

# STUDI PENENTUAN STATUS TROFIK DAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN GUNA MENENTUKAN UPAYA KONSERVATIF PENGELOLAAN WADUK LAHOR

Indah Tri Wahyuni<sup>1</sup>, Rini Wahyu Sayekti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Sarjana Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145 Indonesia

email: indahtriw.08@gmail.com

**ABSTRAK:** Waduk Lahor merupakan waduk yang berpotensi untuk terjadinya pencemaran air karena salah satu fungsinya sebagai kegiatan perikanan dan pada DTA waduk Lahor didominasi oleh kegiatan pertanian. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kualitas air dari segi mutu air, status trofik, kelimpahan dan jenis fitoplankton, dan daya tampung beban pencemaran air serta merumuskan upaya konservatif pengelolaan waduk berdasarkan kondisi kualitas air waduk Lahor pada tahun 2017. Data yang diperlukan untuk analisa kualitas air waduk Lahor berupa parameter kualitas air seperti total-P, NO<sup>3</sup>-N, NO<sup>2</sup>-N, NH<sup>3</sup>-N, BOD, DO, TSS, dan pH, data hidrologi dan morfologi waduk seperti data hujan, volum tampungan waduk, luas perairan waduk dan Q *outflow* waduk Lahor serta data kelimpahan dan jenis fitoplankton. Hasil analisa mutu air waduk Lahor cenderung tidak memenuhi baku mutu air kelas II dan status trofiknya yaitu Eutrof menuju ke Hipereutrof yang berarti waduk Lahor telah tercemar. Kelimpahan fitoplankton yang terjadi pada waduk Lahor melebihi batas kelimpahan fitoplankton yang ditetapkan serta didominasi oleh alga hijau biru jenis *microcystis* yang dapat merusak perairan waduk. Maka dari itu, upaya yang direkomendasikan adalah teknik bioremediasi, pengaturan pola operasi waduk, penerapan sistem TLBA pada budidaya perikanan dan introduksi zooplankton jenis rotifera.

**Kata Kunci:** Status trofik, fitoplankton, daya tampung beban pencemaran, *blooming algae*, upaya konservatif

**ABSTRACT:** Lahor reservoir is a reservoir that has the potential for water pollution, because one of its functions as a fishery activity and on water catchment area Lahor reservoir is dominated by agricultural activities. Therefore, the purpose of this study to determine the conditions of water quality in Lahor reservoir like terms of water quality, trophic status, abundance and type of phytoplankton, and water pollution load capacity and conservative management efforts of reservoirs. The data required are water quality parameters like total-P, NO<sup>3</sup>-N, NO<sup>2</sup>-N, NH<sup>3</sup>-N, BOD, DO, TSS, and pH, hydrological data, and morphology data, abundance and type of phytoplankton. The result of the water quality analysis on Lahor reservoir has tendency to over on class II water quality standard and the trophic status is eutrof to hipereutrof which means that the reservoir is polluted. The abundance of phytoplankton occurring in Lahor reservoir exceeds the specified limits of phytoplankton abundance and it is dominated by blue green algae *microcystis* which can damage of water reservoir. Therefore, recommended efforts are bioremediation technique, reservoir operation arrangement, application of TLBA system and introduction of rotifera..

**Keyword:** trophic status, phytoplankton, pollution load capacity, *blooming algae*, conservative effort

## PENDAHULUAN

Waduk Lahor merupakan waduk yang berfungsi sebagai tempat budidaya perikanan, suplai air ke waduk Sutami, pariwisata, pencegah banjir, dan suplai air irigasi. Dari kegiatan budidaya perikanan dapat menurunkan kualitas air waduk Lahor dari sisa pakan ikan yang tidak termakan oleh ikan dan dari limbah hasil metabolisme ikan. Selain itu tataguna

lahan pada waduk Lahor didominasi oleh kegiatan pertanian yang dapat menyumbang beban masukan berupa bahan organik dan anorganik ke dalam perairan waduk sehingga akan mempengaruhi kualitas air waduk Lahor. Masuknya bahan organik dan anorganik ke perairan waduk akan memacu proses pengkayaan unsur hara (eutrofikasi). Sedangkan, eutrofikasi dapat memicu

pertumbuhan berlebihan jenis fitoplankton tertentu atau yang biasa dikenal dengan *blooming algae*. Terjadinya *blooming algae* tersebut jika dibiarkan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan waduk.

Oleh karena itu, untuk menjaga agar kelestarian perairan waduk terutama waduk Lahor tetap berlangsung dan bermanfaat untuk kepentingan manusia maka dirasa perlu untuk mengkaji kondisi kualitas air waduk Lahor dari segi mutu air, status trofik, kondisi fitoplankton, dan daya tampung beban pencemaran waduk serta merumuskan upaya konservatif pengelolaan waduk yang dapat meningkatkan kualitas perairan waduk Lahor berdasarkan hasil analisa kualitas air waduk Lahor.

## METODOLOGI

### 1. Studi Literatur

Literatur yang digunakan adalah literatur yang berkaitan dengan waduk, uji statistik, kualitas air, pengambilan sampel, dan Waduk Lahor.

### 2. Pengumpulan Data

Data sekunder diperoleh dari Perum Jasa Tirta I dan Dinas PU & SDA Kabupaten Malang, berupa data parameter kualitas air seperti  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Total-P, Klorofil-a, Kecerahan, BOD, DO, TSS, dan pH. Data morfologi dan hidrologi waduk Lahor seperti data volume air waduk (V), data luas permukaan waduk (A), data (Qo).

Data primer yaitu data jenis dan kelimpahan fitoplankton pada perairan waduk Lahor yang diperoleh melalui pengambilan sampel di lapangan.

### 3. Persiapan Alat dan Bahan Pengambilan Sampel Fitoplankton

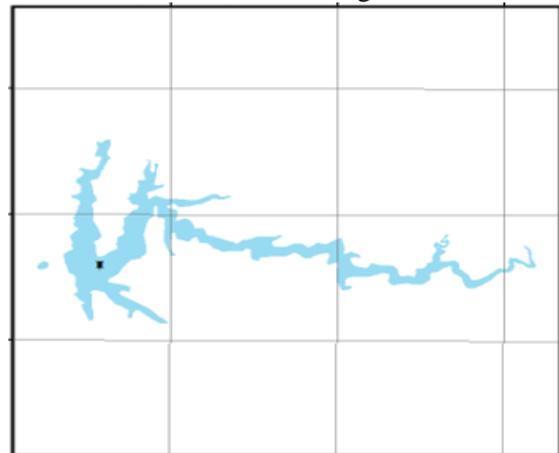
Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel fitoplankton adalah planktonnet ukuran  $25 \mu$ , ember ukuran 5 L, botol film, *life jacket*, pipet tetes, kresak hitam, *cool box*, es batu, dan larutan lugol 1%.

### 4. Teknik Pengambilan Sampel Fitoplankton

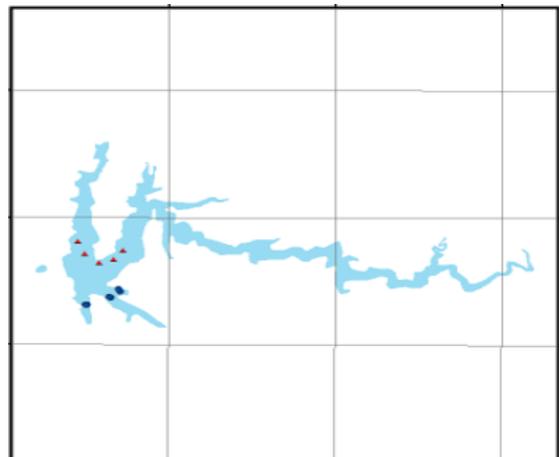
- Mengklarifikasi plankton net dengan cara disemprot menggunakan botol semprot diseluruh permukaan plankton net dengan air lokal (air pada titik pengambilan sampel) dengan cara dicelupkan kedalam perairan sampai seluruh permukaan.
- Botol film dipasang pada ujung plankton net dan diikat.
- Mengambil sampel air dengan menggunakan ember sebanyak 5 L

dan disaring menggunakan plankton net (pada saat air disaring, plankton net digoyangkan agar plankton yang menempel di permukaan jaring dapat masuk ke botol film.

- Mengulangi pengambilan sampel pada 4 titik lainnya yang dekat pada stasiun pengambilan sampel sehingga jumlah air yang disaring sebanyak 25 L dalam 1 stasiun.
  - Konsentrat plankton yang tertampung dalam botol film kemudian diberi bahan preservasi (pengawet) berupa lugol 1% sebanyak 2 tetes dengan menggunakan pipet, kemudian diberi label identitas sampel.
  - Sampel plankton yang sudah diberi label dimasukkan ke dalam *cool box* yang berisi es batu.
  - Kemudian sampel diuji di Laboratorium Hidrobiologi FPIK UB
- ### 5. Titik Pengambilan Sampel Parameter Fisika, Kimia, dan Biologi



Gambar 1. Titik Pengambilan Sampel Parameter Kimia, Fisika, dan Biologi Kualitas Air Waduk Lahor



Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel Parameter Fitoplankton Waduk Lahor

6. Pengujian Data

a) Uji F Parameter Kualitas Air (Soewarno, 1995)

- 1) Mengelompokkan data kualitas air sesuai musim yang telah ditetapkan
- 2) Menjumlahkan dan mencari rerata tiap kelas dari data mutu air tersebut
- 3) Menghitung nilai F dengan menggunakan rumus

$$F = \frac{(n-k) \cdot \sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x})^2}{(k-1) \cdot \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - x_i)^2} \quad (1)$$

- 4) Mencari nilai kritis F<sub>cr</sub> dari tabel F, dimana v<sub>1</sub> = (n-k) dan v<sub>2</sub> = (k-1)
- 5) Membandingkan nilai F dengan nilai F<sub>cr</sub> yang didapat dari table F.

b) Uji RAPS Data Hujan (Sri Harto, 1993)

1) Mencari nilai S<sub>k</sub>\*

$$S_k^* = \sum_{i=1}^{k=1} (Y_i - Y') \quad (2)$$

2) Mencari nilai S<sub>k</sub>\*\*

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \quad (3)$$

3) Mencari nilai D<sub>y</sub><sup>2</sup>

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k=1} (Y_i - Y')^2}{n} \quad (4)$$

4) Mencari nilai Q dan R

$$Q = \max |S_k^{**}| \quad (5)$$

$$R = \max S_k^{**} - \min S_k^{**} \quad (6)$$

7. Perhitungan Dan Analisa Data

- a) Mengklasifikasikan data yang diperoleh berdasarkan musim basah dan musim kering yang mengacu pada klasifikasi musim oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).
- b) Menguji data kualitas air yang diperoleh dengan uji statistik berupa uji F berdasarkan data yang sudah diklasifikasikan berdasarkan musim.
- c) Membandingkan data kualitas air yang diperoleh dengan baku mutu air kelas II PP RI No. 82 Tahun 2001.
- d) Menganalisa hasil dari perbandingan parameter kualitas air dengan baku mutu air kelas II.
- e) Menganalisa klasifikasi status trofik Waduk Lahor berdasarkan kriteria status trofik waduk pada PerMenNeg LH No. 28 Tahun 2009.
- f) Menentukan klasifikasi status trofik waduk Lahor.
- g) Menganalisa hasil status trofik
- h) Menganalisa jenis dan kelimpahan fitoplankton.

- i) Menentukan status trofik waduk Lahor berdasarkan hasil kelimpahan fitoplankton berdasarkan klasifikasi status trofik Lander.
- j) Menghitung daya tampung beban pencemar air pada Waduk Lahor.
- k) Menentukan Upaya Konservatif Pengelolaan Kualitas Air Waduk sesuai dengan kondisi kualitas air waduk Lahor.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Uji RAPS Data Hujan

- Berdasarkan tabel Uji RAPS didapatkan hasil bahwa untuk n = 12 mempunyai nilai:  
 $Q/(n)^{0.5} = 1,16$  (peluang 95%)  
 $R/(n)^{0.5} = 1,32$  (peluang 95%)  
Maka,  $Q/(n)^{0.5}$  hitung <  $Q/(n)^{0.5}$  tabel
- Karena nilai  $Q/(n)^{0.5}$  dan  $R/(n)^{0.5}$  hitung lebih kecil dari nilai  $Q/(n)^{0.5}$  dan  $R/(n)^{0.5}$  tabel maka data hujan harian bulanan stasiun karangkates masih dalam batas konsisten dan data tersebut layak digunakan untuk analisa berikutnya.

2. Klasifikasi Musim Tahun 2017

Untuk menandai pembagian musim, BMKG menggunakan kriteria banyaknya curah hujan. Sedangkan untuk awal musim hujan adalah bulan pertama yang memiliki curah hujan sama atau lebih dari 50 mm. Sedangkan awal musim kemarau adalah bulan yang curah hujannya kurang dari 50 mm. Panjang musim adalah banyaknya dasarian dari awal musim sampai akhir musim (Aldriyan E., 2011)

Tabel 4. Klasifikasi Musim Wilayah Karangates

No.	Bulan	H Bulanan (mm)	H Dasarian I (mm)	Batas H (mm)	Klasifikasi Musim
1	Januari	464	51	50	Basah
2	Februari	283	143	50	Basah
3	Maret	143	62	50	Basah
4	Apri	256	78	50	Basah
5	Mei	30	16	50	Kering
6	Juni	23	4	50	Kering
7	Juli	58	4	50	Kering
8	Agustus	2	2	50	Kering
9	September	29	0	50	Kering
10	Oktober	77	53	50	Basah
11	Novembe	328	57	50	Basah
12	Desember	189	66	50	Basah

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Keterangan:  
H = Curah Hujan

### 3. Uji F Parameter Kualitas Air

Tabel 5. Rekapitulasi Uji F Parameter Kualitas Air Waduk Lahor Musim Basah 2017

No	Parameter	F hitung	F tabel	Uji F
1	Total P	0.016	3.98	Homogen
2	NO <sub>3</sub> -N	0.102	3.98	Homogen
3	NO <sub>2</sub> -N	0.1	3.98	Homogen
4	NH <sub>3</sub> -N	0.161	3.98	Homogen
5	BOD	0.005	3.98	Homogen
6	DO	0.486	3.98	Homogen
7	TSS	0.576	3.98	Homogen
8	PH	0.055	3.98	Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 6. Rekapitulasi Uji F Parameter Kualitas Air Waduk Lahor Musim Kering 2017

No	Parameter	F hitung	F tabel	Uji F
1	Total P	0.088	5.96	Homogen
2	NO <sub>3</sub> -N	0.03	5.96	Homogen
3	NO <sub>2</sub> -N	0.019	5.96	Homogen
4	NH <sub>3</sub> -N	2.585	5.96	Homogen
5	BOD	0.349	5.96	Homogen
6	DO	0.804	5.96	Homogen
7	TSS	0.138	5.96	Homogen
8	PH	0.043	5.96	Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa parameter kualitas air musim basah 2017 dan musim kering 2017 memenuhi uji kestabilan varian (Uji F) yang berarti bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari data parameter kualitas air atau tidak ada perbedaan antar varian dan data kualitas air tersebut layak digunakan untuk analisa kualitas air pada waduk Lahor.

### 4. Analisa Mutu Air Waduk Lahor Tahun 2017

Tabel 7. Rekapitulasi Perbandingan Hasil Pengukuran Dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter Total P dan NO<sub>3</sub>-N

No.	Musim	Lokasi	Kedalaman (m)	Total P		NO <sub>3</sub> -N	
				M (%)	TM (%)	M (%)	TM (%)
1	Basah 2017	Tengah	0.3	100	0	100	0
			5	100	0	100	0
			10	100	0	100	0
2	Kering 2017	Tengah	0.3	100	0	100	0
			5	100	0	100	0
			10	100	0	100	0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 8. Rekapitulasi Perbandingan Hasil Pengukuran Dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter NO<sub>2</sub>-N dan NH<sub>3</sub>-N

No.	Musim	Lokasi	Kedalaman (m)	NO <sub>2</sub> -N		NH <sub>3</sub> -N	
				M (%)	TM (%)	M (%)	TM (%)
1	Basah 2017	Tengah	0.3	71	29	14	86
			5	43	57	29	71
			10	57	43	43	57
2	Kering 2017	Tengah	0.3	80	20	0	100
			5	100	0	0	100
			10	80	20	0	100

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 9. Rekapitulasi Perbandingan Hasil Pengukuran Dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter BOD dan DO

No.	Musim	Lokasi	Kedalaman (m)	BOD		DO	
				M (%)	TM (%)	M (%)	TM (%)
1	Basah 2017	Tengah	0.3	0	100	29	71
			5	0	100	29	71
			10	0	100	57	43
2	Kering 2017	Tengah	0.3	0	100	20	80
			5	0	100	60	40
			10	0	100	60	40

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 10. Rekapitulasi Perbandingan Hasil Pengukuran Dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter TSS dan pH

No.	Musim	Lokasi	Kedalaman (m)	TSS		pH	
				M (%)	TM (%)	M (%)	TM (%)
1	Basah 2017	Tengah	0.3	100	0	100	0
			5	100	0	100	0
			10	100	0	100	0
2	Kering 2017	Tengah	0.3	100	0	100	0
			5	100	0	100	0
			10	100	0	100	0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan hasil analisa perbandingan parameter kualitas air dan baku mutu air kelas II yang mengacu pada PP No. 82 Th. 2001, parameter kualitas air yang tidak memenuhi standar baku mutu air kelas II adalah NO<sub>2</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, BOD, dan DO, dimana parameter kualitas air tersebut berpotensi menyebabkan pencemaran pada perairan waduk Lahor pada kedalaman 0,3 m, 5 m, dan 10 m musim basah dan musim kering.

Menurut Effendi (2017), nitrit beracun untuk budi daya perikanan karena dapat mengoksidasi Fe<sup>2+</sup>. Dalam bentuk ini kemampuan darah untuk mengikat oksigen berkurang. Mekanisme keracunan dari nitrit adalah pengaruhnya terhadap transport oksigen

dalam darah dan kerusakan jaringan pada tubuh organisme biota perairan.

Menurut Yudha (2009) dalam Arifin M.Y dkk (2017), Ikan tidak dapat mentoleransi konsentrasi amonia yang terlalu tinggi karena dapat mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah. Kadar amonia yang tinggi juga akan menyebabkan terjadinya *blooming algae*. Karena amonia merupakan unsur hara yang menunjang peningkatan klorofil-a.

Tingginya unsur hara dalam waduk mengakibatkan semakin tinggi pula kadar BOD dalam perairan yang akan menyebabkan semakin menipisnya oksigen terlarut dalam air. Kadar DO yang rendah akan menyebabkan penurunan daya hidup ikan, mempengaruhi kecepatan makan ikan dan menurunkan proses metabolisme ikan pada perairan waduk (Hickling, 1962 dalam Sonia F, 2012).

#### 5. Perhitungan Nitrogen Total Metode Kjeldahl

Tabel 11. Hasil Perhitungan Total N Musim Basah 2017

No.	Bulan	Total N		
		0,3 m (µg/L)	5 m (µg /L)	10 m (µg /L)
1	Januari-2017	845.65	733.85	610.44
2	Februari-2017	400.40	395.97	559.78
3	Maret-2017	437.80	596.45	657.55
4	April-2017	554.76	717.52	811.06
5	Oktober-2017	220.85	383.38	265.56
6	November-2017	334.43	623.74	544.40
7	Desember-2017	445.17	532.13	574.97

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 12. Hasil Perhitungan Total N Musim Kering 2017

No.	Bulan	Total N		
		0,3 m (mg/L)	5 m (mg/L)	10 m (mg/L)
1	Mei-2017	533.47	745.94	732.56
2	Juni-2017	827.76	788.23	1015.50
3	Juli-2017	257.95	240.30	325.11
4	Agustus-2017	256.73	135.53	163.84
5	September-2017	582.66	556.38	394.50

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

$$\begin{aligned} \text{Total N} &= (A \times 0,23) + (B \times 0,3) + (C \times 0,89) \\ &= (0,015 \times 0,23) + (0,068 \times 0,3) + \\ &\quad (3,530 \times 0,89) \end{aligned}$$

$$= 0,846 \text{ mg/L}$$

#### 6. Perhitungan Klorofil-a Berdasarkan Rumus Persamaan

Tabel 13. Hasil Perhitungan Klorofil-a Berdasarkan Rumus Persamaan Pada Musim Basah 2017

No.	Bulan	Klorofil-a		
		0,3 m (µg/L)	5 m (µg /L)	10 m (µg /L)
1	Januari-2017	38.50	53.33	41.85
2	Februari-2017	137.97	124.59	125.79
3	Maret-2017	45.29	33.64	19.72
4	April-2017	15.21	15.21	17.10
5	Oktober-2017	88.23	11.09	33.64
6	November-2017	10.54	11.09	13.40
7	Desember-2017	5.53	6.92	18.39

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 14. Hasil Perhitungan Klorofil-a Berdasarkan Rumus Persamaan Pada Musim Kering 2017

No.	Bulan	Klorofil-a		
		0,3 m (mg/L)	5 m (mg/L)	10 m (mg/L)
1	Mei-2017	17.74	15.21	12.81
2	Juni-2017	1.39	3.43	17.74
3	Juli-2017	12.81	13.40	17.74
4	Agustus-2017	5.53	4.23	3.06
5	September-2017	6.45	3.06	5.09

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

$$\text{Kadar Total P} = 0,068 \quad (\text{mg/L})$$

$$\text{Log Total P} = 1,833 \quad (\text{mg/m}^3)$$

$$\text{Log Klorofil-a} = -1,09 + 1,46 \text{ Log Pt}$$

$$= -1,09 + 1,46 \times 1,833$$

$$= 0,039 \quad (\text{mg/L})$$

#### 7. Analisa Status Trofik Waduk Lahor

Rekapitulasi Status Trofik waduk Lahor adalah sebagai berikut:

Tabel 15. Status Trofik Waduk Lahor Berdasarkan Parameter Total P

No.	Musim	Lokasi	Kedalaman (m)	Total P			
				O (%)	M (%)	E (%)	H (%)
1	Basah 2017	Tengah	0.3	0	28.57	42.86	28.57
			5	0	42.86	42.86	14.29
			10	0	0.00	85.71	14.29
2	Kering 2017	Tengah	0.3	20	40	40	0
			5	0	60	40	0
			10	0	40	60	0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 16. Status Trofik Waduk Lahor Berdasarkan Parameter Total N

No.	Musim	Lokasi	Kedalaman (m)	Total N			
				O (%)	M (%)	E (%)	H (%)
1	Basah 2017	Tengah	0.3	14	0	71	14
			5	0	0	57	43
			10	0	14	14	71
2	Kering 2017	Tengah	0.3	40	0	40	20
			5	40	0	20	40
			10	20	20	20	40

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 17. Status Trofik Waduk Lahor Berdasarkan Parameter Klorofil-a

No.	Musim	Lokasi	Kedalaman (m)	Klorofil-a			
				O (%)	M (%)	E (%)	H (%)
1	Basah 2017	Tengah	0.3	0	0	29	71
			5	0	0	43	57
			10	0	0	43	57
2	Kering 2017	Tengah	0.3	20	0	40	40
			5	0	60	20	20
			10	0	20	40	40

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 18. Status Trofik Waduk Lahor Berdasarkan Parameter Kecerahan

No.	Musim	Lokasi	Kedalaman (m)	Klorofil-a			
				O (%)	M (%)	E (%)	H (%)
1	Basah 2017	Tengah	0.3				
			5	0	0	0	100
			10				
2	Kering 2017	Tengah	0.3				
			5	0	0	0	100
			10				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Keterangan:

O = Oligotrof

M = Mesotrof

E = Eutrof

H = Hipereutrof

Berdasarkan tabel hasil status trofik waduk Lahor pada berbagai musim dan kedalaman didapatkan hasil bahwa status trofik waduk Lahor tergolong Eutrof cenderung ke hipereutrof karena sebagian besar dari hasil klasifikasi status trofik parameter total-P, total-N, Klorofil-a, dan kecerahan pada kedalaman 0,3 m, 5 m, dan 10 m serta musim basah 2017 dan musim kering 2017 eutrofikasinya tinggi yang berarti kondisi waduk Lahor pada tahun 2017 tercemar menuju ke tercemar tinggi. Kadar unsur hara pada status trofik eutrof yaitu tinggi di dalam perairan waduk. sedangkan, untuk status trofik hipereutrof kadar unsur hara dan proses eutrofikasinya sangat tinggi. Kondisi waduk Lahor yang tercemar akan mengganggu kehidupan budidaya perikanan

karena rata-rata kedalaman KJA pada waduk Lahor 4-10 m.

## 8. Analisa Fitoplankton Pada Waduk Lahor

Tabel 19. Kelimpahan dan Jenis Fitoplankton Pada Stasiun I

No.	Genus	Kelimpahan (sel/L)	Kelimpahan (sel/ml)	Prosentase kelimpahan (%)
1.	Anabaena	987755	988	5,1
2.	Microsystis	12257143	12257	63,24
3.	Pinnularia	493878	494	2,55
4.	Chlorella	1092517	1092	5,64
5.	Staurastrum	29932	30	0,15
6.	Closterium	14966	15	0,08
7.	Merismopedia	2828571	2829	14,59
8.	Mesotaenium	1152381	1152	5,95
9.	Gloeocystis	463945	464	2,39
10.	Nitzschia	14966	15	0,08
11.	Ankistrodes	14966	15	0,08
12.	Neidium	14966	15	0,08
13.	Scenedesmus	14966	15	0,08
Jumlah		19380952	19381	100
Rata-rata		1490842	1491	-

Sumber: Lab. Hidrobiologi FPIK UB, 2018

Tabel 20. Kelimpahan dan Jenis Fitoplankton Pada Stasiun I

No.	Genus	Kelimpahan (sel/L)	Kelimpahan (sel/ml)	Prosentase kelimpahan (%)
1.	Microsystis	51363265	51363	94,34
2.	Anabaena	987755	988	1,81
3.	Chlorella	419047	419	0,77
4.	Pinnularia	224490	224	0,41
5.	Merismopedi	1242177	1242	2,28
6.	Closterium	14966	15	0,03
7.	Mesotaenium	164626	165	0,30
8.	Scenedesmus	14966	15	0,03
9.	Staurastrum	14966	15	0,03
Jumlah		54446259	54446	100
Rata-rata		6049584	6050	

Sumber: Lab. Hidrobiologi FPIK UB, 2018

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa pada Stasiun I yaitu daerah hulu ditemukan 13 jenis fitoplankton yang didominasi oleh jenis fitoplankton Microsystis sebanyak 12.257.143 sel/liter dengan prosentase dari 63,24% dari keseluruhan kelimpahan fitoplankton pada stasiun I. Sedangkan pada Stasiun II didominasi pula oleh jenis fitoplankton Mycrosistis dengan kelimpahan sebesar 51.363.265 sel/liter dengan prosentase sebesar 94,34%.

Microcystis adalah sejenis *blue-green algae* (*Cyanobacteria*) yang biasa tumbuh di permukaan air. Pada kondisi *blooming*, Microcystis dapat menghasilkan racun yang disebut microcystin yang terutama dikeluarkan ke air pada saat sel tersebut mati dan pecah. Microcystin mempunyai sifat toksik tinggi baik

terhadap tumbuhan maupun hewan sampai dapat menyebabkan kematian (Retnaningdyah C. dkk, 2009). Jadi, jika pertumbuhan *Myrosistis* terus berkembang maka keberadaannya akan membahayakan kehidupan ikan di perairan.

Tabel 17. Status Trofik Waduk Lahor Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton

No.	Pustaka	Stasiun	Kelimpahan Fitoplankton (sel / ml)	Keterangan	Status Trofik
1	Lander	I	19381	19381 > 15000	Eutrof
2	Lander	II	54446	54446 > 15000	Eutrof
Rata-rata			73827	73827 > 15000	Eutrof

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

9. Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Waduk Lahor Tahun 2017  
Data yang dibutuhkan dalam perhitungan daya tampung beban pencemaran adalah:

**Musim Basah 2017:**

V (+272) = 48,637 juta.m<sup>3</sup>  
A = 3,280 juta.m<sup>3</sup>  
Qo = 4.791 juta.m<sup>3</sup>/musim basah  
Rata-rata total P = 65,048 mg/m<sup>3</sup>

**Musim Kering 2017:**

V (+272) = 29,870 juta.m<sup>3</sup>  
A = 2,917 juta.m<sup>3</sup>  
Qo = 1.685 juta.m<sup>3</sup>/musim kering  
Rata-rata total P = 24,467 mg/m<sup>3</sup>

Berdasarkan hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan kondisi waduk hipereutrof, eutrof, dan mesotrof pada musim basah dan musim kering 2017 didapatkan hasil bahwa kemampuan waduk Lahor dalam menerima atau menampung beban pencemaran tanpa melebihi batas baku mutu air yang telah ditetapkan adalah:

**Musim Basah 2017**

DTBPA Hipereutrof = 1.461.696 Kg.P/musim basah  
DTBPA Eutrof = 378.655 Kg.P/musim basah  
DTBPA Mesotrof = 379.608 Kg.P/musim basah

**Musim Kering 2017**

DTBPA Hipereutrof = 693.332 Kg.P/musim kering  
DTBPA Eutrof = 298.346 Kg.P/musim kering  
DTBPA Mesotrof = 21.856 Kg.P/musim kering

10. Rekomendasi Upaya Konservatif Pengelolaan Waduk Lahor

Berdasarkan hasil analisa kualitas air waduk Lahor didapatkan hasil bahwa kondisi waduk Lahor saat ini telah tercemar oleh bahan organik dan anorganik yang masuk kedalam perairan waduk Lahor dengan dibuktikan oleh status trofik waduk Lahor yaitu eutrof menuju ke hipereutrof dan beradasrkan analisa kelimpahan fitoplankton didapatkan hasil bahwa pada waduk Lahor kecenderungan mengalami *blooming algae* karena didominasi oleh satu jenis fitoplankton yaitu dari genus *microcystis* yang dapat menghasilkan racun yang berbahaya bagi kehidupan ikan. Oleh karena itu, perlu dirumuskan upaya konservatif dalam peningkatan kualitas air waduk Lahor seperti :

a) Teknik Bioremediasi

Pada upaya ini memanfaatkan bakteri insitu untuk mereduksi nitrat dalam menghambat pertumbuhan *microsystis*. Teknik bioremediasi pernah dilakukan pada waduk Sutami oleh C. Retnaningdyah dkk pada tahun 2008 dalam mengatasi *blooming microcystis*. Berdasarkan hasil penelitiannya dengan Teknik bioremediasi mampu mereduksi nitrat sebesar 80-85% dan mereduksi *microsystis* sebesar 90-95%.

Langkah kerja yang dilakukan dalam Teknik bioremediasi yaitu :

- a. Isolasi dan pembuatan konorsium bakteri pereduksi nitrat
  - Isolasi bakteri pereduksi nitrat dilakukan dengan membuat seri pengenceran dengan garam fisiologis 0,85% dan isolat yang digunakan sejumlah 6 isolat sebanyak  $2 \times 10^9$  sel/ml, kemudian setiap seri pengenceran diinokulasikan kedalam medium agar nitrat.
  - Kultur digunakan sebagai stok inokulum  $3 \times 10^8$  sel/ml inokulum tersebut digunakan untuk perlakuan.
- b. Eksplorasi dan Purifikasi *microsystis*
  - Purifikasi dilakukan untuk mempertahankan kondisi sel-sel *microsystis* selama penyaringan.
  - Pembuatan stok inokulum *microsystis* dilakukan dengan memilih sel-sel dibawah mikroskop secara aseptis dimasukkan kedalam media selektif

yang akan dipakai untuk perlakuan sebanyak  $3 \times 10^5$  sel/ml.

c. Uji Pengaruh formulasi bakteri pereduksi nitrat terhadap laju pertumbuhan *Microcystis*

- Teknik kultur dilakukan dengan menambahkan  $3 \times 10^8$  sel/ml kultur konorsium bakteri pereduksi nitrat dan  $3 \times 10^5$  sel/ml *Microcystis* kedalam media air steril selama 15 hari.
- Parameter yang diamati adalah kelimpahan sel konorsium bakteri pereduksi nitrat, setelah sampel kultur bakteri diambil diberi formalin 4% sebanyak 1 tetes dan *Microcystis* dihitung dengan menggunakan haemocytometer setiap 24 jam.

d. Pengaruh Formulasi Bakteri Pereduksi

Nitrat Terhadap penurunan kadar fitoplankton jenis *Microcystis* di Waduk Lahor

- Penambahan konorsium bakteri pereduksi nitrat  $4 \times 10^7$  sel/ml mampu menghambat pertumbuhan *Microcystis* pada media alami air waduk yang disterilkan setelah inkubasi selama 6 hari

Tabel 18. Penurunan Kelimpahan *Microcystis* Pada Stasiun I dan II

Stasiun	Jenis Fitoplankton	Kelimpahan Awal (sel/ml)	Kelimpahan Sekarang (sel/ml)	Penurunan Kelimpahan (%)
I	<i>Microcystis</i>	12.257	919	92,5
II		51.363	3.852	92,5

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Untuk rata-rata kelimpahan fitoplankton akan turun menjadi 619 sel/ml pada stasiun I dan 771 sel/ml pada stasiun II dimana kelimpahan awal yang terjadi sebesar 19.381 sel/ml pada stasiun I dan 54.446 sel/ml pada stasiun II. Dari penurunan kelimpahan fitoplankton pada waduk Lahor akan meningkatkan status trofik pada waduk Lahor menjadi mesotrof yaitu kondisi dimana kadar unsur hara yang ada pada perairan waduk dalam kadar sedang dan mulai adanya indikasi pencemaran tetapi masih dalam tahap awal.

b) Pengaturan Pola Operasi Waduk

Upaya untuk mengani eutrofikasi dengan pengaturan pola operasi waduk pernah diterapkan di Three Ggeorge DAM China oleh Jijian Lian dkk pada tahun 2011. Pada musim

kering, pergerakan atau arus air cenderung lambat serta kondisi lingkungan waduk juga sangat mendukung untuk pertumbuhan alga misalnya suhu yang hangat dan angin yang rendah, kondisi tersebut menyediakan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan alga. Operasi waduk akan membantu untuk peningkatan kualitas air karena akan meningkat pertukaran air antara arus utama dari waduk ke outlet waduk dengan demikian alga akan berpindah ke perairan dalam sehingga alga tidak bisa melakukan fotosintesis karena tidak ada cahaya pada perairan dalam. Adanya pergerakan yang menimbulkan arus yang tinggi dari waduk ke outlet akan mengakibatkan pengenceran yang lebih tinggi.

Perumusan aturan operasi waduk didasarkan pada simulasi skenario. Pergerakan air dan produktivitas primer dari alga disimulasikan dan dianalisis dibawah skenario yang berbeda dari fluktuasi debit air setiap hari sebagai operasi jangka pendek. Klorofil-a digunakan sebagai indikator untuk produktivitas primer dan alga. Pengaturan debit air setiap hari direncanakan sesuai dengan inflow harian dan regulasi beban puncak. Skenario pembagiannya yaitu dalam 1 hari dibagi menjadi 4 periode utama dan 4 periode transisi dengan total 48 interval waktu (masing-masing menjadi 0,5 jam) termasuk periode debit rendah yaitu pukul (0:00 – 6:00), pagi periode beban puncak (8:00 – 11:00), periode beban menengah (12:00 – 17:00), dan periode beban puncak malam (19:00 – 22.00) dan disela-sela pembagian tersebut merupakan periode transisi.

Dalam penelitian ini, model kualitas hidrodinamik dan air untuk arus utama waduk dan outlet dikalibrasi menggunakan software CE-QUAL W2 untuk melihat pengaruh operasi waduk pada alga (Jijian L dkk, 2014).

c) Penerapan TLBA (*Trophic Level Based Aquaculture*)

Dalam system budidaya trophic level, gambaran hasil produksi ikan akan berbentuk menyerupai piramida. Jumlah ikan pemakan plankton, perifiton dan detritus (trophic level rendah) jauh lebih besar daripada jumlah ikan karnivora (trophic level tinggi). Pada prinsipnya semua nutrient limbah budidaya ikan yang jumlahnya lebih banyak daripada nutrient yang diretensi menjadi daging ikan, dimanfaatkan untuk budidaya ikan kembali. Bentuk pemanfaatannya dengan cara menanam benih ikan pemakan plankton, perifiton, dan detritus.

Tiga sumber pakan alami ini banyak dihasilkan dari sisa metabolisme ikan pemakan pallet. Komposisi produksi ikan ber-trophic level rendah dibanding komoditas utama ikan pemakan pellet yaitu 60% ikan waste basis dan 40% ikan pellet basis (Enang, 2006).

TLBA diterapkan dengan sistem budidaya yang menempatkan komoditas utama dan menilai ekonomis tinggi (trophic level tinggi) pada KJA dan hamparan di luarnya berisi komoditas trophic level rendah. Menurut Dirjen Perikanan Budidaya, jenis ikan yang disarankan untuk dibudidaya di dalam KJA dengan kategori *trophic level* tinggi yaitu ikan nila, ikan bawal, dan ikan jambal sia., sedangkan untuk ikan yang dihamparkan berupa ikan mola, ikan tawes, ikan bandeng, nilam, tawes dan oskar dimana jenis ikan tersebut efektif untuk mengendalikan pencemaran (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016).

d) Introduksi Zooplankton Jenis Rotifera sp. Pada Waduk Lahor

Rotifera sp. adalah jenis zooplankton yang hidup dengan memangsa fitoplankton jenis Cyanophyta (Alga hijau biru). Makanan utama dari rotifera adalah fitoplankton, dan bahan-bahan organik terutama yang mengendap di dasar perairan (Isnansetyo dan Kurniasuty, 1995 dalam Shinta, 2016). Rotifera jenis brachionus sangat penting dalam menunjang budidaya perikanan, terutama sebagai pakan yang baik pada larva ikan maupun udang (Artana, 2012 dalam Shinta, 2016).

Pada waduk Lahor direkomendasikan untuk memperkenalkan zooplankton jenis rotifera dengan kelas monogononta dengan genus brachionus, karena selain merupakan kelas terbesar dalam rotifera zooplankton jenis ini hidup sebagai parasite pada alga hijau biru (Sheila Uschita dkk, 2015). Alga hijau biru merupakan jenis fitoplankton dominan pada waduk Lahor.

Penggunaan pemangsa atau predator alga ini lebih ramah lingkungan dan lebih murah karena selain tidak menggunakan bahan kimia, rotifera juga akan terus berkembangbiak sekaligus sebagai pakan alami untuk anakan ikan dan udang (Sinung, 2016). Untuk mendapatkan biakan rotifera dapat bekerjasama dengan divisi mikrobiologi Lembaga ilmu pengetahuan (LIPI) atau bisa dibiakkan dengan Teknik kultur.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Kondisi waduk Lahor pada tahun 2017 jika ditinjau dari segi status mutu air yaitu ada beberapa parameter kualitas air yang berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran air yaitu parameter  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$ , BOD, dan DO dengan rincian:  $\text{NO}_2\text{-N}$  0 – 57 % tidak memenuhi baku mutu air,  $\text{NH}_3\text{-N}$  57 – 100% tidak memenuhi baku mutu air, BOD 100 % tidak memenuhi baku mutu air, sedangkan untuk DO 40 – 71 % tidak memenuhi baku mutu air pada kedalaman 0,3 m, 5 m, dan 10 m pada musim basah dan musim kering 2017.
2. Kondisi waduk Lahor jika ditinjau dari segi status trofik berstatus eutrof menuju ke hipereutrof. Kondisi tersebut mencerminkan waduk Lahor mengalami eutrofikasi tinggi yang berarti air waduk mengandung unsur hara dengan kadar tinggi, status ini menunjukkan air telah tercemar. Kadar total-P 40 – 86 % berstatus Eutrof pada musim basah dan musim kering. Kadar total N 20 – 71 % berstatus Eutrof. Kadar klorofil-a 20 – 71 % bersatus hipereutrof. Untuk kecerahan 100% berstatus hipereutrof.
3. Kondisi waduk Lahor jika ditinjau dari segi fitoplankton, maka waduk Lahor dalam kondisi *blooming algae*, karena selain kondisi perairan waduk yang berwarna hijau pekat berdasarkan hasil penelitian terdapat 1 jenis fitoplankton yang mendominasi perairan waduk yaitu fitoplankton jenis *Microsystis*. 63,24% fitoplankton jenis *microsystis* mendominasi pada stasiun I sedangkan pada stasiun II 94,34% fitoplankton jenis *Microsystis* mendominasi daripada jenis lainnya
4. Berdasarkan perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan status trofik yang telah ditentukan adalah:
 

DTBA Hipereutrof (Musim basah 2017) =	1.462.696	Kg. P/ musim basah
DTBA Eutrof (Musim basah 2017) =	378.655	Kg. P/ musim basah
DTBA Mesotrof (Musim basah 2017) =	379.608	Kg. P/ musim basah
DTBA Hipereutrof (Musim kering 2017)=	693.332	Kg. P/ musim kering
DTBA Eutrof (Musim kering 2017) =	298.346	Kg. P/ musim kering
DTBA Mesotrof (Musim kering 2017) =	21.856	Kg. P/ musim kering

5. Upaya yang direkomendasikan untuk meningkatkan kualitas air waduk Lahor adalah:
- Teknik bioremediasi dengan memanfaatkan bakteri insitu untuk mereduksi nitrat dalam menghambat pertumbuhan *microcystis*. Dalam upaya yang pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu yaitu retnaningdyah dkk upaya ini efektif menurunkan kelimpahan fitoplankton sebesar 90 – 95 %. Ketika upaya ini diterapkan pada waduk Lahor maka potensi yang akan terjadi yaitu status trofik waduk Lahor meningkat menjadi Mesotrof karena rata-rata kelimpahan fitoplankton awal sebesar 73.827 sel/ ml menjadi 7.489 sel/ml
  - Pengaturan pola operasi waduk, operasi waduk akan memengaruhi proses eutrofikasi karena adanya pergerakan yang menimbulkan arus tinggi dari waduk ke outlet sehingga akan memindahkan alga dari permukaan waduk ke arus dalam yang akan menyebabkan kematian pada alga.
  - Introduksi zooplankton jenis rotifera kedalam perairan waduk Lahor, Rotifera akan memangsa *microcystis* sehingga memperkecil terjadinya ledakan populasi alga. Penggunaan pemangsa atau predator alga ini lebih ramah lingkungan dan lebih murah karena selain tidak menggunakan bahan kimia, rotifera juga akan terus berkembangbiak sekaligus sebagai pakan alami untuk anakan ikan dan udang.

## B. Saran

- Untuk peneliti yang akan meneliti kualitas air sebaiknya mengambil lokasi penelitian pada waduk Lahor, dikarenakan waduk Lahor jarang digunakan sebagai lokasi penelitian sehingga referensi untuk kualitas air di waduk Lahor sangat sedikit.
- Untuk pihak pengelola, sebaiknya titik pengambilan sampel dengan parameter kimia, fisik, dan biologi ditambah. Selain itu, perlu adanya kerjasama mengenai dinas terkait budidaya perikanan untuk memonitoring jumlah KJA dan pakan ikan yang diberikan untuk ikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., Karmini, M., dan Budiman. 2011. *Adaptasi dan Mmitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*: Jakarta. Indonesian Climate Change Trust Fun (ICCTF).
- Apridayanti, Eka. 2008. *Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur*. Tesis. Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Arifin, M.Y dan Sugihartono, M. 2017. *Kualitas Air dan Kelangsungan Hidup Udang Ketak (Harpiosquilla Raphidea) yang Dipelihara Pada Wadah Menggunakan Substrat dan Tanpa Substrat*. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*. Vol. 2 No. 1 : 18-24
- Arizuna, Mutiara., Suprpto, Djoko., Muskananfolo, Max. R. 2014. *Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Air Pori Sedimen di Sungai Wedung Demak*. *Diponegoro Journal of Maquares*. Vol. 03 No. 1 : 7-16.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Lian J., Ma, Chao and Yao, Ye. 2014. *Reservoir Operation Rules For Controlling Algae Blooms in a Tributary to The Impoundment of Three Gorges DAM*. *Hydrolink*. Numb. 04: 116-117
- Republik Indonesia. 2009. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009 Tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan / Waduk*. Lembaran Negara RI Tahun 2009., Sekretariat Negara. Jakarta
- Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembaran Negara RI Tahun 2009., Sekretariat Negara. Jakarta
- Soewarno. 1995. *Hidrologi – Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data* Jilid II. Bandung: NOVA.
- Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Sonia, Fauzia. 2015. *Studi Evaluasi Kualitas Air Waduk Selorejo Akibat Erupsi Gunung Kelud Untuk Budidaya Perikanan Air Tawar*. Skripsi. Teknik Pengairan. Universitas Brawijaya Malang