

## TINJAUAN EUTROFIKASI TERHADAP BANGUNAN IRIGASI (STUDI KASUS BENDUNG WALAHAR, KABUPATEN KARAWANG)

Adi Mustika <sup>1)</sup>, Harjo Utomo <sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Argopuro Jember  
email: adimust@gmail.com

### Abstrak

Bendung Walahar dibangun untuk mengatur debit Sungai Citarum guna mengairi 87.306 ha sawah di Kabupaten Karawang. Bendung Walahar sendiri membentuk area genangan seluas 15 ha. Sungai Citarum yang mensuplai air ke bendung ini di bagian hulu telah mengalami pencemaran baik dari limbah domestik, industri, maupun limbah pertanian yang kaya unsur hara. Pencemaran oleh bahan-bahan organik tersebut menyebabkan eutrofikasi, yang dapat diindikasikan dengan pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan air seperti eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang menutupi permukaan genangan di bendung Walahar. Setiap tahun Perum Jasa Tirta II (PJT II) mengangkat 20 ton eceng gondok dari bendung Walahar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran air di bendung Walahar berdasarkan parameter fisika dan kimia kemudian menentukan status mutu air, mengetahui pengaruh eutrofikasi terhadap pertumbuhan eceng gondok, dan untuk mengetahui pengaruh keberadaan eceng gondok terhadap bangunan irigasi. Sebanyak 3 (tiga) sampel air dikumpulkan dari 3 titik sampling yang selanjutnya dianalisis di laboratorium PJT II. Hasil analisis laboratorium dibandingkan dengan Baku Mutu Air (BMA) berdasarkan PP No. 82/2001 tentang pengelolaan kualitas air, kemudian ditentukan status mutu air menggunakan metode Indeks Pencemaran. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui di titik 1 dan 2, yang berada di bagian hulu bendung Walahar, parameter kualitas air memenuhi BMA, sedangkan di titik 3 yang berada di bendung Walahar parameter BOD melampaui ambang batas BMA. Dari perhitungan Indeks Pencemaran diketahui di titik 1 dan 2 memenuhi BMA sedangkan di titik 3 menunjukkan tercemar ringan. Pencemaran yang berasal dari bahan-bahan organik memberikan nutrisi bagi tumbuhan air eceng gondok yang tumbuh menutupi hampir 20% dari luas area genangan. Penutupan permukaan perairan oleh eceng gondok ini di satu sisi akan meningkatkan laju evapotranspirasi sehingga kehilangan air lebih tinggi dibanding perairan terbuka, di sisi lain keberadaan eceng gondok menyebabkan pendangkalan oleh karena adanya sisa-sisa serasah dari eceng gondok. Pendangkalan tersebut akan menurunkan kapasitas tampungan bendung Walahar dan memperpendek umur fungsi bendung.

*Keywords: Kualitas Air, Eutrofikasi, Eceng Gondok, Sedimentasi, Bangunan Irigasi*

### 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Karawang merupakan salah satu lumbung padi di Pulau Jawa. Untuk keperluan irigasi di Kabupaten Karawang dibangun Bendung Walahar yang

pertama kali difungsikan pada 30 November 1925. Bendung Walahar dibangun untuk mengatur debit Sungai Citarum dan membentuk area genangan seluas 15 ha. Saat ini Bendung Walahar dikelola oleh Perum Jasa Tirta II (PJT II) dan digunakan untuk mengairi 87.306 ha sawah. Bendung Walahar mendapat suplai air dari Sungai Citarum yang bagian hulunya melewati Kabupaten Bandung, Kota Bandung, Kota Cimahi dan Kabupaten Purwakarta. Sungai Citarum juga merupakan sumber air untuk tiga waduk besar di Provinsi Jawa Barat, yaitu waduk Saguling, waduk Cirata, dan waduk Jatiluhur.

Sungai Citarum telah mengalami pencemaran berat akibat air limbah. Salah satu kajian menunjukkan bahwa hanya 1,4% dari sampel yang diperiksa pada tahun 2001, dari 146 titik sampling di Citarum Hulu memenuhi Baku Mutu Air Kelas II. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan kualitas air di sebagian besar lokasi penelitian selama musim kemarau, telah melampaui Baku Mutu Air Kelas II (Suharyanto dan J.Matsushita, 2011). Sumber pencemar potensial di Sungai Citarum adalah: domestik, pertanian, jasa dan industri. Menurut kajian yang dilakukan di hulu Daerah Aliran Sungai Citarum menggunakan data historikal dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2010, hasil penelitian tersebut menunjukkan telah terjadi diferensiasi pencemar dari sumber domestik saja menjadi domestik dan non domestik setelah tahun 2005 (Marganingrum, dkk., 2013).

Berdasarkan hasil penelitian Pusat Litbang Sumber Daya Air (PUSAIR) dan Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Prov. Jawa Barat Th. 2001, penurunan kualitas air tersebut disebabkan oleh peningkatan beban pencemaran dari berbagai sumber, yaitu domestik, industri, ekstensifikasi dan intensifikasi lahan pertanian, perikanan, peternakan, dan eksplorasi bahan tambang /galian C (Bukit, N.T dan Yusuf, I.A., 2002).

Input bahan organik dari limbah yang masuk ke perairan yang terlalu tinggi akan menyebabkan perairan mengalami eutrofikasi (Simbolon A. , 2016). Limbah organik dalam air akan meningkatkan konsentrasi unsur nitrogen (N) yang

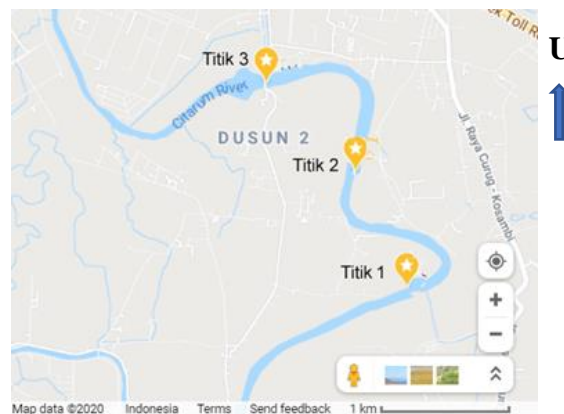
merupakan unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan (Rustadi, 2009). Kondisi ini ditandai dengan peningkatan fitoplankton dan tumbuhan air seperti eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

Eceng gondok saat ini menjadi masalah di Bendung Walahar karena pertumbuhannya yang cepat menutupi permukaan air sehingga menghambat aliran air. Setiap tahun PJT II mengangkat 20 ton eceng gondok dari Bendung Walahar.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Sampling Air

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kualitas air di bendung Walahar dengan parameter fisik dan kimia. Lokasi Penelitian berada di Bendung Walahar dengan 3 titik sampling yaitu Titik 1 berada pada jarak 2 km di sebelah hulu bendung Walahar, Titik 2 berada pada jarak 1 km di sebelah hulu bendung Walahar, dan Titik 3 berada di bendung Walahar, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Penentuan titik pengambilan sampel air didasarkan pada pertimbangan topografi dan geografi.



Gambar 1. Lokasi Sampling Air

### B. Metode Pengumpulan Sampel Air

Sebanyak 3 sampel air diambil pada waktu satu hari. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *grab sample* (contoh sesaat) yaitu sampel air satu kali

pengambilan dari satu lokasi. Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel air adalah botol plastik dengan pemberat.

C. Analisis Sampel Air

Analisis sampel air menggunakan parameter: Temperatur, pH, *Dissolved Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), Amoniak bebas (NH<sub>3</sub>-N), Nitrit (NO<sub>2</sub>-N), Nitrat (NO<sub>3</sub>-N), dan Kekeruhan, dilakukan di Laboratorium Perum Jasa Tirta II.

D. Status Mutu Air

Analisis kualitas air dilakukan dengan membandingkan hasil analisis laboratorium dengan Baku Mutu Air (BMA) menurut PP No. 82/2001 tentang pengelolaan kualitas Air. Penentuan status mutu air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) yang mengacu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air (KLH, 2003), menggunakan persamaan:

$$IP_j = \frac{\sqrt{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}}{2} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

IP<sub>j</sub>= Indeks pencemaran bagi peruntukan (j);

C<sub>i</sub>= konsentrasi parameter kualitas air hasil pengukuran (i);

L<sub>ij</sub>= konsentrasi parameter kualitas air menurut baku mutu peruntukan air (j);

(C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub>)<sub>M</sub> = Nilai C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub> maksimum;

(C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub>)<sub>R</sub> = Nilai C<sub>i</sub>/L<sub>ij</sub> rata-rata.

Nilai Indeks Pencemaran:

0 - 1,0 : baik;

1,1 - 5,0 : tercemar ringan;

5,0 - 10,0 : tercemar sedang

> 10,0 : tercemar berat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Karakteristik Kualitas Air

Karakteristik kualitas air ditentukan dengan membandingkan parameter hasil analisis di laboratorium dengan Baku Mutu Air (BMA) menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Air vs BMA (PP No.82/2001)

PARAMETER	SATUAN	BMA KELAS II (PP 82/2001)	TITIK 1	TITIK 2	TITIK 3
Temperatur	°C	Normal	25	25	25
pH	-	6 - 9	7	7	7,1
DO	mg/l	4	6,1	5,2	5
BOD <sub>5</sub>	mg/l	3	3	3	4
NH <sub>3</sub> -N	mg/l	0,02	0,005	0,01	0,01
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0,06	0,02	0,02	0,03
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	10	0,2	0,2	0,3
Kekeruhan	Skala NTU	-	55	39	39

Hasil analisis tersebut menunjukkan sebagian besar parameter yang diukur tidak melampaui BMA, terdapat satu parameter yang melampaui BMA, yaitu parameter BOD.

#### 1) Temperatur

Temperatur adalah salah satu parameter air yang diukur di lapangan. Temperatur air perlu diukur karena berkaitan dengan proses fisika, kimia dan biologi di lingkungan perairan. Temperatur air pada aliran sungai dapat berubah sepanjang ruang dan waktu. Hasil pengukuran pada 3 Titik sampling adalah 25°C.

Temperatur air antara lain dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan air, musim, garis lintang, elevasi atau ketinggian dari permukaan air laut, sirkulasi udara, penutupan awan, aliran air dan kedalaman air (Kordi, 2009). Temperatur hasil pengukuran tersebut sesuai dengan temperatur optimal untuk kehidupan di perairan, dan sesuai dengan BMA.

## 2) *Keasaman*

Derajat keasaman (pH) air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan biota. Perairan asam akan kurang produktif, bahkan dapat membunuh biota. Pada pH rendah, kandungan oksigen terlarut akan berkurang (Kordi, 2009). Secara umum nilai pH antara 7-9 merupakan indikasi sistem perairan yang sehat. Derajat keasaman atau pH dapat berubah dipengaruhi oleh limbah yang di buang ke sungai, baik limbah organik maupun limbah anorganik (Mahyudin,, dkk, 2015).

Hasil pengukuran pH di Titik 1 adalah 7, di Titik 2 adalah 7, dan di Titik 3 adalah 7,1. Angka tersebut masih memenuhi BMA kelas II. Di Titik 3 terdapat kenaikan nilai pH diduga karena ada peningkatan konsentrasi pencemar.

## 3) *Oksigen Terlarut (DO)*

Konsentrasi oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) dipengaruhi oleh temperatur, tekanan atmosfer, padatan tersuspensi, salinitas dan turbulensi air (Effendi,H., 2004). Konsentrasi DO hasil penelitian pada 3 titik sampling berkisar antara 5 mg/l - 6,1 mg/l. Konsentrasi DO tertinggi 6,1 mg/l berada di Titik 1 di bagian hulu, sedangkan DO terendah ada pada Titik 3 dengan nilai DO 5 mg/l. Penurunan konsentrasi DO tersebut diduga berkaitan dengan peningkatan parameter BOD yang merupakan pencemar organik.

Secara umum konsentrasi DO di 3 Titik tersebut masih memenuhi BMA kelas II yang mempersyaratkan nilai DO minimum 4 mg/l.

## 4) *BOD<sub>5</sub>*

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) didefinisikan sebagai penggunaan oksigen terlarut oleh mikroorganisme untuk mendegradasi material organik di suatu perairan (Wardhana, 2001). Air murni mempunyai nilai BOD<sub>5</sub> sebesar 1 mg/l (Fardiaz, 1992).

Hasil analisis di laboratorium menunjukkan konsentrasi BOD<sub>5</sub> di Titik 1 dan Titik 2 adalah 3 mg/l, sedangkan di Titik 3 adalah 4 mg/l. Konsentrasi BOD<sub>5</sub> di Titik

1 dan Titik 2 memenuhi BMA Kelas II yang mensyaratkan BOD5 maksimal 3 mg/l, sedangkan di Titik 3 konsentrasi BOD5 melebihi BMA. Peningkatan konsentrasi BOD5 tersebut menunjukkan peningkatan konsentrasi pencemar organik di perairan tersebut. Hal ini sejalan dengan peningkatan konsentrasi amoniak bebas, nitrat dan nitrit di perairan tersebut.

#### 5) *Amoniak Bebas (NH<sub>3</sub>-N)*

Amoniak adalah larutan amonia dalam air. biasa ditulis sebagai NH<sub>3</sub>(aq). Senyawa ini berasal dari nitrogen, yang dapat berubah menjadi NH<sub>4</sub> (amonium) pada pH rendah. Amonia dalam air berasal dari urin dan tinja, dan dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air buangan. Amoniak merupakan salah satu parameter pencemaran organik di perairan yang dihasilkan melalui proses dekomposisi bahan-bahan organik oleh mikrobia secara anaerobik (Linsley, 1991).

Hasil analisis laboratorium dari 3 titik sampling adalah di Titik 1 konsentrasi amoniak bebas sebesar 0,005 mg/l, di Titik 2 dan Titik 3 masing-masing sebesar 0,01 mg/l. Konsentrasi tersebut masih berada di bawah ambang BMA yang mensyaratkan maksimum 0,02 mg/l. Terjadinya peningkatan konsentrasi 2 (dua) kali lipat ini menunjukkan makin ke hilir terjadi penambahan pencemar organik.

#### *Nitrit (NO<sub>2</sub>-N)*

Hasil analisis laboratorium menunjukkan konsentrasi nitrit di Titik 1 dan Titik 2 adalah 0,02 mg/l, sedangkan di Titik 3 adalah 0,03 mg/l. Terjadi peningkatan konsentrasi nitrit di Titik 3, tetapi kondisi ini masih di bawah BMA yang mensyaratkan maksimum 0,06 mg/l.

Nitrit di perairan biasanya ditemukan dalam jumlah sedikit karena bersifat tidak stabil. Senyawa nitrit yang terdapat di perairan merupakan hasil reduksi senyawa nitrat atau oksidasi amonia oleh mikroorganisme dan berasal dari hasil ekskresi fitoplankton (Makmur, dkk., 2012).

#### 6) *Nitrat (NO<sub>3</sub>-N)*

Nitrat di perairan merupakan makro nutrien yang dibutuhkan tumbuhan.

Konsentrasi nitrat di perairan dipengaruhi oleh input nitrat ke badan air. Menurut Makmur, dkk.(2012) sumber utama nitrat adalah buangan rumah tangga dan pertanian termasuk kotoran hewan dan manusia.

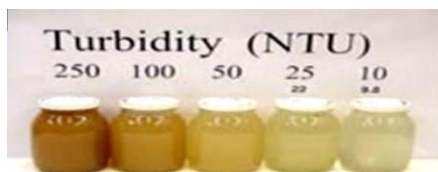
Hasil analisis laboratorium menunjukkan kisaran konsentrasi nitrat di 3 titik sampling adalah 0,2 - 0,3 mg/l. Angka ini masih di bawah ambang batas BMA.

#### 7) *Kekeruhan*

Kekeruhan atau turbiditas dinyatakan dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Kekeruhan menggambarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipantulkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air (Effendi, H., 2003). Berdasarkan PP No. 82/2001 tidak ada syarat tertentu untuk parameter turbiditas.

Peningkatan nilai turbiditas pada perairan dangkal dan jernih sebesar 25 NTU dapat mengurangi 13 – 15 % produktivitas primer. Peningkatan turbiditas sebesar 5 NTU di danau dan sungai dapat mengurangi produktivitas primer berturut-turut sebesar 75 % dan 3 – 13 % (Kordi. K , 2009). Apabila kekeruhan meningkat maka proses fotosintesis akan terhambat sehingga konsentrasi oksigen dalam air (DO) berkurang (Barus, 2001).

Hasil analisis kekeruhan atau turbiditas air di Titik 1 adalah 55 NTU, di Titik 2 adalah 39 NTU dan di Titik 3 adalah 39 NTU. Penurunan nilai turbiditas tersebut diduga karena kecepatan aliran air di Titik 3 yaitu di bendung Walahar lebih rendah, sehingga ada kesempatan bahan-bahan yang terdapat di dalam air mengendap.



Gambar 2. Skala kekeruhan (turbiditas) yang dinyatakan dalam satuan NTU

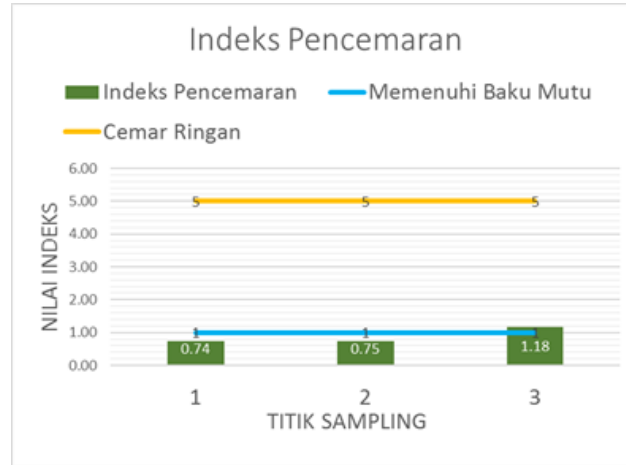
(Sumber: PDAM Gresik)

#### B. *Status Mutu Air*

Indeks Pencemaran (IP) di 3 titik sampling berfluktuasi. Menurut Hasibuan (2013), hal tersebut berkaitan dengan tata guna lahan, aktivitas masyarakat serta jarak Tinjauan eutrofikasi terhadap bangunan irigasi (studi kasus bendung walahar, kabupaten karawang)



pengambilan sampel dari tiap lokasi.



Gambar 3. Indeks Pencemaran (IP)

Dari 3 titik sampling tersebut menunjukkan bahwa di titik 1 dan titik 2, yaitu di sebelah hulu dari bendung Walahar, nilai IP memenuhi BMA, sedangkan di titik 3 yaitu di bendung Walahar nilai IP menunjukkan tercemar ringan. Hasil perhitungan IP seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

### C. Pengaruh Eutrofikasi

Eutrofikasi adalah pencemaran air yang disebabkan oleh konsentrasi nutrisi yang berlebihan di perairan. Menurut (Simbolon A. , 2016) keadaan eutrofikasi yang terlalu lama akan mengganggu kondisi perairan. Konsentrasi N dan P yang tinggi akan menyebabkan peningkatan jumlah jenis dan kelimpahan fitoplankton tertentu dan pertumbuhan tumbuhan air yang terlalu tinggi. Jenis tumbuhan yang melimpah pada perairan yang mengalami eutrofikasi umumnya adalah eceng gondok.

Dari pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa eceng gondok menutupi sekitar 20% dari luas genangan di bendung Walahar. Nitrogen sebagai unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan, keberadaannya di perairan akan memberi nutrisi bagi eceng gondok sehingga dapat tumbuh cepat menutupi permukaan perairan. Menurut Soedarsono, dkk., (2013), nitrat memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan biomassa basah eceng gondok. Pada konsentrasi nitrat 1,467 mg/l terjadi pertumbuhan eceng gondok yang optimum, pada jumlah biomassa basah eceng

gondok 2,87 kg terjadi laju pertumbuhan biomassa sebesar 2,091% kg/hari.

#### *D. Kehilangan Air Akibat Eceng gondok*

Air adalah sumber daya yang sangat penting untuk keperluan pertanian, industri, pembangunan ekonomi, dan keanekaragaman hayati (Laaboudi, dkk, 2012). Bendung Walahar fungsi utamanya adalah membagi debit aliran sungai Citarum untuk irigasi 87.306 ha sawah. Fungsi lain adalah sebagai penyedia air baku PDAM Karawang. Bendung Walahar membentuk area genangan seluas 15 ha, luas permukaan tersebut mempengaruhi evapotranspirasi. Akibat dari evapotranspirasi adalah terjadi kehilangan air.

Menurut Ali dan El-Din Khedr (2018) bahwa rata-rata laju evapotranspirasi oleh eceng gondok adalah 2,3 kali lebih besar daripada penguapan permukaan bebas di area yang sama. Menurut Sasaqi, dkk, (2019) estimasi kehilangan air melalui evapotranspirasi eceng gondok dengan cakupan area lebih dari 20%, di waduk Batujai seluas 890 ha menyebabkan kehilangan air mencapai 8.000 m<sup>3</sup>/hari. Jika mengacu pada angka tersebut, maka di bendung Walahar estimasi kehilangan air akibat penutupan eceng gondok dapat mencapai 134 m<sup>3</sup>/hari

#### *E. Pendangkalan Akibat Eceng gondok*

Eceng gondok dapat menyebabkan pendangkalan di area perairan. Menurut Purnomo, dkk., (2013) area perairan yang tertutup eceng gondok memiliki kedalaman lebih rendah karena terdapat endapan dari sisa-sisa serasah eceng gondok yang jatuh ke dasar perairan. Semakin lama eceng gondok dibiarkan akan semakin menumpuk sisa-sisa serasahnya sehingga menyebabkan pendangkalan pada area tersebut dibandingkan pada area perairan yang tidak tertutup eceng gondok.

Selain itu pada area perairan yang tertutup eceng gondok kekeruhannya lebih rendah dibanding area perairan terbuka, hal ini disebabkan akar-akar eceng gondok dapat menyerap suspended solid (zat padat terlarut). Menurut Effendi (2003), padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Pada hasil uji laboratorium dari 3 titik sampling juga menunjukkan hal yang sama yaitu di Titik 3 yang berada di

bendung Walahar yang ditumbuhi eceng gondok tingkat kekeruhannya lebih rendah (39 NTU) dibanding pada titik 1 (55 NTU) yang berjarak 2 km di sebelah hulu dari bendung Walahar yang merupakan area perairan terbuka.

Pendangkalan pada bendung Walahar akan menurunkan kapasitas tampungan, selain itu juga akan memperpendek umur fungsi bendung. Untuk mencegah hal itu terjadi, PJT II selain melakukan pengangkatan eceng gondok secara rutin dari bendung Walahar, juga perlu melakukan pengendalian pencemaran air untuk meminimalisir terjadinya eutrofikasi.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

##### *4.1 Kesimpulan*

- 1) Kualitas air di bagian hulu bendung Walahar, yaitu di Titik 1 dan Titik 2, masih memenuhi BMA. Hanya di Titik 3 yaitu di bendung Walahar angka Indeks Pencemaran menunjukkan tercemar ringan.
- 2) Pencemaran bahan organik yang terjadi menyebabkan eutrofikasi, yang menyebabkan eceng gondok dapat tumbuh cepat dan menutupi hampir 20% permukaan perairan bendung Walahar.
- 3) Pertumbuhan eceng gondok yang menutupi permukaan perairan akan meningkatkan laju evapotranspirasi sehingga kehilangan air akan lebih besar dibanding di area perairan terbuka tanpa tutupan. Selain itu keberadaan eceng gondok dapat menyebabkan pendangkalan yang akan menurunkan kapasitas tampungan bendung Walahar dan memperpendek umur fungsi bendung.

#### **5. REFERENSI**

- [1] Ali, Y. M., & El-Din Khedr, I. S., Estimation of water losses through evapotranspiration of aquatic weeds in the Nile River (Case study: Rosetta Branch). *Water Science*, 32(2), 259–275, 2018.
- [2] Barus, T., Pengantar Limnologi: Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Medan: Program Studi Biologi USU, 2001.
- [3] Bukit, N.T dan Yusuf, I.A., Beban pencemaran limbah industri dan status kualitas air sungai Citarum. *J Teknol. Lingkungan* 3., 98-106, 2002.
- [4] Effendi, H., Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius, 2003.

- [5] Fardiaz, S., Polusi Air dan Udara. Yogyakarta: Kanisius, 1992.
- [6] Hasibuan, H., Kajian Kualitas Air dan Simulasi Transpor Kromium (Cr) di Perairan Terbuka (Studi Kasus Air Sungai Deli Serdang, Medan.). Bandung: Tesis, Program Studi Teknik Lingkungan, ITB, 2013.
- [7] Kordi, K. M., Budi Daya Perairan. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti, 2009.
- [8] Laaboudi, A., Mouhouche, B., & Draoui, B., Neural network approach to reference evapotranspiration modeling from limited climatic data in arid regions. *International Journal of Biometeorology*, 56(5), 831–841, 2012.
- [9] Linsley, Teknik Sumberdaya Air. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1991.
- [10] Mahyudin,, Soemarno dan Tri Budi Prayogo, Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *J PAL*, Vol. 6, No.2, ISSN: 2087-3522, 2015.
- [11] Makmur M, Haryoto K, Setyo SM dan Djarot SW., Pengaruh limbah organik dan rasio N/P terhadap kelimpahan fitoplankton di kawasan budidaya kerang hijau Cilincing. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 15 (2), 51-64, 2012
- [12] Marganingrum, D. Dwi Roosmini, Pradono dan Arwin Sabar, Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemaran (Studi Kasus DAS Citarum Hulu). Marganingrum, D. Dwi Roosmini, Pradono dan Arwin Sabar., Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai MRis Geo Tam Vol 23 No.1 Juni 2013.
- [13] Purnomo, WP, P.Soedarsono dan MN Putri., Profil Vertikal Bahan Organik Dasat Perairan dengan Latar Belakang Pemanfaatan Berbeda di Rawa Pening. *Journal of management of Aquatic Resources Volume 2*, Nomor 3, 27-36, 2013.
- [14] Rustadi, Eutrophication by Nitrogen and Phosphorous and Its Control Using Fisheries in Sermo Reservoir. *J. MANUSIA DAN LINGKUNGAN*, Vol. 16, No.3, 176-186, November 2009.
- [15] Sasaqi, D, Pranoto and Setyono, P., Estimation of Water Losses Through Evapotranspiration of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 34(1), 86-100, 2019.
- [16] Simbolon, A., Pencemaran Bahan Organik dan Eutrofikasi di Perairan Citius Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life Volume 3 Nomor 2*, 109-112, Juli 2016.
- [17] Simbolon, A., Pencemaran Bahan Organik dan Eutrofikasi di Perairan Cituis Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life Volume 3 Nomor 2*, Juli 2016.
- [18] Soedarsono, P., Sulardiono, B., dan Bakhtiar, R., Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfat Terhadap Pertumbuhan Biomassa Basah Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) yang Berbeda Lokasi di Perairan Rawa Pening, Ambarawa,

- Kabupaten Semarang. *Journal of Management of Aquatic Resources* Volume 2, Nomor 2, 66-72, 2013.
- [19] Suharyanto dan J.Matsushita., A preliminary assessment towards integrated BBWQM through priority analysis in the UCR Basin, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences* 4 (2011) 331–335.
- [20] Wardhana, W., *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Edisi III. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2001.