quality of the Gembolo River water can be seen through the color of the water and its smell. Industrial development in Mojokerto Regency is one of the biggest factors besides the domestic activities of the community that occur around the river flow. There are various industries that exist along the river flow and affect the water quality of the Gembolo River, one of which is the solid NPK fertilizer industri. The treated wastewater from the Fertilizer Industri Wastewater Treatment Plant (WWTP) is channeled directly to the Gembolo River. This study aims to determine the effect of the distribution of wastewater on the water quality of the Gembolo River produced by the solid NPK fertilizer industri by conducting river water modeling. The measurement of the distribution of wastewater uses a quantitative descriptive method using Mike21 software. The results of the research on the water quality of the Gembolo River found that influenced by time, discharge, and length of the river, the discharge of solid NPK fertilizer industri wastewater did not significantly affect the water quality of the Gembolo River. In addition, the existence of other industries in the upstream and downstream of the river also has a significant effect on the water quality of the Gembolo River.*

## 1. PENDAHULUAN

Sektor industri non migas mencatatkan pertumbuhan sebesar 4,83 persen pada triwulan III tahun 2022. Hal ini menandakan bahwa sedang terjadi trend positif dalam perkembangan industri non migas. Salah satu sektor industri

yang mengalami peningkatan yaitu industri pupuk NPK. Pupuk NPK di Indonesia meningkat tajam di angka 5,67% sejak tahun 2018. Perkembangan ini berjalan selaras dengan program pangan yang digaungkan oleh pemerintah di bidang pertanian. Industri pupuk NPK padat akan selalu mengalami

peningkatan baik dalam kapasitas produksi, kebutuhan pekerja, dan besaran perusahaan. Salah satu industri pupuk NPK padat yang mengalami peningkatan yaitu industri yang berlokasi di Kabupaten Mojokerto. Industri pupuk NPK padat di Kabupaten Mojokerto ini merupakan perusahaan swasta nasional yang telah berpengalaman lebih dari 20 tahun dalam proses produksi dan jual-beli pupuk. Selain proses produksi, terdapat pula kegiatan domestik karyawan yang dilakukan secara bergantian atau shift. Dalam setiap proses kegiatan tersebut terdapat kebutuhan air sebagai bahan penolong. Penggunaan air digunakan untuk kegiatan domestik seperti kamar mandi atau toilet, mushola (tempat peribadatan), dan kantin. Nantinya fasilitas yang ada pada perusahaan tersebut akan mengalami peningkatan baik dalam volume produksi dan sarana prasarana. Peningkatan pada fasilitas dan sarana prasarana tersebut akan selaras dengan peningkatan penggunaan air bersih serta timbulan air limbah yang dihasilkan pada setiap proses kegiatan. Meningkatnya timbulan air limbah akan berdampak secara signifikan kepada alur proses Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan buangan hasil pengolahan tersebut ke badan air permukaan di Sungai Gembolo. Hal yang perlu diperhatikan dari peningkatan ini yaitu kuantitas dan kualitas air limbah dikarenakan akan berdampak kepada kualitas Sungai serta sebaran yang akan terjadi pada aliran Sungai tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan permodelan atau penggambaran kondisi Sungai Gembolo untuk mengetahui pengaruh sebaran air limbah terhadap kualitas air Sungai yang dihasilkan oleh industri pupuk NPK padat. Hasil dari permodelan tersebut dapat dijadikan untuk pengambilan kebijakan oleh pihak pemerintah setempat dan untuk menentukan langkah antisipasi oleh pihak perusahaan pada buangan air limbah industri yang dihasilkan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Studi Literatur

Literatur penunjang pada penelitian ini yang dibutuhkan meliputi:

(1) Penjelasan Air Limbah Domestik: Karakteristik → fisik, kimia, dan biologis berdasarkan Buku Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat(2018), karya Kementerian PUPR dan Standar Baku Mutu → mengacu pada Permen LHK No. 68/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik;

(2) Perhitungan Debit Air Limbah Domestik: Timbulan Air Limbah Domestik → 60-80% dari pemakaian air bersih mengacu pada Permen PUPR No. 4/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, dan Rasio *Grey Water* dan *Black Water* → 80%:20% mengacu pada Metcalf & Eddy (2003);

(3) Alternatif Teknologi dan Kriteria Desain Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik: *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery 5th Edition* (2014), karya Metcalf dan Eddy; *Wastewater Treatment and Reuse: Theory and Design Examples* (2018), karya Qasim dan Zhu; dan *Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi* (2017), karya Nusa Idaman Said;

(4) Regulasi Terkait Pengelolaan Air Limbah Domestik: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22/2021 tentang

Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

### 2.2 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan data pendukung penelitian. Tahapan pengumpulan data disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Matriks Pengumpulan Data Primer dan Sekunder

No	Data	Jenis Data	Sumber Data
1	Kondisi Fisik Kualitas Air Limbah	Primer	Observasi dan Suvei Lapangan (Pengamatan Secara Langsung)
2	Kondisi Fisik Kualitas Sungai Gembolo	Primer	Observasi dan Suvei Lapangan (Pengamatan Secara Langsung)
2	Kualitas Air Limbah	Sekunder	Sertifikat Hasil Uji (SHU) Laboratorium Terakreditasi KAN Selama 5 Bulan Terakhir
3	Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik	Sekunder	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016
4	Aliran Sungai Gembolo	Sekunder	Google Earth
5	Data Penunjang Sungai Gembolo	Sekunder	Studi Literatur

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakteristik Air Limbah yang Dihasilkan

Total debit air limbah domestik yang dihasilkan selama kegiatan operasional industri pupuk NPK padat yang dilakukan pengelolaan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik untuk diolah berdasarkan perhitungan setiap harinya adalah sebesar 16,335 m<sup>3</sup>/hari. Sedangkan untuk laju produksi lumpur tinja (black water) yang dihasilkan berdasarkan perhitungan setiap harinya adalah sebanyak 0,175 m<sup>3</sup>/hari.

Karakteristik air limbah kegiatan industri pupuk NPK padat berupa air limbah domestik yang sebelum diolah ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik terbagi menjadi 3 (tiga) karakteristik, yaitu fisik, kimia, dan biologis. Karakteristik air limbah tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.** Karakteristik Air Limbah Industri Pupuk NPK Padat

No.	Parameter	Satuan	Kadar
1.	Derajat Keasaman (pH)	-	± 8,094
2.	Total Suspended Solids (TSS)	mg/L	± 105,34
3.	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	± 354,27
4.	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	mg/L	± 115,80
5.	Minyak dan Lemak	mg/L	± 4,25
6.	Total Koliform	MPN/100 mL	± 10.401,00
7.	Amoniak	mg/L	± 2,72

**Tabel 3.** Baku Mutu Air Limbah Domestik Nasional

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6,0 – 9,0
BOD	mg/L	30,0
COD	mg/L	100,0
TSS	mg/L	30,0
Minyak dan Lemak	mg/L	5,0
Amoniak	mg/L	10,0
Total Koliform	MPN/100 mL	3.000,0
Debit	L/Orang/Hari	100

**Tabel 4.** Mutu Air Limbah Pembuangan ke Badan Air Permukaan

Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi	Debit Air Limbah Domestik	Beban Pencemar Air Limbah Domestik
pH	-	6 - 9	16,335 m <sup>3</sup> /Hari	-
BOD	mg/L	30	16,335 m <sup>3</sup> /Hari	0,49 Kg/Hari
COD	mg/L	100	16,335 m <sup>3</sup> /Hari	1,64 Kg/Hari
TSS	mg/L	30	16,335 m <sup>3</sup> /Hari	0,49 Kg/Hari
Minyak dan Lemak	mg/L	5	16,335 m <sup>3</sup> /Hari	0,082 Kg/Hari
Amoniak	mg/L	10	16,335 m <sup>3</sup> /Hari	0,16 Kg/Hari
Total Koliform	MPN/100 mL	3.000	16,335 m <sup>3</sup> /Hari	4,9 x 10 <sup>8</sup> MPN/Hari

**NOTE:**

Baku Mutu: Permen LHK No. 68 Tahun 2016 - Baku Mutu Air Limbah Domestik

**3.2 Perhitungan Daya Cemar dan Beban Pencemar**

Perhitungan beban pencemar badan air permukaan (Sungai Gembolo) dilakukan pada masing-masing titik *upstream* dan *downstream*. Parameter yang dihitung beban pencemarnya adalah dari parameter yang ada di baku mutu air limbah domestik, dengan perhitungan menggunakan metode neraca massa. Kadar parameter bahan pencemar diamati pada setiap penggal dan digunakan sebagai dasar untuk menghitung beban pencemaran sungai. Selanjutnya dilakukan simulasi jika kondisi kadar parameter pencemar disepanjang Sungai memenuhi baku mutu untuk mengukur daya tamping beban pencemaran sungai (Ardhani, 2014).

**Tabel 5.** Alokasi Beban Pencemar Air Sungai Gembolo

Parameter	Daya Dukung Sungai Gembolo		Daya Cemar Sungai Gembolo (Kg/Hari)		Beban Pencemar Sungai Gembolo (Kg/Hari)		Keterangan
	Kg/Hari	Titik Upstream	Titik Downstream	Titik Upstream	Titik Downstream		
pH	-	-	-	-	-	-	-
BOD	1.506,6	1.456,38	1.456,38	50,22	50,22	Memuhi	
COD	12.555	4.770,9	5.122,44	7.784,1	7.432,56	Memuhi	
TSS	25.110	8.436,96	8.537,4	16.673,04	16.572,6	Memuhi	
Minyak dan Lemak	502,2	150,66	165,73	351,54	336,47	Memuhi	
Amoniak	100,44	75,33	75,33	25,11	25,11	Memuhi	
Total Koliform	2,51 x 10 <sup>13</sup>	2,41 x 10 <sup>13</sup>	2,41 x 10 <sup>13</sup>	1,0 x 10 <sup>12</sup>	1,0 x 10 <sup>12</sup>	Memuhi	

Berdasarkan hasil perhitungan alokasi beban pencemar air Sungai Gembolo yang dilakukan (kondisi belum ditambah dengan konsentrasi dari air limbah domestik industri pupuk NPK padat), dapat dilihat bahwa beban pencemar aktual (titik *upstream* dan titik *downstream* Sungai Gembolo) yang dihitung pada setiap titik sampling tidak melebihi beban pencemar maksimum (daya dukung Sungai Gembolo), hal tersebut menunjukkan bahwa beban pencemar aktual (titik *upstream* dan titik *downstream*) masih dalam keadaan baik, yang berarti nilai ini masih dapat diterima oleh Sungai Gembolo.

**3.3 Mutu Air Badan Air Permukaan (Sungai Gembolo)**

Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 61 Tahun 2010 tentang Penetapan Kelas Air Pada Air Sungai, Kali Gembolo ditetapkan klasifikasi mutu air sebagai kelas 2, dikarenakan alirannya termasuk dalam segmentasi sungai mulai dari DAM Lengkon sampai Desa Porong Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur. Untuk parameter mutu air sungai, telah diatur sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Lampiran VI tentang Baku Mutu Air Nasional untuk kriteria air badan air kelas 2. Parameter air pada badan air permukaan yang wajib untuk dipantau oleh industri pupuk NPK padat adalah parameter-parameter air limbah domestik yang masuk ke badan air permukaan (Sungai Gembolo), diantaranya: pH, BOD, COD, TSS, Amoniak, Minyak dan Lemak, dan Total Koliform. Namun, seluruh parameter air sungai Kelas 2 sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI juga diharuskan untuk dipantau sebagai bentuk kontrol terhadap pengendalian pencemaran air Sungai Gembolo. Mutu air badan air permukaan (Sungai Gembolo) yang dipantau disampaikan pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 6.** Mutu Air Badan Air Permukaan (Sungai Gembolo) yang Wajib Dipantau

No.	Parameter	Baku Mutu	Satuan
1.	Suhu	Deviasi 3	°C
2.	Padatan Terlarut Total (TDS)	1.000	mg/L
3.	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	50	mg/L
4.	Warna	50	Pt-Co Unit
5.	Sampah	Nihil	-
6.	Derajat Keasaman (pH)	6-9	-
7.	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	3	mg/L
8.	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	25	mg/L
9.	Oksigen Terlarut (DO)	4	mg/L
10.	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	300	mg/L
11.	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	300	mg/L
12.	Nitrat (Sebagai N)	10	mg/L
13.	Nitrit (Sebagai N)	0,06	mg/L
14.	Amoniak (Sebagai N)	0,2	mg/L
15.	Total Nitrogen	15	mg/L
16.	Total Fosfat (Sebagai P)	0,2	mg/L
17.	Fluorida (F <sup>-</sup> )	1,5	mg/L
18.	Belerang Sebagai H <sub>2</sub> S	0,002	mg/L
19.	Sianida (CN <sup>-</sup> )	0,02	mg/L
20.	Klorin Bebas	0,03	mg/L
21.	Boron (B) Terlarut	1,0	mg/L
22.	Merkuri (Hg) Terlarut	0,002	mg/L
23.	Arsen (As) Terlarut	0,05	mg/L
24.	Selenium (Se) Terlarut	0,05	mg/L
25.	Kadmium (Cd) Terlarut	0,01	mg/L
26.	Kobalt (Co) Terlarut	0,2	mg/L
27.	Mangan (Mn) Terlarut	-	mg/L
28.	Nikel (Ni) Terlarut	0,05	mg/L
29.	Seng (Zn) Terlarut	0,05	mg/L
30.	Tembaga (Cu) Terlarut	0,02	mg/L
31.	Timbal (Pb) Terlarut	0,03	mg/L
32.	Kromium Heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )	0,05	mg/L
33.	Minyak dan Lemak	1	mg/L
34.	Deterjen Total	0,2	mg/L
35.	Fenol	0,005	mg/L
36.	<i>Fecal Coliform</i>	1.000	MPN/100 mL
37.	<i>Total Coliform</i>	5.000	MPN/100 mL

Metode pengambilan dan pengujian mutu air permukaan/penerima (Sungai Gembolo) juga harus mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) atau Standar Internasional lainnya yang relevan dan berlaku di Indonesia.

(1) Metode Pengambilan Contoh Uji. Metode pengambilan contoh uji air badan air permukaan/penerima (Sungai Gembolo) mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang air dan air limbah - bagian 57 terkait metode pengambilan contoh air permukaan.

(2) Metode Pengujian. Metode pengujian kualitas air badan air permukaan/penerima (Sungai Gembolo) pada masing-masing parameter yang wajib dipantau selengkapnya disampaikan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 7.** Metode Pengujian Kualitas Air Permukaan (Sungai Gembolo) yang Wajib Dipantau

No.	Parameter	Metode Pengujian
1.	Suhu	SNI 06-6989.23-2005
2.	Padatan Terlarut Total (TDS)	SNI 6989.27:2019
3.	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	SNI 6989.3:2019
4.	Warna	SNI 6989.80.2011
5.	Sampah	Visual
6.	Derajat Keasaman (pH)	SNI 6989.11:2019
7.	Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	SNI 6989.72-2009
8.	Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	SNI 6989.2:2019
9.	Oksigen Terlarut (DO)	IKA-32 (Elektrometri)
10.	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	SNI 6989.20:2019
11.	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	SNI 6989.19-2009
12.	Nitrat (Sebagai N)	SNI 6989.79-2011
13.	Nitrit (Sebagai N)	SNI 06-6989.9-2004
14.	Amoniak (Sebagai N)	SNI 06-6989.30-2005
15.	Total Nitrogen	IKP-85
16.	Total Fosfat (Sebagai P)	SNI 6989-31:2021
17.	Fluorida (F <sup>-</sup> )	SNI 06-6989.29-2005
18.	Belerang Sebagai H <sub>2</sub> S	SNI 6989.75-2009
19.	Sianida (CN <sup>-</sup> )	SNI 6989.77-2011
20.	Klorin Bebas	QI/LKA/50
21.	Boron (B) Terlarut	SNI 6989.82:2018
22.	Merkuri (Hg) Terlarut	APHA Ed. 21 3111 B, 2005
23.	Arsen (As) Terlarut	SNI 6989.82:2018
24.	Selenium (Se) Terlarut	SNI 6989.82:2018
25.	Kadmium (Cd) Terlarut	SNI 6989.82:2018
26.	Kobalt (Co) Terlarut	SNI 6989.82:2018
27.	Mangan (Mn) Terlarut	SNI 6989.82:2018
28.	Nikel (Ni) Terlarut	SNI 6989.82:2018
29.	Seng (Zn) Terlarut	SNI 6989.82:2018
30.	Tembaga (Cu) Terlarut	SNI 6989.82:2018
31.	Timbal (Pb) Terlarut	SNI 6989.82:2018
32.	Kromium Heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )	SNI 6989.71-2009
33.	Minyak dan Lemak	SNI 6989.10-2011
34.	Deterjen Total	SNI 06-6989.51:2005
35.	Fenol	SNI 06-6989.21-2004
36.	<i>Fecal Coliform</i>	SM APHA 23 Ed. 9221 C & 9221 E, 2017
37.	<i>Total Coliform</i>	SM APHA 23 Ed. 9221 B & 9221 C, 2017

### 3.4 Sebaran Air Limbah

Muara sungai merupakan kawasan paling akhir pada bagian sungai sebelum menuju ke laut, aliran sungai dan laut akan terakumulasi di daerah muara karena air yang datang dari hulu akan ditahan oleh air laut sebelum secara perlahan bergabung dengan air laut. Hal ini yang menjadi faktor penampungan limbah pada muara sungai, sehingga semua limbah yang telah diterima akan mempengaruhi kualitas air di muara sungai (Warman & Indra, 2015). Berdasarkan kriteria air pH 6-8 dapat dimanfaatkan untuk wisata air, perikanan, perternakan dan lain-lain (Wibowo et al., 2020).

Pergerakan air Sungai pada lokasi dipengaruhi oleh besar kecilnya debit dan lebar Sungai Gembolo. Kondisi eksisting pada Sungai Gembolo memiliki lebar ± 14 - 15 m dengan kedalaman hingga 2 m. Air Sungai bergerak ke arah utara menuju hilir Sungai yang berada pada Sungai sadar yang merupakan aliran yang berada pada DAS (Daerah Aliran

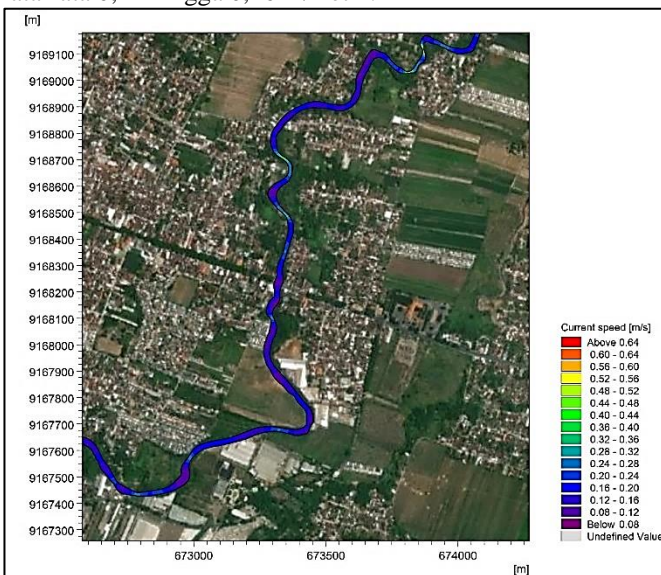


Sungai) Brantas. Selain dari kondisi sungai yang ada, laju kecepatan air sungai juga dipengaruhi oleh curah hujan. Pada saat musim kemarau, debit air relatif kecil, namun saat musim hujan terjadi peningkatan debit air sungai relatif normal hingga tinggi. Debit air Sungai Gembolo dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

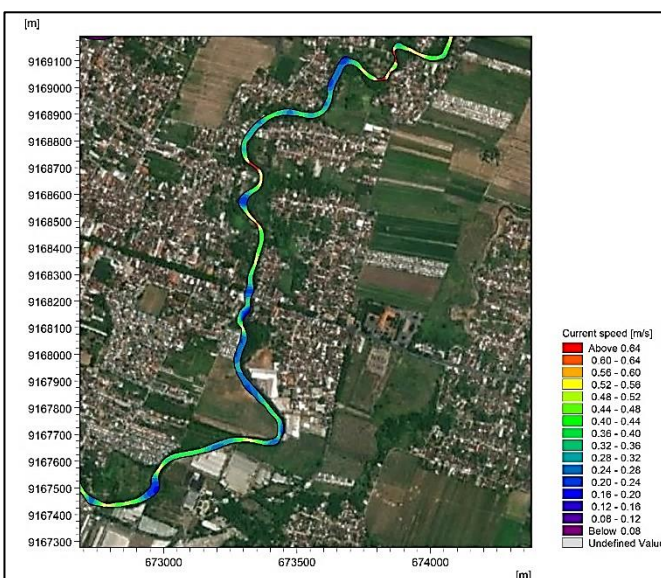
**Tabel 8.** Debit Air Sungai Gembolo

Musim	Debit Aliran	Satuan
Musim Hujan	7,29 - 41,24	m <sup>3</sup> /Detik
Musim Kemarau	5,14 - 23,62	m <sup>3</sup> /Detik

Pada saat musim kemarau, dimana terjadinya debit air tertinggi, kecepatan massa air tertinggi yang terdapat pada Sungai Gembolo adalah 0,6 hingga 0,64 m/Detik. Sedangkan, arus terlemah memiliki kecepatan < 0,08 m/Detik. Terlihat pada sepanjang aliran sungai, massa air memiliki kecepatan rata-rata 0,12 hingga 0,16 m/Detik.



**Gambar 1.** Pergerakan Massa Air Sungai Gembolo Musim Kemarau Menggunakan Software MIKE 21

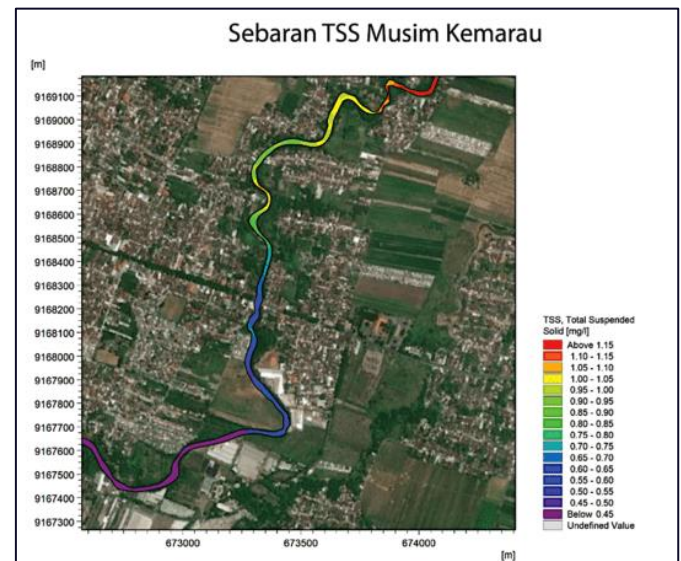


**Gambar 2.** Pergerakan Massa Air Sungai Gembolo Musim Hujan Menggunakan Pemodelan Software MIKE 21

Berdasarkan gambar diatas, pada saat musim penghujan terjadi, kecepatan massa air tertinggi pada Sungai gembolo adalah 0,60 hingga 0,67 m/detik dan kecepatan massa air terlemah adalah 0,16 hingga 0,2 m/detik. Kecepatan massa air Sungai gembolo paling tinggi berada pada kondisi musim penghujan. Hal ini dikarenakan debit sungai dipengaruhi secara langsung dan berdampak secara signifikan oleh hujan yang terjadi di lokasi sepanjang tahun.

### 3.4.1 Simulasi Sebaran Parameter

(1) Total Suspended Solid (TSS). Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen. Simulasi sebaran TSS dilakukan selama 15 hari dengan memperhatikan kondisi musim (musim kemarau dan musim penghujan). Simulasi menggunakan konsentrasi nilai maksimum dari aktivitas buangan limbah (30 mg/L), sedangkan kondisi alami air Sungai Gembolo adalah tidak terdeteksi atau nol.

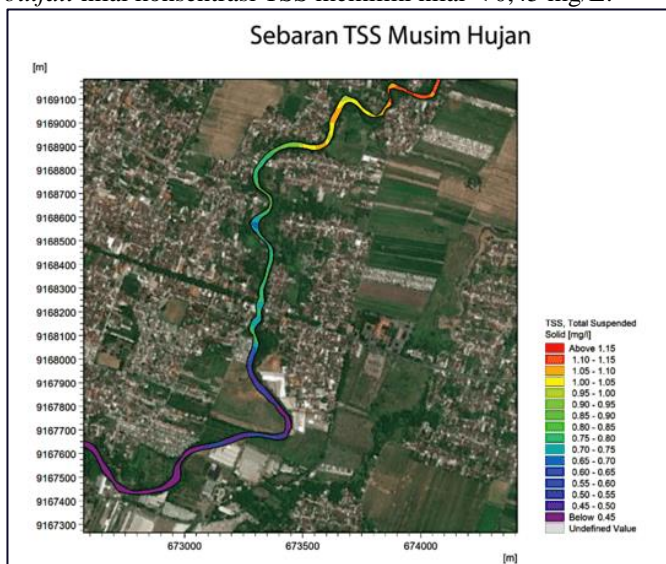


**Gambar 9.** Pola Sebaran TSS di Sungai Gembolo Saat Musim Kemarau Menggunakan Pemodelan Software MIKE 21

Berdasarkan hasil simulasi sebaran TSS yang terjadi pada sepanjang Sungai Gembolo, menunjukkan pada arah sebaran pada saat musim kemarau dan musim penghujan arah sebaran menuju arah utara mengikuti morfologi dari Sungai Gembolo. Sebaran yang terjadi pada saat musim kemarau cenderung lebih lambat jika dibandingkan dengan sebaran yang terjadi masa musim penghujan. Hal ini dikarenakan adanya dampak dari curah hujan sehingga menyebabkan bertambahnya debit Sungai Gembolo. Pada saat musim kemarau terjadi berdasarkan hasil simulasi selama 15 hari menunjukkan sebaran konsentrasi TSS yang berasal dari *outfall* telah meninggalkan sumber sejauh lebih dari 2 km menuju Sungai Sadar. Konsentrasi tertinggi terdapat pada jarak 1,8 km dengan nilai konsentrasi mencapai 1,36 mg/L. Pada sepanjang Sungai Gembolo nilai rata-rata konsentrasi TSS adalah 0,80 mg/L. Nilai konsentrasi pada titik pemantauan menunjukkan nilai yang rendah, dimana pada titik *downstream* memiliki nilai < 0,45 mg/L. Sedangkan pada titik *upstream* nilai konsentrasi



memiliki nilai yang sama yakni  $< 0,45$  mg/L. Pada sekitar area *outfall* nilai konsentrasi TSS memiliki nilai  $< 0,45$  mg/L.



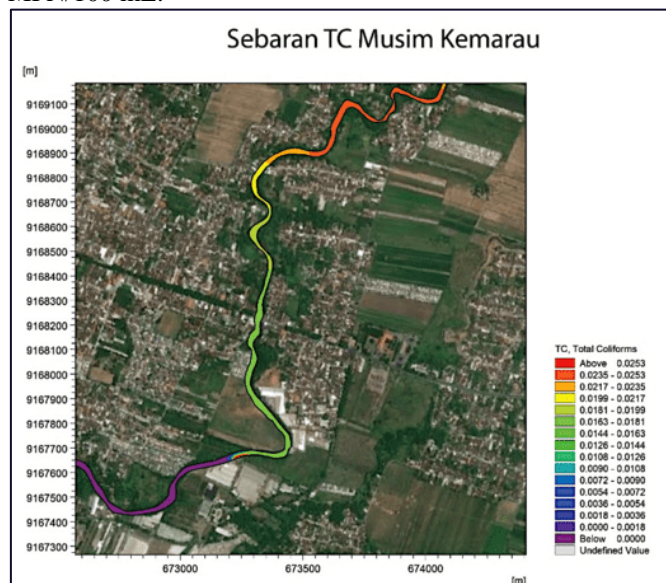
**Gambar 10.** Pola Sebaran TSS di Sungai Gembolo Saat Musim Penghujan Menggunakan Pemodelan *Software MIKE 21*

Pada saat musim penghujan terjadi berdasarkan hasil simulasi selama 15 hari menunjukkan sebaran konsentrasi TSS yang berasal dari *outfall* telah meninggalkan sumber sejauh lebih dari 2 km menuju Sungai Sadar. Nilai konsentrasi tertinggi berada pada jarak 1,9 km dari *outfall* dimana pada titik tersebut nilai konsentrasi TSS mencapai 1,15 mg/L. Sebaran yang terjadi cenderung merata dikarenakan tingginya pergerakan massa air yang bergerak selama musim penghujan. Konsentrasi TSS yang terdapat di Sungai Gembolo pada saat musim penghujan memiliki nilai rata-rata 0,9 - 0,95 mg/L. Pada titik pemantauan menunjukkan nilai yang rendah, yakni pada titik *downstream* memiliki nilai konsentrasi  $< 0,45$  mg/L dan pada titik *upstream* memiliki nilai 0,45 - 0,50 mg/L. Pada sekitar *outfall* nilai konsentrasi dari TSS adalah 0,55 - 0,60 mg/L. Akumulasi terbesar pada sepanjang Sungai Gembolo pada saat musim kemarau adalah 1,36 mg/L, sedangkan pada saat musim penghujan adalah 1,15 mg/L, jika dibandingkan dengan baku mutu yang disyaratkan masih berada dibawah bawah baku.

(2) Total Koliform. Total Koliform yang tinggi melebihi batas standar baku mutu air limbah merupakan indikator adanya cemaran patogen infeksius yang menimbulkan penyebaran penyakit melalui perantara media air (water diseases). Selain itu, kandungan limbah cair dengan konsentrasi total koliform yang tinggi juga dapat mempengaruhi kehidupan organisme biota pada suatu perairan. Penelitian keberadaan koliform di perairan sungai juga menentukan kelayakan apakah air tersebut layak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, status pencemaran sungai dapat dikategorikan tercemar ringan hingga sedang, sehingga tidak memenuhi baku mutu untuk budidaya perairan (Pratiwi et al., 2018). Simulasi menggunakan konsentrasi nilai baku mutu maksimum 3000 MPN/100 mL, sedangkan kondisi alami badan air adalah tidak terdeteksi atau nol.

Berdasarkan hasil simulasi sebaran total koliform yang terjadi pada sepanjang Sungai Gembolo, menunjukkan pada arah sebaran pada saat musim kemarau dan musim penghujan

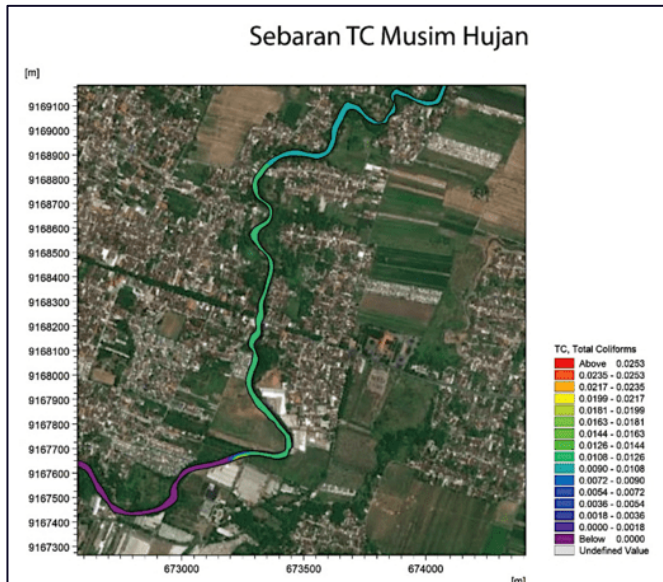
arah sebaran menuju arah utara mengikuti morfologi dari Sungai Gembolo. Sebaran yang terjadi pada saat musim kemarau cenderung lebih lambat jika dibandingkan dengan sebaran yang terjadi masa musim penghujan. Hal ini dikarenakan adanya dampak dari curah hujan sehingga menyebabkan bertambahnya debit Sungai Gembolo. Pada saat musim kemarau terjadi berdasarkan hasil simulasi selama 15 hari menunjukkan sebaran konsentrasi total koliform yang berasal dari *outfall* telah meninggalkan sumber sejauh lebih dari 2 km menuju Sungai Sadar. Konsentrasi tertinggi terdapat pada jarak 1,5 km dengan nilai konsentrasi 0,0235 - 0,0253 MPN/100 mL. Pada sepanjang Sungai Gembolo nilai rata-rata konsentrasi total koliform adalah 0,0181 - 0,0199 MPN/100 mL. Nilai konsentrasi pada titik pemantauan menunjukkan nilai yang lebih rendah, dimana pada titik *downstream* memiliki nilai 0,0144 - 0,0163 MPN/100 mL. Sedangkan, pada titik *upstream* nilai konsentrasi total koliform memiliki nilai 0,0054 - 0,0090 MPN/100 mL. Pada sekitar area *outfall* nilai konsentrasi total koliform memiliki nilai 0,0072 - 0,0253 MPN/100 mL.



**Gambar 11.** Pola Sebaran Total Koliform di Sungai Gembolo Saat Musim Kemarau Menggunakan Pemodelan *Software MIKE 21*

Pada saat musim penghujan terjadi berdasarkan hasil simulasi selama 15 hari menunjukkan sebaran konsentrasi total koliform yang berasal dari *outfall* telah meninggalkan sumber sejauh lebih dari 2 km menuju Sungai Sadar dengan nilai konsentrasi yang lebih kecil. Nilai konsentrasi tertinggi adalah 0,108 - 0,0126 MPN/100 mL yang berada sepanjang Sungai Gembolo hingga jarak 1,5 km dari *outfall*. Sebaran yang terjadi cenderung merata dikarenakan tingginya pergerakan massa air yang bergerak selama musim penghujan, sehingga massa air tersebut membawa konsentrasi yang lebih tinggi menuju Sungai Sadar. Konsentrasi total koliform yang terdapat di Sungai Gembolo pada saat musim penghujan memiliki nilai rata-rata 0,009 - 0,0108 MPN/100 mL. Pada titik pemantauan menunjukkan nilai yang pada titik *downstream* memiliki nilai konsentrasi total koliform 0,0108 - 0,0126 MPN/100 mL dan pada titik *upstream* memiliki nilai 0 - 0,0018 MPN/100 mL. Pada sekitar *outfall* nilai konsentrasi dari total koliform adalah 0,0036 - 0,0253 MPN/100 mL. Akumulasi terbesar pada sepanjang Sungai Gembolo pada saat

musim kemarau adalah 0,0253 MPN/100 mL, sedangkan pada saat musim penghujan adalah 0,0126 MPN/100 mL, jika dibandingkan dengan baku mutu yang disyaratkan masih berada dibawah bawah baku mutu.



**Gambar 12.** Pola Sebaran Total Koliform di Sungai Gembolo Saat Musim Penghujan Menggunakan Pemodelan *Software MIKE 21*

### 3.4.2 Identifikasi Kondisi yang Paling Kritis

Pola sebaran air limbah yang dibuang ke perairan (badan air permukaan) terutama dipengaruhi oleh pergerakan massa air di lokasi tersebut. Kecepatan pergerakan massa air yang semakin besar akan menyebabkan pergerakan air limbah di perairan (badan air permukaan) yang semakin luas. Dari uraian kondisi hidrologi dan morfologi pada badan air permukaan (Sungai Gembolo), dapat digambarkan hal-hal berikut:

(1) Pergerakan massa air di sekitar pada badan air terutama adalah akibat debit badan air yang disebabkan oleh pengaruh musim (kemarau dan hujan). Arah aliran massa air bergerak ke arah utara dengan kecepatan rata-rata pada musim kemarau dan penghujan masing-masing adalah 0,12 - 0,15 m/Detik dan  $\pm 0,2$  m/Detik.

(2) Debit Sungai Gembolo (badan air permukaan) akibat musim kemarau dimungkinkan relatif kecil (5,14 - 23,62 m<sup>3</sup>/Detik), sedangkan musim hujan relatif normal hingga tinggi (7,29 - 41,24 m<sup>3</sup>/Detik).

(3) Kondisi kritis pergerakan massa air yang mungkin terbentuk di lokasi industri pupuk NPK padat, adalah saat kondisi musim kemarau. Dikarenakan debit badan air tersebut sangat dipengaruhi oleh musim, pada saat musim kemarau kondisi badan air akan mengalami pengurangan massa air, yang mana akan menyebabkan kondisi badan air akan menjadi lebih pekat bila dibandingkan dengan musim penghujan. Dengan kecepatan aliran tersebut, bila kondisi kritis tetap terjaga hingga  $\pm 15$  Hari, akan mampu menggerakkan massa air ataupun air limbah hingga jarak 2,0 km dari *outfall* menuju Sungai Sadar (hilir).

### 3.4.3 Penentuan *Zone of Initial Dilution* (ZID)

Mixing Zone atau *Zone of Initial Dilution* (ZID) merupakan area dengan kondisi konsentrasi yang melebihi baku mutu. Dari hasil simulasi pemodelan *software MIKE 21* terhadap

Sungai Gembolo, *Zone of Initial Dilution* (ZID) tidak terbentuk karena tidak ada parameter pencemar air yang telah dilakukan simulasi proses adveksi, dispersi, dan reaksi kinetik badan air permukaan (Sungai Gembolo) yang melebihi baku mutu air sungai Kelas 2 sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI, dengan catatan bahwa kualitas air limbah domestik hasil olahan industri pupuk NPK padat pada titik penataan (outlet) telah memenuhi baku mutu air limbah domestik yang diacukan.

### 3.4.4 Potensi Perpindahan Polutan

Hasil simulasi pemodelan *software MIKE 21* terhadap Sungai Gembolo menyimpulkan bahwa secara umum, sebaran air limbah relatif bergerak menuju utara (hilir) mengikuti pergerakan aliran air yang terjadi di lokasi industri pupuk NPK padat. Polutan yang dihasilkan oleh operasional Perusahaan adalah berupa air limbah domestik yang dihasilkan dari keseluruhan operasional proses utama/produksi dan proses penunjang dengan mengacu pada baku mutu air limbah domestik nasional yang tersedia dan masih berlaku. Perpindahan polutan dari industri pupuk NPK padat dipengaruhi oleh arah aliran badan air (Sungai Gembolo). Dengan adanya pergerakan aliran air Sungai Gembolo, maka terjadi pengenceran searah dengan arah pergerakan aliran badan air permukaan (Sungai Gembolo). Distribusi polutan akibat pergerakan aliran Sungai Gembolo akan mengakibatkan penurunan konsentrasi polutan seiring dengan semakin jauhnya pergerakan aliran air badan air tersebut. Terutama pada saat musim penghujan, yang memiliki debit badan air lebih tinggi daripada musim kemarau. m<sup>3</sup>

## 3.5 Penetapan Titik Pantau

Kegiatan pemantauan kualitas lingkungan merupakan program untuk pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan yang meliputi ruang lingkup pengawasan dan pengambilan sampel kualitas air. Tujuan dari kegiatan pemantauan kualitas lingkungan (sampling air permukaan) adalah untuk mengetahui kualitas air permukaan yang dipantau dibandingkan dengan baku mutu air permukaan. Data yang diperoleh dari lokasi pemantauan dan titik pengambilan harus dapat menggambarkan kualitas perairan tersebut. Titik pengambilan contoh yang diperlukan untuk pemantauan kualitas air permukaan dilakukan setiap 6 (enam) bulan seSungai atau per semester maka usulan titik pemantauan yang akan dilakukan sebaiknya dilakukan pada:

(1) Titik di daerah *Zone of Initial Dilution* (ZID) apabila ada kondisi konsentrasi pencemar air yang melebihi baku mutu air sungai, untuk mewakili pencemaran antara daratan dan perairan. Data ini menggambarkan rata-rata kualitas badan air permukaan di daerah kajian.

(2) Titik di daerah luar area *Zone of Initial Dilution* (ZID), yang dianggap pengaruh limbah sudah kecil atau tidak signifikan. Data ini difungsikan sebagai kontrol.

Badan air permukaan di sekitar lokasi kegiatan perlu dilakukan pemantauan agar kualitas air pada badan air penerima limbah (Sungai Gembolo) pada wilayah studi tetap berada di baku mutu air sungai yang telah ditetapkan. Pengambilan contoh uji air permukaan pada badan air (Sungai Gembolo) dilakukan oleh laboratorium yang telah terakreditasi KAN. Titik pemantauan kualitas air permukaan (Sungai Gembolo) disampaikan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 9.** Penetapan Titik Pemantauan Kualitas Air Permukaan (Sungai Gembolo)

Lokasi	Koordinat		Keterangan
	Lintang	Bujur	
Titik <i>Outfall</i>	07°31'37,334 "LS	112°34'12,520 "BT	<i>Outfall</i> IPAL Domestik
Titik Pantau 1 ( <i>Upstream</i> )	07°31'37,985 "LS	112°34'12,575 "BT	<i>Upstream</i> Sungai Gembolo (< 1,0 km Sebelum <i>Outfall</i> )
Titik Pantau 2 ( <i>Downstream</i> )	07°31'37,869 "LS	112°34'12,863 "BT	<i>Downstream</i> Sungai Gembolo (< 1,0 km Setelah <i>Outfall</i> )

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan bahwa:

(1) Hasil simulasi pemodelan software *MIKE 21* terhadap Sungai Gembolo menggambarkan sebaran air limbah relatif bergerak menuju utara (hilir) mengikuti aliran air.

(2) Distribusi polutan akibat pergerakan aliran Sungai Gembolo akan mengakibatkan penurunan konsentrasi polutan seiring dengan semakin jauhnya pergerakan aliran air badan air tersebut. Terutama pada saat musim penghujan, yang memiliki debit badan air lebih tinggi daripada musim kemarau.

(3) Pergerakan massa air di sekitar pada badan air terutama adalah akibat debit badan air yang disebabkan oleh pengaruh musim (kemarau dan hujan). Arah aliran massa air bergerak ke arah utara dengan kecepatan rata-rata pada musim kemarau dan penghujan masing-masing adalah 0,12 - 0,15 m/Detik dan  $\pm 0,2$  m/Detik.

(4) Kondisi kritis pergerakan massa air yang mungkin terbentuk di lokasi industri pupuk NPK padat, adalah saat kondisi musim kemarau. Dikarenakan debit badan air tersebut sangat dipengaruhi oleh musim, pada saat musim kemarau kondisi badan air akan mengalami pengurangan massa air, yang mana akan menyebabkan kondisi badan air akan menjadi lebih pekat bila dibandingkan dengan musim penghujan. Dengan kecepatan aliran tersebut, bila kondisi kritis tetap terjaga hingga  $\pm 15$  Hari, akan mampu menggerakkan massa air ataupun air limbah hingga jarak 2,0 km dari *outfall* menuju Sungai Sadar (hilir).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kelancaran sehingga penelitian "Analisis Kualitas Air Limbah Industri Pupuk NPK Padat Pada Sungai Gembolo Menggunakan Software *Mike 21*" ini dapat selesai berkat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti bermaksud mengucapkan kepada seluruh civitas akademik Teknik Lingkungan UPNVJT, kedua orang tua, seluruh teman angkatan 2020, dan berbagai pihak yang telah membantu, mendampingi, dan berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ardhani, D., 2014. Pengelolaan Sungai Batanghari Kabupaten Dharmayasa Berdasarkan Daya Tampung Beban Pencemaran Dengan Metode Qual2Kw. Thesis MIL. Undip
- Diantari, R., Damai, A. A., dan Pratiwi, L. D. 2018. Evaluasi Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata* Bleeker, 1852) Di Desa Rantau Jaya Makmur Sungai Way Pegadungan Kecamatan Putra Rumbia Kabupaten Lampung Tengah. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. Vol. 7 (1). Hlm : 807-822.
- Novotny, V., H. Olem. 1994. Water Quality: prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. New York: van Nostrand Reinhold.
- PermenLHK Nomor 68, 2016. Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Said, N. I. (2017). The Domestic Wastewater Management in Indonesia Current Situation And Future Development. In Seminar Inchem Tokyo 2017.
- Warman, Indra. "Uji kualitas Air Muara Sungai Lais Untuk Perikanan Di Bengkulu Utara". Jurnal Agroqua. Tugas Akhir Program Studi Budidaya Perairan Universitas Ratu Samban Arga Makmur Bengkulu Utara. 2015.