

Estimasi Karbon Organik Partikel di Perairan Pantai Banjir Kanal Timur Semarang

Lilik Maslukah^{1*}, Muhammad Zainuri¹, Anindya Wirasatriya¹,
Kevifa Syama Satria Widjaja¹, Indra Budi Prasetyawan^{1,2}

¹Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

²Center for Coastal and Ocean Mapping/Joint Hydrographic Center, University of New Hampshire
24 Colovos Rd, Durham, NH 03824, United States

Email: lilik_masluka@yahoo.com

Abstrak

Sungai Banjir Kanal Timur (BKT) merupakan salah satu sungai yang bermuara ke Teluk Semarang. Aliran sungai dari hulu melewati kawasan pemukiman padat penduduk dan beberapa kawasan industri yang berkontribusi terhadap masukan limbah organik dan nutrien. Kondisi ini akan berpengaruh terhadap konsentrasi karbon organik maupun anorganik di wilayah muara sungai dan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi karbon organik dalam suspensi (POC) dan konsentrasi klorofil-a serta mengestimasi jumlah karbon yang terkandung dalam fitoplankton sebagai hasil sequestrasi unsur karbon di daerah muara sungai. Pengambilan sampel dilakukan pada 100 stasiun pada Agustus 2021. Klorofil-a diekstrak menggunakan 90% aseton dan dilakukan pembacaan nilai absorbansinya pada tiga panjang gelombang (664, 647 dan 630 nm). Sampel padatan suspensi (TSS) yang dihasilkan dari proses penyaringan digunakan untuk menentukan analisis POC menggunakan metode LOI (loss of ignition). Nilai estimasi kandungan organik karbon dalam fitoplankton ditentukan melalui hubungan model regresi antara %POC dengan klorofil-a. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai klorofil-a hasil pengukuran lapangan berkisar antara 2,15–20,44 µg/L, POC berkisar 0,0273–0,1894 µg/L dan konsentrasi karbon organik dan karbon dalam fitoplankton secara berturut-turut adalah 15,80–194,31 µg/L dan 6,32–77,72 µg/L. Konsentrasi POC ditemukan tinggi di wilayah dekat pantai, yang dapat menggambarkan tingginya proses sequestrasi karbon melalui proses fotosintesis oleh fitoplankton. Konsentrasi klorofil-a sebagai indikator biomassa fitoplankton dapat menjelaskan banyaknya karbon yang dapat terserap.

Kata kunci : Klorofil-a, *Particulate Organic Karbon*, BKT Semarang

Abstract

Estimation of Particulate Organic Carbon in Coastal Waters of Banjir Kanal Timur Semarang

The Banjir Kanal Timur (BKT) River is one of the rivers that discharge into Semarang Bay. The river flow from upstream passes through densely populated residential areas and several industrial areas that contribute to the input of organic waste and nutrients. This condition will affect the concentration of organic and inorganic carbon in the estuary and surrounding areas. This study aims to determine the concentration of organic carbon in suspension (POC) and chlorophyll-a concentration and estimate the amount of carbon stored in phytoplankton as a result of carbon sequestration in the estuary area. Sampling was collected at 100 stations in August 2021. Chlorophyll-a was extracted using 90% acetone and absorbance was measured at three wavelengths (664, 647, and 630 nm). Suspended solids (TSS) samples resulting from the filtration process were used to determine POC using the LOI (loss of ignition) method. The estimated value of organic carbon content in phytoplankton was determined through a regression model between %POC and chlorophyll-a. The results showed that chlorophyll-a values from observation ranged from 2.15 -20.44 µg/L, POC ranged from 0.0273-0.1894 µg/L and the concentration of organic carbon and carbon in phytoplankton was 15.80-194.31 µg/L and 6.32 - 77.72 µg/L, respectively. The concentration of POC was found to be high in the nearshore area, which could illustrate the high process of carbon sequestration through photosynthesis by phytoplankton. Chlorophyll-a concentration as an indicator of phytoplankton biomass can explain the amount of carbon that can be sequestered..

Keywords : *Chlorophyll-a, Particulate Organic Carbon, Phytoplankton*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim secara global disebabkan oleh meningkatnya suhu udara dan suhu air laut yang bersumber dari peningkatan emisi karbon. Aktivitas antropogenik seperti pembakaran bahan bakar fosil dan penambangan banyak melepaskan unsur karbon ke atmosfer. Peningkatan emisi karbon ini membuat alam melakukan penyeimbangan dengan menyerap emisi tersebut. Penyeimbangan ini dilakukan oleh tumbuhan baik yang ada di darat maupun di laut. Hal ini dikarenakan karbon terdistribusi di atmosfer, laut dan daerah terrestrial. Ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang merupakan ekosistem pesisir yang berperan penting dalam penyerapan karbon di laut (Wirasatriya *et al.*, 2022). Meskipun daerah pesisir hanya merepresentasikan 7% dari total permukaan laut, tapi wilayah ini merupakan domain yang penting karena menjadi zona pertukaran antara daerah terrestrial dan daerah laut (Setiani, 2020).

Fitoplankton menggunakan klorofil-a untuk menangkap energi cahaya matahari yang digunakan dalam proses fotosintesis (Utami, 2018). Meskipun fitoplankton merupakan organisme mikroskopik, namun jumlah karbon bersih yang mampu diserap seluruh fitoplankton di laut hampir sama dengan jumlah karbon yang mampu diserap oleh seluruh tumbuhan di darat (Firdaus dan Wijayanti, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa selain ekosistem pesisir seperti mangrove dan lamun, fitoplankton juga mampu berperan sebagai *blue karbon* di laut. Karena berperan dalam proses fotosintesis, konsentrasi klorofil-a banyak digunakan untuk metode pengukuran biomassa fitoplankton (Kharbush, *et al.*, 2020; Maslukah *et al.*, 2022). Sebagai produsen primer, fitoplankton mampu mengubah bahan anorganik menjadi organik melalui proses fotosintesis tersebut.

Keberadaan fitoplankton di perairan merupakan bagian dari *Particulate Organic Carbon* (Jo *et al.*, 2021). *Particulate Organic Carbon* (POC) secara umum didefinisikan sebagai semua karbon non-karbonat yang mudah terbakar yang dapat dikumpulkan melalui penyaringan. Karbon organik partikulat ini bersama dengan partikel non-organik merupakan penyusun dari material padatan tersuspensi (MPT) di perairan. Basu dan Mackey (2018) menjelaskan bahwa karbon organik partikulat ini memiliki peranan utama dalam siklus karbon dan memiliki peran dalam pemindahan bahan organik (melalui

produksi biomassa fitoplankton) yang kemudian diekspor ke laut dalam dan akhirnya ke sedimen. Pemindahan gas karbon dioksida menjadi partikulat karbon melalui proses fotosintesis ini merupakan komponen kunci dari proses pompa biologis di laut (Kharbush *et al.*, 2020). Keberadaan POC di perairan sering dihubungkan dengan *standing stock* biomassa fitoplankton, yang secara linier berkaitan dengan konsentrasi klorofil-a. Keberadaan klorofil-a (biomassa fitoplankton) di perairan memiliki peran utama dalam fiksasi karbon (Basu dan Mackey, 2018) seperti tumbuhan laut lainnya yaitu lamun dan mangrove.

Banjir Kanal Timur merupakan salah satu sungai dan muara di pusat perkotaan Kota Semarang dengan kesuburan tinggi (Subiyanto *et al.*, 2017; Maslukah *et al.*, 2019). Banyak penelitian yang telah dilakukan sebelumnya lebih terkait dengan kualitas perairan, baik tentang nutrient, konsentrasi klorofil-a dan padatan tersuspensi. Namun dalam kaitannya dengan jumlah karbon organik dalam fitoplankton (*particulate organic Karbon*) yang merupakan bagian dari MPT dan sekaligus berkaitan dengan keberadaan karbon dalam fitoplankton belum pernah dilakukan sebelumnya.

Perairan muara merupakan perairan dengan nutrien cukup tinggi. Nutrien ini akan mendukung proses fotosintesis dalam pembentukan bahan organik di perairan. Di samping itu, perairan muara memiliki kontribusi besar dalam perannya sebagai agen penyerap karbon atmosfer. Perlu dilakukan penelitian terkait jumlah karbon organik dalam perairan dan selanjutnya perlu dilakukan estimasi kandungan karbon dalam phytoplankton. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam model biogeokimia, melalui perhitungan karbon yang terikat oleh fitoplankton sebagai variabel produktivitas primer. Selain itu, pada tahap selanjutnya dapat menjadi dasar dari penentuan karbon organik secara spasial dan temporal melalui pemantauan penginderaan jauh.

MATERI DAN METODE

Pengambilan sampel air dilakukan di perairan Banjir Kanal Timur pada (6° 56' 15.9" - 6° 55' 46.7" LS dan 110° 26' 42.3" - 110° 26' 43.7" BT) pada tanggal 21 Agustus 2021. Pengambilan sampel air dilakukan pada 100 titik stasiun di daerah muara sungai menuju ke laut lepas (Gambar 1). Sampel air selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis POC dan klorofil-a.

Analisis Klorofil-a : Sejumlah 500 ml air laut sebagai sampel diambil di permukaan air dengan menggunakan gayung dan botol sampel. Setelah proses pengambilan sampel air di lapangan, sampel kemudian dianalisis secara eks situ di laboratorium. Menurut Alianto *et al.*, (2020) dan Maslukah *et al.*, (2022), terdapat beberapa langkah dalam pengolahan klorofil-a di laboratorium. Pada sampel 500 ml air laut ditambahkan 3 tetes larutan $MgCO_3$ 0,12 M untuk mencegah terjadinya pengasaman yang mampu memecah klorofil. Sampel air disaring menggunakan kertas saring selulosa *Millipore Filter Apparatus* (diameter 47 mm porositas 0,45 μm) dengan bantuan *vacuum pump* untuk mempercepat proses penyaringan. Hasil penyaringan berupa sampel klorofil-a yang terdapat pada kertas saring. Sampel hasil penyaringan klorofil-a dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diekstraksi dengan aseton 90% sebanyak 10 ml dan digerus hingga halus kemudian dimasukkan kedalam freezer (4°C) selama 16-24 jam. Sampel berupa larutan klorofil-a sebesar 10 ml dimasukkan kedalam centrifuge dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit agar hasil ekstraksi klorofil-a dapat terpisah dari kertas saring dan terlarut dalam aseton. Larutan bagian atas dituang dalam kuvet (diameter=1cm) dan dibaca nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 664 nm, 647 nm dan 630 nm.

Nilai klorofil-a dalam kuvet (*C*) diukur menggunakan metode standar APHA (2005) (Persamaan 1) dan dilanjutkan perhitungan konsentrasinya dalam 1 liter sampel (Persamaan 2):

$$C \left(\frac{\mu gr}{ml} \right) = 11,85(\lambda 664) - 1,54(\lambda 647) - 0,008(\lambda 630) \quad (1)$$

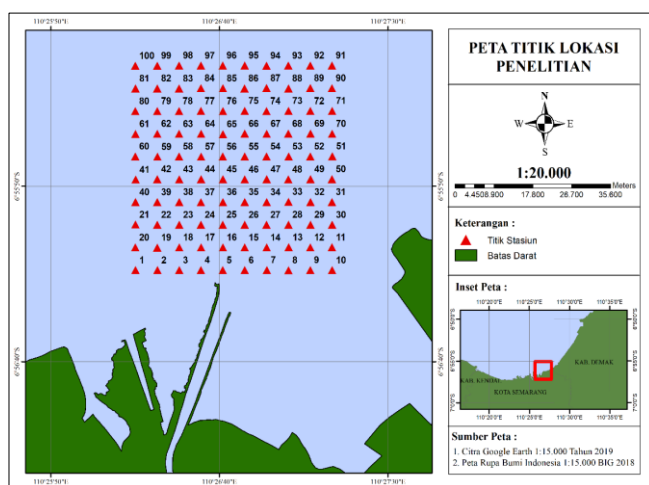
Keterangan: $\lambda 664$, $\lambda 647$, $\lambda 630$ (nilai absorbansi panjang gelombang)

$$Klorofil - a \text{ (mg/L)} = \frac{C \times v}{V \times l} \quad (2)$$

Keterangan: *v*: volume aseton yang digunakan untuk ekstraksi (mL); *V*: volume sampel air (L); *l*: lebar kuvet (1 cm)

Analisis *Particulat Organic Karbon* (POC) : sejumlah 1 liter sampel air disaring menggunakan filter paper (0,7 μm GF/F Whatman). Residu hasil saringan yang diperoleh dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam, dimasukkan desikator dan ditimbang. Selisih berat dari berat akhir dikurangi berat awal kertas merupakan nilai MPT (mg/L). Selanjutnya residu yang diperoleh tersebut direndam dengan 6M HCl dan selanjutnya dianalisis karbon organiknya menggunakan metode LOI (*loss of weight on ignition*) (Hoogsteen *et al.*, 2015). Pengasaman ini bertujuan untuk melarutkan unsur karbon (C) anorganik dalam sedimen.

Sampel residu dilakukan pembilasan dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum dibakar dalam “*muffle furnace*”. Pembakaran dilakukan pada suhu 550°C selama 4 jam. Dalam proses pembakaran ini, unsur karbon organik akan terlepas menjadi gas. Pelepasan unsur karbon inilah yang digunakan sebagai perhitungan karbon organik dalam partikel suspensi dan dalam penelitian disebut sebagai POC (*Particulate Organic Karbon*).



Gambar 1. Titik lokasi penelitian

Nilai persentase POC dihitung mengikuti metode Loss on Ignition (LOI) yang dilakukan pada sedimen (Meng *et al.*, 2014) melalui persamaan 3:

$$POC (\%) = \frac{MPT_A - MPT_T}{MPT_A} \quad (3)$$

Keterangan: MPT_a = Berat residu sebelum pengabuan; MPT_t = Berat residu setelah pengabuan

Analisis Estimasi Kandungan Karbon organik dalam Fitoplankton: Nilai kandungan karbon dalam fitoplankton pada penelitian ini diestimasi mengikuti metode perhitungan simpanan karbon dalam sedimen (Howarth *et al.*, 2014; Hapsari *et al.*, 2022) dengan menggantikan kepadatan sedimen dengan biomassa fitoplankton yang diestimasi melalui pengukuran klorofil-a (persamaan 4) :

$$\%OC \text{ fitoplankton} = POC \times Chl - a \quad (4)$$

Keterangan: %C = Persentase karbon dalam fitoplankton; Chl-a = konsentrasi klorofil-a (µg/L)

Klorofil-a merepresentasikan keberadaan fitoplankton pada perairan dan % C sebagai gambaran jumlah karbon sebagai hasil dari proses terjadinya sekuestrasi karbon yang dilakukan oleh fitoplankton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi dan Sebaran Klorofil-a di Perairan

Kandungan klorofil-a diestimasi menggunakan nilai absorbansi dengan tiga panjang gelombang (λ664, λ647, λ630) yang diukur menggunakan spektrofotometer. Nilai kandungan klorofil-a pada muara Sungai Banjir Kanal Timur berkisar antara 2,15 – 20,44 µg/L (dengan nilai rerata 8,04 µg/L). Nilai kandungan tertinggi berada pada stasiun 59 dengan konsentrasi 20,44 µg/L dan nilai kandungan terendah berada pada stasiun 90 dengan konsentrasi 2,15 µg/L. Dalam penelitian ini 6 data yang rusak yaitu stasiun 32, 42, 46, 58, 60, 72. Nilai lebih lengkap tersaji pada Tabel 1.

Konsentrasi klorofil-a merupakan salah satu parameter terjadinya proses eutrofikasi di perairan. Klorofil-a merupakan ukuran dari biomassa fitoplankton sebagai alga uniseluler (Maslukah *et al.*, 2019). Alianto *et al.* (2020)

menjelaskan bahwa eutrofikasi umumnya terjadi di perairan dekat daratan yang merupakan perairan dangkal. Hal ini sesuai dengan hasil batimetri muara Sungai Banjir Kanal Timur yang memiliki kedalaman berkisar 1,5 – 6,6 meter.

Pola sebaran klorofil-a menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada bagian muara sungai dan dekat darat. Hal ini menunjukkan bahwa masuknya dari daratan berpengaruh terhadap konsentrasi klorofil-a di perairan. Seperti yang dijelaskan oleh Alianto *et al.* (2020) bahwa semakin menuju ke arah laut lepas konsentrasi klorofil-a akan berkurang karena daratan merupakan sumber utama berbagai nutrien seperti ammonia dan silikat. Keberadaan ammonia dan silikat ini dapat meningkatkan konsentrasi klorofil-a di perairan. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Qanita dan Subiyanto (2019) bahwa konsentrasi klorofil-a yang menunjukkan suatu peningkatan umumnya diiringi dengan tingginya konsentrasi nutrient di perairan.

Kandungan Particulate Organic Carbon (POC)

Penelitian sebelumnya oleh Legendre dan Michaud (1999) menjelaskan bahwa keberadaan POC dalam perairan dapat di estimasi berdasarkan dengan formula $\text{Log} [POC] = f [\text{Chl-a}]$. Penentuan POC dalam penelitian ini berdasarkan dari pengambilan sampel dilapangan dan dilanjutkan analisis laboratorium. Hasil penelitian POC berkisar antara 4,60-31,80 mg/L. Selanjutnya jika dihitung persentase POC dalam partikel suspensi berkisar antara 2,73-18,94%. Nilai kandungan tertinggi berada pada stasiun 68 dan nilai kandungan terendah berada pada stasiun 83. Kandungan konsentrasi POC lebih lengkap disajikan pada Tabel 1 dan secara ringkas disajikan pada Tabel 2. Dibanding hasil penelitian Moore *et al.* (2010) nilai yang didapatkan adalah lebih tinggi.

Perairan estuari seperti muara sungai merupakan perairan heterotrofik karena besarnya masuknya POC yang berasal dari daratan (Prasetyawan *et al.*, 2017). Nilai konsentrasi terkecil (2,74%) berada pada stasiun 83 sedangkan nilai konsentrasi terbesar (18,94%) berada pada stasiun 68. Berdasarkan letak stasiunnya, stasiun 68 berada lebih dekat dengan muara sungai dibandingkan dengan stasiun 83 yang lebih dekat menuju laut lepas. Hal ini menunjukkan kandungan POC akan semakin kecil menuju laut lepas dan unsur yang dibawa oleh aliran sungai berpengaruh terhadap sebaran POC di perairan.

Tabel 1. Nilai Karbon organik dan konsentrasi klorofil-a muara BKT

Stasi un	POC perairan (mg/L)	Klorofil-a (ug/L)	POC (%)	OC di Fito-plankton	Karbon Fito-plankton	Stasi un	POC perairan (mg/L)	Klorofil-a (ug/L)	POC (%)	OC di Fito-plankton	Karbon Fito-plankton
1	10.90	3.97	6.43	25.50	10.20	51	10.30	7.97	6.34	50.57	20.23
2	11.80	13.16	6.86	90.31	36.12	52	11.75	8.10	7.22	58.51	23.40
3	12.60	9.50	7.18	68.18	27.27	53	7.30	7.31	4.19	30.60	12.24
4	17.30	9.69	9.96	96.56	38.62	54	12.00	8.77	8.07	70.78	28.31
5	7.80	7.64	4.63	35.35	14.14	55	5.80	5.34	3.43	18.30	7.32
6	8.30	8.76	4.97	43.48	17.39	56	22.00	4.86	13.78	67.00	26.80
7	11.60	8.50	6.85	58.23	23.29	57	10.10	6.98	6.19	43.24	17.29
8	11.70	7.38	7.05	52.03	20.81	58	26.70	**	**	**	**
9	14.00	11.68	8.23	96.20	38.48	59	13.35	20.44	8.32	169.99	68.00
10	16.25	9.86	7.41	73.12	29.25	60	17.20	**	10.51	**	**
11	19.30	13.15	11.59	152.34	60.94	61	6.20	5.66	3.65	20.66	8.26
12	11.10	7.54	6.56	49.41	19.76	62	9.90	3.39	6.13	20.77	8.31
13	9.60	14.24	11.59	165.02	66.01	63	9.60	6.59	5.65	37.24	14.90
14	10.70	8.15	6.37	51.95	20.78	64	12.40	4.60	7.73	35.58	14.23
15	9.10	11.66	5.55	64.63	25.85	65	11.15	9.65	6.90	66.55	26.62
16	11.20	8.29	6.72	55.77	22.31	66	13.10	5.54	8.14	45.13	18.05
17	11.15	13.98	7.35	102.72	41.09	67	11.90	8.66	6.88	59.61	23.84
18	9.10	7.03	5.27	37.08	14.83	68	31.80	10.45	18.94	197.90	79.16
19	11.55	6.69	7.07	47.31	18.93	69	7.80	7.93	4.73	37.47	14.99
20	14.30	9.38	8.35	78.29	31.32	70	22.80	4.21	14.44	60.74	24.30
21	10.80	10.90	6.71	73.07	29.23	71	9.70	9.22	5.86	54.07	21.63
22	11.60	11.70	7.20	84.28	33.71	72	10.20	**	6.37	**	**
23	7.80	8.99	4.68	42.10	16.84	73	6.20	6.01	4.40	26.46	10.58
24	9.90	11.85	5.99	71.05	28.42	74	11.60	4.15	7.39	30.68	12.27
25	**	10.37	**	**	**	75	15.80	7.62	9.79	74.63	29.85
26	7.70	8.31	4.74	39.39	15.76	76	16.10	6.14	9.82	60.33	24.13
27	7.40	10.13	4.46	45.18	18.07	77	8.50	5.48	5.07	27.75	11.10
28	14.40	11.44	8.87	101.44	40.58	78	16.50	6.44	9.99	64.29	25.72
29	11.20	13.70	6.38	87.40	34.96	79	7.60	7.22	4.68	33.79	13.52
30	10.90	11.56	6.80	78.57	31.43	80	12.40	7.71	7.33	56.50	22.60
31	10.70	11.89	5.88	69.89	27.96	81	11.00	4.84	6.46	31.26	12.51
32	12.70	**	7.85	**	**	82	**	7.36	**	**	**
33	9.20	11.12	5.68	63.15	25.26	83	4.60	6.04	2.74	16.54	6.61
34	14.80	9.45	8.83	83.47	33.39	84	9.00	5.16	5.50	28.39	11.35
35	13.60	11.23	7.24	81.34	32.53	85	9.95	5.74	5.99	34.37	13.75
36	15.40	10.07	9.50	95.64	38.26	86	16.70	4.44	10.46	46.40	18.56
37	9.50	9.91	5.48	54.27	21.71	87	7.70	6.69	4.76	31.84	12.74
38	17.60	9.48	9.87	93.57	37.43	88	11.20	3.90	7.00	27.28	10.91
39	9.40	11.84	5.13	60.68	24.27	89	7.50	7.10	4.51	31.99	12.80
40	12.35	6.52	7.47	48.70	19.48	90	13.70	2.15	8.26	17.72	7.09
41	8.60	7.38	5.34	39.39	15.75	91	5.25	5.37	2.95	15.86	6.34
42	14.00	**	8.38	**	**	92	11.70	3.32	6.98	23.16	9.26
43	9.40	8.19	6.09	49.90	19.96	93	8.70	4.34	5.20	22.55	9.02
44	11.70	8.23	7.36	60.59	24.23	94	12.60	5.56	7.39	41.13	16.45
45	10.00	11.52	5.94	68.46	27.38	95	7.10	3.81	4.14	15.80	6.32
46	14.60	**	8.87	**	**	96	13.50	5.43	8.12	44.06	17.63
47	**	8.06	**	**	**	97	6.80	3.66	4.11	15.06	6.03
48	15.10	6.24	9.44	58.89	23.56	98	**	8.91	**	**	**
49	15.50	5.15	9.86	50.80	20.32	99	7.35	3.87	4.31	16.66	6.67
50	15.10	9.13	9.31	84.98	33.99	100	7.35	6.78	4.60	31.14	12.46

Tabel 2. Konsentrasi *Particulate Organic Karbon* dan persentasenya di Lapangan

Deskriptif statistik	Jumlah sampel	Minimum	Maksimum	Rerata	Standar Deviasi
POC perairan (mg/L)	95	4.60	31.80	11.77	4.32
POC(%)	95	2.74	18.94	7.06	2.51

Tabel 3. Nilai Karbon Organik dan Karbon dalam Fitoplankton ($\mu\text{g/L}$)

	N	Minimum	Maksimum	Rerata	Standar Deviasi
OC_fitoplankton ($\mu\text{g OC /L}$)	90	15,06	197,90	62, 58	33,74
C_fitoplankton ($\mu\text{g C/L}$)	90	6,03	79,16	22,84	13,52

Tran *et al.* (2019) menjelaskan, bahwa meskipun stoknya relatif kecil di perairan laut terbuka, namun POC memiliki *turnover rate* yang tinggi yang membuat POC sebagai komponen utama dari siklus karbon di laut. Dalam perairan POC merupakan bagian penyusun dari material padatan tersuspensi (MPT) bersama dengan material anorganik. Dengan demikian untuk mendapatkan elemen anorganiknya, dapat dilakukan melalui pencucian terlebih dahulu menggunakan asam. Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi MPT maka kandungan POC juga akan semakin tinggi dan pada kondisi arus lemah, MPT ini akan mengalami proses sedimentasi. Proses inilah yang menyebabkan sedimen mengandung karbon organik lebih tinggi dibanding kolom perairan. Sambah *et al.* (2020) menjelaskan, bahwa mekanisme penghilangan (*remove*) karbon dalam partikel suspensi (POC) diperairan adalah melalui proses sedimentasi.

Selanjutnya persentase karbon organik dalam suspensi (POC) ini selanjutnya dapat digunakan untuk mengestimasi besarnya kandungan karbon organik dalam fitoplankton, yang dalam penelitian ini biomassanya dihitung berdasarkan konsentrasi klorofil-a. Jumlah karbon dalam fitoplankton dihitung melalui formula 4 dan dihasilkan OC phytoplankton ($\mu\text{g/L}$) seperti yang disajikan pada Tabel 3. Dengan menggunakan nilai konversi 0.4 akan didapatkan nilai estimasi jumlah unsur C (karbon).

Berdasarkan Tabel 3, dijelaskan bahwa konsentrasi karbon dalam fitoplankton diperkirakan antara 6,32–77,72 ($\mu\text{g/L}$). Wangersky dan Gordon mendapatkan konsentrasi POC dari Samudra Atlantik sebesar 20-120 $\mu\text{g C/L}$ dan oleh Dovel sebesar 3,4-14,1 $\mu\text{mol C}$ (setara 37,68-1440 $\mu\text{g C/L}$ serta Lara di laut tropis (3-18 $\mu\text{mol}/36-216 \mu\text{g C/L}$) (Kumari dan Mohan, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa konsentrasi klorofil-a berkisar antara 2,15–20,64 $\mu\text{g/L}$ dan kandungan karbon organik dalam partikel (POC) antara 2,73 – 18,94%. Menggunakan modifikasi persamaan perhitungan karbon dalam sedimen, penelitian ini telah berhasil memperkirakan kandungan karbon dalam fitoplankton. Hasil perhitungan melalui pengukuran klorofil-a fitoplankton didapatkan nilai karbon organik dan karbon dalam fitoplankton secara berturut-turut adalah 15,80-194,31 $\mu\text{g/L}$ dan 6,32 – 77,72 $\mu\text{g/L}$. Diharapkan dalam penelitian kedepan, dapat diaplikasikan fluktuasinya secara temporal dan spasial dengan memanfaatkan data klorofil-a yang dapat diperoleh dari citra.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro untuk dana penelitian SELAIN DANA SUKPA, FPIK, UNDIP dengan kontrak 013/UN7.5.10.2/PP/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Alianto, A., Kambanussy, Y., Sembel, L., & Hamuna, B. 2020. Akumulasi Biomasa Fitoplankton yang Diukur sebagai Klorofil-a di Perairan Teluk Doreri, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(2):247–254.
- Basu, S., & Mackey K.R.M. 2018. Phytoplankton as Key Mediators of The Biological Karbon Pump: Their Responses to a Changing Climate. *Sustainability*, 10(3):p.869 doi: 10.3390/su10030869

- Firdaus, M.R., & Wijayanti, L.A. 2019. Fitoplankton dan Siklus Karbon Global Oleh Mochamad Ramdhan Firdaus 1) dan Lady Ayu Sri Wijayanti 2. *Oseana*, 44(2): 35–48.
- Hapsari, F.N., Maslukah, L., Dharmawan, I.W.E. & Wulandari, S.Y. 2022. Simpanan Karbon Organik Dalam Sedimen Mangrove Terhadap Pasang Surut Di Pulau Bintan. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1): 86-98. doi: 10.14710/buloma.v11i1.39107
- Hoogsteen, M.J.J., Lantinga, E.A., Bakker, E.J., Groot, J.C.J., & Tittone, P.A. 2015. Estimating soil organic Karbon through loss on ignition: Effects of ignition conditions and structural water loss. *European Journal of Soil Science*, 66(2): 320–328.
- Howard, J., Hyot, S., Isensee, K., Pidgeon, E., & Telszewski, M. 2014. Coastal Blue Karbon: Methods for assessing Karbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, Virginia, USA
- Jo, N., La, H.S., Kim, J.H., Kim, K., Kim, B.K., Kim, M.J., Son, W., & Lee, S.H. 2021. Different Biochemical Compositions of Particulate Organic Matter Driven by Major Phytoplankton Communities in the Northwestern Ross Sea. *Frontiers in Microbiology*, 12: p.623600. doi: 10.3389/fmicb.2021.623600.
- Khargush, J.J., Close, H.G., Mooy, B.A.S.V., Arnosti, C., Smittenberg, R.H., Le Moigne, F.A.C., Mollenhauer, G., Scholz-Böttcher, B., Obrecht, I., Koch, B.P., Becker, K.W., Iversen, M.H., & Mohr, W. 2020. Particulate Organic Karbon Deconstructed: Molecular and Chemical Composition of Particulate Organic Karbon in the Ocean. *Frontiers in Marine Science*, 7:p.518. doi: 10.3389/fmars.2020.00518.
- Kumari, R.H. & Mohan, P.M. 2018. Review on Dissolved Organic Karbon and Particulate Organic Karbon in Marine Environment. *Ilmu Kelautan*, 23(1): 25-36. doi: 10.14710/ik.ijms.23.1.25-36
- Legendre, L. & Michaud, J. 1999. Chlorophyll-a to estimate the particulate organic Karbon available as food to large zooplankton in the euphotic zone of oceans. *Journal of Plankton Research*, 21(11):2067–2083
- Maslukah, L., Zainuri, M., Wirasatriya, A. & Salma, U. 2019. Spatial distribution of chlorophyll-a and its relationship with dissolved inorganic phosphate influenced by rivers in the North Coast of Java. *Journal of Ecological Engineering*, 20(7): 18–25
- Maslukah, L., Setiawan, R. Y., Nurdin, N., Helmi, M., & Widiaratih, R. 2022. Phytoplankton chlorophyll-a biomass and the relationship with water quality in Barrang Caddi, Spermonde, Indonesia. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 23(1):25–33.
- Meng, J., Yao, P., Yu, Z., Bianchi, T.S., Zhao, B., Pan, H., & Li, D. 2014. Speciation, Bioavailability and Preservation of Phosphorus of the Changjiang Estuary and Adjacent East China Sea Inner Shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 144:27-38
- Moore, S., Gauci, V. Evans, C.D. & Page, S.E. 2010. Fluvial organic Karbon losses from a Bornean black water river. *Biogeosciences Discussions*, 7(6): 8319–8343.
- Prasetyawan, I.B., Maslukah, L., & Rifai, A. 2017. Pengukuran Sistem Karbon Dioksida (CO₂) Sebagai Data Dasar Penentuan Fluks Karbon Di Perairan Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1):9-16.
- Qanita, H., & Subiyanto, S. 2019. Analisis Distribusi Total Suspended Solid Dan Kandungan Klorofil-a Perairan Banjir Kanal Barat Semarang Menggunakan Citra Landsat 8 Dan Sentinel-2a. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1): 435–445.
- Sambah, A.B., Oktavia, T.D., Kusuma, D.W., Iranawati, F., Hidayati, N., & Wijaya, A. 2020. Oceanographic variability and its influence on pelagic fish catch in the Bali Strait. *Berkala Penelitian Hayati*, 26(1):8–16.
- Subiyanto, S. 2017. Remote sensing and water quality indicators in the west flood canal Semarang City: spatio-temporal structures of landsat-8 derived chlorophyll-a and total suspended solids. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 98: 1–10.
- Tran, T.K., Duforêt-Gaurier, L., Vantrepotte, V., Ferreira Jorge, D.S.F, Mériaux, X., Cauvin, A., d’Andon, F., & Loisel, H. 2019. Deriving particulate organic Karbon in coastal waters from remote sensing: Inter-comparison exercise and development of a maximum band-ratio approach. *Remote Sensing*, 11(23):p.2849.

Utami, E. 2018. Chlorophyll a Concentration from Phytoplankton in Ketawai, Bangka Tengah, Bangka Belitung. *Journal of Tropical Marine Science*, 1(1): 23–26.

Wirasatriya, A., Pribadi, R., Iryanthony, S.B., Maslukah, L., Sugianto, D.N. Helmi, M., Ananta, R.R., Adi, N.S., Kepel, T.L., Ati,

R.N.A., Kusumaningtyas et al., Suwa, R.A., Ray, R., Nakamura, T., & Nadaoka, A. 2022. Mangrove Above-Ground Biomass and Karbon Stock in the Karimunjawa-Kemuja Islands Estimated from Unmanned Aerial Vehicle-Imagery. *Sustainability*, 14: p.706. doi: 10.3390/su14020706