

**DISTRIBUSI SPASIAL DINOFLAGELLATA PLANTONIK DI PERAIRAN
MAKASSAR, SULAWESI SELATAN**

***SPATIAL DISTRIBUTION OF PLANKTONIC DINOFLAGELLATE IN MAKASSAR
WATERS, SOUTH SULAWESI***

Abd. Saddam Mujib^{1*}, Ario Damar², dan Yusli Wardiatno²

¹Sekolah Pascasarjana, Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir, IPB - Bogor

²Departemen Manajemen Sumberdaya Pesisir, Institut Pertanian Bogor, Bogor

*Email: mujibassoniworaspl@gmail.com

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the harmful species of dinoflagellates, to determine the concentration of nutrients in surface waters, and to analyze factors affecting the ecological aspects of the harmful dinoflagellates. The results showed that there were 7 genus of dinoflagellates found in this study i.e., Ceratium spp., Gymnodinium sp., Dinophysis sp., Gonyaulax sp., Noctiluca sp., Protoperidinium spp., and Peridinium sp. Protoperidinium spp. and Ceratium spp. were the predominant species, with their abundance ranged of 9-659 cells/L and 6-556 cells/L, respectively. In temporal scale, values of DO and water light penetration were not significantly different ($\alpha > 0.05$), while for the parameter of nutrients, salinity, and abundance were significantly different ($\alpha < 0.05$). Total abundance of dinoflagellates was significantly correlated with nitrate, nitrite, ammonia, phosphate, salinity, and DO. Harmful dinoflagellate species such as Dinophysis sp. (DSP), Gymnodinium spp. (NSP and PSP), Noctiluca sp. (anaerobic), and Gonyaulax sp. (anaerobic) were observed in the study area. The high concentration of ammonia (> 1 mg/L) in the waters of Losari beach also indicated that the area was affected by anthropogenic activities. Minimizing nutrient inputs from the land was becoming the most priority measure to be done to avoid such effects related to dinoflagellate harmful algae blooms.

Keywords: anthropogenic, dinoflagellates, harmful species, Makassar, nutrients.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dinoflagellata berbahaya, serta faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan jenis dinoflagellata berbahaya ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada tujuh jenis dinoflagellata yang ditemukan pada penelitian ini, yaitu; Ceratium spp., Gymnodinium sp., Dinophysis sp., Gonyaulax sp., Noctiluca sp., Protoperidinium spp., dan Peridinium sp. Spesies Protoperidinium spp. dan Ceratium spp. merupakan spesies dominan dengan kelimpahan masing-masing berkisar antara 9-659 cells/L and 6-556 cells/L. Perbandingan antar waktu pengukuran menunjukkan bahwa untuk parameter DO dan kecerahan tidak berbeda nyata ($\alpha > 0,05$), sedangkan nilai parameter unsur hara, salinitas, dan kelimpahan dinoflagelata berbeda nyata baik antar waktu pengambilan contoh maupun antar stasiun ($\alpha < 0,05$). Hal ini juga didukung oleh hasil analisis *spearman correlation* yang menunjukkan bahwa kelimpahan total dinoflagellata dipengaruhi oleh NO_3 , NO_2 , NH_3 , PO_4 , dan salinitas. Pada perairan Makassar dijumpai beberapa *harmful species* seperti Dinophysis sp. (DSP), Gymnodinium spp. (NSP dan PSP), Noctiluca sp. (anaerob), dan Gonyaulax sp. (anaerob). Kelimpahan dinoflagellate dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti unsur hara dan salinitas. Tingginya konsentrasi amoniak (> 1 mg/L) di daerah Pantai Losari juga mengindikasikan bahwa daerah tersebut sangat terkena dampak *anthropogenic*. Untuk mengurangi dampak anthropogenic di perairan Makassar, perlu dilakukan suatu pengelolaan di daerah *watershed*, untuk meminimalisir pengkayaan nutrient di perairan pesisir Makassar.

Kata kunci: antropogenik, dinoflagellata, spesies berbahaya, Makassar, nutrien.

I. PENDAHULUAN

Kejadian pasang merah (*redtide*) atau secara umum dikenal sebagai HAB (*Harmful Algal Bloom*) telah menjadi suatu fenomena di lingkungan global (McGillicuddy Jr *et al.*, 2014). Peristiwa ini melanda hampir seluruh kawasan yang memiliki pesisir dan laut, baik itu daerah tropis maupun subtropis. Saat ini negara yang paling parah menghadapi pencemaran alga berbahaya ini adalah Cina, Taiwan, dan Jepang serta beberapa negara di Eropa. Menurut Wardiatno *et al.* (2013) dan Damar *et al.* (2012), beberapa tempat di Indonesia pernah terjadi peristiwa HAB, seperti di Teluk Lampung dan Teluk Jakarta. Hal ini dikarenakan tingginya unsur hara ditambah lagi tenangnya perairan di perairan tersebut sehingga mendukung pertumbuhan dinoflagellata. Beberapa dari negara tersebut (Cina, Taiwan, Jepang, Florida Korea) bergabung dan membentuk suatu komisi yang khusus menangani masalah ini (Glibert *et al.*, 2005). Hal ini karena dampak dari terjadinya HAB dapat membuat prekonomian menjadi terpuruk terutama pada sektor perikanan, baik itu perikanan tangkap maupun budidaya. Selain itu, HAB juga memberikan dampak yang sangat buruk bagi kesehatan masyarakat, terutama yang mengonsumsi ikan sebagai sumber protein. Hal ini karena berbagai jenis racun yang ditimbulkan oleh HAB dapat menyebabkan berbagai macam gangguan syaraf hingga dapat menyebabkan kematian (Burkholder, 1998).

Dinoflagellata merupakan kelas fitoplankton yang sangat dominan pada kejadian HABs dan sering dihubungkan dengan meningkatnya masukan nutrisi ke ekosistem pesisir sebagai konsekuensi aktivitas manusia. HABs ini banyak terjadi di area-area dimana aktivitas manusia atau populasi manusia tidak diperhatikan peningkatannya dan merupakan faktor-faktor yang berkontribusi dalam kejadian tersebut (Glibert *et al.*, 2005). Ada lima jenis racun yang dapat diproduksi oleh dinoflagellata, yaitu *Paralytic Shellfish*

Poisoning (PSP), *Diarrehetic Shellfish Poisoning (DSP)*, *Neurotoxic Shellfish Poisoning (NSP)*, *Amnesic Shellfish Poisoning (ASP)*, dan *Ciguatera Fish Poisoning (CFP)* (Burkholder, 1998)

Perairan Makassar merupakan perairan yang sudah masuk kategori eutrofik. Konsentrasi nitrat sudah cukup tinggi, yaitu 18-418 μL dan konsentrasi fosfat mencapai 18-91 μL (Faizal *et al.*, 2012). Tingginya masukan nutrisi dapat merangsang pertumbuhan dinoflagellata di perairan tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kelimpahan dinoflagellata dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kelimpahan dinoflagellata tersebut.

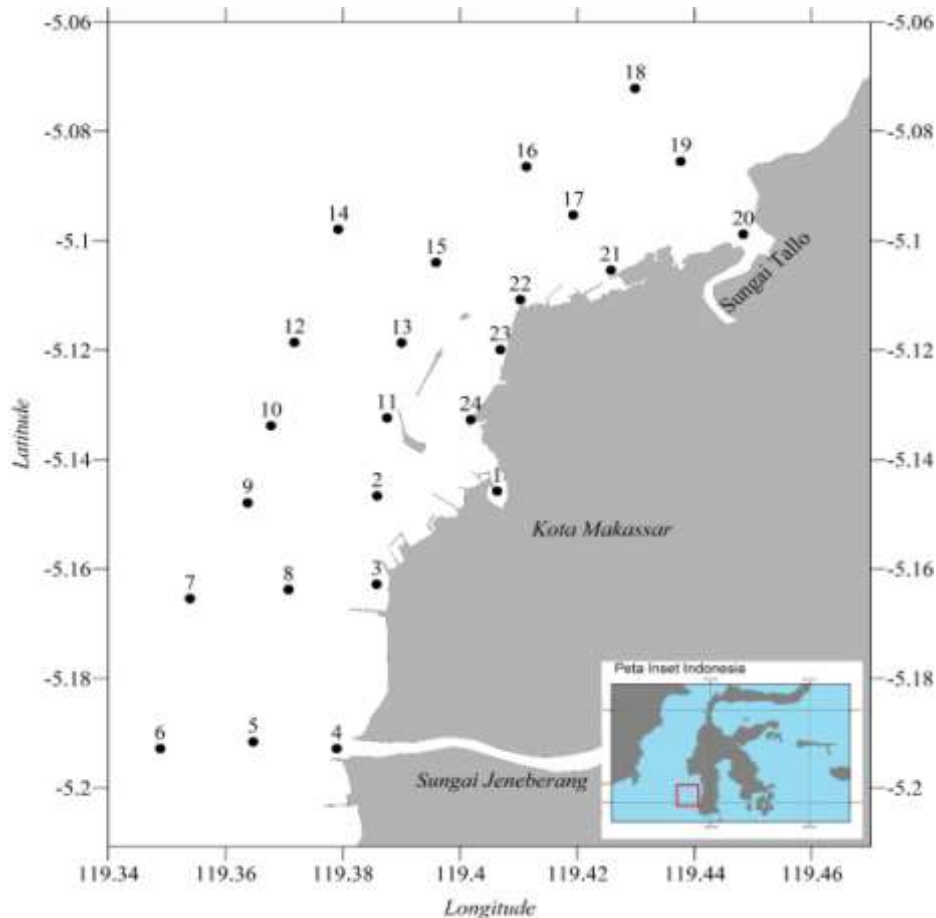
II. METODE PENELITIAN

2. 1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Pesisir Kota Makassar Sulawesi Selatan pada bulan Oktober – Desember 2014 (Gambar 1) Penetapan lokasi penelitian tersebut berdasarkan pertimbangan bahwa daerah tersebut mendapat suplai unsur hara yang besar dari dua sungai dan telah berada pada level eutrofik (Faizal *et al.*, 2012).

2. 2. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan berdasarkan parameter atau objek dalam pengambilan contoh. Penelitian terbagi dalam 2 kegiatan utama yaitu pengambilan contoh di lapangan dan analisis di laboratorium. Penentuan stasiun didasari oleh rejim nutrisi dengan asumsi bahwa semakin jauh dari pantai, nutrisi akan semakin menurun. Pengulangan pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali dengan selang waktu 2 minggu. Pengambilan pertama dilakukan sebelum turunnya hujan, pengambilan kedua setelah sekali turunnya hujan, dan pengambilan ketiga setelah beberapa kali turun hujan. Kualitas air diukur menggunakan Water Quality Checker (WQC). Pengambilan sampel plankton menggunakan plank-



Gambar 1. Lokasi Penelitian.

ton flowmeter di mulut jaring dan dilakukan secara vertical pada kedalaman maksimal 20 meter. Pengambilan sampel air untuk unsur hara seperti amoniak, nitrit, nitrat, dan ortofosfat menggunakan botol Niskin bervolume 5 liter. Analisis unsur hara dilakukan di Laboratorium Oseanografi Kimia, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin dan pencacahan dinoflagellate menggunakan metode APHA (1994) dilakukan di Puslitbang, LP3K Universitas Hasanuddin.

2. 3. Perhitungan Kelimpahan Dinoflagellata di Kolom Perairan

Alur dari Sedgewick-Rafter merupakan susunan volume air sampel dengan panjang 50 mm, tinggi 1 mm dan lebar 20 mm. Jumlah dari alur yang dihitung adalah ketelitian dari nilai perhitungan or-

ganisme per alur. Adapun perhitungan dinoflagellata pada Sedgewick-Rafter adalah sebagai berikut (APHA, 1994):

$$N = nx \frac{V_t}{V_{cg}} \times \frac{1}{V_d}$$

dimana: N=kelimpahan total plankton (*cell/L*); n=jumlah sel plankton yang teramati (*cell*); V_t =volume sampel yang tersaring (ml); V_{cg} =volume SRC(ml); V_d =volume sampel yang disaring (L).

2. 3. Analisis Data

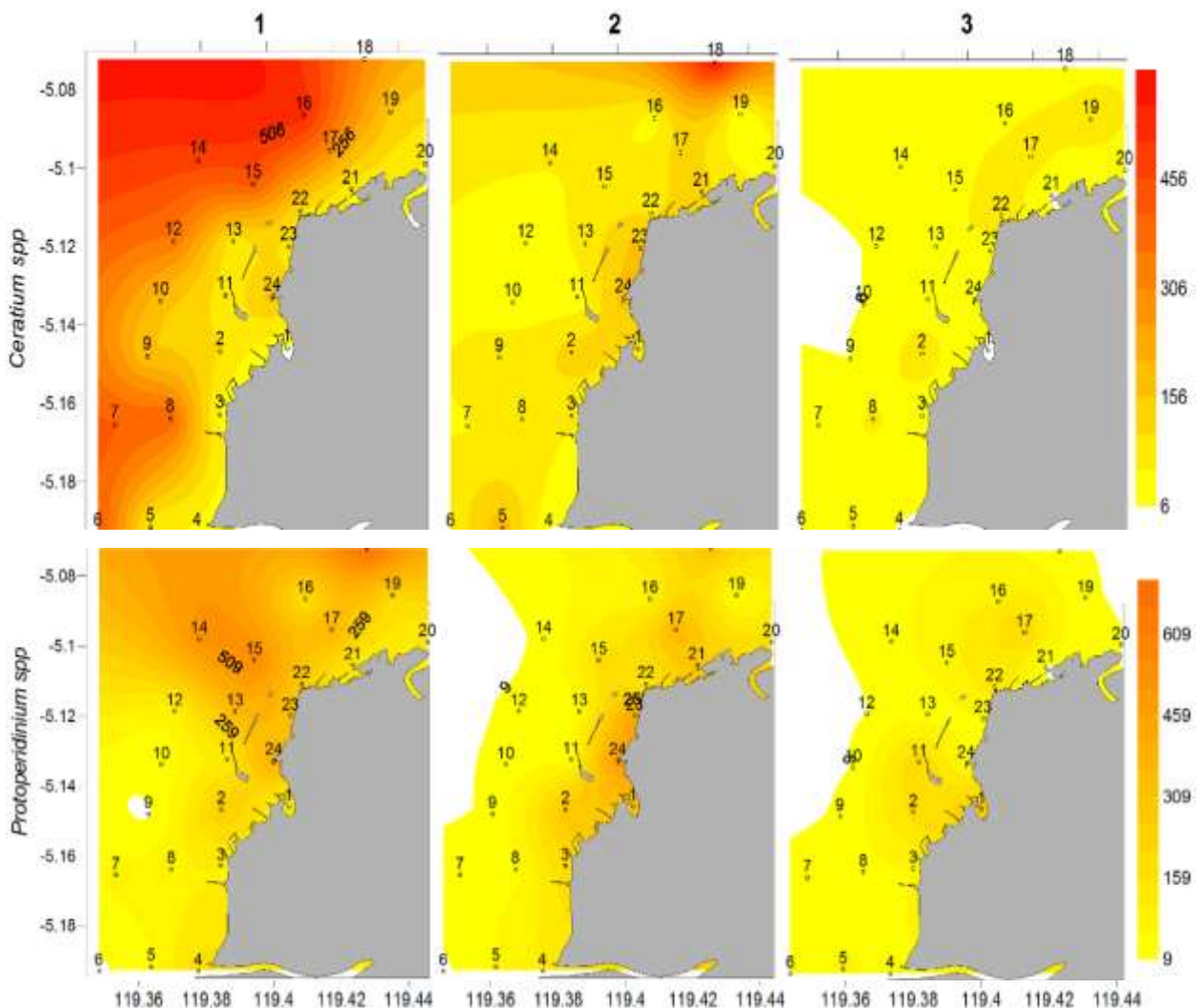
Analisis data dilakukan menggunakan *Spearman Rank Correlation* dan *One Way ANOVA* untuk mengetahui hubungan jenis dinoflagelata terhadap parameter dan uji beda.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. 1. Hasil

Protoperdinium spp. dan *Ceratium* spp. merupakan jenis yang mendominasi Perairan Makassar (Gambar 2). Kelimpahan jenis *Protoperdinium* spp. pada pengambilan pertama adalah 5000 *cell/L*, pengambilan kedua sebesar 3500 *cell/L*, dan pengambilan ketiga sebesar 1800 *cell/L* sedangkan, kelimpahan jenis *Ceratium* spp. pengambilan pertama sebesar 4000 *cell/L*, pengambilan kedua sebesar 2000 *cell/L*, dan pengambilan ketiga sebesar 900 *cell/L*. Pada pengambilan pertama, kelimpahan dinoflagellata berkore-

lasi negatif terhadap NH_3 dan rasio NP. Semakin tinggi konsentrasi NH_3 dan rasio NP, maka semakin rendah kelimpahan dinoflagellata. Hal ini dikarenakan NH_3 dapat mengakibatkan berkurangnya oksigen di perairan sehingga dapat menghambat pertumbuhan dinoflagellata. Pada pengambilan kedua, kelimpahan dinoflagellata berkorelasi negatif terhadap pH dan kecerahan, semakin tinggi pH dan kecerahan maka semakin rendah kelimpahan dinoflagellata. Pada pengambilan ketiga, tidak terlihat korelasi yang signifikan oleh berbagai parameter lingkungan terhadap kelimpahan dinoflagellata.

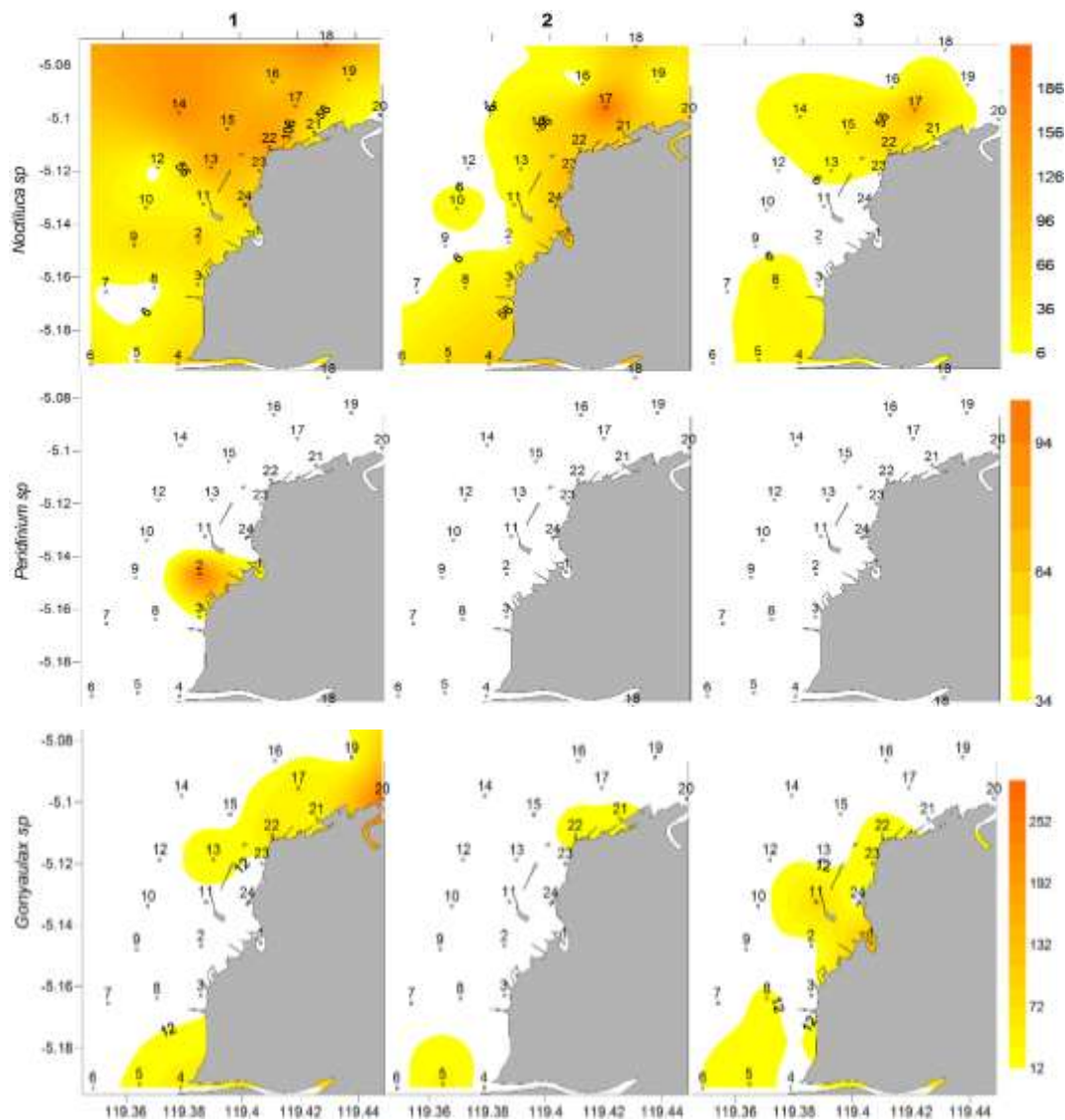


Gambar 2. Jenis dinoflagellata dominan pada pengambilan ke-1, 2, dan 3.

Ceratium spp. merupakan jenis dinoflagellata terbanyak kedua yang ditemukan di Perairan Makassar. Secara keseluruhan, kelimpahan *Ceratium* spp. berkisar antara 6-590 cell/L (Gambar 2). Kelimpahan tertinggi berada di pengambilan pertama (35-531 cell/L) dan terendah pada pengambilan ketiga (6-97 cell/L). Kelimpahan tertinggi berada di pengambilan ketiga (6-221 cell/L) dan kelimpahan terendah berada di pengambilan kedua (18-35 cell/L). Stasiun yang memiliki kelimpahan tertinggi yaitu stasiun 8 (221 cell/L). Berdasarkan skala temporal, kelimpahan tertinggi *Gymnodinium* sp. berada di pengambilan kedua (15-336 cell/L) dan

terendah berada di pengambilan ketiga (9-159 cell/L). Stasiun dengan kelimpahan tertinggi (stasiun 24) berada dekat pelabuhan Kota Makassar.

Kelimpahan *Gonyaulax* sp. secara keseluruhan didapatkan antara 12-280 cell/L (Gambar 3). Kelimpahan tertinggi berada pada pengambilan pertama (21-280 cell/L), sedangkan kelimpahan terendah berada pada Pengambilan kedua (21-44 cell/L). Stasiun yang memiliki kelimpahan tertinggi pada pengambilan pertama yaitu stasiun 20 (280 cell/L). Stasiun tersebut berada di Muara Sungai Tallo.



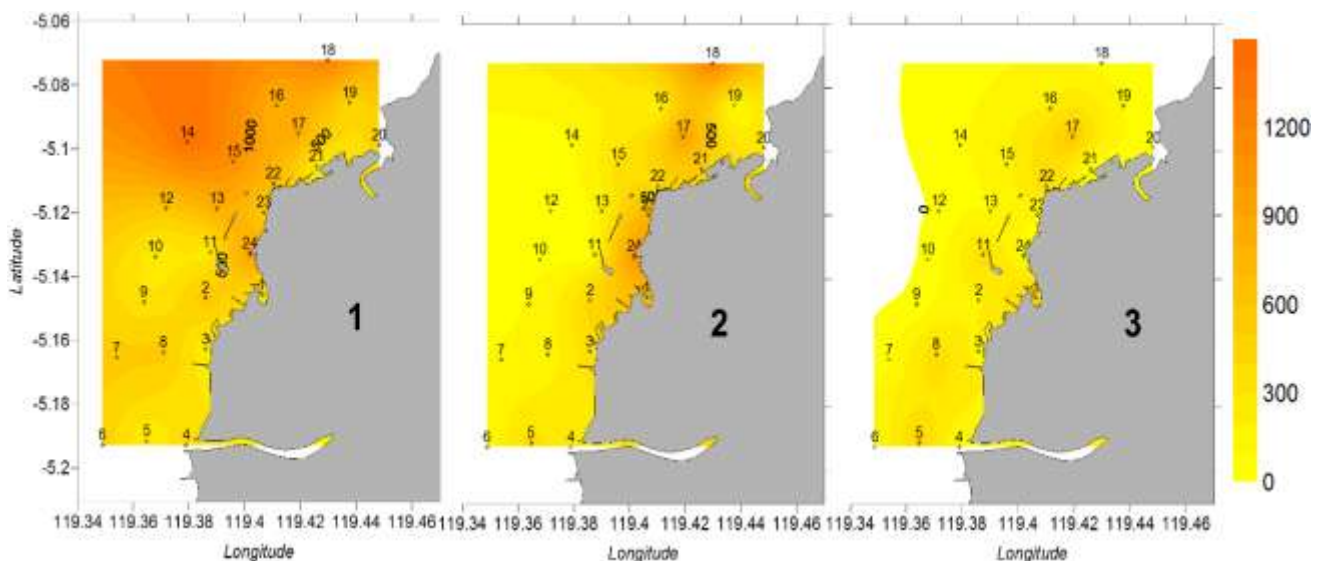
Gambar 3. Jenis dinoflagellata dengan kelimpahan rendah pada pengambilan ke-1, 2, dan 3.

Pada Pengambilan pertama, *Noctiluca* sp. hampir ditemukan di semua stasiun dengan kelimpahan berkisar 12-189 cell/L. Pada pengambilan tersebut terdapat enam stasiun yang memiliki kelimpahan >100 cell/L yaitu stasiun 13, 14, 15, 17, 18, dan 22. Pengambilan kedua, Kelimpahan *Noctiluca* sp. berkisar 6-207 cell/L, tetapi hanya ada dua stasiun yang tinggi yaitu stasiun 17 (207 cell/L) dan stasiun 23 (103 cell/L). Stasiun lain memiliki kelimpahan <100 cell/L. Pada Pengambilan ketiga, kelimpahan *Noctiluca* sp. mengalami penurunan yang berkisar 6-124 cell/L. Hanya ada satu stasiun yang memiliki kelimpahan >100 cell/L yaitu stasiun 17 sedangkan stasiun yang lain memiliki kelimpahan <100 cell/L.

Protoperidinium spp. merupakan jenis yang paling tinggi kelimpahannya di lokasi penelitian (9-708 cell/L). Kelimpahan tertinggi berada pada pengambilan pertama (35-708 cell/L). Kelimpahan terendah berada pada pengambilan ketiga (9-269 cell/L). Berdasarkan waktu, kelimpahan *Protoperidinium* spp. semakin menurun pada tiap pengambilan contoh. Dari tujuh jenis yang ditemukan, *Peridinium* sp. merupakan jenis dari dinoflagellata yang paling sedikit ditemukan di Perairan Makassar (lihat

Gambar 3). *Peridinium* sp. ditemukan berkisar 35-103 cell/L (Gambar 4) hanya ditemukan di pengambilan pertama.

Kelimpahan total dinoflagelata ditemukan berkisar antara 6-1407 cell/L. Pada pengambilan pertama sampai dengan pengambilan ketiga, kelimpahan dinoflagelata mengalami penurunan (Gambar 4). Kelimpahan tertinggi berada pada pengambilan pertama (145-1407 cell/L), tertinggi kedua pada pengambilan kedua (54-1080 cell/L) dan terendah pada pengambilan ketiga (6-584 cell/L). Ada tujuh jenis dinoflagelata ditemukan pada penelitian ini, yaitu; *Ceratium* spp., *Gymnodinium* sp., *Dinophysis* sp., *Gonyaulax* sp., *Noctiluca* sp., *Protoperidinium* spp., dan *Peridinium* sp. *Protoperidinium* spp. dan *Ceratium* spp. merupakan spesies predominan yang kelimpahannya berkisar 9-659 cell/L dan 6-556 cell/L. Spesies yang sering ditemukan di stasiun dengan kelimpahan tinggi pada setiap pengambilan adalah *Ceratium* spp., *Gymnodinium* sp., *Noctiluca* sp., dan *Protoperidinium* spp. Pada penelitian ini, ditemukan beberapa harmful species yaitu; *Dinophysis* sp. (DSP), *Gymnodinium* spp. (NSP dan PSP), *Noctiluca* sp. (anaerob), dan *Gonyaulax* sp. (anaerob).



Gambar 4. Kelimpahan total dinoflagellata (cell/L) pada pengambilan ke-1, 2, dan 3.

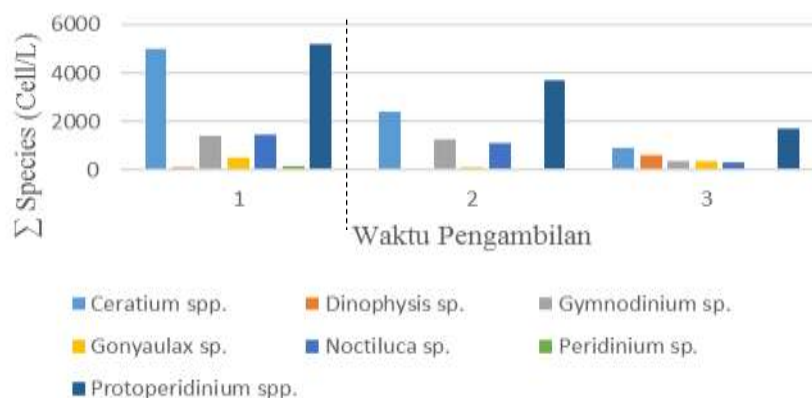
3. 2. Pembahasan

Ceratium spp., *Gymnodinium* sp., *Noctiluca* sp., dan *Protoperidinium* spp. Merupakan jenis dinoflagelata yang selalu ditemukan di stasiun yang memiliki kelimpahan tertinggi antar waktu pengambilan contoh (Gambar 5). Keempat genus ini dapat memiliki toleransi yang tinggi terhadap perubahan variasi nutrisi sehingga mampu berkompetisi dengan genus lain. Dari keempat spesies tersebut, *Gymnodinium* sp. merupakan *harmful-species* yang dapat membahayakan perairan jika terjadi ledakan populasi/*blooming*. Kelimpahan dari jenis ini belum masuk kategori *blooming*. Menurut Thoha dan Rachman (2013), Fitoplankton dikatakan *blooming* ketika kelimpahannya >5000 cell/L. Akan tetapi, hal ini tetap saja dapat membahayakan ekosistem pesisir karena dapat memproduksi racun dan masuk ke rantai makanan.

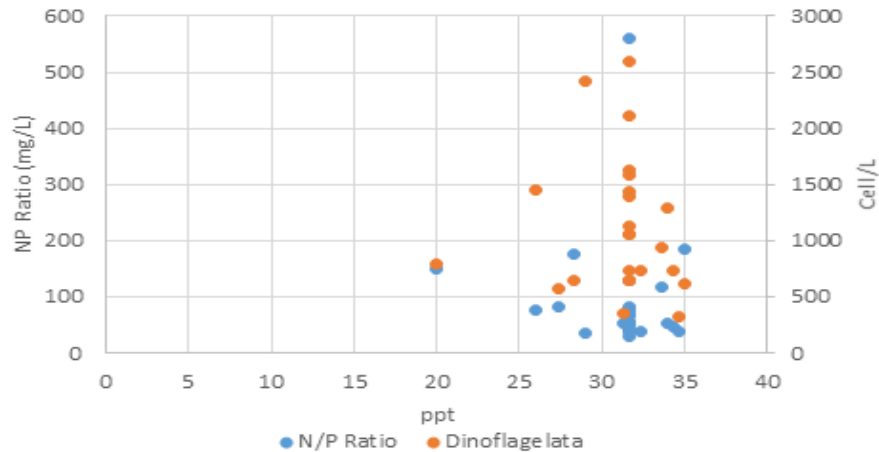
Ceratium spp. dan *Protoperidinium* spp. merupakan dua jenis dinoflagelata yang dominan di Perairan Makassar. Walaupun kondisi nutrisi berbeda nyata antar waktu pengambilan contoh ($p < 0,05$), tetapi kelimpahannya selalu mendominasi perairan. Hal ini menandakan bahwa kelimpahan dari dua jenis tersebut tidak terlalu dipengaruhi oleh fluktuasi nutrisi di perairan. Dua jenis tersebut selalu mendominasi perairan tropis dikarenakan memiliki toleransi yang luas terhadap kondisi nutrisi. Seperti yang dinyai-

takan oleh Thoha (2004) bahwa *Protoperidinium* spp. dan *Ceratium* spp. selalu dominan di perairan tropis yang memiliki fluktuasi nutrisi seperti Indonesia.

Hasil penelitian Gul dan Nawaz (2014) telah membuktikan bahwa *Protoperidinium* spp. sangat toleran terhadap perairan tropis. Berdasarkan hasil penelitian ini, Kelimpahan *Protoperidinium* spp. melimpah di semua pengambilan. Berdasarkan (Tabel 1), Pada pengambilan pertama, kelimpahan *Protoperidinium* spp. berkorelasi positif terhadap kandungan DO di perairan. Semakin tinggi kandungan DO di perairan, semakin tinggi pula kelimpahan *Protoperidinium* spp. Selain dari itu, rasio NP juga berkorelasi positif terhadap kelimpahan *Protoperidinium* spp. tetapi secara spasial, sebaran dinoflagelate selalu ditemukan pada rasio NP < 200 mg/L dengan salinitas 28–35. Sebaran tersebut memiliki kelimpahan yang tidak tinggi karena kemungkinan terjadi suatu kompetisi. Berbeda pada rasio NP 400–500 mg/L, kelimpahan dinoflagelata tinggi kemungkinan dikarenakan kurang kompetisi yang terjadi (Gambar 6). Pada pengambilan kedua, kelimpahan menurun dan dipengaruhi oleh beberapa parameter yang berkorelasi positif seperti PO_4 , NH_3 , rasio NP, dan pH sedangkan salinitas berkorelasi negatif terhadap kelimpahan *Protoperidinium* spp. Pada pengambilan ketiga, kelimpahan *Protoperidinium* spp. berkorelasi rendah terhadap semua parameter yang diukur. Hal ini



Gambar 5. Komposisi jenis dinoflagellata.



Gambar 6. Rasio NP dan salinitas terhadap kelimpahan dinoflagelata.

Tabel 1. Matriks korelasi dinoflagelata terhadap parameter lingkungan.

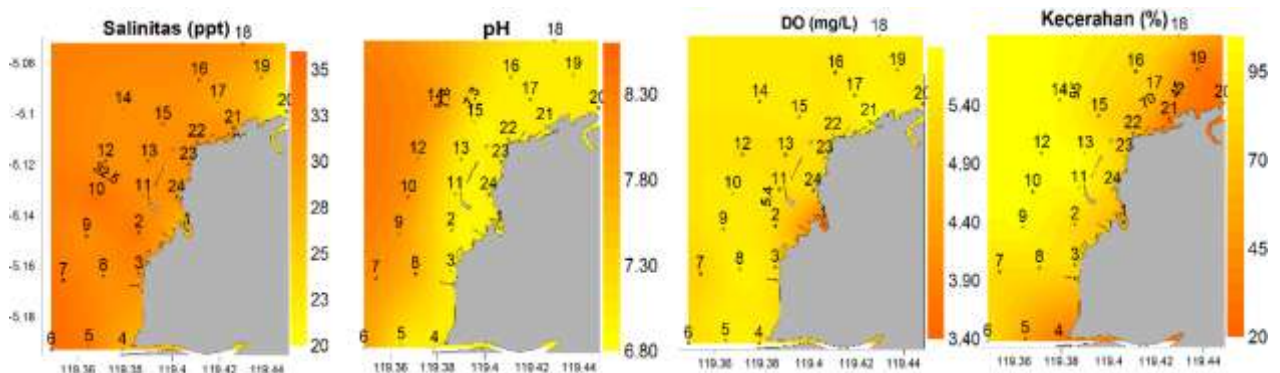
	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)	N/P	pH	Salinitas	DO	Keccerahan (%)
Pengambilan 1									
<i>Ceratium</i> spp.	0,214	-0,054	0,571	-0,857	-0,679	0,857	0,505	0,607	0,901
<i>Dinophysis</i> sp.	-0,579	0,607	0,267	0,134	-0,223	0,134	0,157	0,267	-0,202
<i>Gymnodinium</i> sp.	0,270	-0,382	0,487	-0,450	-0,468	-0,162	0,245	0,198	0,555
<i>Gonyaulax</i> sp.	-0,667	0,345	-0,360	-0,144	0,126	-0,252	0,164	0,126	-0,373
<i>Noctiluca</i> sp.	-0,185	0,262	0,889	-0,852	-0,927	0,259	0,430	0,927	0,711
<i>Peridinium</i> sp.	0,223	0,045	0,223	0,535	0,089	-0,535	-0,494	-0,134	-0,270
<i>Protoperidinium</i> spp.	-0,107	0,342	0,571	-0,750	-0,607	0,036	0,180	0,821	0,450
Total Kelimpahan	0,245	-0,262	0,275	-0,461	-0,446	-0,093	0,382	-0,075	0,224
Pengambilan 2									
<i>Ceratium</i> spp.	-0,300	-0,600	0,600	0,600	-0,100	0,000	0,154	0,100	0,300
<i>Dinophysis</i> sp.	0,224	-0,335	-0,447	-0,447	0,224	0,671	0,688	-0,335	0,671
<i>Gymnodinium</i> sp.	-0,205	-0,154	0,872	0,872	-0,410	-0,462	-0,289	-0,205	-0,103
<i>Gonyaulax</i> sp.	-0,783	-0,671	0,224	0,224	-0,112	0,335	0,344	0,671	0,335
<i>Noctiluca</i> sp.	-0,100	0,800	0,700	0,700	-0,700	-1,000	-0,975	-0,300	-0,900
<i>Protoperidinium</i> spp.	-0,300	0,600	0,900	0,900	-0,900	-0,900	-0,821	-0,400	-0,700
Total Kelimpahan	0,013	0,119	0,185	-0,085	-0,155	-0,541	-0,16	-0,031	-0,478
Pengambilan 3									
<i>Ceratium</i> spp.	0,600	-0,257	-0,314	-0,657	0,486	0,086	-0,029	0,543	0,086
<i>Dinophysis</i> sp.	-0,516	-0,759	0,152	0,030	-0,213	0,638	0,820	0,395	0,759
<i>Gymnodinium</i> sp.	0,319	-0,580	0,203	-0,551	0,377	-0,348	-0,087	-0,203	0,145
<i>Gonyaulax</i> sp.	-0,290	-0,174	0,261	0,319	-0,232	0,203	0,290	0,116	0,638
<i>Noctiluca</i> sp.	0,429	-0,543	-0,257	-0,829	0,486	0,029	0,086	0,257	-0,200
<i>Protoperidinium</i> spp.	0,029	-0,429	0,371	-0,086	0,200	-0,429	-0,200	-0,486	0,429
Total Kelimpahan	-0,084	-0,175	0,147	0,04	-0,206	-0,195	-0,118	-0,136	-0,117

dikarenakan kelimpahan *Protoperidinium* spp. lebih dipengaruhi oleh turbelensi perairan. Pada pengambilan pertama dan kedua, jenis *Protoperidinium* spp. dan *Noctiluca* sp. selalu ditemukan berdampingan di setiap stasiun. Hal ini dikarenakan parameter yang memengaruhi adalah sama di setiap pengambilan. Pada pengambilan pertama, kelimpahan *Noctiluca* sp. dan *Protoperidinium* spp. dipengaruhi oleh DO dan pada pengambilan kedua dipengaruhi oleh nutrisi.

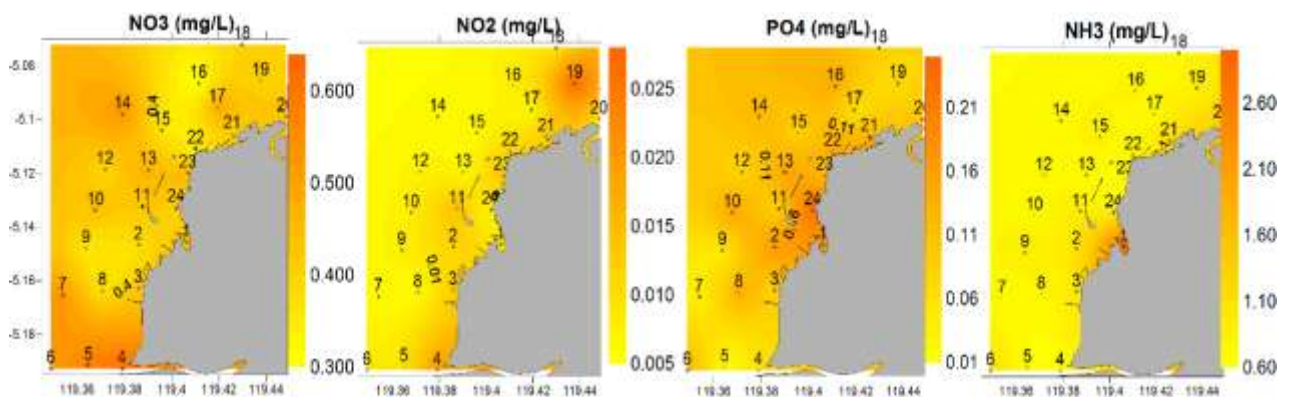
Menurut Evangelista (2008), *Protoperidinium* spp. dapat memproduksi racun jenis Azaspiracids. Karakteristik dari racun tersebut hampir mirip dengan racun dari DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*) yang dapat mengakibatkan mual pada si penderita dalam 3-5 hari.

Ammonia merupakan parameter yang menjadi faktor pembatas *Ceratium* spp. pada

pengambilan pertama, *Ceratium* spp. Berkorelasi negatif terhadap NH_3 . Semakin tinggi NH_3 di perairan maka akan semakin rendah kelimpahan *Ceratium* spp. Hal ini dikarenakan *Ceratium* spp. lebih menyukai perairan yang tinggi oksigen dan nitrat, jika NH_3 tinggi, maka kandungan DO dan konsentrasi NO_3 berkurang (Gambar 7 dan Gambar 8). Pada pengambilan kedua dan ketiga, tidak terlihat parameter yang memengaruhi *Ceratium* spp. Jika dilihat secara spasial, kelimpahan *Ceratium* spp. pada Pengambilan pertama semakin jauh dari pantai semakin meningkat. Kelimpahan *Ceratium* spp. ini didukung oleh konsentrasi nutrisi hampir seragam secara spasial (Gambar 8). Selain daripada itu, hal ini juga didukung oleh rasio NP yang memiliki korelasi positif terhadap kelimpahan *Ceratium* spp.



Gambar 7. Kondisi lingkungan perairan Makassar.



Gambar 8. Distribusi spasial konsentrasi nutrisi.

Dinophysis sp. selalu ditemukan di dekat pantai atau muara sungai. Hal ini sesuai hasil penelitian Batifoul et al. (2013). *Dinophysis* sp merupakan jenis dinoflagellata yang kelimpahannya dipengaruhi oleh salinitas dan suhu perairan. Salinitas rendah merupakan indikator keberadaan jenis tersebut. Menurut Díaz et al. (2011), *Dinophysis* sp. sangat menyukai suhu tinggi dan salinitas rendah karena salinitas dapat mempengaruhi berat jenis laut dan tekanan osmotik sehingga *Dinophysis* sp. lebih lebih bisa menggunakan flagellanya untuk bergerak, sedangkan suhu tinggi dapat meningkatkan laju metabolisme dari *Dinophysis* sp. tersebut. Berdasarkan (lihat pada tabel 1), pada pengambilan pertama dan kedua, kelimpahan *Dinophysis* sp. tidak memiliki korelasi kuat terhadap parameter lingkungan dan unsur hara. Hal ini dikarenakan kelimpahan *Dinophysis* sp. yang didapatkan sangatlah rendah <100 cell/L. Berbeda pada pengambilan ketiga, kelimpahan dinoflagellata mulai meningkat di dekat pantai dan muara sungai dan berkorelasi positif terhadap salinitas. Faktor kimia seperti NH₃, NO₂, NO₃, dan PO₄ berkorelasi rendah terhadap kelimpahan *Dinophysis* sp. Hal ini diasumsikan karena turbulensi perairan.

Dinophysis sp. selalu ditemukan *blooming* di daerah pantai. Kelimpahan pada saat *blooming* bisa mencapai 50.000 cell/L. Kelimpahan ini dapat membuat kematian massal oleh ikan. *Blooming* terjadi di daerah muara yang memiliki salinitas rendah (Farrell et al., 2012). *Dinophysis* sp. merupakan jenis dinoflagellata yang mengakibatkan tipe masalah DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*) ke penderita. Jenis dari *Dinophysis* sp. dapat memproduksi racun *Okadaic* yang dapat mengakibatkan diare, mual/muntah, sakit perut, kram, dan kedinginan (Hallegraeff, 1993).

Sebaran *Gymnodinium* sp. bersifat global. Hampir di semua daerah yang memiliki perairan pesisir di dunia ditemukan jenis tersebut. Kelimpahan *Gymnodinium* sp. tidak memiliki korelasi yang kuat terhadap para-

meter lingkungan tetapi, kelimpahan *Gymnodinium* sp. ditemukan tinggi pada pengambilan pertama dan kedua. Berbeda pada pengambilan ketiga, kelimpahan *Gymnodinium* sp. ditemukan rendah. Hal ini mungkin dikarenakan kelimpahan *Gymnodinium* sp. lebih dipengaruhi oleh kondisi perairan yang turbulen pada saat pengambilan ketiga, berbeda dengan kondisi perairan pada saat pengambilan pertama dan kedua dimana kondisi perairan masih cukup tenang. Walaupun kelimpahannya rendah pada pengambilan ketiga, namun kelimpahan *Gymnodinium* sp. berkorelasi positif terhadap kelimpahan *Prorocentrum* spp. berarti, jenis *Gymnodinium* sp. ditemukan pada stasiun dimana *Prorocentrum* spp. juga ditemukan.

Gymnodinium sp. merupakan jenis yang mengakibatkan tipe masalah PSP (*Paralytic Shell fish Poisoning*) yang memproduksi racun *Saxitoxin* yang dapat mengakibatkan rasa terbakar pada lidah, bibir, mulut hingga leher, lengan, dan kaki. Selain dari itu, ada jenis dari *Gymnodinium* sp. yang juga mengakibatkan tipe masalah NSP (*Neurotoxic Shellfish Poisoning*) yang memproduksi racun *Brevetoxin* yang mengakibatkan gatal pada muka, panas dingin, dan perasaan mabuk (Hallegraeff et al., 2012). Racun *Gymnodinium* sp. dapat dicerna oleh *copepod* sehingga dapat masuk ke rantai makanan dan membahayakan rantai makanan di perairan (Costa et al., 2012).

Kelimpahan *Gonyaulax* sp. ditemukan berfluktuasi pada tiap pengambilan. Akan tetapi, pada pengambilan pertama sampai dengan pengambilan kedua, kelimpahan *Gonyaulax* sp. berkorelasi rendah terhadap semua parameter. Hal ini mengindikasikan bahwa parameter yang memengaruhi kelimpahan *Gonyaulax* sp. tidak ditemukan. Berbeda pada pengambilan ketiga, kelimpahan *Gonyaulax* sp. dipengaruhi oleh kecerahan perairan. Kecerahan perairan dan kelimpahan *Gonyaulax* sp. berkorelasi positif. *Gonyaulax* sp. bukanlah jenis dinoflagellata yang dapat memproduksi racun, tetapi *Gonyaulax* sp. biasanya berasosiasi dengan *Dinophysis* sp.

yang menghasilkan racun sehingga dapat juga membahayakan perairan. *Gonyaulax* sp. dapat merubah warna perairan jika terjadi *blooming*. Jika *blooming* terjadi, maka dapat menyebabkan kematian massal ikan dan *invertebrate* lain akibat kekurangan oksigen (Baek *et al.*, 2011).

Menurut Harrison *et al.* (2011), distribusi *Noctiluca* sp. dipengaruhi oleh Salinitas tinggi dan suhu tropis 20°-30°C. Jika terjadi sedikit perubahan dari salinitas dan suhu maka dapat juga memengaruhi kelimpahan *Noctiluca* sp. Pada penelitian ini, salinitas berbeda nyata pada tiap pengambilan ($\alpha < 0.05$). Hal ini menandakan bahwa Salinitas mengalami fluktuasi (Gambar 6). Pada pengambilan pertama, kelimpahan *Noctiluca* sp. dipengaruhi oleh parameter seperti PO₄, NH₃, rasio NP, dan DO. Kelimpahan *Noctiluca* sp. berkorelasi positif terhadap PO₄, rasio NP, dan kandungan DO, berarti semakin tinggi konsentrasi PO₄, rasio NP dan kandungan DO di perairan semakin tinggi pula kelimpahan *Noctiluca* sp. Berbeda dengan NH₃, kelimpahan *Noctiluca* berkorelasi negatif terhadap konsentrasi NH₃. Hal ini mengindikasikan bahwa *Noctiluca* sp. sangat membutuhkan oksigen dalam pertumbuhannya. Jika konsentrasi NH₃ tinggi maka kandungan DO berkurang sehingga menghambat pertumbuhan dari *Noctiluca* sp. Pada pengambilan kedua, Kelimpahan *Noctiluca* sp. secara spasial berkurang, tetapi secara waktu meningkat. Kelimpahan tersebut dipengaruhi oleh NO₂, PO₄, NH₃, rasio NP, dan pH. Kelima parameter tersebut berkorelasi positif terhadap kelimpahan *Noctiluca* sp. Berarti pada stasiun 17 yang memiliki kelimpahan tertinggi dari *Noctiluca* sp. dipengaruhi oleh kelima parameter tersebut. Pada pengambilan ketiga, kelimpahan *Noctiluca* sp. menurun. Kelimpahan *Noctiluca* sp. berkorelasi negatif terhadap NH₃. Hal ini dikarenakan konsentrasi NH₃ yang meningkat tanpa diseimbangkan dengan

parameter yang lain sehingga mengakibatkan turunnya kelimpahan *Noctiluca* sp. Selain dari itu kondisi perairan yang tidak tenang pada saat itu memengaruhi kelimpahan jenis tersebut.

Noctiluca sp. merupakan jenis dari dinoflagellata yang tidak memproduksi racun. Genus ini hanya memberikan warna pada perairan tertentu seperti teluk semi tertutup. (Harrison *et al.*, 2011). Walaupun demikian, Warna yang dihasilkan yaitu hijau dan merah (Harrison *et al.*, 2011). Walaupun demikian, *blooming* yang sangat padat dapat menyebabkan kematian ikan dan *invertebrate* lain akibat kekurangan oksigen (Hallegraeff, 1993).

Dari semua jenis yang ditemukan, *Peridinium* sp. merupakan jenis yang hanya ditemukan pada pengambilan pertama dan memiliki komposisi jenis terendah yaitu 1%. Jenis tersebut hanya ditemukan di Pengambilan pertama. Pada pengambilan pertama, kondisi perairan sangat tenang. Kondisi perairan tersebut sangat mendukung kelimpahan dinoflagellata. Pada kondisi perairan seperti itu, *Peridinium* sp. yang merupakan jenis dinoflagellata yang sensitif terhadap perubahan kondisi perairan dapat tumbuh dan berkembang. Meskipun demikian, tetap saja kelimpahan *Peridinium* sp. sangat sedikit dan hanya dijumpai di perairan dekat pantai. Berdasarkan (lihat Tabel 1), jenis ini dipengaruhi oleh pH dengan nilai korelasi 0,535. Pada pengambilan kedua dan ketiga, *Peridinium* sp. tidak ditemukan. Selain dari itu, nutrisi yang berfluktuasi menjadikan *Peridinium* sp. tidak mampu berkembang. Menurut Gri-gorszky *et al.* (2006) *Peridinium* sp. merupakan jenis dinoflagellata yang sangat sensitif terhadap penambahan dan pengurangan unsur hara di perairan. Fluktuasi nutrisi seperti nitrat dan ortofosfat di perairan bisa saja mengakibatkan terjadinya *encystment* terhadap *Peridinium* sp.

Pada penelitian ini, kelimpahan total dinoflagellata dipengaruhi oleh beberapa parameter lingkungan. Pada pengambilan pertama, kelimpahan dinoflagellata dipenga-

ruhi oleh NH_3 dan rasio NP. Semakin tinggi konsentrasi NH_3 maka semakin rendah kelimpahan dinoflagellata. Konsentrasi NH_3 yang tinggi, seperti di perairan Pantai Losari, dapat memengaruhi kandungan oksigen di perairan. Seperti halnya pada stasiun 1, kandungan NH_3 mencapai 1 mg/l dimana kandungan tersebut memengaruhi DO perairan dimana DO yang didapatkan tergolong rendah (Gambar 7 dan Gambar 8). Jika kandungan DO rendah maka dapat menghambat proses nitrifikasi di perairan dimana proses nitrifikasi sangat membutuhkan oksigen (Harrison, 2000). Dalam penelitian ini, kelimpahan total dinoflagellata berkorelasi negatif terhadap rasio NP. Semakin rendah rasio NP, maka kelimpahan total dinoflagellata makin tinggi.

Pada penelitian ini nampak bahwa sebaran dinoflagellata terbanyak dijumpai pada salinitas 25 – 35 ppt dengan rasio NP rendah. Hal tersebut mendukung pernyataan Anderson *et al.* (2002), dinoflagellata menyukai rasio NP yang $>16:1$, $< 16:1$ dengan salinitas yang tinggi. Kelimpahan dinoflagelata tinggi pada rasio tinggi dikarenakan dinoflagelata memanfaatkan DO dan nitrat untuk berkembang. Salinitas tinggi di lokasi penelitian tersebut merupakan daerah agak jauh dari pantai dimana kecerahan perairan sangat baik. Berdasarkan hasil penelitian ini, kecerahan perairan berkorelasi positif terhadap kandungan nitrat di perairan. Selain daripada itu, Menurut Alonso-Rodriguez dan Paez-Osuna (2003), nutrisi yang tinggi, secara tidak langsung, akan mengubah komposisi jenis dari fitoplankton, termasuk merubah spesies dominan seperti diatom menjadi dinoflagellata. Hal ini yang mengindikasikan sehingga kelimpahan dinoflagellata tinggi pada rasio $>16:1$.

Pada pengambilan kedua, kelimpahan dinoflagelata berkorelasi negatif terhadap pH dan kecerahan perairan. Semakin rendah pH dan kecerahan (dekat pantai), maka semakin tinggi kelimpahan dinoflagellata. Hal ini berbeda dengan pernyataan Harrison (2000)

bahwa kelimpahan dinoflagelata meningkat ketika penetrasi cahaya atau kecerahan perairan akan meningkat. Hal ini mungkin dikarenakan pada pengambilan kedua telah masuk musim peralihan dimana pada musim tersebut kondisi perairan mengalami turbulensi yang kuat. Turbulensi perairan semakin jauh dari pantai semakin meningkat sehingga dinoflagellata lebih banyak ditemukan di dekat pantai karena lebih tenang daripada yang jauh dari pantai. Pada pengambilan ketiga, kelimpahan dinoflagellata ditemukan sangat sedikit kelimpahannya. Kelimpahan dinoflagellata tidak memiliki korelasi yang terhadap parameter lingkungan sehingga diindikasikan bahwa pada pengambilan ketiga ini sangat dipengaruhi oleh kondisi perairan yang turbulen sehingga kelimpahan dinoflagelata ditemukan sangatlah rendah. Selain dari turbulensi perairan, dinoflagellata juga sangat dipengaruhi oleh rasio dari nutrient (Hauss *et al.*, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian Hinder *et al.* (2012) bahwa perubahan musim sangat memengaruhi kelimpahan dinoflagellata dan kandungan nutrisi dimana pada bulan Oktober sampai dengan bulan Desember kelimpahan dinoflagellata semakin berkurang dikarenakan perubahan musim dari musim kemarau ke musim hujan. Kondisi perairan pada saat itu mengalami turbulensi dan terjadi dilusi di muara sungai. Hasil penelitian dari Harrison (2000) menunjukkan bahwa ledakan populasi dari fitoplankton (dinoflagelata) terjadi ketika laju dilusi berkurang dan penetrasi cahaya dan salinitas meningkat. Hal tersebut mendukung hasil penelitian ini dimana kelimpahan tertinggi dari total dinoflagellata selalu berada pada salinitas tinggi dengan dengan penetrasi cahaya yang kuat.

IV. KESIMPULAN

Perairan Makassar memiliki jenis dinoflagelata berbahaya (*harmful-species*) yaitu *Dinophysis* sp. dan *Gymnodinium* sp. Unsur hara di lokasi penelitian telah masuk kategori eutrofik ditambah lagi nitrat, nitrit,

ortofosfat, dan amoniak merupakan parameter yang sangat berperan dalam kehadiran dinoflagellata jenis berbahaya dan beberapa parameter lain, seperti: DO, pH, dan Salinitas. Kualitas perairan pesisir Makassar telah dipengaruhi oleh *antropogenic* di daerah pesisir sehingga dapat membahayakan perairan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini terutama Beasiswa Pascasarjana Dalam Negeri DIKTI yang telah membiayai separuh penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso-Rodriguez R., dan F. Paez-Osuna. 2003. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*, 219(1):317-336.
- Anderson, D.M., P.M. Glibert, dan J.M. Burkholder. 2002. Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries*, 25(4):704-726.
- APHA. 1994. Water Environment Federation (1998) Standard methods for the examination of water and wastewater: Washington, DC.450p.
- Baek, S.H., H.H. Shin, H.W. Choi, S. Shimode, O.M. Hwang, K. Shin, dan Y.O. Kim. 2011. Ecological behavior of the dinoflagellate *Ceratium furca* in Jangmok harbor of Jinhae Bay, Korea. *J. of Plankton Research*, 33(12):1842-1846.
- Batifoulier, F., P. Lazure, L. Velo-Suarez, D. Maurer, P. Bonneton, G. Charria, C. Dupuy, dan P. Gentien. 2013. Distribution of *Dinophysis* species in the Bay of Biscay and possible transport pathways to Arcachon Bay. *J. of Marine Systems*, 109:273-283.
- Burkholder, J.M. 1998. Implications of harmful microalgae and heterotrophic dinoflagellates in management of sustainable marine fisheries. *Ecological applications*, 8:37-62.
- Costa, R.M.d., L.C.C. Pereira, dan F. Fernández. 2012. Deterrent effect of *Gymnodinium catenatum* Graham PSP-toxins on grazing performance of marine copepods. *Harmful Algae*, 17:75-82.
- Damar, A., F. Colijnz, K.J. Hesse, and Y. Wardiatno. 2012. The eutrophication states of Jakarta, Lampung and Semangka Bays: Nutrient and phytoplankton dynamics in Indonesian tropical waters. *J. of Tropical Biology and Conservation*, 9(1):61-81.
- Díaz, P., C. Molinet, M.A. Cáceres, dan A. Valle-Levinson. 2011. Seasonal and intratidal distribution of *Dinophysis* spp. in a Chilean fjord. *Harmful Algae*, 10(2):155-164.
- Evangelista, V. 2008. Algal toxins: nature, occurrence, effect, and detection. Springer Science & Business Media. 397p.
- Faizal, A., J. Jompa, dan N. Nessa. 2012. Dinamika spasio temporal tingkat kesuburan perairan di kepulauan spermonde, sulawesi selatan. *J. Torani*, 22:1-18.
- Farrell, H., P. Gentien, L. Fernand, M. Lunven, B. Reguera, S. González-Gil, dan R. Raine. 2012. Scales characterising a high density thin layer of *Dinophysis acuta* Ehrenberg and its transport within a coastal jet. *Harmful Algae*, 15:36-46.
- Glibert, P.M., D.M. Anderson, P. Gentien, E. Graneli, dan K.G. Sellner. 2005. The global, complex phenomena of harmful algal blooms. *Oceanography*, 18(2):137-147.
- Grigorszky, I., K.T. Kiss, V. Beres, I. Bacsí, M. Márta, C. Máthé, G. Vasas, J.

- Padisák, G. Borics, dan M. Gligora. 2006. The effects of temperature, nitrogen, and phosphorus on the encystment of *Peridinium cinctum*, Stein (Dinophyta). *Hydrobiologia*, 563(1):527-535.
- Gul, S. and M.F. Nawaz. 2014. The Dinoflagellate Genera *Protoperdinium* and *Podolampas* from Pakistan's Shelf and Deep Sea Vicinity (North Arabian Sea). *Turkish J. of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(1):91-100
- Hallegraeff, G., S. Blackburn, M. Doblin, and C. Bolch. 2012. Global toxicology, ecophysiology and population relationships of the chain-forming PST dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*. *Harmful Algae*, 14:130-143.
- Hallegraeff, G.M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, 32(2):79-99.
- Harrison, P., K. Furuya, P. Glibert, J. Xu, H. Liu, K. Yin, J. Lee, D. Anderson, R. Gowen, and A. Al-Azri. 2011. Geographical distribution of red and green *Noctiluca scintillans*. *Chinese J. of Oceanology and Limnology*, 29(4):807-831.
- Harrison, P.J. 2000. Dynamics of nutrients and phytoplankton biomass in the Pearl River estuary and adjacent waters of Hong Kong during summer: preliminary evidence for phosphorus and silicon limitation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 194:295-305.
- Haus, H., J.M. Franz, and U. Sommer. 2012. Changes in N: P stoichiometry influence taxonomic composition and nutritional quality of phytoplankton in the Peruvian upwelling. *J. of sea Research*. 73:74-85.
- Hinder, S.L., G.C. Hays, M. Edwards, E.C. Roberts, A.W. Walne, and M.B. Gravenor. 2012. Changes in marine dinoflagellate and diatom abundance under climate change. *Nature Climate Change*, 2(4):271-275
- McGillicuddy Jr., D.M. Brosnahan, D. Couture, R. He, B. Keafer, J. Manning, J. Martin, C. Pilskaln, D. Townsend, and D. Anderson. 2014. A red tide of *Alexandriumfundyense* in the Gulf of Maine. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 103:174-184
- Thoha, H. 2004. Kelimpahan plankton di perairan Bangka-Belitung dan Laut Cina Selatan, Sumatera. *Makara Sains*, 8(3):96-102
- Thoha, H. dan A. Rachman. 2013. Kelimpahan dan distribusi spasial komunitas plankton di perairan Kepulauan Banggai. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1):145-161.
- Wardiatno, Y., A. Damar, and B. Sumartono. 2013. A short review on the recent problem of red tide in Jakarta Bay: effect of red tide on fish and human. *J. Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(1):67-71.

Diterima : 25 Juni 2015

Direview : 22 November 2015

Disetujui : 11 Desember 2015