

IDENTIFIKASI SPESIES FITOPLANKTON PENYEBAB HARMFUL ALGAL BLOOM (HAB) DI PERAIRAN TARAKAN

Encik Weliyadi

Staf Pengajar Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan
FPIK Universitas Borneo Tarakan (UBT) Kampus Pantai Amal Gedung E,
Jl. Amal Lama No.1, Po. Box. 170 Tarakan KAL-TIM.
HP.0811541715 / E-mail : weliyadianwar098@gmail.com

ABSTRACT

*Study on the identification of the potential Harmful Algal Bloom (HAB) species in coastal waters of Tarakan. The objectives of this study were to identify the types of potential HAB species, which cause red tide event in the coastal waters of Tarakan. Furthermore, this study was to determine the cell density of HAB species in the study area. Sampling was conducted from April to July 2012. Two sampling locations were chosen: Station 1 was located in the Port of Tengkeyu 2, Tarakan and Station 2 was situated in the coastal waters of Amal. The results of the study showed that five potential HAB species were identified in Tarakan coastal waters. The species were *Chaetoceros sp* (class Bacillariophyceae), and four species of class Dinophyceae, which consists of *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Dinophysis caudata* and *Protoperidinium depressum*. The mean cell densities of the five HAB organisms ranged between 150-600 cells. L⁻¹, 25-125 cells. L⁻¹, 25-150 cells. L⁻¹, 25-100 cells. L⁻¹ and 25-50 cells. L⁻¹ respectively. *Chaetoceros sp* dominated the area with the mean cell density of 322 ± 92 cells. L⁻¹ compared to four other HAB species. Nevertheless, this study did not find any fish mortality events or a human illness caused by HAB species at Tarakan waters.*

Key word : Harmful Algal Bloom (HAB), Fitoplankton, Waters of Tarakan.

ABSTRAK

Kajian tentang identifikasi spesies fitoplankton penyebab *Harmful algal bloom* (HAB) di perairan pesisir Kota Tarakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis fitoplankton HAB yang berpotensi dapat menyebabkan kejadian *Red tide* (*Harmful algal bloom*) di perairan pesisir Tarakan. Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat kepadatan sel fitoplankton HAB dan sebarannya di perairan pesisir Tarakan. Pengambilan sampel fitoplankton dan data lapangan lainnya dilakukan sebanyak 8 kali dari bulan April hingga Juli 2012. Dua stasiun pengamatan yaitu Stasiun 1 yang berlokasi di perairan dekat Pelabuhan Tengkeyu 2 Tarakan dan Stasiun 2 berlokasi di perairan Pantai Amal. Hasil penelitian diperoleh sebanyak 5 spesies fitoplankton yang berpotensi menyebabkan *red tide* atau HAB pada 2 stasiun pengamatan. Kelima spesies tersebut terdiri dari *Chaetoceros sp* dari kelas Bacillariophyceae, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Dinophysis caudata* dan *Protoperidinium depressum* dari kelas Dinophyceae. Kepadatan rata-rata sel yang ditemukan selama penelitian dari kelima organisme HAB tersebut masing-masing adalah berkisar antara 150 – 600 sel. L⁻¹, 25 – 125 sel. L⁻¹, 25 – 150 sel. L⁻¹, 25 – 100 sel. L⁻¹ dan 25 – 50 sel. L⁻¹. *Chaetoceros sp* memperlihatkan tingkat kepadatan sel yang lebih tinggi (rata-rata 322±92 sel. L⁻¹) bila dibandingkan dengan 4 spesies fitoplankton HAB lainnya. Meskipun demikian, penelitian ini tidak menemukan adanya kejadian kematian ikan atau kasus keracunan yang disebabkan oleh organisme HAB di perairan Tarakan.

Kata Kunci : Harmful Algal Bloom (HAB), Fitoplankton, Perairan Tarakan.

PENDAHULUAN

Fitoplankton adalah tumbuhan alga bersel satu (*unicellular*) yang terdapat di perairan ekosistem laut dan juga air tawar. Beberapa dari spesies fitoplankton mampu menghasilkan toksin. Toksin tersebut dapat dipindahkan melalui rantai makanan, dimana dapat mengakibatkan dampak negatif atau kematian terhadap organisme yang berada pada kedudukan yang lebih tinggi dari sistem rantai makanan seperti zooplankton, kerang-kerangan, ikan, burung, mamalia laut dan juga manusia (Turner dan Turner, 1997).

Spesies alga yang mampu menghasilkan toksin umumnya adalah dari kelas Dinoflagelata dengan jumlah sekitar 300 spesies (UNESCO, 2006). Beberapa spesies dinoflagelata mampu menimbulkan warna pada permukaan air laut, dan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Sebagai contoh di perairan pantai barat Sabah, Malaysia, dimana kejadian ledakan alga beracun dari spesies *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* telah dilaporkan pada tahun 1976, dan mengakibatkan 2 orang meninggal setelah memakan kerang yang telah terkontaminasi racun PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) (Ting dan Joseph, 1989). Beberapa spesies dinoflagelata lainnya yaitu *Cochlodinium polykrikoides*, dimana spesies ini pernah dilaporkan telah terjadi ledakan alga (*bloom*) di perairan Wando, Korea yang menyebabkan kematian masal ikan dan mengakibatkan kerugian dibidang perikanan (Lee dan Lee, 2006).

Perairan pesisir Tarakan memiliki sumberdaya hasil tangkapan ikan bernilai ekonomis tinggi yang cukup melimpah. Selain itu, Pantai Amal yang berlokasi disebelah tenggara Kota Tarakan juga merupakan daerah penghasil kerang-

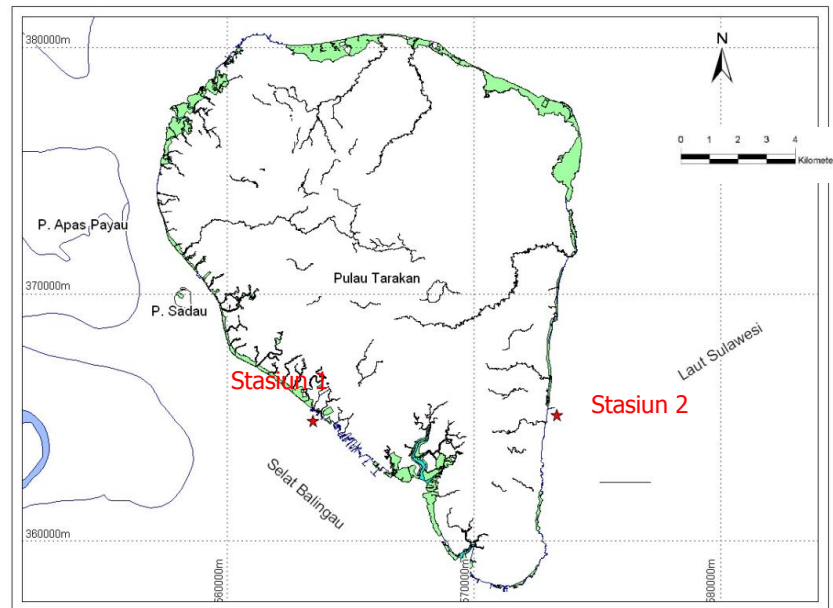
kerangan yang dapat dikonsumsi. Kejadian *Harmful algal bloom* (HAB) atau *red tide* di perairan Tarakan akan dapat menimbulkan ancaman terhadap kesehatan, hilangnya mata pencaharian nelayan setempat dan juga kerugian lainnya. Namun, sampai saat ini belum pernah dilaporkan adanya kejadian *red tide* di Perairan Tarakan.

Meskipun demikian, langkah antisipatif perlu dilakukan untuk menghindari dampak negatif yang diakibatkan oleh organisme HAB tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini adalah riset pendahuluan untuk melakukan identifikasi apakah di perairan Tarakan terdapat fitoplankton yang digolongkan dalam organisme HAB. Selanjutnya, pengembangan riset lanjutan terkait dengan ekologiinya dapat dilakukan untuk memprediksi adanya kemungkinan kasus *Red tide* dapat terjadi di perairan Tarakan pada masa yang akan datang.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan selama 6 bulan (Maret hingga Agustus 2012), yang meliputi tahap persiapan, survey lokasi, pengambilan sampel hingga pelaporan. Sampling dilakukan pada saat kondisi siang hari, sebanyak 2 kali per bulan, dengan mempertimbangkan pola pasang-surut air yaitu *Spring Tide* dan *Neap Tide*. Sampel fitoplankton diambil pada lapisan permukaan kolom air yaitu pada kedalaman 0.5 meter dari permukaan. Sedangkan, lokasi penelitian terdistribusi di 2 stasiun yaitu Stasiun 1 di pelabuhan Tengkeyu 2 dan Stasiun 2 di perairan Pantai Amal. Berikut ini adalah peta Tarakan yang memperlihatkan lokasi penelitian.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengamatan di Perairan Pesisir Kota Tarakan.

Alat dan bahan

Berikut ini adalah peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Peralatan dan Bahan Penelitian

Peralatan	Bahan
a. Plankton net	a. <i>Distilled</i>
b. <i>Depth meter</i>	<i>water</i>
c. pH meter	b. Formalin 4%
d. Handrefractometer	
e. Botol Von Dorn	
f. Botol sampel Plankton	
g. <i>Light Microscope</i>	
h. Sedgwick-Rafter cell	
i. Buku Identifikasi Marine plankton	
j. Alat tulis	

Prosedur Kerja

a. Pengambilan sampel di lapangan
 Sampel fitoplankton pada masing-masing stasiun akan diambil pada lapisan permukaan perairan, dengan menggunakan botol Nensen sebanyak 100 liter. Kemudian, air sampel yang tersaring dalam plankton net selanjutnya di pindahkan kedalam botol sampel fitoplankton dan diberi pengawet formalin

hingga konsentrasi sampel menjadi 4%. Selanjutnya, botol sampel diberi label berdasarkan stasiun, dan diletakkan ke dalam *coolbox* untuk dilakukan identifikasi dan perhitungan kelimpahan di laboratorium. Paramater penunjang (temperatur, pH, dan salinitas) juga diukur dilapangan bersamaan waktu dengan pengambilan sampel fitoplankton.

b. Analisis Laboratorium

1). Identifikasi spesies fitoplankton

Sampel fitoplankton yang telah diawetkan diambil menggunakan pipet dan dipindahkan sebanyak 1 tetes ke atas *glass silde*. Selanjutnya, ditutup menggunakan *cover glass* dan diletakkan di bawah lensa objektif Mikroskop untuk dilakukan identifikasi dan perhitungan kelimpahan fitoplankton. Identifikasi jenis fitoplankton yang beracun adalah menggunakan buku *Illustrations of the marine plankton of Japan* oleh Isamu Yamaji tahun 1979.

2). Perhitungan Kepadatan Sel Fitoplankton HAB

Kelimpahan spesies fitoplankton adalah dalam unit sel. L^{-1} dan dihitung berdasarkan formula sebagai berikut:

$$C = A \times (1/L) \times (n/v)$$

Keterangan :

C = Kelimpahan fitoplankton untuk spesies ke-i (sel. L⁻¹)

A = Jumlah organisme yang ditemukan pada *glass slide*

n = Total volume dari sampel yang dikonsentrasikan (ml)

V = Volume sampel yang diteteskan ke atas *glass slide* (ml)

L = Volume sampel yang di ambil di lokasi studi (L)

c. Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif untuk menggambarkan komposisi jenis spesies yang ditemukan pada masing-masing stasiun. Sedangkan, *independent sample T-test* digunakan untuk melihat perbedaan kepadatan sel fitoplankton HAB antar stasiun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini telah diidentifikasi sebanyak 5 spesies fitoplankton berbahaya atau HAB (*Harmful algal bloom*) yang ditemukan di perairan Kota Tarakan. Kelima spesies tersebut terdiri dari *Chaetoceros sp* dari kelas Bacillariophyceae, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Dinophysis caudata* dan *Protoperdinium depressum* dari kelas Dinophyceae.

Biologi dan Morfologi Fitoplankton HAB

a. *Chaetoceros sp.*

Chaetoceros sp. adalah jenis mikroalga yang umumnya paling banyak di perairan laut (Gambar 1.A). Jenis ini tergolong kedalam kelas Bacillariophyceae (Diatom), dimana pada bagian luarnya dibungkus oleh cangkang dari silikat dengan bentuk *geometric* secara berurutan. Selnya dapat membentuk rantai sebanyak 10-20 sel dan mencapai panjang 200 µm

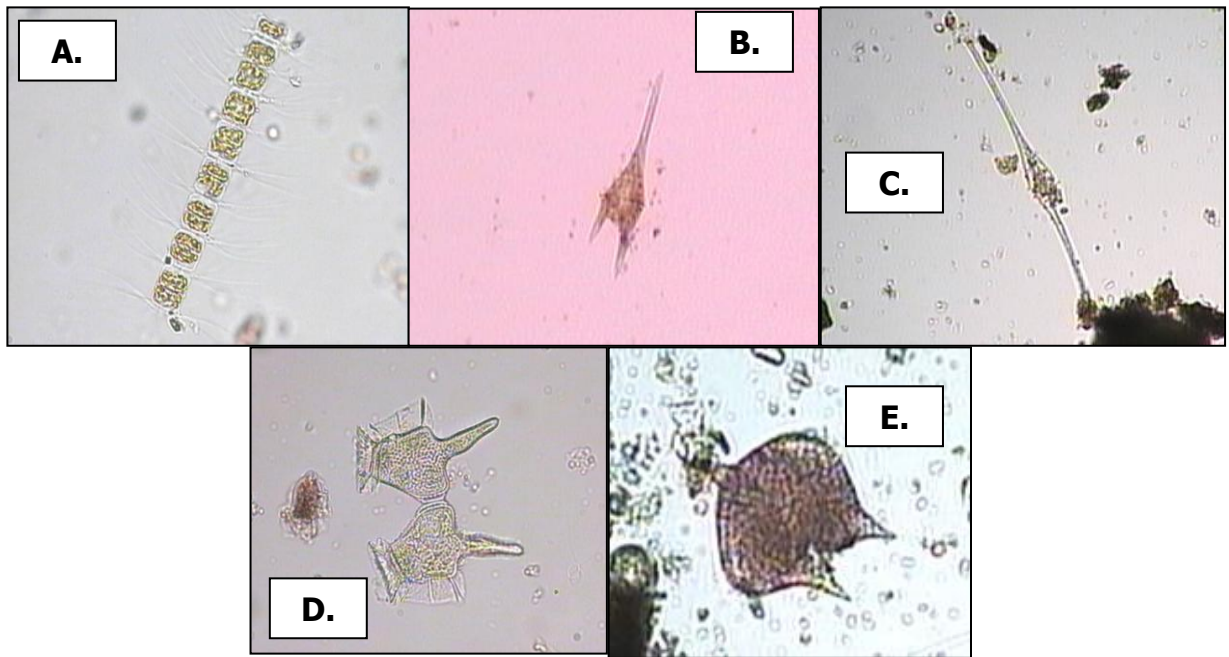
(Pilar *et al.*, 2003). Beberapa jenis *Chaetoceros* memiliki ukuran yang bervariasi, seperti *Chaetoceros ceratosporum* berukuran lebar antara 5 – 7 µm dengan panjang cetae 20 µm, Sedangkan, *C. gracilis* berukuran 6-12 µm (Very dan Fox, 1983).

Chaetoceros berkembang biak secara vegetative, seksual dan resting spora. Namun, umumnya *Chaetoceros* berkembang biak dengan cara pembelahan sel secara vegetative. Mikroalga jenis ini tidak menghasilkan racun (*toxin*). Meskipun demikian, beberapa kejadian kematian ikan pernah dilaporkan seperti yang terjadi di perairan sebelah barat-laut Pasifik Kanada dan United State. Penyebabnya adalah adanya kejadian ledakan alga (*blooming algae*) dari *Chaetoceros concavicornis* dan *C. convolutes*, dimana spesies tersebut memiliki duri dengan gigi-gigi tajam yang dapat tersangkut dalam tisu pada insang ikan. Sehingga, efeknya dapat menyebabkan terjadinya iritasi yang merangsang pembentukan lendir pada insang ikan. Hal tersebut dapat membuat ikan menjadi susah untuk bernafas dan akhirnya mati.

b. *Ceratium furca*

Ceratium furca adalah mikroalga laut bersel tunggal yang tergolong dalam kelas Dinophyceae (Gambar 1.B). Spesies ini mempunyai tubuh yang lurus dengan panjang antara 70 – 200 µm dan lebar antara 30 – 50 µm. *Ceratium furca* merupakan organisme heterotof yang mampu bermigrasi secara vertikal dari permukaan ke bawah pada kolom perairan dan bersifat kosmopolit (Okaichi, 2003; Tomas, 1997). Spesies tersebut memiliki *flagella* yang berfungsi sebagai alat untuk berenang. Selain itu, *Ceratium furca* sering ditemukan dalam jumlah yang melimpah dan mendominasi spesies lain. Spesies ini tidak menghasilkan toksin. Namun, *C.*

- furca* sering dilaporkan terjadi *blooming* yang mengakibatkan kematian massal organisme laut.
- c. *Ceratium fusus*
Spesies ini merupakan fitoplankton air laut yang diklasifikasikan kedalam kelas Dinophyceae (Gambar 1.C). Genus dari *Ceratium* ini memiliki lengan atau tanduk (*horn*) yang dapat membantunya mengambang dalam kolom air, dan mencegah agar tidak bergerak terlalu cepat. Ukuran lebar selnya antara 15 – 30 μm dan panjang antara 200 – 300 μm (Dodge, 1982; Horner, 2002). *Ceratium* adalah organisme yang tidak memproduksi toksin. Namun, dapat menyebabkan *red tide* jika kondisi lingkungan perairannya dapat mendukung dalam pertumbuhannya yang sangat pesat atau disebut dengan *algae bloom*. *Ceratium* adalah *mixotrophs*, mendapatkan makanan baik melalui fotosintesis dan fagositosis.
- d. *Dinophysis caudata*
Spesies ini merupakan fitoplankton air laut dari kelas Dinophyceae. Panjang tubuhnya antara 70 – 110 μm (Gambar 1.D). Selnya sering dijumpai berpasangan atau hanya membentuk *single cell*. *Dinophysis caudata* bereproduksi secara aseksual melalui pembelahan sel secara biner. Distribusinya dapat ditemukan hampir diseluruh dunia baik di negara beriklim *temperate* maupun tropis. Reguera *et al*, (2012) menyatakan bahwa *Dinophysis caudata* termasuk salah satu dari 12 spesies *Dinophysis* yang mampu memproduksi toksin dari jenis *dinophysistoxins* (DTXs) dan *okadaic acid* (OA). Toksin tersebut dapat menyebabkan manusia mengalami keracunan yang disebut *diarrhetic shellfish poisoning* (DSP). DSP menghasilkan gejala gastrointestinal yang umumnya dimulai dalam 30 menit hingga beberapa jam setelah mengkonsumsi kerang yang terkontaminasi toksin tersebut. Gejala utama dari keracunan DSP adalah diare yang akut, dimana serangannya lebih cepat dibandingkan dengan keracunan makanan akibat bakteri. Selain itu, mual, muntah, sakit perut, kram dan kedinginan. Berikut ini adalah gambar dari spesies *Dinophysis caudata*.
- e. *Protoperidinium depressum*
Protoperidinium depressum adalah organisme bersel tunggal termasuk dalam kelompok alga yang disebut dengan *armoured dinoflagellate* (Gambar 1.E). Hal ini karena organisme tersebut memiliki sebuah mantel dibagian luarnya berbentuk tanduk atau duri. *Protoperidinium* tergolong dalam kelas Dinophyceae dan genus *Protoperidinium*. Selnya berukuran 150 μm dan panjang 112 μm , dan terlihat berwarna kuning hingga cokelat. *Protoperidinium* dapat berenang dengan bantuan ekornya yang disebut flagella. Spesies ini dapat ditemukan pada semua area laut baik di area yang beriklim *temperate* maupun tropis. Organisme HAB ini tidak memproduksi toksin, tapi diketahui dapat mengandung toksin karena mengkonsumsi spesies dinoflagelata beracun yang lain, yang disebut *Azadinium*. Tingginya konsentrasi sel dari spesies ini disebut dengan *blooms*, yang dapat menyebabkan *oxygen depletion* di sebuah perairan.

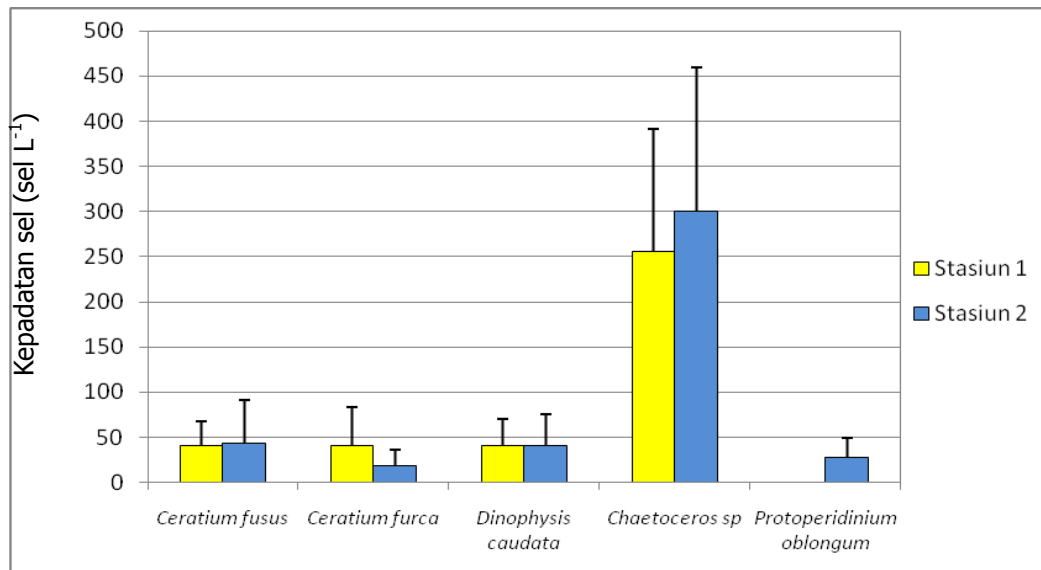


Gambar 1. Fitoplankton *Harmful Algal Bloom* (HAB) yang ditemukan di Lokasi Studi. **A.** *Chaetoceros sp.*, **B.** *Ceratium furca*, **C.** *Ceratium fusus*, **D.** *Dinophysis caudata*., **E.** *Protoperidinium depressum*.

Kepadatan Sel Fitoplankton HAB

Kepadatan rata-rata fitoplankton HAB di 2 stasiun pengamatan disajikan pada Grafik 1. Berdasarkan hasil kajian diperoleh sebanyak 5 spesies fitoplankton HAB yang ditemukan pada kedua lokasi sampling. Namun, selama penelitian berlangsung, spesies HAB tidak menunjukkan adanya kejadian *Red tide* atau menyebabkan adanya kematian pada ikan atau organisme lain di lokasi pengamatan. Tingkat kepadatan sel dari kelima spesies *Chaetoceros sp*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Dinophysis caudata* dan *Peridinium depressum* masing-masing adalah berkisar antara 150 – 600 sel. L⁻¹,

25 – 125 sel. L⁻¹. 25 – 150 sel. L⁻¹. 25 – 100 sel. L⁻¹ dan 25 – 50 sel. L⁻¹. *Chaetoceros sp* memperlihatkan tingkat kepadatan sel yang lebih tinggi (rata-rata 322±92 sel. L⁻¹), jika dibandingkan dengan 4 spesies fitoplankton HAB lainnya. Keempat spesies HAB tersebut yaitu *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Dinophysis caudata* dan *Peridinium depressum* dicatat hanya memiliki kepadatan sel rata-rata yang lebih rendah yaitu 34±31 sel. L⁻¹. Sedangkan, spesies *Peridinium depressum* tidak ditemukan di Stasiun 2 (perairan Juata laut) selama penelitian ini.



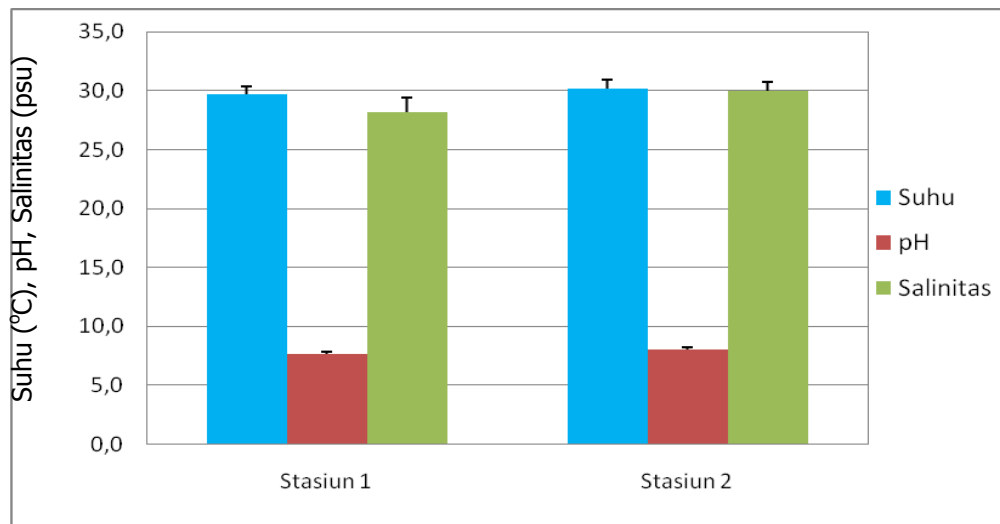
Grafik 1. Kepadatan sel rata-rata spesies fitoplankton HAB yang diidentifikasi di perairan lokasi studi.

Empat dari Lima spesies organisme HAB yang ditemukan di perairan Tarakan dalam kajian ini juga pernah dilaporkan oleh Noor *et al.*, (2012) di perairan pantai timur Sabah, Malaysia. Dari hasil kajiannya, diperoleh tingkat kepadatan sel fitoplankton HAB yang lebih tinggi dibandingkan yang dilaporkan dalam studi ini. Di perairan pantai Sabah, kepadatan sel rata-rata dari spesies *Chaetoceros sp*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, dan *Dinophysis caudata* masing-masing adalah 1.500 sel L⁻¹, 12.000 sel L⁻¹, 4.000 sel L⁻¹, dan 1.700 sel L⁻¹. Dua spesies menunjukkan densitas sel yang lebih tinggi yaitu *Ceratium furca* dan *C. fusus*. Namun, dari kajian tersebut tidak dilaporkan adanya kejadian *red tide* atau *Harmful algal bloom*.

Di perairan estuaria Urdaibai (sebelah utara Spanyol), *Chaetoceros sp* pernah dilaporkan terjadi *blooming* dengan kepadatan sel maksimum hingga mencapai 12×10^6 sel L⁻¹ (Trigueros *et al.*, 2011). Di perairan Hongkong, *Ceratium furca* telah dilaporkan menyebabkan terjadinya *red tide* dengan kepadatan sel sebesar 35×10^6 sel L⁻¹ (Wong *et al.*, 2008).

Kondisi Lingkungan Perairan di Lokasi Studi

Hasil pengukuran suhu, pH dan salinitas perairan di lokasi penelitian disajikan pada Grafik 2. Suhu permukaan perairan di Stasiun 1 (pelabuhan Tengkeyu 2), menunjukkan variasi antara 28.8 – 30.5 °C. Sedangkan, di Stasiun 2 (Pantai Amal) suhu dicatat antara 29.1 – 31.4 °C. Sementara, parameter pH di Stasiun 1 diperoleh kisaran antara 7,5 – 7,9 °C dan Stasiun 2 adalah antara 7,8 – 8,3. Selanjutnya, parameter salinitas di Stasiun 1 berkisar antara 26,4 – 30,1 psu dan di Stasiun 2 dicatat antara 28,5 – 31,1 psu. Dari hasil analisis statistik menggunakan *Independent T-test* memperlihatkan bahwa tidak ada perbedaan suhu perairan ($P > 0.05$) antara Stasiun 1 dan 2. Sedangkan, kondisi pH dan salinitas pada kedua stasiun terdapat perbedaan yang signifikan ($P < 0.05$). Hal ini menjelaskan bahwa kedua stasiun pengamatan memiliki karakteristik atau variasi suhu yang sama. Namun, kedua stasiun pengamatan memiliki perbedaan kondisi pH dan salinitas, dimana pada Stasiun 2 (Pantai Amal) memperlihatkan kandungan pH dan salinitas yang relatif lebih tinggi dibandingkan Stasiun 1 (Pelabuhan Tengkeyu 2).



Grafik 2. Suhu, pH dan salinitas selama penelitian dilakukan di perairan pesisir Kota Tarakan.

Suhu memiliki peranan penting dalam pertumbuhan fitoplankton. Beberapa peneliti menghubungkan antara pertumbuhan kepadatan sel fitoplankton dengan parameter fisika dan kimia perairan, untuk memperoleh gambaran kondisi lingkungan perairan yang optimum dalam perkembangannya. Seperti yang dilaporkan oleh Baek *et al*, (2007) dari hasil penelitiannya diperoleh bahwa *Ceratium fusus* tidak dapat berkembang dengan baik pada suhu $<16^{\circ}\text{C}$ dan salinitas >34 psu. Meskipun demikian, *Ceratium fusus* masih mampu bertahan hidup pada suhu 1,7 hingga $27,0^{\circ}\text{C}$ dan salinitas antara 14,4 dan 34,8 psu. France *et al*, (2006) melaporkan bahwa spesies dari *Dinophysis* di Laut Adriatic, Italy, mampu hidup pada suhu antara $8,9 - 25,6^{\circ}\text{C}$, dan salinitas antara 35.5 – 37.9 psu. Kepadatan sel *Dinophysis* tertinggi dicatat pada kondisi suhu yang lebih hangat yaitu 23°C .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari kajian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat sebanyak 5 species fitoplankton yang berpotensi menyebabkan HAB (*Harmful algal bloom*) atau kejadian ledakan alga berbahaya di perairan pesisir Tarakan.

Kelima spesies tersebut terdiri dari *Chaetoceros sp* dari kelas Bacillariophyceae, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Dinophysis caudata* dan *Protoberidinium depressum* dari kelas Dinophyceae.

2. Dari kelima spesies yang diidentifikasi, ditemukan 1 spesies yang dapat memproduksi racun dari jenis *dinophysistoxins* (DTXs) dan *okadaic acid* (OA), yang dapat menyebabkan manusia keracunan *diarrhetic shellfish poisoning* (DSP) melalui kerang yang telah terkontaminasi.
3. Kepadatan sel dari kelima spesies yang terdiri dari *Chaetoceros sp*, *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Dinophysis caudata* dan *Protoberidinium depressum* masing-masing adalah berkisar antara 150 – 600 sel. L-1, 25 – 125 sel. L-1, 25 – 150 sel. L-1, 25 – 100 sel. L-1, dan 25 – 50 sel. L-1.

DAFTAR PUSTAKA

- Baek, S.H., Shimode, S., Kikuchi, T. 2007. *Reproductive Ecology of the Dominant Dinoflagellate, Ceratium fusus, in Coastal Area of Sagami Bay, Japan.* Journal of

- Oceanography, Vol. 63, pp. 35 to 45.
- Lee, Y.S. and Lee, S.Y. 2006. *Factors affecting outbreaks of Cochlodinium polykrikoides blooms in coastal areas of Korea*. Mar. Pollut. Bull. 52: 626 – 634.
- Okaichi, T. 2003. *Red tides*. Terra Scientific Publishing Company, Tokyo: xvi + 439 pages.
- Pilar.M.S. Saavedra and D. Voltolina. 2003. *The chemical composition of Chaetoceros sp.* (Bacillariophyceae) under different light conditions de Educación Superior de Ensenada, (C.I.C.E.S.E.), Departamento de Acuicultura, Ave. Espinoza 843, Apdo.
- Ting, T.M. and Joseph, T.S.W. 1989. *Summary of Red tide and Paralytic Shellfish Poisonings in Sabah, Malaysia*. In Hallegraeff, G.M. and Maclean, J.L. Biology, epidemiology and management of Pyrodinium red tides. ICLARM Conference Proceedings 21. pp 19 – 26.
- Tomas, C. R. 1996. *Marine Plankton Identification*. Academic Press, London. 875 pages.
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2006. *A World of Science, Vol. 4 No. 3*.
- Wong, Y.K., K.Y. Ng, T.I. Tong and K.C. Ho, 2010. *A Ceratium furca bloom in inner Tolo Harbour, Hongkong*. Proceeding of 13th International Conference on Harmful Algae, November 3-7, 2008, Hongkong, China; pp:13.