

## HUBUNGAN KELIMPAHAN FITOPLANKTON, KONSENTRASI KLOROFIL-a DAN KUALITAS PERAIRAN PESISIR SUNGSANG, SUMATERA SELATAN

### *CORRELATION AMONG PHYTOPLANKTON ABUNDANCE, CHLOROPHYLL-a, AND WATER QUALITY OF SUNGSANG COASTAL WATERS, SOUTH SUMATERA*

Moh. Rasyid Ridho<sup>1\*</sup>, Enggar Patriono<sup>1</sup> dan Yenni Sri Mulyani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, FMIPA-UNSRI, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan-UNISKI, Sumatera Selatan, 30611, Indonesia

\*E-mail: moh.rasyidridho@mipa.unsri.ac.id

#### ABSTRACT

*Diversity and abundance of fish are rely on fitoplankton abundance as food, meanwhile abundance of phytoplankton is depend on waters quality. In order to understand relationship among those component, this study was carried out to analyzed correlation among phytoplankton abundance chlorophyll-a concentration and water quality. This study was conducted in the coastal waters of sungsang, Banyuasin Regency from July until August 2017. Sample collected using purposive sampling method. Results of the research showed that clarity around 6.3-45.5%, turbidity 2-4 NTU, temperature 29.6-30.8°C, pH 6.0-7.7, salinity 0-16 ppt, DO 5.33-6.50 mg/L, BOD 0.4-3.6 mg/L, ammonia 0.1-0.32 mg/L, phosphate 0.01-2.16 mg/L, nitrate 0.06-2.96 mg/L, chlorophyll-a 1,68-20,6 mg/m<sup>3</sup>. There was positive correlation among chlorophyll-a and phytoplankton, phosphate, nitrate, DO, BOD<sub>5</sub> about 95.5%, 91%, 76.6%, 82.2%, -63%, respectively. The higher the concentration of phosphate and nitrate the higher the concentration of chlorophyll-a, and the higher the concentration of chlorophyll-a causes the higher the concentration of dissolved oxygen. The higher the BOD<sub>5</sub> and ammonia, the lower the concentration of chlorophyll-a.*

**Keywords:** Banyuasin Regency, chlorophyll-a, Sungsang coastal, water quality

#### ABSTRAK

Keanekaragaman dan kelimpahan ikan di perairan sangat tergantung dari kelimpahan fitoplankton sebagai makanannya, sedangkan kelimpahan fitoplankton tergantung kondisi kualitas perairan. Sebagai upaya mengetahui hubungan tersebut maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan menganalisis hubungan kelimpahan fitoplankton, konsentrasi klorofil-a dan kualitas perairan. Penelitian ini dilakukan di perairan pesisir Sungsang, Sumatera Selatan dari Bulan Juli sampai Agustus 2017. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan berkisar antara 6,3-45,5%, kekeruhan 2-4 NTU, suhu 29,6-30,8°C, pH 6,0-7,7, salinitas 0-16 ppt, DO 5,33-6,50 mg/L, BOD 0,4-3,6 mg/L, amonia 0,1-0,32 mg/L, fosfat 0,01-216 mg/L, nitrat 0,006-2,96 mg/L, klorofil-a 1,68-20,6 mg/m<sup>3</sup> kelimpahan fitoplankton berkisar (96-240) mg/L. Terdapat hubungan positif antara konsentrasi klorofil-a dengan fitoplankton, fosfat, nitrat, DO, BOD<sub>5</sub>, secara berturut-turut sebesar 95,5%, 91%, 76,6%, 82,2%, -63%. Semakin tinggi konsentrasi fosfat dan nitrat makin tinggi pula konsentrasi klorofil-a, dan semakin tinggi konsentrasi klorofil-a menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut semakin tinggi. Semakin tinggi BOD<sub>5</sub> dan amonia maka konsentrasi klorofil-a makin rendah.

**Kata kunci:** Kabupaten Banyuasin, klorofil-a, kualitas perairan, Pesisir Sungsang

## I. PENDAHULUAN

Perairan Pesisir Sungsang, Sumatera Selatan merupakan muara Sungai Musi yang potensial untuk produksi perikanan tangkap. Muara sungai atau biasa disebut dengan estuari merupakan perairan semi tertutup yang berhubungan bebas dengan laut, sehingga air laut dengan salinitas tinggi dapat bercampur dengan air tawar (Prianto *et al.*, 2017). Perairan estuari adalah sebagai tujuan akhir dari suatu aliran sungai. Di daerah estuari ini kondisi perairannya dinamis, karena menerima beban dari daratan dan debit air sungai. Pada daerah ini akan terjadi proses fisika seperti sedimentasi dan kimia karena percampuran air tawar dengan air laut. Sepanjang aliran Sungai Musi banyak terdapat pabrik seperti pabrik pupuk, minyak, galangan kapal dan lain-lain. Sepanjang aliran Sungai Musi merupakan hunian masyarakat, dan juga terdapat pasar. Aktivitas-aktivitas tersebut menghasilkan buangan, baik organik maupun anorganik. Apabila proses pembilasan buangan bahan organik dan anorganik oleh aliran sungai ke estuaria tidak berlangsung dengan sempurna, maka proses degradasi tidak dapat berjalan dengan sempurna. Sehingga, bahan-bahan organik dan anorganik akan menjadi beban di muara sebagai pencemar. Sebaliknya, jika pembilasan oleh air sungai berlangsung dengan sempurna maka proses degradasi juga akan berjalan dengan sempurna, sehingga bahan organik dan anorganik yang terbawa aliran sungai akan menjadikan estuari sebagai perairan yang subur. Indikator perairan dalam kondisi subur dapat ditunjukkan oleh kandungan klorofil-a. Klorofil-a merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di perairan. Sebaran dan konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan keberadaan fitoplankton. Fitoplankton merupakan makanan larva pada fase *postlarvae*. Keanekaragaman dan kelimpahan larva ikan di perairan sangat tergantung dari kelimpahan fitoplankton sebagai makanannya, dan kelimpahan

fitoplankton tergantung kondisi kualitas perairan. Beberapa parameter fisika-kimia yang mengontrol dan mempengaruhi sebaran klorofil-a adalah suhu, cahaya dan arus. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis hubungan kelimpahan fitoplankton, konsentrasi klorofil-a dan kualitas perairan Sungsang, pesisir Sumatera Selatan.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di perairan sekitar pesisir Sungsang, Kabupaten Banyuasin (*Figure 1*). Sampel diambil pada bulan Juli-Agustus 2017 dan pengamatan fitoplankton dilakukan di Laboratorium Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Sriwijaya. Analisis kandungan klorofil-a dilakukan di laboratorium PT. Sucofindo, Cabang Palembang.

### 2.2. Pengambilan Sampel dan Pengukuran Parameter Kualitas Perairan

Penentuan lokasi sampling dilakukan secara *purposive* berdasarkan keterwakilan lokasi perairan dari arah aliran Sungai Telang, Sungai Musi dan air laut. Pengambilan sampel air untuk klorofil-a dilakukan di permukaan perairan secara *in situ*, kemudian dianalisis kandungan klorofilnya dengan metode Parson *et al.* (1984). Metode pengukuran kualitas air disajikan pada *Table 1*.

Sampel plankton diambil dengan menyaring air sebanyak 50 L dari lokasi sampling menggunakan plankton net berukuran 30 µm, ember ukuran 5 L dan dilakukan sebanyak 10 kali penyaringan. Sampel yang tertampung diawetkan dengan formalin dan diberi label. Sampel tersebut diidentifikasi menggunakan mikroskop pembesaran 10x10 atau 10x40. Identifikasi jenis plankton dilakukan dengan merujuk pada buku "Pedoman Identifikasi Plankton" (Yamaji, 1966; Davis, 1955; Mizuno, 1979).

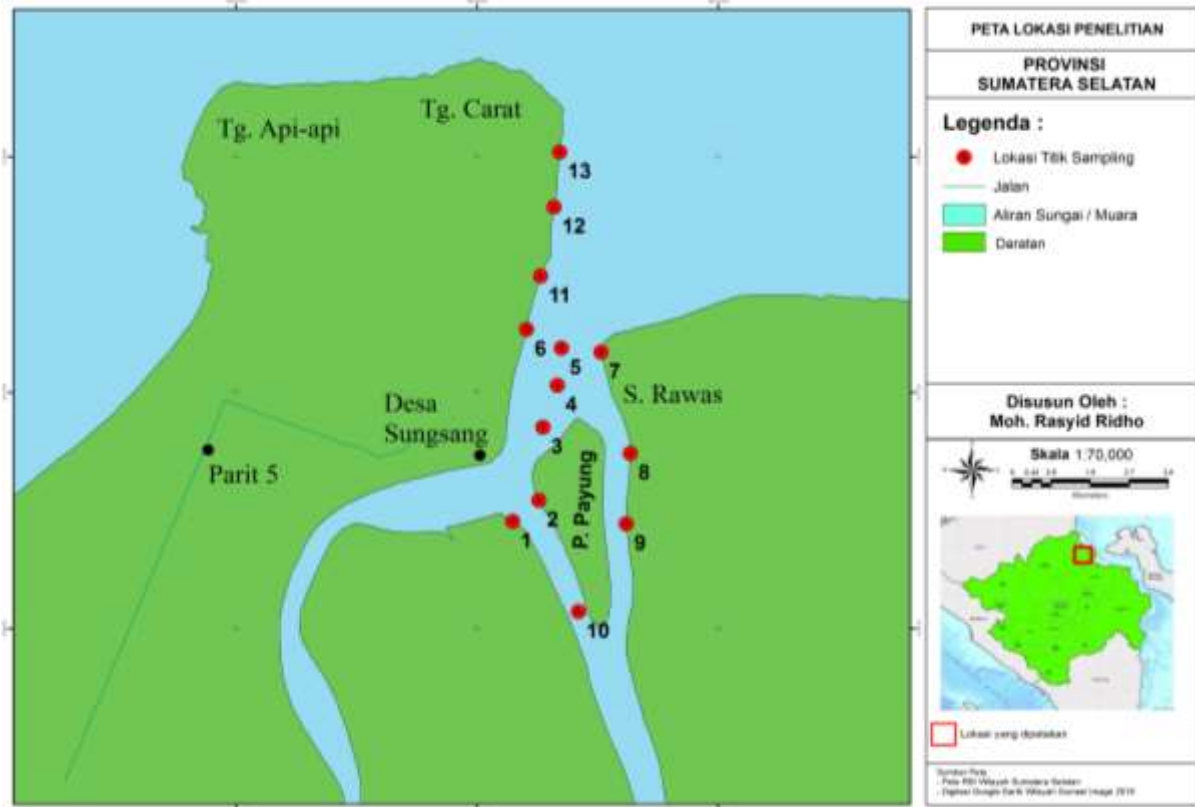


Figure 1. Study location in coastal waters of Sungsang.

Table 1. Method of water quality measurement.

No.	Parameter	Unit	Methods/tools
1.	Brightness	%	<i>In-situ/secchi disk</i>
2.	Turbidity	NTU	<i>turbidimeter</i>
3.	Temperature	°C	<i>In-situ/termometer</i>
4.	pH		<sup>*)</sup> 4500 – H <sup>+</sup> – B/pH meters
5.	Salinity	‰	<i>In-situ/refractometer</i>
6.	DO	mg/L	<sup>*)</sup> 4500 – O – B/DO meters
7.	BOD	mg/L	<sup>*)</sup> 5210 B
8.	Ammonia	mg/L	<sup>*)</sup> 4500 – NH <sub>3</sub> – F
9.	Phosphate	mg/L	<sup>*)</sup> 4500-P-C
10.	Nitrate	mg/L	<sup>*)</sup> 4500 – NO <sub>3</sub> – B
11.	Chlorophyll-a	mg/m <sup>3</sup>	<i>Spectrophotometry</i>

<sup>\*)</sup> Standard methods for water and wastewater observation, 22nd Edition

### 2.3. Analisis Hubungan antara Konsentrasi Klorofil-a dengan Kelimpahan Fitoplankton

Hubungan konsentrasi klorofil-a dengan parameter perairan dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) (Johnson dan Wichern, 1992).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Konsentrasi Klorofil-a di Muara Sungai Musi

Hasil penelitian menunjukkan nilai konsentrasi klorofil-a di perairan sekitar

Sungsang, pesisir Kabupaten Banyuasin, disajikan pada *Table 2*.

*Table 2. Concentration of chlorophyll-a in the Sungsang waters.*

Site	Chlorophyll-a (mg/m <sup>3</sup> )
1	10.12
2	7.65
3	5.89
4	9.2
5	15.35
6	9.44
7	15.98
8	7.32
9	6.57
10	20.6
11	12.31
12	6.91
13	10.12

Konsentrasi klorofil-a di perairan sekitar Sungsang berkisar antara (0,48-19,4) mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi klorofil-a adalah salah satu komponen penting dalam proses fotosintesis oleh fitoplankton dan dapat digunakan sebagai indikator utama untuk

mengestimasi produktivitas primer perairan (Chen, 2017). Mikroalga fotosintetik seperti fitoplankton merupakan penyumbang produktivitas primer utama di perairan (Iriate dan Purdie, 1994; Chen, 2017). Sebagai produsen primer, organisme ini mampu mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik melalui fotosintesis. Oleh karenanya, kandungan klorofil-a digunakan sebagai *standing stock* fitoplankton yang dapat dijadikan sebagai petunjuk produktivitas primer suatu perairan.

### 3.2. Parameter Fisika dan Kimia di Perairan Pesisir Sungsang

Hasil penelitian yang dilakukan diperoleh parameter fisika dan kimia (*Table 4*). Suhu perairan berkisar antara 29,6°C sampai 30,8°C. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan plankton di perairan berkisar antara 20°C-30°C (Effendi, 2003). Hal ini tidak akan berpengaruh banyak terhadap kehidupan plankton, karena yang berpengaruh terhadap meningkatnya konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak 2-3 kali lipat adalah apabila terjadi peningkatan suhu sebesar 10°C (Effendi, 2003).

*Table 3. Phytoplankton abundance in each study stations.*

Site	Class (ind/L)			Number of clans per site
	Bacillariophyceae	Cyanophyceae	Dinophyceae	
1	96	32	32	160
2	112	16	0	128
3	80	16	16	112
4	112	32	0	144
5	160	16	16	192
6	128	32	0	160
7	208	16	16	240
8	96	23	0	128
9	96	46	0	142
10	208	16	16	240
11	128	16	16	160
12	96	32	0	128
13	80	16	0	96

Table 4. Physical and chemical parameters of water in Sungsang waters.

St.	Brigh tness (%)	Dept h (m)	Turbi dity (NTU)	Temp eratu re (°C)	pH	Sali nity (‰)	DO (mg/L)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	Ammonia (NH <sub>3</sub> -N)	Phos phate (PO <sub>4</sub> - P)	Nitrat e (NO <sub>3</sub> - N)	Chloro phyll-a
1	44.8	1.1	2	30.5	7.6	10	6	1	0.14	1.02	2.12	10.12
2	45.5	1.0	2	30.8	7.7	10	5.76	1.2	0.14	0.12	1.1	7.65
3	16.3	2.5	3	30.4	6.6	5	5.76	1.2	0.14	0.01	0.08	5.89
4	7.7	4.8	4	30.8	6.8	4	5.96	0.6	0.1	1.16	2.03	9.2
5	6.3	5.4	4	30.2	7.1	1	6.28	0.4	0.12	2.08	2.26	15.35
6	7.2	2.3	4	30.2	6.4	2	5.41	3.6	0.32	1.04	2.12	9.44
7	8.1	2.2	4	30	6.0	0	6.2	0.5	0.1	2.16	3.05	15.98
8	6.7	1.8	4	30.8	6.6	4	5.51	2.2	0.12	0.15	1.01	7.32
9	30.7	1.1	4	30.8	7.5	15	5.40	2.2	0.12	0.01	0.08	6.57
10	32	1.1	2	30.2	7.4	15	6.50	0.4	0.1	2.14	2.96	20.6
11	29.8	1.2	4	30.5	7.2	14	5.48	2.8	0.1	1.8	2.21	12.31
12	30.8	1.3	4	30.2	7.4	16	5.41	2.8	0.12	0.01	0.06	6.91
13	27.2	1.5	4	29.6	7.4	15	5.33	2.4	0.1	0.01	1.1	1.68

Nontji (2002) menyatakan bahwa setiap organisme laut mempunyai toleransi yang besar terhadap perubahan suhu (*euriterm*), sebaliknya ada pula yang toleransinya kecil (*stenoterm*). Nybakken (1988) menjelaskan suhu air di estuaria lebih bervariasi daripada di perairan pantai. Hal ini sebagian karena di estuaria volume air lebih kecil sedangkan luas permukaan lebih besar, dengan demikian perairan estuaria ini lebih cepat panas dan lebih cepat dingin. Alasan lain terjadi variasi ini adalah masukan air tawar.

Kecerahan merupakan faktor yang sangat penting dan erat kaitannya dengan produktivitas primer di perairan. Kecerahan berkisar 6,3%-44,8% (Table 3). Pada saat dilakukan pengukuran, perairan tersebut tampak keruh dan berwarna coklat. Kondisi ini terjadi karena pada saat melakukan pengambilan sampel perairannya dangkal dan bersubstrat lumpur. Romimohtarto dan Thayib (1982) menyatakan air laut yang keruh nilai kecerahannya dipengaruhi oleh kandungan lumpur, kandungan plankton dan zat-zat terlarut lainnya. Bila kekeruhan itu tinggi dan konsentrasi klorofil juga tinggi, itu berarti bahwa kekeruhan disebabkan oleh adanya fitoplankton.

Nilai salinitas ke-13 lokasi antara 0-16‰ dan tergolong mesohalin. Supriharyono (2000) menyatakan bahwa perairan estuari (muara) umumnya memiliki salinitas sangat bervariasi dan cenderung rendah saat surut karena mendapatkan pengaruh aliran air tawar dan cenderung tinggi pada saat pasang karena mendapatkan pengaruh aliran air laut.

Nilai pH (derajat keasaman) di perairan muara Sungai Musi berkisar antara 6,0-7,7. Hal itu sesuai dengan karakter muara yang secara periodik menerima pengaruh dari air tawar yang pH-nya rendah.

Konsentrasi oksigen terlarut di semua lokasi berkisar 5,33-6,5 mg/L. Hasil penelitian Takarina *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa penurunan oksigen secara signifikan mengurangi populasi fitoplankton. Konsentrasi BOD<sub>5</sub> di semua lokasi berkisar 14,4-18,6 mg/L. BOD kurang dari 20 mg/L menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen terlarut di perairan pada kondisi yang cukup untuk proses degradasi bahan organik.

### 3.3. Hubungan Fitoplankton, Klorofil-a dan Sifat Fisika Kimia Perairan

Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa dengan dua sumbu sudah dapat

menerangkan sebesar 93,85% atau lebih dari 70% sebagaimana dipersyaratkan dalam penggunaan PCA, dimana sumbu satu memberikan kontribusi sebesar 84,89% dan sumbu dua memberikan kontribusi sebesar 9,96% (Table 5 dan Table 6). Sebaran variabel-variabel pengamatan dalam 4 kuadran, sebagai representasi yang menunjukkan pengaruh antara variabel (Figure 2).

Hasil analisis PCA (Table 5) menunjukkan bahwa klorofil-a berkorelasi kuat terhadap fosfat (90,99%) dan nitrat (79,62%) yang berarti bahwa semakin besar nilai fosfat dan nitrat, nilai klorofil juga semakin tinggi. Hal itu karena fitoplankton akan memanfaatkan fosfat dan nitrat sebagai nutrisi untuk reproduksinya. Semakin banyak fitoplankton, dan aktivitas fitoplankton adalah melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis akan menghasilkan oksigen, sehingga kadar oksigen terlarut juga makin tinggi, dimana ditunjukkan oleh nilai klorofil-a sebesar 82,21%. Sedangkan BOD dan amonia akan memberikan pengaruh negatif terhadap klorofil-a, hal itu ditunjukkan dengan nilai korelasi negatif.

jika dibandingkan dengan perairan lain karena daerah ini merupakan daerah transisi daratan ke lautan sehingga memiliki sediaan bahan organik yang tinggi (Cloern *et al.*, 2014). Lebih lanjut, diungkapkan oleh penelitian Irawati *et al.*, (2013) di perairan teluk Kendari bahwa nutrisi berupa nitrat dan cahaya matahari memberikan pengaruh nyata terhadap produktivitas primer perairan.

Table 6. Component 1: contribution of waters quality to main component 1 and 2.

	0	Axis 1	Axis 2	Axis 3
(%)		-0.13	0.4989	0.139
(NTU)		-0.09	-0.4304	0.2298
(°C)		-0.08	0.09315	-0.7009
pH		-0.16	0.4798	0.1259
(%)		-0.1989	0.397	0.3962
DO		0.3956	0.1635	-0.1896
BOD		-0.3216	-0.2419	0.3192
(NH <sub>3</sub> -N)		-0.0598	-0.2729	0.06411
(PO <sub>4</sub> -P)		0.4054	-0.02268	0.2147
(NO <sub>3</sub> -N)		0.3836	-0.02143	0.2125
Chl-a		0.4071	0.08646	0.08365
Phyto		0.4062	0.03292	0.1534

Table 5. Component 2: Variance on component 1 and 2.

PC	Eigenvalue	% variance
1	2008.06	89.18
2	226.57	10.06
3	13.18	0.59
4	2.37	0.11
5	0.76	0.03
6	0.42	0.02
7	0.19	0.01
8	0.08	0.00
9	0.04	0.00
10	0.01	0.00

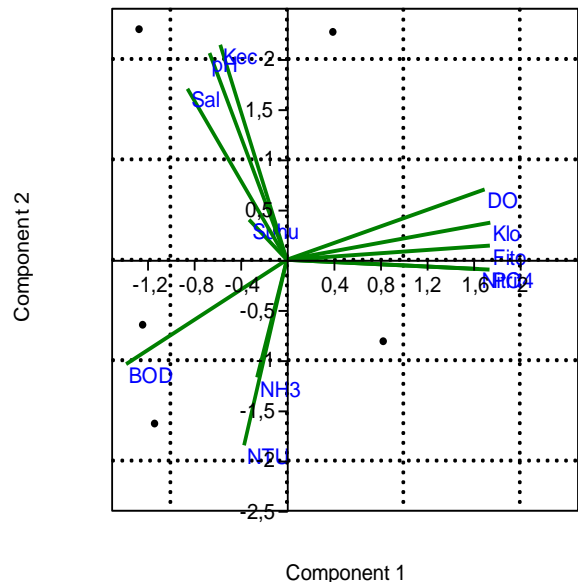


Figure 2. Representation of first axis (89.19%) and second axis (10.06%).

Sebaran klorofil-a di perairan sangat tergantung kualitas perairan terutama konsentrasi nutrisi. Daerah pesisir memiliki tingkat produktivitas primer yang lebih tinggi

Table 7. Correlation value among parameters.

	Brightness	Turbidity	Temperature	pH	Salinity	DO	BOD <sub>5</sub>	Ammonia	Phosphate	Nitrate	Chl-a
Turbidity	-0.673	0									
Temperature	0.124	-0.183	0								
pH	0.848	-0.474	0.152	0							
Salinity	0.773	-0.239	-0.056	0.791	0						
DO	-0.088	-0.464	-0.064	-0.095	-0.328	0					
BOD	-0.017	0.515	-0.035	-0.033	0.199	-0.935	0				
Ammonia	-0.208	0.042	-0.037	-0.289	-0.334	-0.293	0.501	0			
Phosphate	-0.265	-0.028	-0.223	-0.277	-0.326	0.730	-0.506	-0.092	0		
Nitrate	-0.203	-0.142	-0.248	-0.279	-0.353	0.673	-0.466	0.020	0.916	0	
Chlorophyll-a	-0.127	-0.249	-0.076	-0.168	-0.215	0.822	-0.626	-0.119	0.910	0.796	0
Phytoplankton	-0.170	-0.160	-0.188	-0.274	-0.258	0.780	-0.586	-0.083	0.887	0.808	0.955

**IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa, kandungan klorofil-a di perairan pesisir Sungsang berkisar antara 0,48-19,4 mg/m<sup>3</sup>. Semakin tinggi konsentrasi fosfat dan nitrat semakin tinggi konsentrasi klorofil-a, dan semakin tinggi konsentrasi klorofil-a menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut semakin tinggi. Semakin tinggi BOD<sub>5</sub> dan amonia konsentrasi klorofil-a makin rendah.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan Fakultas Perikanan Universitas Islam OKI, Kayuagung atas dukungan terhadap penelitian ini

**DAFTAR PUSTAKA**

Chen, H., W. Zhoua, W. Chena, W. Xie, L. Jiang, Q. Liang, M. Huang, Z. Wub dan Q. Wang. 2017. Simplified, rapid, and inexpensive estimation of water primaryproductivity based on chlorophyll fluorescence parameter Fo. *J. of Plant Physiology*, 211:128–135. <http://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.12.015>

Cloern, J.E., S.Q. Foster dan A.E. Kleckner. 2014. Phytoplankton primary production in the world’s estuarine-coastal ecosystems. *Biogeosciences*, 11:2477–2501. <http://doi.org/10.5194/bg-11-2477-2014>

Davis, C.C. 1995. The marine and fresh-water plankton. Michigan State University Press. United States of America. 562p.

Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air: bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Penerbit Karsinus. Yogyakarta. 257hlm.

Irawati, N., E.M. Adiwilaga dan N.T.M. Prawtiwi. 2013. Hubungan produktivitas primer fitoplankton dengan ketersediaan unsur hara dan intensitas cahaya di perairan Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. *J. Biologi Tropis*, 13(2):197-208. <http://doi.org/10.29303/jbt.v13i2.152>

Iriarte, A. dan D.A. Purdie. 1994. Size distribution of chlorophyll a biomass and primaryproduction in a temperate estuary (Southampton Water): the contribution ofphotosynthetic picoplankton. *Marine Ecology-Progress Series*, 115:283-297. <http://doi.org/10.3354/meps115283>

- Johnson, R.A. dan D.W. Wichern. 1992. Applied multivariate statistical analysis. Prentice hall: New Jersey. Amerika Serikat. 773p.
- Mizuno. 1979. Illustration of the freshwater plankton of Japan. Haikusha Publishing co ltd. Osaka, Japan. 353p.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta. 331hlm.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi laut suatu pendekatan ekologis. Penerjemah Muhammad Eidman, Koesoebiono, Dietrich Geoffrey Bengen, Malikkusworo Hutomo dan Sukristijono Sukardjo. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 459hlm.
- Prianto, E., S. Kaban, S. Aprianti dan R. Jhonnerie. 2017. Pengendalian sumberdaya ikan di estuaria Sungai Musi. *J. Kebijakan Perikanan Indonesia*, 2(1):15-25.  
<http://doi.org/10.15578/jkpi.2.1.2010.15-25>
- Romimohtarto, K. dan S. Thayib. 1982. Kondisi lingkungan pesisir dan laut di Indonesia. Lembaga Oseanologi Nasional LIPI. Jakarta. 246hlm.
- Supriharyono. 2000. Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah pesisir tropis. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 246hlm.
- Takarina, N.D., W. Wardhana dan T. Soedijarti. 2017. Impact of oxygen depletion on planktonic community with emphasis temperature dynamics at aquaculture scale in Blanakan, West Java. Prosiding The 3rd International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education, Bandung, Indonesia. 15 Oktober 2016. Hlm.: 1-6.  
<http://doi.org/10.1063/1.4983932>
- Yamaji, I. 1966. Illustrations of The Marine Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co. Japan. 192p

*Received* : 09 April 2019

*Reviewed* : 20 June 2019

*Accepted* : 25 January 2020