

ANALISIS STATUS TROFIK PERAIRAN WADUK JATIBARANG DENGAN MENGGUNAKAN DATA CITRA SATELIT SENTINEL-2A

Analysis of the Trophic Status of Jatibarang Reservoir Waters Using Sentinel-2A Satellite Image Data

Rajib Jaka Dwinta Chandra, Churun Ain, Sigit Febrianto, Siti Rudiyananti dan Frida Purwanti
Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Sumberdaya Akuatik
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +62247474698
Email : rajibjaka30@gmail.com

Diserahkan tanggal 30 September 2019, Diterima tanggal 25 Maret 2020

ABSTRAK

Waduk Jatibarang yang berlokasi di Kelurahan Kandri, Kota Semarang memiliki potensi perikanan. Kondisi pemantauan kualitas air dapat diketahui dengan berbagai cara salah satunya yaitu dengan analisis status trofik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui gambaran spasial parameter kualitas air diantaranya kecerahan, fosfor dan klorofil-a serta sebaran status trofik di Waduk Jatibarang. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, data citra Satelit Sentinel-2A pada rekaman tanggal 04 Maret 2019 untuk menentukan status trofik dengan pengolahan menggunakan aplikasi ErMapper serta algoritma kecerahan, total fosfor, dan klorofil-a. Pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 26 Maret 2019 sebagai uji akurasi. Pengambilan data lapangan dilakukan di 7 stasiun 3 kali pengulangan dengan waktu pagi siang dan malam. Analisa akurasi data dilakukan dengan pendekatan standart error (SE) sedangkan status trofik dengan Metode Indeks Carlson. Hasil yang diperoleh untuk uji akurasi (SE) setiap variabel yaitu : kecerahan 0,163, total fosfor 0,882 dan klorofil-a 1,011, nilai kecerahan berkisar antara 0,4 – 1 meter, nilai total fosfor berkisar antara 0,01 – 0,2 µg/l dan nilai klorofil-a berkisar antara 0,1 – 1,2 µg/l. Nilai status trofik Carlson Waduk Jatibarang berdasarkan pengolahan data satelit sentinel 2A berkisar 48,46 – 59,58 dan nilai TSI tertinggi berada pada titik 4 pada inlet Waduk Jatibarang. Secara keseluruhan tingkat kesuburan waduk Jatibarang termasuk kedalam mesotrofik sampai eutrofik ringan.

Kata kunci: Status trofik; citra sentinel-2A; indeks carlson; kualitas air

ABSTRACT

Jatibarang Reservoir, located in the Kandri village, Semarang City has potential for fisheries. The monitoring of water quality can be known in various ways one of which is by the trophic status analysis. The purpose of this study were to know the water quality parameters including brightness, phosphorus and chlorophyll-a and to determine the distribution of trophic status in the Jatibarang Reservoir. This research uses descriptive method, with Sentinel-2A Satellite imagery data recorded on March 4, 2019 to determine trophic status by processing using the ErMapper application as well as the brightness, total phosphorus, and chlorophyll-a algorithms. Field data collected on March 26, 2019 as an accuracy test. Field data retrieval was done at 7 stations and with 3 repetitions in the morning afternoon and evening time. Data accuracy analysis was done by standard error (SE) while trophic status by Carlson Index Method. The results obtained for testing the accuracy (SE) of each variable were: brightness 0.163, total phosphorus 0.882 and chlorophyll-a 1.011, brightness ranged from 0.4-1 meters, total phosphorus ranged between 0.01 - 0.2 µg / l and chlorophyll-a ranged from 0.1 - 1.2 µg / l. The Carlson Trophic Jatibarang trophic status value ranges from 48.46 - 59.58, the trophic level includes mesotrophic to mild eutrophic.

Keywords: Trophic status; sentinel-2A image; carlson index; water quality

PENDAHULUAN

Waduk merupakan tempat pada permukaan tanah yang digunakan untuk menampung air saat terjadi kelebihan air/ musim penghujan sehingga air itu dapat dimanfaatkan pada musim kering. Sumber air waduk terutama berasal dari aliran permukaan ditambah dengan air hujan langsung. Pemanfaatan waduk dapat digunakan antara lain kelebihan air yang terjadi dapat ditampung waduk sebagai, pembangkit listrik tenaga air, penyediaan air baku untuk bahan baku air minum dan rumah tangga (Kartini dan Permana, 2016).

Waduk Jatibarang mulai beroperasi pada tanggal tanggal 11 Mei 2015 dengan daya tampung air sebesar

20,4 juta m³. Waduk Jatibarang ditetapkan sebagai kawasan strategis daya dukung lingkungan hidup, dengan fungsi utama sebagai pengendali limpasan air ke kawasan dibawahnya dan pengembangan wisata. Salah satu upaya untuk mempertahankan fungsi tersebut, diantara dengan melakukan pengelolaan kualitas perairan (Gunanto et al. 2017).

Status trofik perairan dapat diindikasikan oleh produktivitas primer perairan yang berhubungan sangat erat dengan kandungan klorofil. Menurut Faizin (2018) Secara keseluruhan status kesuburan perairan di Waduk Jatibarang pada tingkat eutrofik ringan. Tingkat trofik yang demikian masih mendukung kehidupan organisme

air. Menurut Soeprbowati dan Suedy, (2010) proses pengkayaan perairan terutama berupa nitrogen dan fosfor yang menyebabkan pertumbuhan tidak terkontrol dari tumbuhan air yang dikenal dengan istilah blooming. Terjadinya blooming dapat disebabkan oleh tingginya kesuburan di perairan sehingga diperlukan adanya monitoring tentang kualitas air sebagai antisipasi adanya eutrofikasi atau pengkayaan unsur hara yang menjadi salah satu masalah utama waduk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter kualitas air diantaranya nilai kecerahan, konsentrasi fosfor dan konsentrasi klorofil-a serta gambaran spasial setiap variabel. Mengetahui status trofik perairan dan sebarannya di Waduk Jatibarang.

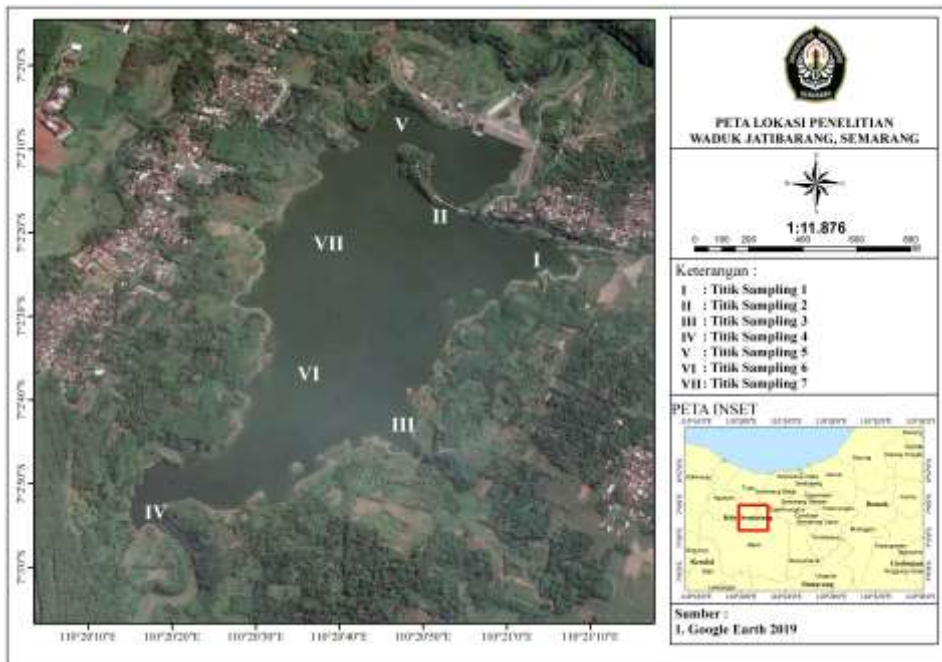
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif. Penentuan lokasi sampling menggunakan teknik *purposive sampling*, dimana penentuan lokasi pengambilan sampel dengan mempertimbangkan adanya perbedaan karakteristik di perairan. Pertimbangan pengambilan titik berdasarkan

bagian waduk yang dianggap dapat mewakili seluruh perairan bagian lokasi antara lain *inlet*, *outlet*, dan tengah. Pengambilan sampel dilakukan pada 7 titik stasiun (Gambar 1), selanjutnya dilakukan analisa di laboratorium.

Tabel 2. Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel Lapangan

Titi Lokasi Sampling	Koordinat		Wilayah
	Lintang Selatan	Bujur Timur	
Titik 1	07 0' 25.6"	110 21' 04,4"	Dermaga perahu
Titik 2	07 02' 28.2"	110 21' 00.7"	Jembatan Wisata kreo
Titik 3	07 02' 44.4"	110 20' 49.2"	Inlet Kali Kecebong
Titik 4	07 02' 54.8"	110 20' 23.5"	Inlet Sungai Kreo
Titik 5	07 02' 49.9"	110 20' 28.4"	Outlet
Titik 6	07 02' 34.0"	110 20' 45.7"	Tengah Waduk
Titik 7	07 02' 20.3"	110 20' 39.0"	Tengah Waduk



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air

Metode yang digunakan untuk pengukuran kandungan total fosfor dapat dilakukan dengan melakukan konversi dengan kandungan fosfat yang diukur. Menurut Oram (2019) dalam Kochary et al. (2017) bahwa rumus konversi fosfat menjadi total fosfor adalah sebagai berikut

$$\text{Total P} = \text{PO}_4 \times 0.3262 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana nilai 0,3262 sama dengan 1 mg/l fosfat, nilai tersebut berdasarkan berat molekul dalam kandungan fosfat (PO₄) dibagi dengan berat molekul fosfor (P). Analisa kandungan fosfat dengan metode *Hach Programme* dengan cara air sampel yang sudah disaring diambil 10 ml, dimasukkan ke *testube* dan di tambahkan

Phos ver 3 lalu digojok dan didiamkan. Setelah itu di pindahkan ke *cuvet* dan dimasukkan kedalam spektrofotometer dengan panjang gelombang 460p. Nilai absorbansi dimasukkan ke dalam rumus berikut (Arizuna et al. 2014):

$$X = \frac{(y - 0.0188)}{0.2548} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Pengambilan sampel klorofil dengan mengambil air sampel sebanyak 1500ml lalu dianalisa di laboratorium dengan menyaring air sampel, kertas saring dimasukan ke dalam tabung reaksi dengan ditambahkan aseton, disimpan kedalam *refrigerator* pada suhu 4° C selama 24 jam, sampel dimasukan di *Centrifuge*, dan dimasukan ke

spektrofotometer dan dilakukan perhitungan klorofil-a yaitu:

$$\text{Klorofil-a} = Ca \times Va \times V \times d \dots\dots\dots (3)$$

Dimana : Ca = (11,85 x E664) – (1,54 x E647) – (0,08 x E630); Va = Volum aseton (15 ml); V =Volum sampel air yang disaring (1500 ml); d = Diameter cuvet (10 mm).

Pengolahan data citra Satelit Sentinel dengan melakukan beberapa tahap antara lain :

a. Penggabungan Citra

Penggabungan citra dilakukan pada awal proses pengolahan data citra satelit dengan cara menggabungkan tiap *pixel* atau *band-band* yang digunakan, sehingga data citra telah menjadi satu file yang akan diolah di *software* ER Mapper 7.0. pada satelit Sentinel-2A memiliki 13 band antara lain *band* 1 sampai *band* 13. Dimana masing-masing band tersebut memiliki warna, sifat dan karakteristik yang berbeda.

b. Cropping Citra

Cropping citra merupakan langkah awal untuk melakukan pengolahan citra dengan memotong citra sesuai dengan batas daerah yang dilakukan penelitian. Pemotongan citra dilakukan untuk memfokuskan penelitian sesuai daerah yang di teliti. Data citra satu perekaman mencakup sebagian besar daerah Jawa Tengah dan laut utara Jawa Tengah. Pemotongan citra dilakukan berfokus pada daerah di sekitar Waduk Jatibarang.

c. Penajaman Citra (*Red Green Blue*)

Penajaman citra digunakan pada citra yang diolah agar objek yang di teliti akan lebih jelas sehingga lebih informatif. Kenampakan citra yang sebelumnya kurang jelas setelah dilakukan penajaman citra maka kenampakan objek pada citra lebih mudah untuk dibedakan maka informasi yang ditampilkan dan data yang di dapat akan lebih mudah diinterpretasi.

d. Algoritma Citra

Algoritma klorofil yang digunakan penelitian ini merupakan algoritma Pentury (1997). Persamaan model algoritma dari Pentury (1997) :

$$\text{chl} - a = 0,067 - \frac{\lambda_{\text{hijau}}}{\lambda_{\text{biru}}} + 0,126 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan: λ hijau adalah nilai reflektansi pada panjang gelombang hijau; λ biru adalah nilai reflektansi pada panjang gelombang biru.

Algoritma kejernihan air yang digunakan dalam regresi adalah logaritma Chipman *et al.* (2004) dalam jurnal Li dan Li, (2004) yang menggunakan 2 prediksi algoritma yaitu B2/B4 dan B2 dengan B2/B4.

$$\text{Kecerahan} = -3,307 + 2,183 X \dots\dots\dots(5)$$

Dimana : Y merupakan nilai kecerahan dan X merupakan B2/B4

Total fosfor yang digunakan transformasi logaritma yang mengacu pada Wu *et al.* (2009) Regresi yang diuji adalah regresi linear berganda karena melibatkan 3 prediktor band citra satelit, dengan persamaan :

$$\text{Fosfor} = -1,607 + 30,556 X1 - 0,856 X2 -1,777 X3 \dots (6)$$

Dimana : X1 adalah B2, X2 adalah B2/B4, dan X3 adalah B4/B3.

Analisis Data

Uji akurasi dilakukan untuk mengukur keakuratan data citra dalam mempresentasikan data lapangan. Uji akurasi menggunakan Estimasi standart error merupakan metode yang digunakan dalam pengukuran prediksi akurasi dari dua data. uji akurasi (SE) dilakukan pada setiap parameter yang diukur dalam analisis status trofik yaitu konsentrasi klorofil-a, kandungan total fosfor, dan kecerahan (kejernihan air) Algoritma yang digunakan dalam uji akurasi (SE) data citra dengan data lapangan menurut Margaretha *et al.* (2013) adalah sebagai berikut :

$$\delta_{\text{est}} = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y^1)^2}{N-2}} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana : δest = Standart error of the estimate; Y = Data pengukuran lapangan; Y1 = Data citra; N = Banyaknya sampel

Analisis kesuburan perairan dengan menggunakan metode Carlson. Perhitungan Carlson’s Trophic State Index (CTSI) atau TSI Carlson adalah sebagai berikut (El-Serehy *et al.* 2018):

$$\text{(CTSI)} = \frac{\text{TSI (SD)} + \text{TSI (TP)} + \text{TSI (CA)}}{3} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana: TSI (SD) = 60 - 14,41 Ln *Secchi depth* (meter); TSI (TP) = 14,42 Ln *Total Phosporus* (µg/L) +4,15; TSI (CA) = 9,81 Ln *Chlorophyll-a* (µg/L) + 30,6.

Klasifikasi tingkat kesuburan perairan berdasarkan TSI Carlson 1997 tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Tingkat Trofik

Rata-rata TSI	Status Trofik
>30	Oligotrofik
30-40	Oligotrofik
40-50	Mesotrofik
50-60	Eutrofik Ringan
60-70	Eutrofik Sedang
70-80	Eutrofik Berat
>80	Hipereutrofik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini dilakukan di wilayah Waduk Jatibarang, Kelurahan Kandri, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Kecamatan Gunung Pati merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kota Semarang. Secara geografis Kecamatan Gunung Pati terletak diantara 70 1’ 3” – 70 6’ 54” LS dan 110 20’ 21” – 110 24’ 22” BT. Waduk Jatibarang dibangun pada tahun 2010 dan mulai dioperasikan pada bulan Januari 2015. Waduk Jatibarang terletak pada Sungai Kreo, sub DAS dari DAS Garang. Luas Waduk Jatibarang waktu pertamakali dibangun dengan daerah tangkapan 53 km², luas waduk 189 Ha, muka air maksimum 155,30 m, muka air normal 149,30 m

dan muka air terendah 136 m. Waduk Jatibarang mempunyai volume tampungan 20.400.400 m³, volume efektif 13.600.000 m³, kapasitas pengendalian banjir 2.700.000 m³, kapasitas sedimen 6.800.00 m³, debit rata-rata 2,9 m³/dt dan waktu pengisian waduk 1 musim hujan (Alam *et al.* 2016). Waduk jatibarang juga dimanfaatkan oleh pemerintah Kota Semarang sebagai pengendali banjir yang mengalir ke Kota Semarang yang melewati DAS Garang, pengendalian banjir dengan dibangunnya Waduk Jatibarang bertujuan untuk mengurangi debit air yang akan mengalir ke DAS Garang dan menuju ke Sungai Banjir Kanal Barat. Selain digunakan untuk pengendalian banjir Kota Semarang, Waduk Jatibarang digunakan untuk pembangkit listrik, penyedia air bersih yang diolah oleh PDAM Kota Semarang dan sebagai wisata alam. Menurut Alam *et al.* (2016) bahwa Waduk Jatibarang juga dimanfaatkan untuk pengendalian banjir dengan menampung banjir 170 m³/detik, penyediaan air baku sebesar 1050 liter/detik, digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik tenaga mikro hidro 1,5 MW, dan sebagai proyek wisata.

Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air parameter kecerahan dari data lapangan dan data citra satelit Sentinel-2A disajikan pada Tabel 3. Hasil pengukuran kecerahan dengan menggunakan alat *sechhi disk* di tiap lokasi berkisar antara 0,52 – 0,69 m. Nilai kecerahan tertinggi berada pada stasiun 5 yang berada di dekat outlet dengan nilai kecerahan sebesar 0,69 m, nilai kecerahan terendah berada pada stasiun 4 yang berada di inlet Waduk dari Sungai Kreo yang mempunyai nilai sebesar 0,52 m. Rata-rata kecerahan dari hasil sampling lapangan adalah sebesar 0,59 m. Uji akurasi (SE) dilakukan dengan menggunakan 7 stasiun data lapangan dan data citra satelit dengan koordinat yang sama. Nilai akurasi data kecerahan citra terhadap data lapangan adalah sebesar 0,163.

Tabel 3. Nilai Kecerahan Lapangan dan Citra Sentinel

Stasiun	Kecerahan (m)	
	Lapangan	Citra Sentinel
1	0,54 m	0,7 m
2	0,61 m	0,72 m
3	0,55 m	0,71 m
4	0,52 m	0,64 m
5	0,69 m	0,76 m
6	0,63 m	0,8 m
7	0,58 m	0,73 m

Hasil pengolahan citra Sentinel-2A didapatkan bahwa sebaran kecerahan di lokasi penelitan cukup bervariasi. Nilai kecerahan di Waduk Jatibarang berdasarkan Citra Satelit Sentinel-2A berkisar antara 0,4 – 1 meter. Nilai kecerahan di lokasi di dominasi oleh warna kuning muda dan kuning tua yang berarti nilai kecerahan berkisar antara 0,6 - 0,8 meter, nilai kecerahan tertinggi di tunjukan oleh warna merah berkisar antara 0,8 – 1 meter yang tersebar di dekat inlet dan tengah Waduk Jatibarang. Hasil pengukuran kualitas air parameter total fosfor dari data lapangan dan data citra satelit Sentinel-2A disajikan pada Tabel 4.

Hasil pengukuran fosfat di Waduk Jatibarang dilakukan di 7 stasiun lalu dikonversi menjadi total fosfat

seperti pada Tabel 4. Nilai total fosfor berdasarkan hasil sampling lapangan berkisar 0,661- 1,020 µg/l. Stasiun dengan nilai fosfat paling tinggi berada pada stasiun 7 dengan nilai fosfat sebesar 1,020 µg/l sedangkan nilai paling rendah terdapat pada stasiun 3 dengan nilai fosfat sebesar 0,661 µg/l. Rata – rata nilai fosfor di Waduk Jatibarang dari hasil sampling lapangan adalah 0,872 µg/l. Nilai akurasi data total fosfor citra terhadap data lapangan adalah sebesar 0,882.

Tabel 4. Nilai Total Fosfor Lapangan dan Citra Satelit Sentinel

Stasiun	Total Fosfor (µg/l)		
	Fosfat (µg/l)	Lapangan	Citra Sentinel
1	2,698	0,880	0,069
2	2,900	0,946	0,116
3	2,027	0,661	0,041
4	2,781	0,907	0,282
5	2,925	0,954	0,122
6	2,246	0,733	0,098
7	3,125	1,020	0,199

Sebaran fosfor di perairan Waduk Jatibarang pada tanggal 04 April 2019 dengan menggunakan Citra Sentinel-2 dapat diketahui di Gambar 3. Hasil pengolahan citra Sentinel-2A didapatkan bahwa sebaran fosfor di lokasi penelitian menunjukan nilai fosfor berkisar antara 0,01 – 0,2 µg/l. Sebaran fosfor didominasi oleh warna kuning dan hijau yang menunjukan nilai fosfor berkisar 0,03 – 0,15 µg/l, nilai fosfor tertinggi dilokasi penelitian di tunjukan warna merah berada pada sebelah selatan waduk dan sisi barat dari waduk. Sebelah selatan waduk merupakan daerah inlet dari Sungai Kreo. Hasil pengukuran kualitas air parameter klorofil-a dari data lapangan dan data citra satelit Sentinel-2A disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Klorofil-a Lapangan dan Citra Satelit Sentinel

Stasiun	Klorofil (µg/L)	
	Lapangan	Citra Sentinel
1	1,42	0,71
2	1,04	0,5
3	1,77	0,45
4	1,55	0,68
5	1,55	0,94
6	0,89	0,55
7	1,57	0,43

Berdasarkan hasil pengukuran klorofil- a di lokasi titik sampling diketahui bahwa konsentrasi klorofil berkisar antara 0,891 – 1,774 µg/L Nilai konsentrasi klorofil paling tinggi berada di stasiun 3 dengan nilai sebesar 1,774 µg/L sedangkan nilai paling rendah ada pada stasiun 6 dengan nilai sebesar 0,891 µg/L. Rata rata konsentrasi klorofil- a adalah sebesar 1,43 µg/L. Nilai akurasi data total fosfor citra terhadap data lapangan adalah sebesar 1,011.

Berdasarkan nilai konstansi klorofil di tiap titik sampling yang sama dengan titik sampling insitu, titik

dengan konsentrasi klorofil- a paling tinggi berada pada stasiun 5 yaitu dengan nilai sebesar 0,94 µg/L yang berlokasi di dekat dengan outlet sedangkan nilai dengan konsentrasi paling rendah bertempat pada stasiun 7 dengan nilai sebesar 0,43 µg/L yang berlokasi di tengah Waduk Jatibarang.

Hasil Analisis Data

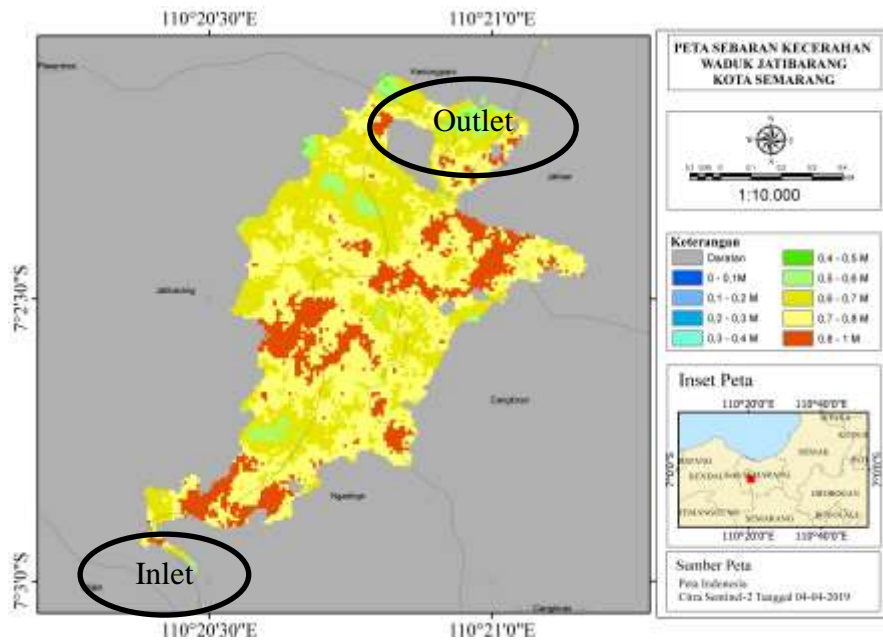
Hasil analisis nilai trofik perairan Waduk Jatibarang di setiap titik di sajikan dalam Tabel 6. Nilai trofik kecerahan, total fosfor dan klorofil-a di setiap titik bervariasi. Nilai TSI kecerahan berkisar antara 63,22 – 65,14 dengan nilai tertinggi pada stasiun 1 yaitu 65,14, nilai TSI total fosfor berkisar 57,70 – 85,51 dengan nilai tertinggi pada stasiun 4 yaitu 85,51 dan nilai TSI klorofil-a berkisar antara 22,32 – 29,99 dengan nilai tertinggi di stasiun 4 dan terendah di stasiun 7. Nilai CTSI Waduk Jatibarang berkisar 44,89 – 56,02 nilai tertinggi berada

pada stasiun 4 dan terendah berada di stasiun 3. Rata rata CTSI Waduk Jatibarang yaitu 54,09.

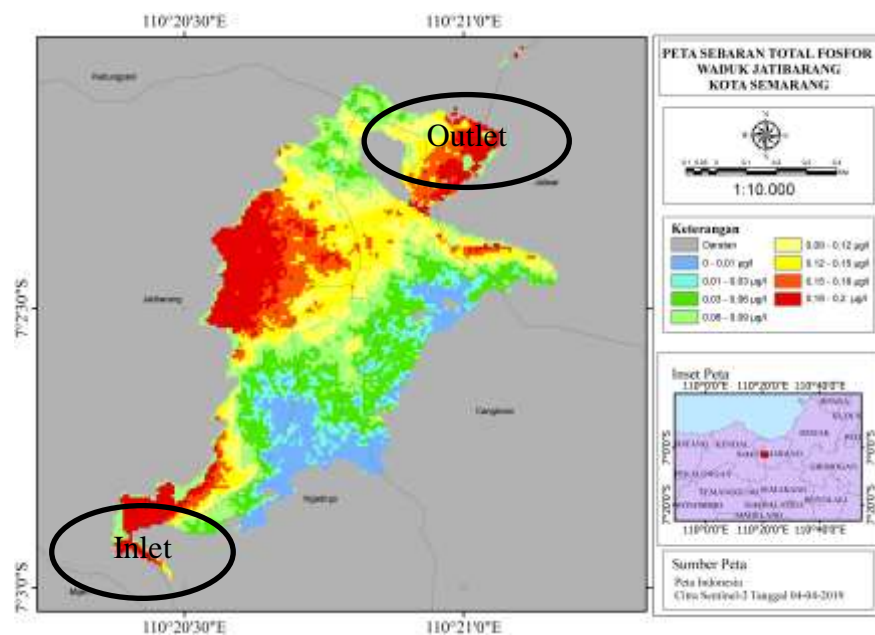
Tabel 6. Nilai Status Indeks Carlson Waduk Jatibarang

Stasiun	TSI-SD	TSI-TP	TSI-Chl	CTSI
1	65,14	65,21	27,24	52,52
2	64,73	72,70	23,80	53,74
3	64,94	57,70	22,77	48,46
4	66,43	85,51	26,82	59,58
5	63,95	73,42	29,99	55,79
6	63,22	70,27	24,74	52,73
7	64,53	80,48	22,32	55,77

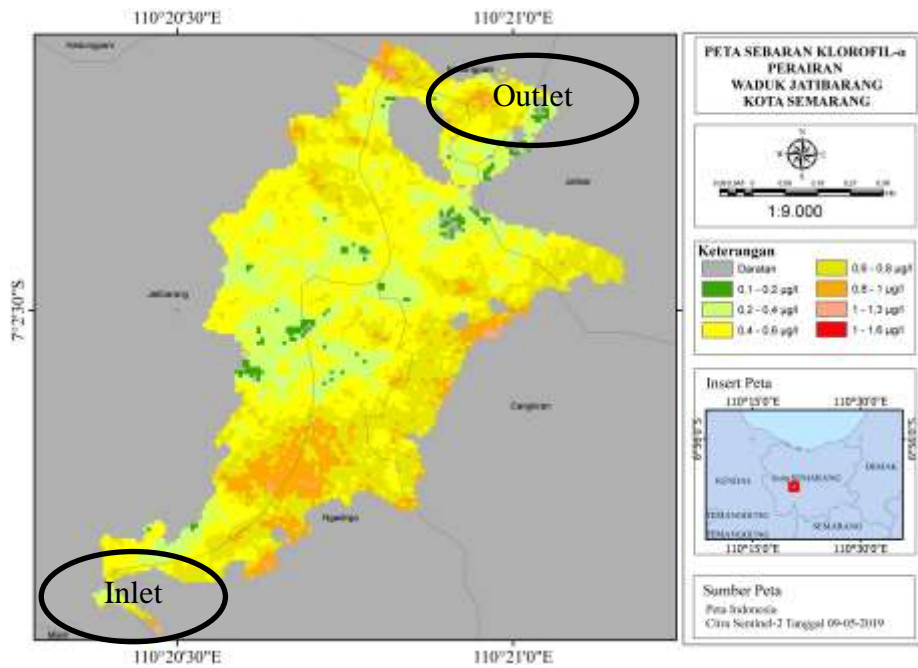
Konsentrasi trofik ditampilkan di Gambar 5. Bahwa nilai tertinggi ditunjukkan warna merah tua dengan nilai 56 – 59 yang berada pada bagian inlet dari waduk. Sedangkan warna biru menunjukkan nilai yang cukup rendah yaitu berkisar antara 45 – 47.



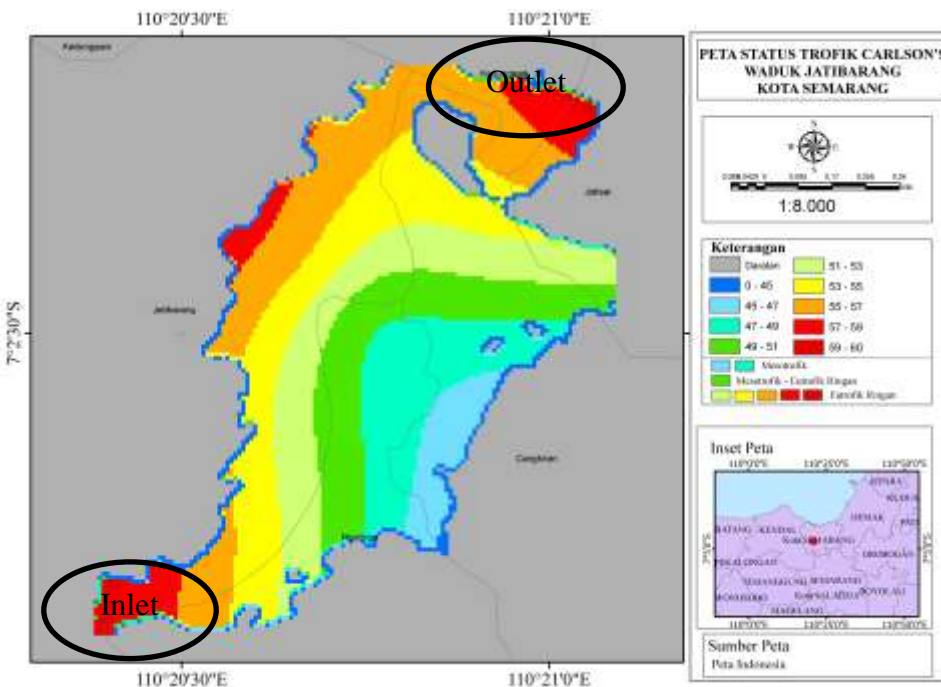
Gambar 2. Peta Sebaran Kecerahan Data Citra Sentinel



Gambar 3. Peta Sebaran Fosfor Data Citra Sentinel



Gambar 4. Peta Sebaran Klorofil-a Data Citra Sentinel



Gambar 5. Peta Status Trofik Waduk Jatibarang

Pembahasan

Hasil perhitungan estimasi standart eror untuk data kecerahan menunjukkan nilai kesalahan yang dihasilkan, nilai *standart error* kecerahan 0,163. Nilai *standart error* pada total fosfor sebesar 0,882. Nilai ini menunjukkan nilai kesalahan yang ditampilkan dalam pengolahan lebih besar daripada nilai *standart error* dari kecerahan. Nilai estimasi *standart error* untuk klorofil-a yaitu 1,011. Menurut Laksitaningrum *et al.*, (2017) bahwa nilai *standart error* mengikuti satuan yang berasal dari parameter tersebut. Semakin kecil nilai *standart error* maka akan semakin kecil pergeseran nilai yang ditampilkan. Nilai *standart error* Waduk Gajah Mungkur kejernihan adalah 0,146 m. Nilai standart eror total fosfor adalah 54,154 mg/m³. Nilai *standart error* klorofil-a adalah 3,260 mg/m³. Berdasarkan uji akurasi (SE) pemetaan tersebut maka citra Landsat 8

OLI baik digunakan untuk kajian status trofik, khususnya parameter kejernihan air.

Hasil pengolahan data citra satelit Sentinel-2A menunjukkan bahwa kecerahan di Waduk Jatibarang pada bagian warna merah menandakan bahwa kecerahan di lokasi tersebut tertinggi dengan kisaran kecerahan sebesar 0,8 – 1 m. Kecerahan yang tinggi di lokasi ditunjukan berwarna merah pada Gambar 2. Kecerahan TSI di Waduk Jatibarang dari 7 stasiun yang diamati nilai TSI kecerahan cukup tinggi berkisar 60 – 70. Menurut Trisakti *et al.* (2014), bahwa nilai TSI kejernihan air di Waduk Gajah Mungkur didominasi dengan kisaran nilai 50 – 70. Pola kecerahan perairan berbanding terbalik dengan pola bahan tersuspensi. Kecerahan Perairan cukup tinggi terdapat pada bagian atas perairan danau yang tingkat konsentrasi bahan tersuspensi yang rendah.

Pengolahan citra satelit Sentinel-2A bahwa nilai fosfor bervariasi dengan kisaran antara 0,01 – 0,2 µg/l. Nilai yang tinggi dikarenakan fosfor berasal dari daratan yang masuk kedalam aliran air atau sungai lalu menuju ke Waduk Jatibarang. Nilai TSI fosfor di Waduk jatibarang menunjukkan bahwa nilai sedang, variasi nilai TSI total fosfor pada stasiun yang dijadikan pengamatan berkisar 57,70 – 85,51. Menurut Utomo *et al.* (2011) kandungan *total phosphor* di Waduk Gajah Mungkur pada kedalaman antara 0–5 m berkisar antara 9,8 –273 (µg/L) dengan nilai rata rata 48,3 µg/L, mesotrofik (kesuburan sedang) bila kandungan *phosphor total* antara 10 – 35 µg/L.

Sebaran serta kandungan klorofil di Waduk Jatibarang ditampilkan dalam Gambar 4. Bahwa warna oranye menunjukkan bahwa kandungan klorofil di area tersebut cukup tinggi berkisar 0,9-1,2 µg/l sedangkan pada area warna hijau cukup rendah berkisar antara kurang dari 0,1 – 0,3 µg/l. Hal ini disebabkan oleh di area tersebut dekat dengan dengan inlet waduk dari Sungai Kreo, air yang masuk ke dalam Waduk yang berasal dari Sungai Kreo membawa nutrisi. Menurut Permanasari *et al.* (2017) yaitu hasil pengukuran klorofil-a pada waduk Wonorejo ini nilai tertinggi yaitu 16,1 mg/m³ yang berada di *inlet* Waduk Wonorejo, Sedangkan untuk nilai terendah terdapat pada stasiun dua minggu ke 2 yaitu 2,76 mg/m³ yang berada di *outlet* waduk.

Status trofik (TSI) perairan Waduk Jatibarang yang didasarkan pada hasil pengukuran kecerahan perairan, kandungan fosfor dan kandungan klorofil-a dapat dilihat pada tabel 10. Nilai – nilai indeks status trofik (TSI) pada semua stasiun yang telah diamati menunjukkan bahwa nilai TSI berkisar antara 48 – 59. Nilai TSI pada masing masing stasiun lokasi menunjukkan nilai yang tidak terlalu ada perbedaan yang signifikan, secara umum perairan Waduk Jatibarang termasuk kedalam kondisi perairan mesotrofik dan eutrofik ringan. Nilai TSI yang cukup tinggi ditunjukkan pada Tabel 6. di stasiun 4 yang berada di daerah inlet Waduk jatibarang. Inlet Waduk jatibarang berasal dari Sungai Kreo yang membawa unsur hara yang berasal dari tanah, limbah rumah tangga dan hasil limbah pertanian, tingginya nilai TSI di lokasi ini disebabkan oleh tingginya nilai fosfor yang ada di dalam perairan inlet tersebut. Menurut Indrayani *et al.* (2015) kandungan P-total dalam kolom air sangat dipengaruhi oleh partikel yang berasal dari daratan, konsentrasi fosfor tertinggi pada lokasi inlet yaitu 0,044 mg/l. Menurut Brahmana dan Firdaus. (2012) status Trofik Waduk Riam Kanan adalah *mesotrofik* menuju *eutrofik* atau dengan kata lain perairan kesuburan sedang menuju subur; sedangkan bila dievaluasi dengan menggunakan parameter transparansi dan kadar klorofil.

KESIMPULAN

Kualitas air di Waduk Jatibarang berdasarkan data Satelit Sentinel-2A yaitu : kecerahan berkisar 0,4 – 1 m, Nilai total fosfor berkisar 2 – 8 µg/l, dan nilai klorofil-a yaitu berkisar 0,2 – 1 µg/l. Berdasarkan peta sebaran kecerahan didominasi oleh nilai 0,6-0,8 m, total fosfor didominasi oleh nilai 0,03 – 0,15 µg/l, dan klorofil didominasi oleh nilai 0,4-0,6 µg/l. Distribusi status trofik Waduk jatibarang berdasarkan metode TSI Carlson memiliki rentang nilai indeks 48,46 – 59,58. Secara umum

perairan Waduk Jatibarang termasuk kedalam kondisi perairan mesotrofik - eutrofik ringan. Distribusi terbesar sebaran status trofik Waduk Jatibarang berdasarkan Carlson's Trophic State Index (TSI) didominasi oleh nilai 51-55 dengan status eutrofik ringan. Kondisi status trofik Waduk Jatibarang dapat membahayakan kehidupan makluk lain jika meningkat.

Hasil pemetaan identifikasi status trofik Waduk Jatibarang dapat dikatakan baik dalam akurasi parameter kecerahan, total fosfor dan klorofil-a. Berdasarkan uji akurasi pemetaan maka Citra Sentinel-2A paling baik digunakan untuk kajian status trofik, khususnya parameter kecerahan karena mempunyai nilai *standard error* paling rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan dalam memberikan semangat, kritik, dan saran untuk terselesaikannya penelitian ini serta proyek hibah penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Nomor 79/UN7.5.10./HK/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, O. T. Y., A. Sarminingsih. dan W. D. Nugraha. 2016. Pengaruh Waduk Jatibarang Terhadap Kualitas Air Sungai garang di Intake PDAM Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5(2) : 1 – 9.
- Arizona, M., D. Suprpto, dan M. R. Muskananfolo. 2014. Kandungan Nitrat dan Fosfat Dalam Air Pori Sedimen di Sungai dan Muara Sungai Wedung Demak. *Journal of Maquares*. 3(1) : 7 – 16.
- Carlson, R.E. 1977. A Trophic State Index For Lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22 (2), 361– 369. <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.2.0361>
- Chipman, J.W., T. M. Lillesand, J. E Schmaltz, J. E. Leale, and M. J. Nordheim. (2004). Mapping lake water clarity with Landsat images in Wisconsin, U.S.A. *Canada Journal of Remote Sensing*. 30(1) : 1–7. <https://doi.org/10.5589/m03-047>
- El-Serehy, H. A., H.S. Abdallah, F. . Al-Misned, R. Irshad, S. A. Al-Farraj, E. S. Almalki. 2018. Aquatic Ecosystem Health And Trophic Status Classification Of The Bitter Lakes Along The Main Connecting Link Between The Red Sea And The Mediterranean. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 25 : 204 – 212. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.12.004>
- Faizin, K. A., S. Rudiyantri, dan S. Anggoro. 2018. Profil Status Kesuburan Perairan Secara Vertikal Di Waduk Jatibarang, Semarang. *Journal of Maquares*. 7(2) : 197 – 206.
- Gunanto, E. Y. A., M. Hendarto, dan Darwanto. 2017. Manfaat Pariwisata Goa Kreo dan Waduk Jatibarang Bagi Perekonomian dan Lingkungan Masyarakat. *Media Ekonomi dan Manajemen*. 32(2) : 119 – 136.
- Indrayani, E., K. H. Nitimulyo, S. Hadisusanto, dan Rustadi. 2015. Analisis Kandungan Nitrogen,

- Fosfor Dan Karbon Organik Di Danau Sentani – Papua. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 22(2) : 217 – 225. <https://doi.org/10.22146/jml.18745>
- Kartini, T., dan S. Permana. 2016. Analisis Operasional Waduk IR.H.Djuanda. *Jurnal Kalibrasi Sekolah Tinggi Teknologi Garut*. 14(1) : 13 – 24.
- Kochary, S. A. Y., B. M. A. and Noori, T. D. Byl. 2017. *Assessment of Selected Physico-Chemical Parameters of Ground Water in Direct Contact With Septic Tanks: Experimental Modeling*. *Journal of University of Duhok*. 20(1) : 231 – 240. <https://doi.org/10.26682/sjuod.2017.20.1.21>
- Laksitaningrum, K. W., W. Widyatmanti, dan T. Gunawan. 2017. Aplikasi Citra Landsat 8 OLI Untuk Identifikasi Status Trofik Waduk Gajah Mungkur Wonogiri, Jawa Tengah. *Majalah Ilmiah Globe*. 19(2) : 113 -122. <http://dx.doi.org/10.24895/MIG.2017.19-2.633>
- Margaretha, E. W., P. Danoedoro, dan S. H. Murti. 2013. Estimasi Cadangan Karbon Vegetasi Tegakan di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya Berbasis ALOS AVNIR-2. *Prosding Simposium Nasional Sains Geoinformasi*. 3 : 431 – 440.
- Pentury, R. 1997. *Algoritma Pendugaan Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Teluk Ambon dengan Menggunakan Citra Landsat-ETM*. [Tesis]. Bogor : Institute Pertanian Bogor.
- Permanasari, S. W. A., Kusriani, dan P. Widjanarko. 2017. Tingkat Kesuburan Perairan Di Waduk Wonorejo Dalam Kaitannya Dengan Potensi Ikan. *Journal of Fisheries and marine Science*. 1(2) : 88 – 94. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jfmr.2017.001.02.6>
- Soeprobawati, T. R., dan S. R. W. A. Suedy. 2010. Status Trofik Danau Rawa Pening dan Solusi Pengelolaannya. *Jurnal Sains & Matematika*. 18(4) : 158 – 169.
- Trisakti, B., N. Suwargana, dan J. S. Cahyono. 2014. Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Untuk Memantau Parameter Status Ekosistem Perairan Danau (Studi Kasus : Danau Rawa Pening). *Deteksi Parameter Geobiofisik dan Diseminasi Penginderaan Jauh*. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh* : 393 – 402.
- Utomo, A. D., M. R, Ridho, D. D. Putranto, dan E. Shaleh. 2011. Keanekaragaman Plankton dan Tingkat Kesuburan Perairan di Waduk Gajah Mungkur. *BAWAL*. 3(6) : 415 – 422. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.3.6.2011.415-422>
- Wu, C., J. Wu, J. Qi, L. Zhang, H. Huang, L. Lou, and Y. Chen. 2010. *Empirical Estimation of Total Phosphorus Concentration in the Mainstream of the Qiantang River in China Using Landsat TM Data*. *International Journal of Remote Sensing*. 31(9) : 2309 – 2324. DOI: 10.1080/01431160902973873