

APLIKASI CITRA LANDSAT 8 OLI UNTUK PEMETAAN STATUS TROFIK DANAU (Studi Kasus *Blooming Algae Danau Maninjau Sumatera Barat*)

Anggia Rivani

anggiarivani18@gmail.com

Pramaditya Wicaksono

prama.wicaksono@geo.ugm.ac.id

Abstract

The objectives of this study were mapping out the concentration of chlorophyll-a, total phosphor and transparency of Lake Maninjau through analysis of Landsat-8 OLI image and field survey to identifying trophic status of this lake with Carlson method. The modeling was derived from image pixel of Landsat 8 OLI using stepwise regression method. The variables that fulfill the prerequisite of stepwise regression is band 4 that strongly correlated with SDT data ($R^2 = 0.82$). Band 5 and 6 band ratios are also strongly correlated with a-chlorophyll data ($R^2 = 0.64$). Band ratios of 3.4 and 5 are strongly correlated with total phosphorus data ($R^2 = 0.46$). The TSI Carlson mapping results show that Maninjau Lake is in a light eutrophic to hypereutrophic position with the greatest distribution being heavy eutrophic. Modeling that has been mapped requires validation test. Landsat-8 OLI is capable to estimate the conditions of each trophic status parameter.

Keywords: Lake Maninjau, Trophic Status, TSI Carlson, Landsat-8 OLI, Stepwise Regression

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah memetakan konsentrasi klorofil-a, total fosfor, dan kejernihan perairan di Danau Maninjau melalui analisis citra Landsat-8 OLI sehingga dapat diidentifikasi status trofiknya menggunakan metode Carlson dan status trofik danau tersebut dapat dipetakan. Pemodelan parameter TSI didapatkan dari citra menggunakan metode *stepwise regression*. Variabel yang lolos dalam *stepwise regression* ini adalah band 4 yang berkorelasi sangat kuat dengan data SDT ($R^2 = 0,82$), band ratio 5 dan 6 yang juga berkorelasi sangat kuat dengan data klorofil-a ($R^2 = 0,64$), dan band ratio 3,4 dan 5 yang berkorelasi cukup kuat dengan data total fosfor ($R^2 = 0,46$). Hasil pemetaan TSI Carlson menunjukkan Danau Maninjau berada pada posisi eutrofik ringan hingga hipereutrofik dengan distribusi paling besar adalah eutrofik berat. Pemodelan yang telah dipetakan membutuhkan uji akurasi setiap parameter. Hasil analisis statistik dan uji akurasi menunjukkan bahwa Landsat-8 OLI sudah cukup mampu untuk mengestimasi kondisi dari masing-masing parameter status trofik.

Kata kunci: Danau Maninjau, Status Trofik, TSI Carlson, Landsat-8 OLI, Stepwise Regression

PENDAHULUAN

Danau merupakan salah satu kenampakan alam yang terbentuk secara alami oleh proses alam dan memiliki fungsi dan sistem yang sangat kompleks. Ekosistem danau di Indonesia menyimpan kekayaan plasma nutfah, mensuplai air permukaan dan penyedia air untuk pertanian, sumber air baku masyarakat, perikanan, pertanian, pembangkit listrik tenaga air, pariwisata, dan lain-lain. Saat ini banyak danau di Indonesia telah mengalami degradasi (penurunan kualitas) yang diakibatkan oleh penambahan penduduk, konversi lahan, limbah, polusi dan erosi.

Pada Konferensi Nasional Danau Indonesia II (KNDI II) 13-14 Oktober 2011 di Semarang, Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) menegaskan terdapat 15 danau prioritas yang memerlukan penanganan segera untuk pemulihannya. Danau Maninjau merupakan salah satu danau dari 15 danau tersebut.

Berbagai aktivitas penduduk yang ada di sempadan Danau Maninjau seperti permukiman, perhotelan, pertanian, perkebunan, perikanan, dan peternakan merupakan sumber bahan pencemar yang masuk ke perairan danau. Kegiatan di badan perairan danau berupa pembudidayaan ikan dengan teknik Keramba Jaring Apung (KJA) juga merupakan sumber limbah yang potensial yang mempengaruhi penurunan kualitas dan sudah melampaui daya dukung perairan danau. Fakta lain juga mengungkapkan bahwa kualitas perairan Danau Maninjau cenderung

terus menurun dari waktu ke waktu, akibat semakin tingginya tingkat pencemaran karena buangan limbah domestik dan pertanian (Nontji, 1992).

Sains dan teknologi penginderaan jauh telah cukup banyak dimanfaatkan untuk kajian-kajian dengan tema limnologi seperti pemantauan kualitas air, pemetaan potensi sumber daya, dan sebagainya. Salah satunya adalah Landsat-8 OLI (*Operational Land Imager*) yang mampu memberikan informasi status trofik di Danau Maninjau dengan parameter yang dapat diturunkan dari nilai piksel citra yaitu klorofil-a (CA), kandungan fosfor (TP), dan kejernihan (SDT) yang berperan sebagai faktor pembatas status trofik perairan dengan menggunakan metode *Trophic Status Index* (TSI) Carlson

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah untuk 1) memetakan konsentrasi klorofil-a, total fosfor, dan kejernihan perairan di Danau Maninjau melalui analisis citra Landsat-8 OLI dan survei lapangan, dan 2) memetakan status trofik di Danau Maninjau menggunakan metode Carlson melalui analisis citra Landsat-8 OLI dan survei lapangan.

METODE PENELITIAN

Penentuan sampel pada penelitian ini baik sampel untuk uji regresi model dan sampel uji akurasi dilakukan dengan metode *stratified random sampling*. Citra yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah citra Landsat 8 OLI perekaman Februari 2017. Tahap pengumpulan data lapangan dan uji laboratorium merupakan tahap akuisisi data antara

data citra dengan data sampel sehingga dapat digunakan untuk memetakan status trofik di Danau Maninjau.

Tahapan yang digunakan pada penelitian ini ialah analisis statistik, pemetaan dan uji akurasi.

1. Analisis statistik meliputi : uji normalitas, uji korelasi, dan uji regresi data lapangan dan nilai piksel pada citra.

- Uji normalitas dengan software SPSS menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk. Data dikatakan normal atau tidak tergantung oleh nilai signifikansinya. Jika nilai signifikansi nya lebih dari 0,05 maka data terdistribusi normal, dan jika kurang dari 0,05 maka data tidak terdistribusi normal. Jika data telah lolos uji normalitas maka dilanjutkan uji korelasi.
- Uji korelasi menghasilkan Koefisien korelasi memiliki rentang nilai dari -1,00 sampai dengan +1,00. Semakin mendekati nilai 1 maka semakin kuat korelasinya, baik positif maupun negatif. Korelasi disebut memiliki hubungan positif jika nilai salah satu variabel meningkat maka variabel lainnya meningkat. Sebaliknya, nilai salah satu variabel menurun maka nilai variabel lainnya menurun.

- Setelah melewati uji korelasi, data yang memiliki hubungan kuat maka dilakukan analisis regresi agar mendapatkan rumus empiris yang akan digunakan untuk pemodelan status trofik. Uji regresi yang dilakukan dengan metode stepwise. Data yang digunakan ialah data yang lolos uji normalitas dan korelasi. Variabel dependen ialah data lapangan dan uji laboratorium, sedangkan variabel independen adalah data citra semua saluran atau hasil band ratio. Hasil uji regresi dapat kita perhatikan nilai koefisien determinasinya (R^2) atau *adjusted R square* yang jika melewati 0,5 maka akan semakin baik kemampuan citra Landsat 8 OLI sebagai prediktor penentu nilai parameter status trofik Danau Maninjau.
2. Pemetaan. Hasil uji regresi yang telah dilakukan antara data hasil survei lapangan dan uji laboratorium dengan nilai penisbahan saluran citra berupa rumus empiris pemodelan yang akan digunakan sebagai dasar pemetaan untuk melihat distribusi setiap parameter. Hasil pemetaan distribusi parameter klorofil-a, total fosfor dan SDT ini kemudian

akan dikonversi dalam satuan TSI Carlson sehingga didapatkanlah sebaran status trofik Danau Maninjau. . TSI Carlson dihitung dalam algoritma sebagai berikut:

- a. TSI CA
= $9.81 \ln CA (\mu\text{g/L}) + 30.6$
(1)
- b. TSI SD
= $60 - 14.41 \ln SD (\text{m})$ (2)
- c. TSI TP
= $14.42 \ln TP (\mu\text{g/L}) + 4.15$
(3)

Indeks Status Trofik Carlson (CTSI) = $[\text{TSI (TP)} + \text{TSI (CA)} + \text{TSI (SD)}] / 3$ (4)

Sumber : Prasad dan Siddaraju (2012)

Nilai TSI	Status trofik
<30	Ultraligotrofik
30-40	Oligotrofik
40-50	Mesotrofik
50-60	Eutrofik ringan
60-70	Eutrofik sedang
70-80	Eutrofik berat
>80	Hypereutrofik

Sumber: Carlson (1977) dalam Prasad dan Siddaraju (2012)

3. Uji akurasi. Pemodelan yang telah dipetakan tentu membutuhkan uji akurasi pemetaan pada setiap parameter status trofik. Uji akurasi menunjukkan seberapa akurat hasil pemodelan citra yang telah dilakukan. Uji akurasi dilakukan menggunakan 20 titik yang tidak digunakan dalam uji regresi. Nilai akurasi pada

setiap parameter status trofik menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Tingkat akurasi estimasi ditunjukkan oleh nilai SE dan tingkat akurasi pemetaan ditunjukkan oleh nilai akurasi maksimum dan akurasi minimum.

Total error merupakan hasil dari perhitungan kuadrat selisih nilai data survei lapangan dan nilai hasil pemodelan parameter yang dijumlahkan dari semua titik uji akurasi. Nilai SE yang dihasilkan dari perhitungan akar dari (total error/(jumlah sampel - 2)). Semakin baik tingkat akurasi ditunjukkan dengan semakin rendahnya nilai yang didapatkan dari standar error of estimate (SE) dan tingginya nilai akurasi maksimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Statistik Parameter Status Trofik

SDT

Uji normalitas data SDT menunjukkan nilai signifikan Kolmogorov-smirnov sebesar 0,074 dan Shapiro-Wilk 0,027. Nilai signifikan yang lebih dari 0,05 maka data bersifat normal. Meskipun uji normalitas kolmogorov-smirnov dan shapiro-wilk berbeda, namun memiliki nilai signifikan yang masih sekitar 0,05. Dapat dikatakan data masih bersifat normal dan perlu diuji ke tahap selanjutnya.

Pada regresi stepwise SDT yang melibatkan 9 band ratio, hanya 1 band ratio yang lolos yaitu band ratio B4 dengan korelasi tertinggi yaitu 0,90 dan 8 band ratio yang lain bersifat *redundant* informasinya karena telah dicakup oleh band 4. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,82 menunjukkan bahwa band ratio B2/B4 sebesar 82% dapat menjelaskan SDT dan 18 % dipengaruhi oleh variabel lain. Hasil uji regresi ini dihasilkan rumus empiris $y = 1,168 + (-10,798)x$.

Klorofil-a

Uji normalitas pada data klorofil-a menunjukkan nilai signifikansi Kolmogorov-smirnov sebesar 0,094 dan Shapiro-Wilk 0,081. Nilai signifikansi yang lebih dari 0,05 maka data bersifat normal

Pada regresi stepwise klorofil-a yang melibatkan 8 band ratio dan band tunggal, hanya 1 band ratio yang lolos analisis regresi yaitu band ratio B6/B5 dengan korelasi tertinggi yaitu 0,80, dan 7 band ratio yang lain bersifat *redundant* informasinya karena telah dicakup oleh band ratio 6 dan 5. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,646 menunjukkan bahwa band ratio B6/B5 sebesar 64,6% dapat menjelaskan klorofil-a dan 35,4 % dipengaruhi oleh variabel lain. Hasil uji regresi ini dihasilkan rumus empiris $y = -0,003 + 0,119x$.

Total Fosfor

Uji normalitas pada data total fosfor menunjukkan nilai signifikansi Kolmogorov-smirnov sebesar 0,200 dan Shapiro-Wilk 0,656. Nilai

signifikansi yang lebih dari 0,05 maka data bersifat normal.

. Pada regresi stepwise total fosfor yang melibatkan 10 band ratio dan band tunggal, hanya 1 band ratio yang lolos analisis regresi yaitu band ratio B5-B3/B4-B3 dengan korelasi tertinggi yaitu 0,681 dan 9 band ratio yang lain bersifat *redundant* informasinya karena telah dicakup oleh band ratio 5,4, dan 3. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,464 menunjukkan bahwa band ratio B5-B3/B4-B3 sebesar 46,4% dapat menjelaskan fosfor dan 53,6 % dipengaruhi oleh variabel lain. Hasil uji regresi ini dihasilkan rumus empiris $y = 0,695 - 0,104x$.

Pemetaan Parameter Status Trofik

Hasil uji regresi yang telah dilakukan antara data hasil survei lapangan dan uji laboratorium dengan nilai penisbahan saluran akan digunakan sebagai dasar pemetaan untuk melihat distribusi setiap parameter dari rumus empiris yang dihasilkan. Hasil pemetaan distribusi parameter klorofil-a, total fosfor dan SDT ini kemudian akan dikonversi dalam satuan TSI Carlson sehingga didapatkan lah hasil status trofik Danau Maninjau. Berikut tahapan transformasi citra yang akan dilakukan:

$$1. SDT = 1,168 + (-10,798)B4$$

$$TSI (SD) = 60 - 14.41 \ln SDT (m)$$

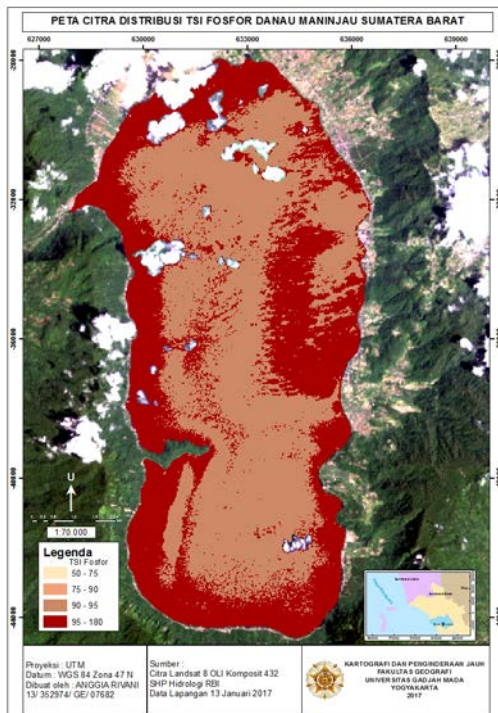
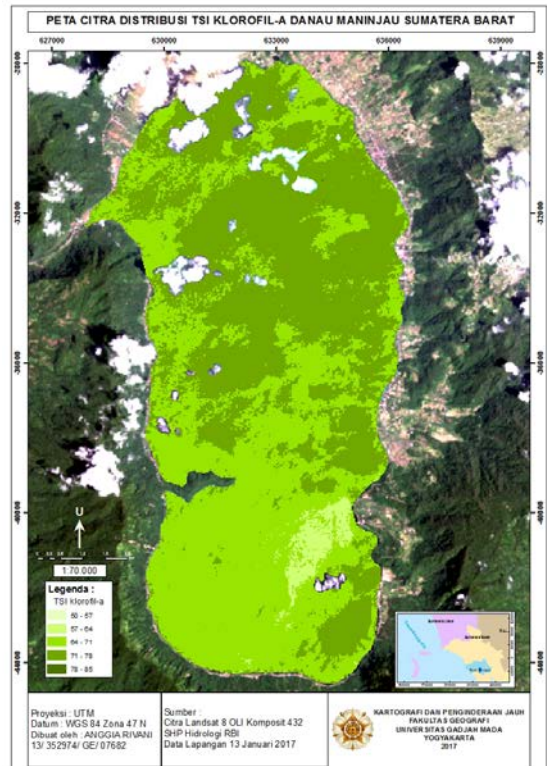
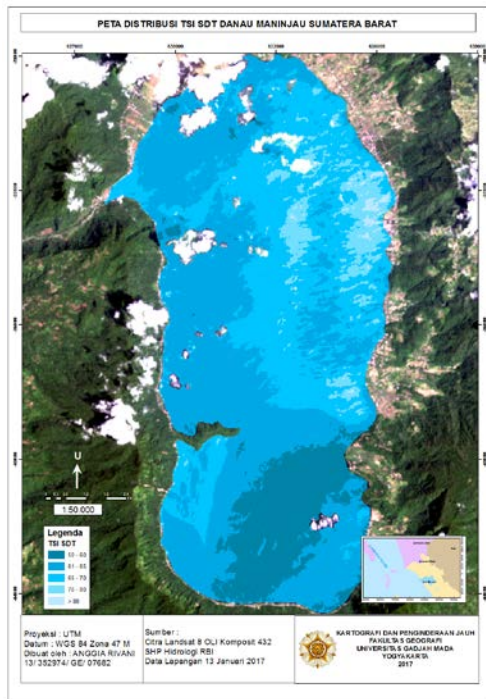
$$2. TP = 0,695 + ((-0,104)(B5 - B3)/(B4 - B3))$$

$$TSI (TP) = 14.42 \ln TP (\mu g/L) + 4.15$$

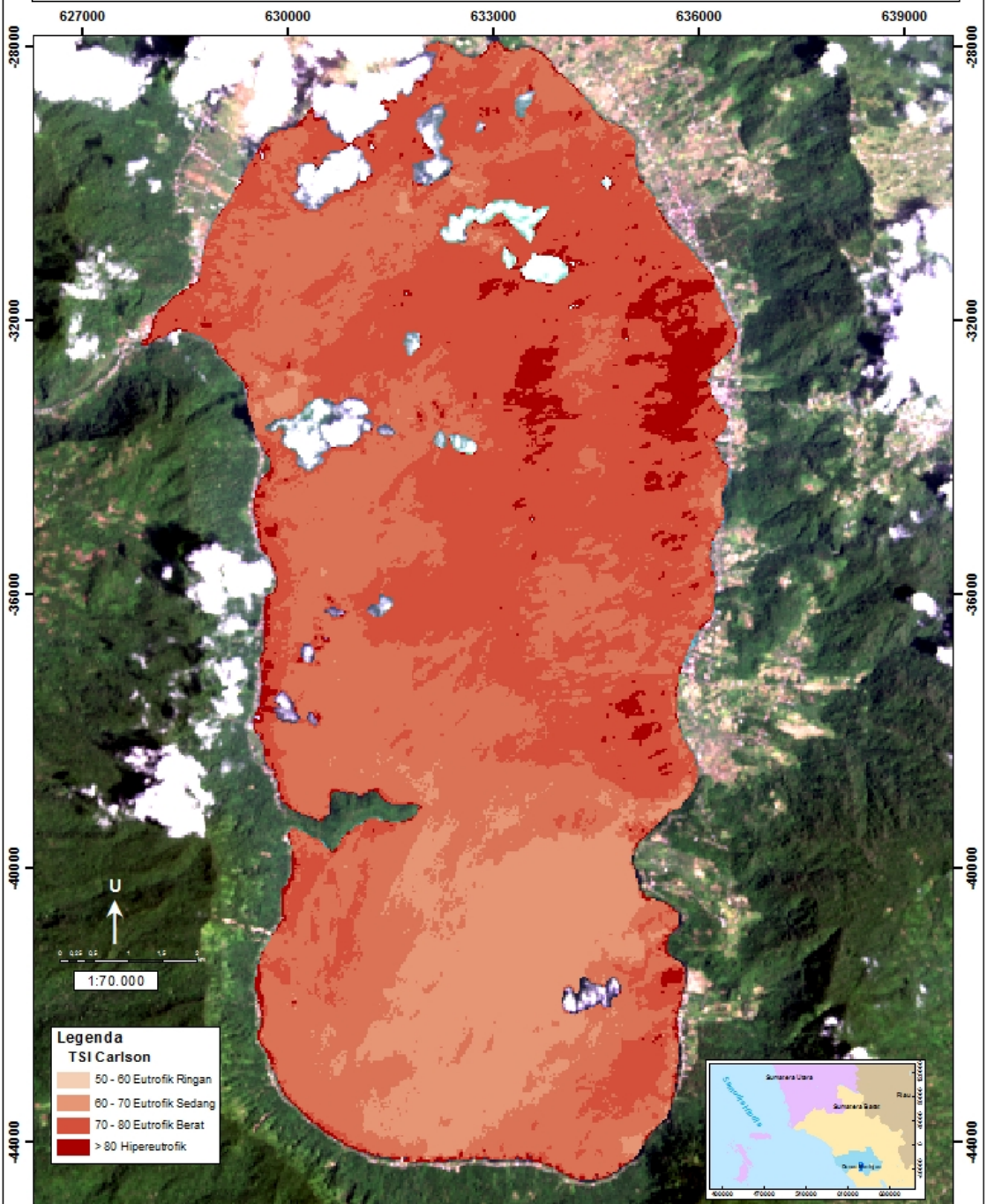
$$3. CA = -0,003 + 0,119 (B6/B5)$$

$$TSI (CA) = 9.81 \ln CA (\mu g/L) + 30.6$$

4. $TSI\ Carlson = \frac{TSI(SD)+TSI(TP)+TSI(CA)}{3}$



PETA CITRA DISTRIBUSI STATUS TROFIK DANAU MANINJAU SUMATERA BARAT



Proyeksi : UTM
Datum : WGS 84 Zona 47 M
Dibuat oleh : ANGGIA RIVANI
13/ 352974/ GE/ 07682

Sumber :
Citra Landsat 8 OLI Komposit 432
SHP Hidrologi RBI
Data Lapangan 13 Januari 2017



KARTOGRAFI DAN PENGINDERAAN JAUH
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2017

Berdasarkan klasifikasi status trofik klasifikasi Carlson, hasil pemetaan yang dilakukan, distribusi TSI terbagi atas 4 kelas kategori yaitu hipereutrofik, eutrofik berat, eutrofik sedang, dan eutrofik ringan.

Zona hipereutrofik tersebar di beberapa zona analisis yaitu disekitar zona utara bagian timur, yaitu dekat dengan aktivitas KJA yang sangat intensif, dan pemukiman padat. Zona ini merupakan zona terkeruh. Penggunaan lahan sekitar zona dan aktivitas badan perairan sekitar zona yang menyumbangkan partikel atau material yang dapat menghambat penetrasi cahaya masuk kedalam zona tersebut. Pemukiman padat menyumbangkan limbah-limbah rumah tangga yang secara langsung masuk kedalam badan perairan seperti sisa detergen. KJA juga ikut menyumbangkan partikel hasil sisa pakan yang mereka tebar setiap harinya dengan jumlah yang tidak terkontrol sehingga langsung masuk kedalam perairan tanpa pengendalian yang terkontrol. Sisa pakan dari KJA ini akan bereaksi dan terurai menjadi fosfor. Keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan algae di perairan (*blooming algae*). Algae yang berlimpah ini dapat membentuk lapisan pada permukaan air yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi oksigen dan cahaya matahari sehingga tidak menguntungkan bagi perairan. Cahaya sangat mempengaruhi tingkah laku organisme akuatik dan mempengaruhi proses fotosintesis mereka didalam perairan.

Zona eutrofik berat tersebar di beberapa zona analisis yaitu disekitar zona utara bagian timur dan pada zona selatan tanjung. Pada zona selatan tanjung membentuk region tersendiri yang sangat jelas kenampakannya, ketika dilihat saat survey lapangan disebelah tanjung. Pada zona yang langsung berbatasan dengan selatan tanjung ini terlihat warna air sangat hijau dan sangat keruh, terlihat kontras dengan zona palung terdalam Danau Maninjau yang warnanya abu-abu gelap. Pada zona selatan tanjung ini juga terdapat longsor akibat cuaca ekstrem yang dapat terlihat pada citra terdapat garis putih lurus di lereng dekat tanjung yang merupakan bekas longsor tersebut. Pada zona ini pun juga terdapat beberapa KJA namun tidak beroperasi karena cuaca yang ekstrem. Dapat kita simpulkan bahwa fenomena di zona ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor posisi berada diselatan tanjung yang memungkinkan terhalangnya siklus air atau angin dan faktor longsor dan KJA intensif yang menjadi penyumbang material yang masuk ke badan perairan sehingga menghalangi penetrasi cahaya ke dalam perairan.

Zona eutrofik sedang tersebar dibagian utara sisi barat. Pada zona bagian utara sisi timur dapat kita lihat dengan jelas perbedaan distribusi status trofik yang signifikan antara bagian barat dengan bagian timur. Ini juga menjadi dasar analisis penelitian bahwa sisi timur dalam segi penggunaan lahan sekitar danau (pemukiman, KJA) lebih intensif dibandingkan sebelah sisi barat. Hal

ini dapat dilihat langsung dengan kenampakan visual pada citra.

Zona eutrofik ringan tersebar didaerah sekitar palung terdalam Danau Maninjau. Dimana zona ini merupakan titik terjernih (SDT tertinggi), klorofil terendah dan total fosfor terendah. Zona selatan dengan kedalaman yang sangat tinggi ini bisa dijadikan kawasan konservasi karena pada zona ini dikhawatirkan status trofiknya akan meningkat. Zona ini perlu dilakukan penelitian lanjutan agar menjadi penyeimbang zona yang lain. Pada zona ini pun pemukiman masih sangat minim dan penggunaan lahan juga masih jarang hanya didominasi oleh hutan alam yang masih belum terpengaruhi oleh manusia. Sehingga dapat dikatakan pada zona ini masih sedikit penyumbang partikel yang menghambat penetrasi cahaya masuk kedalam perairan.

Uji Akurasi Pemetaan

SDT

Nilai akurasi SDT dilakukan pada titik sampel yang tidak digunakan saat uji regresi. Nilai SE menunjukkan besar kesalahan estimasi yang dihasilkan dari pemodelan. Semakin kecil nilai SE maka semakin akurat estimasi yang dihasilkan. Nilai SE SDT yaitu 0,2. Nilai ini menunjukkan adanya pergeseran 0,2 m atau 20 cm pada data lapangan dengan hasil pemodelan. Pergeseran tergolong tidak terlalu besar dan tingkat akurasi estimasi cukup akurat karena nilai akurasi pemetaan yang dihasilkan tergolong

tinggi dengan akurasi maksimum sebesar 74,06%.

Total Fosfor

Nilai akurasi total fosfor dilakukan pada titik sampel yang tidak digunakan saat uji regresi. Nilai SE menunjukkan besar kesalahan estimasi yang dihasilkan dari pemodelan. Semakin kecil nilai SE maka semakin akurat estimasi yang dihasilkan. Nilai SE Total Fosfor yaitu 0,14. Nilai ini menunjukkan adanya pergeseran 0,14 mg/l atau 140 mg/m³ pada data lapangan dengan hasil pemodelan. Pergeseran tergolong tidak terlalu besar dan tingkat akurasi estimasi cukup akurat karena nilai akurasi pemetaan yang dihasilkan tergolong tinggi dengan akurasi maksimum sebesar 76,69%.

Klorofil-a

Nilai akurasi klorofil-a dilakukan pada titik sampel yang tidak digunakan saat uji regresi. Nilai SE menunjukkan besar kesalahan estimasi yang dihasilkan dari pemodelan. Semakin kecil nilai SE maka semakin akurat estimasi yang dihasilkan. Nilai SE klorofil-a yaitu 0,02. Nilai ini menunjukkan adanya pergeseran 0,02 mg/l pada data lapangan dengan hasil pemodelan. Pergeseran tergolong agak besar dan tingkat akurasi estimasi cukup akurat karena nilai akurasi pemetaan yang dihasilkan tergolong cukup kuat namun masih dibawah 50% yaitu dengan akurasi maksimum 42,01%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka terdapat beberapa kesimpulan yang

dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2), citra Landsat 8 OLI memiliki kemampuan memetakan distribusi parameter klorofil-a dengan baik ($R^2 = 0,64$), SDT dengan sangat baik ($R^2 = 0,82$), dan total fosfor dengan cukup baik ($R^2 = 0,46$) di Danau Maninjau.

2. Distribusi status trofik di Danau Maninjau terdiri dari 4 kelas status trofik yaitu eutrofik ringan, eutrofik sedang, eutrofik berat dan hipereutrofik dengan luasan trofik paling besar adalah kelas eutrofik berat yaitu 88.629.300 m².

3. *Standar error of Estimate* (SE) SDT bernilai 0,2 m dengan akurasi maksimum 74,06%, SE total fosfor bernilai 0,14 mg/l dengan akurasi maksimum 76,69%, dan SE klorofil-a bernilai 0,02 mg/l dengan akurasi maksimum 42%. Hasil analisis statistik dan uji akurasi menunjukkan bahwa Landsat-8 OLI sudah cukup mampu untuk mengestimasi kondisi dari masing-masing parameter status trofik.

SARAN

1. Waktu survei lapangan dan waktu perekaman citra seharusnya tidak memiliki rentang perbedaan yang jauh.
2. Jumlah sampel perlu lebih banyak dan distribusi yang lebih bervariasi agar memenuhi analisis regresi dan lebih merepresentasikan kondisi lapangan dengan sebenarnya.
3. Survei lapangan seharusnya

dilakukan pada 3 musim yang berbeda yaitu musim kemarau, peralihan dan hujan agar perbedaan status trofik dapat terlihat secara signifikan.

4. Perlunya uji parameter lain, karena kasus di Danau Maninjau, ada faktor lain seperti sulfida dari sisa vulkan dan sisa pakan KJA yang mempengaruhi kondisi danau.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Nontji, Anugerah. 2016. *Danau Maninjau*. PHPA/ AWB/ Puslitbang Limnologi Sumatera Wetland Project Report No. 37, Bogor, 42 pp
- Prasad, A. G. D., & Siddaraju. 2012. "Carlson's Trophic State Index for The Assessment of Trophic Status Of Two Lakes in Mandya District". Department of Environmental Sciences. University of Mysore. Karnataka, India.
- Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta. Bandung
- Sutanto. 2013. *Metode Penelitian Penginderaan Jauh*. Yogyakarta : Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFG).
- Wetzel, R. G. 2001. *Limnology Lake and River Ecosystem. Third Edition*. Academic Press, California.