

## Sebaran Klorofil-a secara Horizontal di Perairan Muara Sungai Jajar, Demak

Anisa Dewi Nugraheni\*, Muhammad Zainuri, Anindya Wirasatriya, Lilik Maslukah

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia  
Email: anisadewinugraheni@students.undip.ac.id

### Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk akan mengakibatkan dampak negatif terhadap keseimbangan ekosistem di kawasan perairan yang disebabkan limbah dari aktifitas manusia. Kesuburan perairan dapat ditentukan berdasarkan indikator keberadaan fitoplankton. Fitoplankton mempunyai siklus hidup yang pendek oleh karena itu responnya cepat terhadap perubahan lingkungan. Penentuan keberadaan fitoplankton bisa menggunakan konsentrasi klorofil-a, karena merupakan pigmen yang selalu ditemukan dalam fitoplankton dan merupakan pigmen yang terlibat langsung dalam proses fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran klorofil-a secara horizontal dan mengetahui kondisi kualitas perairan Muara Sungai Jajar, Demak. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan penentuan lokasi pada sembilan (9) titik sampling yang ditentukan secara *purposive*. Parameter penelitian yang diamati meliputi konsentrasi klorofil-a dan kualitas perairan lainnya seperti suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut serta arus. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a di perairan muara Sungai Jajar berkisar antara 1,94–19,6 mg/m<sup>3</sup> dengan rata – rata 7,69 mg/m<sup>3</sup> dan pola pergerakan arus lebih dominan ke arah Barat Daya dengan kecepatan arus sebesar 0,005–0,359 m/det. Persebaran klorofil-a secara horizontal menunjukkan nilainya tinggi pada perairan yang terletak dekat dengan daratan kemudian mengalami penurunan ke arah laut. Penelitian ini memberikan informasi terkait kesuburan dan kondisi kualitas perairan yang dapat memberikan gambaran berkaitan dengan tingkat produktivitas primer perairan muara.

**Kata kunci :** distribusi, klorofil-a, muara Sungai Jajar

### Abstract

#### *Horizontal Distribution of Chlorophyll-a in Jajar Estuary, Demak*

*The increase in population will have a negative impact on the balance of the ecosystem in water areas caused by waste generated by human activities. Quality of the water can be determined by the presence of phytoplankton. Phytoplankton has a short life cycle and therefore responds quickly to environmental changes. Determination of the presence of phytoplankton can use chlorophyll-a levels because it is a pigment that is always found in phytoplankton and a pigment that is directly involved in the process of photosynthesis. This study aims to determine the horizontal distribution of chlorophyll-a and to determine the quality conditions in the waters of the Jajar river estuary, Demak. The study used a quantitative method with locations at nine (9) sampling points which were determined purposively. The research parameters observed included the concentration of chlorophyll-a and the other water qualities such as temperature, salinity, pH, dissolved oxygen and currents. The results of the analysis of chlorophyll-a concentration in the waters of the mouth of the Jajar river ranged from 1.94-19.6 mg/m<sup>3</sup> with an average of 7.69 mg/m<sup>3</sup> with the dominant current movement formula from the Southwest and the current velocity of 0.005–0.359 m/s. The horizontal distribution of chlorophyll-a is a high scores in the water located near by mainland then gradually decreases towards the ocean. This study provides information related to the future and conditions of the waters that can provide an overview of the primary productivity level of estuary*

**Keywords:** *distribution, chlorophyll-a, current*

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki wilayah pantai dan laut yang cukup luas dengan muara sungai yang cukup banyak. Muara sungai yaitu pertemuan antara perairan sungai dan perairan laut, di mana sungai dapat membawa limbah dari daratan dan terjadi proses pencampuran air laut dan air tawar sehingga menyebabkan perairan menjadi keruh karena teraduknya partikel dari daratan dan dari dasar muara (Saraswati *et al.*, 2017). Wang *et al.* (2017) menjelaskan bahwa padatan suspensi (TSS) yang berada di kolom air dapat meningkatkan kekeruhan dan menyebabkan penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan menjadi berkurang. Besarnya intensitas cahaya mempengaruhi proses fotosintesis dan mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut.

Sungai Jajar terletak di Desa Morodemak, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. Wilayah sekitar muara Sungai Jajar banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk berbagai aktifitas antara lain sebagai tempat pemukiman, aktifitas kapal nelayan mencari ikan, dan tempat pelabuhan ikan. Aktifitas tersebut dapat menyebabkan penumpukan limbah di perairan di mana limbah tersebut mengandung bahan organik dan menjadi penyumbang nutrisi di perairan muara, sehingga mempengaruhi kualitas perairan dan mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di perairan muara Sungai Jajar. Maslukah *et al.* (2018) menjelaskan bahwa tingginya aktivitas manusia di darat telah memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan masukan nutrisi ke perairan muara dan berpengaruh terhadap konsentrasi klorofil-a. Nutrisi di perairan merupakan hasil dari degradasi bahan organik, yang sumber utamanya secara alami berasal dari perairan itu sendiri dan berasal dari inputan sungai yang membawa limbah rumah tangga dari daratan. Putnam *et al.*, (2010) menjelaskan bahwa kontribusi limbah cair yang berasal dari aktivitas manusia telah mencapai 50% sampai 75% dari limbah cair total.

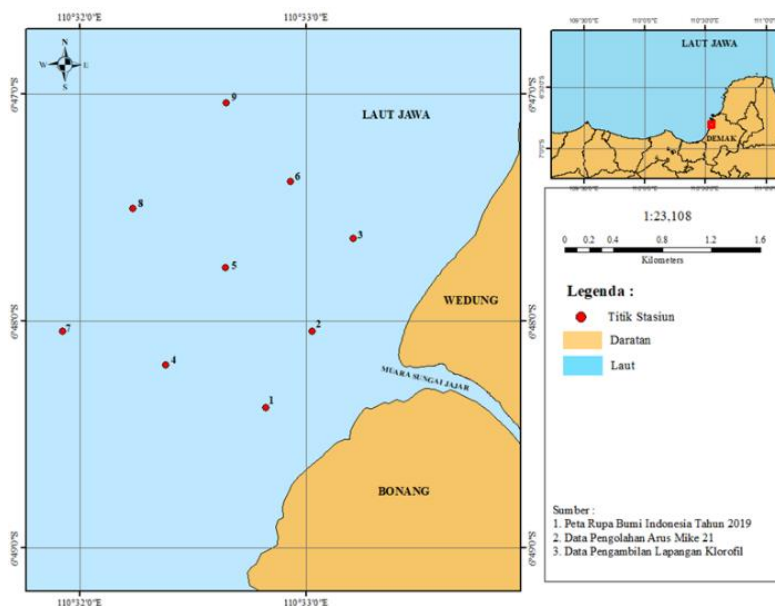
Tingginya nutrisi di perairan menyebabkan wilayah muara sungai menjadi subur. Hal ini akan berdampak positif dan negatif terhadap ekosistem muara sungai. Simanjuntak dan Kamiasi, (2012) menjelaskan bahwa kesuburan perairan yang tinggi memiliki dampak positif karena menyebabkan produktifitas perairan menjadi tinggi akibat melimpahnya plankton dan ikan menjadi tinggi. Sementara, pada kondisi yang terlalu subur, akan berdampak negatif yaitu dengan tumbuhnya algae yang sangat pesat dan

terkadang diikuti spesies algae yang mempunyai sifat toxic. Selain sifat toxic dari alga ini, kematian massal ikan dapat disebabkan oleh rendahnya oksigen terlarut dan akibat munculnya zat beracun seperti nitrit, ammonia dan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) akibat penguraian secara *an aerob*.

Beberapa penelitian tentang sebaran klorofil-a di beberapa muara sungai di pantai Utara Jawa Tengah telah dilakukan oleh beberapa peneliti, yaitu di muara Sungai Silugonggo, Pati (Hidayah *et al.*, 2016); di muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang (Alfat'hani *et al.*, 2020); di muara Sungai Wisu dan Serang (Maslukah *et al.*, 2018). Penelitian klorofil-a di muara Sungai Jajar, Demak, sebelumnya belum pernah dilakukan. Penelitian yang telah dilakukan di muara sungai Jajar ini antara lain tentang konsentrasi padatan suspensi (Manalu *et al.*, 2021) dan bahan organik (Jubaedah *et al.*, 2021). Mengingat tingginya aktivitas manusia di daratan muara Sungai Jajar, perlu dilakukan monitoring konsentrasi klorofil-a, sehingga status trophic perairan dapat diketahui. Luasnya area pertanian di hulu sungai dapat berpengaruh terhadap kesuburan muara. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi klorofil-a dan pola sebarannya secara horizontal serta kondisi kualitas air lainnya seperti suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, kecerahan, kedalaman perairan serta arus di perairan Muara Sungai Jajar, Demak.

## MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data konsentrasi klorofil-a, suhu, salinitas, pH, kecerahan, oksigen terlarut (DO), kedalaman perairan dan arus. Data pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan digunakan untuk inputan model arus. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2020 di perairan Muara Sungai Jajar, Demak. Secara astronomis, lokasi penelitian terletak pada koordinat 06°47'54.83" - 06°48'06.01" LS dan 110°33'12.76" - 110°33'23.63" BT (Gambar 1). Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Penentuan lokasi titik sampling menggunakan metode *purposive sampling* dengan titik sampling sebanyak 9 titik. Penentuan lokasi sampel dilakukan dengan melihat kondisi daerah penelitian, sehingga lokasi pengambilan sampel dapat mewakili daerah penelitian secara keseluruhan yaitu dekat dengan muara, laut dan diantara keduanya.



**Gambar 1.** Peta titik sampling di perairan Muara Sungai Jajar, Demak

Sampling dilakukan pada tanggal 25 September 2020. Pengambilan sampel dilakukan pada saat kondisi perairan surut menuju pasang. Sampel air laut diambil di lapisan permukaan menggunakan botol nansen sebanyak 1 liter. Botol yang telah terisi sampel disimpan ke dalam kotak pendingin. Pengukuran parameter kualitas perairan seperti pH, suhu, salinitas, DO, dan kecerahan dilakukan secara langsung di lapangan. Pengukuran pH, suhu, salinitas, dan DO menggunakan *Water Quality Checker* dan pengukuran kecerahan perairan dengan menggunakan *sechidisk*. Analisis klorofil-a menggunakan metode spektrofotometri. Sebanyak 1 liter air disaring menggunakan kertas saring *selulosa* ukuran 0,45 mikron dengan bantuan *vacuum pump* dan selama penyaringan ditambah 3 tetes larutan  $MgCO_3$ . Kertas saring dan filtrat selanjutnya diekstraksi menggunakan 10 ml larutan aseton 90% dan larutan diinkubasi dalam lemari pendingin selama 14–16 jam. Proses sentrifugasi dilakukan selama 30–45 menit dengan kecepatan 4000 rpm. Larutan bagian atas dituangkan ke dalam cuvet untuk diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 630nm, 645nm, 665nm, dan 750nm dengan menggunakan spektrofotometer UV – Vis Shimadzu 1600. Penentuan konsentrasi klorofil-a dalam cuvet dilakukan dengan menggunakan metode Trikromatik (Parson *et al.*, 1989) mengikuti persamaan 1.

$$Ca = 11,5E665 - 1,31E645 - 0,14E630 \quad (1)$$

Konsentrasi klorofil-a pada sampel air laut dalam satuan  $\mu\text{g/l}$  atau  $\text{mg/m}^3$  menggunakan persamaan 2.

$$\text{Klorofil} - a \left( \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{Ve}{Vs \times d} \quad (2)$$

Keterangan : Ca = kadar klorofil-a ( $\mu\text{g/ml}$ ); E665 = penyerapan pada gelombang 665 nm; E645 = penyerapan pada gelombang 645 nm; E630 = penyerapan pada gelombang 630 nm; Ve = volume ekstrak aseton (10 ml); Vs = volume sampel yang disaring (1 liter); d = lebar diameter kuvet (1cm)

Pembuatan peta lokasi penelitian dari peta *Google Earth* wilayah Demak yang telah disesuaikan dan digitasi dalam *software ArcMAP 10.4.1*. Data koordinat stasiun pengambilan sampel dan nilai konsentrasi klorofil-a disajikan dalam tabel *software Microsoft Excel* kemudian diinterpolasi ke dalam *ArcMAP 10.4.1* untuk mengetahui sebaran nilai konsentrasi klorofil-a di lokasi penelitian. Pengolahan data dengan *ArcMAP 10.4.1* dilakukan dengan menghubungkan titik – titik pada setiap stasiun yang selanjutnya divisualisasikan dengan perubahan tingkat warna. Warna yang terang menggambarkan konsentrasi klorofil-a rendah, sedangkan warna yang gelap menggambarkan konsentrasi klorofil-a tinggi.

Data arus diolah berdasarkan inputan dari data bathimetri dan data pasang surut pada Bulan September 2020. Kedua data tersebut diolah untuk dijadikan pemodelan arus permukaan menggunakan *software pemodelan matematik*, dan hasilnya disajikan dalam bentuk peta sebaran arus dengan *software ArcMAP 10.4.1*. Peta tersebut menggambarkan bagaimana pola arus yang terjadi pada saat pengambilan sampel. Data sebaran konsentrasi klorofil-a yang diperoleh kemudian dianalisis terhadap data kualitas perairan yang didapat serta pola pergerakan arus apakah mempunyai pengaruh yang signifikan

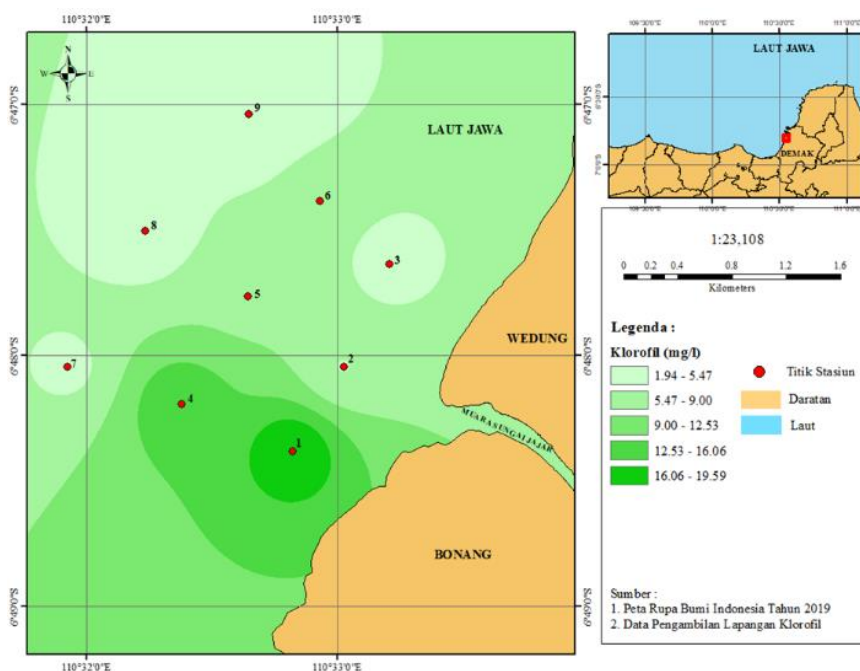
terhadap pola sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan tersebut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis konsentrasi klorofil-a di perairan Muara Sungai Jajar berkisar antara 1,94 – 19,6 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi klorofil-a tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 19,6 mg/m<sup>3</sup> dan konsentrasi klorofil-a terendah pada stasiun 9 yaitu sebesar 1,94 mg/m<sup>3</sup>. Rata – rata nilai konsentrasi klorofil-a sebesar 7,69 mg/m<sup>3</sup>. Hasil analisis konsentrasi klorofil-a disajikan dalam Tabel 1 dan peta sebaran klorofil-a disajikan dalam Gambar 2.

**Tabel 1.** Hasil analisis konsentrasi klorofil-a

No	Nama Stasiun	Klorofil-a (mg/m <sup>3</sup> )	Kedalaman (m)
1	Stasiun 1	19,6	0,8
2	Stasiun 2	5,4	0,6
3	Stasiun 3	4,29	0,5
4	Stasiun 4	16	0,8
5	Stasiun 5	8,3	1
6	Stasiun 6	6,6	1,10
7	Stasiun 7	4,7	0,7
8	Stasiun 8	2,44	1,10
9	Stasiun 9	1,94	1,10
Rerata		7,69	0,8



**Gambar 2.** Peta sebaran klorofil-a di perairan Muara Sungai Jajar, Demak

Nilai klorofil-a yang tinggi pada stasiun 1 diduga akibat dari proses kegiatan manusia yang memanfaatkan muara sungai sebagai pusat aktifitas manusia seperti tempat pelelangan ikan, dermaga bongkar muat ikan dan saluran pembuangan limbah rumah tangga. Kegiatan tersebut menyebabkan buangan limbah organik, di mana merupakan sumber dari bahan nutrisi sebagai akibat dari degradasi yang dilakukan oleh mikroba. Sungai sebagai media perairan untuk pembuangan limbah akan menyebabkan berkumpulnya bahan organik dari limbah tersebut yang merupakan penyumbang unsur nutrisi bagi perairan (Dahuri *et al.*, 1996). Nilai klorofil-a terendah yang terdapat pada stasiun 9 diduga akibat letak stasiun yang jauh dari daratan sehingga minim sekali terjadi proses pengadukan dan jauh dari sumber nutrisi. Rasyid (2011) menjelaskan bahwa rendahnya nilai konsentrasi klorofil-a pada perairan laut lepas dikarenakan tidak adanya masukan nutrisi dari daratan secara langsung. Kandungan klorofil-a lebih banyak ditemukan pada lapisan permukaan yang berada dekat daratan di mana semakin menuju laut maka kandungan klorofil-a semakin rendah. Pola ini ditemukan hampir di semua muara sungai, seperti yang ditemukan di Muara Wisu dan Serang (Maslukah *et al.*, 2018); di muara Sungai Silugonggo (Hidayah *et al.*, 2016) dan Sungai Banyuasin, Sumatera (Zulhaniarta *et al.*, 2015)

Klorofil-a dapat digunakan sebagai parameter kualitas air (Poddar *et al.*, 2019) dan status trophic perairan dapat ditentukan. Ignatiades (1992) mengklasifikasikan perairan laut, termasuk

dalam kategori oligotropik jika nilai klorofil-a berkisar 0,16-0,37 mg/m<sup>3</sup>, mesotrofik (0,45-0,61 mg/m<sup>3</sup>) dan eutrofik dari 1,16-1,84 mg/m<sup>3</sup>. Selanjutnya di tambahkan oleh Smith (1999), status mesotrofik terjadi pada konsentrasi klorofil-a, sebesar 1-3 µg/L dan hipereutrofik pada konsentrasi >5 µg/L). Berdasarkan klasifikasi tersebut, kesuburan perairan muara Sungai Jajar, Sebagian besar termasuk dalam kategori eutrofik (konsentrasi klorofil-a antara 1 sampai 15 mg/m<sup>3</sup> dengan nilai rerata 7,69 mg/m<sup>3</sup>). Perairan dikatakan dalam kondisi tercemar (hypertrophic) jika klorofil-a pada kisaran > 30 mg/m<sup>3</sup> (EPA, 1998). Berdasarkan nilai rata – rata klorofil-a yang diperoleh yaitu 7,69 mg/m<sup>3</sup>, dapat disimpulkan bahwa perairan Muara Sungai Jajar termasuk tergolong ke dalam perairan dengan kondisi normal dan subur. Hal ini karena lokasinya berada di pusat perkotaan Kabupaten Demak dan daerah hulunya merupakan area pertanian, sehingga sangat berpengaruh pada tingginya nutrisi yang masuk ke perairan dan berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton, yang dalam penelitian ini diidentifikasi melalui pengukuran klorofil-a. Maslukah *et al.* (2018) menjelaskan bahwa limbah dari aktivitas penduduk berupa senyawa nitrogen sangat mempengaruhi tingginya konsentrasi klorofil-a di perairan muara Sungai Wisu.

Pengukuran kualitas perairan dilakukan pada 9 titik stasiun pengamatan. Parameter yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan dan kedalaman. Hasil pengukuran parameter kualitas perairan disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil analisis parameter kualitas perairan

Stasiun	Parameter Kualitas Perairan					
	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	DO (mg/l)	Kecerahan (cm)	Kedalaman (m)
1	33,5	22,6	7,4	2,12	16	0,8
2	32,8	22,6	7,7	2,52	16	0,6
3	31,9	23,0	7,6	2,31	17	0,5
4	32,4	21,3	7,6	2,0	7	0,8
5	32,5	21,3	7,6	2,01	6	1,0
6	31,6	26,3	7,8	2,60	16	1,10
7	30,7	26,6	7,4	3,70	18,5	0,7
8	29,7	24,6	7,4	5,89	12,5	1,10
9	31,2	25,6	7,7	3,26	16	1,10
Rerata	31,8	23,7	7,5	2,93	13,8	0,8

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai suhu berkisar antara 29,7–33,5<sup>o</sup>C (Tabel 2). Suhu tertinggi terdapat pada stasiun 1 sebesar 33,5<sup>o</sup>C, sedangkan suhu terendah terdapat pada stasiun 8 sebesar 29,7<sup>o</sup>C. Nilai suhu yang bervariasi diduga karena, dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cuaca dan angin. Angin yang berhembus kencang di atas permukaan laut menyebabkan terjadinya penguapan dan mengalirkan panas dari laut ke udara. Hal itu dapat menyebabkan laut kehilangan energi dan mengakibatkan pendinginan. Angin yang berhembus pelan di atas permukaan laut akan membuat lapisan permukaan semakin tenang, sehingga penyinaran matahari sangat efektif bagi pemanasan massa air pada lapisan permukaan secara langsung yang mengakibatkan suhu air permukaan menjadi naik (Patty *et al*, 2020). Perubahan suhu dalam suatu perairan berpengaruh langsung terhadap oksigen terlarut (DO). Semakin tinggi temperatur di suatu perairan maka akan semakin rendah kandungan oksigen terlarut (DO) di perairan tersebut. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Hutabarat (2000) bahwa suhu merupakan faktor pembatas bagi produktivitas primer, suhu yang terlalu tinggi akan menghambat proses fotosintesa, produktivitas primer dan produktivitas perikanan. Suhu juga mempengaruhi kelarutan oksigen dalam air, semakin tinggi suhu perairan mengakibatkan kelarutan oksigen (DO) menurun, sedangkan kebutuhan oksigen terlarut oleh organisme perairan semakin meningkat. Menurut Effendi (2003), kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan berkisar antara 20 – 30 <sup>o</sup>C. Berdasarkan data yang telah diambil, dapat dikatakan bahwa disetiap stasiun suhu memiliki sedikit pengaruh pada pertumbuhan fitoplankton, namun masih dalam batas toleransi suhu yang baik untuk plankton yaitu 35<sup>o</sup>C (Nybakken, 1992).

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai salinitas berkisar antara 21,3–26,6‰ (Tabel 2). Salinitas tertinggi terdapat pada stasiun 7 yaitu 26,6‰, sedangkan salinitas terendah terdapat pada stasiun 4 dan 5 yaitu 21,3‰. Menurut Banjarnahor (2000), nilai salinitas air laut dapat berbeda karena disebabkan oleh terjadinya pengadukan akibat gelombang laut ataupun gerakan massa air yang ditimbulkan oleh tiupan angin. Rendahnya nilai salinitas di stasiun 4 dan 5 diduga karena adanya pengaruh dari daratan seperti pencampuran air tawar dengan air asin di mana air tawar terbawa aliran sungai menuju laut.

Hal ini menunjukkan bahwa salinitas di dekat pantai umumnya lebih rendah dibandingkan dengan laut lepas. Pendapat ini diperkuat oleh pendapat Nybakken (1988), bahwa perairan di dekat pantai memiliki nilai salinitas yang rendah karena masih dipengaruhi oleh air darat. Sebaliknya, salinitas di perairan laut lepas sudah tidak memiliki pengaruh dari darat sehingga memiliki nilai salinitas yang tinggi. Menurut Simanjuntak (2009), adanya perbedaan nilai salinitas air laut dapat disebabkan oleh pengadukan massa air dari bawah ke permukaan dan penyusupan massa air yang bersalinitas tinggi yang bergerak dari arah laut menuju pantai. Nybakken (1992) menyatakan bahwa, salinitas yang baik untuk pertumbuhan plankton di laut adalah 30 – 35‰. Nilai salinitas pada perairan ini terbilang masih baik untuk pertumbuhan fitoplankton, namun fitoplankton biasanya lebih tinggi di perairan pantai yang bersalinitas rendah daripada di perairan yang letaknya jauh dari pantai dengan salinitas tinggi (Simanjuntak, 2009).

Menurut Nybakken (1988) pH adalah gambaran jumlah atau lebih tepatnya aktifitas hidrogen dalam perairan. Nilai pH menggambarkan seberapa asam atau basa suatu perairan. pH dalam lingkungan laut relatif lebih stabil dan biasanya berada dalam kisaran antara 7,5–8,4. Sedangkan Menurut Odum (1971) pH perairan yang cocok untuk pertumbuhan organisme air berkisar antara 6–9. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai pH berkisar antara 7,4–7,8 (Tabel 2). Nilai pH tertinggi terdapat pada stasiun 6, sedangkan nilai pH terendah terdapat pada stasiun 1, 7, dan 8. Tingginya nilai pH pada stasiun 6 diduga karena pada stasiun ini ditemukan cukup banyak fitoplankton yang berfotosintesis menggunakan CO<sub>2</sub>. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai pH antara lain aktifitas biologis seperti fotosintesis dan respirasi organisme, suhu dan keberadaan ion – ion dalam perairan tersebut. Nilai pH dapat ditinjau dalam Tabel 5 bahwa nilainya rendah mendekati pantai dan cenderung meningkat mendekati laut. Menurut Prianto *et al* (2013), rendahnya nilai pH di daerah pantai disebabkan oleh pengaruh masukkan air tawar yang masuk ke daerah pantai dengan membawa zat – zat organik yang kemudian akan mengalami pembusukan yang dapat mempengaruhi nilai pH. Perubahan pH dalam suatu perairan berpengaruh terhadap kelarutan oksigen (DO). Semakin tinggi

pH di suatu perairan maka akan semakin rendah kandungan oksigen terlarut (DO) di perairan tersebut yang selanjutnya mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di perairan Muara Sungai Jajar.

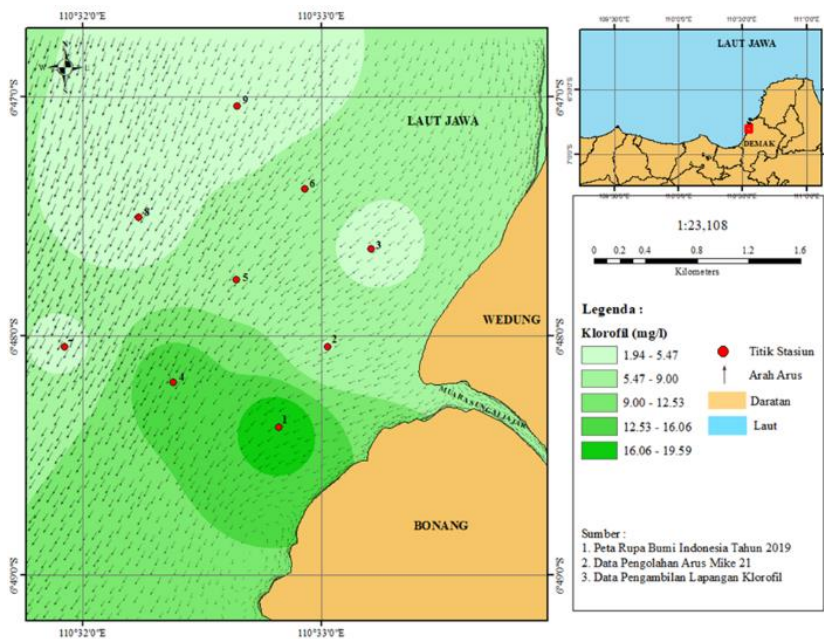
Kadar DO pada daerah penelitian berkisar antara 2 – 5,89 mg/l (Tabel 2). Kadar DO tertinggi terdapat pada stasiun 8 yaitu 5,89 mg/l, sedangkan kadar DO terendah terdapat pada stasiun 4 yaitu 2 mg/l. Nilai klorofil-a yang rendah akan menyebabkan nilai DO yang rendah dikarenakan tidak mendapat suplai yang optimal dari proses fotosintesis. Effendi (2003) menyatakan bahwa salah satu sumber oksigen di perairan laut adalah hasil proses fotosintesis itu sendiri dan pergerakan sirkulasi massa air yang bersamaan dengan proses difusi udara. Organisme air akan hidup dengan baik jika nilai oksigen terlarut lebih besar dari 5,0 mg/l air. Nilai DO yang rendah pada perairan muara dan pantai berkaitan erat dengan tingginya kekeruhan air di stasiun tersebut. Hal ini diperkuat oleh pendapat Simanjuntak (2007), bahwa menurunnya kadar DO di perairan sangat dipengaruhi oleh meningkatnya bahan – bahan organik yang masuk ke dalam perairan. Bahan organik yang meningkat juga akan meningkatkan aktifitas mikroorganisme dalam menguraikan zat organik menjadi zat anorganik dengan menggunakan oksigen terlarut, sehingga kadar DO di perairan tersebut menjadi rendah. Semakin rendah oksigen terlarut maka semakin tinggi pencemaran karena semakin banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan – bahan organik. Perbedaan Kadar DO di setiap stasiun juga diakibatkan oleh perbedaan suhu pada setiap stasiun, semakin rendah suhu maka kandungan oksigen terlarut akan semakin tinggi (Nybakken, 1988). Variabilitas kandungan oksigen secara tidak langsung mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di perairan Muara Sungai Jajar.

Setiap perairan memiliki kedalaman dan bentuk dasar perairan yang berbeda yang menyebabkan nilai kecerahan juga akan berbeda. Kecerahan pada suatu perairan berhubungan dengan kedalaman perairan. Hal ini dikarenakan kecerahan dapat menunjukkan sejauh mana cahaya dengan intensitas tertentu dapat menembus kedalaman perairan. Perairan yang dangkal akan menyebabkan penetrasi cahaya matahari dapat mencapai ke dasar perairan secara optimal sehingga dapat mempengaruhi organisme di dalamnya (Simanjuntak *et al.*, 2018). Suatu

perairan yang memiliki konsentrasi klorofil-a yang tinggi cenderung memiliki tingkat kecerahan yang rendah, walaupun begitu belum tentu suatu perairan yang memiliki kecerahan yang rendah juga memiliki nilai konsentrasi klorofil-a yang tinggi. Cahaya yang masuk ke dalam perairan akan berkurang dengan bertambahnya kedalaman, sehingga kandungan klorofil-a juga akan berbeda dengan bertambahnya kedalaman. Berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air kecerahan pada muara Sungai Jajar memiliki rata – rata kisaran 7–18,5 cm dengan kedalaman berkisar 0,5–1,10 m. Kecerahan tertinggi terdapat pada stasiun 7 yaitu sebesar 18,5 cm dengan kedalaman 0,7 meter, sedangkan kecerahan terendah terdapat pada stasiun 4 yaitu sebesar 7 cm dengan kedalaman 0,8 meter. Perbedaan nilai kecerahan ini diakibatkan karena adanya perbedaan sedimentasi dan kedalaman. Hutabarat (2000) mengatakan bahwa cahaya akan semakin berkurang intensitasnya seiring dengan makin besar kedalamannya. Kecerahan perairan akan menurun jika mendekati pantai dan meningkat jika menjauhi pantai. Hal ini dipengaruhi oleh adanya berbagai aktivitas di sepanjang sungai seperti adanya partikel lumpur, pasir, bahan – bahan organik yang terbawa masuk ke laut. Nilai kecerahan yang rendah maka nilai produktivitas primer yang ada pada daerah tersebut juga rendah. Hal ini disebabkan karena rendahnya penetrasi cahaya yang masuk yang digunakan oleh fitoplankton untuk memproduksi zat – zat organik.

Berdasarkan hasil simulasi model arus pasang surut di Perairan Muara Sungai Jajar, Demak diperoleh arah arus dominan bergerak dari arah Timur ke arah Barat Daya dengan kecepatan arus berkisar antara 0,005 – 0,359 m/s. Hasil pemodelan arus yang telah diolah disajikan dalam bentuk peta sebaran arus yang dapat dilihat pada Gambar 3.

Konsentrasi klorofil-a tidak hanya dipengaruhi dari aktifitas manusia, namun dipengaruhi juga oleh parameter fisika yaitu arus. Arus dapat membawa materi – materi yang terlarut di suatu perairan. Arus tersebut dapat terjadi diduga karena kekuatan angin yang bertiup dari permukaan dan mengakibatkan perpindahan massa air secara horizontal. Pengukuran kandungan klorofil-a dilakukan pada saat surut, hal ini dilakukan karena pada saat surut, air sungai secara besar – besaran akan masuk ke laut sehingga muara didominasi oleh air sungai yang relatif lebih



**Gambar 3.** Peta overlay antara sebaran arus dan klorofil-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) pada kondisi surut di perairan Muara Sungai Jajar, Demak

keruh dan kaya akan nutrisi, di mana kandungan nutrisi yang tinggi akan dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk tumbuh berkembang. Berdasarkan hasil simulasi model arus pasang surut di Perairan Muara Sungai Jajar, Demak diperoleh kecepatan arus berkisar antara 0,005 – 0,359 m/s dengan arah arus tersebut dominan bergerak dari arah Timur ke arah Barat atau menuju ke stasiun 1 dan 4. Adanya pembelokkan arus dari arah muara menuju stasiun 1 dan 4 dikarenakan memiliki kecepatan arus yang lebih kecil yaitu sebesar 0,05 m/s dibandingkan kecepatan arus disekitarnya. Arus tersebut diduga membawa nutrisi yang berasal dari aktifitas manusia sehingga kandungan nilai klorofil-a di stasiun 1 dan 4 relatif lebih tinggi. Nilai klorofil-a yang rendah pada stasiun 7, 8 dan 9 diduga karena stasiun 7, 8, dan 9 memiliki kecepatan arus yang tinggi yaitu sebesar 35,98 m/s dan terletak jauh dari daratan sehingga nutrisi yang terbawa oleh arus dari daratan tidak sampai ke arah laut lepas sehingga stasiun – stasiun tersebut hanya menerima sedikit masukan nutrisi dari daratan. Dapat dikatakan bahwa kecepatan arus mempengaruhi pola sebaran konsentrasi klorofil-a. Hidayah *et al.* (2016) di muara Silugonggo menjelaskan bahwa persebaran klorofil di perairan ini dipengaruhi oleh kecepatan dan arah arus.

Klorofil-a merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di perairan. Sebaran dan konsentrasi klorofil-a

berkaitan dengan keberadaan fitoplankton (Marian *et al.*, 2015). Biomassa fitoplankton tergantung dari kondisi kualitas perairan. Biomassa fitoplankton dapat diidentifikasi melalui pengukuran klorofil-a, yang keberadaannya dipengaruhi oleh kekeruhan perairan, suhu, pH, salinitas, DO. Konsentrasi DO akan mempengaruhi proses kimia perairan seperti proses dekomposisi bahan organik menjadi nutrisi, yang diperlukan oleh fitoplankton. Selain itu, keberadaan fitoplankton itu sendiri akan berpengaruh terhadap konsentrasi oksigen terlarut sebagai hasil dari proses respirasi. Untuk melihat keterkaitan hubungan antara klorofil-a sebagai indikator biomassa fitoplankton dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menjelaskan bahwa klorofil-a secara signifikan dipengaruhi oleh suhu, salinitas dan DO. Suhu memiliki korelasi positif terhadap klorofil-a, sedangkan salinitas dan DO berkorelasi negatif. Demikian halnya dengan parameter kecerahan, memiliki pengaruh negatif, meskipun tidak secara signifikan ( $r=-0.36$ ). Korelasi negatif terhadap salinitas menjelaskan bahwa klorofil-a ditemukan rendah di laut (memiliki salinitas lebih tinggi) dibanding wilayah dekat muara (salinitas rendah). Salinitas rendah sangat terkait dengan tingginya nutrisi, dimana sumber utamanya berasal dari masukan sungai (Maslukah *et al.*, 2018; Hidayah *et al.*, 2016). Korelasi positif antara klorofil-a terhadap suhu dan korelasi



**Tabel 2.** Nilai Korelasi SKlorofil-a, suhu, salinitas, pH, kecerahan, DO dan kedalaman (n=9)

Variabel	Suhu	Salinitas	pH	DO	Kecerahan	Kedalaman	Klorofil-a
Suhu	1.00	<b>-0.74</b>	0.13	<b>-0.80</b>	-0.23	-0.42	<b>0.75</b>
Salinitas	<b>-0.74</b>	1.00	0.05	0.85	<b>0.69</b>	0.23	-0.60
pH	0.13	0.05	1.00	-0.10	-0.05	0.19	-0.10
DO	<b>-0.80</b>	<b>0.85</b>	-0.10	1.00	0.44	0.32	-0.77
Kecerahan	-0.23	<b>0.69</b>	-0.05	0.44	1.00	-0.49	-0.36
Kedalaman	-0.42	0.23	0.19	0.32	-0.49	1.00	-0.16
Klorofil-a	<b>0.75</b>	-0.60	-0.10	<b>-0.77</b>	-0.36	-0.16	1.00

Keterangan : **Cetak tebal.** Korelasi significant pada tingkat 0.05 (2-tailed); **Cetak tebal miring.** Korelasi significant pada tingkat 0.01 (2-tailed)

negative terhadap DO, bertolak belakang dengan hasil penelitian Maslukah *et al.* (2022) di kepulauan Barrangcaddi, Spermonde. Setiap wilayah memiliki karakteristik masing-masing terkait dengan bagaimana kondisi kualitas perairan mempengaruhi kehidupan fitoplankton (dalam penelitian ditentukan melalui pengukuran klorofil-a). Korelasi negatif pada salinitas, kecerahan, dan DO pada penelitian ini memberikan karakteristik bahwa lokasi penelitian berada dekat muara sungai, sehingga dapat menggambarkan konsentrasi klorofil-a menjadi tinggi di wilayah dekat muara dan rendah di wilayah laut. Salinitas sangat berkaitan dengan sumber nutrien, kecerahan berkaitan dengan biomassa fitoplankton (klorofil-a) dan DO berkaitan dengan hasil proses fotosintesis.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan nilai konsentrasi klorofil-a di perairan Muara Sungai Jajar berkisar 1,94 – 19,6 mg/m<sup>3</sup>. Persebaran klorofil-a secara horizontal menunjukkan konsentrasi tinggi pada perairan yang terletak dekat dengan daratan dan mengalami penurunan secara bertahap ke arah laut. Nilai konsentrasi klorofil-a rerata yang diperoleh sebesar 7,69 mg/m<sup>3</sup>, sehingga dapat dikatakan perairan muara Sungai Jajar tergolong ke dalam kondisi eutrophic (subur) dan berdasarkan klasifikasi EPA termasuk normal. Konsentrasi klorofil-a di lokasi penelitian sangat dipengaruhi oleh kualitas perairan seperti suhu, kecerahan, salinitas dan keberadaannya klorofil-a sebagai indikator biomassa fitoplankton, memiliki kontribusi terhadap kandungan oksigen terlarut perairan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfat'hani, F., Hartoko, A. & Latifah, N. 2020. Analisis sebaran horizontal dan temporal klorofil-a dan fitoplankton di Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(2):60-68.
- Banjarnahor, J. 2000. Atlas ekosistem pesisir Tanah Grogot, Kalimantan Timur. Jakarta: Puslitbang Oseanologi – LIPI. 17 hlm.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P. & Sitepu, M.J. 1996. Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu. Jakarta: Pradnya Paramita. 305 hlm.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisus. 50 – 72 hlm.
- EPA. 1998. Condition of The Mid-Atlantic Estuaries. Washington: United State Environmental Protection Agency. 50 pp.
- Hidayah, G., Wulandari, S.Y. & Zainuri, M. 2016. Studi sebaran klorofil-a secara horizontal di perairan Muara Sungai Silugonggo Kecamatan Batangan, Pati. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1): 52–59.
- Hutabarat, S. 2000. Pengantar Oseanografi. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Ignatiades, L., Karydis, M. & Vounatsou, P. 1992. A possible method for evaluating oligotrophy and eutrophication based on nutrient concentrations. *Marine Pollution Bulletin*. 24 (5):238-243.
- Jubaedah, S., Wulandari, S.Y., Zainuri, M., Maslukah, L. & Ismunarti, D.H. 2021. Studi kandungan bahan organik di perairan Muara Sungai Jajar, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(3):230-236. doi: 10.14710/ijoce.v3i3.11442.

- Manalu, J.P., Subardjo, P., Marwoto, J., Setiyono, H. & Ismunarti, D.H. 2021. Sebaran material padatan tersuspensi secara horizontal dan vertikal di Muara Sungai Jajar. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(3):295-305, Sep. 2021. doi: 10.14710/ijoce.v3i3.11808
- Marlian, N., Damar, A. & Effendi, H. 2015. The Horizontal Distribution Chlorophyll-a Fitoplankton as Indicator of the Tropic State in Waters of Meulaboh Bay, West Aceh. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(3):272–279
- Maslukah, L., Wulandari, S.Y. & Prasetyawan, I.B. 2018. The distributions of N, P nutrients and its relations with chlorophyll-a: case study in Serang and Wiso Estuary, Jepara, Indonesia. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences*, 20(3):821–827.
- 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 & Environmental Technology*, 23(1):25–33.
- Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi. Jakarta: Djambatan. 458 hlm.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Jakarta: PT Gramedia. 458–459 hlm.
- Odum, E. P. 1971. Fundamentals of Ecology. Edisi ke-3. W.B. Saunders Co. Philadelphia, London.
- Parson, T.R., Maita, Y. & Lalli, C.M. 1989. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis. New York: Pergamon Press.
- Patty, S.I., Doni, N. & Akbar, N. 2020. Sebaran suhu, salinitas, kekeruhan dan kecerahan di perairan Laut Tumbak – Bentenan, Minahasa Tenggara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 3(1):77-87
- Prianto, P., Ulqodry, T.Z. & Aryawati, R. 2013. Pola sebaran konsentrasi klorofil-a di Selat Bangka dengan menggunakan citra *Aqua – Modis*. *Maspari Journal*. 5(1): 22-31.
- Poddar S., Chacko N. & Swain D. 2019. Estimation of chlorophyll-a in northern coastal bay of Bengal using landsat-8 OLI and sentinel-2 MSI sensors. *Frontiers in Marine Science*, 6(598):1–11. doi: 10.3389/fmars.2019.00598.
- Putnam, L.A, Gambrell, R.P. & Rusch, K.A. 2010. CBOD5 Treatment using the Marshland Upwelling Sistem. *Ecolog Engineering*, 36:548-559.
- Rasyid, A. 2011. Distribusi klorofil-a pada Musim Timur di Perairan Spermonde Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Fish Scientiae*. 1(2):105 – 116.
- Saraswati, N.L.G.R.A., Yulius, Y., Rustam, A., Salim, H.L., Heriati, A. & Mustikasari, A. 2017. Kajian kualitas air untuk wisata bahari di Pesisir Kecamatan Moyo Hilir dan Kecamatan Lape, Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Segara*, 13(1):39 – 43.
- Simanjuntak, M. 2007. Oksigen terlarut dan apparent oxygen utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 12(2):59–66.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan faktor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Ilmu Perikanan*. 11(1): 31–45.
- Simanjuntak, M. & Kamiasi, Y. 2012. Sebaran Horizontal Zat Hara di Perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur. *Ilmu Kelautan*. 17(2):99-108.
- Simanjuntak, S.L., Muskananfolo, M.R. & Wiwiet, T.T. 2018. Analisis tekstur sedimen dan bahan organik terhadap kelimpahan makrozoobenthos di Muara Sungai Jajar, Demak. *Journal of Maquares*. 7(4): 424.
- Smith V.H. 1999. Cultural eutrophication of inland, estuarine and coastal waters. In: Pace, M. L. And P.M. Groffman (eds.). *Successes, Limitation and Frontiers in Ecosystem Science*. Springer-Verlag, New York, New York, 7–49.
- Wang, Z., Kawamura, K., Sakuno, Y., Fan, X., Gong, Z., & Lim, J. 2017. Retrieval of chlorophyll-a and total suspended solids using iterative stepwise elimination partial least squares (ISE-PLS) regression based on field hyperspectral measurements in irrigation ponds in Higashihiroshima, Japan. *Remote Sensing*, 9(264):1-14.
- Zulhaniarta, D., Fauziyah, F., Sunaryo, A.I. & Aryawati, R. 2015. Sebaran konsentrasi klorofil-a terhadap nutrien di muara Sungai Banyuasin Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 7(1):9-20