

RASIO NUTRIEN TERHADAP KOMUNITAS DIATOM-DINOFLAGELLATA DI PERAIRAN SPERMONDE, SULAWESI SELATAN

RATIO OF NUTRIENT AND DIATOM-DINOFLAGELLATE COMMUNITY IN SPERMONDE WATERS, SOUTH SULAWESI

Andriani Nasir^{1*}, Muhammad Lukman^{2,3}, Ambo Tuwo², dan NurFadilah³

¹Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan

²Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar

³Puslitbang, Universitas Hasanuddin, Jl. Printis Kemerdekaan km 10, Makassar 90245, Indonesia

*E-mail: andriani_nasir@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Runoff of nutrients (N, P, Si) from the mainland would disrupt the balance of nutrients in the waters resulted in changing microalgae communities composition, especially between diatom and dinoflagellate (Dia/Dino). This study was aimed to analyze the relationship of nutrient ratios (N/P, N/Si, Si/P) in the waters, to the density ratio of the Dia/Dino in the coastal and marine waters of Spermonde archipelago, South Sulawesi, Indonesia, which experience nutrient enrichment. Nutrients and phytoplankton samples were collected from the coastal waters of Tallo, Maros, Pangkep, and seawaters of Spermonde in three seasons (transition, wet, and dry). The results showed the average value (\pm standard deviation) of Dia/Dino ratio in the coastal and sea waters is 1422 ± 1742 and 1174 ± 1290 in the transition season; 238 ± 205 and 1039 ± 2264 in the dry season; and 153 ± 270 and 72 ± 71 in the rainy season. Meanwhile, in the marine waters the ratio of Dia/Dino ranges between 1 and 9839. The ratio of Dia/Dino was not different significantly ($p > 0,05$) by spatial and temporal, but Dia/Dino ratio was different significantly ($p < 0,05$) on the ratio of nutrients in coastal waters, where the value of N/Si ratio tends to ignite monospecies enrichment diatom (*Chaetoceros*) with a variant of 70,4%.*

Keywords: nutrient ratios, diatom, dinoflagellate, coastal, Spermonde

ABSTRAK

Limpasan nutrisi (N,P,Si) dari daratan akan mengganggu keseimbangan nutrisi di perairan yang berakibat pada komunitas mikroalga, khususnya diatom dan dinoflagellata (Dia/Dino). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hubungan rasio nutrisi (N/P, N/Si, Si/P) terhadap komunitas mikroalga, khususnya rasio kelimpahan Dia/Dino pada perairan pesisir dan laut Spermonde, Sulawesi Selatan yang umumnya mengalami pengayaan nutrisi. Sampel nutrisi dan plankton dikumpulkan dari tiga musim (pancaroba, kemarau dan hujan), dari perairan pesisir muara sungai Tallo, Maros, Pangkep dan perairan laut kepulauan Spermonde. Hasil penelitian menunjukkan nilai kisaran rasio Dia/Dino di pesisir dan laut masing-masing adalah 1422 ± 1742 dan 1174 ± 1290 pada musim pancaroba, 238 ± 205 dan 1039 ± 2264 pada musim kemarau, 153 ± 270 dan 72 ± 71 pada musim hujan. Rasio Dia/Dino tidak berbeda secara signifikan ($p > 0,05$) berdasarkan spasial dan temporal, tetapi berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap rasio nutrisi (N/P, N/Si, Si/P), dimana nilai rasio N/Si cenderung memantik pengayaan monospesies diatom (*Chaetoceros*) dengan varian sebanyak 70,4%.

Kata kunci: rasio nutrisi, diatom, dinoflagellata, pesisir, Spermonde

I. PENDAHULUAN

Kualitas perairan pesisir dan laut memainkan peran yang sangat penting dalam

menunjang produktifitas perairan (Butron *et al.*, 2009; Marić *et al.*, 2012) dan kesehatan ekosistem terumbu karang, akhirnya akan berpengaruh pada kesehatan dan ekonomi

masyarakat. Penurunan kualitas perairan pesisir dan laut, utamanya disebabkan oleh masuknya secara agresif buangan atau limbah daratan, khususnya unsur hara (nutrien).

Limpasan nutrien tersebut akan meningkat di masa depan sejalan dengan penambahan populasi manusia di wilayah pesisir ditambah dengan meningkatnya kegiatan ekonomi (Tilman *et al.*, 2001; Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Ekosistem pantai akan mengalami pengayaan nitrogen (N) dan/atau fosfor (P) (Howarth, 1988; Nixon, 1995) dan mengakibatkan konsekuensi pembatasan nutrien terhadap fitoplankton (Smith, 1984; Smith, 2006). Nutrien utama yang dapat berpotensi membatasi produktivitas laut dan pesisir termasuk N, P, Si (Hecky and Kilham, 1988, Boyd *et al.*, 2000, and Leblanc *et al.*, 2005). Sering, tidak hanya nutrien yang membatasi pertumbuhan fitoplankton (Hecky *et al.*, 1993; Leynaert *et al.*, 2004; Harpole *et al.*, 2011), tetapi faktor musim juga ikut berperan dalam pembatasan pertumbuhan fitoplankton (Fisher *et al.*, 1999; Mazzocchi *et al.*, 2011; Cabrini *et al.*, 2012). Oleh karena itu, wilayah pesisir adalah fokus untuk meningkatkan pengelolaan air dengan mengurangi pengayaan hara yang disebabkan oleh air limbah dan limpasan pertanian dan limbah domestik perkotaan. Hal ini diketahui bahwa, pengayaan nutrien dapat menyebabkan fungsi biogeokimia dan struktur komunitas biologis perairan pesisir berubah (Cloern, 2001), seperti peningkatan biomassa absolut fitoplankton (Beman *et al.*, 2005), menyebabkan anoxia (*oxygen depletion*) (Paerl, 1988; Zimmerman and Canuel, 2000; Rabalais *et al.*, 2002; Pitcher and Trevor, 2011), perubahan komposisi komunitas (berkembangnya alga berbahaya) (Paerl, 1988; Diego-McGlone *et al.*, 2008; Heisler *et al.*, 2008).

Perairan pesisir Makassar dan sepanjang pantai barat Sulawesi Selatan tergolong pesisir produktif, dimana didalamnya terdapat ekosistem mangrove, padang lamun,

dan terumbu karang. Ekosistem terumbu karang Spermonde memainkan peran yang sangat krusial dalam menopang kehidupan ekonomi masyarakat pesisir dan ketahanan pangan. Namun, perairan ini juga sangat berpotensi mengalami ancaman penurunan kualitas perairan akibat buangan limbah dari daratan Sulawesi Selatan, yang dibawa oleh sungai-sungai besar. Buangan daratan tersebut terutama dari (1) limbah perkotaan/industri sumber bahan cemar organik dan anorganik, serta dari (2) buangan pertanian/pertambakan sumber nutrien dan bahan organik. Kedua sumber utama ini memiliki potensi yang besar dalam menambah kadar nutrien dan bahan organik di perairan pesisir Makassar dan pantai barat Sulawesi Selatan. Saat ini, konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ di perairan tersebut berkisar antara 6,37-13,6 μM dan 0,21-0,35 μM $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (Nasir *et al.*, 2015), serta Silikat 9,59-24,1 μM (Lukman *dkk.* 2014). Konsentrasi ini mengindikasikan gejala pengayaan nutrien.

Namun demikian, kajian komprehensif tentang rasio nutrien terhadap potensi mikroalga berbahaya dan komposisi diatom-dinoflagellata dari sumber-sumber utama buangan daratan (yaitu sungai-sungai besar di pantai barat Sulawesi Selatan dari kota Makassar, kabupaten Maros, dan kabupaten Pangkajene Kepulauan) yang bermuara ke pesisir dan laut di gugusan terumbu karang Spermonde masih sangat kurang dan bahkan dapat dikatakan belum ada. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon perubahan rasio nutrien (N/P, N/Si, Si/P) terhadap komunitas mikroalga, khususnya rasio kepadatan diatom/dinoflagellata pada perairan pesisir dan laut Spermonde, Sulawesi Selatan yang telah mengalami pengayaan nutrien pada spasial dan temporal. Kajian tentang hal tersebut sangat dibutuhkan untuk memberikan pemahaman yang mendasar dan komprehensif tentang dampak perubahan kualitas perairan terhadap lingkungan pesisir dan laut.

II. METODE PENELITIAN

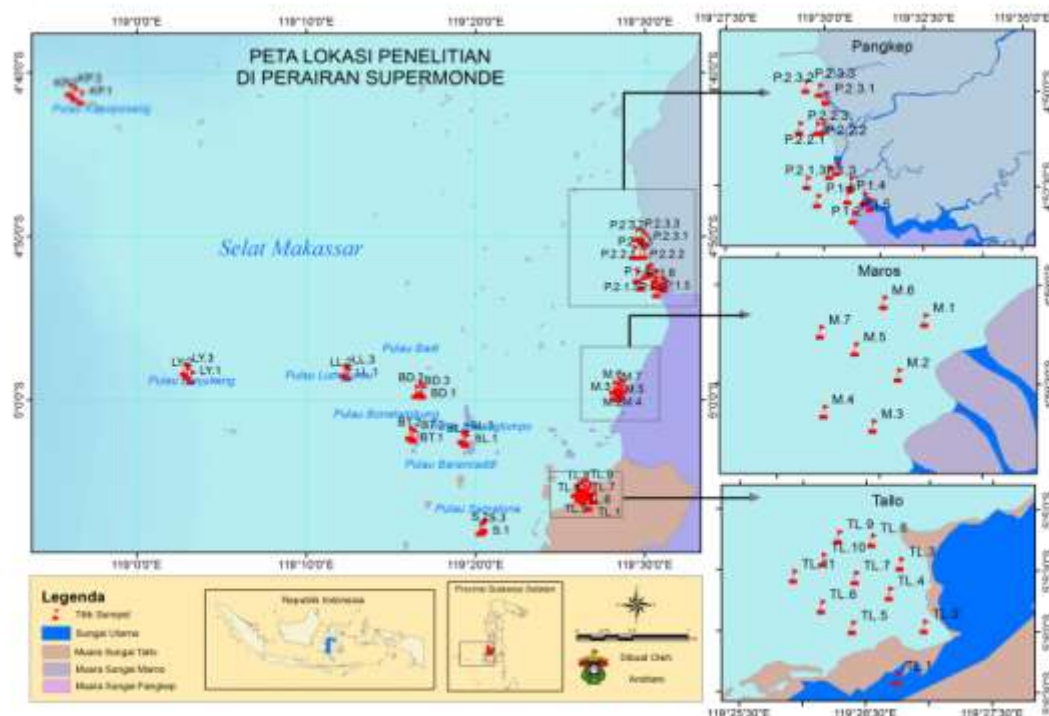
2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian mencakup perairan pesisir, khususnya perairan sekitar muara sungai-sungai besar yang berada pada wilayah administrasi kota Makassar 05°57' S, 119° 26' E-05°11' S, 119°25' E (pesisir Tallo), Kabupaten Maros 04°59' S, 119°28' E (pesisir Maros), kabupaten Pangkajene Kepulauan 04°52' S, 119°30' E-04°49' S, 119°29' E (pesisir Pangkep) dan perairan laut kepulauan Spermonde (di sekitar pulau Samalona; 05°07' S, 119°20' E, Barrang Lompo; 05°02' S, 119°19' E, Bone Tambung; 05°02' S, 119°16' E, Badi; 04°58' S, 119°16' E, Lumu Lumu; 04°58' S, 119°12' E, Lanjukang; 04°58' S, 119°03' E dan Kapoposang; 04°41' S, 118°56' E) (Gambar 1). Pengambilan sampel air dan plankton dilakukan dalam tiga musim, yaitu musim pancaroba (April 2013),

musim kemarau (Juni 2013), dan musim hujan (februari 2014). Pengambilan sampel juga diikuti dengan pengukuran parameter oseanografi yang meliputi suhu, oksigen terlarut, salinitas, pH, kecerahan dan arus/ besaran arus

2.2. Pengambilan Contoh

Pengambilan sampel air untuk nutrisi anorganik terlarut menggunakan pompa isap dan botol niskin volume 5 liter pada kedalaman 1-2 meter dibawah permukaan muara sungai dan 5 meter dibawah permukaan laut. Sampel air untuk nutrisi disimpan pada botol sampel nutrisi. Penyiapan sampel air untuk analisa nutrisi anorganik (nitrat, nitrit, amoniak, fosfat, silikat) dilakukan dengan menyaring air tersebut pada filter GF/F(0,7 µm) dengan menggunakan vacuum pump (tekanan 200 mm Hg), hasil filter untuk nutrisi kemudian ditoksifikasi dengan menggunakan HgCl₂ (400 µl/100 ml sampel). Sampel air



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di perairan Spermonde, lokasi pengambilan sampel dengan simbol berwarna merah. Lokasi pesisir Tallo (TL), Maros (M), dan Pangkep (P); lokasi laut sekitar pulau Samalona (S), Barrang Lompo (P), Bone Tambung (BT), Badi (BD), Lumu Lumu (LL), Lanjukang (LY), dan Kapoposang (KP). 1, 2, 3.....11 lokasi sampling.

kemudian disimpan pada suhu 4°C untuk analisa selanjutnya. Kontaminasi dari lingkungan pada sampel sangat diperhatikan dengan menghindari kontak langsung sampel dengan udara bebas.

Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan menggunakan plankton net ukuran 55 µm. Volume air tersaring dihitung dengan menggunakan flowmeter. Kemudian sampel plankton tersebut dikumpulkan pada botol sampel dan diawetkan dengan larutan lugol (1%).

Pengukuran parameter oseanografi (suhu, oksigen terlarut, salinitas, pH, kecerahan dan arus/besaran arus) dilakukan dengan menggunakan alat pengukur parameter oseanografi yang meliputi DO meter (YSI 550 A), WTW Multi 340i, pH meter (Oreon 3-Star), secchi-disk, dan current meter (Flow-watch JDC).

2.3. Analisis Sampel

2.3.1. Analisis Nutrien

Metode dan analisis kadar nitrat (reduksi cadmium), nitrit (sulfanilamide), amoniak (amonium molibat), fosfat (stannous klorida), silikat (molybdosilicate) dengan metode Spektrofotometri serapan atom yang dianalisis dengan Spektrofotometer UV A1800-Shimadzu yang diinterkalibrasi dengan menggunakan autoanalyzer di laboratorium chemical oceanography ZMT Bremen, Germany. Persiapan sampel dan analisis nutrien berdasarkan metode Grasshoff *et al.* (1983), yang diukur pada panjang gelombang 540 nm untuk nitrat dan nitrit, 630 nm untuk amoniak, 880 nm untuk fosfat, dan 810 nm untuk silikat. Hasil pengukuran molar nutrien tersebut kemudian dianalisis kedalam bentuk rasio N/P, N/Si, dan Si/P.

2.3.2. Pengamatan Komunitas Phytoplankton

Pencacahan dan identifikasi plankton dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Laut, Puslitbang LP3K Unhas, dengan menggunakan mikroskop konverter. Identifikasi dilakukan sesuai Wickstead

(1965), Yamaji (1976) dan Taylor (1994). Pencacahan dilakukan dengan Sedgwick-Rafter Counting Cell atas fraksi sampel.

2.4. Analisis Statistik

Analisis deskriptif dilakukan untuk menganalisis struktur komunitas dan kelimpahan mikroalga, diatom-dinoflagellata. Untuk mengetahui korelasi antara rasio diatom/dinoflagellata terhadap spasial dan temporal digunakan analisis one way anova dan hubungan antara rasio nutrien terhadap rasio diatom/dinoflagellata digunakan analisis regresi berganda dengan software SPSS V. 16.0.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Kondisi Perairan

Pengukuran parameter oseanografi yang meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan pH menunjukkan bahwa kondisi perairan saat sampling pada bulan April 2013 (musim pancaroba) di lokasi pesisir menunjukkan suhu berkisar 29,5-31,6°C; kisaran salinitas 15,8-32 ppt; kisaran oksigen terlarut 4,86-6,47 mgL⁻¹; kisaran pH 7,85-8,06; dan lokasi laut, kisaran suhu 30,0-30,6°C; kisaran oksigen terlarut 5,54-5,71 mgL⁻¹; kisaran salinitas 31,8-32 ppt; dan kisaran pH 8,00-8,06.

Nilai kisaran kualitas perairan pada sampling bulan Juni 2013 (musim kemarau) pada lokasi pesisir yaitu dengan kisaran suhu 30,6-31,9°C; salinitas 22,0-38 ppt; oksigen terlarut 3,91-7,23 mgL⁻¹; pH 7,44-7,81; dan lokasi laut, kisaran suhu 29,7-29,8°C; oksigen terlarut 6,83-7,01 mgL⁻¹; salinitas 35,0-36,0 ppt; pH 0,03-8,04.

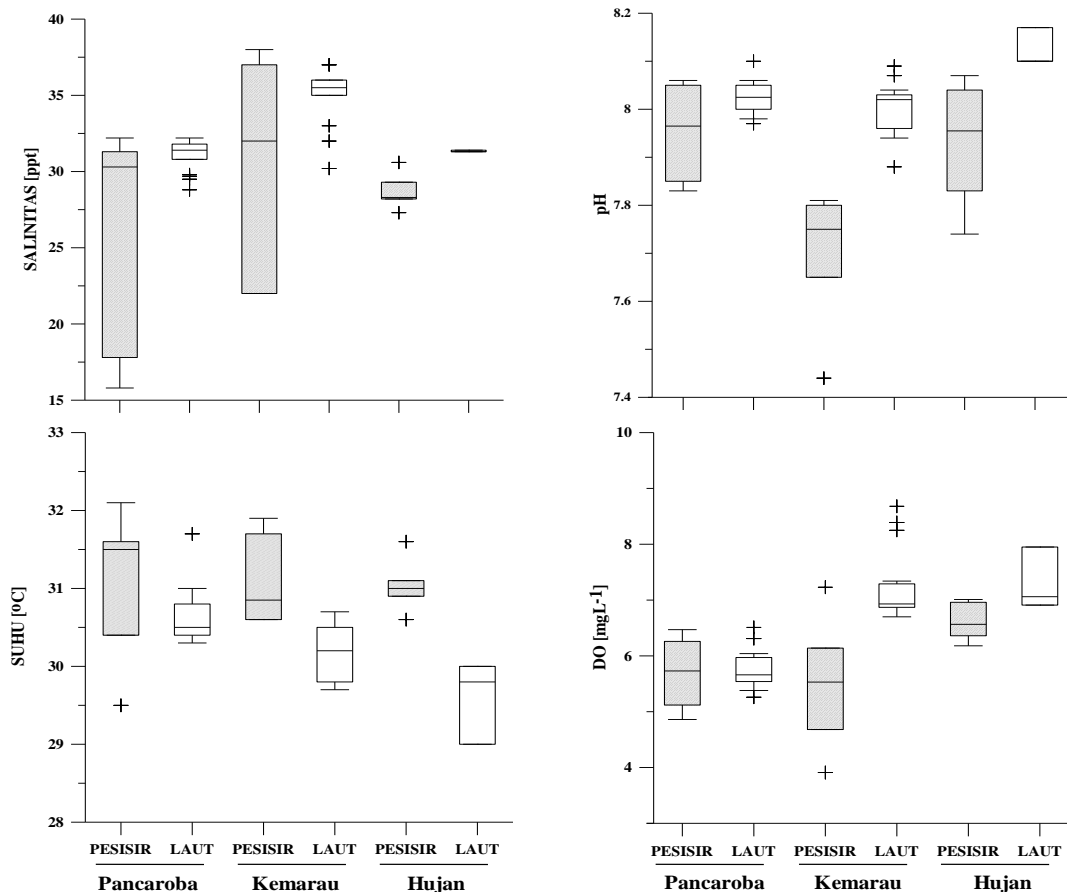
Sedangkan nilai kisaran kualitas perairan pada sampling bulan februari 2014 (musim hujan) pada lokasi pesisir menunjukkan kisaran suhu antara 30,6-31,1°C; kisaran salinitas 27,3-29 ppt; kisaran oksigen terlarut 6,18-7,01 mgL⁻¹; kisaran pH 7,74-8,07 dan pada lokasi laut, kisaran suhu 29,0-30,0°C; oksigen terlarut 6,91-7,95 mgL⁻¹; salinitas 31,1-31 ppt; pH 0,10-8,17.

Umumnya kisaran parameter oseanografi di pesisir dan laut Spermonde tidak berfluktuatif (Gambar 2) dan masih dalam kisaran sesuai kebutuhan organisme di perairan tersebut. Secara horisontal dari muara sungai ke arah laut menunjukkan nilai konsentrasi suhu dan oksigen yang makin menurun pada estuari Pangkep. Sedangkan estuaria Tallo nilai konsentrasi oksigen terlarut yang makin tinggi ke arah laut.

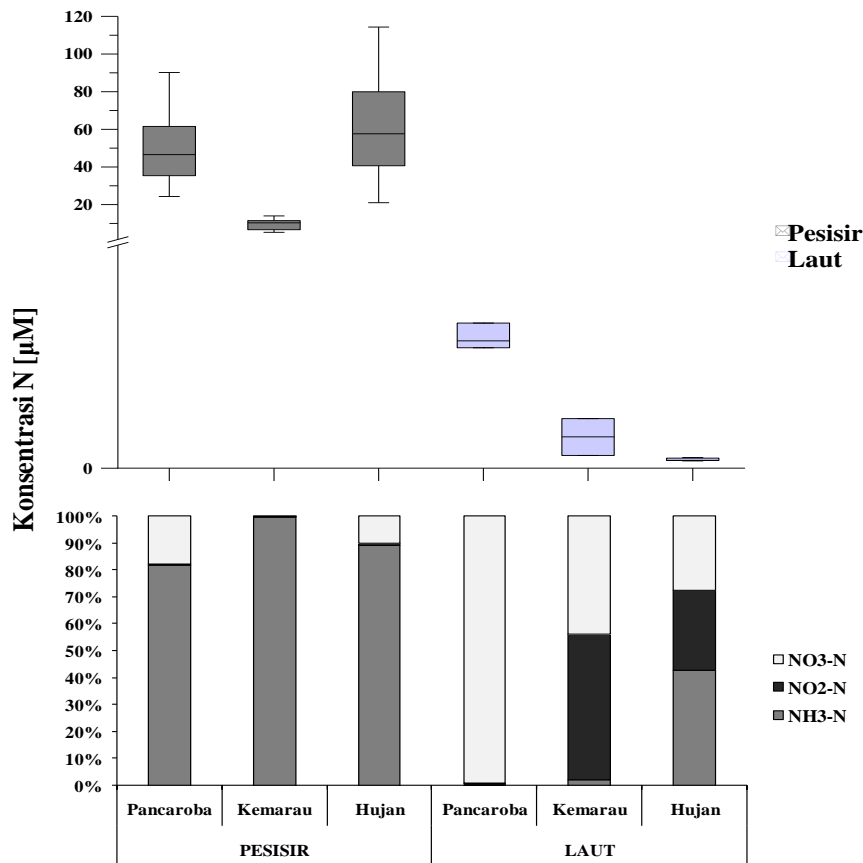
3.1.2. Pengayaan Nutrien di Perairan Pesisir dan Laut

Nutrien memainkan peran yang sangat vital bagi produktifitas perairan dan kesehatan ekosistem. Hasil penelitian menunjukkan rasio nutrien N/P, N/Si dan Si/P relatif tinggi di perairan pesisir diban-

ding pada perairan laut dengan rasio N/P berkisar 65,98-97,49; N/Si 0,98-3,29; Si/P 30,29-67,06 pada musim hujan; 10,16-25,15; 0,34-0,46; 29,42-57,94 pada musim kemarau; 12,43-54,16; 0,28-1,99; 23,73-47,29 pada musim pancaroba. Sebaliknya, rasio Si/P relatif tinggi di perairan laut pada musim kemarau dengan rasio berkisar 42,55-60,30. Nilai rasio nutrien anorganik terlarut sangat dipengaruhi oleh komposisi molaranya, misalnya perbandingan kisaran konsentrasi nitrogen dan komposisi stoikiometri nitrogen, pada lokasi pesisir dan laut selama pengamatan disajikan pada Gambar 3, memperlihatkan bahwa kisaran perbandingan kisaran konsentrasi nitrogen dan komposisi stoikiometri nitrogen pada lokasi pesisir dan laut selama pengamatan disajikan pada



Gambar 2. Parameter oseanografi (suhu, salinitas, pH, DO, kecepatan arus, kecerahan) di perairan pesisir dan laut Spermonde pada tiap musim pengamatan (musim pancaroba, kemarau, hujan).



Gambar 3. Konsentrasi dan komposisi stoikiometri nitrogen di pesisir dan laut Spermonde.

Gambar 3, memperlihatkan bahwa kisaran rata-rata konsentrasi DIN maksimum pada pengamatan bulan februari 2014 (musim hujan) yaitu 22,3-63,8 μM dan minimum pada pengamatan bulan Juni 2013 (musim kema-rau) yaitu 6,69-14,1 μM dengan komposisi stoikiometri nitrogen dominan adalah amo-niak ($\text{NH}_3\text{-N}$) dengan nilai rata-rata $63,4 \pm 6.73 \mu\text{M}$ di lokasi pesisir Tallo pada musim hujan.

Sedangkan pada lokasi perairan laut kisaran rata-rata konsentrasi DIN maksimum 0,51-0,56 μM pada pengamatan musim pancaroba dan minimum pada musim kemarau 0,17-0,34 μM dengan komposisi stoikiometri nitrogen dominan adalah $\text{NO}_3\text{-N}$ sebesar $0,51 \pm 0,18 \mu\text{M}$ pada musim hujan.

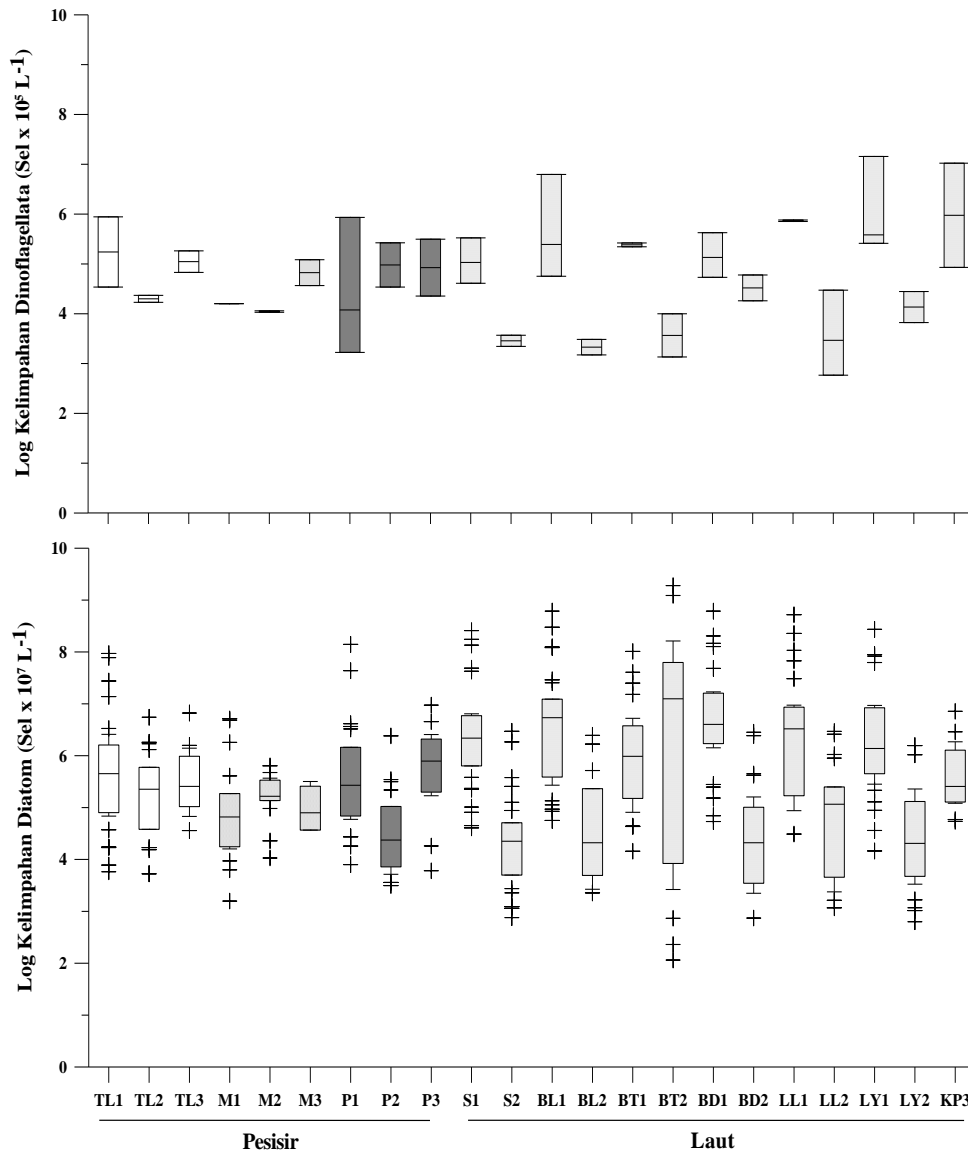
3.1.3. Rasio Nutrien Terhadap Rasio Kelimpahan Diatom-Dinoflagellata

Diatom mendominasi struktur komunitas dengan kepadatan maksimum ditemu-

kan pada pengamatan bulan April (musim pancaroba) pada semua lokasi pengamatan (pesisir dan laut) (Gambar 4). Pada lokasi pesisir Spermonde, jenis diatom dan dinoflagellata lebih mendominasi secara spasial dan temporal di pesisir Maros dengan rata-rata rasio kelimpahan Dia/Dino sebesar 825 pada musim pancaroba, pada musim kemarau sebesar 336 di pesisir Tallo dan pada musim hujan di pesisir Pangkep yaitu sebesar 66. Rasio Dia/Dino minimum di pesisir Pangkep pada musim pancaroba dan kemarau yaitu masing-masing sebesar 232 dan 12, dan pada musim hujan yaitu di pesisir Maros sebesar 10. Pada lokasi perairan laut, rasio kelimpahan Dia/Dino mendominasi di perairan dekat daratan pada musim kemarau yaitu dengan rasio sebesar 108, pada musim pancaroba dengan rasio sebesar 36, dan minimum di perairan terluar pada musim hujan dengan rasio kelimpahan Dia/Dino sebesar 2. Berdasarkan persentase dominansi

spesies diatom dan dinoflagellata pada tiap lokasi ditemukan jenis *Chaetoceros* mendominasi tiap lokasi pesisir dan laut Spermonde pada musim pancaroba dengan nilai persentase maksimum sebesar 67,3% yang ditemukan di pesisir Pangkep dan minimum di pesisir Maros sebesar 39,0%. Jenis *Rhizosolenia* mendominasi di pesisir dan laut Spermonde pada musim kemarau dengan

persentase maksimum yaitu sebesar 65,8% yang ditemukan di pesisir Pangkep dan minimum di temukan di perairan laut dengan persentase sebesar 4,5% dan jenis *Nitzschia* mendominasi pada musim hujan dengan persentase maksimum ditemukan di pesisir Tallo yaitu sebesar 45,9% dan minimum di pesisir Maros dengan persentase sebesar 19,2%.

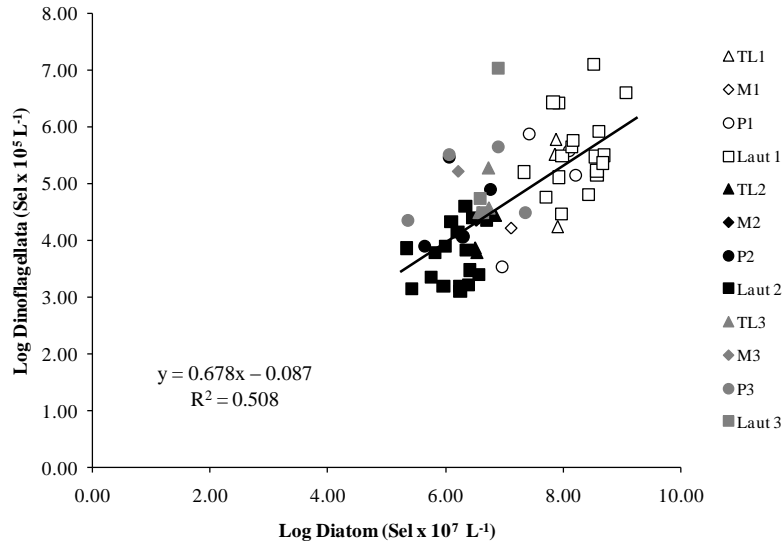


Gambar 4. Perbandingan logaritma kelimpahan diatom-dinoflagellat pada perairan pesisir dan laut Spermonde (TL, Tallo; M, Maros; P, Pangkep; S, Samalona, BL, Barrang Lompo, BT, Bone Tambung, BD, Badi; LL, Lumu Lumu; LY, Lanjukang; KP, Kapoposang). 1, musim pancaroba (April 2013); 2, musim kemarau (Juni 2013); 3, musim hujan (februari 2014)

Hubungan diatom-dinoflagellata di perairan pesisir dan laut Spermonde cenderung searah dengan koefisien korelasi positif yaitu sebesar 50,8% (Gambar 5), dimana berdasarkan nilai rasio Dia/Dino tergolong tinggi mengindikasikan peningkatan kelimpahan diatom lebih dominan dibanding dengan kelimpahan dinoflagellata. Pening-

katan rasio Dia/Dino ini signifikan dipengaruhi oleh faktor rasio nutrien N/P, N/Si dan Si/P yaitu pada $p < 0,05\%$ (Tabel 1).

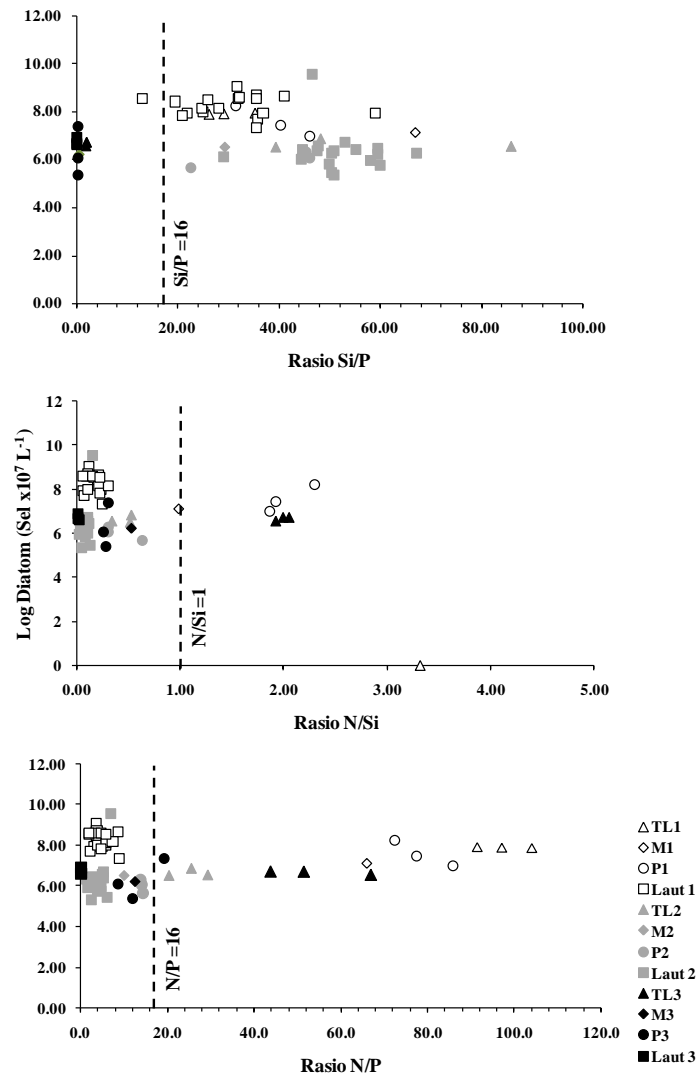
Kelimpahan diatom di pesisir Tallo dominan ditemukan pada nilai rasio N/P > 16 pada semua musim pengamatan, di pesisir Maros-Pangkep pada musim pancaroba (Gambar 6).



Gambar 5. Perbandingan hubungan antara log dinoflegellata terhadap log diatom pada pesisir dan laut Spermonde

Tabel 1. Hasil analisis regresi rasio diatom/dinoflagellata (Dia/Dino) di perairan pesisir Spermonde. R, koefisien determinasi; sig., signifikansi

Model		R (%)	Sig.
Rasio Dia/Dino	Lokasi		
	Pesisir		0.630
	Laut		0.692
	Musim		
	Pesisir		0.106
	Laut		0.567
	Rasio nutrien	84.4	0.018
	N/P	20.7	0.218
	N/Si	1.1	0.792
	Si/P	61.3	0.013
Diatom	Rasio nutrien	55.6	0.074
	N/P	66.5	0.007
	N/Si	70.4	0.005
	Si/P	3	0.653



Gambar 6. Perbandingan pengaruh rasio nutrisi terlarut (N/P; N/Si; Si/P) terhadap potensi kelimpahan diatom di perairan pesisir dan laut Spermonde. Korelasi diatom terhadap rasio N/P 66,5% ($p=0,007$); N/Si 70,4% ($p=0,005$); Si/P 3% ($p=0,653$).

Ketika rasio $N/P < 16$ kelimpahan diatom dominan ditemukan di pesisir Maros-Pangkep pada musim kemarau dan hujan, dan di perairan laut pada semua musim pengamatan. Sebaliknya, rasio $N/Si > 1$, diatom dominan ditemukan di pesisir Tallo pada musim pancaroba dan hujan, di pesisir Pangkep-Maros masing-masing pada musim hujan dan kemarau. Pada rasio $N/Si < 1$, diatom dominan ditemukan di pesisir Tallo dan Pangkep masing-masing pada musim kemarau dan hujan, sedangkan di perairan laut pada semua musim pengamatan. Selanjutnya, kelimpahan diatom dominan

ditemukan di pesisir dan laut Spermonde pada rasio $Si/P > 16$ pada pengamatan musim pancaroba dan kemarau, pada musim hujan ditemukan pada rasio $Si/P < 16$.

3.2. Pembahasan

Setiap jenis mikroalga membutuhkan suhu dan salinitas tertentu untuk pertumbuhannya. Jenis Diatom (*Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Nitzschia*) yang mendominasi di perairan pesisir pantai barat Sulawesi Selatan selama pengamatan memiliki toleransi pada kisaran suhu dan salinitas yang besar yaitu pada kisaran suhu $29,5-31,9^{\circ}\text{C}$ dan

salinitas 15,8-38,0 ppt. Hal ini terbukti dengan kejadian blooming fitoplankton dari jenis dinoflagellata di pesisir Pangkep ditemukan pada suhu 33,1-34,9°C dan salinitas 22-30 ppt (Nasir *et al.*, 2014). Kisaran suhu dan salinitas di perairan Spermonde ini, maksimum dibanding kisaran suhu di Teluk Kao dan Teluk Ambon yaitu 24,8-31,5°C dan salinitas 29,1-32 ppt yang telah mengalami *blooming* (Wiadnyana *et al.*, 1996), Teluk Jakarta dengan dominansi genus *Bacillariophyceae* pada kisaran suhu 25,0-31,8°C dan salinitas 28,0-33,0 ppt (Yuliana, 2012). Kondisi suhu yang maksimum di perairan pesisir dan laut Spermonde berdampak pula pada ukuran dan jenis fitoplankton yang dominan ditemukan berukuran lebih kecil (misalnya Rice and Stewart, 2013).

Selain faktor oseanografi, nutrien merupakan parameter yang sangat dibutuhkan untuk hidup dan pertumbuhan mikroalga, merupakan zat kimia yang dibutuhkan dalam metabolisme dan tidak dihasilkan sendiri oleh organisme tetapi diperoleh dari lingkungan. Organisme membutuhkan nutrien untuk membangun dan memperbaiki jaringan tubuh, mengatur proses-proses dalam tubuh serta memberikan energi bagi tubuh. Ketersediaan nutrien pada dasarnya adalah ketersediaan N dan P. Sumber antropogenik dari nutrien N dan P berasal dari pupuk, pertanian, pertambangan, limbah perkotaan dan industri. Penggunaan pupuk berbasis N (seperti Urea, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$) di bidang pertanian dan pertambangan yang secara global telah meningkatkan seratus kali lipat sumber N di perairan dalam empat dekade terakhir (GliBERT *et al.*, 2006).

Masukan bahan antropogenik ini telah merubah nilai terhadap rasio nutrien terlarut (N/P, N/Si, Si/P) di perairan pesisir pantai barat Sulawesi Selatan yang signifikan mempengaruhi rasio diatom dinoflagellata dengan merubah struktur komunitas diatom-dinoflagellata (Turner and Rabalais, 1991; Rabalais *et al.*, 1996; Stelzer and Lamberti, 2001; Cloern, 2001; Grizzetti *et al.*, 2012) dengan dominansi spesies yang

berbeda pada tiap lokasi dan musim pengamatan. Dimana, pada musim pancaroba didominasi oleh jenis *Chaetoceros* baik pada perairan pesisir maupun laut, pada musim kemarau, genus *Melosira* mendominasi di pesisir Tallo; genus *Rhizosolenia* mendominasi di pesisir Maros dan Pangkep; *Nitzschia* mendominasi di perairan laut, dan pada musim hujan didominasi oleh jenis *Nitzschia* di perairan pesisir dan laut Spermonde.

Kondisi tersebut dijelaskan pada Gambar 6, bahwa rasio Si untuk N atau P memiliki relevansi khusus untuk diatom, dimana Si merupakan kunci dan berpotensi membatasi nutrien. Data yang menunjukkan peningkatan masukan nitrogen di muara dari sumber antropogenik biasanya berkorelasi dengan penurunan rasio N/Si (Rabalais *et al.*, 1996). Diatom membutuhkan rasio Si/N > 1 untuk tumbuh (Dortch and Whitedge, 1992), ketika rasio dibawah nilai ini, maka diatom tidak dapat secara efektif bersaing dengan spesies lain tanpa persyaratan Si seperti dinoflagellata. Hasil berbeda didapatkan bahwa pengamatan pada musim pancaroba di pesisir dengan nilai rasio N/Si > 1 dominan ditemukan diatom yang mendominasi struktur komunitas fitoplankton dengan presentase sekitar 99,6-99,9%. Dengan kondisi seperti ini, mengindikasikan bahwa Si di perairan dimanfaatkan oleh diatom sehingga keberadaannya rendah. Sedangkan pada musim kemarau, kelimpahan diatom minimum dengan kedekatan hubungan terhadap rasio N/P; N/Si (pada pesisir Maros dan Pangkep); Si/P dengan nilai rasio > rasio Redfield yang memberikan indikasi bahwa proses penyerapan nutrien tidak berlangsung dengan baik (seperti Zhang *et al.*, 2006). Hal yang sama juga terjadi pada musim hujan, dimana diatom memiliki kedekatan hubungan dengan rasio N/P; N/Si; Si/P dengan nilai rasio > rasio Redfield.

Tingginya nilai rasio dari molar N signifikan terhadap peningkatan diatom-dinoflagellata di perairan pesisir pantai barat Sulawesi Selatan pada $p < 0,05$, sehingga kondisi ini cenderung memantik pengayaan

monospesies diatom (*blooming*) dengan varian sebesar 70,4%, walaupun Si di perairan pesisir bukan menjadi faktor pembatas pertumbuhan mikroalga (Lukman *dkk.*, 2014).

Selain itu, faktor yang berperan karena ketersediaan NH_3 [NH_4^+] mendominasi tiap musim pengamatan di perairan pesisir Spermonde yang secara langsung mempengaruhi nilai rasio redfield dari N menjadi maksimum dan perubahan rasio ini menyebabkan perubahan jenis dan kelimpahan genus fitoplankton (Grizetti *et al.*, 2012; Statham, 2012). Ukuran genus fitoplankton juga menentukan, dimana laju penyerapan nitrogen lebih cepat dari sel fitoplankton yang berukuran kecil daripada yang berukuran besar (Harrison *et al.*, 2004).

Adanya indikasi pengayaan nutrien di perairan pesisir telah memicu terjadinya dominansi mikroalga di perairan pesisir pantai barat Sulawesi Selatan selama musim pengamatan dari jenis diatom. Walaupun dari jenis ini kurang berbahaya, tetapi mengganggu keseimbangan produktivitas primer (misalnya, De-Pauw and Naessens, 1991; Slomp and Cappellen, 2004; Statham, 2012). Hal serupa misalnya, telah dibuktikan dengan kejadian di sekitar muara sungai Pangkep pada awal bulan November 2014 dengan kematian massal ikan-ikan jenis herbivora dan karnivora. Dimana, telah terjadi perubahan struktur komunitas fitoplankton yang didominasi oleh dinoflagellata sebesar 63% dan diatom 37% dengan genus dominan *Trichodesmium* yang merupakan genus berbahaya (Nasir *et al.*, 2014). Pada saat kematian massal ikan-ikan tersebut konsentrasi oksigen terlarut 0.1 mgL^{-1} dan jenis nutrien maksimum adalah amoniak (NH_3 [NH_4^+]-N) $2,220 \text{ mgL}^{-1}$. Pada saat oksigen rendah, maka nitrogen berubah menjadi amoniak (NH_3) dan sebaliknya saat kandungan oksigen tinggi maka nitrogen berubah menjadi nitrat (NO_3^-). Alaerts dan Santika (1985) menyatakan, jika kadar amoniak suatu perairan terdapat dalam jumlah terlalu tinggi ($>1,1 \text{ mgL}^{-1}$) dugaan adanya pencemaran.

IV. KESIMPULAN

Rasio nutrien terlarut (N/P, N/Si, Si/P) signifikan merubah secara langsung struktur komunitas diatom-dinoflagellata dengan dominansi genus yang berbeda pada tiap lokasi dan musim pengamatan. Pada musim pancaroba didominasi oleh genus *Chaetoceros* dengan persentase berkisar 39,0-67,3% pada musim kemarau, genus *Melosira* mendominasi di pesisir Tallo dengan persentase 40,7%, genus *Rhizolenia* mendominasi di estuari Maros dan Pangkep dengan persentase 18,8% dan 65,8%, genus *Nitzschia* mendominasi di perairan laut dengan persentase berkisar 34,1-52,4%, dan pada musim hujan didominasi oleh genus *Nitzschia* di perairan pesisir dan laut Spermonde dengan persentase berkisar 19,2-45,9%. Peningkatan nilai rasio dari molar nitrogen (N/P, N/Si) signifikan terhadap rasio kelimpahan diatom-dinoflagellata dengan $p < 0,05$ dan cenderung memantik pengayaan monospesies diatom (*cheatoceros*) di perairan pesisir dengan varian sebesar 70,4%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Proyek Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Hasanuddin selama dua tahun 2013 dan 2014 dengan kontrak 746/UN4.20/PL.09/2013 dan 699/UN4.20/PL.09/2014. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada tim RDC MACSI, Universitas Hasanuddin, Indonesia untuk bantuan teknis dalam pengambilan sampel, Mathias Birkhit dan Dorothee Darbach untuk analisis sampel yang dilakukan di laboratorium chemical oceanografi ZMT Bremen Germany dan staf laboratorium kualitas air Politeknik Pertanian Negeri Pangkep, Sulawesi Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, I.G. and S.S.S. Santika. 1985. Metode penelitian air. Usaha Nasional, Surabaya. 309hlm.

- Beman, J.M., K.R. Arrigo, and P.A. Matson. 2005. Agricultural runoff fuels large phytoplankton blooms in vulnerable areas of the ocean. *Nature*, 434:211-214.
- Boyce, D.G., R. Lewis, M.L. Marlon, and B. Worm. 2010. Global phytoplankton decline over the past century. *Nature*, 466:591-596.
- Boyd, P.W., A.J. Watson, C.S. Law, E.R. Abraham, T. Trull, R. Murdoch, D.C.E. Bakker, A.R. Bowie, K.O. Buesseler, H. Chang, M. Charette, P. Croot, K. Downing, R. Frew, M. Gall, M. Hadfield, J. Hall, M. Harvey, G. Jameson, J. LaRoche, M. Liddicoat, R. Ling, M.T. Maldonado, R. M. McKay, S. Nodder, S. Pickmere, R. Pridmore, S. Rintoul, K. Safi, P. Sutton, R. Strzepek, K. Tanneberger, S. Turner, A. Waite, and J. Zeldis. 2000. A mesoscale phytoplankton bloom in the polar Southern Ocean stimulated by iron fertilization. *Nature*, 407:695-702.
- Butro'n, A., A. Iriarte, and I. Madariaga. 2009. Size-fractionated phytoplankton biomass, primary production and respiration in the Nervio'n-Ibaizabal estuary: a comparison with other nearshore coastal and estuarine ecosystems from the Bay of Biscay. *Continental Shelf Research*, 29:1088-1102.
- Cabrini, M., D.Fornasaro, G. Cossarini, M. Lipizer, and D.Virgilio. 2012. Phytoplankton temporal changes in a coastal northern Adriatic site during the last 25 years. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 115:113-124.
- Cloern, J.E. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrofication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210:223-253.
- De-Pauw, N. and F.E. Naessens. 1991. Nutrient-induced competition between species of marine diatoms. *Hydrobiological Bulletin*, 25:23-28.
- Dhib, A., V. Frossard, S. Turki, and L. Aleya. 2013. Dynamics of harmful dinoflagellates driven by temperature and salinity in a northeastern Mediterranean lagoon. *Environ. Monit. Assess.*, 185:3369-3382.
- Diego-McGlone, M.L.S., R.V. Azanza, C.L.Villanoy, and G.S. Jacinto. 2008. Eutrophic waters, algal bloom and fish kill in fish farming areas in Bolinao, Pangasinan, Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 57:295-301.
- Dortch, Q. and T.E. Whittedge. 1992. Does nitrogen or silicon limit phytoplankton production in the Mississippi River plume and nearby regions? *Continental Shelf Research*, 12:1293-309.
- Fisher, T.R., A.B. Gustafson, K.Sellner, R. Lacouture, L.W.Haas, R.L.Wetzel, R.Magnien, D.Everitt, B.Michaels, and R. Karrh. 1999. Spatial and temporal variation of resource limitation in Chesapeake Bay. *Mar. Biol.*, 133:763-778.
- Glibert, P.M., J. Harrison, C.A. Heil, and S. Seitzinger. 2006. Escalating worldwide use of urea a global change contributing to coastal eutrophication. *Biogeochemistry*, 77:441-463.
- Grasshoff, K., M. Erhardt, and K. Kremling. 1983. Methods of seawater analysis, second, revised and extended edition. Verlag Chemie, Weinheim, 419p.
- Grizzetti, B., F. Bouraoui, and A. Aaloe. 2012. Changes of nitrogen and phosphorus loads to European Seas. *Global Change Biology*, 18:769-782.
- Hall, N.S., H.W. Paerl, B.L. Peierls, C. Anthony, Whipple, and K.L. Ros-signol. 2013. Effects of climatic variability on phytoplankton community structure and bloom development in the eutrophic, microtidal, new river Estuary, North Carolina, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 117:70-82.

- Harpole, W.S., J.T. Ngai, E.E. Cleland, E.W. Seabloom, E.T. Borer, M.E. Bracken, J.J. Elser, D.S. Gruner, H. Hillebrand, J.B. Shurin, and J.E. Smith. 2011. Nutrient colimitation of primary producer communities. *Ecol. Lett.*, 14:852-862.
- Harrison, P.J., F.A. Whitney, and H.Saito. 2004. Nutrien and plankton dynamic in the NE and NW gyres of the Subarctic and Pacific Ocean. *J. Oceanogr.*, 60:93-117.
- Hecky, R.E., P. Campbell, and L.L. Hendzel. 1993. The stoichiometry of carbon, nitrogen, and phosphorus in particulate matter of lakes and oceans. *Limnol. Oceanogr.*, 38:709-724.
- Hecky, R.E., and P. Kilham. 1988. Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: a review of recent evidence on the effects of enrichment. *Limnol. Oceanogr.*, 33:796-822.
- Heisler, J., P.M. Glibert, J.M. Burkholder, D.M. Anderson, W.Cochlan, W.C. Dennison, Q. Dortch, C.J. Gobler, C.A. Heil, E.Humphries, A. Lewitus, R.Magnien, H.G. Marshall, K.Sellner, D.A. Stockwell, D.K.Stoecker, and M.Suddleson. 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. *J. Harmful Algae*, 8:3-13.
- Hilligsøe, K.M., K. Richardson, J.Bendtsen, L.Sørensen, T.G.Nielsen, and M.M.L yngsgaard. 2011. Linking phytoplankton community size composition with temperature, plankton food web structure and seaair CO₂ flux. *Deep-Sea Research*, 58:826-838.
- Howarth, R.W. 1988. Nutrient limitation of net primary production in marine ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 19:89-110.
- Leblanc, K., A. Leynaert, C. Fernandez, P. Rimmelin, T. Moutin, P. Rainbault, J. Ras, and B. Quéguiner. 2005. A seasonal study of diatom dynamics in the North Atlantic during the POMME experiment, 2001: evidence for Si limitation of the spring bloom. *J. Geophys. Res.*, 110, C07S14, doi: 10.1029/2004JC002 621.
- Leynaert, A., E. Bucciarelli, P. Clauquin, R.C. Dugdale, V. Martin-Jézéquel, P. Pondaven, and O. Raqueneau. 2004. Effect of iron deficiency on diatom cell size and silicic acid uptake kinetics. *Limnol. Oceanogr.*, 49:1134-1143.
- Libels, S.M. 1992. An introduction to Marine Biogeochemistry. John Wiley and son, Inc. N. Y. 734p.
- Lukman, M., A. Nasir, K. Amri, R. Tambaru, M. Hatta, Nurfadilah, dan R.J. Noer. 2014. Silikat terlarut di perairan pesisir Sulawesi Selatan. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(2):461-478.
- Marić, D., R. Kraus, J. Godrijan, N.Supić, T.Djakovac, and R.Precali. 2012. Phytoplankton response to climatic and anthropogenic influences in the north-eastern Adriatic during the last four decades. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 115:98-112.
- Mazzocchi, M.G., P. Licandro, L. Dubroca, I. Di Capua, and V. Saggiomo. 2011. Zooplankton associations in a Mediterranean longterm timeseries. *J. of Plankton Research*, 33:1163-1181.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis, a report of the millenium ecosystem assessment. World Resources Institute, Washington, DC. 70p.
- Millero, F.J. and M.L. Sohn. 1991. Chemical oceanography. CRC Press. Boca Raton. 531p.
- Nasir, A., A. Tuwo, M. Lukman, H. Usman. 2015. Impact of increased nutrient on the variability of chlorophyll-a in the west coast of South Sulawesi, Indonesia. *International J. of Scientific and Engineering Research*, 6(5): 821-826.

- Nasir, A., Darhamsyah, M. Kamil, dan Faizal. 2014. Analisis kasus kematian massal biota perairan di muara sungai Pangkep. *Sinergi Hijau*, 2(12):33-36.
- Nixon, S.W. 1995. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, 41:99-219.
- Paerl, H.W. 1988. Nuisance phytoplankton blooms in coastal, estuarine, and inland waters. *Limnol. Oceanogr.*, 33:823-847.
- Pitcher, G.C. and A.P. Trevor. 2011. Anoxia in southern Benguela during the autumn of 2009 and its linkage to a bloom of the dinoflagellate *Ceratium balachii*. *Harmful Algae*, 11:23-32.
- Quinlan, E.L. and E.J. Philips. 2007. Phytoplankton assemblages across the marine to low salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. *J. of Plankton Research*, 29:401-416.
- Rabalais, N.N., R.E. Turner, Q. Dortch, D. Justia, V.J. Bierman, and W.J. Wiseman. 2002. Nutrient-enhanced productivity in the Northern Gulf of Mexico: past, present, and future. *Hydrobiologia*, 176:39-63.
- Rabalais, N.N., W.J. Wiseman, R.E. Turner, B.K. Sen Gupta, and Q. Dortch. 1996. Nutrient changes in the Mississippi river and system responses on the adjacent continental shelf. *Estuaries*, 19(2B):386-407.
- Rice, E. and G. Stewart. 2013. Analysis of interdecadal trends in chlorophyll and temperature in the central basin of long island sound. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 128:64-75.
- Seeyave, S., T. Probyn, X.A. Álvarez-Salgado, F.G. Figueiras, D.A. Purdie, E.D. Barton, and M. Lucas. 2013. Nitrogen uptake of phytoplankton assemblages under contrasting upwelling and down-welling conditions: The Ría de Vigo, NW Iberia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 124:1-12.
- Sellner, K.G., S.G. Sellner, R.V. Lacouture, and R.E. Magnien. 2001. Excessive nutrients select for dinoflagellates in the stratified Patuxent river estuary: margalef reigns. *Marine Ecology Progress Series*, 220:93-102.
- Slomp, C.P. and P. Van Cappellen. 2004. Nutrient inputs to the coastal ocean through submarine groundwater discharge: controls and potential impact. *J. of Hydrology*, 295:64-86.
- Smith, S.V. 1984. Phosphorus versus nitrogen limitation in the marine-environment. *Limnol. Oceanogr.*, 29:1149-1160.
- Smith, V.H. 2006. Responses of estuarine and coastal marine phytoplankton to nitrogen and phosphorus enrichment. *Limnol. Oceanogr.*, 51:377-384.
- Statham, P.J. 2012. Review: Nutrient in estuaries-an overview and the potential impacts of climate change. *Science of the Total Environment*, 434:213-227.
- Stelzer, R.S. and G.A. Lamberti. 2001. Effects of NP ratio and total nutrient concentration on stream periphyton community structure, biomass, and elemental composition. *Limnology and Oceanography*, 6(2):356-367.
- Taylor, F.J.R. 1994. Reference manual taxonomic identification of phytoplankton with reference to HAB organisms. ASEAN-Canada cooperative programme on marine science workshop on the taxonomy of Phytoplankton and harmful algal bloom-organisms hosted by LIPI, Jakarta. 568p.
- Tilman, D., J. Fargione, B. Wolff, C. D. Antonio, A. Dobson, R. Howarth, D. Schindler, W.H. Schlesinger, D. Simberloff, and D. Swackhamer. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292:281-284.

- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, and M.K. Moosa. 1997. The ecology of Indonesian Seas, Part I. The ecology of Indonesia series, Volume VII. Periplus editions, Singapore. 642p.
- Turner, R.E. and N.N. Rabalais. 1991. Changes in mississippi river water quality this century and implications for coastal food webs. *BioScience*, 41(3):140-147
- Wiadnyana, N.N. 1996. Mikroalga berbahaya di Indonesia. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 29:15-28.
- Wickstead, J.H. 1965. An introduction to study of tropical plankton. Hutchinson Tropical Monographs. London. 160p.
- Yamaji, I.E. 1976. Illustration of the marine plankton of Japan. Hoikusha, Osaka, Japan. 618p.
- Yuliana, 2012. Implikasi perubahan ketersediaan nutrien terhadap Perkembangan Pesat (Blooming) Fitoplankton di perairan Teluk Jakarta. Disertasi. Sekolah Pascasarjan IPB, Bogor. 159hlm.
- Zhang, J., M.S. Liu, Y. Wu, H.X. Qi, S.G. Zhang, and X.R. Li. 2006. Dissolved silica in the Changjiang (Yangtze River) and adjacent coastal waters of the East China Sea. *In*: V. Ittekkot, D. Unger, C. Humborg, and N.T. An (eda) The Silicon Cycle, Washington: Island Press. 71-80pp.
- Zimmerman, A.R. and E.A. Canuel. 2000. A geochemical record of eutrophication and anoxia in Chesapeake Bay sediments: anthropogenic influence on organic matter composition. *Marine Chemistry*, 69:117-137.

Diterima : 8 Oktober 2015

Direview : 6 Desember 2015

Disetujui : 24 Desember 2015

