

Arta, FH. Mubarak. Nasution, S  
2016 : 10 (2)

**SEBARAN KLOROFIL-*a* DI PERAIRAN PANTAI PADANG DAN  
PARIAMAN PROVINSI SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN  
CITRA SATELIT AQUA MODIS**

**Fandi Handika Arta**

*Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru,  
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru, 28293. Telp 0761-63274.*

**Mubarak**

*Dosen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau,  
Pekanbaru, Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru, 28293. Telp 0761-63274.*

**Syafruddin Nasution**

*Dosen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau,  
Pekanbaru, Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru, 28293. Telp 0761-63274.*

***Distribution of Chlorophyll-*a* in the Coastal Waters of Padang and Pariaman, West  
Sumatra Province Using Satellite Imagery Aqua MODIS***

**ABSTRACT**

*This research was conducted in March 2016. Sampling was conducted in the coastal waters of Padang and Pariaman, West Sumatra. The purpose of this research is to map the distribution of chlorophyll-*a* in the coastal waters of Padang and Pariaman, West Sumatra Province. The method used in this research is survey method. The results of image analysis is known that the distribution of chlorophyll-*a* uniform occurred in February 2016 in which the distribution covers a large area and at least shades of difference in that month. Furthermore, the uneven distribution of chlorophyll-*a* occurred in November 2015 in which the distribution is so broad and it could be seen from striking differences in color gradation. Results of laboratory analysis known that the highest of chlorophyll-*a* concentration was occurred in the month of November 2015 and the lowest occurred in March 2015.*

**Key words:** *Chlorophyll-*a*, Distribution, Coastal waters, Padang and Pariaman.*

## PENDAHULUAN

Muatan unsur hara yang dibawa oleh sungai dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton dengan cepat dan berlimpah sehingga dapat mempengaruhi fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton yang ada di perairan (Yuliana, 2007). Klorofil merupakan pigmen berwarna hijau yang paling banyak mengabsorpsi sinar matahari. Keberadaan fitoplankton ini dapat dideteksi dari kandungan klorofil yang terdapat pada perairan tersebut dan dapat digunakan sebagai parameter produktivitas perairan. Konsentrasi klorofil-*a* di atas 0,2 mg/l menunjukkan kehadiran kehidupan fitoplankton yang menandakan kemampuan mempertahankan kelangsungan perkembangan perikanan komersial (Susanto *et al*, 2001).

Biomassa fitoplankton bisa dihitung dengan memperkirakan konsentrasi klorofil-*a* (Hutabarat, 2000). Keberadaan fitoplankton ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi dalam mengetahui daerah penangkapan ikan. Menurut Hannesson (1988), hasil tangkapan ikan lebih banyak ditentukan oleh cuaca atau keadaan lingkungan. Ikan termasuk organisme heterotrof, ini berarti ikan merupakan salah satu produktivitas sekunder di ekosistem perairan. Banyaknya produktivitas sekunder dari suatu komunitas tergantung pada banyaknya produktivitas primer pada komunitas yang bersangkutan, artinya produktivitas sekunder tinggi jika produktivitas primer tinggi (Susanto, 2000).

Kurangnya informasi mengenai gambaran daerah penangkapan ikan merupakan suatu kendala. Informasi ini sangatlah sulit didapatkan jika harus dikerjakan langsung secara insitu. Metode penginderaan jauh adalah salah satu solusi dari permasalahan yang dapat digunakan dalam penentuan daerah penangkapan ikan dengan melihat konsentrasi klorofil-*a* di suatu perairan. Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Keterbatasan panca indera manusia untuk memantau kondisi lingkungan laut ataupun pesisir sudah dapat diatasi dengan perkembangan teknologi satelit. Sensor yang dipasang pada satelit mempunyai kemampuan yang lebih besar dari panca indera manusia (Lillesand dan Kiefer, 1990). Aqua-Modis adalah salah satu satelit indera yang banyak di manfaatkan oleh para peneliti. Satelit Aqua Modis dirancang oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) yang memiliki kegunaan untuk mengukur *ocean color* dan *sea surface temperature* (Semedi dan Hadiyanto, 2013).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2016. Pengambilan sampel dilakukan pada perairan pantai Padang dan Pariaman Sumatera Barat. Analisis citra klorofil-*a* dilakukan di Laboratorium Fisika Laut dan analisis konsentrasi klorofil-*a* dilakukan di Laboratorium Kimia Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei.

### Analisis Data Citra

Analisis data citra dilakukan dengan prosedur yaitu penentuan *Area of Interests* ( AoI ) merupakan batasan wilayah kajian yang diteliti. Selanjutnya ekstrak data merupakan proses ekstraksi nilai pada data. Kemudian Input Nilai Klorofil-a merupakan tahapan yang menampilkan data nilai klorofil-a yang sudah tersaji dalam bentuk peta.

### Analisis Konsentrasi Klorofil-a

Perhitungan klorofil-a dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometrik mengacu pada Boyd (1984) sebagai berikut:

$$\text{Chl-a (mg/l)} = 11.9 C \frac{v}{L} \times \frac{1000}{S}$$

Dimana :

C= Nilai bacaan *spektrofotometer* (665nm-750nm of absorbance )

V= Ekstraksi *aseton* yang diperoleh ( ml )

L = Diameter cuvet ( cm )

S= Volume sampel yang di saring ( ml )

Tahapan analisa klorofil-a :

1. Larutan MgCO<sub>3</sub> diteteskan pada kertas filter (*millipore 0.45µm*)
2. Air sampel sebanyak 200 ml disaring menggunakan pompa vacum.
3. Kertas saring dengan filtrat klorofil-a ditetesi 10ml aseton 90% kemudian digerus selama 2 menit.
4. Sampel dipindahkan pada tabung erlenmeyer dan tutup dengan *aluminium foil* dan disimpan pada refrigerator selama 1 jam.
5. Sampel di sentrifuge menggunakan *centrifuge tube* pada kecepatan 2000-3000 rpm selama 10 menit.
6. *Supernatant* dituangkan ke *cuvette* dan sentrifuge dengan kecepatan rendah (300-500 rpm) selama 5 menit.
7. *Absorbance* diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 665nm dan 750nm.

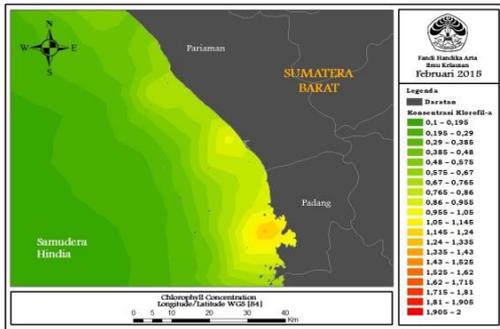
### Analisis Data

Data yang diperoleh baik berupa data citra maupun data klorofil-a hasil perhitungan di laboratorium selanjutnya dianalisis kemudian dibahas secara deskriptif, kemudian untuk melihat perbedaan antara data klorofil-a dan hasil perhitungan laboratorium dilakukan metode stasistik Uji T.

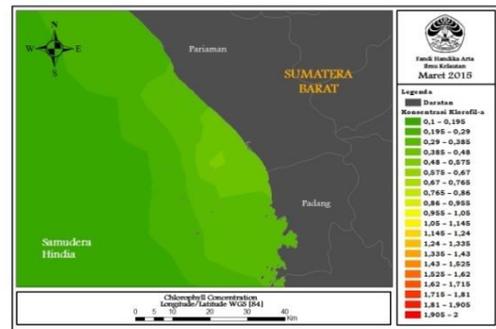
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengolahan Data Citra**

Sebaran klorofil-a di perairan pantai Padang dan Pariaman Provinsi Sumatera Barat dianalisis menggunakan citra *Ocean Color Aqua MODIS level-3* pada resolusi spasial 4km menggunakan skala bulanan. Data citra bulanan yang digunakan yaitu bulan Februari 2015 hingga Maret 2016. Sebaran klorofil-a di perairan pantai Padang dan Pariaman Provinsi Sumatera Barat disajikan pada Gambar 1-12.



Gambar 1. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Februari 2015



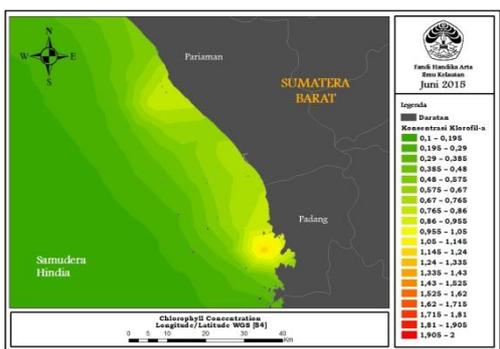
Gambar 2. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Maret 2015



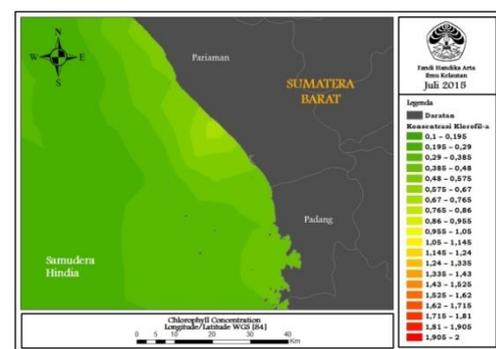
Gambar 3. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan April 2015



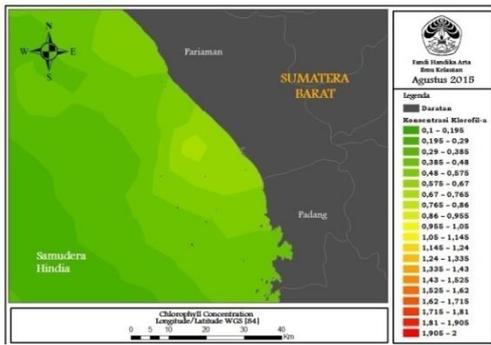
Gambar 4. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Mei 2015



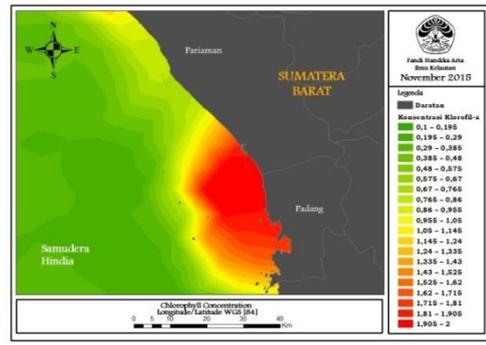
Gambar 5. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Juni 2015



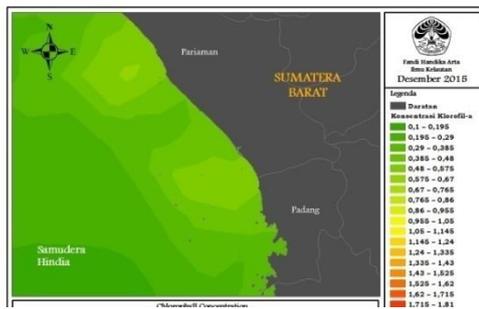
Gambar 6. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Juli 2015



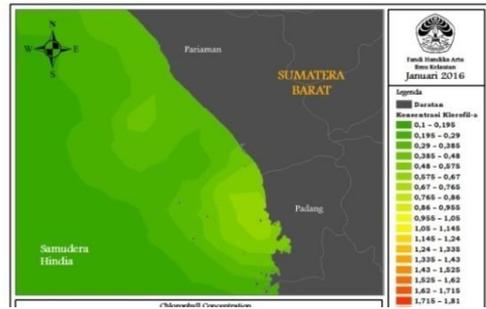
Gambar 7. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Agustus 2015



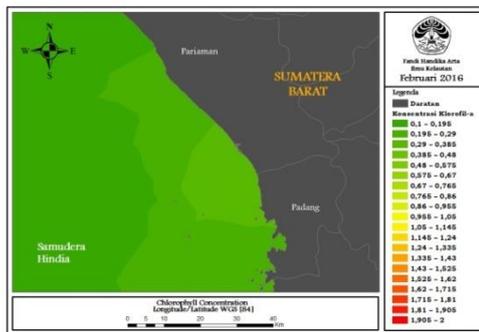
Gambar 8. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan November 2015



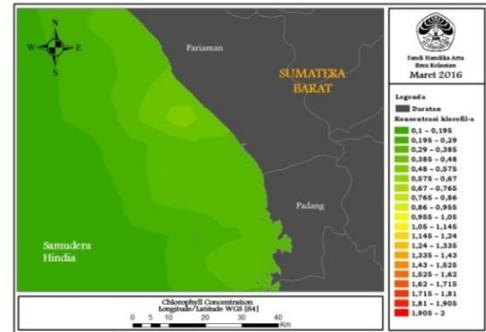
Gambar 9. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Desember 2015



Gambar 10. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Januari 2016



Gambar 11. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Februari 2016



Gambar 12. Sebaran klorofil-a (mg/l) bulan Maret 2016

Sebaran klorofil-a yang cukup merata terjadi pada bulan Februari 2016 dan sebaran klorofil-a yang tidak merata terjadi pada bulan November 2015. Wirasatriya (2011) mengatakan pola persebaran menunjukkan adanya gradasi nilai konsentrasi yang tinggi di daerah pantai, terutama muara sungai dan semakin rendah menuju ke arah laut lepas.

Setelah dilakukan analisis konsentrasi klorofil-a data citra satelit Aqua MODIS didapatkan hasil nilai sebaran yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai konsentrasi klorofil-*a* secara temporal.

No	Bulan	Konsentrasi Klorofil- <i>a</i>		Rata-Rata (mg/l)
		Mak (mg/l)	Min (mg/l)	
1	Feb-15	1,73	0,07	0,906
2	Mar-15	0,51	0,07	0,294
3	Apr-15	1,07	0,09	0,584
4	Mei-15	1,91	0,07	0,995
5	Jun-15	2,38	0,08	1,239
6	Jul-15	1,05	0,10	0,581
7	Agust-15	0,80	0,06	0,433
8	Nop-15	2,47	0,08	1,278
9	Des-15	0,69	0,08	0,386
10	Jan-16	0,78	0,09	0,438
11	Feb-16	0,71	0,08	0,399
12	Mar-16	1,39	0,11	0,755

Sumber : Data Primer

Pengamatan sebaran klorofil-*a* yang dilakukan setiap bulannya pada periode satu tahun menunjukkan kenaikan dan penurunan nilai konsentrasi klorofil-*a*. Pengamatan pada bulan Februari 2015 (0,906 mg/l) dan Maret 2015 (0,294 mg/l) menunjukkan penurunan konsentrasi klorofil-*a* di perairan. Hal ini diduga adanya tutupan awan tebal karena pada bulan maret curah hujan rendah yaitu 161,5 mm sedangkan hari hujannya tinggi yaitu 21 (lampiran 8) sehingga menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan yang berfungsi sebagai proses fotosintesis oleh klorofil-*a*. Romimohtarto (2001), mengatakan cahaya mempunyai pengaruh terbesar secara tidak langsung, yakni sebagai sumber energi untuk proses fotosintesis. Selain itu cahaya berperan penting dalam hubungannya dengan perpindahan populasi hewan Laut. Bulan April 2015 (0,584 mg/l), Mei 2015 (0,995 mg/l) dan Juni 2015 (1,239 mg/l) menunjukkan kenaikan nilai konsentrasi klorofil-*a* di perairan. Selanjutnya, pada bulan Juli 2015 (0,581 mg/l) dan Agustus 2015 (0,433 mg/l) mengalami penurunan kembali. Data citra satelit pada bulan September dan Oktober 2015 tidak terbaca oleh *received* karena pada bulan ini terjadi kabut asap yang sangat tebal sehingga membuat pembacaan citra menjadi *error*. Akibatnya, pengekstraksian data untuk diolah menjadi peta tidak dapat dilakukan.

Bulan November 2015 (1,278 mg/l) terjadi kenaikan konsentrasi klorofil-*a* yang merupakan nilai konsentrasi tertinggi dalam pengolahan data selama satu tahun. Hal ini disebabkan karena curah hujan yang cukup tinggi yaitu 279,7 mm dengan hari hujan selama 12 hari. Tingginya curah hujan menyebabkan suplai-suplai nutrien dari daratan menjadi tinggi kearah sungai dan sampai pada muara. Kemudian singkatnya hari hujan menjadikan kondisi langit tidak terlalu tertutupi oleh awan tebal sehingga proses berlangsungnya fotosintesis akan lebih lama.

Febriani (2008) mengatakan sebaran klorofil-*a* dilaut lebih tinggi konsentrasinya pada perairan pantai dan pesisir, serta rendahnya konsentrasi di perairan lepas pantai.

Tingginya sebaran konsentrasi klorofil-*a* di perairan pantai dan pesisir dikarenakan adanya suplai nutrisi dalam jumlah besar melalui *run-off* dari daratan, sedangkan rendahnya konsentrasi klorofil-*a* di perairan lepas pantai dikarenakan tidak adanya suplai nutrisi secara langsung dari daratan.

Bulan Desember 2015 hingga Februari 2016 mengalami kenaikan dan penurunan setiap bulannya. Fluktuasi yang terjadi tidak terlalu besar yaitu sekitar 0,1-0,2 mg/l setiap bulannya. Bulan Maret 2016, terjadi kenaikan klorofil-*a* yang cukup tinggi yaitu sekitar 0,5 mg/l. Hal ini dikarenakan pada bulan maret ini adalah transisi dari musim hujan ke musim panas yang menyebabkan curah hujan masih cukup tinggi dengan hari hujan yang tidak panjang yang membuat intensitas penyinaran permukaan laut oleh matahari lebih lama yang berguna dalam proses fotosintesis.

### **Analisis Statistik data klorofil-*a* analisis citra dengan klorofil-*a* analisis laboratorium menggunakan Uji T**

Hasil pengamatan klorofil-*a* dari analisis citra satelit Aqua MODIS dan analisis laboratorium yang diambil dari 9 stasiun yang dianggap mewakili nilai klorofil-*a* daerah kajian, disajikan pada tabel 2 .

Tabel 2. Nilai klorofil-*a* citra satelit dan analisis laboratorium

No	Lokasi	Koordinat		Citra Satelit (mg/l)	Laboratorium (mg/l)
		Longitude	Latitude		
1	Pulau Ujung	100° 6' 57"	- 0° 39' 09"	0,763	0,793
2	Pulau Tengah	100° 6' 19"	- 0° 38' 42"	0,654	0,634
3	Pulau Angso Duo	100° 6' 00"	- 0° 37' 56"	1,195	1,110
4	Pulau Kasiak	100° 4' 39"	- 0° 35' 45"	0,649	0,634
5	Muara Pariaman	100° 6' 38"	- 0° 37' 32"	1,198	1,110
6	Pelabuhan Teluk Bayur	100° 22' 42"	- 1° 0' 17"	0,997	1,427
7	Pantai Wisata	100° 22' 19"	- 1° 1' 38"	0,798	0,793
8	PPS Bungus	100° 23' 51"	- 1° 2' 1"	0,498	0,475
9	Pemukiman	100° 23' 59"	- 1° 2' 36"	0,997	0,951
<b>Rata-rata</b>				<b>0,861</b>	<b>0,881</b>

*Sumber : Data primer*

Selanjutnya dilakukan uji T untuk melihat adanya perbedaan atau tidak antara data citra satelit dan data analisis laboratorium. Hasil uji T, didapatkan nilai signifikan = 0,88. Sig > 0,05, t-hit < t-tab, maka hasilnya tidak berbeda nyata ( $H_0$ ). Selanjutnya, Sig < 0,05, t-hit > t-tab, maka hasilnya berbeda nyata ( $H_1$ ). Kemudian, Sig < 0,01, t-hit > t-tab, maka hasilnya berbeda sangat nyata ( $H_1$ ). Nilai dari hasil pengujian berarti kedua data tidak berbeda nyata ( $H_0$ ). sehingga dapat dikatakan bahwa citra satelit Aqua MODIS tidak

memiliki perbedaan nilai yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk mengetahui nilai klorofil-*a* yang ada dilapangan dengan hasil yang cukup baik.

### **Hubungan Sebaran Klorofil-*a* dengan Hasil Tangkapan Ikan**

Hasil pengamatan data analisis klorofil-*a* dengan data hasil tangkapan ikan menunjukkan adanya kecenderungan dimana klorofil-*a* yang tinggi diikuti dengan hasil tangkapan yang tinggi, begitu juga sebaliknya dengan klorofil-*a* yang rendah, hasil tangkapan juga menurun. Hasil pengamatan data konsentrasi citra satelit dengan data hasil tangkapan ikan dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Tabel Pengamatan Data Citra dan Hasil Tangkapan Ikan tahun 2015**

No	Bulan	Klorofil- <i>a</i> (mg/l)	Hasil Tangkapan (2015)	
			Padang (ton)	Pariaman (ton)
1	Jan 15	-	1282,17	161,48
2	Feb 15	0,90	1548,41	203,75
3	Mar15	0,29	755,14	161,94
4	Apr 15	0,58	1079,84	213,49
5	Mei 15	0,99	1705,31	228,66
6	Jun15	1,23	2204,18	396,93
7	Jul15	0,58	1178,11	112,92
8	Agu 15	0,43	976,26	144,96
9	Sep 15	-	822,64	172,66
10	Okt 15	-	732,32	158,32
11	Nov 15	1,27	2235,35	307,85
12	Des 15	0,38	569,87	132,53
13	Jan 16	0,43	-	-
15	Feb 16	0,39	-	-
15	Mar 16	0,75	-	-
Total			15089,6	2395,5

*Sumber : Data Primer dan Sekunder*

Hasil pengolahan data citra menunjukkan konsentrasi klorofil-*a* yang paling tinggi adalah bulan November 2015 dengan rata-rata 1,278 mg/l. Hasil tangkapan ikan pada bulan ini di kota Padang adalah sebesar 2235,35 ton dan kota Pariaman sebesar 307,85 ton. Konsentrasi klorofil-*a* yang terendah terdapat pada bulan Maret 2015 dengan rata-rata 0,294 mg/l. Hasil tangkapan ikan pada bulan ini di kota padang adalah sebesar 755,14 ton dan kota pariaman sebesar 161,94 ton. Hasil tangkapan kota Pariaman pada bulan Maret 2015 bukanlah yang terendah, tetapi pada bulan Juli 2015 dengan besar tangkapan 112,92 ton. Hasil tangkapan yang lebih rendah pada bulan Juli 2015 diindikasikan karena faktor cuaca yang kurang mendukung.

Hasil ini menunjukkan bahwa hasil tangkapan ikan berbanding lurus dengan nilai konsentrasi klorofil-*a* yang terdapat pada suatu perairan. Artinya, jika konsentrasi klorofil-*a* tinggi pada suatu kawasan perairan, maka tinggi juga hasil tangkapan ikannya. Sebaliknya, jika konsentrasi klorofil-*a* rendah pada suatu perairan, maka hasil tangkapan akan rendah. Adnan (2010), mengatakan konsentrasi klorofil-*a* yang tinggi,

berkaitan erat dengan ketersediaan makanan untuk ikan. Sebagaimana kita ketahui bahwa ikan, baik kecil maupun besar akan bergerak mencari daerah yang subur untuk mendapatkan makanan.

### **Pengukuran Kualitas Lingkungan**

Pengukuran kualitas lingkungan dilakukan pada 9 titik stasiun. Hasil pengukuran kualitas air disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Kualitas Lingkungan.

Stasiun	Koordinat	Salinitas (ppt)	pH	Suhu ( <sup>0</sup> C)	Kec. Arus ( <sup>m</sup> / <sub>s</sub> )	Kecerahan (m)	Kec. Angin ( <sup>m</sup> / <sub>s</sub> )	Kelembaban (%)
<b>Pariaman</b>								
I (P.Ujung)	0°39'8"LS 100°6'58"BT	32	7	32	0,06	15	3,1	73,4
II (P.Tengah)	0°38'48"LS 100°6'25"BT	31	7	31	0,10	5	2,8	75,5
III (P.Angso Duo)	0°37'57"LS 100°6'4"BT	28	7	31	0,05	3,5	1,4	75,3
IV (P.Kasiak)	0°35'54"LS 100°6'44"BT	31	8	33	0,20	15	3,5	74,8
V (Muara Sungai Pariaman)	0°37'32"LS 100°6'38"BT	27	7	32	0,14	1,5	1,5	75,2
<b>Padang</b>								
VI (Pel. Teluk Bayur)	1°0'17"LS 100°22'42"BT	30	7	30	0,08	1,5	1,5	89,1
VII (Pantai Wisata)	1°1'38"LS 100°22'19"BT	29	7	31	0,11	2,25	1,7	71,4
VIII (PPS Bungus)	1°2'1"LS 100°23'51"BT	28	7	31	0,07	3,25	1,9	77,4
IX (Pantai dekat Pemukiman)	1°2'36"LS 100°23'59"BT	31	7	30	0,11	4,5	1,7	66,5

Sumber: Data Primer

Tabel 4 dapat dilihat bahwa parameter kualitas perairan di daerah pariaman memiliki salinitas berkisar antara 27-32 ppt, pH berkisar antara 7-8, suhu berkisar antara 31-33<sup>0</sup>C, kecepatan arus berkisar antara 0,05-0,20 m/s, kecerahan berkisar antara 1,5-5m, kecepatan angin berkisar antara 1,4-3,5 m/s dan kelembaban udara berkisar antara 73,4-75,5%. Parameter kualitas perairan di daerah padang memiliki salinitas berkisar antara 28-31 ppt, pH yaitu 7, suhu berkisar antara 30-31<sup>0</sup>C, kecepatan arus berkisar antara 0,07-0,11 m/s, kecerahan berkisar antara 1,5-4,5m, kecepatan angin berkisar antara 1,5-1,9 m/s dan kelembaban udara berkisar antara 66,5-89,1%.

## KESIMPULAN

Sebaran klorofil-*a* di perairan laut Padang dan Pariaman yang diamati mulai dari Februari 2015 hingga Maret 2016 tersebar tidak merata dan mengalami fluktuasi setiap bulannya. Klorofil-*a* yang tersebar merata terjadi pada bulan Februari 2016 dan yang tidak merata terjadi pada bulan November 2015. Konsentrasi klorofil-*a* tertinggi terjadi pada bulan November 2015 dan terendah terjadi pada bulan Maret 2015. Hasil uji T yang dilakukan untuk melihat perbedaan konsentrasi klorofil-*a* data citra satelit dengan data analisis laboratorium didapatkan hasil tidak berbeda nyata ( $H_0$ ). Dapat disimpulkan citra satelit Aqua MODIS tidak memiliki perbedaan yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk mengetahui nilai klorofil-*a* yang ada dilapangan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan Kepada Ibu Ir. Afridawati, M.Si (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sumatera Barat) yang telah memberikan data dan informasi tentang perikanan tangkap di laut Sumatera Barat serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hannesson, R. 1988. *Ekonomi Perikanan*. Terjemahan Masri Maris. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Hutabarat, S. 2000. *Produktivitas Perairan dan Plankton*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Lillesand, T, M dan R, W, Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Intepretasi Citra*. (Alih Bahasa oleh Dulbahri). Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Semedi, B. A, L, Hadiyanto. (2013). Forecasting the Fishing Ground of Small Pelagic Fishes in Makassar Strait Using Moderate Resolution Image Spectroradiometer Satellite Images. *Journal of Applied*.
- Susanto, R. D. Gordon, A. L. Zeng, Q. 2001. Upwelling Along the Coasts of Java and Sumatera and its Relation to ENSO. *Geophysical Research Letters*. 28 (8): 1599 – 1602.
- Yuliana, 2007. Struktur dan Kelimpahan Fitoplankton dalam Kaitannya dengan Parameter Fisika-kimia Perairan di Danau Laguna, Ternate, Maluku Utara. *Jurnal Protein* Vol. 14 No. 1 Thn 2007.