

STUDI PENGARUH KONSENTRASI NITRAT TERHADAP KLOORIFIL-A DI PERAIRAN KALIANGET KABUPATEN SUMENEP

M. Habibi Syaifullah Akbar¹, Aries Dwi Siswanto², Muhammad Zainuri²

¹ Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura

² Dosen Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura

E-mail : habibi.syaifullah@yahoo.com

ABSTRAK

Perairan Kalianget merupakan perairan yang berada di kawasan Kabupaten Sumenep, merupakan perairan yang banyak terdapat aktivitas manusia dan menjadi perairan yang sangat aktif. Kondisi ini mempengaruhi kesuburan perairan, khususnya klorofil-a. Konsentrasi klorofil-a di perairan dipengaruhi konsentrasi nutrien dan intensitas cahaya matahari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi nutrien, khususnya nitrat, dan pengaruhnya terhadap konsentrasi klorofil-a di perairan Kalianget. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 5-25 Desember 2015 di perairan Kalianget, Kabupaten Sumenep. Titik pengambilan sampel air dilakukan secara random pada 12 stasiun. Sampel dianalisa menggunakan SNI 2004 di Laboratorium Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura. Uji regresi linier berganda dengan output uji anova digunakan untuk mengetahui pengaruh nutrien terhadap konsentrasi klorofil-a. Hasil penelitian menunjukkan, 1) konsentrasi nitrat di perairan berbeda selama periode pengambilan sampel, 2) konsentrasi klorofil-a bervariasi sesuai lokasi dan waktu, dan 3) konsentrasi nitrat di perairan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap konsentrasi klorofil-a.

Kata Kunci : Klorofil-a, Nitrat, Perairan Kalianget, Sumenep

PENDAHULUAN

Perairan Kalianget merupakan salah satu perairan yang berada di sebelah timur Kabupaten Sumenep, menjadikan perairan Kalianget sebagai penghubung ke pulau-pulau kecil di sekitar pulau Madura. Berbagai aktivitas manusia terhadap perairan dapat dijumpai di Kalianget, antara lain menjadi tempat pelabuhan, objek wisata, area penangkapan ikan dan bongkar muat barang. Konsekuensi aktivitas manusia tersebut akan menyebabkan masuknya bahan organik yang berupa limbah domestik, limbah peternakan, limbah sisa organisme dan lain lain yang nantinya akan diuraikan oleh bakteri menjadi zat hara di dalam perairan. Zat hara akan mempengaruhi kesuburan perairan ditinjau dari pemanfaatan zat hara oleh fitoplankton untuk proses metabolisme, yang dapat meningkatkan kandungan klorofil-a di perairan.

Klorofil-a merupakan suatu pigmen aktif dalam sel fitoplankton yang mempunyai peran penting terhadap berlangsungnya proses fotosintesis. Bahan-bahan anorganik di perairan dapat dirubah menjadi bahan organik (Krismono 2010). Bahan anorganik yang berupa nutrien (fosfat, nitrat) yang diperoleh dari proses penguraian memacu pertumbuhan fitoplankton dan meningkatkan konsentrasi klorofil-a. Nutrien merupakan zat hara yang mempunyai peranan dalam melestarikan kehidupan, mendukung produktivitas primer dan sebagai indikator kualitas atau tingkat kesuburan perairan (Krismono 2010). Mengingat pentingnya ketersediaan nutrien dan pengaruhnya terhadap produktivitas primer perairan, serta banyaknya penelitian terkait di berbagai perairan di Indonesia, maka perlu dilakukan penelitian sejenis di perairan pulau Madura, khususnya yang berdekatan dengan pulau-pulau kecil, diantaranya adalah di Perairan Kalianget, sebagai upaya untuk mengetahui kondisi perairan dan menemukan peluang untuk pemanfaatannya dimasa mendatang.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 5-26 Desember 2015 di perairan Kalianget (Gambar 1) pada 12 stasiun. Analisa nitrat, fosfat dan klorofil-a dilaksanakan tanggal 7, 13 dan 26 Desember 2015 di Laboratorium Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Madura.

Penentuan titik pengambilan sampel menggunakan metode random dengan 12 stasiun untuk mewakili perairan Kalianget. Interval waktu pengambilan sampel 6 hari dengan 3 kali pengambilan. Pengambilan sampel air dilakukan di permukaan menggunakan botol sampel 1 liter untuk sampel klorofil-a, sedangkan untuk nitrat dan fosfat 250 ml, bersamaan dengan itu dilakukan pengukuran kualitas air (DO, pH, kecerahan, salinitas, suhu), sedangkan data arus didapat dari BMKG Perak, Surabaya.

a. Analisa konsentrasi nitrat

Sampel air yang sudah diawetkan dianalisa kandungan konsentrasi nitrat dengan menyaring sampel air sebesar 200 ml menggunakan kertas saring kedalam elenmeyer. Air yang sudah tersaring diambil 10 ml untuk nitrat diletakkan didalam beker glas yang sudah diberi kode tiap titik. Dilakukan analisa nitrat pada semua sampel air, larutan blanko dan standart dengan memberikan larutan NaCl 2 ml, H₂SO₄ 10 ml, 0,5 ml asam sulfanilat dan dipanaskan pada hotplate dengan suhu 90°C selama 20 menit, kemudian didinginkan. Memasukkan kedalam kuvet dan membaca absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm. Setelah semua sampel sudah terbaca absorbansinya data akan tersimpan didalam komputer. Setelah data didapat dari absorbansi dilakukan perhitungan menggunakan rumus (Donny 2010):

$$NO_3 = \frac{(1000 \times AS \times Cst \times Vst)}{Vst (Ast \times Ab)}$$

Keterangan :

AS = Absorbansi sampel

Cst = Konsentrasi standart (0,07 M)

Vst = Volume standart

Ast = Absorbansi standart

Ab = Absorbansi blangko

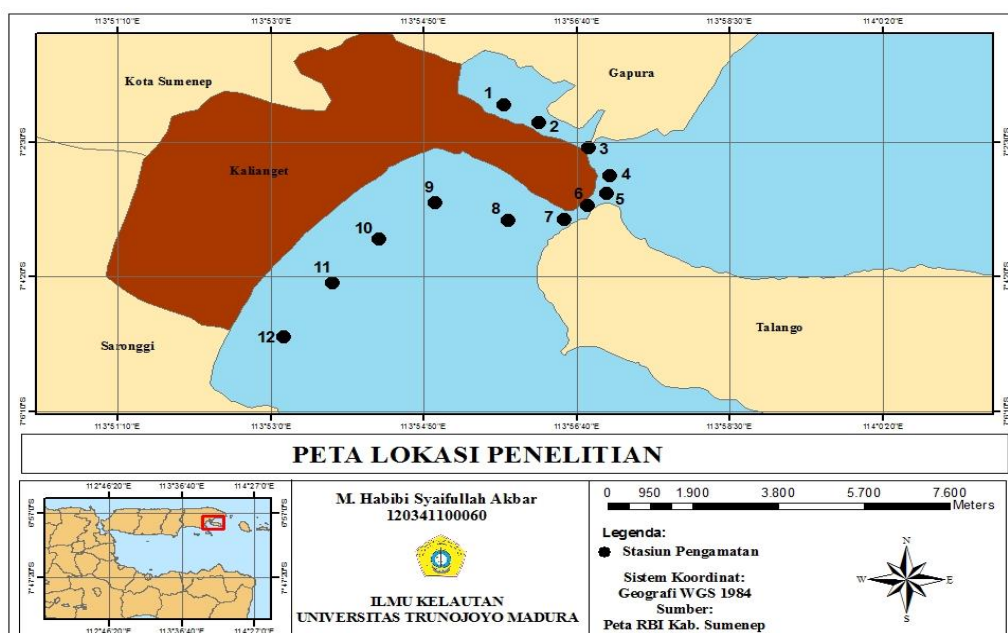
b. Analisa konsentrasi klorofil-a

Sampel air sebanyak 1-2 liter, kemudian disaring dengan kertas millipore tipe HA – WP (ukuran pori 0,45µm) yang berdiameter 47m, supspensi magnesium karbonat (MgCO₃) disemprotkan ke dalam contoh pada akhir penyaringan untuk mencegah terjadinya pengasaman. Selesai penyaringan, saringan dimasukkan ke dalam desikator aluminium kemudian disimpan dalam lemari es sampai proses ekstrasi dapat dikerjakan. Klorofil-a diekstrasi dengan jalan mengerus contoh dalam pelarut aseton 90% dengan menggunakan tissue grinder, setelah dibiarkan lebih kurang 30 menit dalam kedap cahaya yang disimpan pada lemari es, sampel disentrifuge dengan putaran 4000 rpm selama 30 menit, kemudian cairan yang bening segera dibaca penyerapannya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 665nm, 645nm dan 630nm (Donny 2010). Setelah data didapat dari absorbansi dilakukan perhitungan menggunakan rumus klorofil-a (Donny 2010):

$$Klorofil - a = \frac{(11,48,48 \times E665) - (1,54 \times E645) - (0,08 \times E630) \times Ve}{(Vs \times d)}$$

Ket: **Ve** adalah volume ekstrak aseton, **Vs** adalah volume contoh air, dan **d** adalah Diameter kuvet

Analisis data menggunakan metode diskriptif dan uji statistik dengan menggunakan persamaan regresi linier berganda $Y = a + bX$, untuk mengetahui pengaruh konsentrasi nutrisi terhadap klorofil-a dengan cara membandingkan nilai probabilitas (sig) dengan taraf signifikan (0,05) dari output annova, sedangkan data arus yang didapat dilakukan analisis data menggunakan Microsoft word dan ARGIS untuk melihat arah dan kecepatan arus.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Botol Sampel	Untuk tempat sampel air
2	Spektrofotometer	Menghitung absorbansi
3	kertas label	Memberi kode
4	Box	Tempat penyimpanan sampel
5	Elenmeyer	Tempat larutan
6	Tissue	Untuk membersihkan
7	Plastik	Tempat sampel
8	GPS	Alat penentuan kordinat lokasi penelitian
9	Corong	Alat penyaring
10	Kertas saring	Untuk menyaring
11	Beker glas	Tempat larutan
12	Gelas ukur	Tempat larutan
13	Pipet ukur	Untuk mengambil larutan
14	Pipet tetes	Untuk mengambil larutan
15	Pipet pump	Untuk mengambil larutan
16	Timbangan analitik	Untuk menimbang
17	Sentrifuge	Untuk mengaduk
18	Surfer	Untuk mengolah data
19	Desikator	Tempat pengeringan
20	Vacum pump	Untuk penyaringan
21	Biuret	Tempat larutan

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	sampel air	Untuk dianalisa
2	NaCl	Untuk campuran analisa nitrat
3	H ₂ SO ₄	Untuk campuran analisa nitrat
4	Asam sulfanilat	Untuk campuran analisa nitrat
5	KNO ₃	Untuk campuran analisa nitrat
6	Ammonium Molbdate	Membuat pereaksi campuran
7	Ascorbic acid	Membuat pereaksi campuran
8	Aquades	Untuk kalibrasi
9	Kalium antimony	Membuat pereaksi campuran
10	Klorofrom	Membuat pereaksi campuran
11	KH ₂ PO ₄	Membuat pereaksi campuran
12	magnesium karbonat (MgCO ₃)	Untuk menjaga tidak asam
13	Pelarut aseton	Untuk ekstrak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter kualitas air yang diukur, meliputi suhu, salinitas, DO, pH, dan kecerahan (Tabel 3). Kisaran suhu perairan di lokasi penelitian 31-33,7 °C, salinitas 31-37 ‰, DO 4,4-5,9 mg/L, pH 6,1-8, dan kecerahan 23-158 cm. Kisaran nilai parameter tersebut berada dibawah ambang batas yang dikeluarkan KMNLIH No. 51 tahun 2004, sehingga perairan Kalianget Kabupaten Sumenep dapat dikategorikan dalam kondisi baik bagi kehidupan organisme. Ada beberapa nilai parameter kualitas air yang tidak sesuai dengan pedoman standart baku mutu. Suhu pada minggu pertama 33,7°C dan minggu ketiga 33 °C pada stasiun 7 di sekitar pelabuhan. Tingginya nilai suhu diduga disebabkan stasiun 7 tidak memiliki vegetasi tumbuhan yang memungkinkan menjadi pelindung sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan lebih banyak. Fluktuasi suhu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, diantaranya kondisi atmosfer, cuaca serta intensitas cahaya matahari yang masuk di perairan (Patty, 2013). Pada kawasan industri yang banyak terdapat aktivitas manusia dan terdapat sedikit vegetasi tumbuhan di sekitar perairan menyebabkan kenaikan suhu karena intensitas cahaya matahari lebih banyak masuk ke dalam perairan (Al Husainy, dkk 2014).

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter kualitas air di perairan Kalianget

Minggu I	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	DO (mg/L)	pH	Kecerahan (cm)
Max	33,7	37	5,3	6,6	158
Min	31,4	31	4,5	6,2	50
Minggu II	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	DO (mg/L)	pH	Kecerahan (cm)
Max	32	33	5,9	8	100
Min	30	31	4,6	6,8	50
Minggu III	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	DO (mg/L)	pH	Kecerahan (cm)
Max	33,7	35	5,15	6,2	146
Min	32	33	4,4	6,1	60
Baku mutu *)	28-32	33-34	>5	7-8,5	> 100

Sumber : Hasil penelitian (2015), *): KMNLH No.51 tahun 2004

Tingginya nilai salinitas saat pengukuran pada minggu pertama, kedua dan ketiga tidak lepas dari kondisi di sekitar stasiun pengamatan, dimana lokasi pengamatan yang langsung dipengaruhi oleh aktivitas daratan cenderung memiliki nilai salinitas rendah dan sebaliknya stasiun yang jauh dengan aktivitas manusia akan memiliki nilai salinitas yang tinggi. Perbedaan nilai salinitas air laut disebabkan oleh pengadukan (*mixing*) oleh gelombang maupun arus yang ditimbulkan oleh angin dan masuknya air tawar dari daratan ke perairan. Daerah dekat dengan aktivitas daratan memiliki nilai salinitas yang relatif rendah jika dibandingkan dengan salinitas yang berada di laut lepas (Patty 2013) yang ditunjukkan dengan hasil pengukuran di stasiun 3, 6 dan 7 yang berada disekitar pelabuhan umum dan pelabuhan bongkar muat memiliki nilai salinitas yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai salinitas di stasiun yang berada di sekitar vegetasi mangrove.

Parameter DO pada minggu pertama, kedua dan ketiga (4,4-4,6 mg/L) berada dibawah kriteria standar baku mutu diduga disebabkan adanya limbah dari aktivitas manusia, seperti limbah rumah tangga dan aktivitas pelabuhan di sekitar perairan yang masuk dalam badan perairan. Rendahnya nilai DO dalam suatu badan perairan salah satunya disebabkan oleh banyaknya bahan pencemar organik maupun bahan an-organik yang dapat mengalami dekomposisi dan degradasi oleh bakteri aerob yang dapat menyebabkan kadar oksigen terlarut di perairan berkurang (Purnomo dan Muchyidin 2007).

Nilai pH terendah pada minggu ketiga berkisar 6,1-6,2. Hal ini disebabkan karena adanya limbah dari daratan yang masuk di badan perairan yang menyebabkan perairan cenderung bersifat asam (Purnomo dan Muchyidin 2007). Kondisi tersebut terjadi di perairan Kalianget dengan dominasi yang tinggi dari aktivitas darat sehingga menghasilkan limbah yang masuk di perairan.

Konsentrasi nitrat secara umum mengalami penurunan pada minggu kedua dibandingkan dengan minggu pertama dan mengalami kenaikan konsentrasi pada minggu ketiga (Gambar 2). Perbedaan konsentrasi pada tiap minggu diduga disebabkan karena perbedaan suplai bahan organik yang mengandung senyawa nitrat dari daratan ke dalam perairan. Hal ini terindikasi dari indikator pH yang semakin tinggi pada minggu ketiga dan rendah pada minggu kedua. Nilai pH dipengaruhi oleh bahan organik yang ada di perairan, peningkatan bahan organik di perairan akan meningkatkan kadar pH atau menurunkan nilai pH (artinya perairan akan semakin asam), dan sebaliknya (KMNLH 2004). Nilai pH pada minggu kedua berkisar 6,8-8, lebih basa dibandingkan pH pada minggu ketiga yang berkisar 6,1-6,8, sehingga menjadi indikator perubahan konsentrasi bahan organik di perairan. Selain pH, indikator suhu dapat menjadi indikasi atas peningkatan kadar nutrien. Pada minggu kedua suplai bahan organik yang mengandung senyawa nitrat rendah karena pada minggu kedua suhu perairan rendah berkisar 30-32 °C, sedangkan pada minggu ketiga suhu perairan lebih tinggi sebesar 32-33,7 °C, menunjukkan suplai bahan organik yang mengandung senyawa nitrat dari daratan tinggi, dimana masuknya bahan organik meningkatkan suhu perairan. Bahan organik yang terdapat di perairan akan terdekomposisi oleh bakteri aerob menjadi nitrat, sehingga dalam perombakan bahan organik menjadi nitrat dibutuhkan oksigen terlarut sehingga menyebabkan menurunnya kadar DO di perairan. Pada minggu kedua kadar DO tinggi 4,6-5,9 mg/L, sehingga menjadi indikator menurunnya perombakan bahan organik menjadi nitrat yang dilakukan bakteri aerob, sedangkan pada minggu ketiga kadar DO rendah berkisar 4,4-5,1 mg/L, sehingga menjadi indikator meningkatnya perombakan bahan organik menjadi nitrat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Poppo (2007) yang menyatakan bahwa penurunan nilai pH di perairan mempengaruhi kadar oksigen terlarut (DO) yang semakin rendah, karena masuknya bahan organik ke perairan, sehingga mikroorganisme membutuhkan oksigen lebih banyak untuk menguraikan bahan organik.

Konsentrasi klorofil-a secara umum mengalami penurunan dari minggu pertama sampai minggu ketiga, karena pengaruh naik turunnya konsentrasi nitrat di perairan (Gambar 2). Konsentrasi nitrat di perairan memiliki rata-rata konsentrasi rendah, sehingga pemanfaatan nitrat tidak signifikan selama proses fotosintesis dan cenderung meningkatkan konsentrasi nitrat di perairan, sesuai dengan pernyataan

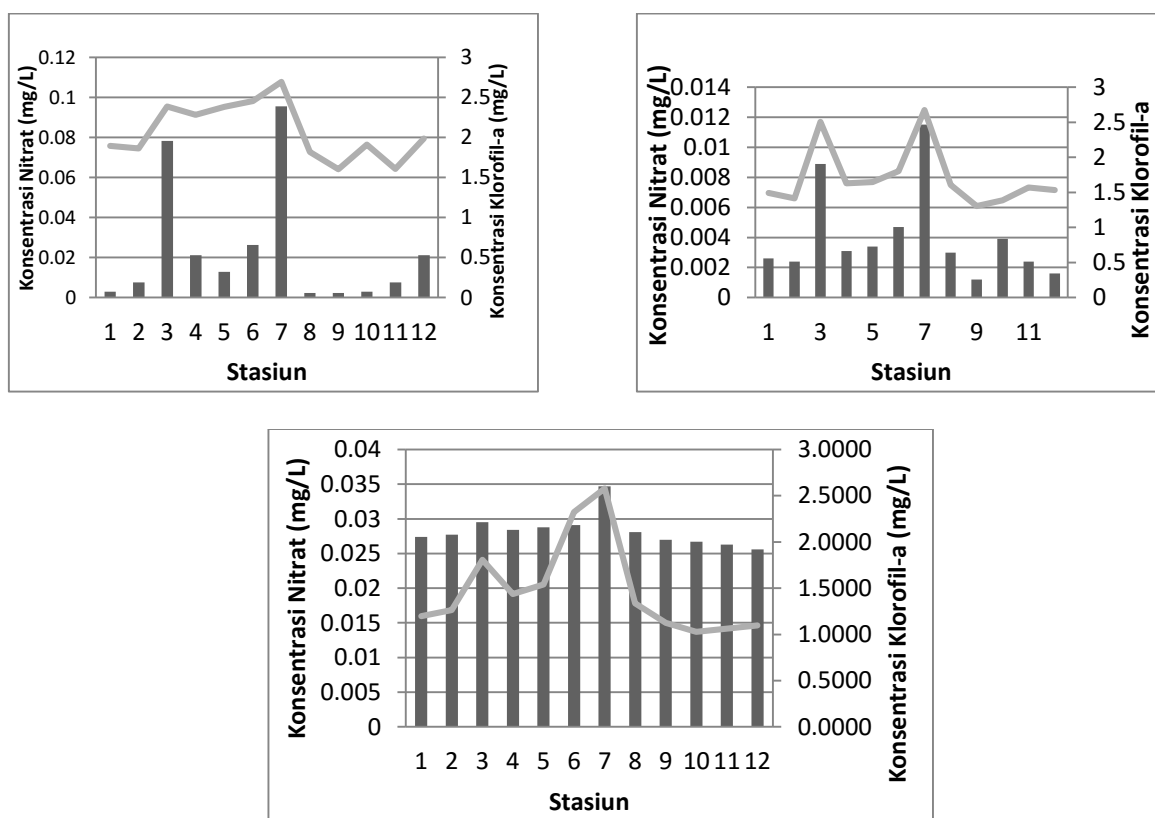
Afdal (2014), jika konsentrasi nitrat lebih sedikit di perairan, maka konsentrasi nitrat tidak banyak dimanfaatkan fitoplankton untuk fotosintesis.

Pola sebaran konsentrasi klorofil-a pada stasiun 3 dan 6 relatif berbeda dengan stasiun lainnya, diduga sebagai akibat peningkatan salah satu bahan anorganik, karena pada stasiun ini berada di dekat kawasan pelabuhan bongkar muat barang sehingga masuknya bahan organik dari daratan ke perairan semakin meningkat.

Pengaruh konsentrasi nitrat terhadap konsentrasi klorofil-a diuji menggunakan uji regresi linier berganda dengan output *Anova* yang membandingkan nilai probabilitas (sig) dengan taraf signifikan (0,05). Hipotesis untuk kasus ini yaitu :

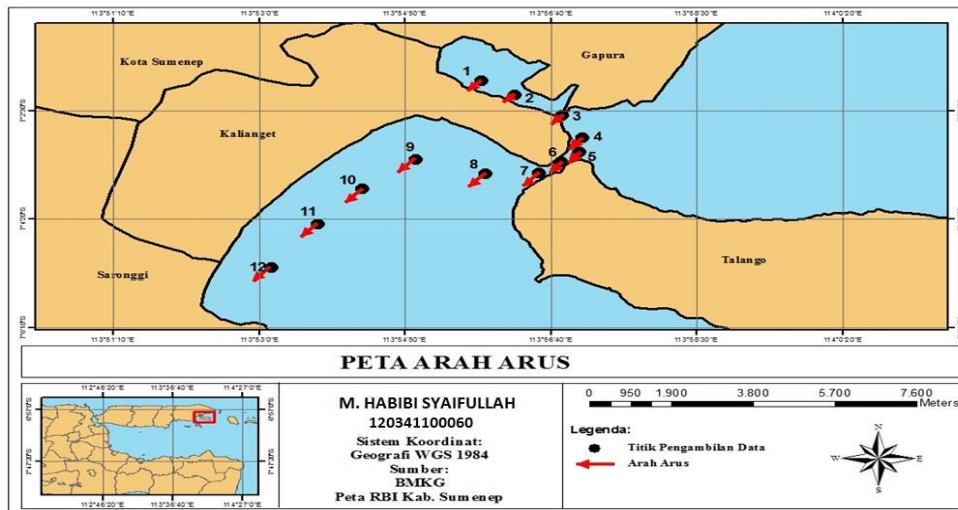
- H_0 = variabel nitrat tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel klorofil-a
- H_1 = variabel nitrat berpengaruh signifikan terhadap variabel klorofil-a
- Kesimpulan = nilai sig 0,082 < 0,05, maka terima H_0 . Jadi, variabel nitrat tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel klorofil-a

Persamaan analisa regresi untuk pengaruh nitrat terhadap konsentrasi klorofil-a di perairan Kalianget Kabupaten Sumenep dari hasil *Output SPSS (Coefficients)*, nilai persamaan regresi linier $Y = 1,626 + 7,026X$, dimana X (konsentrasi nitrat) dan Y (konsentrasi klorofil-a). Setiap penambahan X sebesar 1 mg/L maka akan mempengaruhi nilai Y sebesar 7,026, menunjukkan konsentrasi nitrat memiliki hubungan regresi linier positif terhadap konsentrasi klorofil-a, apabila nilai nitrat meningkat maka nilai konsentrasi klorofil-a akan meningkat dan begitu sebaliknya (berbanding lurus).



Gambar 2. Konsentrasi nitrat dan klorofil-a pada minggu pertama, kedua dan ketiga

Standar baku mutu sesuai KMLH No 51/2004, konsentrasi nitrat 0,008 mg/L dan klorofil-a <15 mg/L, sehingga dapat disimpulkan konsentrasi nitrat melebihi standar baku mutu, kondisi ini secara umum terjadi pada semua stasiun pada minggu ketiga dengan rata-rata $\geq 0,008$ mg/L, sedangkan minggu pertama hanya stasiun tertentu yang mempunyai konsentrasi melebihi standar baku mutu. Hal ini menunjukkan pada minggu ketiga terjadi pengkayaan nitrat akibat dari masuknya bahan organik yang berupa limbah rumah tangga, pertanian, sisa kotoran hewan atau manusia yang berasal dari daratan, kemudian diuraikan oleh bakteri menjadi bahan anorganik berupa nitrat. Konsentrasi klorofil-a secara umum memiliki konsentrasi yang baik bagi perairan pada minggu pertama sampai minggu ketiga.



Gambar 3. Arah arus perairan Kalianget bulan desember

Pada stasiun 4, 5, 6, dan 7 memiliki konsentrasi nitrat dan klorofil-a yang tinggi dibandingkan dengan stasiun yang lainnya, karena terjadi penumpukan nutrisi dan klorofil-a yang disebabkan karena banyaknya aktivitas manusia dan faktor fisika perairan, salah satunya adalah arus. Saat pengambilan sampel di perairan Kalianget, baik pada minggu I, II, dan III, arah arus dominan cenderung sama yaitu bergerak ke arah barat daya (Gambar 3) dengan kecepatan arus rata-rata di stasiun 4 sampai stasiun 7 sebesar 0,0449 m/s pada minggu pertama, kecepatan arus pada minggu kedua berkisar 0,0622-0,0615 m/s, sedangkan minggu ketiga kecepatan arus berkisar 0,1302-0,1234 m/s. Kecepatan arus cenderung mengalami perlambatan, diduga berkaitan dengan bathimetri, sehingga arus yang bergerak dari laut lepas menuju stasiun 4 sampai stasiun 7 terjadi perlambatan kecepatan arus. Sagala *et al.* (2014) menyatakan bahwa salah satu faktor yang menyebabkan perairan memiliki kecepatan arus yang lemah yaitu adanya pulau-pulau yang membatasi perairan tersebut. Semakin menuju stasiun 7 kecepatan arus mengalami penurunan kecepatan, mengakibatkan pada stasiun 7 mempunyai konsentrasi nitrat dan klorofil-a yang tinggi karena terjadi penumpukan konsentrasi nutrisi dan klorofil-a. Sesuai dengan pernyataan Amanda (2012) yang menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi konsentrasi nitrat dan klorofil-a di perairan salah satunya adalah arus, karena arus yang bergerak di perairan akan membawa nitrat dan klorofil-a ke seluruh badan perairan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi klorofil-a secara umum mengalami penurunan dari minggu pertama sampai minggu ketiga, kondisi berbeda pada stasiun 3 dan 6 yang fluktuatif konsentrasi klorofil-a. Konsentrasi klorofil-a pada semua stasiun diatas rata-rata baku mutu, sehingga dikategorikan perairan yang subur, khususnya di stasiun 7 yang memiliki konsentrasi klorofil-a yang paling tinggi linier dengan meningkatnya konsentrasi nitrat. Konsentrasi nitrat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kontribusi klorofil-a.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal (2013). Variasi klorofil-a di perairan Cirebon dan hubungannya dengan konsentrasi nutrisi. Pusat penelitian oseanografi- LIPI. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 40(1), 21-29.
- Donny, J. P. (2010). Analisis klorofil-a fitoplankton (produktifitas primer) di perairan pantai Natsepa Kabupaten Maluku Tengah. *Agroforestri Politeknik Perdamaian Halmahera Tobelo. Jurnal Agroforestri*, 5(4), 273-278.
- Husainy (2015). Sebaran nutrisi, intensitas cahaya, klorofil-a dan kualitas air di Selat Badung, Bali pada monsun timur. Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. *Jurnal Depik*, 4(2), 87-94.
- Kementerian Negara – Lingkungan Hidup (KMNHL). (2004). Baku mutu air laut untuk biota laut. Dalam: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut. KLH. Jakarta. 146 hlm.
- Krismono (2010). Hubungan antara kualitas air dengan klorofil-a dan pengaruhnya terhadap populasi ikan di perairan Danau Limboto. Penelitian Balai riset pemulihan sumberdaya ikan. *Jurnal LIMNOTEK*, 17(2), 171-180.
- Poppo, A., Mahendra, M. S., & Sundra, K. I. (2007). Studi kualitas perairan pantai di kawasan industri perikanan. Dinas Pengembangan. Kecamatan Negara. Kabupaten Jembrana. *Jurnal Unud*, Bali.

- Prasetyaningtyas T., Priyono B., & Agung, T. (2012). Keanekaragaman Plankton di Perairan Tambak Ikan Bandeng di Tapak Tugurejo, Semarang. *Jurnal UNS, Solo*. <http://reporsitory.uns.ac.id.tia.pdf> (Diakses pada 20 Januari 2016).
- Simon, I. P. (2013). Kadar fosfat, nitrat dan oksigen terlarut di perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(4).
- Sagala, S. L., Anastasia, R. B., Kuswardani, & Widodo, S. (2014). Distribusi logam berat di perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1), 297-310.