

STUDI PERBANDINGAN KONSENTRASI KLOORIFIL-A DI SEMENANJUNG BLAMBANGAN KABUPATEN BANYUWANGI MENGGUNAKAN DATA CITRA SATELIT AQUA MODIS

(Comparative Study of Chlorophyll-a Concentration in Blambangan Peninsula Area of Banyuwangi using an Aqua Modis Satellite Images)

Siti Zainab, Hendrata Wibisana, dan Cintantya Budi Casita

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya
Jalan Raya Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60294, Indonesia
Email: hendrata2008@gmail.com

Diterima: 08 November 2018; Direvisi: 13 Maret 2019; Disetujui untuk Dipublikasikan: 26 April 2019

ABSTRAK

Pemetaan kandungan klorofil-a di pesisir pantai banyak dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran tingkat kesuburan dari lingkungan perairan yang dimaksud. Tingkat kesuburan yang diharapkan dapat memberikan gambaran populasi dari perikanan tangkap yang dibutuhkan oleh masyarakat pesisir dalam meningkatkan kesejahteraan hidupnya. Penginderaan jauh sebagai salah satu teknologi yang baru telah memberikan banyak manfaat untuk pendeteksian dan pemetaan konsentrasi klorofil-a skala global. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan gambaran kandungan klorofil-a pada dua area yang berbeda yaitu di daerah Semenanjung Blambangan dan daerah Teluk Blambangan. Metode yang dikembangkan dari penelitian ini adalah penggunaan algoritma penginderaan jauh dan teknik regresi guna mendapatkan model matematis yang optimal untuk digunakan dalam peramalan kandungan klorofil-a di masa yang akan datang. Dari penelitian ini diperoleh model matematis yang paling sesuai untuk kondisi Teluk Blambangan yaitu pada panjang gelombang sinar hijau dengan nilai 531 nanometer (nm), di mana korelasi yang terbesar adalah $Chlor-a = 21228 \cdot (Rrs_{531}) - 42,371$ dengan nilai R^2 sebesar 0,7951 yang didapatkan dari panjang gelombang sinar hijau yaitu Rrs_{531} dari citra satelit Aqua Modis Level-2. Fenomena ini dapat disimpulkan bahwa kandungan klorofil-a di semenanjung Blambangan pada bulan Agustus 2017 cukup signifikan di mana diperoleh rata-rata konsentrasi dari klorofil-a sebesar 18,45 ppt (mg/m^3) sehingga dapat diprediksikan bahwa populasi ikan yang ada di perairan tersebut juga meningkat pada bulan tersebut. Hasil akhir yang didapatkan berupa peta tematis kandungan klorofil-a untuk algoritma model linier, di samping itu persamaan matematis yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan oleh para peneliti lainnya untuk mendapatkan model yang lebih akurat yang dapat menggambarkan kondisi riil di lapangan.

Kata kunci: Klorofil-a, reflektan, penginderaan jauh, analisa regresi, aqua modis, model matematis

ABSTRACT

The mapping of the chlorophyll-a content in the coast is mostly done with the aim to get a picture of the fertility level of the intended aquatic environment. Fertility levels are expected to provide a population picture of capture fisheries needed by coastal communities to improve their welfare. Remote sensing as one of the new technologies has provided many benefits for the detection and mapping of global-scale concentration of chlorophyll-a. The Objective of this research was to capture chlorophyll-a content at two different areas: Blambangan Peninsula. The method developed from this research was remote sensing algorithms and regression techniques in order to obtain the optimal mathematical model for use in forecasting the content of the chlorophyll-a in the future. From this research, the mathematical model that showed the best fits and have the biggest correlation was $Chlor-a = 21228 \cdot (Rrs_{531}) - 42,371$ with R^2 value 0,7951 which was obtained from the green light wavelength that is Rrs_{531} from Aqua Modis Level-2 satellite imagery. This phenomenon it can be concluded that the chlorophyll-a content in coast of Blambangan Peninsula in August 2017 was quite significant with the average concentration of chlorophyll-a of 18.45 ppt (mg/m^3) so that it could be predicted that the fish population in these waters also increased in that month. The final result was a thematic map of chlorophyll-a content for linier model algorithm, and the resulting mathematical equation were hoped to be used by other researchers to get more accurate model which described real add condition.

Keywords: Chlorophyll-a, reflectance, remote sensing, regression analysis, aqua modis, mathematical model

PENDAHULUAN

Klorofil-a merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mendeteksi populasi dari

phytoplakton yang ada dalam lingkungan perairan. Sebagai salah satu parameter maka pengukuran konsentrasi dari klorofil-a akan menunjukkan

tingkat kesuburan dari suatu badan air, di mana dengan banyaknya kandungan klorofil-a maka dapat dipastikan bahwa sebaran phytoplakton juga besar, dan pada akhirnya dengan kandungan phytoplakton yang besar akan menarik ikan-ikan untuk mencari makan di lingkungan perairan tersebut, pada akhirnya akan terjadi keseimbangan ekosistem dalam lingkup perairan tersebut.

Banyak cara yang dilakukan untuk mengukur kandungan dari konsentrasi klorofil-a, dan salah satu dari teknologi yang dikembangkan adalah pemanfaatan penginderaan jauh. Di mana dengan teknologi ini dapat dideteksi cakupan area yang sangat luas dalam satu waktu perekaman yang sangat singkat. Dengan kemampuan sensor yang dapat merekam data citra secara multispektral atau multi kanal (Baiocchi, Brigante, Dominici, & Radicioni, 2012; Wang et al., 2011), dapat dikatakan bahwa dengan bantuan teknologi penginderaan jauh, pemantauan dari fenomena alam seperti pendeteksian populasi dari phytoplakton dapat dilakukan secara serentak dan dengan biaya yang relatif murah (Jin et al., 2017; Joo, Lee, Son, & Lee, 2018; Martinez, Raapoto, Maes, & Maamaatuaiahutapu, 2018).

Teknologi penginderaan jauh telah banyak dipergunakan oleh para ahli untuk perekaman sumber daya alam dan kelautan secara luas. Pemakaian sensor yang sudah berkembang jauh dapat menjanjikan proses perekaman yang akurat dan memiliki presisi yang cukup tinggi, di mana untuk data yang dihasilkan dari citra satelit memiliki keberagaman tergantung dari tingkat resolusi yang dihasilkan (Rinaldi, Tamburrano, Fortunato, & Sarto, 2016; She, Wang, & Zhou, 2016; Trishchenko, Cihlar, & Li, 2002). Penggunaan sensor dengan tingkat resolusi kecil telah banyak dilakukan seperti AVHRR dan resolusi menengah Aqua Modis (Koner & Harris, 2016; Lacava et al., 2018; Meister & Franz, 2014; Wibisana, Zainab, & Handajani, 2016), demikian juga dengan keberadaan satelit Meris yang cukup akurat dalam pendeteksian berbasis warna lautan (*ocean color*) (Patissier et al., 2014). Di samping itu juga banyak

digunakan sensor untuk resolusi yang lebih besar seperti penggunaan citra SPOT (Neelamani, 2016; Rocchini, 2013) dan citra Landsat 7 yang menggunakan sensor ETM+ (Zhang et al., 2013) maupun yang terbaru Landsat 8 dengan sensor OLI (Guo et al., 2016; Hussain, Islam, Khanam, & Iqbal, 2017; Markogianni, Kalivas, Petropoulos, & Dimitriou, 2018) yang kesemuanya memberikan proses perekaman yang cukup baik terutama untuk perekaman pada daerah yang cukup luas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran sebaran klorofil-a di Semenanjung dan Teluk Blambangan di Kabupaten Banyuwangi dengan pemanfaatan citra satelit resolusi menengah seperti Aqua Modis. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi bagi para nelayan perikanan tangkap untuk dapat mendeteksi secara tepat dan akurat keberadaan area yang memenuhi syarat untuk dilakukan penangkapan ikan secara penuh. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini secara tidak langsung akan memberikan sumbangsih ketahanan pangan bagi masyarakat pesisir di daerah tersebut sehingga kedepannya dapat dijadikan bahan rujukan untuk daerah semenanjung lainnya yang ada di negara Indonesia ini.

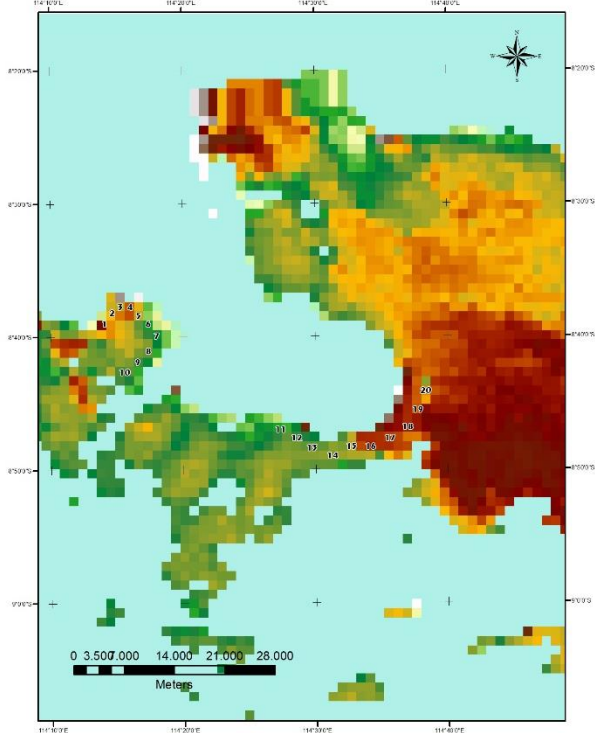
METODE

Lokasi dari penelitian ini mengambil tempat di pesisir Semenanjung dan Teluk Blambangan yang berada pada posisi koordinat 8° 40' hingga 8° 60' Lintang Selatan dan 114° 10' hingga 114° 40' Bujur Timur seperti yang terlihat pada **Gambar 1**. Untuk penentuan koordinat titik sampel dilakukan pada saat pengambilan data di lapangan dengan menggunakan GPS navigasi. Dari hasil pencatatan di lapangan diperoleh koordinat titik sampel sebanyak 20 titik koordinat yang dibagi dalam 2 bagian yaitu pengambilan 10 titik di Teluk Blambangan dan 10 titik lainnya diambil pada daerah Semenanjung Blambangan seperti yang terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Koordinat pengambilan titik sampel di lapangan.

Titik	Teluk Blambangan		Semenanjung Blambangan	
	Lon	Lat	Lon	Lat
1	114° 15' 22,68"	8 ° 37' 37,2"	114 30' 12,17"	8 48' 19,01"
2	114 ° 16' 4,8"	8 ° 38' 20,04"	114 31' 37,38"	8 48' 19,58"
3	114 ° 17' 29,76"	8 ° 38' 20,4"	114 33' 2,56"	8 48' 20,12"
4	114 ° 18' 54,72"	8 ° 39' 3,6"	114 34' 27,73"	8 48' 20,7"
5	114 ° 18' 11,52"	8 ° 40' 27,84"	114 35' 53,19"	8 47' 38,87"
6	114 ° 17' 28,68"	8 ° 41' 9,96"	114 36' 36,07"	8 46' 56,78"
7	114 ° 16' 45,84"	8 ° 41' 52,08"	114 38' 1,5"	8 46' 14,92"
8	114 ° 16' 3"	8 ° 42' 34,2"	114 38' 1,79"	8 45' 32,58"
9	114 ° 14' 37,68"	8 ° 42' 33,48"	114 38' 2,33"	8 44' 7,8"
10	114° 13' 56,64"	8 ° 39' 1,44"	114 38' 2,87"	8 42' 43,09"

Lokasi Penelitian Semenanjung Blambangan



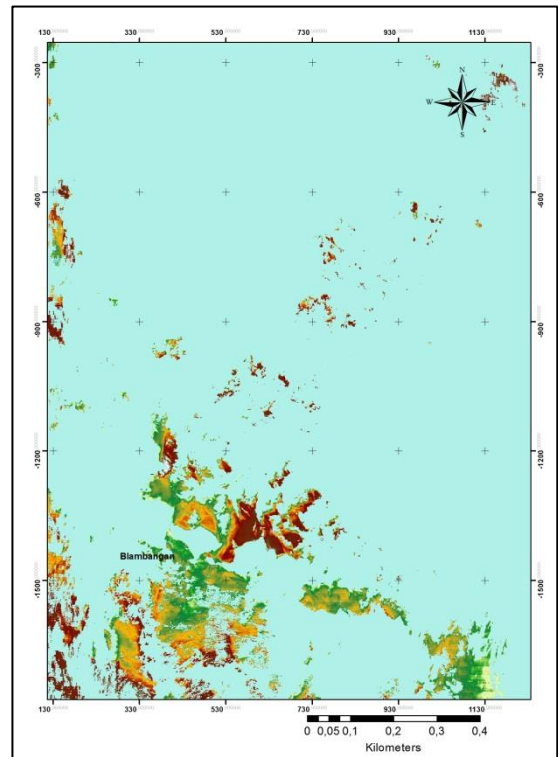
Gambar 1. Lokasi penelitian di Pesisir Semenanjung Blambangan.

Citra Satelit Aqua Modis

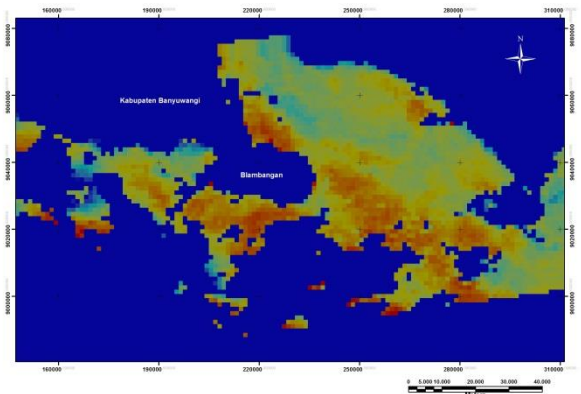
Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan citra Aqua Modis yang diambil pada laman web [http:// modis.gsfc.nasa.gov/data](http://modis.gsfc.nasa.gov/data), citra satelit yang digunakan hasil pemotretan tahun 2017 untuk daerah pulau Bali dan sebagian Jawa Timur. Nama file dari citra satelit aqua modis adalah A2017155055000.L2_LAC_OC.nc, di mana A menunjukkan citra Aqua Modis dan 4 digit selanjutnya yaitu angka 2017 menunjukkan tahun pengambilan gambar. Bentuk gambar dari citra satelit Aqua Modis diperlihatkan pada **Gambar 2**. Untuk mendapatkan hasil analisa yang baik maka **Gambar 2** perlu dilakukan pemotongan pada daerah penelitian atau Area of Interest (AOI). Hasil pemotongan dapat dilihat pada **Gambar 3** untuk panjang gelombang Rrs_412, **Gambar 4** untuk panjang gelombang Rrs_531 dan **Gambar 5** untuk panjang gelombang Rrs_667.

Setelah dilakukan pemotongan citra dilanjutkan dengan tahap reproyeksi untuk mendapatkan koordinat yang tegak lurus dengan gambar citra, dan hasil dari proses ini disimpan dalam nama file A2017155055000.L2_LAC_OC.nc_reprojected yang diperlihatkan pada **Gambar 6**. Dan selanjutnya siap untuk diolah lebih lanjut dengan program SeaDass untuk mendapatkan nilai reflektan masing-masing panjang gelombang yaitu 412nm , 531nm dan 667nm. Ketiga panjang gelombang ini dipilih untuk mewakili nilai warna RGB (red-green-blue), di mana

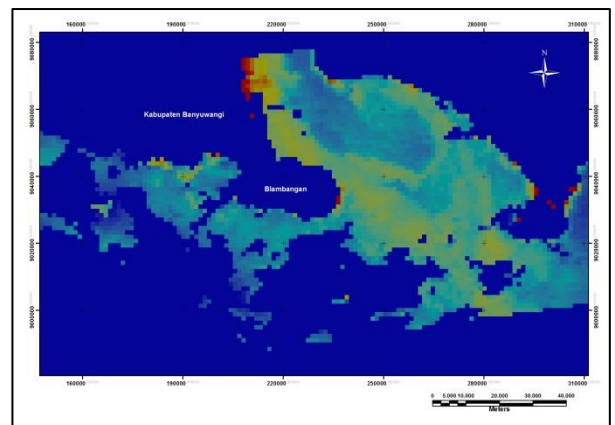
412 mewakili panjang gelombang biru, 531 panjang gelombang warna hijau dan 667 mewakili panjang gelombang warna merah.



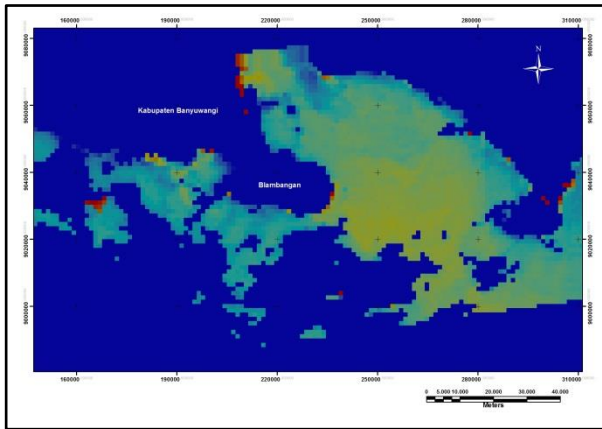
Gambar 2. Tampilan scene utuh citra satelit Aqua modis level-2 untuk bulan Juni tahun 2017.



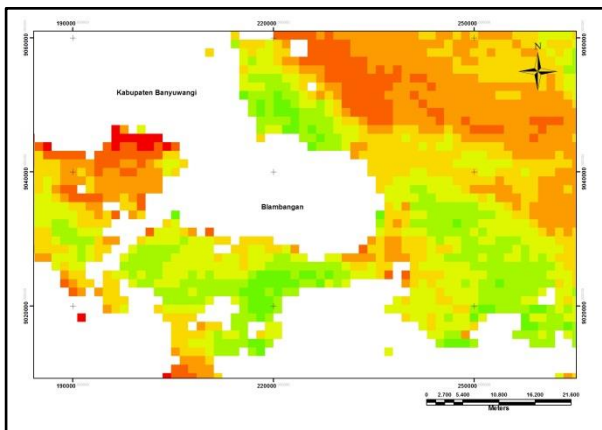
Gambar 3. Citra satelit aqua modis Rrs 412 nm, hasil proses pemotongan pada daerah yang diteliti.



Gambar 4. Citra satelit aqua modis Rrs 531 nm, hasil proses pemotongan pada daerah yang diteliti.



Gambar 5. Citra satelit aqua modis Rrs 667 nm, hasil proses pemotongan pada daerah yang diteliti.



Gambar 6. Citra satelit aqua modis setelah dilakukan proses reprojeksi ulang dengan koordinat sistem UTM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran di laboratorium untuk mendapatkan nilai konsentrasi klorofil-a ditampilkan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3** yang memuat nilai reflektan yang diperoleh dari ekstrak citra satelit dengan bantuan program SeaDass. Pada **Tabel 2** diperlihatkan 10 titik hasil ekstraksi nilai reflektan citra aqua modis dengan hasil pengukuran konsentrasi nilai klorofil-a, sedangkan **Tabel 3** memperlihatkan 10 titik yang dipilih untuk daerah pantai Semenanjung Blambangan masing-masing dengan nilai konsentrasi klorofil-a yang sesuai dengan titik koordinat yang telah diukur sebelumnya.

Tabel 2. Nilai reflektan Aqua Modis dengan nilai konsentrasi Klorofil-a pada masing-masing titik koordinat yang dipilih untuk Teluk Blambangan

Titik	Rrs_412	Rrs_531	Rrs_667	Klor-a (mg/m ³)
1	0,00207	0,00246	0,00881	55,71
2	0,00091	0,00294	0,00346	7,58
3	0,00128	0,00123	0,00392	2,66

Titik	Rrs_412	Rrs_531	Rrs_667	Klor-a (mg/m ³)
4	0,00084	0,00174	0,00504	4,10
5	0,00434	0,00199	0,00182	1,21
6	0,00310	0,00165	0,00540	10,76
7	0,00780	0,00146	0,00106	0,79
8	0,00190	0,00162	0,00660	8,69
9	0,00408	0,00190	0,00072	1,20
10	0,00182	0,00343	0,00600	76,10

Tabel 3. Nilai reflektan Aqua Modis dengan nilai konsentrasi Klorofil-a pada masing-masing titik koordinat yang dipilih untuk Semenanjung Blambangan.

Titik	Rrs_412	Rrs_531	Rrs_667	Klor-a (mg/m ³)
11	0,00180	0,00188	0,00640	0,48
12	0,00207	0,00203	0,01800	0,50
13	0,00169	0,00209	0,00560	0,67
14	0,00918	0,00217	0,00444	37,39
15	0,00374	0,00232	0,00380	26,39
16	0,00688	0,00260	0,00494	46,81
17	0,00044	0,00237	0,00466	43,78
18	0,00548	0,00222	0,00334	2,83
19	0,00510	0,00233	0,00326	2,65
20	0,00115	0,00297	0,00358	20,83

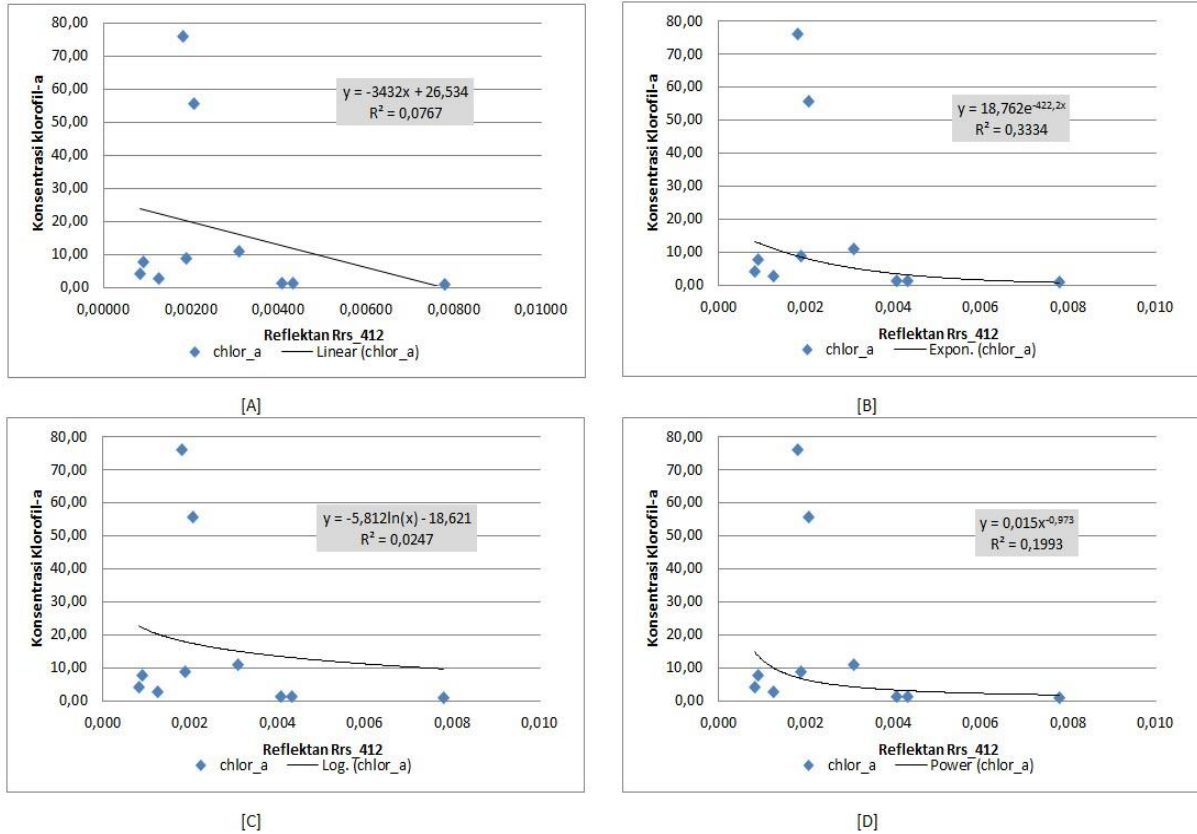
Nilai reflektan yang dihasilkan dari pengukuran citra satelit dengan SeaDass merupakan variabel independen yang akan diolah untuk mendapatkan model matematis yang paling optimum dengan menggunakan nilai konsentrasi klorofil-a sebagai variabel dependen. Hasil perhitungan dengan metode regresi linier untuk panjang gelombang 412 nm terhadap nilai konsentrasi klorofil-a diperlihatkan pada **Gambar 7**, sedangkan untuk panjang gelombang 531 nm diperlihatkan pada **Gambar 8** dan **Gambar 9** untuk panjang gelombang 667 nm.

Pada **Gambar 7** terlihat bahwa model matematis yang optimal untuk panjang gelombang 412 nm adalah model eksponensial dengan nilai korelasi R² adalah 0,3334. Untuk panjang gelombang 531nm pada **Gambar 8**. Model matematis yang optimal diperlihatkan pada model linier dengan nilai korelasi R² sebesar 0,5583. Pada **Gambar 9** untuk panjang gelombang 667 nm terlihat bahwa model eksponensial memiliki nilai korelasi R² yang paling optimal dibandingkan model yang lain. Nilai ini diperoleh sebesar 0,7674, sehingga secara keseluruhan untuk pemetaan kandungan klorofil-a di Teluk Blambangan dapat dikatakan bahwa panjang gelombang 667 nm dengan model eksponensial merupakan panjang gelombang yang optimal untuk memetakan kandungan klorofil-a.

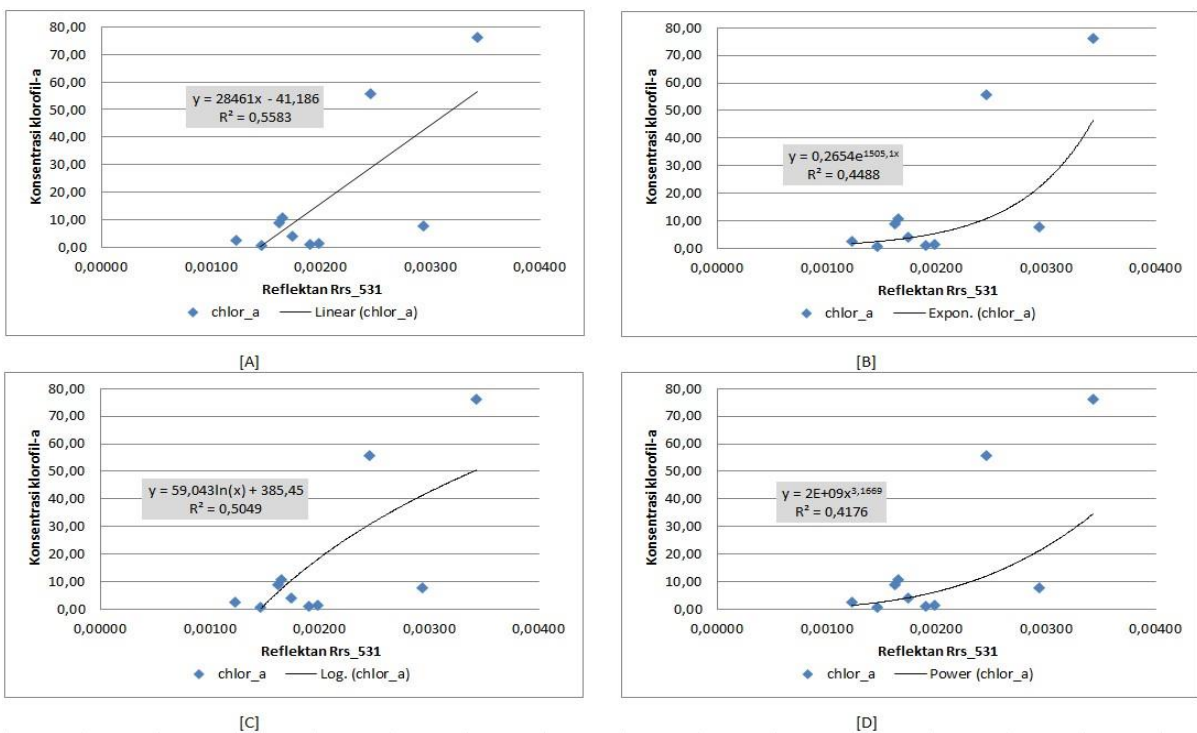
Pemantauan pada lokasi Semenanjung Blambangan dilakukan pengukuran yang sama dengan yang telah dilakukan sebelumnya pada Teluk Blambangan, dan hasil yang diperlihatkan pada **Gambar 10** untuk panjang gelombang 412 nm terlihat bahwa secara keseluruhan nilainya

cukup rendah, hasil yang paling baik diperlihatkan pada model logaritmik dengan nilai korelasi $R^2=0,1254$, namun secara statistik keseluruhan nilai tidak dapat dijadikan acuan untuk memodelkan hubungan antara reflektan dengan kandungan klorofil-a. Berbeda dengan hasil yang diperlihatkan pada **Gambar 11** untuk panjang gelombang 531nm, terlihat bahwa secara keseluruhan semua

model matematis yang diperlihatkan memenuhi standar korelasi secara statistik, namun yang paling optimal diperlihatkan model linier dengan nilai korelasi R^2 sebesar 0,7951 sehingga dapat dikatakan dengan uji korelasi Pearson bahwa ada sekitar 79,51% data terwakili dalam grafik model linier tersebut.



Gambar 7. Hasil diagram pencar panjang gelombang 412 nm untuk (a) model linier, (b) model eksponen, (c) model logaritmik dan (d) model power terhadap konsentrasi klorofil-a di Teluk Blambangan.



Gambar 8. Hasil diagram pencar panjang gelombang 531 nm untuk (a) model linier, (b) model eksponen, (c) model logaritmik dan (d) model power terhadap konsentrasi klorofil-a di Teluk Blambangan.

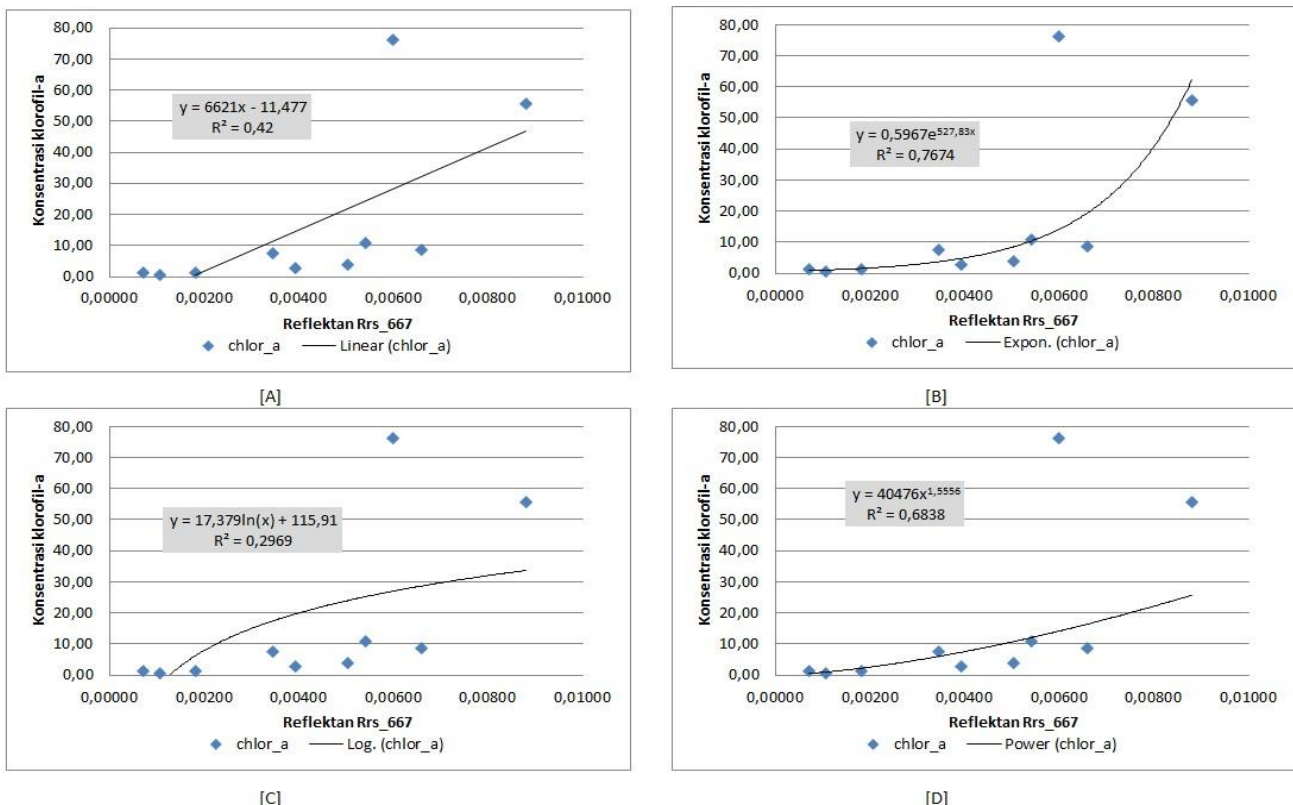
Dari hasil yang diperlihatkan **Gambar 7**, untuk pengolahan diagram scatter citra satelit aqua modis pada panjang gelombang 412nm, diperoleh hasil model matematis yang memiliki nilai korelasi R^2 terbesar adalah model eksponen $y = 18,762 \cdot e^{422,2x}$ dengan nilai $R^2 = 0,3334$ atau sekitar 33,34% dari data yang dapat mewakili dalam model eksponensial tersebut dengan tingkat kesalahan alpha 5%. Secara statistik untuk keseluruhan model pada panjang gelombang 412 nm tidak dapat digunakan untuk peramalan kandungan konsentrasi sebaran klorofil-a. Pengolahan selanjutnya dilakukan pada panjang gelombang 531 nm yang diperlihatkan pada **Gambar 8**.

Dari **Gambar 8** tersebut terlihat bahwa secara keseluruhan model matematis yang ada memiliki nilai korelasi R^2 yang hampir berdekatan, dengan nilai yang terbesar diperlihatkan oleh model linier $y = 28461x - 41,186$ dengan nilai R^2 sebesar 0,5583 atau sekitar 55,83% dari data yang mewakili dalam model linier tersebut, y adalah variabel konsentrasi klorofil-a dalam mg/l dan x adalah variabel reflektan citra satelit pada panjang gelombang yang dihitung. Sedangkan untuk diagram pencar yang diperlihatkan pada **Gambar 9** untuk panjang gelombang 667 nm memperlihatkan hasil yang lebih optimal, dan ada perbedaan yang cukup signifikan dari masing-masing model matematis yang ada. Model matematis yang memiliki nilai korelasi yang paling tinggi adalah

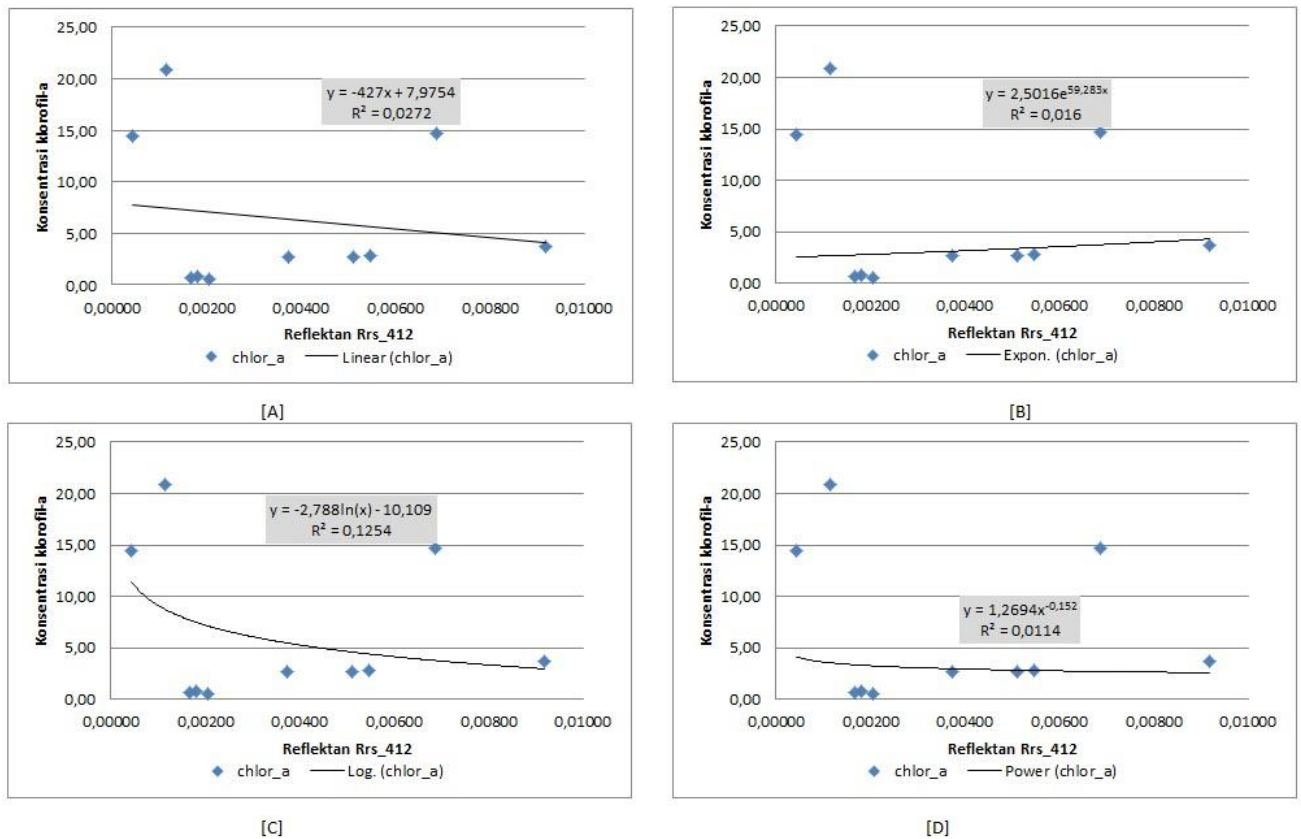
model eksponen $y = 0,5967e^{527,83x}$ dengan nilai $R^2 = 0,7674$ atau sekitar 76,74% dari data yang dapat mewakili dalam model matematis tersebut. Dari hasil perbandingan nilai R^2 ini dapat dikatakan bahwa model matematis yang menggambarkan konsentrasi klorofil-a di Teluk Blambangan yang paling optimum adalah model eksponen dengan nilai korelasi sebesar 0,7674.

Analisa Algoritma Model Matematis

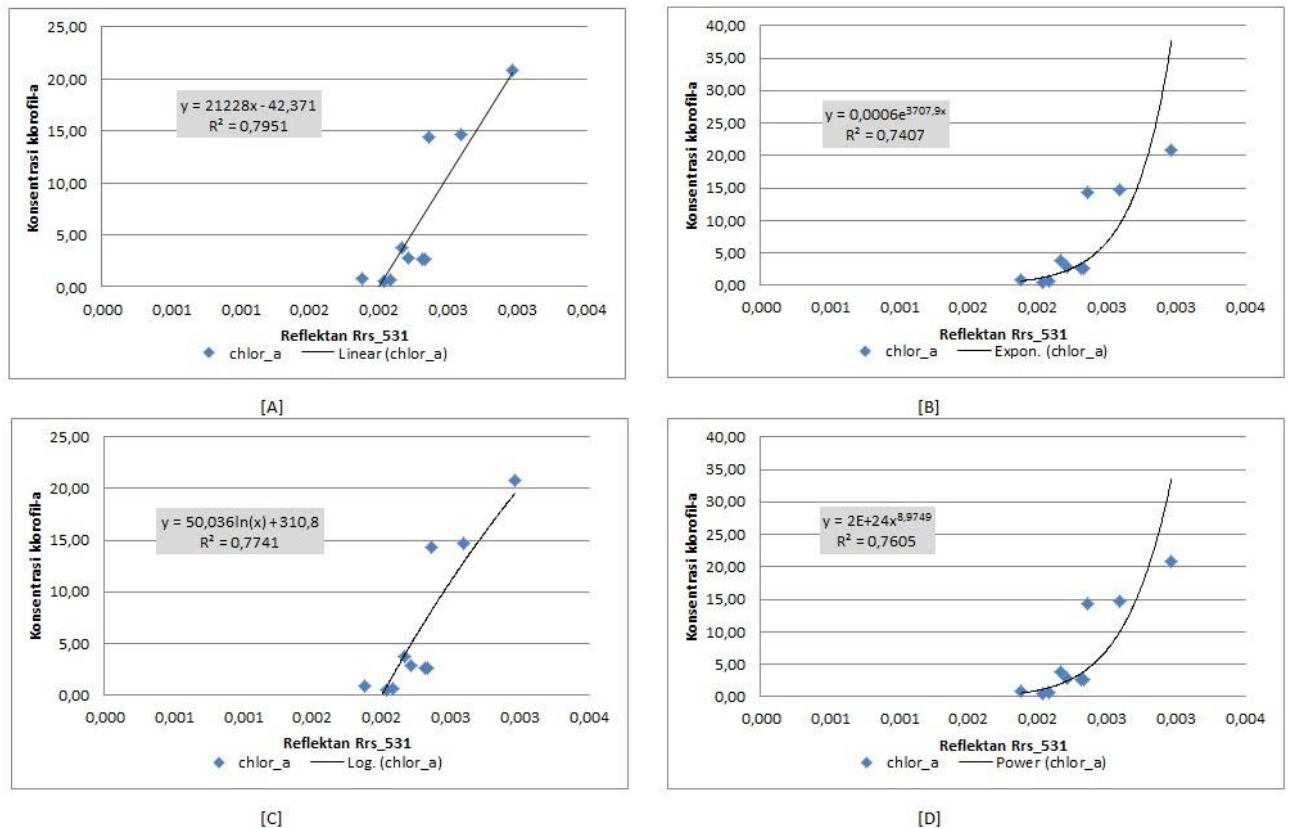
Panjang gelombang 412nm pada **Gambar 10** terlihat bahwa model yang paling optimum adalah model logaritmik dengan nilai R^2 0,1254 sedangkan untuk model lainnya tidak memperlihatkan hasil yang signifikan secara statistik. Hal ini dapat dijelaskan dari perolehan nilai R^2 yang ada, sehingga dapat dikatakan bahwa pada pengukuran sebaran khlorofil-a daerah Semenanjung Blambangan untuk citra Aqua Modis tidak dapat digunakan panjang gelombang 412nm. Hal yang berbeda diperlihatkan pada **Gambar 11**, di mana pada **Gambar 11** untuk panjang gelombang 531 nm terlihat hasil perhitungan pada semua model matematis memiliki nilai R^2 yang cukup signifikan secara statistik yang ditandai dengan perolehan nilai di atas 70% untuk keseluruhan model yang diujicobakan, dan dari **Gambar 11** dapat diketahui bahwa model linier memiliki nilai yang paling optimum sebesar 0,7951.



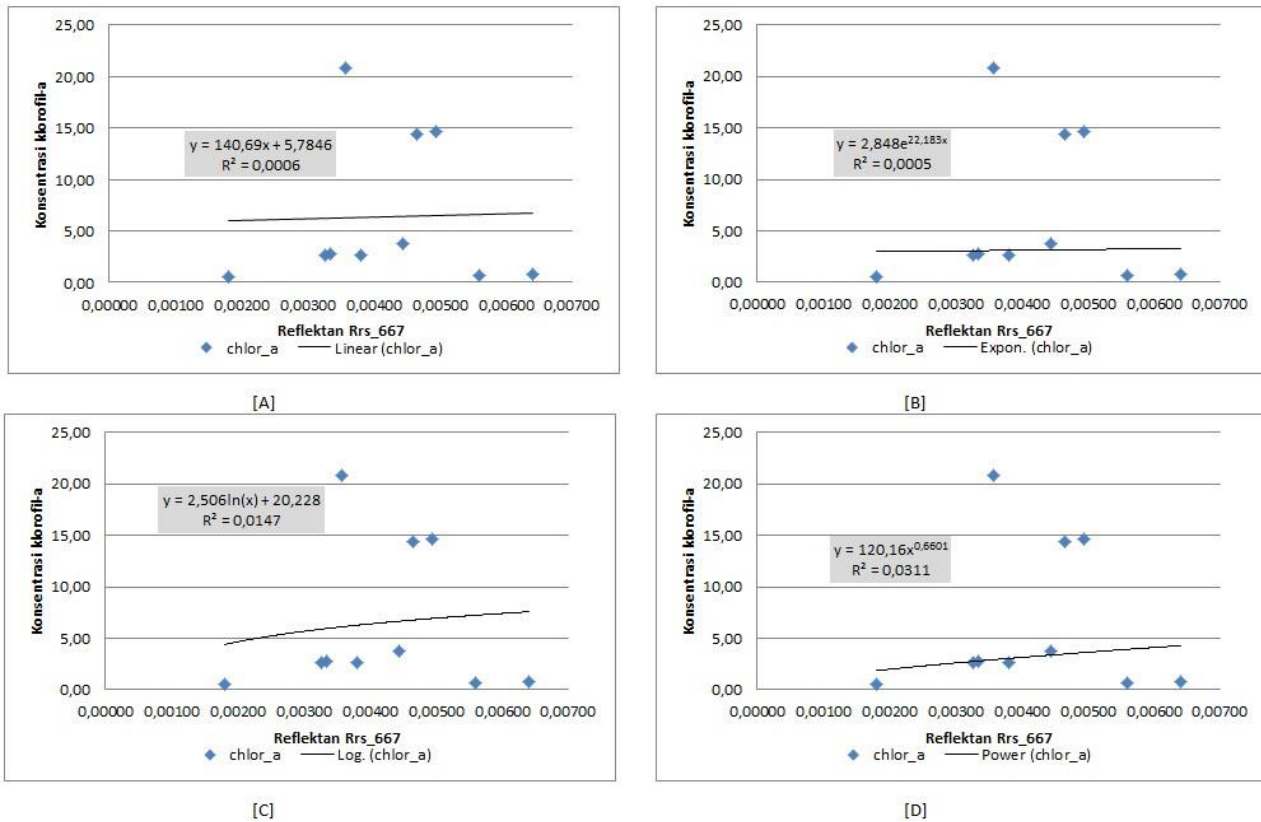
Gambar 9. Hasil diagram pencar panjang gelombang 667 nm untuk (a) model linier, (b) model eksponen, (c) model logaritmik dan (d) model power terhadap konsentrasi klorofil-a di Teluk Blambangan.



Gambar 10. Hasil diagram pencar panjang gelombang 412 nm untuk (a) model linier, (b) model eksponen, (c) model logaritmik dan (d) model power terhadap konsentrasi klorofil-a di Semenanjung Blambangan.

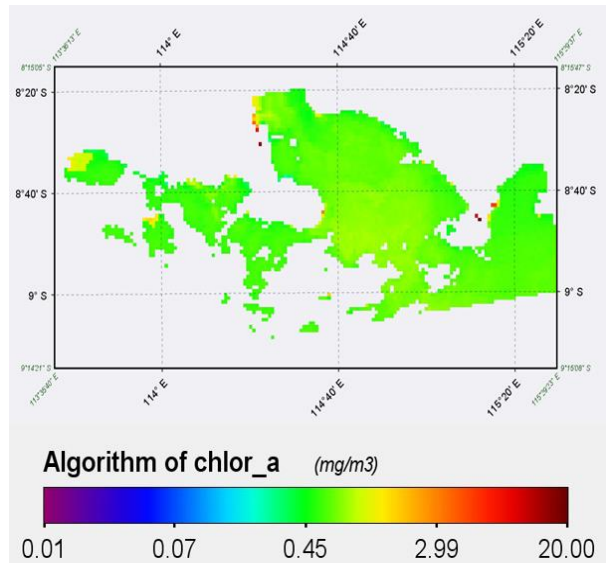


Gambar 11. Hasil diagram pencar panjang gelombang 531 nm untuk (a) model linier, (b) model eksponen, (c) model logaritmik dan (d) model power terhadap konsentrasi klorofil-a di Semenanjung Blambangan.

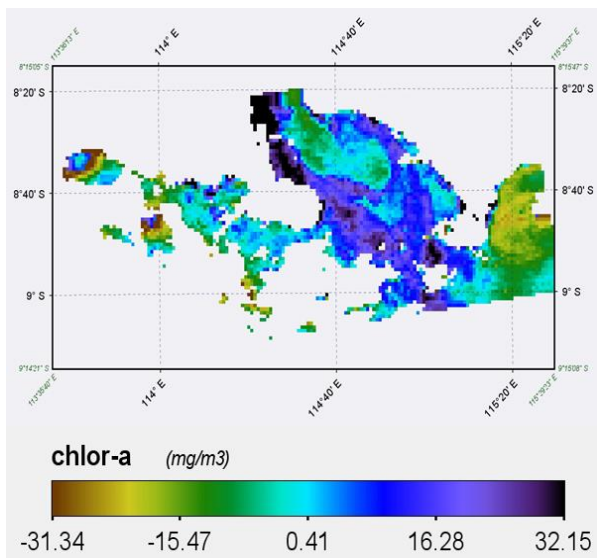


Gambar 2. Hasil diagram pencar panjang gelombang 667 nm untuk (a) model linier, (b) model eksponen, (c) model logaritmik dan (d) model power terhadap konsentrasi klorofil-a di Semenanjung Blambangan.

Pada **Gambar 12.**, terlihat bahwa seperti panjang gelombang 412 nm, untuk panjang gelombang 667 nm secara keseluruhan semua model matematis tidak dapat dipergunakan sebagai acuan untuk menggambarkan kandungan klorofil-a di lapangan. Hasil yang paling baik dari model matematis untuk panjang gelombang 667 nm diperlihatkan untuk model power dengan nilai R² sebesar 0,0311 atau hanya sekitar 3,11% data yang terwakili dalam model regresi.



Gambar 14. Algoritma konsentrasi klor-a model linier pada panjang gelombang 531 nm untuk area Semenanjung Blambangan.



Gambar 13. Algoritma konsentrasi klorofil-a model eksponen pada panjang gelombang 667 nm untuk area Teluk Blambangan.

KESIMPULAN

Citra satelit Aqua Modis dapat dipergunakan sebagai media untuk menggambarkan sebaran konsentrasi klorofil-a di Semenanjung Blambangan di mana hasil pengolahan algoritma penginderaan jauh yang dilakukan dengan program SeaDass dapat memberikan nilai yang cukup variatif dan optimal untuk masing-masing model matematis yang ditunjukkan. Dari hasil perhitungan regresi untuk pemetaan klorofil di Teluk Blambangan

diperoleh model matematis yang dapat menggambarkan kandungan klorofil-a adalah panjang gelombang 667 nm dengan model eksponensial yang memiliki nilai korelasi R^2 sebesar 0,7674. Untuk perhitungan model matematis pada pantai Semenanjung Blambangan diperoleh model matematis yang dapat menggambarkan kandungan klorofil-a yang paling optimal ditunjukkan model linier dengan nilai korelasi R^2 sebesar 0,7951.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti ucapkan kepada LPPM UPN Veteran Jatim atas pemberian dana penelitian Mandiri sehingga penelitian ini dapat dilakukan dengan baik dan selesai tepat waktu. Terima kasih juga kepada para mahasiswa teknik sipil UPN yang sudah membantu perolehan data lapangan sebagai surveyor.

DAFTAR PUSTAKA

- Baiocchi, V., Brigante, R., Dominici, D., & Radicioni, F. (2012). Coastline Detection Using High Resolution Multispectral Satellite Images. *FIG Working Week 2012, Rome.*, (May), 6–10. Retrieved from <http://www.fig.net/pub/fig2012/techprog.htm>
- Guo, Q., Wu, X., Bing, Q., Pan, Y., Wang, Z., Fu, Y., ... Liu, J. (2016). Study on Retrieval of Chlorophyll-a Concentration Based on Landsat OLI Imagery in the Haihe River, China. *Sustainability*, *8*(8), 758–768. <https://doi.org/10.3390/su8080758>
- Hussain, N., Islam, M. H., Khanam, R., & Iqbal, M. (2017). Water Quality in Landsat OLI Images. In *International Conference on Engineering Research and Practice* (pp. 19–23). Dhaka, Bangladesh.
- Jin, H., Zhuang, Y., Li, H., Chen, J., Gao, S., Ji, Z., & Zhang, Y. (2017). Response of phytoplankton community to different water types in the western Arctic Ocean surface water based on pigment analysis in summer 2008. *Acta Oceanologica Sinica*, *36*(8), 109–121. <https://doi.org/10.1007/s13131-017-1033-z>
- Joo, H., Lee, D., Son, S., & Lee, S. (2018). Annual New Production of Phytoplankton Estimated from MODIS-Derived Nitrate Concentration in the East/Japan Sea. *Remote Sensing*, *10*(5), 806–818. <https://doi.org/10.3390/rs10050806>
- Koner, P. K., & Harris, A. (2016). Improved quality of MODIS sea surface temperature retrieval and data coverage using physical deterministic methods. *Remote Sensing*, *8*(6), 264. <https://doi.org/10.3390/rs8060454>
- Lacava, T., Ciancia, E., Di Polito, C., Madonia, A., Pascucci, S., Pergola, N., ... Tramutoli, V. (2018). Evaluation of MODIS—Aqua Chlorophyll-a Algorithms in the Basilicata Ionian Coastal Waters. *Remote Sensing*, *10*(7), 987. <https://doi.org/10.3390/rs10070987>
- Markogianni, V., Kalivas, D., Petropoulos, G., & Dimitriou, E. (2018). An Appraisal of the Potential of Landsat 8 in Estimating Chlorophyll-a, Ammonium Concentrations and Other Water Quality Indicators. *Remote Sensing*, *10*(7), 1018. <https://doi.org/10.3390/rs10071018>
- Martinez, E., Raapoto, H., Maes, C., & Maamaatuihuta, K. (2018). Influence of Tropical Instability Waves on Phytoplankton Biomass near the Marquesas Islands. *Remote Sensing*, *10*(4), 640. <https://doi.org/10.3390/rs10040640>
- Meister, G., & Franz, B. A. (2014). Corrections to the MODIS Aqua Calibration Derived From MODIS Aqua Ocean Color Products. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, *52*(10), 6534–6541. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2013.2297233>
- Neelamani, S. (2016). Coastal erosion and accretion in Kuwait - Problems and management strategies. *Ocean and Coastal Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.05.014>
- Patissier, D. B., Schroeder, T., Brando, V., Maier, S., Dekker, A., & Phinn, S. (2014). ESA-MERIS 10-Year Mission Reveals Contrasting Phytoplankton Bloom Dynamics in Two Tropical Regions of Northern Australia. *Remote Sensing*, *6*(4), 2963–2988. <https://doi.org/10.3390/rs6042963>
- Rinaldi, A., Tamburrano, A., Fortunato, M., & Sarto, M. (2016). A Flexible and Highly Sensitive Pressure Sensor Based on a PDMS Foam Coated with Graphene Nanoplatelets. *Sensors*, *16*(12), 2148. <https://doi.org/10.3390/s16122148>
- Rocchini, D. (2013). Seeing the unseen by remote sensing: Satellite imagery applied to species distribution modelling. *Journal of Vegetation Science*, *24*(2), 209–210. <https://doi.org/10.1111/jvs.12029>
- She, J., Wang, F., & Zhou, J. (2016). A Novel Sensor Selection and Power Allocation Algorithm for Multiple-Target Tracking in an LPI Radar Network. *Sensors*, *16*(12), 2193. <https://doi.org/10.3390/s16122193>
- Trishchenko, A. P., Cihlar, J., & Li, Z. (2002). Effects of spectral response function on surface reflectance and NDVI measured with moderate resolution satellite sensors. *Remote Sensing of Environment*. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00328-5](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00328-5)
- Wang, G., Zhang, B., Li, J., Zhang, H., Shen, Q., Wu, D., & Song, Y. (2011). Study on monitoring of red tide by multi-spectral remote sensing based on HJ-CCD and MODIS. *Procedia Environmental Sciences*, *11*(PART C), 1561–1565. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.12.235>
- Wibisana, H., Zainab, S., & Handajani, N. (2016). Analisa Konsentrasi Klorofil-A Pada Pesisir Pantai Berbasis Parameter Nilai Reflektans Citra Satelit Aqua Modis. *Seminar Nasional Geomatika*, 301–307. <https://doi.org/10.24895/SNG.2016.0-0.96>
- Zhang, W., Li, A., Jin, H., Bian, J., Zhang, Z., Lei, G., ... Huang, C. (2013). An enhanced spatial and temporal data fusion model for fusing landsat and modis surface reflectance to generate high temporal landsat-like data. *Remote Sensing*. <https://doi.org/10.3390/rs5105346>

Halaman ini sengaja kami kosongkan