

KONSENTRASI NITRAT DAN ORTOFOSFAT DI MUARA SUNGAI BANJIR KANAL BARAT DAN KAITANNYA DENGAN KELIMPAHAN FITOPLANKTON *Harmful Alga Blooms* (HABs)

*Concentration of Nitrate and Orthophosphate at Banjir Kanal Barat Estuary
and their Relationship with the Abundance of Harmful Algae Blooms*

Anggita Wahyuningtyas Tungka, Haeruddin dan Churun Ain
Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan
Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, SH Semarang
Email: anggitatungka@yahoo.com

Diserahkan tanggal 20 Juni 2016, Diterima tanggal 26 Juli 2016

ABSTRAK

Perkembangan industri dan aktivitas rumah tangga di sepanjang aliran Sungai Banjir Kanal Barat Semarang diduga memberikan pengaruh terhadap kualitas perairan berupa buangan limbah yang mengandung nutrisi (nitrat dan ortofosfat). Kedua nutrisi tersebut dalam konsentrasi yang tinggi dapat mengakibatkan pengkayaan unsur hara (eutrofikasi) dan memicu ledakan populasi fitoplankton (*blooming* fitoplankton). Kondisi *blooming* ini diperburuk dengan adanya beberapa spesies fitoplankton yang mengandung racun dalam tubuhnya yang dikenal sebagai *Harmful Alga Blooms* (HABs). Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2015 – Januari 2016 di Muara Sungai Banjir Kanal Barat, dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi nutrisi (nitrat dan ortofosfat), jenis dan kelimpahan fitoplankton HABs, serta hubungan dan pengaruh antara konsentrasi nutrisi (nitrat dan ortofosfat) terhadap kelimpahan fitoplankton HABs. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey dengan teknik *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat di lokasi penelitian berada dalam kisaran 0,6-2,2 mg/l, sedangkan konsentrasi ortofosfat dalam kisaran 0,04-1,3 mg/l. Fitoplankton HABs yang teridentifikasi berjumlah 5 genera diantaranya *Trichodesmium* sp., *Ceratium* sp., *Noctiluca* sp., *Pseudonitzschia* sp. dan *Gonyaulax* sp.. Persentase fitoplankton HABs dari total kelimpahan fitoplankton yang teridentifikasi sebesar 40,89% di stasiun I, 20,10% di stasiun II dan 11,49% di stasiun III. Berdasarkan analisis regresi berganda, sebesar 44,2% nutrisi nitrat dan ortofosfat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton HABs dengan persentase pengaruh nitrat dan ortofosfat masing-masing sebesar 36,6% dan 7,6%.

Kata kunci: Nitrat, Ortofosfat, Kelimpahan Fitoplankton, *Harmful Alga Blooms* (HABs), Muara Sungai Banjir Kanal Barat

ABSTRACT

*Industrial and households activity along Banjir Kanal Barat river flow in Semarang allegedly give an impact to the water quality which form the sewage contain nutrients (nitrate and orthophosphate). Both of the nutrients, in high concentration can cause nutrient enrichment (eutrophication) and trigger phytoplankton overpopulation (phytoplankton bloom). Blooming in this condition can be worse because of several toxic phytoplankton, this phenomenon known as Harmful Alga Blooms (HABs). The research was conducted on December 2015 – January 2016 at Banjir Kanal Barat estuary which aimed to knowing the nutrient concentration (nitrate and orthophosphate), find out the abundance of HABs phytoplankton, analyzing the relation of nutrients (nitrate and orthophosphate), and relation between chemical-physics water parameters and the abundance of HABs phytoplankton. The method of this research was used survey by purposive sampling technique. The results of the research showed that nitrate concentrations were in the range of 0.6 to 2.2 mg/l, while orthophosphate concentrations were of 0.04 to 1.3 mg/l. There were 5 generas identified as Phytoplanktons HABs, including *Trichodesmium* sp., *Ceratium* sp., *Noctiluca* sp., *Pseudonitzschia* sp. and *Gonyaulax* sp. The phytoplankton HABs percentage from the total abundance of identified phytoplankton was diferent within sampling stations that was 40,89% at the station I, 20,10% at the station II and 11,49% at the station III. Both nitrate and ortophosphate concentration may affected HABs phytoplankton 44,2% (corelatoin analysis), with the influence of nitrate and orthophosphate were 36,6% and 7,6%.*

Keywords: Nitrate, Orthophosphate, Phytoplankton Abundance, *Harmful Alga Blooms* (HABs), Banjir Kanal Barat Estuaries

PENDAHULUAN

Perkembangan industri dan aktivitas rumah tangga di sepanjang aliran Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang secara

nyata memberikan masukan bahan pencemar berupa limbah yang mengandung nutrisi yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas perairan. Limbah dari kegiatan tersebut mengandung beberapa nutrisi salah satunya adalah nitrat dan

ortofosfat. Konsentrasi yang tinggi dari kedua nutrisi ini dapat memicu proses eutrofikasi dan ledakan populasi fitoplankton (*blooming*).

Peningkatan populasi fitoplankton secara berlebihan (*algae bloom*) dapat terjadi karena kondisi lingkungan perairan yang mendukung. Ledakan populasi fitoplankton yang diikuti dengan keberadaan beberapa jenis fitoplankton beracun akan menyebabkan ledakan populasi alga berbahaya (*Harmful Alga Blooms*) (Mulyani *et al.*, 2012). Adanya fitoplankton beracun dapat membahayakan kehidupan organisme perairan. Racun yang terdapat di jaringan tubuh fitoplankton HABS dapat terakumulasi dalam tubuh ikan, kerang, dan udang. Keberadaan toksik dalam organisme tersebut mungkin tidak mematikan organisme tersebut, namun jika dikonsumsi oleh manusia akan menimbulkan gangguan kesehatan atau bahkan kematian.

Spesies fitoplankton HABS yang dapat membahayakan biota laut akibat penurunan oksigen terlarut disebut spesies "anoxious". Dari kelompok ini yang dominan ditemukan di Indonesia adalah dari kelompok Cyanobacterium yaitu *Trichodesmium erythraeum*. Cyanobacter ini sewaktu-waktu dapat melimpah di perairan karena kondisi unsur hara yang berlebih (Wiadnyana, 1996). Selain *Trichodesmium* sp., terdapat genus fitoplankton lainnya yang termasuk HABS. Penentuan Fitoplankton HABS lainnya mengacu pada penelitian Wiadnyana (1996) dan GEOHAB (2001), sedangkan penentuan genus fitoplankton mengacu pada Yamaji (1996) dan Sachlan (1982).

Tujuan dilakukannya penelitian ini diantaranya adalah untuk mengetahui konsentrasi nutrisi (nitrat dan ortofosfat), jenis dan kelimpahan fitoplankton HABS, serta hubungan dan pengaruh antara konsentrasi nutrisi (nitrat dan ortofosfat) terhadap kelimpahan fitoplankton HABS.

Keberadaan fitoplankton HABS di perairan dipicu oleh beberapa faktor. Menurut Anderson *et al.*, (2008), faktor yang dapat menyebabkan terjadinya *blooming* fitoplankton HABS salah satunya adalah eutrofikasi atau pengkayaan unsur hara. Nutrien yang dominan mengakibatkan eutrofikasi adalah nitrat dan fosfat. Kedua unsur ini juga berperan dalam perkembangan fitoplankton.

Kasus kematian massal ikan di Ancol, Jakarta tahun

2015 yang diduga disebabkan oleh kandungan unsur hara (nitrat dan ortofosfat) menjadi latar belakang penelitian ini dilaksanakan. Dilihat dari karakteristiknya, Teluk Jakarta dan Teluk Semarang memiliki morfologi yang sama yaitu perairan yang semi tertutup. Hal ini memungkinkan kasus *blooming* fitoplankton HABS terjadi di lokasi penelitian.

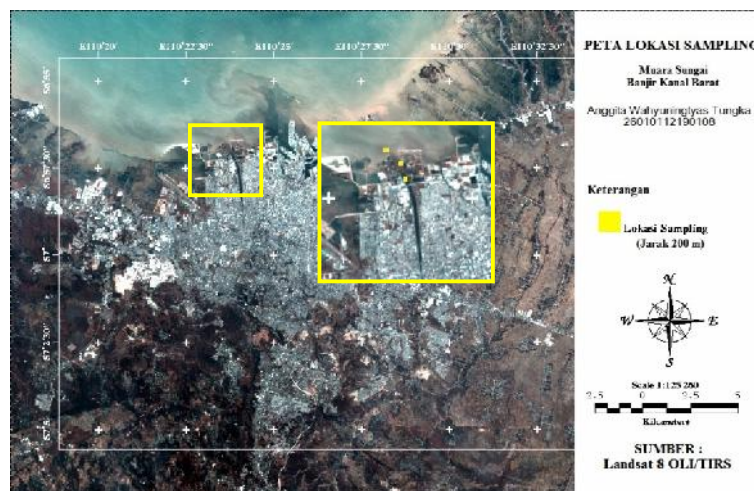
METODE PENELITIAN

Materi

Materi penelitian ini adalah fitoplankton yang diperoleh dari beberapa titik di Muara Sungai Banjir Kanal Barat pada bulan Desember 2015- Januari 2016. Beberapa parameter kualitas air yang diamati meliputi parameter fisika (temperatur air, kecerahan, arus, TSS) dan parameter kimia (konsentrasi nitrat dan ortofosfat, pH, DO, dan salinitas). Identifikasi fitoplankton dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Ikan dan Lingkungan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dengan jenis penelitian deskriptif yang mengacu pada Sugiono (1999). Pengambilan sampel fitoplankton dilaksanakan pada 3 stasiun pengamatan. Penentuan stasiun menggunakan metode *purposive sampling* yang mengacu pada Zulnaldi (2007). Stasiun I terletak di bawah jembatan penyeberangan Yos Sudarso, yang merupakan batas pengaruh pasang-surut air laut. Stasiun II terletak di muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. Stasiun III terletak di daerah laut yang masih terpengaruh oleh peristiwa pasang-surut. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode sampling pasif dengan menyaring 100 l air di masing-masing stasiun pengamatan dengan plankton net ukuran 25 mikron. Pengulangan yang dilakukan pada setiap stasiun sebanyak tiga kali. Sampel air hasil penyaringan dimasukkan dalam botol sampel 50 ml kemudian diberikan larutan lugol-iodin 4% sebanyak 1 ml. Kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan alat pencacah *Sedgwick-rafter*. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Analisis Data

Kelimpahan Fitoplankton

Perhitungan jumlah plankton per liter, digunakan rumus APHA (1989), yaitu :

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{P}{p} \times \frac{V}{v} \times \frac{1}{w}$$

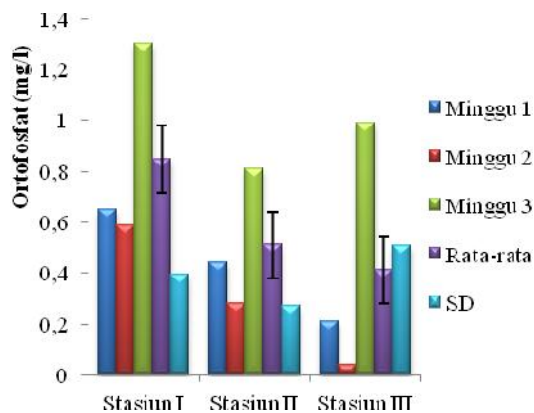
Keterangan :

- N = Jumlah fitoplankton per liter
- T = Luas gelas penutup (mm²)
- L = Luas lapang pandang (mm²)
- P = Jumlah fitoplankton yang tercacah
- p = Jumlah lapang pandang yang diamati
- V = Volume sampel yang tersaring (ml)
- v = Volume sampel fitoplankton di bawah gelas penutup (ml)
- w = Volume sampel fitoplankton yang disaring (liter)

Sebagian faktor dari rumus tersebut telah diketahui pada *sedgewick-rafter*, seperti : T = 1000 mm², v = 1 ml, dan L = 0,25 μ mm² (dimisalkan satu lingkaran sama dengan luas lapang pandang pada mikroskop dengan r = 0,5 mm), maka rumus tersebut menjadi :

$$N = \frac{1000 \text{ mm}^2}{0,25 \pi} \times \frac{P}{10} \times \frac{V}{1 \text{ ml}} \times \frac{1}{w} \text{ atau}$$

$$N = \frac{100(P \times V)}{0,25 \pi w}$$



Analisis nitrat fosfat menggunakan metode spektrofotometri.

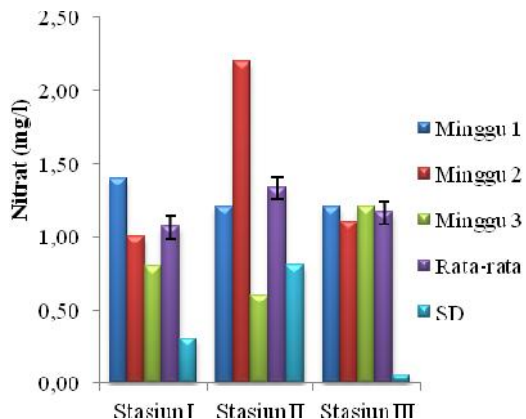
Uji Korelasi Berganda

Data yang digunakan untuk dianalisis dengan metode korelasi adalah data konsentrasi nitrat dan ortofosfat sebagai variabel bebas (dependen) dan kelimpahan fitoplankton HABS sebagai variabel tak bebas (independen) dengan persamaan Y=a + bX₁ + c X₂. Data tersebut dianalisis untuk mengetahui seberapa besar keeratan hubungan dan pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen. Aplikasi yang digunakan adalah SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) versi 16. Menurut Mulyani *et al.*, (2012), uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antar parameter lingkungan terhadap kepadatan fitoplankton HABS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat

Konsentrasi nitrat dan ortofosfat di muara Sungai Banjir Kanal Barat berada dalam kisaran 0,80-2,20 mg/l, sedangkan konsentrasi ortofosfat berada dalam kisaran 0,04-1,30 mg/l. Histogram konsentrasi nitrat dan ortofosfat di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram konsentrasi nitrat (NO₃) dan ortofosfat (PO₄) di lokasi penelitian

Konsentrasi nitrat tertinggi di lokasi penelitian berada di stasiun II pada setiap pengulangan yaitu berkisar antara 1,20-2,20 mg/l. Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya konsentrasi nitrat di stasiun ini kemungkinan karena adanya buangan limbah rumah tangga dari perumahan di sekitar Pantai Marina. Menurut Brigden dan Stringer (2000), limbah dengan kandungan amonia sebageian besar bersumber dari sekresi mamalia dalam bentuk urin, pabrik pupuk nitrogen, pabrik ammonia dan pabrik asam nitrat. Faktor lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi konsentrasi nitrat di perairan adalah pupuk pertanian dan erosi.

Konsentrasi ortofosfat tertinggi di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang terdapat di stasiun I. Pada pengulangan minggu pertama sebesar 0,65 mg/l, pengulangan minggu kedua turun menjadi 0,59 mg/l dan pengulangan minggu ketiga naik menjadi 1,30 mg/l. Tingginya konsentrasi ortofosfat di stasiun I dikarenakan adanya pompa *Bulu's Drain* Semarang yang

membuang limbah rumah tangga dari permukiman penduduk setempat berupa deterjen. Deterjen dapat meningkatkan konsentrasi ortofosfat karena ion ini merupakan salah satu komposisi penyusunnya.

Deterjen umumnya tersusun atas tiga komponen utama yaitu, surfaktan (sebagai bahan dasar deterjen), bahan *builders* (senyawa fosfat) dan bahan aditif (pemutih dan pewangi). Komponen terbesar dari deterjen yaitu bahan builders berkisar 70-80 %, bahan dasar surfaktan berkisar 20-30 %, dan bahan aditif relatif sedikit yaitu antara 2-8% (Sawyer and Carty, 1978 dalam Sopiah dan Chaerunisah, 2006). Senyawa fosfat yang digunakan oleh semua merek deterjen memberikan andil yang cukup besar terhadap terjadinya proses eutrofikasi yang menyebabkan *blooming algae* (meledaknya populasi alga).

Menurut Effendi (2003), pertumbuhan fitoplankton tergantung pada tinggi rendahnya kadar nitrat dan fosfat di perairan. Rasio kadar N:P (*Redfield ratio*) di perairan alami

adalah 16:1, yang dapat digunakan fitoplankton untuk tumbuh optimal. Kadar nitrat yang melebihi 0,2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya *eutrofikasi* (pengayaan) perairan yang selanjutnya memacu pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*). Berdasarkan data konsentrasi nitrat di lokasi penelitian, stasiun III berpotensi mengalami peristiwa *blooming* fitoplankton karena konsentrasinya yang melebihi rasio kadar N:P di perairan. Rasio konsentrasi nitrat dan ortofosfat di stasiun III yang tinggi menjadikan kelimpahan fitoplankton di stasiun ini paling tinggi dibandingkan dengan stasiun pengamatan lainnya yakni sebesar 34.182 ind/l.

Fitoplankton memanfaatkan nutrisi nitrat sebagai bahan dasar pembuatan bahan organik yang menjadi sumber makanan primer yang berada di rantai makanan di laut dengan bantuan sinar matahari. Hal ini yang menyebabkan fitoplankton disebut juga sebagai *primary producer*. Namun konsentrasi nitrat yang dimanfaatkan fitoplankton memiliki batas tertentu, konsentrasi nitrat yang melebihi batas yang dimanfaatkan dapat memicu peristiwa pengayaan nutrisi atau yang lebih dikenal dengan eutrofikasi. Menurut Nurlita dan Utomo (2011), unsur-unsur nitrogen seperti NH_4 , NO_3 , dan NO_2 dapat menyebabkan eutrofikasi. Peristiwa eutrofikasi ini dapat menyebabkan suatu kondisi yang disebut dengan *alga blooming* dikarenakan terlalu banyak unsur hara untuk menghasilkan alga tersebut. Eutrofikasi ini dapat dikatakan merusak ekosistem sekitarnya karena *supply* oksigen yang berada di perairan tersebut berkurang atau bahkan dikatakan tidak ada, dan pada akhirnya

dapat mengganggu proses kehidupan di sekitar laut.

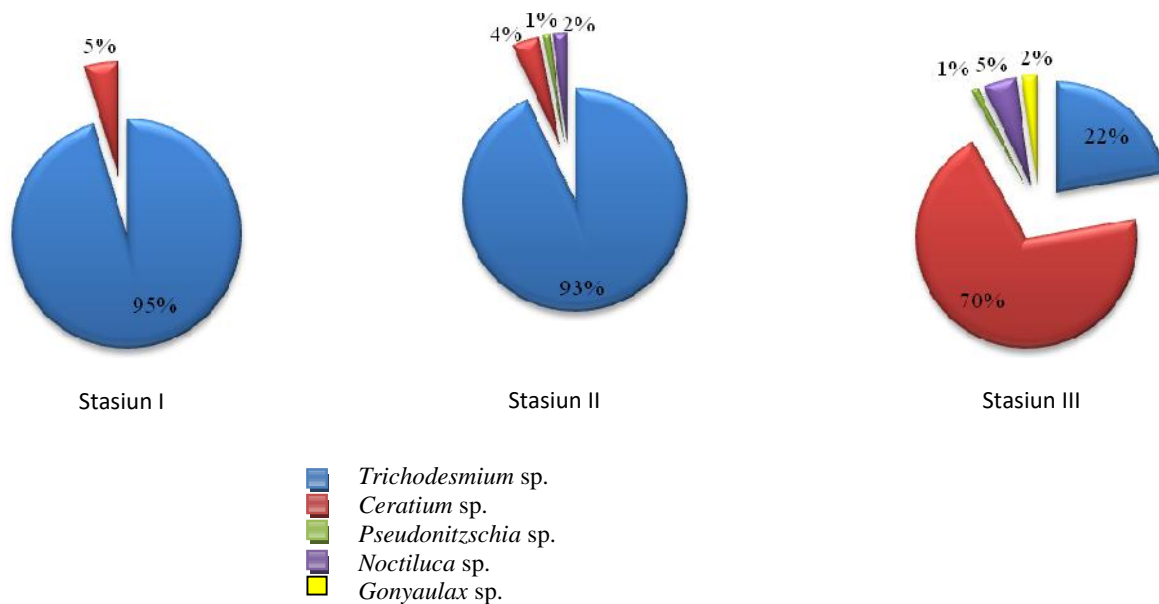
Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton HABS

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan, jenis fitoplankton yang terdapat di muara Sungai Banjir kanal Barat terdiri dari 5 kelas yaitu Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Mediophyceae, dan Dictiochophyceae. Kelimpahan genera fitoplankton yang mendominasi adalah dari kelas Bacillariophyceae yang berjumlah 16 genera pada pengulangan pertama, 15 genera pada pengulangan kedua, dan 13 genera pada pengulangan ketiga.

Hal ini disebabkan karena diatom (Bacillariophyceae) merupakan jenis yang paling penting dan umum terdapat perairan payau sampai laut. Menurut Perry (1994) dalam Muhiddin (2009), jenis-jenis fitoplankton dalam kelas Bacillariophyceae mempunyai sifat yang mudah beradaptasi dengan lingkungan, bersifat kosmopolit, tahan terhadap kondisi yang ekstrim dan mempunyai daya reproduksi yang tinggi.

Spesies fitoplankton HABS yang berhasil teridentifikasi sebanyak 5 genera. Lima genera tersebut diantaranya adalah *Noctiluca* sp., *Pseudonitzschia* sp., *Trichodesmium* sp., *Ceratium* sp. dan *Gonyaulax* sp. Genus fitoplankton HABS yang dominan ditemukan adalah *Trichodesmium* sp. yang termasuk kedalam kelas Cyanophyceae.

Persentase fitoplankton HABS di lokasi penelitian sebanyak 3 (tiga) kali pengulangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase fitoplankton HABS di masing-masing stasiun penelitian

Berdasarkan Gambar 3. spesies *Trichodesmium* sp. memiliki persentase yang paling tinggi pada stasiun I dan II yaitu 95% dan 93%, sedangkan pada stasiun III spesies fitoplankton HABS dengan kelimpahan tertinggi adalah *Ceratium* sp. Hal ini menunjukkan bahwa spesies HABS yang dominan ditemukan di setiap stasiun dan setiap pengulangan yang dilakukan adalah *Trichodesmium* sp. Spesies umumnya berbentuk silinder panjang dan terdapat sekat. Beberapa kali dijumpai dalam bentuk koloni namun lebih sering

teridentifikasi dalam bentuk soliter. Menurut Sediadi (2004), jenis *Trichodesmium* spp. ini berbentuk koloni berperan penting dalam terjadinya proses biogeokimia di perairan laut. Distribusi jenis *Trichodesmium* spp. dijumpai di perairan laut subtropik sampai perairan laut tropik. Karakteristik lain *Trichodesmium* spp. yang harus diwaspadai adalah pada saat melimpah (*blooms*) di perairan tropis, yaitu dapat menyebabkan kurangnya kandungan oksigen sehingga terjadi

proses pembusukan yang akhirnya dapat menimbulkan kematian biota laut, seperti ikan.

Berdasarkan data yang diperoleh, kelimpahan fitoplankton *Trichodesmium* sp. setiap pengulangan mengalami peningkatan yang besar. Pada pengulangan pertama dijumpai sebesar 1422 ind/l kemudian naik menjadi 3609 ind/l pada pengulangan kedua dan naik menjadi 5860 ind/l pada pengulangan ketiga. Peningkatan yang signifikan pada pengulangan ketiga ini menimbulkan dampak penurunan oksigen terlarut yang sangat besar. Pada pengulangan pertama dan kedua konsentrasi oksigen terlarut di lokasi penelitian berada dalam kisaran 4-6 mg/l kemudian pada pengulangan ketiga turun menjadi 2-4 mg/l.

Ceratium sp. merupakan genera fitoplankton HABS tertinggi kedua yang didapatkan dengan kisaran kepadatan 361-2441 ind/l. Ledakan populasi *Ceratium* sp. dapat mengakibatkan kematian massal biota laut akibat penurunan kadar oksigen.. Dikutip dari GEOHAB (2001), *Ceratium furca* mampu berkompetisi dengan spesies fitoplankton lain, terutama dalam hal ketersediaan nutrisi, cahaya matahari, dan faktor lingkungan lain. *Ceratium furca* sering ditemukan dalam jumlah melimpah dan mendominasi spesies lain. Oleh karena itu, *C. furca* lebih sering *blooming*, yang mengakibatkan kematian massal organisme laut karena terjadi deplesi oksigen pada perairan.

Genera fitoplankton HABS lainnya yang teridentifikasi di lokasi penelitian adalah *Pseudonitzsca* sp. dari kelas Bacillariophyceae. Kelimpahan fitoplankton *Pseudonitzsca* sp. mengandung asam domoat yang dapat memberikan dampak buruk bagi perairan karena jika dikonsumsi kerang atau udang maka akan mengakibatkan penyakit *amnesic shellfish poisoning* (ASP) bagi manusia yang mengkonsumsi. Menurut Jeffery (2004) dalam Rengganis *et al.*, (2011) produksi asam domoat (*domoic acid*) merupakan respon dari tekanan Tabel 1. Nilai koefisien korelasi dan determinasi

lingkungan seperti berubahnya temperatur. Jika dikonsumsi oleh mamalia, asam domoat tersebut akan menggantikan *neurotransmitter* yang menyebabkan penyakit ASP, dimana asam domoat tersebut dapat mengakibatkan depolarisasi dan meningkatkan permeabilitas ion kalsium dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan kematian sel.

Genera fitoplankton HABS lainnya yang ditemukan adalah *Gonyaulax* sp. dengan kisaran kelimpahan 21-85 ind/l. Salah satu jenis fitoplankton dari genera ini yaitu *Protogonyaulax* sp. yang banyak ditemukan dalam tubuh kerang dan menyebabkan penyakit *paralytic shellfish poisoning* (PSP). Menurut Wiadnyana (1996), Kelimpahan fitoplankton dapat dikategorikan sebagai *blooming* apabila populasinya mendominasi 90% dari total kelimpahan fitoplankton di suatu perairan. Kepadatan *Gonyaulax* sp. yang tinggi di perairan akan menimbulkan peristiwa pasang merah (*red tide*). PSP dapat mengakibatkan gejala keracunan ringan dan keracunan berat. Keracunan ringan ditandai dengan badan terasa gatal-gatal atau panas, bibir terasa tebal kemudian merambat ke bagian muka, kesemutan pada ujung jari tangan dan jari kaki, sakit kepala, pusing-pusing, mual, muntah dan diare pada 30 menit pertama. Keracunan berat ditandai dengan tidak dapat bergerak (paralisis), susah bernafas (terasa tercekik), sistem pernafasan terhambat dan dapat mengakibatkan kematian.

Keterkaitan Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton HABS

Data yang diolah dengan menggunakan analisis korelasi dengan aplikasi SPSS digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh nutrisi nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan fitoplankton HABS. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.665 ^a	.442	.256	794.62328	2.225

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3004657.042	2	1502328.521	2.379	.173 ^a
	Residual	3788556.958	6	631426.160		
	Total	6793214.000	8			

Berdasarkan Tabel 1, dengan menggunakan taraf kepercayaan 80% (α=0,2) nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,665. Nilai ini memberikan informasi bahwa hubungan nutrisi nitrat dan ortofosfat termasuk dalam kategori kuat. Sedangkan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,442. Hal ini memberikan informasi bahwa sebesar 44,2% kelimpahan fitoplankton Tabel 2. Nilai persamaan linier

HABS dipengaruhi oleh konsentrasi nitrat dan ortofosfat sedangkan 55,8% lainnya dipengaruhi oleh faktor parameter fisika kimia perairan seperti temperatur, salinitas, oksigen terlarut dan lainnya. Menurut Rahmawati *et al.*, (2014), kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan selalu berkaitan erat dengan kondisi di sekitar lingkungan perairan tersebut.

Model		Unstandardized Coefficients		Correlations
		B	Std. Error	Zero-order
1	Kelimpahan	2559.827	1058.595	
	Nitrat	-930.018	560.578	-.646
	Ortofosfat	407.112	786.068	.432

Berdasarkan Tabel 2 persamaan model linier yang diperoleh yaitu $Y=25560 - 930 \text{ Nitrat} + 407 \text{ Ortofosfat}$. Uji koefisien determinasi parsial dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh masing-masing nutrisi nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan fitoplankton dilakukan. Perhitungan dengan menggunakan formula Beta x *Zero Order*. Beta adalah koefisien regresi yang telah distandarkan, sedangkan *Zero Order* merupakan determinasi parsial dari setiap variabel bebas terhadap variabel terikat. Hasil yang diperoleh sebesar 36,6% untuk nitrat dan 7,6% untuk ortofosfat. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh nitrat terhadap kelimpahan fitoplankton HABS jauh lebih besar. Hal ini diperkuat oleh Anderson *et al.*, (2002), nitrat seringkali menjadi faktor pembatas utama dalam produktifitas primer fitoplankton di muara.

Tabel 3. Nilai Koefisien Korelasi Spesies *Trichodesmium* sp.

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	0,720	0,518	0,358	837,53214	1,786

Berdasarkan Tabel 3. spesies fitoplankton yang teridentifikasi di muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang yang cenderung paling sensitif terhadap perubahan konsentrasi nitrat dan ortofosfat adalah spesies *Trichodesmium* sp.. Spesies ini juga merupakan spesies yang mendominasi kelimpahan fitoplankton di lokasi tersebut. Hal yang dapat mempengaruhi tingginya kelimpahan *Trichodesmium* sp. salah satunya adalah kemampuan spesies ini yang dapat mengikat unsur nitrat di perairan sehingga mudah memperbanyak populasinya dalam waktu yang singkat. Menurut penelitian Mohanty *et al.*, (2010) yang dilakukan di Kalpakkam, India, spesies *Trichodesmium* sp. memiliki kemampuan untuk memfiksasi nitrogen dalam bentuk ammonium.

Pada tanggal 31 Oktober 1982 di Teluk Jakarta terjadi *blooming* spesies *Trichodesmium* sp. yang semula diduga sebagai tumpahan minyak. Keesokan harinya terjadi pembusukan fitoplankton ini yang kemudian diikuti kematian sejumlah ikan, cacing, dan hewan lainnya. Demikian pula pada tanggal 20 Agustus 1984 pada ekspedisi SNELIUS II di Laut Arafura dilaporkan terjadi *blooming Trichodesmium* sp. Pada saat itu air relatif tenang dan terlihat hamparan luas berwarna kecoklatan seperti serbuk gergaji. Dari contoh gumpalan tersebut setelah diperiksa adalah spesies *Trichodesmium* sp. yang mencapai kelimpahan 97,45% dari seluruh populasi di perairan tersebut (Adnan, 1985).

KESIMPULAN

1. Konsentrasi nitrat masing- masing stasiun di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang berada dalam kisaran 0,8-1,4 mg/l pada stasiun I, 0,6-2,2 mg/l pada stasiun II, dan 1,1-1,2 mg/l pada stasiun III, sedangkan konsentrasi ortofosfat berada dalam kisaran 0,58-1,3 mg/l pada stasiun I, 0,28-0,81 mg/l pada stasiun II, dan 0,04-0,99 mg/l pada stasiun III;
2. Jenis fitoplankton HABS yang teridentifikasi di lokasi penelitian diantaranya adalah *Trichodesmium* sp., *Ceratium* sp. *Noctiluca* sp., *Pseudonitzschia* sp., dan *Gonyaulax* sp. Kelimpahan fitoplankton di stasiun I berjumlah 15.584 ind/l dan 41% diantaranya adalah

Sebanyak 5 genera fitoplankton yang berhasil teridentifikasi selama penelitian, spesies yang paling terpengaruh terhadap perubahan konsentrasi nutrisi nitrat dan ortofosfat adalah jenis *Trichodesmium* sp. Hal ini dibuktikan dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,720 memberikan informasi bahwa pengaruh nutrisi nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan *Trichodesmium* sp. Termasuk kuat. Jika nilai koefisien korelasi mendekati angka 1 maka konsentrasi nutrisi nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan *Trichodesmium* sp. memiliki hubungan yang kuat. Nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0,518 yang berarti pengaruh nutrisi nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan *Trichodesmium* sp. sebesar 52 %. Luaran hasil analisis korelasi spesies *Trichodesmium* sp. dapat dilihat pada Tabel 3.

fitoplankton HABS, stasiun II berjumlah 21.019 ind/l dan 20 % diantaranya adalah fitoplankton HABS, dan stasiun III berjumlah 34.182 ind/l dan 12% diantaranya adalah fitoplankton HABS; dan

3. Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan yang nyata antara nitrat dan ortofosfat terhadap kelimpahan fitoplankton HABS sebesar 0,66. Sebesar 44,2% konsentrasi nitrat dan ortofosfat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton HABS. Pengaruh nutrisi nitrat dan ortofosfat masing-masing sebesar 36,6% dan 7,6%. Spesies fitoplankton HABS yang teridentifikasi di lokasi penelitian yang paling sensitif terhadap perubahan kedua nutrisi tersebut adalah jenis *Trichodesmium* sp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada, Prof. Dr. Ir. Sahala Hutabarat, M.Sc, Drs. Ign. Boedi Hendarto, M.Sc, Ph.D, dan Dr. Ir. Djoko Suprpto, M.Sc. yang telah memberikan saran dan kritik dalam penulisan artikel ini. Serta semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Q. 1985. *Red Tide*. Jurnal Oseana, X (2):48-55.
- Anderson, D.M., J.M, Burkholder., W,P, Cochlan., P,M, Gilbert., C,J, Gobler., C,A, Heil., R,M, Kudela., M,L, Parsons., J,E, Jack Rensel., D,W, Townsend., V,L, Trainer., G,A, Vargo. 2008. Harmful Algal Blooms And Eutrophication: Examining Linkages From Selected Coastal Region of The United States, Harmful Algae. 23 p.
- APHA (*American Public Health Association*).1989. Standard Method for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association. Water Pollution Control Federation. Port City Press. Baltimore, Mariland.1202 p.

- Brigden, K. and Stringer, R. 2000. Ammonia and Urea Production : Incidents of Ammonia Release From The Profertil Urea and Ammonia Facility, Bahia Blanca, Argentina, Greenpeace Research Laboratories, Departement of Biological Science University of Exeter, UK, 334 p.
- GEOHAB. 2001. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Bloom Science Plan. SCOR and IOC, Paris, 86 p.
- Mohanty, A.K, K.K. Salphaty, G. Sahu, K.J. Husain, M.V.R. Prasad dan S.K Sakar Bloom of *Trichodesmium erythraeum* (Ehr) And Its Impact On Water Quality And Plankton Community Structure In Coastal Waters Of Southeast Of India. *Indian Journal of Marine Science*. 39 (3): 323-333.
- Muhiddin, A.H. 2009. Pemetaan Distribusi Vertikal Kelimpahan Fitoplankton Secara Temporal dan Spasial di Perairan Timur Pulau Barrang Lompo Kota Makassar. *Jurnal Ilmu Kelautan*, FPIK Universitas Hasanuddin Makassar.
- Mulyani, Riani, W., Wisnu W. 2012. Sebaran Spasial Spesies Penyebab *Harmful Algal Blooms* (HABs) di Lokasi Budidaya Kerang Hijau (*Perna viridis*) Kamal Muara, Jakarta Utara pada Bulan Mei 2011. *Jurnal Akuatika*. 3 (1):28-39.
- Nurlita, H dan Sudarno U. 2011. Potensi Nitrikasi Oleh Bakteri yang Terdapat di Laut Aliran Kali Plumbon, Laut Aliran Kali Banjir Kanal Barat dan Laut Aliran Kali Banjir Kanal Timur. *Jurnal Presipitasi*. VIII (1):187-198.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kansisius, Jogjakarta, 258 hlm.
- Rahmawati, I, B. Hendrarto, P.W. Purnomo. 2014. Fluktuasi Bahan Organik Dan Sebaran Nutrien Serta Kelimpahan Fitoplankton Dan Klorofil-A Di Muara Sungai Sayung Demak. *Journal Of Maquares* (3) 1: 27-36
- Rengganis, D.D, Ainurohim dan H. Thoha. 2011. Fitoplankton Penyebab *Harmful Algae Blooms* (HABs) di Perairan Teluk Jakarta. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Sediadi, A. 2004. Dominasi Cyanobacteria pada Musim Peralihan di Perairan Laut Banda dan Sekitarnya. *Jurnal Makara Sains*. VII (1):1-14
- Sachlan, M. 1982. Planktonologi. Semarang, Universitas Diponegoro, 112 hlm.
- Sugiyono, 1999, Statistik untuk Penelitian, Bandung, Alfabeta 124 hlm.
- Sopiah, N.R. dan Chaerunisah. 2006. Laju Degradasi Surfaktan *Linear Alkil Benzena Sulfonat* (LAS) pada Limbah Deterjen Secara Aerob pada Reaktor Lekat Diam Bermedia Sarang Tawon. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 7 (3): 243-250.
- Yamaji, I. 1996. *Illustration of the Marine Plankton of Japan*. Osaka, Hoikusho.
- Zulnaidi. 2007. Metode Penelitian. Departemen Sastra Jepang, Fakultas Sastra. Universitas Sumatera Utara. Medan, 34 hlm.