

4-25-2004

DOMINASI CYANOBACTERIA PADA MUSIM PERALIHAN DI PERAIRAN LAUT BANDA DAN SEKITARNYA

Agus Sediadi

Program Pascasarjana Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia; Bidang Kerjasama dan Jasa Jaringan Informasi, Kementerian Riset dan Teknologi, Jakarta 10340, Indonesia,
Bandasea@hotmail.com

Follow this and additional works at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science>

Recommended Citation

Sediadi, Agus (2004) "DOMINASI CYANOBACTERIA PADA MUSIM PERALIHAN DI PERAIRAN LAUT BANDA DAN SEKITARNYA," *Makara Journal of Science*: Vol. 8: Iss. 1, Article 2.
Available at: <https://scholarhub.ui.ac.id/science/vol8/iss1/2>

This Article is brought to you for free and open access by the Universitas Indonesia at UI Scholars Hub. It has been accepted for inclusion in Makara Journal of Science by an authorized editor of UI Scholars Hub.

DOMINASI CYANOBACTERIA PADA MUSIM PERALIHAN DI PERAIRAN LAUT BANDA DAN SEKITARNYA

Agus Sediadi

Program Pascasarjana Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia;
Bidang Kerjasama dan Jasa Jaringan Informasi, Kementerian Riset dan Teknologi, Jakarta 10340, Indonesia

E-mail: bandasea@hotmail.com

Abstrak

Telah diketahui bahwa perairan Laut Banda sangat dipengaruhi oleh faktor musiman yang mempengaruhi kondisi fitoplankton. Tetapi informasi kondisi fitoplankton, khusus kelompok *Cyanobacteria* pada Musim Peralihan belum banyak terungkap. Untuk itu dilakukan penelitian pada bulan Oktober 1998 dan November 1999 yang dianggap mewakili Musim Peralihan dengan mengambil contoh fitoplankton dari permukaan sampai kedalaman 200 m untuk mengetahui kelimpahan, komposisi dan distribusi *Cyanobacteria*. Kelimpahan *Trichodesmium erahtraeum* berkisar antara $0,02-1,2 \times 10^2$ koloni m^{-3} , nilai tertinggi dijumpai di kedalaman 100 m dan terendah di kedalaman 200 m. Kelimpahan *Trichodesmium thiebautii* berkisar antara $0-8,8 \times 10^2$ sel m^{-3} . Distribusi *Trichodesmium erythraeum* dijumpai pada kedalaman 50 m kelimpahannya relatif tinggi yang dipengaruhi oleh kondisi nitrat perairan ($r^2 = 28,30\%$) dan suhu perairan ($r^2 = 17,30\%$). Berdasarkan kelimpahan, keanekaragaman, pemerataan dan distribusinya *Trichodesmium erythraeum* dan *Trichodesmium thiebautii* mendominasi pada musim peralihan.

Abstract

Domination of *Cyanobacteria* at Transition Monsoon around Banda Sea Area. Banda Sea had affected by monsoon factor, this condition also influenced fitoplankton condition, but information about fitoplankton condition especially *Cyanobacteria* group still not complete yet. Therefore had done the researched about fitoplankton in October 1998 and November 1999, that months is regarded as vice of transition monsoon. Fitoplankton samples were taken from the surface to 200 m depth to known the abundant, composition, and distribution of *Cyanobacteria*. The results showed that the abundant of *Trichodesmium erahtraeum* varied between $0.02-1.2 \times 10^2$ coloni m^{-3} , the highest vale found in 100 m depth and the lowest in 200 m depth. The abundance of *Trichodesmium thiebautii* varied between $0-8.8 \times 10^2$ cel m^{-3} . Distribution of *Trichodesmium erythraeum* found until 50 m depth, their abundance high relative, this condition caused by nitrate concentration ($r^2 = 28,30\%$) and temperature ($r^2 = 17,30\%$). Based on their abundance, diversity, evenness and distribution *Trichodesmium erythraeum* dan *Trichodesmium thiebautii* dominated in transition monsoon.

Keywords: Banda Sea, Transition Monsoon Cyanobacteria

1. Pendahuluan

Fitoplankton mempunyai fungsi sangat penting dalam ekosistem perairan laut sebagai produser primer yang mampu berfotosintesis mengubah zat anorganik menjadi zat organik [1-5]. Proses fotosintesis tersebut dapat menghasilkan 45-50 Gton karbon pertahun sehingga berdampak pada keseimbangan ekosistem global [6].

Fitoplankton (*phytoplankton standing stock*) dapat dicirikan dengan adanya pigmen yang juga terdapat di sebagian besar kelompok tumbuhan seperti ganggang biru (*blue green algae*), ganggang merah (*red algae*), ganggang kriptomonad (*cryptomonad algae*), ganggang coklat (*brown alge*), ganggang hijau (*green algae*), krisofita (*chrysophytes*), dinoflagelata (*dinolagellates*) dan diatom (*diatoms*) [7-8]. Sementara itu, kelompok “*blue green algae*”

saat ini diklasifikasikan sebagai *cyanobacteria* yang inti selnya prokariot seperti kelompok alga tetapi tidak sepenuhnya merupakan kelompok bakteri yang berfotosintesis [9-11].

Salah satu jenis *Cyanobacteria*, adalah *Trichodesmium* spp. Jenis *Trichodesmium* spp. ini berbentuk koloni berperan penting dalam terjadinya proses biogeo-kimia di perairan laut. Distribusi jenis *Trichodesmium* spp. dijumpai di perairan laut subtropik sampai perairan laut tropik [12-16].

Karakteristik *Trichodesmium* spp. mampu mengikat nitrit dari udara pada saat di perairan laut yang kandungan nitratnya rendah [11,17-20]. Karakteristik lain *Trichodesmium* spp. yang harus diwaspadai adalah pada saat melimpah (*blooms*) di perairan tropis, yaitu dapat menyebabkan kurangnya kandungan oksigen sehingga terjadi proses pembusukan yang akhirnya dapat menimbulkan kematian biota laut, seperti ikan [21-24].

Dari berbagai informasi di atas, nampaknya kelompok *Cyanobacteria*, khususnya jenis *Trichodesmium* sp. merupakan komponen penting di perairan tropis. Sementara itu, pengetahuan tentang kondisi fitoplankton di perairan laut Indonesia, khususnya kelompok *Cyanobacteria* belum terungkap dengan baik [25].

Pengetahuan kondisi fitoplankton yang kurang memadai mengakibatkan informasi yang tidak jelas. Salah satu informasi yang sering menimbulkan kesalah pahaman di masyarakat, yaitu terjadinya proses *upwelling* di perairan Laut Banda akan meningkatkan kelimpahan fitoplankton sehingga akan pula meningkatkan jumlah ikan di perairan sekitarnya.

Hal ini selamanya tidaklah benar, karena informasi jenis fitoplankton pada saat proses *upwelling* itu terjadi belum banyak diketahui baik komposisi maupun kelimpahan fitoplankton sebagai produser primer. Informasi yang ada mengenai kondisi fitoplankton adalah mengenai pertumbuhan *picocyanobacteria* di perairan Laut Banda pada Musim Timur (Agustus 1984) yang dan Musim Barat (Februari 1985) yang dipengaruhi faktor cahaya dan nutrisi [26].

Sementara itu, menurut Moore *et al.* [27], pada Musim Peralihan (Oktober 1998), fitoplankton di perairan Laut Banda di dominasi oleh *Cyanobacteria*. Informasi lebih lanjut mengenai jenis *Cyanobacteria* yang mendominasi pada saat Musim Peralihan (MP) di perairan Laut Banda belum terungkap.

Secara teoritis ada banyak faktor yang mempengaruhi perubahan keanekaragaman pada komunitas fitoplankton, yaitu turbulensi air, asal-usul plankton (*allochthonous* atau *autochthonous*), dan kondisi zat hara di suatu perairan [28-30].

Adanya informasi mengenai kelimpahan dan distribusi fitoplankton baik secara kualitatif dan kuantitatif yang lebih komprehensif dapat menjadi salah satu dasar untuk menganalisis kondisi sumberdaya perikanan di perairan tersebut [31-32]. Untuk itu, perlu adanya suatu studi kelimpahan, komposisi dan distribusi fitoplankton di perairan Laut Banda dan sekitarnya, khususnya kelompok *Cyanobacteria*.

Berdasar argumentasi di atas maka dalam penelitian ini dibuat suatu hipotesis, yaitu bahwa *Cyanobacteria mendominasi distribusi plankton pada musim peralihan*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan, komposisi dan distribusi fitoplankton pada musim peralihan di perairan Laut Banda yang dirasakan sangat kurang informasinya untuk dapat dijadikan dasar pengelolaan sumberdaya kelautan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan dalam 2 (dua) kali pelayaran. Pelayaran pertama pada bulan Oktober 1998, menggunakan KAL Baruna Jaya IV dengan mengambil 26 stasiun pengamatan. Pelayaran kedua pada bulan November 1999, menggunakan KAL Baruna Jaya VII dengan mengambil 17 stasiun pengamatan. Kedua bulan tersebut dianggap mewakili musim peralihan. Lokasi dan stasiun pengamatan disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2 (Lampiran).

Koleksi Data

Koleksi plankton dilakukan 2 (dua) tahap.

Tahap pertama, untuk mendapatkan data kepadatan plankton. Pengambilan contoh plankton pada tahap ini menggunakan jaring (*net*) dengan bukaan mulut berdiameter 31 cm dengan panjang 120 cm dan ukuran mata jaring 80 μm . Teknik sampling secara vertikal dari kedalaman 100 m ke permukaan. Di tengah mulut jaring dipasang sebuah *flowmeter* untuk mencatat volume air yang masuk ke dalam jarring. Contoh plankton disimpan dalam botol sampel dan diawetkan dengan Formalin 4% yang telah dinetralkan dengan Borax [33-34]. Dari botol sampel dipindahkan ke dalam gelas ukur (25 ml) dan diendapkan selama 24 jam. Selama observasi, beberapa kali gelas ukur digoyang perlahan agar endapan lebih padat. Endapan net-fitoplankton (*settling volume*) yang terlihat dinyatakan dalam cc m^{-3} .

Net-fitoplankton adalah fitoplankton yang dapat ditangkap dengan jaring (fitoplankton dengan ukuran $> 80 \mu\text{m}$ yang tertangkap).

Tahap kedua, untuk mendapatkan data kelimpahan plankton. Contoh air diambil dari botol Niskin. Sub sample air dari kedalaman sampling CTD (0 m, 50 m, 100 m, dan 200 m) diambil sebanyak 1 liter, kemudian diawetkan dengan cairan "Lugol" [33]. Contoh air sebanyak 100 cc dari sampel yang sudah diawetkan diendapkan di atas preparat selama 24 jam. Untuk pengukuran klorofil-a, sub sampel air sebanyak 1 L dari botol Niskin untuk masing-masing kedalaman (0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 150 m dan 200 m) disaring dengan kertas saring dengan kerapatan 0,45 μm dan kemudian disimpan dalam refrigerator. Untuk pengukuran nitrat dan fosfat, sub sample air sebanyak 100 ml dari botol Niskin diambil dari masing-masing kedalaman (0 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, 150 m dan 200 m). Pengukuran suhu dan salinitas menggunakan CTD (*conductivity, temperature, depth*) GMI Type FSK-600.

Analisis Data

Analisis plankton

Pencacahan kelimpahan plankton menggunakan *inverted microscope*. Identifikasi plankton berdasarkan [35-40]. Pencacahan sampel bulan Oktober 1998 hanya dilakukan pada St. 1, St. 2, dan St. 3 (Tansek A) yang mewakili daerah sebelah utara perairan Laut Banda. Sementara itu St.9, St. 11, St.13 dan St. 15 (Transek B), mewakili daerah sebelah selatan perairan Laut Banda. Untuk bulan November 1999, pencacahan sampel hanya pada St. 14, St.15, St.16 dan St.17 (Transek A). Masing-masing pencacahan dilakukan pada kedalaman 0 m, 50 m, 100 m dan 200 m. Kelimpahan *Trichodesmium* sp. dinyatakan dalam koloni L^{-1} dan untuk jenis plankton lainnya dinyatakan dalam sel L^{-1} . Analisis kelimpahan fitoplankton dihitung berdasarkan metoda yang dikemukakan Cleseri *et al.* [41], yaitu:

$$E = [C \times A] : f_a \times V$$

Keterangan :

- E = kelimpahan (Sel L^{-1})
- C = total sel teramati
- f_a = volume sub sampel plankton (Liter)
- A = volume konsentrat plankton (Liter)
- V = volume air tersaring (Liter)

Analisis Indeks Diversitas (*Diversity Index*). Indeks ini digunakan untuk mengetahui keanekaragaman taksa/ jenis biota perairan. Nilai indeks makin tinggi berarti komunitas plankton di perairan itu makin beragam dan tidak didominasi oleh satu atau dua taksa/jenis saja. Indeks diversitas dihitung berdasarkan cara Shannon & Weaver [42] dan Margalef [43], dengan rumus di bawah ini :

$$H = - \sum n_i/N \ln n_i/N$$

Keterangan :

- H = indeks keanekaragaman
- n_i = jumlah sel dalam jenis ke-i
- N = jumlah total sel

Analisis Indeks Kemerataan (*Evenness Index*). Indeks ini menunjukkan pola sebaran (*distribution*) fitoplankton, yaitu merata atau tidak. Apabila nilai indeks relatif tinggi, ini menandakan bahwa kandungan setiap takson/jenis tidak berbeda banyak. Rumus yang digunakan rumus dari Pielou [44], sebagai berikut :

$$J = H : \ln S$$

Keterangan :

- J = Indeks kemerataan
- H = Indeks diversitas
- S = Jumlah taksa/jenis biota dalam satu sampel

Analisis indeks dominansi ini untuk mengetahui dominansi taksa/jenis dengan menggunakan rumus dalam [2], seperti di bawah ini :

$$C = \sum (n_i N - 1)^2$$

Keterangan :

n_i = jumlah individu tiap jenis

N = jumlah individu seluruh jenis

Analisis klorofil-a

Kertas saring yang disimpan dalam refrigerator dicampur dengan Aceton. Hasil ekstraksi diukur dengan spektrofotometer Type Shimadzu RS 260 pada panjang gelombang 650 nm dan 750 nm, berdasarkan Strickland & Parsons [45] yang dinyatakan dalam satuan mg m^{-3} .

Analisis zat hara (nitrat dan Fosfat)

Pengukuran dengan Spectrophotometer Type Shimadzu RS 260, yang prinsip kerjanya berdasarkan penyerapan cahaya (*colormetric*) oleh larutan zat, berdasarkan Strickland & Parsons [45] yang dinyatakan dalam satuan $\mu\text{g at L}^{-1}$.

Analisis suhu dan salinitas

CTD secara sensorik akan menstransmisikan data numerik dari sinyal analog menjadi sinyal digital yang akan mengukur suhu dan dinyatakan dalam derajat celsius ($^{\circ}\text{C}$). Salinitas diperhitungkan secara tidak langsung hasil pengukuran konduktivitas air laut dan dinyatakan dalam ‰ . Perhitungan berdasarkan UNESCO [46].

3. Hasil dan Pembahasan**Kepadatan Volume Net-Fitoplankton**

Kepadatan volume rerata net-fitoplankton pada saat pengamatan adalah $0,98 \text{ cc m}^{-3}$ dan $1,08 \text{ cc m}^{-3}$, terendah dijumpai pada bulan Oktober dan tertinggi pada bulan November (Tabel 1).

Nilai maksimum volume net-fitoplankton dari kedua bulan tersebut yang termasuk Musim Peralihan ($2,55 \text{ cc cm}^{-3}$ dan $2,37 \text{ cc cm}^{-3}$) relatif kecil dibandingkan pada Musim Timur yang mencapai lebih dari $7,00 \text{ cc cm}^{-3}$ [47]. Menurut Adnan [48], volume net-fitoplankton

Tabel 1. Kepadatan Volume Net-Fitoplankton (cc m^{-3})

Statistik	Oktober - 1998	November - 1999
Min	0,02	0,37
Mak	2,55	2,37
Rerata	0,98	1,08
STD	0,81	0,50
N (St)	9	16

pada Musim Timur ($0,97 \text{ cc cm}^{-3}$) tercatat 3 kali lebih besar dari pada Musim Barat ($0,30 \text{ cc cm}^{-3}$).

Kepadatan net-fitoplankton pada Musim Peralihan yang relatif masih cukup tinggi dibandingkan pada saat Musim Barat dapat dijelaskan bahwa hal ini masih adanya pengaruh proses pengayaan nutrisi yang tersisa pada Musim Timur.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi kepadatan net-fitoplankton kemungkinan akibat terjadi proses pemangsaan, karena kepadatan fitoplankton lebih kuat dipengaruhi oleh faktor laju pemangsaan zooplankton [49].

Hal ini terlihat juga di perairan Laut Banda, pada Musim Timur isi perut zooplankton mencapai 67 % dan pada Musim Barat hanya 5% pada kedalaman 50-0 m. Diperkirakan zooplankton memangsa fitoplankton setiap harinya 5-26 % dari produksi primer [50].

Pengamatan lebih jauh, kepadatan net fitoplankton tertinggi dijumpai pada Stasiun 9 ($2,55 \text{ cc cm}^{-3}$) untuk bulan Oktober dan di Stasiun 15 ($2,37 \text{ cc cm}^{-3}$) untuk bulan November (Gambar 3 A-B, Lampiran).

Pada stasiun 8 dan stasiun 11 (Oktober 1998), nilai kepadatan net-fitoplankton relatif kecil, yaitu hanya sebesar $0,02 \text{ cc cm}^{-3}$ dan $0,03 \text{ cc cm}^{-3}$.

Adanya fluktuasi kepadatan net-fitoplankton yang sangat kecil pada stasiun 8 dan stasiun 11 pada bulan Oktober 1998 karena waktu sampling yang berbeda, yaitu pada malam hari. Hal ini sejalan hasil penelitian pemangsaan zooplankton, khususnya *Copepoda* di perairan Laut Banda pada Musim Timur, adanya kecenderungan melakukan kegiatan makan lebih tinggi pada malam hari [50].

Kelimpahan fitoplankton

Hasil identifikasi fitoplankton pada bulan Oktober 1998 dijumpai 56 jenis fitoplankton dan kehadiran masing-masing jenis disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan tingkat kehadirannya ada 6 (enam) jenis fitoplankton yang dominan pada bulan Oktober 1998, yaitu dengan tingkat kehadiran antara 90-100 % pada pengamatan yang dilakukan pada stasiun dan kedalaman. Keenam jenis tersebut, dikelompokkan sebagai berikut: kelompok diatom tercatat jenis *Chaetoceros* sp., *Nitzschia bicaipilata*, *Planktoniela sol*, dan *Thalassionema nitschioides*.

Kelompok dinoflagelata dijumpai jenis *Gymnodinium* sp. dan untuk kelompok cyanobacteria, dijumpai *Trichodesmium erythraeu*. Untuk bulan November 1999, dijumpai 36 jenis fitoplankton dan tingkat kehadiran masing-masing jenis, dapat dilihat pada Tabel 3. Jenis fitoplankton yang dominan pada bulan November adalah jenis *Trichodesmium thiebautii*. Jenis ini tingkat kehadirannya relatif tinggi pada stasiun pengamatan, khususnya di permukaan.

Beberapa jenis fitoplankton yang dijumpai pada saat pengamatan, nampaknya ada beberapa kesamaan dengan jenis fitoplankton di beberapa perairan. Boje [51], mendapatkan jenis *Chaetoceros radicans*, *Leptocylindricus danicus* dan *Thalassionema nitschoides* mendominasi pada saat upwelling di perairan Utara Cape Blanc, Afrika Barat.

Olivieri [52], mendapatkan jenis *Thalassionema nitschoides*, *Nitzschia pungens*, dan *Nitzschia delicatissima* pada saat upwelling di perairan Cape Peninsula, Afrika Selatan. Di daerah upwelling lainnya, yaitu perairan timurlaut Taiwan, jenis *Thalassionema nitschoides* juga mendominasi [53].

Sementara itu Dwiono & Rahayu [54], mendapat jenis *Chaetoceros* sp. mendominasi di perairan Teluk Ambon Dalam. Kimmerer *et al.* [55], mencatat 34 jenis fitoplankton yang di dominasi oleh *Rhizosolenia* sp., *Chaetoceros* Sp. dan *Ceratium* sp. di perairan Teluk Shark, Australia Barat. Adanya beberapa kesamaan komposisi dari jenis fitoplankton di beberapa perairan nampaknya memberikan gambaran bahwasanya jenis-jenis fitoplankton tersebut merupakan jenis fitoplankton kelompok diatom yang cukup dominan distribusinya di perairan tropis.

Lebih lanjut, beberapa pengamatan di perairan Indonesia Timur, seperti di perairan Laut Seram tercatat 25 jenis fitoplankton yang didominasi oleh *Chaetoceros* sp. [56]. Di perairan Teluk Ambon jumlah jenis fitoplankton dijumpai 50 jenis fitoplankton dan didominasi jenis *Chaetoceros* sp dan *Trichodesmium* sp. [57].

Kelimpahan kelompok cyanobacteria pada saat pengamatan sangat bervariasi baik dari permukaan sampai kedalaman 200 m. Kelimpahan *Trichodesmium erythraeu* tercatat relatif tinggi berkisar antara $0,02-1,2 \times 10^2$ koloni m^{-3} , tertinggi di kedalaman 100 m (St. 13) dan terendah di kedalaman 200 m (St.11) pada bulan Oktober. Kelimpahan *Trichodesmium thiebautii* berkisar antara $0-8,8 \times 10^2$ sel m^{-3} , tertinggi di permukaan (Stasiun 14) pada bulan November (Gambar 4.A-B, Lampiran).

Secara umum kelimpahan *Trichodesmium* spp., di perairan Teluk Carpentaria, Australia mengalami perubahan berdasarkan musim [58]. Di perairan sub-tropikal Laut Pasific Utara, pada bulan Oktober 1989 tercatat kelimpahan rerata *Trichodesmium* spp. berkisar antara $0,02-1,4 \times 10^2$ koloni m^{-3} dari permukaan sampai kedalaman 45 m [59-60].

Tabel 2. Komposisi dan kehadiran jenis fitoplankton (Oktober 1998) di beberapa stasiun penelitian

	Stasiun	Stasiun 1				Stasiun 2				Stasiun 3				Stasiun 9				Stasiun 11				Stasiun 13				Stasiun 15				
No.	Kedalaman (m)	0m	50m	100m	200m	0m	50m	100m	200m	0m	50m	100m	200m	0m	50m	100m	200m	0m	50m	100m	200m	0m	50m	100m	200m	0m	50m	100m	200m	
	Jenis Fitoplankton																													
1	Alexandrium cohorticula									v					v				v	v	v									v
2	Amphora decussata		v																											
3	Bacteriastrium delicabilum																										v			
4	Bacteriastrium delicatum		v																											
5	Biddulphia pulchella	v		v																										
6	Ceratium dentata																											v		
7	Ceratium furca									v																				
8	Ceratium fusus									v																				
9	Ceratium spp.																													
10	Ceratium massiliense																												v	
11	Chaetoceros atlanticum		v										v																	
12	Chaetoceros compressum												v															v		
13	Chaetoceros curvisetus		v																									v	v	
14	Chaetoceros messaliensis		v																											
15	Chaetoceros spp.	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
15	Cocconeis pellucida	v	v		v									v					v									v		v
16	Coscinodiscus granii			v											v														v	
17	Cylindrotheca closterium		v				v			v	v																	v		v
18	Diploneis splendida																													
19	Distephanus speculum																													
20	Ephemera planamembranacea																													
21	Fragilaria cylindrica																													
22	Fragilaria Kerguelensis																													
23	Guinardia striata																													
24	Gymnodinium Sp.	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
25	Gymnodinium spirale																													
26	Hemiaulus sinensis																													
27	Leptocylindricus danicus																													
28	Lioluma pacificum																													
29	Melosira nummuloides																													
30	Meuniera membranacea																													
31	Mostoglia minuta																													
32	Nitzschia bicapitata	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
33	Nitzschia delicatissima	v	v		v																									
34	Nitzschia distans																													
35	Nitzschia elegans																													
36	Nitzschia f. delicatula	v	v																											
37	Nitzschia pungens	v	v																											
38	Noctiluca scintillans																													
39	Oxytoxum parvum																													
40	Oxytoxum crassum																													
41	Planktoniella sol	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
42	Pleurosigma elongatum																													
43	Proboscia alata	v																												
44	Protoperidinium ovatum																													
45	Protoperidinium pellucidum																													
46	Pyrocystis rhomboides	v	v	v																										
47	Rhizosolenia bergonii																													
48	Rhizosolenia calcar-avis																													
49	Rhizosolenia imbricata																													
50	Rhizosolenia setigera																													
51	Salpingella																													
52	Skeletonema costatum																													
53	Thalassionema nitzschioides	v	v	v	v	v	v	v	v																					
54	Thalassiosira anguste-lincata																													
55	Thalassiotrix fraumfeldii																													
56	Trichodesmium erythraeum	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v

Apabila dibandingkan dengan daerah lain seperti di perairan sebelah Selatan Laut Cina-Timur, kelimpahan *Trichodesmium* spp. tercatat di permukaan sampai kedalaman 50 m berkisar antara $0-6 \times 10^2$ koloni m^{-3} [61]. Sementara itu, pada musim panas stratifikasi kelimpahan *Trichodesmium* sp. di perairan Teluk Aqaba, Laut Merah sangat menonjol, khususnya dari jenis *T. erythraeum* dan *T. thiebautii* [62]. Di perairan Selatan Laut China, tercatat kelimpahan *Trichodesmium* spp. di permukaan sebesar $7,7 \times 10^2$ koloni m^{-3} [63].

Keanekaragaman fitoplankton

Dari data-data kelimpahan dan kehadiran nampaknya pada Musim Peralihan di perairan Laut Banda di dominasi oleh kelompok cyanobacteria, yaitu jenis *Trichodesmium erythraeum* dan *Trichodesmium theibautii*. Lebih lanjut, hal ini diperkuat dari data hasil analisis Indeks Keanekaragaman (H), Indeks Kemeratan (J) dan dominansi setiap pengamatan yang disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Nilai indeks keanekaragaman pada bulan Oktober tercatat berkisar antara 1,25-2,42 dan nilai indeks kemerataan berkisar antara 0,72-0,90. Kedua nilai indeks tersebut berbeda nyata dari permukaan sampai kedalaman 200 m ($p < 5\%$).

Untuk bulan November, nilai indeks keanekaragaman tercatat berkisar antara 0,12-1,56 dan nilai indeks kemerataan berkisar 0,11-1,00. Masing-masing nilai berbeda nyata dari permukaan sampai kedalaman 200 m ($p < 5\%$).

Tabel 3. Komposisi dan kehadiran jenis fitoplankton (November 1999) di beberapa stasiun penelitian

	Stasiun	14	15	16	17	14	15	16	17	14	15	16	17	14	15	16	17
No.	Kedalaman			0 m			50 m				100 m					200 m	
	Jenis Fitoplankton																
1	<i>Bacteriastrium varians</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-
2	<i>Ceratium messiliensis</i>	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	<i>Ceratium tripos</i>	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
4	<i>Ceratium furca</i>	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Ceratocorys horrida</i>	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	<i>Chaetoceros Coartatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-
7	<i>Chaetoceros messonensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓		✓
8	<i>Chaetoceros pseudocornisetus</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓
9	<i>Chaetoceros convolutus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	✓
10	<i>Chaetoceros affine</i>	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓
11	<i>Cladophysis hemibrachiata</i>	✓		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	<i>Climacodium sp.</i>	-		+	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>Dactyliosolen minuta</i>	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	<i>Dactyliosolen antraticus</i>	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	<i>Dinophysis rotundata</i>	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
17	<i>Eucampia zoodicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Lauderia borealis</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
19	<i>Nitzschia sigma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	<i>Ornithoceros quadatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	<i>Ornithoceros magnofican</i>	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	<i>Pedolamphas bipes</i>	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
23	<i>Protodinium oceanicum</i>	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	<i>Pseudonitzschia pungens</i>	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
25	<i>Pyrocystis fusiformis</i>	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
26	<i>Rhizosolenia calcaravis</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
27	<i>Rhizosolenia hebatata</i>	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	<i>Rhizosolenia robusta</i>	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
29	<i>Rhizosolenia stolterfortii</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	✓	-
30	<i>Rhizosolenia alata</i>	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	✓
31	<i>Thalasiothrix sub-tilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
32	<i>Thalasiothrix mala</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓
33	<i>Thalasiothrix frauenfeldii</i>	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓
34	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	<i>Thalassiosira condensata</i>	-	-	-	-	-	-	✓		-	-	-	-	-	-	-	-
36	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4. Indek Biologi Fitoplakton di transek B (Oktober 1988)

Kedalaman	Permukaan				50m				100m				200m			
Stasiun	9	11	13	15	9	11	13	15	9	11	13	15	9	11	13	15
Jenis	9	9	8	9	8	8	7	9	9	6	8	9	9	8	7	10
H	1.84	1.86	1.59	1.85	1.53	1.79	1.67	2.03	2.06	1.51	1.87	1.99	1.98	1.64	1.74	1.66
J	0.84	0.84	0.76	0.84	0.74	0.86	0.86	0.92	0.94	0.84	0.90	0.90	0.90	0.79	0.89	0.72
Dominansi	<i>T. erythraeum</i>				<i>T. erythraeum</i>				<i>Nitzschia punggens</i>				<i>T. erythraeum</i>			

Tabel 5. Indek Biologi Fitoplakton di transek A (Oktober 1988)

Kedalaman	Permukaan				50m				100m				200m			
Stasiun	9	11	13	15	9	11	13	15	9	11	13	15	9	11	13	15
Jenis	9	9	8	9	8	8	7	9	9	6	8	9	9	8	7	10
H	18	18	15	18	15	17	16	20	20	15	18	19	19	18	17	16
	4	6	0	5	3	9	7	3	6	1	7	9	8	4	4	6
166J	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7	0.8	0.7
	4	4	6	4	4	6	6	2	4	4	0	0	0	9	9	2
Dominasi	<i>T. erythraeum</i>				<i>T. erythraeum</i>				<i>T. erythraeum</i>				<i>T. erythraeum</i>			

Hal ini memperlihatkan adanya dominasi jenis fitoplankton yang berbeda pada setiap kedalaman. Di permukaan di dominasi oleh *Trichodesmium thiebautii*. Di kedalaman 50 m di dominasi oleh *Chaetoceros affine*.

Pada kedalaman 100 m di dominasi oleh *Thalassiosira condensate*. Untuk kedalaman 200m di dominasi oleh *Chaetoceros pseudocorvesitus* (Tabel 5).

Dari berbagai pengamatan jenis *Trichodesmium* sp. Ini sangat dipengaruhi oleh suhu perairan yang relative tinggi, hal ini tercatat pula di perairan Laut banda pada Musim Peralihan berkisar antara 29-30 °C.

Kondisi lingkungan pada Musim Peralihan di perairan Laut Banda tercatat untuk suhu rerata saat pengamatan berkisar antara 16,2-29,9 °C, salinitas rerata berkisar antara 33,1-34,2 ‰, kandungan rerata nitrat berkisar antara 1,27-9,54 µg at NO₃ L⁻¹ dan kandungan rerata fosfat 0,56-1,89 µg at PO₄ L⁻¹.

Distribusi *Trichodesmium erythraeum* Distribusi tegak *Trichodesmium erythraeum* pada bulan Oktober 1998, disajikan pada Gambar 5 (Lampiran).

Untuk melihat pola distribusi *T. erythraeum* dengan faktor lingkungan dibuat juga distribusi masing-masing faktor lingkungan, yaitu suhu, salinitas, nitrat dan fosfat untuk pembandingan (Gambar 6a-d, Lampiran).

Dari Gambar 5 dan Gambar 6c, terlihat pola sebaran menegak *Trichodesmium erythraeum* pada bulan Oktober, pada kedalaman 50 m kelimpahannya relatif tinggi yang diikuti pula kandungan nitrat yang relatif tinggi.

Secara teoritis, sumber utama untuk kehidupan fitoplankton adalah cahaya dari atas dan zat hara yang disuplai dari bawah. Hal ini terjadi di perairan yang kurang ada pencampuran, sehingga fitoplankton akan terdistribusi secara heterogen [64]. Sementara itu dalam pertumbuhannya, fitoplankton dipengaruhi oleh adanya faktor pembatas, seperti kondisi lingkungan perairan tersebut [50, 65-69].

Di perairan Laut Banda faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton adalah nitrat pada musim barat ($V\ m^{-3}$ untuk $N \geq 1$) dan cahaya pada musim timur ($V\ m^{-3}$ untuk $N \leq 1$) [26]. Menurut Kana [70], pertumbuhan *Trichodesmium thabutii* dipengaruhi faktor cahaya, yaitu berkisar antara 50 sampai 300 Einst m⁻²s⁻¹.

Trichodesmium sp. mampu mengikat nitrogen dari udara dari proses interaksi antara atmosfer dan perairan laut, sehingga menjadi sumber nitrogen yang mengakibatkan terjadinya variasi komposisi bio-kimia di perairan laut [71-74].

Analisis lebih lanjut, khususnya untuk bulan Oktober yang mewakili Musim Peralihan dengan melihat hubungan (*regression*) berbagai kondisi hidrologis, seperti suhu, salinitas, nitrat dan klorofil-a untuk melihat sejauh mana kondisi hidrologis mempengaruhi kelimpahan fitoplankton, khususnya *Trichodesmium erythraeum*. (Gambar 7 a-d, Lampiran).

Pada Musim Peralihan (Oktober 1998), nampaknya kelimpahan *Trichodesmium erythraeum* relatif dipengaruhi oleh kondisi nitrat perairan ($r^2 = 28,30\%$) dan suhu perairan ($r^2 = 17,30\%$). Hal ini sejalan dengan pengamatan rerata kandungan nitrat sebesar $7,12 \mu\text{g at NO}_3 \text{ L}^{-1}$ dan suhu perairan saat itu yang tercatat $28,27^\circ\text{C}$ di kedalaman 50 m.

Kelimpahan *Trichodesmium erythraeum* dan *Trichodesmium thiebautii*, pada musim peralihan di perairan Laut Banda dapat dikaitkan dengan fluktuasi klorofil-a. Menurut Leterrier & Karl [59], di perairan Utara Laut Pasifik komposisi *Trichodesmium* terdiri dari 18 % Klorofil-a, 4 % asimilasi fotosintesis Carbon, 10 % partikel Nitrogen dan 5 % partikel Fosfat. Sementara itu kandungan klorofil-a dapat menjadi indikator produksi primer di suatu perairan [75-76].

Hasil penelitian Tyrrell *et al.* [77], kelimpahan *Trichodesmium* spp. Di Laut Atlantik, mempunyai korelasi dengan adanya proses pencampuran massa air.

Peledakan (*bloom*) cyanobacteria dari jenis *Trichodesmium erythraeum* dan *Trichodesmium thiebautii* ini telah tercatat di beberapa perairan di Indonesia yang sering menimbulkan "red tide" [78], seperti di perairan Teluk Kao [79], di perairan Pulau Pari, Teluk Jakarta dan perairan Pantai Timur Lampung [80-81].

Untuk itu keberadaan cyanobacteria harus diamati secara seksama mengingat sifatnya yang dapat berasosiasi dengan bakteri dan menghasilkan unsur-unsur kimia lainnya yang berdampak pada sumberdaya perikanan [82-83].

4. Kesimpulan

Nilai kepadatan net-fitoplankton pada Musim Peralihan di perairan Laut Banda berkisar antara $0,02 - 2,55 \text{ cc m}^{-3}$. Hasil identifikasi fitoplankton tercatat antara 36-56 jenis fitoplankton. Jenis fitoplankton yang mendominasi dari kelompok diatom adalah *Chaetoceros* sp., *Nitzschia bicaulata*, *Planktoniella sol*, *Thalassionema nitschioides*. Kelompok dinoflagelata adalah *Gymnodinium* sp. Kelompok cyanobacteria adalah *Trichodesmium erythraeum* dan *Trichodesmium thiebautii*. Kelimpahan *Trichodesmium erythraeum* berkisar antara $0,02-1,2 \times 10^2$ koloni m^{-3} , nilai tertinggi dijumpai di kedalaman 100 m dan terendah di kedalaman 200 m.

Kelimpahan *Trichodesmium thiebautii* berkisar antara $0-8,8 \times 10^2 \text{ sel m}^{-3}$. Pada musim peralihan, nilai indeks keanekaragaman berkisar antara 0,12-2,03 dan nilai indeks kemeratan berkisar antara 0,11-1,00. Kondisi lingkungan tercatat suhu rerata berkisar antara $16,2-29,9^\circ\text{C}$, salinitas rerata berkisar antara 33,1-34,2 ‰, kandungan rerata nitrat berkisar antara $1,27-9,54 \mu\text{g at NO}_3 \text{ L}^{-1}$ dan kandungan rerata fosfat $0,56-1,89 \mu\text{g at PO}_4 \text{ L}^{-1}$.

Distribusi *Trichodesmium erythraeum* dijumpai pada kedalaman 50 m kelimpahannya relatif tinggi yang dipengaruhi oleh kondisi nitrat perairan ($r^2 = 28,30\%$) dan suhu perairan ($r^2 = 17,30\%$).

Hasil pengamatan selama Musim Peralihan *Trichodesmium erythraeum* dan *Trichodesmium thiebautii* berdasarkan kelimpahan, keanekaragaman, kemerataan dan distribusinya mendominasi saat itu.

Daftar Acuan

- [1] E.P. Odum, Fundamental of Ecology, W.B. Saunders Co., London, 1971.
- [2] H.T. Odum, System ecology: An Introduction, John Wiley & Sons, New York, 1983, p.15.
- [3] J.S. Levinton, Marine Ecology, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1982.

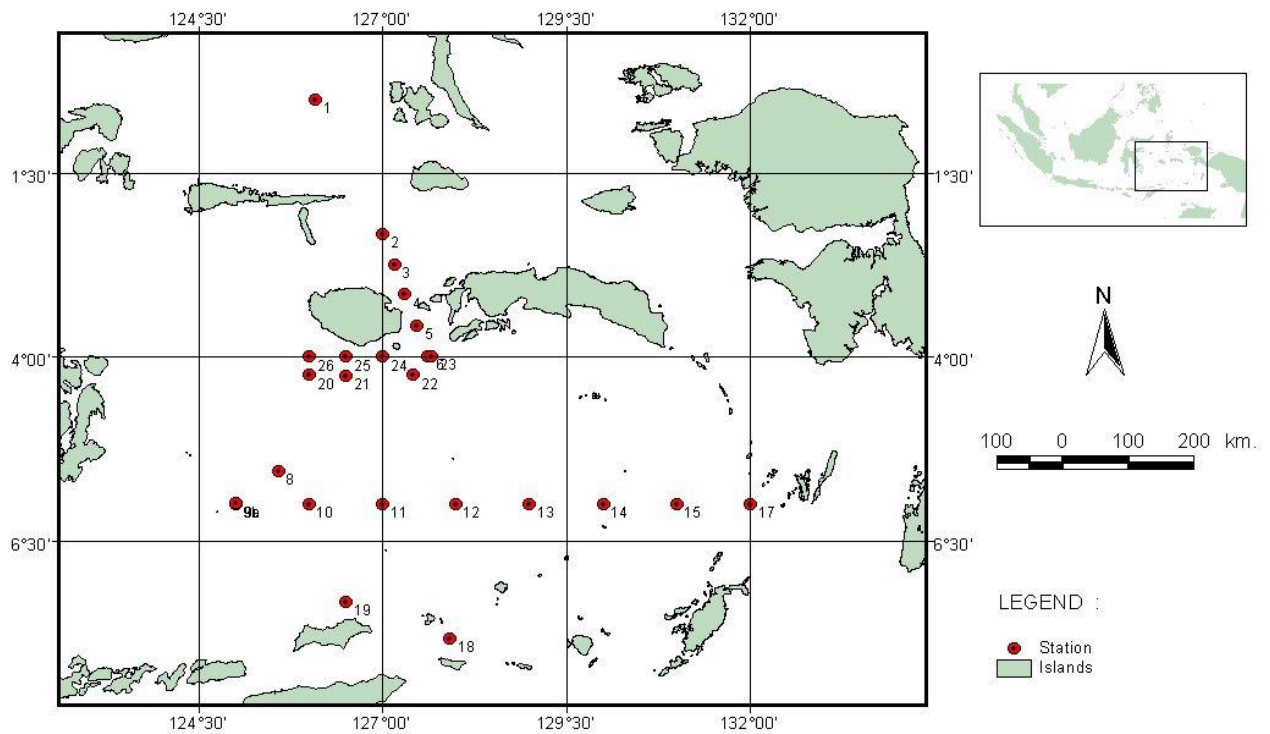
- [4] G.P. Harris, *Phytoplankton ecology: structure, function and fluctuation*, Chapman and Hall, London, 1986.
- [5] A.D. Boney, *Phytoplankton*, 2nd ed., Edward Arnold, London, 1989.
- [6] A. Longhurst, S. Sathyendranath, T. Platt, C. Caverhill, *J. Plankton Res.* 17 (1995) 1245.
- [7] B.B. Prézelin, *Can. Bull. Fish Aquat. Sci.* 210 (1981) 1.
- [8] R.T. Parsons, M. Takahashi, B. Hargrave, *Biological Oceanographic Processes*, Pergamon Press, 1984.
- [9] R.Y. Stanier, G. Cohen-Bazire, *Ann. Rev. of Microbiology* 31(1977) 225.
- [10] R. Rippka, J. Deruelles, J.B. Waterbury, M. Herdman, R.Y. Stanier, *J. General Microbiology* 111 (1979) 1.
- [11] K. Ohki, P.G. Falkowski, J.G. Reuter, Y. Fujita, in: J. Mauchline, T. Nemoto (Eds.), *Marine Biology: Its Accomplishment and Future Prospect*, Hokusen-sha Publishing Co., Tokyo, 1991, p.205.
- [12] N.G. Carr, B.A. Whitton (Eds.), *The biology of Cyanobacteria*, Blackwell Science Publication, Oxford, 1982.
- [13] E.J. Carpenter, D.G. Capone (Eds.), *Marine Pelagic Cyanobacteria: Trichodesmium and other Diazotrops*. Proc. The NATO Advanced Research Workshop on Trichodesmium and other Diazotrops, 1991, p.1.
- [14] E.J. Carpenter, T. Roenneberg, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 118 (1995) 267.
- [15] D.G. Capone, J.P. Zehr, H.W.P. Bergman, E.J. Carpenter, *Science* 276 (1997) 1221.
- [16] P.R.F. Bell, I. Elmetri, P. Uwins, *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 186 (1999) 119.
- [17] F.E. Round, *The Biology of Algae*. Pitman Press. 1970
- [18] M.R. Mulholland, D.G. Capone, *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 188 (1999) 33.
- [19] M.R. Mulholland, D.G. Capone, *Trend in Plant Science* 5 (2000) 148.
- [20] M.R. Mulholland, S. Floge, E.J. Carpenter, D.G. Capone, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 239 (2002) 45.
- [21] M.S. Prabhu, S. Rammamurthy, M.H. Dhuulked, N.S. Radhakrishnan, *Trichodesmium blooms and the failure of oil Sardine Fishery*, Central Marine Fisheries Research Institute Mandapam Camp, 1968, p.62.
- [22] X.N. Verlancar, *Bull. Nat. Inst. Oceanogr.* 11 (1977) 221.
- [23] V.P. Devassy, *Trichodesmium erythraeum blooms (red tide) in Arabia Sea*, Nat.Inst.Oceanografi, Dona Paula, Goa, India, 1984, p.9.
- [24] Q. Adnan, *Internal Report Cord-LIPI*, Jakarta, 1992, p.5.
- [25] O.H. Arinardi, A.B. Sutomo, S.A. Yusuf, Trimaningsih, E. Asnaryanti, S.H. Riyono, *Kisaran Kelimpahan dan Komposisi plankton dominan di perairan kawasan timur Indonesia*, Puslitbang Oseanologi – LIPI, Jakarta, 1997.
- [26] W. Zevenboom, F.J. Wetsteyn, *Neth. J. Sea Res.* 25 (1990) 465.
- [27] T.S. Moore, J. Marra, A. Alkatiri, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 261 (2003) 41.
- [28] R.C. Dugdale, B.H. Jones Jr., J.J. M. Isaac, J.J. Goering, *Can. Bull. Fish Aquat.Sci.* 210 (1981) 234.
- [29] R.T. Parsons, M. Takahashi, B. Hargrave, *Biological Oceanographic Processes*, Pergamon Press, 1984.
- [30] D.M. Cohen, *UNESCO. Tech. Papers in Marine Science* 49, 1986, p.54.
- [31] R.W. Sheldon, W.H. Sutcliffe Jr., K. Drinkwater, *Can.Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 59 (1982) 28.
- [32] U. Gaedke, *J. Plankton Res.* 17 (1995) 1273.
- [33] J. Throndsen, *Preservation and storage*, In: A. Sournia (Ed.), *Phytoplankton Manual*, UNESCO, 1978, p.69.
- [34] K. Tangen, In: A. Sournia (Ed.), *Phytoplankton Manual*, UNESCO, 1978, p.50.
- [35] W.E. Allen, E.E. Cupp, *Ann. jard botan buitenzorg.* 44 (1935) 174.
- [36] E.E. Cupp, *Bull. Scripps. Inst. of Oceanogr. Univ. California* 5 (1943) 1.
- [37] C.C. Davis, *The marine freshwater plankton*, Michigan State University Press, Michigan, 1955.
- [38] J.H. Wickstead, *An Introduction of the study of tropical plankton*, Hutchinson Trop. Monogr, 1965, p.160.
- [39] I. Yamaji, *Illustration of the marine plankton of Japan*, Hoikusha, Osaka, 1966.
- [40] M. Ricard, *Atlas du Pytoplankton Marin vol. 2 Diatomophycees*, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1987, p.297.
- [41] L.S. Cleseri, A.E. Greenberg, R.R. Trussel, *Standard of water and wastewater*, Alpa-Awwa-Wprof, 1989.
- [42] C.E. Shannon, W. Weaver, *The mathematical of communication*, Univ. Illin. Pres., Urbana, 1963, p.125.
- [43] R. Margalef, *Diversity*. In: A. Sournia (Ed.), *Phytoplankton Manual*, UNESCO, 1978, p.251.
- [44] E.C. Pielou, *J. Theoret. Biol.* 13 (1966) 131.
- [45] J.D.H. Strickland, T.R. Parsons, *Fish. Res. Board Can. Bull.* 167 (1968) 311.
- [46] UNESCO, *Determination of chlorophyll in sea water*, UNESCO Technical Papers Marine Science 35, 1988.
- [47] O.H. Arinardi, Dalam: Suyarso (Ed.) *Atlas Oseanologi Laut Banda*, LIPI-Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta, 1999, p.53.
- [48] Q. Adnan, *Neth. J. Sea Res.* 25(1990) 523.
- [49] P.J.S. Franks, *J. Plankton Res.* 23 (2001) 1433.
- [50] O.H. Arinardi, M.A. Baars, S.S. Oosterhuis, *Neth. J. Sea Res.* 25 (1990) 545.
- [51] R. Boje, *Cons. int. Explor. Mer.* 180 (1982) 239.
- [52] E.T. Olivieri, *S. Afr. J. Mar. Sci.* 1 (1983) 199.

- [53] Y.I.L. Chen, TAO 3 (1992) 305.
- [54] S.A.P. Dwiono, D.L. Rahayu, Oseanologi di Indonesia 18 (1984) 55.
- [55] W.J. Kimmerer, A.D. McKinnon, M.J. Atkinson, J.A. Kessell, Aust. J. Mar. Freshw. Res. 36 (1985) 421.
- [56] M.A. Burford, P.C. Rothlisberg, Y. Wang, Mar. Ecol. Progr. Ser. 118 (1995) 255.
- [57] A. Sediadi, Proceedings of the 2nd WESTPAC Symposium, 1991, p.150.
- [58] A. Sediadi, Master Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia, Indonesia, 1997.
- [59] R.M. Letelier, D.M. Karl, Mar. Ecol. Progr. Ser. 133 (1996) 263.
- [60] R.M. Letelier, D.M. Karl, Aquat. Micro. Ecol. 15 (1998) 265.
- [61] J. Chang, K.P. Chiang, G.C. Gong, Continental Shelf Res. 20 (2000) 479.
- [62] A.F. Post, Z. Dedej, R. Gottlieb, H. Li, D.N. Thomas, M. El-Absawi, A. Naggar, M. El-Gharabawi, U. Sommer, Mar. Ecol. Progr. Ser. 239 (2002) 241.
- [63] Y.I.L. Chen, H.Y. Chen, Y.H. Lin, Mar. Ecol. Progr. Ser. 259 (2003) 47.
- [64] C.A. Klausmeier, E. Litchman, Limnol. Oceanogr. 46 (2001) 1998.
- [65] M.R. Lewis, Oceanologica Acta 6 (1987) 91.
- [66] T.A. Probyn, S. Afr. J. Mar. Sci. 12 (1992) 411-420.
- [67] J.A. Raven, Nature 361 (1993) 209.
- [68] A.R. Solow, J.H. Steel, J. Plankton Res. 17 (1995) 1669.
- [69] F.X. Fu, P.R.F. Bell, Mar. Ecol. Progr. Ser. 257 (2003) 69.
- [70] T.M. Kana, Limnol. Oceanogr. 38 (1993) 18.
- [71] J.C. Goldman, D.A. Hansell, M.R. Dennett, Mar. Ecol. Progr. Ser. 88 (1992) 257.
- [72] W. Stolte, T. McCollin, A.A.M. Noordeloos, R. Reigman, J. Exp. Mar. Biol. & Ecol. 184 (1994) 83.
- [73] E.J. Carpenter, T. Roenneberg, Mar. Ecol. Progr. Ser. 118 (1995) 267.
- [74] T.D. Sonya, E. A. Webb, D.M. Anderson, J. W. Moffet, J. B. Waterbury, Limnol. Oceanogr. 47 (2002) 1832.
- [75] D.K. Krupatkina, Z.Z. Finenko, A.A. Shalapyonok, Mar. Ecol. Progr. Ser. 73 (1991) 25.
- [76] C. Kinkade, J. Marra, C. Langdon, C. Knudson, A.G. Ilahude, Deep-Sea Res. 44 (1997) 581.
- [77] T.E.M. Tyrrell, A.J. Poulton, A.R. Bowie, D.S. Harbour, E.M.S. Woodward, J. Plankton Res. 25 (2003) 405.
- [78] Q. Adnan, Eutrofikasi dan akibatnya bagi kehidupan di perairan Indonesia alternatif dampak berbagai kegiatan pembangunan metropolitan, Pusat Penelitian Oseanologi-LIPI, Jakarta, 2003.
- [79] A. Sediadi, T. Sidabutar, Prosiding Seminar Kelautan Nasional, Jakarta, 1995, p.13.
- [80] Q. Adnan, Internal Report Cord-LIPI, Jakarta, 1992, p.5.
- [81] R.Y. Lutan, Q. Adnan, Warta-ISOI 5 (1994) 25.
- [82] G.B. Jones, F.G. Thomas, C.B. Jones, Est. Coast. & Shelf Sci. 23 (1986) 387.
- [83] M. Nausch, Mar. Ecol. Progr. Ser. 141 (1996) 173.

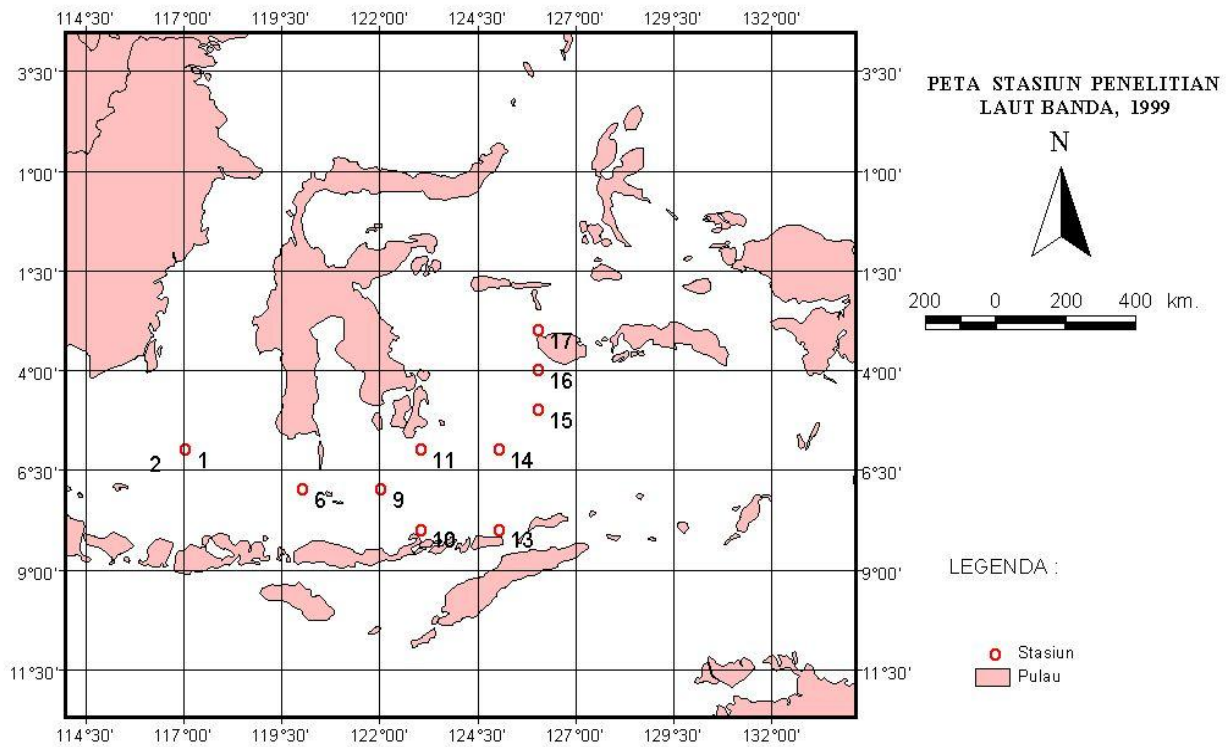
Lampiran

A

B



Gambar 1. Lokasi Penelitian Oktober 1998 di Perairan Laut Banda



Gambar 2. Lokasi Penelitian November 1999 di Perairan Laut Flores dan Laut Banda

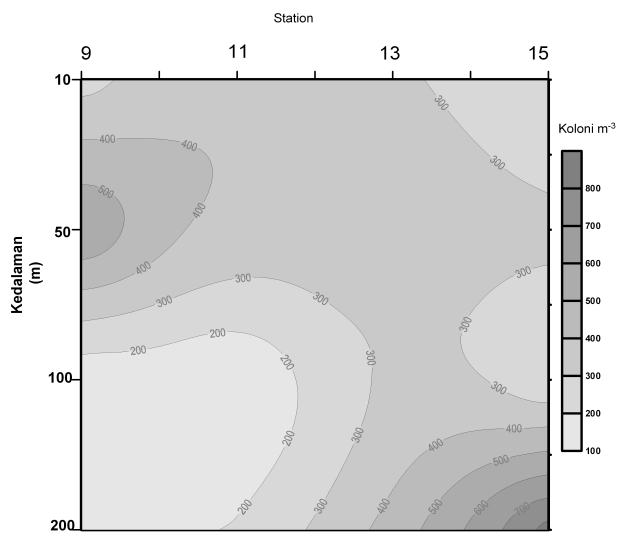
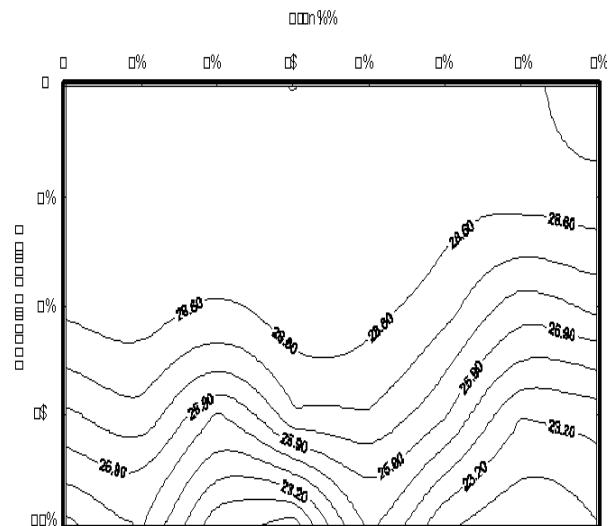
A. Oktober 1998

B. November 1999

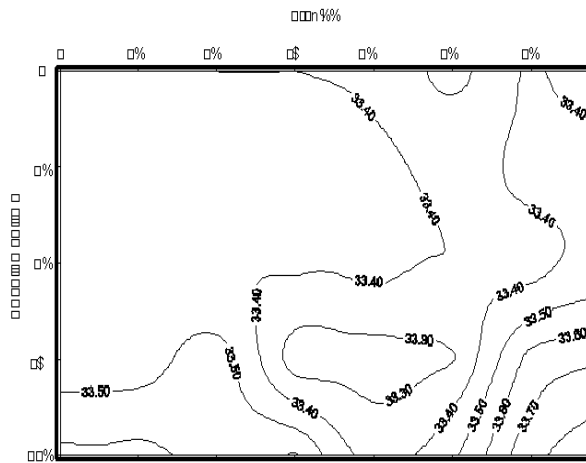
Gambar 3. Fluktuasi Kepadatan net-fitoplankton

A. Oktober 1998

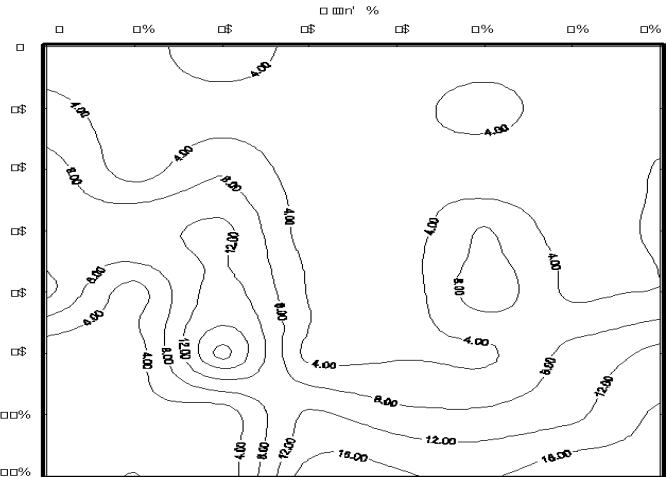
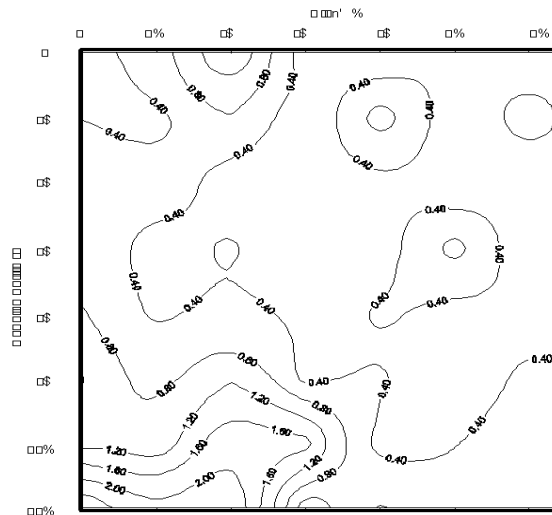
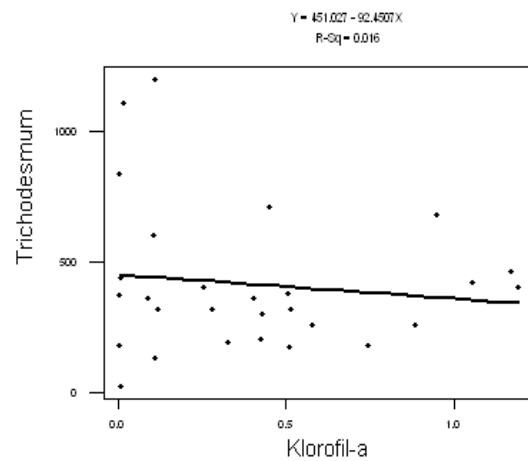
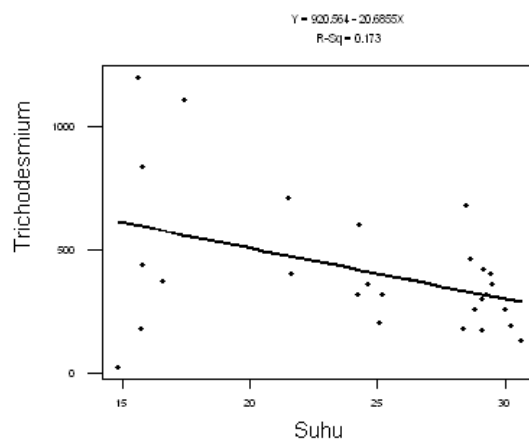
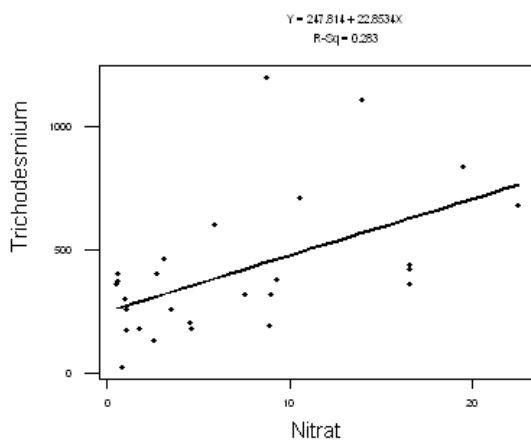
B. November 1999

Gambar 4a-b. Fluktuasi Kelimpahan *T. erythraeum* dan *T. thiebautii*.Gambar 5. Distribusi tegak *T. erythraeum* di Tansek B (Oktober 1998)

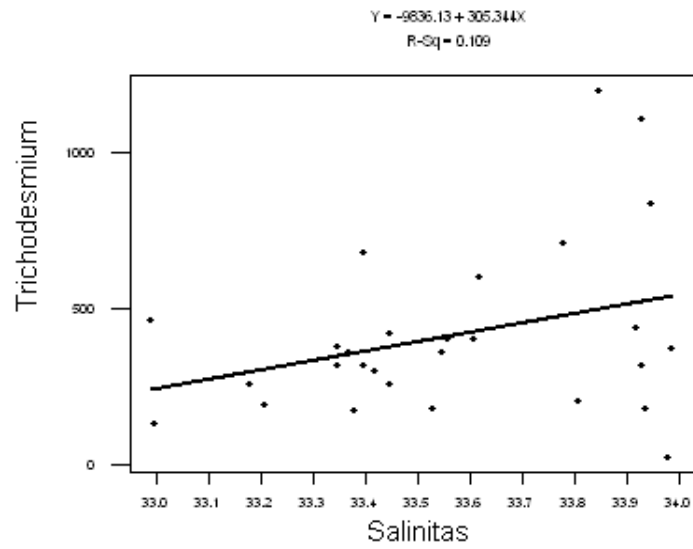
Gambar 6a. Distribusi tegak suhu (°C) di Transek B



Gambar 6b. Distribusi tegak salinitas (‰) di Transek B

Gambar 6c. Distribusi tegak nitrat ($\mu\text{g at NO}_3 \text{ L}^{-1}$) di Transek BGambar 6d. Distribusi tegak fosfat ($\mu\text{g at PO}_4 \text{ L}^{-1}$) di Transek BGambar 7a. Hubungan klorofil-a dengan kelimpahan *T. erythraeum*

Gambar 7b. Hubungan nitrat dengan kelimpahan *T. erythraeum* Gambar 7c. Hubungan suhu dengan kelimpahan *T. erythraeum*



Gambar 7d. Hubungan salinitas dengan kelimpahan *T. erythraeum*