

Distribusi Spasial Klorofil-a di Laguna Kabori Kabupaten Manokwari *Spatial Distribution Of Chlorofil-a In Laguna Kabori Manokwari Regency*

**Suci Widya Warnetti¹, Thomas Frans Pattiasina^{1*}, Fitriyah Irmawati Elyas Saleh¹,
Alianto¹, Selfanie Talakua¹, Marthin Matulesy²**

1) Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Papua Indonesia

2) Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Papua, Indonesia

*Email: th.pattiasina@unipa.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima

Oktober 2020

Disetujui

November 2020

Dipublikasikan

November 2020

Keywords:

*Horizontal distribution
Chlorophyll-a, Kabori
lagoon, Mesotrophic*

Abstrak

Laguna Kabori adalah laguna yang berada di Kabupaten Manokwari, Papua Barat, dimana data kualitas perairannya masih sangat terbatas. Klorofil-a adalah suatu pigmen fotosintesis yang paling penting bagi tumbuhan yang berada di perairan seperti fitoplankton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi horizontal klorofil-a berdasarkan pendekatan data spasial di perairan Laguna Kabori. Penelitian dilakukan pada bulan April sampai Mei 2019. Penentuan titik sampling dilakukan secara purposive sampling pada delapan titik untuk pengambilan sampel klorofil-a dan parameter air meliputi fisika dan kimia (suhu, DO, salinitas, kecerahan dan kedalaman). Pengukuran parameter fisika dan kimia dilakukan secara insitu. Analisis klorofil-a dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Pengolahan data spasial menggunakan ArcGIS 10.4 dan Surfer 16 untuk membuat peta sebaran klorofil-a dan batimetri. Hasil penelitian menunjukkan kandungan klorofil-a pada Pengamatan I pada kisaran 0,12-2,40 mg/m³ dan pada Pengamatan II berkisar 1,43-10,84 mg/m³. Berdasarkan kandungan klorofil-a Laguna Kabori termasuk dalam kategori mesotrofik. Secara spasial distribusi kandungan klorofil-a bervariasi, namun cenderung lebih tinggi di bagian selatan laguna dibandingkan di bagian utara laguna.

Abstract

Kabori Lagoon is a lagoon located in Manokwari Regency, West Papua, where the water quality data is still very limited. Chlorophyll-a is the most important photosynthetic pigment for aquatic plants such as phytoplankton. The purpose of this study was to determine the horizontal distribution of chlorophyll-a based on the spatial data approach in the waters of the Kabori Lagoon. The study was conducted from April to May 2019. The sampling point was determined by purposive sampling at eight points for sampling of chlorophyll-a and water parameters including physics and chemistry (temperature, DO, salinity, brightness and depth). Measurement of physical and chemical parameters is carried out in situ. Chlorophyll-a analysis was carried out at the Laboratory of Water Productivity and Quality, Faculty of Marine and Fisheries Sciences, Hasanuddin University. Spatial data processing used ArcGIS 10.4 and Surfer 16 to create chlorophyll-a distribution maps and bathymetry. The results showed that the chlorophyll-a content in Observation I was in the range of 0.12-2.40 mg/m³ and in Observation II it was in the range of 1.43-10.84 mg/m³. Based on the chlorophyll-a content, the Kabori Lagoon is included in the mesotrophic category. Spatially, the distribution of chlorophyll-a content varies, but tends to be higher in the southern part of the lagoon than in the northern part of the lagoon.

PENDAHULUAN

Laguna adalah suatu genangan air yang menyerupai danau atau telaga berada dekat pantai yang dulunya merupakan bagian dari (bersatu dengan) laut tapi karena peristiwa geologis, kemudian terpisah dari laut dan membentuk ekosistem lahan basah pesisir yang baru (Fitrah et al., 2016). Potensi perikanan laguna merupakan salah satu kemampuan yang dimiliki badan perairan dalam memproduksi sumberdaya perikanan pada satuan waktu tertentu. Laguna sebagai ekosistem perairan tidak terlepas dari keberadaan berbagai organisme didalamnya, dimana fitoplankton berperan sebagai produser utama. Produktivitas primer fitoplankton tergantung pada faktor-faktor lingkungan yang penting, diantaranya adalah ketersediaan nutrien. Kepadatan fitoplankton dipengaruhi oleh sebaran nutrien yang kemudian akan mempengaruhi variasi kepadatan secara vertikal dan horizontal.

Fitoplankton sebagai produser primer mampu mengubah zat-zat anorganik menjadi zat-zat organik dengan bantuan cahaya matahari dan pigmen fotosintetik klorofil-a. Klorofil-a merupakan pigmen yang selalu ditemukan dalam fitoplankton serta semua organisme autotrof dan merupakan pigmen yang terlibat langsung dalam proses fotosintesis. Kandungan klorofil-a pada fitoplankton itu sendiri dapat dijadikan indikator tinggi rendahnya produktivitas primer suatu perairan (Syahrial et al., 2020). Nilai kosentrasi atau kandungan klorofil-a pada perairan juga dipengaruhi oleh faktor fisika-kimia perairan lainnya serta faktor biologi, begitu juga dengan distribusinya (Hadingrum, 2018).

Laguna Kabori adalah salah satu laguna yang berada di Kabupaten Manokwari, Papua Barat. Laguna Kabori berjarak sekitar 20 km dari Kota Manokwari dan berada di dataran rendah yang secara langsung berbatasan dengan perairan Pantai Maruni. Laguna Kabori adalah laguna yang potensial untuk pengembangan sumberdaya perikanan. Disamping itu, laguna ini memiliki keindahan alam yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai salah satu lokasi wisata di Kabupaten Manokwari. Laguna Kabori merupakan ekosistem perairan yang dipengaruhi oleh aliran air tawar dan perairan laut. Massa air laguna dipengaruhi oleh massa air laut yang masuk ke dalam laguna melalui sirkulasi arus pasang surut dan masukkan air tawar beberapa aliran air dari perbukitan.

Walaupun selama ini Laguna Kabori sudah dimanfaatkan sebagai lokasi penangkapan ikan namun potensi Laguna Kabori belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Untuk mendukung upaya pemanfaatan dan pengelolaan laguna secara lestari perlu adanya kajian terlebih dahulu mengenai kondisi perairan di laguna tersebut. Sejauh ini belum ada penelitian mengenai distribusi klorofil-a di Laguna Kabori. Oleh sebab itu dirasa perlu dilakukan kandungan klorofil-a di Laguna Kabori, Kabupaten Manokwari. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran distribusi horizontal klorofil-a secara spasial sebagai informasi dasar untuk mendukung pemanfaatan dan pengelolaan Lagun Kabori.

METODE PENELITIAN

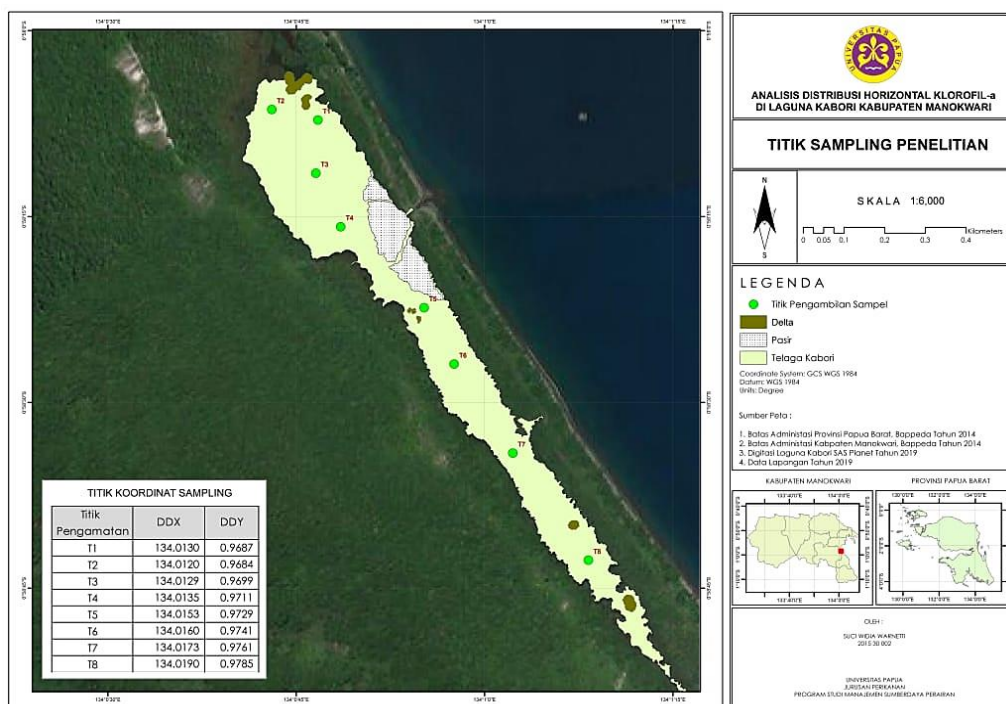
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yang meliputi tahapan mengumpulkan, menganalisis dan menginterpretasi data. Data penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data sekunder meliputi peta rupa bumi Indonesia kawasan perairan Laguna Kabori dan studi pustaka yang terkait dengan penelitian. Peta tersebut digunakan untuk proses awal pembuatan peta dasar yang berguna sebagai peta lokasi penelitian dan penempatan titik sampling. Sedangkan data primer yaitu pengukuran produktivitas primer (klorofil a), parameter fisika (suhu, kecerahan dan kedalaman) dan kimia (salinitas, pH dan oksigen terlarut) yang diukur secara langsung di lapangan berdasarkan titik pengamatan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2019. Pengambilan sampel air untuk analisis klorofil-a dan pengukuran kualitas air dilakukan di perairan Laguna Kabori, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat (**Gambar 1**). Analisis sampel air dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan data klorofil-a dan parameter kualitas air dilakukan melalui sampling dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Pengambilan sampel air dilakukan pada 8 titik sampling secara horizontal, sepanjang perairan laguna untuk mewakili keadaan keseluruhan perairan. Pengambilan dan pengukuran sampel air dilakukan dua kali pengamatan pada setiap titik sampling dengan interval waktu satu minggu. Pengamatan I dilakukan pada minggu pertama bulan Mei 2019 dan pengamatan II dilakukan pada minggu kedua pada bulan yang sama. Pengamatan I dilakukan pada saat kondisi laguna tertutup dan pengamatan II dilakukan pada saat kondisi laguna terbuka, sehingga pada saat pasang dan surut air laut mempengaruhi kondisi laguna.



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian dan letak titik-titik sampling

Sampel air untuk analisis klorofil-a diambil sebanyak 1.500 ml pada setiap titik sampling, lalu dimasukkan ke dalam botol gelap dan diberi label berdasarkan titik sampling yang diambil. Botol sampel ditutup dengan plastik gelap setelah itu dimasukkan kedalam *cool box* yang berisi es batu agar suhu tetap terjaga. Selanjutnya sampel dibawa untuk dianalisis di Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar. Pengukuran parameter kualitas air sebagai data pendukung meliputi suhu, kecerahan, kedalaman, DO, salinitas dan pH, yang dilakukan secara bersamaan dengan pengambilan sampel air untuk analisis klorofil-a.

Analisis Laboratorium

Proses analisis sampel di laboratorium meliputi proses penyaringan, centrifuge dan pemeriksaan absorbansi. Proses analisis sampel dimulai dengan pemasangan filter pada penahan filter (*filter holder*). Selanjutnya sampel air disaring secukupnya sampai pori filter mampet. Penyaringan dibantu dengan pompa hisap dengan tekanan hisap ± 30 cm Hg>, kemudian volume air yang tersaring dicatat (ml). Filter selanjutnya dibilas dengan larutan magnesium karbonat dan hisap kembali sampai filter nampak kering. Filter hasil penyaringan diambil dan dibungkus dengan aluminium foil (diberi label) dan disimpan dalam desikator aluminium yang berisi silica gel. Sampel (filter) dimasukkan ke dalam botol sampel dan ditambahkan 10 ml Aceton 90%, lalu dikocok sampai semua filter larut. Selanjutnya filter disimpan di tempat yang kedap cahaya. Proses selanjutnya adalah centrifuge larutan tersebut dengan putaran 4.000 rpm selama 30-60 menit. Setelah itu cairan bening diperiksa dengan cara menuang cairan tersebut ke dalam kuvet (1 cm, 10 cm, 15 cm) dan absorbansinya diperiksa dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 750, 664, 647 dan 630 nm.

Analisis Data

Setelah proses analisis di laboratorium maka kandungan klorofil-a di dalam air sampel dihitung berdasarkan rumus dan metode penentuan kadar klorofil mengikuti metode Parsons et al., (1984). Metode ini didasarkan pada penyerapan tiga panjang gelombang (*trichromatic*) yang masing-masing merupakan penyerapan maksimum untuk klorofil-a dalam pelarut aceton. Formula perhitungan kandungan klorofola-a adalah sebagai berikut:

$$\text{Klorofil a (mg/m}^3\text{)} = \frac{\{(11,85 \times E_{664}) - (1,54 \times E_{647}) - (0,08 \times E_{630})\} \times V_e}{V_s \times d}$$

Keterangan:

- E_{664} = absorbansi 664 nm – absorbansi 750 nm (setelah pengasaman)
- E_{647} = absorbansi 647 nm – absorbansi 750 nm (sebelum pengasaman)
- E_{630} = absorbansi 630 nm – absorbansi 750 nm
- V_e = volume ekstrak aceton (ml)
- V_s = volume sampel air yang disaring (liter)
- d = lebar diameter cuvet (1 cm, 15 cm, 120 cm)

Analisis Spasial

Analisis spasial dalam menggambarkan distribusi horizontal klorofil-a dan kualitas air terbagi ke dalam tiga tahapan yaitu tahap interpolasi, tahap klasifikasi dan tahap layout. Data hasil pengukuran yang memiliki koordinat dan telah dirata-ratakan kemudian dikonversi ke dalam bentuk ekstensi data spasial sehingga dapat dilakukan interpolasi. Tahapan interpolasi merupakan tahapan pendugaan nilai parameter di seluruh perairan Laguna Kabori berdasarkan data sampel air yang telah di ukur pada 8 titik sampling, teknik interpolasi yang digunakan adalah IDW (*Inverse Distance Weighting*) untuk melihat sebaran klorofil-a secara horizontal. *Software* yang digunakan adalah ArcGIS 10.4 dan Surfer 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan dan Distribusi Horizontal Klorofil-a

Klorofil-a sering digunakan sebagai indikator dalam menentukan tingkat kesuburan suatu perairan yang dinyatakan dalam bentuk produktivitas primer. Pengukuran kandungan klorofil-a yang dilakukan di perairan Laguna Kabori

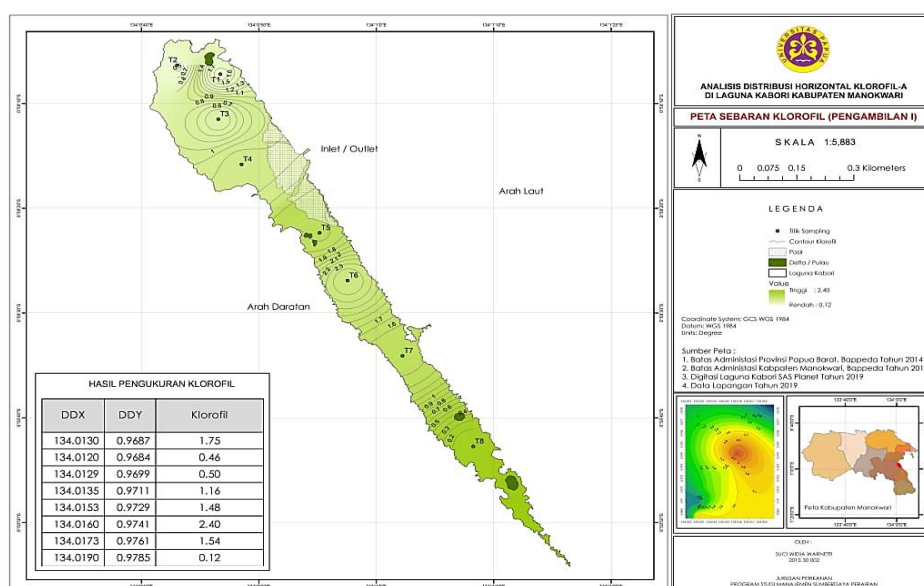
menunjukkan nilai yang bervariasi dari setiap titik sampling. Adapun kandungan klorofil-a di setiap titik sampling pada masing-masing pengamatan (Tabel 5).

Tabel 5 Hasil analisis kandungan klorofil-a (mg/m^3)

Titik Sampling	Klorofil-a (mg/m^3)	
	Pengamatan I	Pengamatan II
1	1,75	1,82
2	0,46	1,43
3	0,50	1,43
4	1,16	2,66
5	1,48	6,95
6	2,40	3,94
7	1,54	10,84
8	0,12	7,58
Maksimum	2,40	10,84
Minimum	0,12	1,43
Rata-rata	1,18	4,58
<i>Sd</i>	0,77	3,49

Sumber: Data primer, 2019

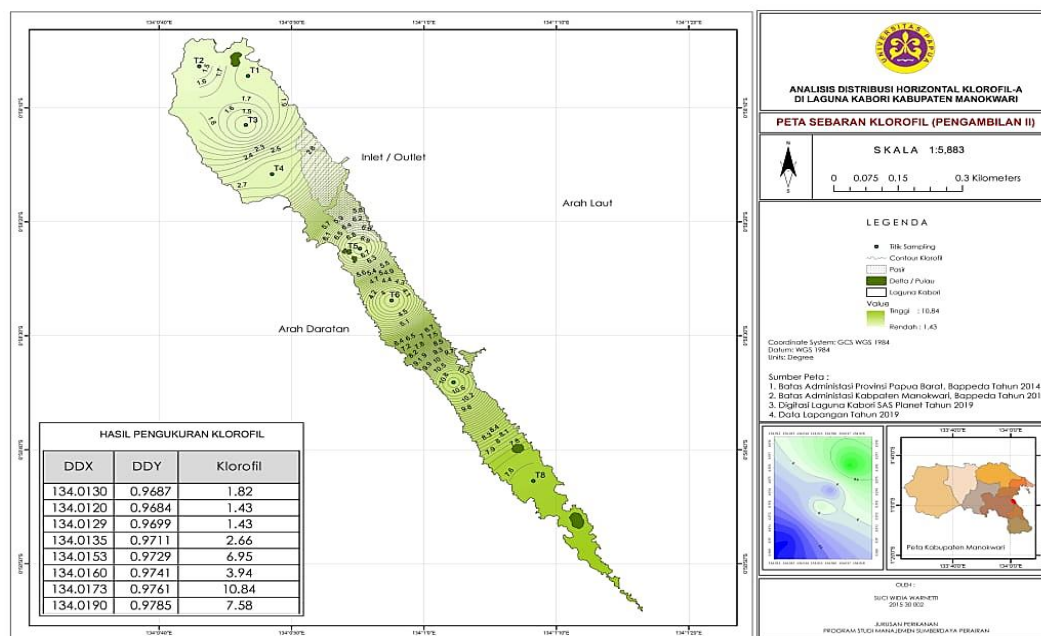
Gambar 2 memperlihatkan gambaran distribusi spasial klorofil-a pada pengamatan I, dimana sebaran klorofil-a secara spasial terlihat lebih rendah serta memiliki salinitas yang rendah pula. Namun hal ini berbeda dengan penelitian Marlian (2016) yang di lakukan di perairan laut. Dimana klorofil-a secara bertahap mengalami pengurangan ke arah dalam teluk (tengah teluk) dan semakin bergerak melemah ke arah terluar teluk yang terletak jauh dari pantai dengan rata-rata salinitas yang tinggi. Pengaruh salinitas terhadap sebaran horizontal klorofil-a, dimana semakin tinggi sebaran nilai salinitas maka akan semakin rendah sebaran horizontal klorofil-a.



Gambar 2. Peta distribusi spasial klorofil-a pada pengamatan I

Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada pengamatan II nilai kandungan klorofil-a di perairan Laguna Kabori lebih tinggi dibandingkan pada saat pengamatan I. Tingginya nilai kandungan klorofil-a pada pengamatan II menunjukkan bahwa dinamika kandungan klorofil-a di dalam Laguna Kabori dipengaruhi oleh masukan air laut dari perairan pesisir di sekitar Laguna tersebut. Hal ini terlihat dari peningkatan nilai kandungan klorofil-a pada semua titik pengamatan ketika inlet dari laut telah terbuka sehingga memungkinkan air laut dapat masuk ke dalam laguna dan bercampur dengan air tawar. Menurut Ahel et al. (1996) pencampuran air tawar/air laut (*freshwater/seawater interface* - FSI) sangat efisien dalam mengumpulkan partikel hidup dan detrital dari lapisan air yang sangat produktif, sehingga dengan demikian memainkan peran penting dalam menentukan distribusi bahan organik di perairan.

Secara spasial distribusi klorofil-a pada pengamatan II (Gambar 3) memperlihatkan kandungan klorofil-a yang bervariasi, dimana kandungan klorofil-a lebih tinggi. Distribusi kandungan klorofil-a semakin tinggi meningkat ke arah selatan laguna. Namun secara bertahap mengalami pengurangan kandungan klorofil-a ke arah utara yaitu titik sampling 2, 3 dan 4. Hal ini diduga disebabkan karena ketika air pasang, aliran air dari laut dengan kandungan material organik yang tinggi masuk ke dalam lagun dari arah utara dengan kecepatan arus yang cukup tinggi. Selanjutnya arus air semakin melambat ketika menyebar ke bagian selatan lagun. Oleh karena batimetri di bagian selatan yang lebih dalam atau lebih rendah dan bentuk dasar perairan yang cekung, menyebabkan volume air yang lebih besar dengan kandungan material organik yang menumpuk berada di selatan lagun. Hal ini sejalan dengan yang ditemukan oleh Akbar et al. (2016) di perairan Kalianget Sumenep, dimana kecepatan arus mengalami penurunan kecepatan di lokasi tertentu yang mengakibatkan konsentrasi nitrat dan klorofil-a tinggi karena terjadi penumpukan konsentrasi nutrien dan klorofil-a.



Gambar 3. Peta distribusi spasial klorofil-a pada pengamatan II

Jarak yang relatif dekat antara Laguna Kabori dengan dua muara sungai yang cukup besar, yaitu Sungai Andai dan Sungai Maruni memungkinkan air yang mengandung klorofil-a tinggi dari kedua sungai tersebut masuk ke Laguna Kabori melalui arus sisir pantai (*longshore current*) dan proses air pasang. Hal ini terpantau saat pengamatan di lapangan pada saat air pasang. Wirasatriya (2011)

menyatakan adanya gradasi nilai konsentrasi klorofil-a yang tinggi di daerah pantai karena masukan dari aliran sungai. Kondisi yang serupa ini dijumpai juga oleh Nontji (1984) pada perairan Pantai Bekasi yang tercatat konsentrasi klorofil-a sebesar 14,28 mg/m³. Pada stasiun dekat muara sungai nilai tersebut dua kali lebih tinggi dari nilai yang diukur pada stasiun yang jauh dari pantai.

Hasil dari kedua pengamatan, khususnya pengamatan II menunjukkan kandungan klorofil-a yang tinggi berada pada daerah selatan laguna yaitu titik sampling 5 sampai 8. Hal ini diduga karena pengaruh masukan air laut, kondisi substrat dasar dan dekomposisi serasah, serta yang penting juga adalah kondisi batimetri laguna. Pada saat air pasang, dorongan dari energi gelombang mengantarkan volume air masuk ke dalam laguna hingga mencapai lokasi paling ujung di bagian selatan. Pergerakan air pada sangat pasang ini lebih cepat dan deras. Sebaliknya ketika air menuju surut, pergerakan air tidak cepat dan deras, sehingga massa air cenderung terperangkap di lokasi yang kondisi batimetrinya lebih dalam, seperti pada titik 5 dan 8. Pada kondisi ini partikel hidup dan detrital akan berkumpul sehingga menyebabkan kandungan klorofil-a di titik-titik pengamatan tersebut lebih tinggi dibandingkan titik-titik lainnya.

Rendahnya kandungan klorofil-a pada pengamatan I diduga karena tidak adanya pengaruh atau masukan dari laut ke dalam laguna. Namun rendahnya kandungan klorofil-a pada titik sampling tertentu terutama pada saat sudah ada pengaruh dari air laut dipengaruhi oleh lingkungan di masing-masing titik sampling, seperti pada titik sampling 2 (pengamatan II). Titik sampling 2 berada dekat dengan sumber mata air tawar, titik sampling 3 berada dekat dengan muara atau inlet-outletnya air laut. Rendahnya kandungan klorofil-a pada titik sampling 2 pada waktu pengamatan I maupun pengamatan II diduga disebabkan adanya kandungan H₂S di sumber mata air, yang terdeteksi dari pengamatan secara visual dan bau.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kandungan klorofil-a secara umum rendah pada kondisi laguna tertutup dan tidak ada masukan dan sebaliknya meningkat pada kondisi laguna terbuka dan ada masukan air laut. Secara spasial kandungan klorofil-a bervariasi, namun cenderung lebih tinggi di bagian selatan laguna, dibandingkan dengan di bagian utara, termasuk di lokasi inlet dari laut. Nilai parameter fisik kimia perairan umumnya bervariasi baik antara setiap titik sampling maupun pada waktu pengamatan I dan pengamatan II.

Saran

Perlu dilakukan kajian lanjutan dengan waktu penelitian yang lebih panjang serta tambahan parameter yang lebih banyak yang mempengaruhi keberadaan klorofil-a di perairan Laguna Kabori. Seperti parameter kecepatan arus, cahaya matahari, nutrisi, kelimpahan fitoplankton dan produktivitas primer agar distribusi kandungan klorofil-a dapat diketahui dengan lebih tepat sehingga variabilitas kandungan klorofil-a dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. H. S., Siswanto, A. D., & Zainuri, M. (2016). Studi Pengaruh Konsentrasi Nitrat Terhadap Klorofil-a Di Perairan Kalianget Kabupaten Sumenep. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016 Universitas Trunojoyo Madura*, 27 Juli 2016. Hal 95-101.
- Alianto. (2011). *Kajian Dinamika Pertumbuhan Fitoplankton Variabilitas Intensitas Cahaya Matahari dan Nutrien Inorganik Terlarut di Perairan Teluk Banten. Disertasi*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor

- Amri, K. (2002). Hubungan Kondisi Oseanografi (Suhu Permukaan Laut, Klorofil-a dan Arus) Dengan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan Selat Sunda. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arifin, R. (2009). Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-a) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Aryawati, R.,& Thoha, H. (2011). Hubungan Kandungan Klorofil-a dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Berau Kalimantan Timur. Jurusan Ilmu Kelautan. Universitas Sriwijaya.
- Bakhtiar, D.,& Taalidin, Z. (2013). Kelimpahan Dan Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Perairan Pulau Enggano. Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu.
- Bayurini, H.D. (2006). Hubungan Antara Produktivitas Primer Fitoplankton dengan Distribusi Ikan di Ekosistem Perairan Rawa Pening Kabupaten Semarang. Jurusan Biologi. Universitas Negeri Semarang.
- Boggs, S. (1992). *Principles Of Sedimentology And Stratigraphy*. University Of Oregon. Pearson Prentice Hall.
- Budiyanto, E.,& Muzayanah. (2018). Pendalaman Materi Geografi Modul 3 Sistem Informasi Geografis. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.
- Dika, P.A.R. (2017). Sebaran Spasial Klorofil-a Menggunakan Citra Satelit *Ocean Color* Hubungannya dengan Pola Arus di Perairan Muara Sungai Tallo. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin
- Effendi II. (2003). Telaah Kualitas Air. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. .
- Fitrah, S.S., Dewiyanti, I.,& Rizwan, T. (2016). Identifikasi Jenis Ikan di Perairan Laguna Gampoeng Pulot Kecamatan Leupung, Aceh Besar. Fakultas Kelautan Dan Perikanan. Universitas Syiah Kuala Darussalam. Banda Aceh
- Hadi, B.S. (2013). Metode Interpolasi Spasial dalam Studi Geogr afi. Jurusan Pendidikan Geografi. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hadiningrum, D.V. (2018). Kandungan Klorofil-A Fitoplankton di Perairan Laguna Pengklik, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Program Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Herawati, V.E. (2008). Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap Sebagai Lahan Budidaya Kerang Totok (*Polymesoda Erosa*) Ditinjau dari Aspek Produktivitas Primer Menggunakan Penginderaan Jauh. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang
- Hidayah, G., Wulandari, S.Y.,& Zainuri, M. (2016). Studi Sebaran Klorofil-a Secara Horizontal di Perairan Muara Sungai Silugonggo Kecamatan Batangan, Pati. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hutagalung, H. (1997). Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Penelitian Indonesia.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51.Tahun 2004. Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut.
- Marendy, F., Hartoni.,& Isnaini. (2015). Analisis Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-a Menggunakan Citra Satelit Landsat pada Musim Timur di Perairan Sekitar Muara Sungai Lumpur Kabupaten Oki Provinsi Sumatera Selatan. Program Studi Ilmu Kelautan. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Marlian, E. Ario, D.,& Hefni, E. (2015). Distribusi Horizontal Klorofil-a Fitoplankton sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Perairan di Teluk Meulaboh Aceh Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 20 (3): 272-279.

- Nontji, A. (1984). Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta Serta Kaitannya dengan Faktor-Faktor Lingkungan. Institut Pertanian Bogor.
- Nufus, H., Karina, S., & Agustina, S. (2017). Analisis Sebaran Klorofil-a dan Kualitas Air di Sungai Krueng Raba Lhoknga, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Nuzapril, M., Susilo S.B., & Panjaitan J.P. (2017). Hubungan Antara Konsentrasi Klorofil-a dengan Tingkat Produktivitas Primer Menggunakan Citra Satelit Landsat-8. *Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan*. Institut Pertanian Bogor
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan dari *Marine biology : an ecological approach*. Alih bahasa: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen da M. Hutomo. Gramedia, Jakarta. 459p.
- Paramitha, A. (2014). Studi Klorofil-a di Kawasan Perairan Belawan Sumatera Utara. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara .
- Prasasti, I.H.W., & Christanto, M. (2005). Analisis Penerapan Metode *Krigging* dan *Invers Distance* pada Interpolasi Data Dugaan Suhu, Air Mampu Curah (AMC) Dan Indeks Stabilitas Atmosfir (ISA) dari Data NOAA-TOVS. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- Prihatin A., Setyono P., & Sunarto. 2018. Sebaran Klorofil-a, nitrat, Fosfat dan plankton sebagai indikator kesuburan ekosistem di mangrove tapak tugurejo semarang.
- Riyono, S. H. (2006). Beberapa Metode Pengukuran Klorofil Fitoplankton di Laut. *Oseana*, Volume XXXI, No. 3: 33 – 44.
- Sihombing, F.R., Aryawati, R., & Hartoni. (2012). Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Sekitar Perairan Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Program Studi Ilmu Kelautan FMIPA. Universitas Sriwijaya.
- Simanjuntak, M. (2003). *Kadar Silikat Kaitannya Dengan Kesuburan Di Perairan Kalimantan Timur*, Karya Ilmiah. Lembaga Pengetahuan Indonesia.
- Sunarto. 2008. Karakteristik Biologi dan Peranan Plankton bagi Ekosistem Laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran.
- Swayati P D., Muskananfolo R M., Rudiyananti S. 2015. Konsentrasi Klorofil-a, Nitrat dan Fosfat Untuk Menilai Kesuburan Muara Sungai Wakak, Kendal.
- Syahrial, S., Saleky, D., Samad, A., & Tasabaramo, I. (2020). Water Ecology of Tunda Island Serang Banten: General Conditions of the Mangrove Forest. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(1), 53-68. doi:10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.Vol.4.No.1.103.
- Turuktiku, S.A. (2016). Hubungan Sebaran Kelimpahan Fitoplankton dengan Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Pesisir dan Laut Kabupaten Pangkajene Kepulauan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin
- Zulfia, N., Aisyah. (2013). Status Trofik Perairan Rawa Pening Ditinjau dari Kandungan Unsur Hara (NO_3 dan PO_4) Serta Klorofil-a. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan
- Zulhaniarta, D. (2014). Sebaran Konsentrasi Klorofil-a Terhadap Nutrien di Muara Sungai Banyuasin Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Program Studi Ilmu Kelautan. Universitas Sriwijaya. Indralaya.