

APLIKASI CITRA LANDSAT-8 OLI/TIRS UNTUK IDENTIFIKASI STATUS TROFIK DI RAWAPENING, KABUPATEN SEMARANG, PROPINSI JAWA TENGAH

Kurniasih Cahya Paramita
paramitacahya@gmail.com

Retnadi Heru Jatmiko
retnadi_geougm@yahoo.com

ABSTRACT

Rawapening administratively located in District Banyubiru, Ambarawa, Bawen and Tuntang, Semarang. The aims of this study are: 1) to determine how much remote sensing data, Landsat-8 OLI/TIRS can be used to identify the parameters that determine the trophic state of Rawapening in 2014; 2) to determine the distribution of chlorophyll-a concentration, the content of total phosphorus and secchi disk transparency of Rawapening in 2014 based on Landsat-8 imagery and field survey; 3) to identify the trophic state of waters in Rawapening through Landsat-8 imagery and field survey in 2014.

Identification of trophic state in Rawapening based on Carlson Trophic state Index (1977) using three parameters, Secchi disk transparency, chlorophyll-a concentration and content of total phosphorus. The results showed that Landsat OLI-8 can be used as a predictor to extract parameter that determine the trophic state of waters by Carlson (1977) with good ability to secchi disk transparency parameters ($R^2 = 0.6152$) and the concentration of chlorophyll-a ($R^2 = 0.558$), as well as good enough for the parameter total phosphorus levels ($R^2 = 0.3442$) in Lake Rawapening. Rawapening trophic status is high with the dominant hipereutrofik zone covering an area of 490.77 ha and eutrophic zone covering an area of 14.58 ha, or only about 2.88% of the total area of water that is free from eceng gondok.

Keywords: Remote Sensing, Landsat-8 Imagery, Trophic State, TSI, Rawapening

ABSTRAK

Rawapening secara administratif terletak di Kecamatan Banyubiru, sebagian Kecamatan Ambarawa, Kecamatan Bawen, dan Tuntang, Kabupaten Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengetahui seberapa besar data penginderaan jauh yaitu Citra Landsat-8 OLI/TIRS dapat digunakan untuk mengidentifikasi parameter penentu status trofik perairan Rawapening pada tahun 2014, 2) mengetahui distribusi konsentrasi klorofil-a, kandungan total fosfor dan kejernihan air di Rawapening pada tahun 2014 melalui analisis data citra Landsat-8 dan survei lapangan, dan 3) melakukan identifikasi status trofik di Rawapening melalui analisis data citra Landsat-8 OLI/TIRS dan survei lapangan tahun 2014.

Identifikasi status trofik perairan dilakukan dengan berdasarkan indeks Carlson (1977) menggunakan 3 parameter yaitu transparansi secchi disk, konsentrasi klorofil-a dan kandungan total fosfor.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Citra Landsat-8 OLI bisa digunakan sebagai prediktor untuk mengekstrak parameter penentu status trofik perairan menurut Carlson (1977) dengan kemampuan baik untuk parameter transparansi *secchi disk* ($R^2 = 0.6152$) dan konsentrasi klorofil-a ($R^2 = 0.558$), serta cukup baik untuk parameter kadar total fosfor ($R^2 = 0.3442$) di Danau Rawapening. Status trofik Danau Rawapening tergolong tinggi dengan dominasi zona hipereutrofik seluas 490.77 Ha dan zona eutrofik seluas 14.58 Ha yaitu 2.88% dari total luas perairan yang bebas dari gangguan eceng gondok.

Kata Kunci: Penginderaan Jauh, Citra Landsat-8, Status Trofik, TSI, Rawapening

PENDAHULUAN

Danau ataupun waduk merupakan salah satu sarana yang mampu menampung ketersediaan air sebagai penunjang kehidupan. Keberadaan danau ataupun waduk juga berguna sebagai pembangkit listrik (PLTA) serta merupakan habitat bagi organisme perairan seperti ikan dan udang. Air danau atau waduk sebagai salah satu sumber air tawar juga banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk menunjang kegiatan sosial dan perekonomian seperti sumber irigasi dan sarana pengembangan kegiatan perikanan darat. Akan tetapi dewasa ini, masyarakat seringkali mengabaikan faktor ekologi lingkungan di sekitar danau. Kegiatan tersebut tentu dapat mengancam eksistensi danau atau waduk yang merupakan salah satu sumber penampung ketersediaan air.

Jorgensen (2011) dalam Irianto, E.W. dan R.W. Triweko (2011) mengemukakan bahwa permasalahan utama waduk dan danau di seluruh dunia mencakup beberapa hal yaitu (a) sedimentasi yang tinggi pada danau/waduk akibat penggunaan lahan yang tidak terkendali di suatu DAS (b) terjadinya asidifikasi danau akibat hujan asam yang mengganggu perikanan dan degradasi ekosistem (c) degradasi kualitas air di danau/waduk akibat pencemaran air limbah (d) timbulnya eutrofikasi akibat masuknya senyawa nitrogen dan/atau fosfor hasil kegiatan industri, pertanian, domestik, limpasan permukaan dan menimbulkan *blooming* fitoplankton, pencemaran air dan penurunan biodiversitas serta (e) terjadinya perubahan total pada ekosistem akuatik pada kasus ekstrim. Salah satu danau di Indonesia yang tercatat mengalami eutrofikasi adalah Danau Rawa Pening.

Rawa Pening merupakan danau alami yang terletak di Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang. Danau Rawa Pening merupakan salah satu dari 15 danau prioritas nasional 2010-2014 dalam upaya pengelolaan berkelanjutan. Berdasarkan rekonstruksi kondisi ekologi Danau Rawa Pening di masa lampau yang dilakukan oleh Soeprabowati (2010), diketahui bahwa pemicu utama eutrofikasi di Danau Rawa Pening disebabkan oleh pupuk pertanian. Hasil dari rekonstruksi diketahui bahwa sejak tahun 1967 kondisi danau sudah eutrofik dengan kandungan bahan organik cukup tinggi. Menginjak tahun

1990, kondisi danau berubah menjadi hipereutrofik dengan pH >9 yang diindikasikan dengan ditemukannya dominasi *Aulacoseira granulata* pada sampel sedimen yang diteliti.

Perkembangan penginderaan jauh saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat didukung dengan teknologi, wahana serta sensor yang memiliki keunggulan tersendiri. Aplikasi penginderaan jauh pun sudah banyak berkembang di berbagai bidang seperti perkotaan, geologi, hidrologi, lingkungan, kebencanaan, sumberdaya alam, cuaca dan kepesisiran. Pemanfaatan citra penginderaan jauh dalam identifikasi dan analisis fenomena di permukaan bumi memiliki keunggulan dari sisi spasial sehingga distribusi fenomena di suatu daerah dapat direpresentasikan dengan baik. Hal tersebut tentunya sangat berguna untuk identifikasi suatu fenomena, seperti eutrofikasi yang terjadi di Rawa Pening.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar data penginderaan jauh yaitu citra Landsat 8 OLI/TIRS dapat digunakan untuk mengidentifikasi status trofik perairan Rawa Pening pada tahun 2014, mengetahui distribusi konsentrasi klorofil-a, kandungan total fosfor dan kejernihan air di Rawa Pening pada tahun 2014 dan melakukan identifikasi status trofik di Rawa Pening melalui citra Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2014

METODE PENELITIAN

1. Area Kajian dan Citra Penginderaan Jauh

Danau yang menjadi objek penelitian status trofik adalah Danau Rawa Pening yang secara administratif terletak di Kecamatan Banyubiru, sebagian Kecamatan Ambarawa, Kecamatan Bawen, dan Kecamatan Tuntang, Kabupaten Semarang. Luas genangan di Danau Rawa Pening mencapai 2020 Ha. Citra Landsat 8 OLI/TIRS Level 1T perekaman 10 Mei 2014 digunakan untuk mengidentifikasi parameter penentu status trofik perairan. Citra dengan level 1T berarti bahwa citra telah terkoreksi geometrik.

2. Tahap Persiapan: Koreksi Radiometrik Citra

Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki nilai-nilai piksel pada citra yang

tidak sesuai dengan nilai pantulan objek sebenarnya akibat gangguan atmosfer pada saat perekaman. Koreksi radiometrik pada citra Landsat 8 OLI/TIRS perekaman tahun 2014 yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengubah DN (*Digital Number*) menjadi *TOA Reflectance* terkoreksi sudut matahari dengan formula:

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \quad (1)$$

Dimana $\rho\lambda'$ adalah nilai reflektan tanpa koreksi sudut matahari; M_p yaitu faktor skala multiplikatif tiap saluran yang tersedia di metadata (REFLECTANCE_MULT_BAND_X, dimana X adalah nomor saluran); A_p yaitu faktor skala aditif tiap saluran yang tersedia di metadata (REFLECTANCE_ADD_BAND_X, dimana X adalah nomor saluran); dan Q_{cal} adalah nilai piksel citra (DN)

Sementara itu, untuk memasukkan koreksi sudut matahari digunakan formula sebagai berikut:

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})} \quad (2)$$

Dimana $\rho\lambda'$ adalah nilai reflektan terkoreksi sudut matahari; θ_{SE} yaitu sudut elevasi matahari (SUN_ELEVATION); dan θ_{SZ} yaitu sudut zolar zenith ($\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$)

3. Tahap Pemrosesan Data

3.1. Masking Citra

Masking dilakukan untuk memisahkan antara tubuh perairan dengan obyek lain pada citra sehingga didapatkan batasan dari tubuh perairan Rawa Pening itu sendiri. Masking dilakukan melalui dua tahap yaitu masking menggunakan data vektor untuk membatasi tubuh air kemudian masking berdasarkan *density slice* untuk membatasi tubuh perairan yang tertutup oleh eceng gondok sehingga diperoleh citra tubuh perairan yang bebas dari eceng gondok

3.2. Ekstraksi Parameter

3.2.1. Ekstraksi Transparansi Secchi Disk (SDT)

Ekstraksi dilakukan dengan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Allan, et al (2007) yang kemudian digunakan oleh A. K. Mishra dan Neha Garg (2011).

Ekstraksi melibatkan rasio reflektan pada saluran biru dan merah yang kemudian dianalisis regresi dengan data lapangan untuk memperoleh konstanta dan koefisien persamaan.

3.2.2. Ekstraksi Konsentrasi Klorofil-a

Ekstraksi konsentrasi klorofil-a pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Wang, Litao, Yi Zhaou, Weiqi Zhou dan Shixi Wang (2005). Konsentrasi klorofil-a diperoleh dari hasil perhitungan yang melibatkan reflektan pada saluran biru, saluran hijau serta rasio antara saluran inframerah dekat dan saluran merah. Oleh karena itu *band ratio* yang digunakan untuk ekstraksi konsentrasi klorofil-a adalah *band ratio* antara saluran inframerah tengah dan saluran merah.

3.2.3. Ekstraksi Kadar Total Fosfor

Ekstraksi kandungan total fosfor di perairan melalui citra penginderaan jauh pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Yang, M.D., J.Y.Lin, T.C. Su, Y.F. Yang pada tahun 2008 di Waduk Feitsui. Ekstraksi dilakukan dengan memperhitungkan rasio antara reflektan pada saluran hijau dan merah

4. Penentuan Sampel

Penentuan lokasi sampel dan jumlah sampel di lapangan dilakukan berdasarkan teknik *stratified random sampling*. Teknik pengambilan sampel ini dilakukan pada tiap klas hasil perhitungan *band ratio* pada konsentrasi total fosfor secara acak dengan jumlah sampel pada tiap klas bervariasi tergantung pada luas area pada suatu klas. Penentuan banyaknya klas berdasarkan pada distribusi nilai piksel hasil *band ratio* pada masing-masing parameter yang dilihat melalui histogram citra.

5. Tahap Analisis Data

5.1. Kegiatan Lapangan dan Uji Laboratorium

Pengambilan sampel air digunakan GPS sebagai penunjuk lokasi dan *watersampler*. Sedangkan untuk mengambil sampel klorofil-a digunakan *plankton net*. Sampel klorofil-a kemudian disimpan dalam *cooling box* untuk menjaga agar tidak terkena kontak langsung dengan sinar matahari.

Sampel air kemudian diuji laboratorium untuk mengetahui konsentrasi klorofil-a dan kandungan total fosfor. Sedangkan kejernihan air diukur secara langsung di lapangan menggunakan *secchi disk*.

5.2. Analisis Statistik

Analisis statistik yang dilakukan adalah analisis regresi untuk menghasilkan persamaan regresi pada masing-masing parameter yang kemudian digunakan untuk pemodelan hasil estimasi status trofik di Rawa Pening. Analisis regresi yang dilakukan meliputi:

1. Regresi Linear Sederhana
 - *Band Ratio* SDT dengan data hasil pengukuran SDT
 - *Band Ratio* TP dengan data hasil pengukuran TP
2. Regresi Ganda
 - *Band Ratio* Chla dengan data hasil pengukuran konsentrasi klorofil-a
 - Reflektan *band* biru Chla dengan data hasil pengukuran konsentrasi klorofil-a
 - Reflektan *band* hijau Chla dengan data hasil pengukuran konsentrasi klorofil-a

6. Pemetaan Parameter Status Trofik

Pemetaan masing-masing parameter penentu status trofik dilakukan berdasarkan persamaan yang telah dibangun pada uji regresi. Pemetaan ini berfungsi untuk mengetahui bagaimana distribusi spasial masing-masing parameter di Danau Rawapening itu sendiri. Selain itu dilakukan konversi nilai konsentrasi masing-masing parameter ke dalam indeks trofik untuk mengetahui bagaimana status trofik Danau Rawapening ditinjau dari masing-masing parameter yang digunakan.

7. Identifikasi Status Trofik

Besarnya nilai TSI (*Trophic State Index*) dapat dihitung secara matematis melalui formula:

- a. TSI untuk klorofil-a (CA)

$$TSI(CA) = 9.81 \ln Chlorophyll - a \left(\frac{\mu g}{L} \right) + 30.6 \quad (3)$$
- b. TSI untuk Secchi depth (SD)

$TSI(SD) = 60 -$

14.41 *Ln Secchi depth (meter)* (4)

c. TSI untuk total fosfor (TP)

$TSI(TP) =$

14.42 *Ln Total Phosphorus* ($\mu g/L$) + 4.15 (5)

Carlson's Trophic State Index

$(CTSI) = [TSI(CA) + TSI(SD) + TSI(TP)]/3$

(Prasad dan Siddaraju, 2012)

Status danau dapat ditentukan berdasarkan klasifikasi pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Status Trofik Danau Berdasarkan *Carlson's Trophic State Index*

Nilai TSI	Status Trofik
<38	<i>Oligotrophic</i>
38-48	<i>Mesotrophic</i>
49-61	<i>Eutrophic</i>
>61	<i>Hypereutrophic</i>

Sumber: Mishra, 2011

8. Uji Akurasi

Uji akurasi pemetaan dilakukan pada setiap parameter yaitu konsentrasi klorofil-a, kandungan total fosfor dan kejernihan air dengan berdasarkan algoritma estimasi standar eror yang dirumuskan (Margaretha, 2013)

$$\delta_{est} = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N-2}} \quad (6)$$

Dimana δ_{est} adalah estimasi standar eror; Y yaitu hasil pengukuran lapangan; Y' adalah hasil estimasi; dan N yaitu jumlah sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji Laboratorium dan Pengukuran Kedalaman Secchi Disk

Kegiatan lapangan dilakukan pada 11 Mei 2014 meliputi pengukuran kedalaman secchi disk serta pengambilan sampel air untuk dilakukan uji laboratorium sehingga diketahui konsentrasi klorofil-a dan total fosfor pada sampel air yang diambil. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Lapangan Parameter Status Trofik Danau Rawapening

Nomor Sampel	Koordinat		SDT (m)	Klorofil-a (µg/L)	Total Fosfor (µg/L)	Nomor Sampel	Koordinat		SDT (m)	Klorofil-a (µg/L)	Total Fosfor (µg/L)
	X	Y					X	Y			
P01	438272	9196692	0.605	1.34	397.7	P13	436670	9194408	0.835	0.93	720.7
P02	438735	9196435	0.64	0.93	835.9	P14	437633	9192648	0.725	2	808.1
P03	438233	9196216	0.825	0.67	400.1	P15	437847	9192068	0.575	2.8	292.1
P04	438377	9195912	0.815	1.47	438.8	P16	438006	9191940	0.5	1.07	348.7
P05	437596	9196007	0.89	0.8	717.6	P17	438249	9192400	0.635	1.2	508.8
P06	437118	9195402	0.825	1.07	423.1	P18	438112	9192725	0.725	2.27	678.1
P07	436474	9195684	0.8	5.34	1186.9	P19	439049	9192935	0.665	2	3326.6
P08	436563	9195033	1.01	11.21	533.8	P20	438333	9193206	0.705	1.47	276
P09	436050	9194795	0.745	1.47	961.3	P21	438077	9193722	0.665	3.6	392.9
P10	435542	9194316	0.915	5.07	274.3	P22	437886	9193790	0.625	1.2	335.6
P11	435836	9194291	0.855	17.89	2197.3	P23	438733	9195377	0.705	2	418.6
P12	436577	9194256	0.895	1.87	323						

Sumber: Survei Lapangan, 2014

2. Analisis Statistik

Uji regresi dilakukan antara data pengukuran lapangan dengan nilai piksel hasil band ratio pada masing-masing parameter untuk menghasilkan persamaan

regresi yang kemudian digunakan sebagai dasar pemodelan masing-masing parameter penentu status trofik. Hasil uji regresi pada masing-masing parameter disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Regresi Parameter SDT, Klorofil-a dan Total Fosfor Danau Rawapening

Parameter	Koefisien Determinasi (R^2)	Persamaan Hasil Regresi
Transparansi Secchi Disk	0.6152	$SDT (m) = 1.0009 (OLI2/OLI4) - 2.5493$
Konsentrasi Klorofil-a	0.558	$Chl-a (\mu g/L) = -17.249 + (-424.923*OLI3) + (543.863*OLI2) + (-3.542*OLI5/OLI4)$
Kadar Total Fosfor	0.3442	$TP (\mu g/L) = 3.9736 (OLI3/OLI4) + 0.0506$

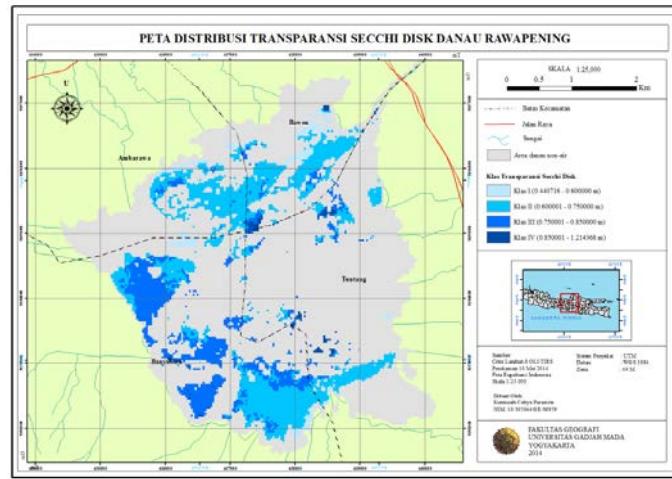
Sumber: Analisis data, 2014

3. Pemetaan Parameter Status Trofik

3.1. Pemetaan Distibusi Transparansi Secchi Disk

Transparansi sechhi disk di Danau Rawa Pening bervariasi dengan kedalaman terendah sebesar 0.440716 m dan kedalaman tertinggi sebesar 1.214368 m. Perairan dengan kedalaman 0.65 m – 0.85 m banyak dijumpai pada daerah selatan danau yang merupakan zona riverin yaitu pada bagian inlet danau. Sedangkan menuju ke tengah yaitu pada zona transisi dan lakukan kedalaman

secchi disk cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan pada zona tersebut terjadi percampuran baik bahan organik maupun anorganik oleh massa air sehingga kecerahan cenderung meningkat. Sedangkan di bagian utara yang merupakan outlet danau kecerahan cenderung menurun. Hal tersebut terjadi karena bahan organik maupun organik yang terkandung pada tubuh air terakumulasi kembali ketika menuju outlet.

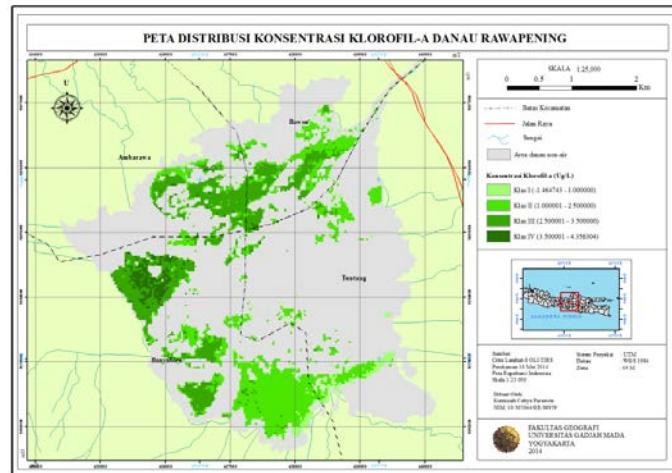


Gambar 1. Peta Distribusi Transparansi Secchi Disk Danau Rawapening

3.2. Pemetaan Distribusi Konsentrasi Klorofil-a

Konsentrasi klorofil-a di Danau Rawapening memiliki rentang -1.464753

$\mu\text{g/L}$ sampai dengan $4.356304 \mu\text{g/L}$. Nilai minus pada piksel hasil kalkulasi mengindikasikan bahwa konsentrasi klorofil-a pada area tersebut sangat rendah

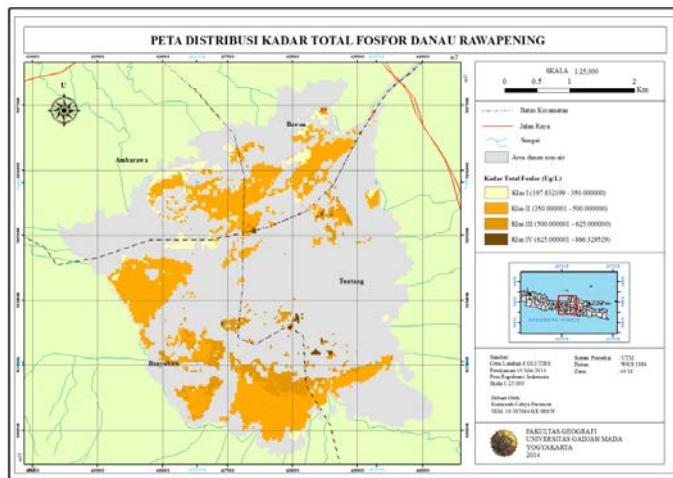


Gambar 2. Peta Distribusi Konsentrasi Klorofil-a Danau Rawapening

3.3. Pemetaan Distribusi Kadar Total Fosfor

Berdasarkan kalkulasi pada citra yang digunakan diketahui bahwa kadar total fosfor yang ada di perairan Danau Rawapening tergolong tinggi yaitu berkisar antara $197.832199 - 866.329529 \mu\text{g/L}$. Kadar total fosfor tinggi (Klas III – Klas IV) dijumpai

pada bagian selatan danau yang merupakan inlet dan bagian utara yang merupakan outlet danau. Sedangkan di bagian tengah yang merupakan zona transisi danau kadar total fosfor perairan cukup bervariasi dari Klas I – Klas II yaitu berkisar $197.832199 - 500 \mu\text{g/L}$



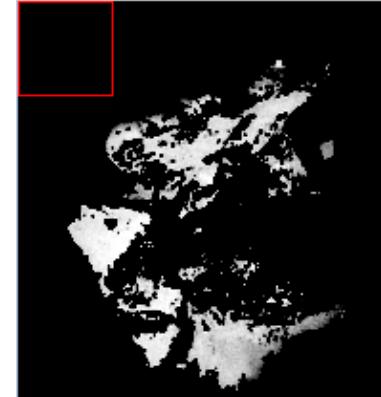
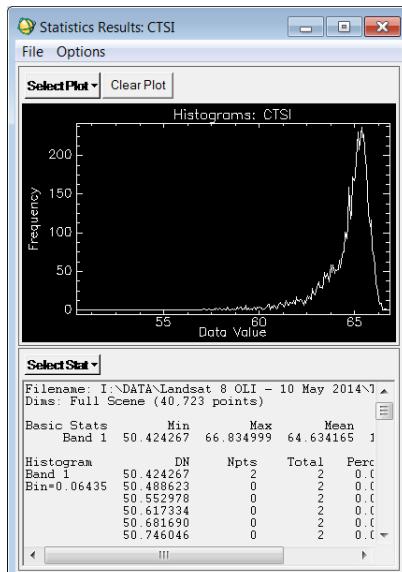
Gambar 3. Peta Distribusi Kadar Total Fosfor Danau Rawapening

4. Identifikasi Status Trofik

Identifikasi status trofik Danau Rawapening dilakukan dengan berdasarkan indeks status trofik yang dikembangkan oleh Carlson pada tahun 1977. Status trofik perairan dapat dilihat melalui rata-rata dari besarnya indeks trofik untuk ketiga parameter yaitu

transparansi secchi disk, konsntrasi klorofil-a dan kadar total fosfor.

Ketiga nilai indeks untuk masing-masing parameter yang diperoleh dari analisis pada tahap sebelumnya kemudian dikalkulasikan sehingga menghasilkan citra baru dengan statistik sebagai berikut:



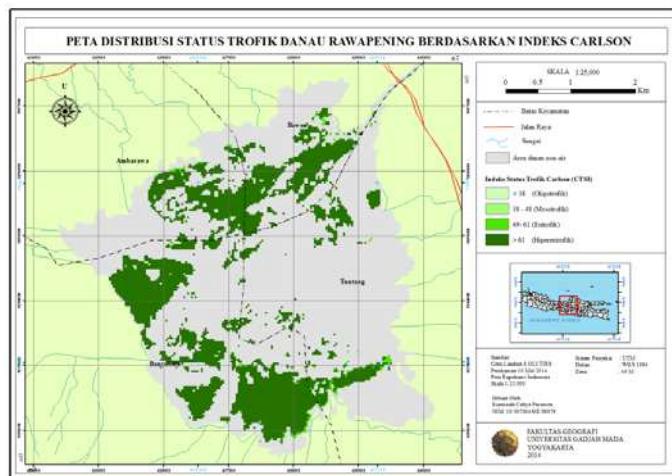
Gambar 4. Statistik dan tampilan citra Indeks Status Trofik menurut Carlson di Danau Rawapening
Sumber: Analisis data, 2014

Berdasarkan perhitungan indeks Carlson menggunakan 3 parameter menghasilkan indeks bernilai 50.424267 hingga 66.834999 dengan rata-rata nilai indeks sebesar 64.634165. Pada dasarnya nilai tersebut tidak memiliki rentang yang cukup besar sehingga variasi dari status trofik yang dihasilkan

pun akan cenderung sedikit. Apabila dianalisis berdasarkan tabel klasifikasi status trofik berdasarkan indeks Carlson (Tabel 2.3) maka diketahui bahwa hanya ada dua jenis status trofik yang ada di perairan Danau Rawapening yaitu perairan dengan status Eutrofik dan perairan dengan status Hipereutrofik.

Histogram citra hasil kalkulasi memperlihatkan bahwa distribusi frekuensi nilai piksel cenderung dominan pada nilai diatas 62.5, sedangkan nilai dibawah angka tersebut cenderung memiliki frekuensi yang

rendah. Frekuensi puncak sebesar 236 piksel terjadi pada piksel dengan nilai indeks 65.354815. Berdasarkan analisis histogram tersebut dapat diketahui bahwa sebagian besar area danau berada pada status Hipereutrofik



Gambar 5. Peta Distribusi Status Trofik Danau Rawapening

Berdasarkan peta pada gambar di atas terlihat bahwa sebagian besar perairan danau berada pada status hipereutrofik. Perairan dengan status eutrofik hanya dijumpai di beberapa bagian danau saja terutama di bagian tepi danau bagian selatan yang merupakan inlet Sungai Sraten. Selain itu, hal serupa juga dijumpai di bagian barat laut danau yang merupakan inlet Sungai Gajahbarong

dan Sungai Panjang. Secara keseluruhan perairan yang tergolong pada status eutrofik di Danau Rawapening seluas 14.58 Ha atau hanya sekitar 2.88% dari total luas perairan yang bebas dari gangguan eceng gondok. Sedangkan perairan dengan status hipereutrofik seluas 490.77 Ha atau sekitar 97.11% dari total luas yang menjadi kajian dalam penelitian ini.

5. Uji Akurasi

Hasil perhitungan estimasi standar eror untuk pemetaan distribusi transparansi *secchi disk* diketahui bernilai 0.285431 yang

berarti bahwa besarnya kesalahan estimasi pada pemetaan yang dilakukan tergolong kecil. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemetaan yang dilakukan tergolong akurat dengan melibatkan rasio nilai pantulan pada saluran 2 dan saluran 4 citra Landsat-8 OLI untuk mengekstrak informasi transparansi *secchi disk* di Danau Rawapening.

Estimasi standar eror yang dihasilkan berdasarkan perhitungan untuk pemetaan konsentrasi klorofil-a di Danau Rawapening sebesar 5.088894. Nilai tersebut tergolong tidak begitu besar meskipun tidak sebaik nilai yang dihasilkan pada pemetaan distribusi transparansi *secchi disk*. Akan tetapi dapat dikatakan bahwa pemetaan konsentrasi klorofil-a tergolong cukup akurat dengan memperhitungkan reflektan pada saluran 2, saluran 3 dan rasio antara saluran 5 dan 4 citra Landsat-8 OLI.

Lain halnya dengan kedua parameter sebelumnya, kesalahan atau eror yang dihasilkan pada pemetaan distribusi kadar total fosfor kurang baik yaitu sebesar 1288.984. Hal ini bisa disebabkan prediktor yang digunakan untuk mengekstrak kadar total fosfor kurang sesuai diterapkan di Danau Rawapening itu sendiri, meskipun menurut Yang (2008) saluran hijau dan

merah merupakan prediktor yang baik diterapkan di Waduk Feitsui ($R^2 = 0.885$). Perbedaan lokasi tentu saja berpengaruh pada kondisi perairan karena akan berdampak pada musim serta aspek lain yang berpengaruh pada mekanisme proses penyuburan perairan yang terjadi.

KESIMPULAN

Berdasarkan koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan dari uji regresi masing-masing parameter diketahui bahwa Citra Landsat-8 OLI bisa digunakan sebagai prediktor untuk mengekstrak parameter penentu status trofik perairan menurut Carlson (1977) dengan kemampuan baik untuk parameter transparansi *secchi disk* ($R^2 = 0.6152$) dan konsentrasi klorofil-a ($R^2 = 0.558$), serta cukup baik untuk parameter kadar total fosfor ($R^2 = 0.3442$) di Danau Rawapening.

Distribusi transparansi *secchi disk* di Danau Rawapening tergolong rendah dengan rentang nilai 0.440716 - 1.214368 m sehingga status trofik perairan berada pada level eutrofik dan hipereutrofik. Parameter konsentrasi klorofil-a di Danau Rawapening tergolong menengah yaitu berkisar $-1.464753 \mu\text{g/L}$ sampai dengan $4.356304 \mu\text{g/L}$ sehingga perairan termasuk dalam status oligotrofik dan mesotrofik. Di sisi lain kadar total fosfor di Danau Rawapening tergolong tinggi dengan rentang nilai $197.832199 - 866.329529 \mu\text{g/L}$ yang mengindikasikan bahwa perairan berada pada status hipereutrofik.

Status trofik Danau Rawapening tergolong tinggi dengan dominasi zona hipereutrofik ($CTSI > 61$) seluas 490.77 Ha dan zona eutrofik ($48 < CTSI < 61$) seluas 14.58 Ha atau hanya sekitar 2.88% dari total luas perairan yang bebas dari gangguan eceng gondok.

6. SARAN

Pemanfaatan citra Landsat-8 OLI/TIRS yang masih tergolong baru perlu dikembangkan lagi terutama pada tahap koreksi radiometrik yang masih sampai pada level ToA atau pantulan atmosfer sehingga diperoleh hasil yang lebih baik.

Kajian terkait kombinasi saluran yang baik diterapkan sebagai prediktor untuk mengekstrak parameter status trofik di Danau

Rawapening dirasa perlu dilakukan untuk studi yang akan datang untuk menghasilkan peta yang berkualitas baik terutama dinilai dari aspek akurasi

DAFTAR PUSTAKA

- Baban, Serwan M. J.. 1996. Trophic Classification and Ecosystem Checking of Lakes Using Remotely Sensed Information. *Journal des Sciences Hydrologiques*, 41 (6).
- Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Fakultas Geografi. 2005. *Pedoman Penulisan Usulan Penelitian dan Skripsi Program Sarjana*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Irianto, E. W. dan R. W. Triweko. 2011. *Eutrofikasi Waduk dan Danau: Permasalahan, Pemodelan dan Upaya Pengendalian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Air Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Klapper, Helmut. 1991. *Control of Eutrophication In Inland Waters*. England: Ellis Horwood Limited.
- Kusumawati, 2010. Kajian Status Trofik Sebagai Dasar Strategi Penataan Lingkungan di Telaga Merdada, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. *Tesis*. Yogyakarta: Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada
- Lillesand, T.M., Kiefer R.W.. 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Wiley and Sons.
- Lillesand, Kiefer dan Chipman. 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation, Sixth Edition*. USA: John Wiley & Sons.
- Margaretha, E. Willy. 2013. Estimasi Cadangan Karbon Vegetasi Tegakan di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya Berbasis Alos AVNIR-2. *Tesis*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Mishra, A.K. dan Neha Garg. 2011. Analysis of Trophic State Index of Nainital Lake from Landsat-7 ETM Data. *Indian Society of Remote Sensing*. India.
- Piranti, Agatha Sih. 2012. Kajian Nutrien (N dan P) Sebagai Dasar Dalam Penilaian Status Trofik Perairan Waduk Mrica, Banjarnegara.

Disertasi. Yogyakarta: Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.

Soeprobowati, Tri Retnaningsih. 2010. Analisis Diatom Protokol Indonesia untuk Rekonstruksi Danau Rawa Pening, Jawa Tengah, Indonesia. *Disertasi.* Yogyakarta: Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UGM.

Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian.* Bandung: CV Alfabeta

Sutanto. 1992. *Penginderaan Jauh Jilid 1.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Sutanto. 2013. *Metode Penelitian Penginderaan Jauh.* Yogyakarta: Penerbit Ombak.

Wang, Litao, Yi Zhaou, Weiqi Zhou dan Shixi Wang. 2005. Estimation of Trophic State of Inland Lake Using Remote sensing Data. *IEEE Journals.* China

Wetzel, Robert G.. 1983. *Limnology, Lake and River Ecosystem, Third Edition.* London: Academic Press.

Wibowo, Hari. 2004. Tingkat Eutrofikasi Rawa Pening dalam Kerangka Kajian Produktivitas Primer Fitoplankton. *Tesis.* Semarang: Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Yang, M.D., J.Y.Lin, T.C. Su, Y.F. Yang. 2008. Fuzzy Estimation of Trophic State Using Satellite Data. *IEEE Journals.* Taiwan.

<http://biofir.com/index.php?topic=biofir&id=biofir>
(diakses pada 24 Oktober 2013 07:53 WIB)

https://landsat.usgs.gov/about_ldcm.php (diakses pada 25 Oktober 2013)

http://semarangkab.go.id/skpd/.../dok.../dda_kab_semar_ang_2013.pdf (diakses pada 03 Juni 2014 pukul 09.31 WIB)

http://limnologi.lipi.go.id/danau/profil.php?id_danau=jaw_rwp&tab=gambaran%20umum (diakses pada 03 Juni 2014 pukul 09.35 WIB)

<http://regional.kompas.com/read/2014/03/02/1851334/Wader.Ijo.Ikan.Endemis.Rawa.Pening.Hampir.Punah> (diakses pada 03 Juni 2014 pukul 10.01 WIB)

