

EFFEK UPWELLING TERHADAP KELIMPAHAN DAN DISTRIBUSI FITOPLANKTON 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

Musim Timur merupakan musim saat terjadinya proses *upwelling* di perairan Laut Banda. Informasi adanya efek *upwelling* terhadap kelimpahan dan distribusi fitoplankton di perairan Laut Banda belum banyak terungkap. Untuk itu dilakukan penelitian pada bulan Agustus 1997 yang mewakili Musim Timur dan bulan Oktober 1998 yang mewakili Musim Peralihan sebagai pembandingan. Data kelimpahan dan distribusi fitoplankton dengan mengambil contoh fitoplankton dari kedalaman 100 m ke permukaan menggunakan jaring plankton dengan bukaan mulut berdiameter 31 cm, panjang 120 cm dan ukuran mata jaring 80 μ m. Hasil pengamatan pada musim timur (Agustus 1997) proses taikan air (*upwelling*) masih berlangsung. Hal ini terlihat dari nilai regresi antara suhu dan salinitas ($r^2 = 84,1\%$), suhu dan nitrat (94,5%) Pada saat musim timur tercatat 33 jenis fitoplankton, komposisi jenis fitoplankton lebih bervariasi dibandingkan musim peralihan hanya 26 jenis fitoplankton. Pada musim timur jenis fitoplankton yang mendominasi adalah jenis *Chaetoceros* sp. Analisis lebih lanjut dengan analisis multivariate, faktor nitrat mempengaruhi kelimpahan, komposisi dan distribusi fitoplankton.

Abstract

The Effect of Upwelling on Distribution and Abundance of Phytoplankton in Indonesia. East Monsoon is monsoon where upwelling process happened in Banda Sea. Information about upwelling effect to the abundance and distribution of phytoplankton in Banda Sea is not known much yet. That way has been done the investigation in August 1997 as vice of east monsoon and October 1998 as vice of transition monsoon as comparison. The abundance and distribution data collected by taken phytoplankton sample in 100 m depth to surface by using plankton net with diameter 31 cm, 120 cm length, and eyes net size 80 μ m. The results in east monsoon (August 1997) where (*upwelling*) still done. This correlation seen from regresi value between temperature and salinity ($r^2 = 84,1\%$), temperature and nitrate (94,5%) In east monsoon recorded 33 phytoplankton species, composition of phytoplankton is varied more compared to transition monsoon where found 26 phytoplankton species only. In east monsoon dominance phytoplankton is *Chaetoceros* sp. Further analysis by using multivariate analysis, nitrate factor affect to abundance, composition, and distribution of phytoplankton.

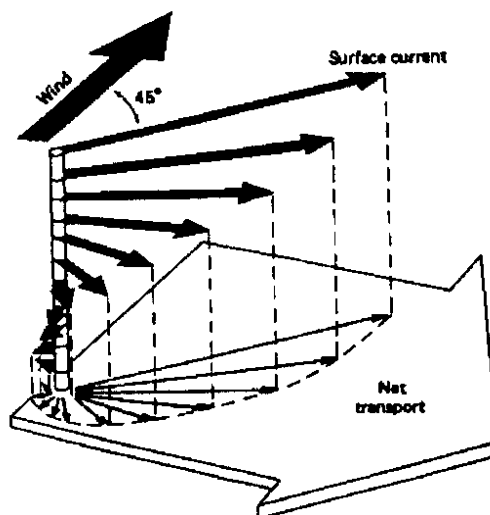
Keywords: *Chaetoceros* sp., Banda Sea, multivariate analysis, upwelling

1. Pendahuluan

Proses *upwelling* merupakan fenomena alam yang sering terjadi di perairan laut, khususnya di perairan laut di daerah khatulistiwa. Secara teoritis terjadinya proses *upwelling* karena adanya pengaruh angin dan adanya proses divergensi Ekman.

Secara teoritis angin mengakibatkan terjadinya arus horisontal yang bergerak di permukaan perairan laut.

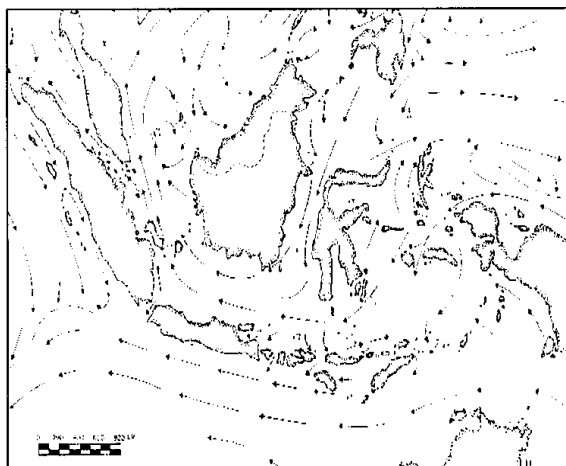
Angin tersebut juga dapat mengakibatkan pergerakan massa air yang disebut taikan atau penaikan air (*upwelling*) dan sasapan atau penyasapan/ penenggelaman air (*downwelling*). Sementara itu, adanya proses pergerakan angin tidak langsung searah dengan pergerakan permukaan air laut tetapi, di belahan bumi utara bergerak sekitar 45° ke arah kanan. Teori ini dikenal dengan spiral Ekman (Gambar 1) yang dapat mengangkat massa air dengan unsur hara yang berkonsentrasi tinggi yang ada dibawah permukaan [1].



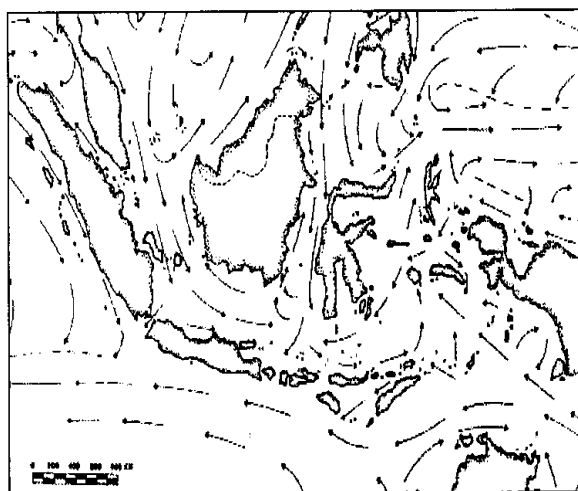
Gambar 1. Proses Ekman

Lebih jauh, proses taikan air yang terjadi di suatu perairan cenderung akibat adanya perubahan iklim global [2] yang diikuti pula terjadinya proses sasapan (*down welling*) [3]. Proses taikan air tersebut di beberapa tempat dipengaruhi pula oleh berbagai faktor, seperti di perairan Afrika Selatan dipengaruhi adanya intergrasi sistim sirkulasi arus disekitarnya [4].

Proses taikan air (*upwelling*) yang terjadi di suatu perairan akan mempengaruhi kondisi kehidupan fitoplankton, hidrologi dan pengayakan nutrisi di perairan tersebut [5-11]. Disisi lain, kondisi fitoplankton baik keanekaragaman dan distribusi fitoplanktonnya dipengaruhi pula oleh berbagai faktor, seperti faktor atmosfer, lokasi dan kondisi lingkungan di perairan tersebut [12]. Proses taikan air (*upwelling*) di perairan Laut Banda terjadi karena pengaruh musim tenggara [13-19]. Menurut teori Wyrтки, angin tenggara pada musim timur (Juli-Agustus) mendorong banyak massa air dari Laut Banda dan sekitarnya ke barat lewat Laut Flores dan masuk ke Laut Jawa. Pola arus permukaan dapat di lihat pada Gambar 2-4. Akibatnya di Laut Banda dan sekitarnya terjadi defisit air di permukaan yang harus diganti dari bawah, dan penaikan air tersebut itulah yang disebut *upwelling* atau taikan air. Sementara itu, peranan pemompaan Ekman dalam memperkaya lapisan permukaan dengan zat hara di Laut Banda masih perlu penelitian lebih lanjut. Yang sudah diteliti barulah peranan angin monsoon (MT) yang menimbulkan defisit air di Laut Banda dan sekitarnya. Lokasi terjadinya ditandai oleh suhu air yang relatif dingin di permukaan. Ekman pumping atau pemompaan Ekman dapat berperan dalam memperkaya lapisan permukaan dengan zat hara. Di Laut Banda, hal ini perlu penelitian lebih

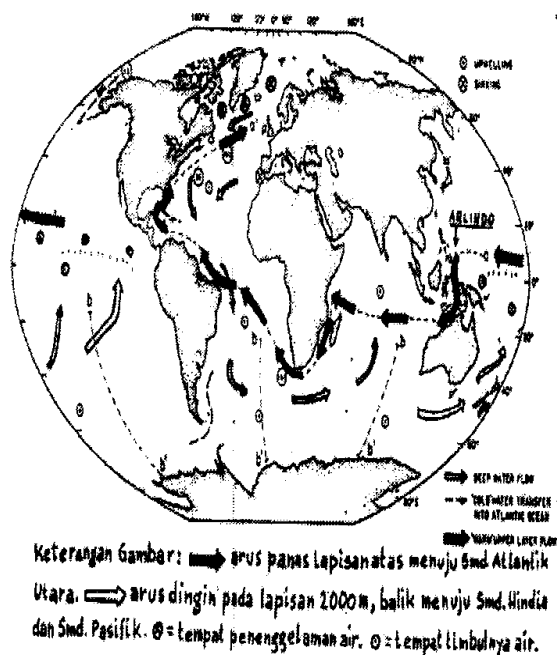


Gambar 2. Pola Arus pada Bulan Agustus [13]



Gambar 3. Pola Arus pada Bulan Oktober [13]

lanjut. Yang sudah diteliti barulah peranan angin monsoon (MT) yang menimbulkan defisit air di Laut Banda dan sekitarnya. Selanjutnya, pada musim barat (Desember-Januari-Februari), hal yang sebaliknya terjadi, yaitu angin monsoon barat laut mendorong masa air dari Laut Jawa, lewat Laut Flores dan masuk ke Laut Banda dan sekitarnya, hingga disini terjadi surplus massa air. Sebagai kompensasinya terjadilah penenggelaman atau pengasapan air (*downwelling*) masuk ke lapisan-lapisan dalam. Menurut Zijlstra *et al.* [20] bahwa di perairan Laut Banda bagian timur terjadi proses *downwelling* tersebut antara bulan Februari-Maret 1985. Proses taikan air di perairan Indonesia terjadi dalam satu musim selama tiga sampai empat bulan dan apabila dibandingkan dengan beberapa



Gambar 4. Sirkulasi Arus Dunia

perairan di dunia, proses taikan air di Indonesia lebih pendek. Di perairan Guinea (Western Africa), Pantai Peru (South America) taikan air terjadi sepanjang tahun.

Adanya proses taikan air (*upwelling*) akan mempengaruhi kondisi kehidupan fitoplankton, hidrologi dan pengayakan nutrisi di perairan tersebut [5-11]. Kondisi fitoplankton, seperti keanekaragaman dan distribusi fitoplankton di suatu perairan sangat memberikan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain factor atmosfer, faktor lokasi dan faktor kondisi lingkungan di pengetahuan baru akan kondisi plankton, khususnya fitoplankton di perairan Laut Banda dan sekitarnya, dimana tercatat kelimpahan fitoplankton pada Musim Timur (*upwelling*, Agustus 1984), 3 (tiga) kali lebih besar daripada Musim Barat (*downwelling*, Februari 1985) yang didominasi oleh *Skeletonema costatum* dan *Streptotheca* sp. [21-26]. Untuk mendapatkan informasi tersebut, perlu adanya suatu penelitian yang mencari faktor lingkungan apa yang mempengaruhi komposisi fitoplankton berkaitan dengan adanya proses taikan air. Dalam penelitian ini dibuat suatu hipotesis, bahwasannya *upwelling* mempengaruhi kehidupan plankton, khususnya komposisi dan distribusi fitoplankton di perairan Laut Banda. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor utama dari elemen lingkungan yang mempengaruhi komposisi dan distribusi fitoplankton pada saat terjadinya proses taikan air.

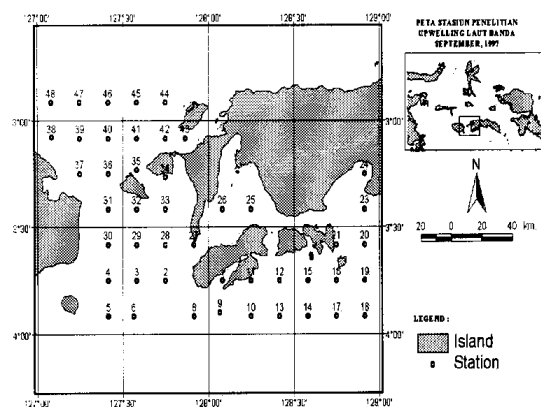
2. Metode Penelitian

Penelitian lapangan dilakukan dalam 2 (dua) kali pelayaran, yaitu pelayaran pada bulan Agustus 1997 (Musim Timur) yang diasumsikan terjadinya proses taikan air dengan menggunakan KAL Baruna Jaya VII. Dikerjakan dengan mengambil 47 stasiun pengamatan (Gambar 5).

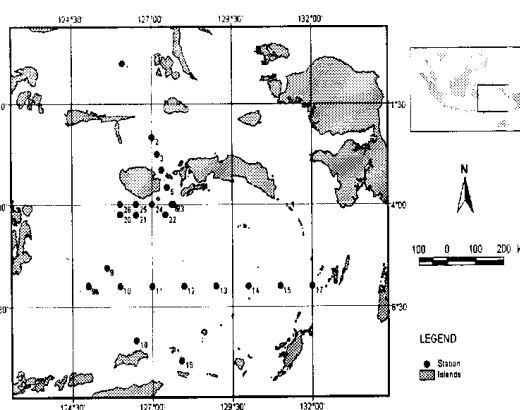
Pada bulan Oktober 1998 (Musim Peralihan) yang diasumsikan tidak terjadi proses taikan air dengan menggunakan KAL Baruna Jaya IV dikerjakan 26 stasiun pengamatan (Gambar 6).

Koleksi Data

Kondisi lingkungan perairan yang diamati adalah suhu, salinitas, zat hara (nitrat dan fosfat) dan fitoplankton. 1) Suhu dan konduktifitas air laut diukur dengan CTD GMI Type FSK-6000. Alat ini dilengkapi dengan Suber Rosette Sampler dan botol Niskin. Suber Rosette Sampler dan botol Niskin digunakan untuk pengambilan



Gambar 5. Lokasi penelitian musim timur



Gambar 6. Lokasi penelitian musim peralihan

sampel air pada kedalaman yang sudah ditentukan. Satuan suhu dinyatakan dalam derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$), 2) Sub sampel air sebanyak 100 ml dari botol Niskin diambil untuk pengukuran salinitas. Salinitas diukur dengan menggunakan Autosol Guidline Type 8400B yang kalibrasinya menggunakan air laut baku (*standard sea water*). Hal ini sebagai pembandingan pengukuran salinitas yang juga diamati dengan menggunakan CTD. Satuan salinitas dinyatakan dalam permil ($^{\circ}/_{00}$), 3) 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 dengan Spectrophotometer Type Shimadzu RS 260, yang prinsip kerjanya berdasarkan penyerapan cahaya (*colormetric*) oleh larutan zat, berdasarkan Strickland & Parsons [27] yang dinyatakan dalam satuan $\mu\text{g at L}^{-1}$, 4) Sampling fitoplankton menggunakan jaring plankton dengan bukaan mulut berdiameter 31 cm, panjang 120 cm, dimana ukuran mata jaring 80 μm , secara vertikal dari kedalaman 100 ke permukaan. Contoh fitoplankton diawetkan dengan Formalin 4% yang telah dinetralkan dengan Borax [28,29]. Pencacahan fitoplankton menggunakan mikroskop dengan pembesaran 10 x 40, dan identifikasi berdasarkan buku Allen & Cup [30]; Cupp [31]; Davis [32]; Wickstead [33]; Yamaji [34]; Ricard [35].

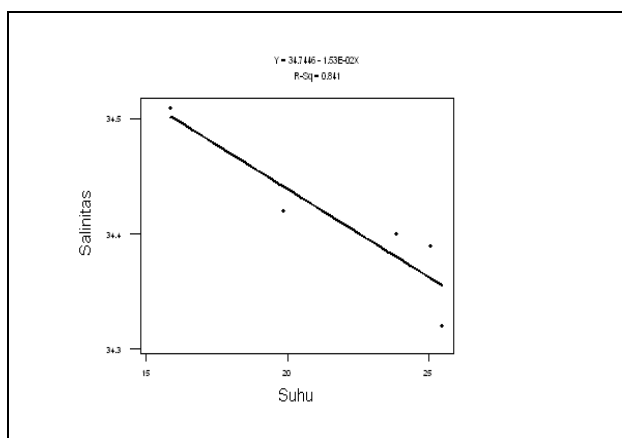
Analisis Data

1) Analisis multivariate menggunakan 2 tahap, tahap pertama yaitu analisa cluster untuk mendapatkan pengelelompokan stasiun dalam suatu kelompok yang mempunyai kesamaan jenis fitoplankton maupun kandungan zat hara, 2) Tahap kedua, hasil analisis cluster di analisis dengan Skala Multi Dimensi (*Cluster, Multi Dimensional Scaling-MDS*). Tujuan MDS adalah untuk menggambarkan distribusi dari jenis fitoplankton maupun kandungan zat hara berdasarkan stasiun, 3) Hasil analisis MDS dinyatakan satuan "Stress (S)". Nilai $S < 0,2$ menyatakan tingkat distribusi katagori baik, 4) Analisis tersebut menggunakan Program PRIMER 5 [36].

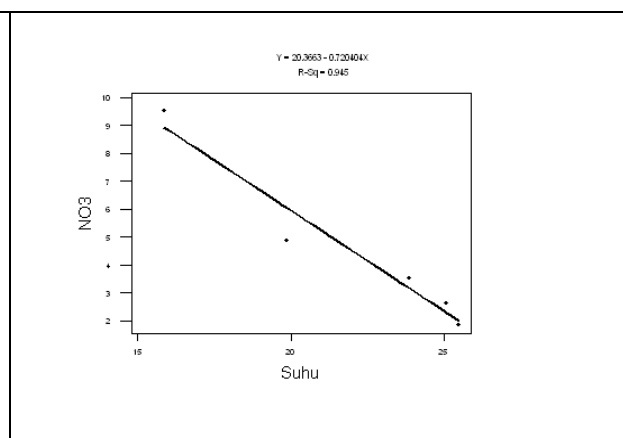
3. Hasil dan Pembahasan

Pengamatan hidrologis dari permukaan sampai kedalaman 200 m untuk bulan Agustus 1997, suhu berkisar 15,87-25,49 $^{\circ}\text{C}$, salinitas antara 34,32-34,51 $^{\circ}/_{00}$, kandungan nitrat berkisar antara 1,85-9,54 $\mu\text{g at NO}_3 \text{ L}^{-1}$. Pada Agustus 1997, nampaknya masih berlangsung proses taikan air (*upwelling*) di perairan tersebut yang ditandai rendahnya suhu, tingginya salinitas dan kandungan nitrat. Hal ini terlihat dari nilai regresi antara suhu dan salinitas ($r^2 = 84,1 \%$), suhu dan nitrat (94,5%), pada Gambar 7a-b di bawah ini.

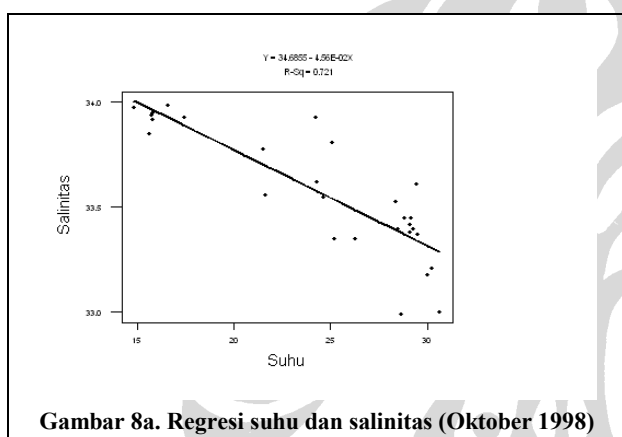
Beberapa peneliti menandai hal yang sama saat proses *upwelling* berlangsung. Di perairan Izu Peninsula, Jepang pada saat terjadi proses *upwelling* suhu tercatat 18 $^{\circ}\text{C}$ dengan konsentrasi nitrat sebesar 3 μM [37]. Di perairan Teluk Monterey, Amerika suhu tercatat $<12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [38]. Menurut Kinkade *et al.* [39] di perairan Laut Banda sebelah barat pada musim timur suhu perairan turun 1 $^{\circ}\text{C}$ dan di sebelah timur turun sekitar 2,5 $^{\circ}\text{C}$ dibandingkan pada musim barat. Kondisi hidrologis untuk bulan Oktober 1998, suhu tercatat berkisar 16,15-29,66 $^{\circ}\text{C}$, salinitas berkisar antara 33,32 - 33,94 $^{\circ}/_{00}$, kandungan nitrat rerata berkisar antara 1,75-9,54 $\mu\text{g at NO}_3 \text{ L}^{-1}$. Pada bulan Oktober 1998, nampaknya proses *upwelling* sudah selesai. Hal ini terlihat dari nilai regret antara suhu dan salinitas ($r^2 = 72,1 \%$), suhu dan nitrat (4,7%) sudah menurun dibandingkan bulan Agustus 1997 (Gambar 8a-b). Ini diperkuat oleh hasil pengamatan suhu saat itu yang tidak menampilkan kejelasan akan terjadinya proses *upwelling* di perairan Laut Banda [40].



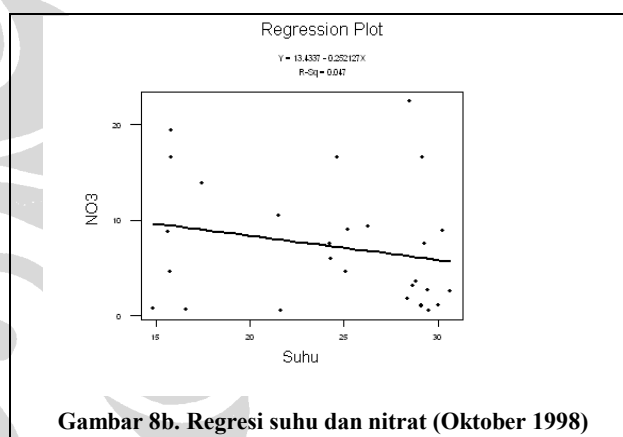
Gambar 7a. Regresi suhu dan salinitas (Agustus 1997)



Gambar 7b. Regresi suhu dan nitrat (Agustus 1997)



Gambar 8a. Regresi suhu dan salinitas (Oktober 1998)



Gambar 8b. Regresi suhu dan nitrat (Oktober 1998)

Tabel 1. Kondisi fitoplankton

Lokasi	Banda Utara	Banda Tengah
MUSIM	MUSIM TMUR	MUSIM PERALIHAN
Stasiun	48	26
Kelimpahan	78,000-1.652,000 sel m ⁻³	8,800-12,336 sel m ⁻³
Rerata Kelimpahan	206,000 sel m ⁻³	2,927 sel m ⁻³
Indeks Diversitas (H)	0,81-2,07	0,84-1,99
Indeks Kemerataan (J)	0,25-0,80	0,72-0,94
Dominansi	<i>Chaetoceros sp.</i>	<i>Trichodesmium sp.</i>

Dari Tabel 1, disajikan kondisi fitoplankton pada musim timur dan musim peralihan untuk kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks kemerataan dan dominansi dari fitoplankton. Hasil identifikasi komposisi fitoplankton pada musim timur, tercatat 33 jenis fitoplankton dan pada musim peralihan, tercatat 26 jenis fitoplankton (Tabel 2). Nilai indeks keanekaragaman (H) pada musim timur (2,07) relatif tinggi dibandingkan pada musim peralihan (1,99). Ini menunjukkan bahwa pada musim timur komposisi jenis fitoplankton lebih beragam. Sementara itu, hal sebaliknya terjadi untuk nilai indeks kemerataan (J), pada musim peralihan (0,94) relatif tinggi dibandingkan musim timur (0,80). Ini menunjukkan pada musim timur distribusi fitoplankton tidak merata. Menurut Boje [41], perbedaan distribusi jenis fitoplankton akan berasosiasi dengan adanya perbedaan massa air akibat proses upwelling di perairan Cape Blanc, Afrika Barat. Komunitas fitoplankton sangat sensitif terhadap variasi fisik dan kimia suatu perairan [42]. Lebih lanjut Pitcher [43], mengungkapkan adanya variasi hidrografi di perairan Teluk St. Helena, Afrika Selatan yang ditandai terjadinya proses *upwelling* akan mempengaruhi komposisi dan distribusi.

Pada Musim Timur saat terjadinya proses *upwelling* di dominasi oleh kelompok diatom, yaitu dari marga jenis *Chaetoceros* sp., ini sama di daerah *upwelling* di perairan Cape Blanc, Afrika Barat di dominasi juga oleh

kelompok diatom, yaitu dari jenis *Chaetoceros radicans* [41]. Jenis *Chaetoceros* sp. merupakan jenis yang mendominasi di perairan Kawasan Timur Indonesia [44-46]. Analisis lebih lanjut untuk melihat pengaruh lingkungan terhadap komposisi dan distribusi fitoplankton, dilakukan pengelompokan (*clustering*) dan skala multi dimensi (MDS). Penggunaan analisis multivariat untuk melihat pengaruh lingkungan terhadap komunitas fitoplankton sudah banyak dilakukan diberbagai tempat di perairan dunia, antara lain seperti: Furuya & Marumo [47]; Gradinger & Baumman [48]; Tufail [49]; Ignatiades *et al.* [50]; Savenkoff *et al.* [51]; Carr *et al.* [52] dan McCall *et al.* [53].

Mereka mengungkapkan bahwasannya respon pertumbuhan fitoplankton sangat bervariasi dan kompleks sehingga sulit diduga pola distribusi musimannya karena adanya pengaruh iklim [54-57]. Menurut Adnan [21], kelimpahan net-fitoplankton pada musim timur tercatat tiga kali lebih besar dibandingkan pada musim barat. Sementara itu faktor pembatas pertumbuhan pico-fitoplankton adalah cahaya pada musim timur dan nitrogen pada musim barat di perairan sebelah timur Laut Banda [58]. Hasil pengelompokan stasiun berdasarkan komposisi dan kelimpahan fitoplankton pada musim timur, terbagi dalam tiga sub-kelompok dengan nilai kesamaan sebesar 65 % (Gambar 9).

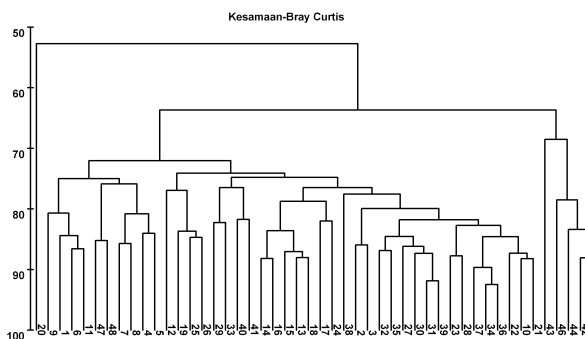
Tabel 2. Komposisi jenis fitoplankton

No.	Fitoplankton	Musim Timur	Musim Peralihan
1.	<i>Asterolampra</i> sp.	-	-
2.	<i>Bacteriastrum</i> sp.	+	+
3.	<i>Biddulphia</i> sp.	+	+
4.	<i>Bellerochea</i> sp.	-	+
5.	<i>Bacillaria</i> sp.	-	-
6.	<i>Climacodium</i> sp.	-	+
7.	<i>Chaetoceros</i> sp.	+	+
8.	<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	+
9.	<i>Corethron</i> sp.	-	+
10.	<i>Cerataulina</i> sp.	+	-
11.	<i>Ditylum</i> sp.	+	-
12.	<i>Eucampia</i> sp.	+	-
13.	<i>Guinardia</i> sp.	+	+
14.	<i>Hemiaulus</i> sp.	+	-
15.	<i>Leptocylindricus</i> sp.	+	+
16.	<i>Lauderia</i> sp.	+	-
17.	<i>Melosira</i> sp.	+	-
18.	<i>Navicula</i> sp.	+	-
19.	<i>Nitzschia</i> sp.	+	+
20.	<i>Odontella</i> sp.	-	+
21.	<i>Planktoniella sol</i>	+	+
22.	<i>Pleurosigma</i> sp.	-	+
23.	<i>Rhizosolenia</i> sp.	+	+
24.	<i>Streptotecha</i> sp.	+	+
25.	<i>Skeletonema</i> sp.	+	+
26.	<i>Sthepanopyxis</i> sp.	+	+
27.	<i>Thalassiosira</i> sp.	+	+
28.	<i>Thalasionema</i> sp.	+	+
29.	<i>Thalassiotrix</i> sp.	+	-
30.	<i>Amphysolenia</i> sp.	-	-
31.	<i>Ceratium</i> sp.	+	+
32.	<i>Dinophysis</i> sp.	+	-
33.	<i>Dictyoca</i> sp.	+	-
34.	<i>Gymnodinium</i> sp.	+	-
35.	<i>Ornithoceros</i> sp.	+	-
36.	<i>Protodinium</i> sp.	+	-

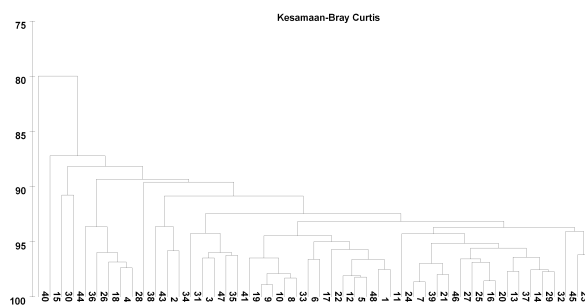
37.	<i>Prorocentrum</i> sp.	+	-
38.	<i>Pyrocystis</i> sp.	+	+
39.	<i>Pyrophacus</i> sp.	+	+
40.	<i>Rabdonella</i> sp.	+	-
41.	<i>Tintinopsis</i> sp.	-	+
42.	<i>Salpingela</i> sp.	-	+
43.	<i>Undela</i> sp.	-	+
44.	<i>Trichodesmium</i> sp.	+	+
Jumlah		33	26

Pengelompokan kandungan nitrat berdasarkan stasiun, terlihat bahwasanya pada musim timur nilai kesamaan kandungan nitrat relatif tinggi sebesar 87,5 %, sehingga nampaknya kondisi kandungan nitrat relatif merata (Gambar 10).

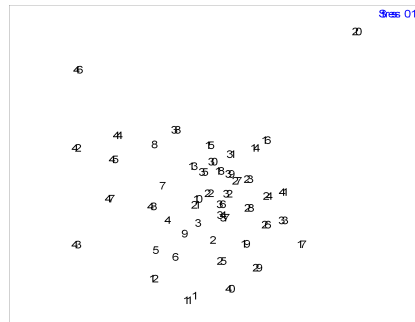
Lebih lanjut, hasil analisis MDS terlihat adanya pola sebaran komposisi fitoplankton dan kandungan nitrat yang terkelompok relatif erat sehingga adanya kecenderungan terjadinya *upwelling* pada saat musim timur mempengaruhi pertumbuhan, komposisi dan distribusi fitoplankton terkait erat [54]; Marañón *et al.* [59]. Sebagai pembandingan, yaitu pada musim peralihan terlihat dari hasil analisis kluster dan MDS untuk kelimpahan fitoplankton dan kandungan nitrat berdasarkan stasiun tidak menampilkan pengelompokan yang jelas (Gambar 11-16). Hal ini kemungkinan, pada



Gambar 9. Kluster Jenis Fitoplankton (MT)

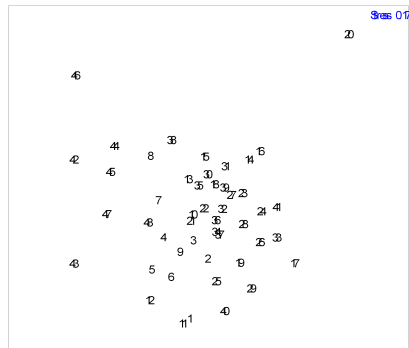


Gambar 10. Kluster kandungan NO₃ berdasarkan stasiun (MT)



Gambar 11. MDS berdasarkan jenis fitoplankton (MT)

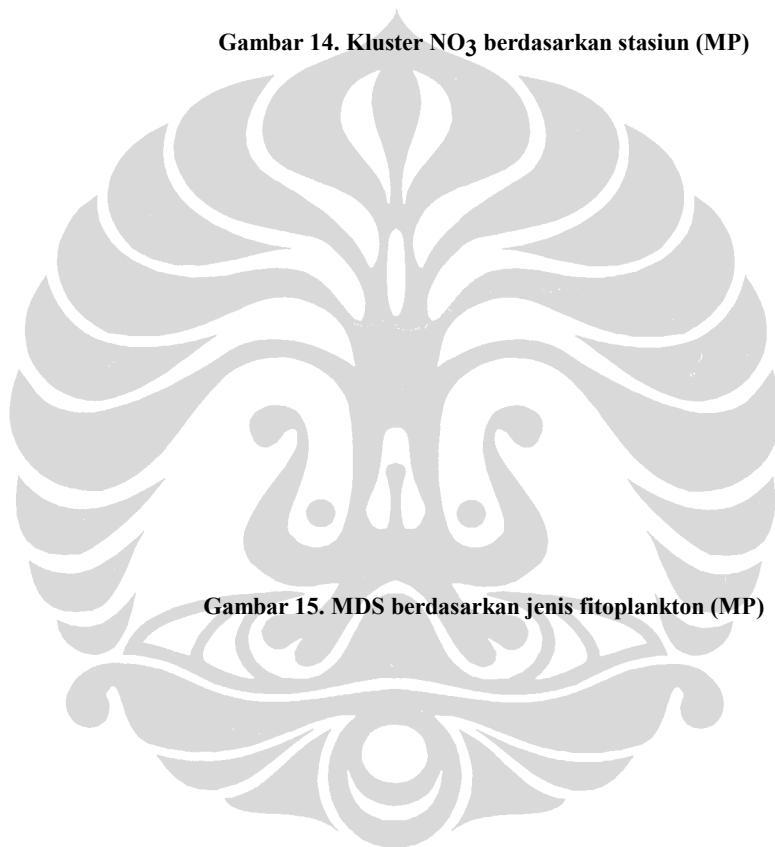
musim peralihan faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton tidak dipengaruhi oleh kandungan nitrat, tetapi oleh suhu perairan yang saat itu relatif tinggi seperti yang terjadi di Teluk Biscay, pada saat musim panas keterkaitan protein-nitrogen dengan klorofil-a lebih kecil 30% [60].



Gambar 12. MDS berdasarkan kandungan NO₃ (MT)

Gambar 13. Kluster Jenis Fitoplankton (MP)

Gambar 14. Kluster NO_3 berdasarkan stasiun (MP)



Gambar 15. MDS berdasarkan jenis fitoplankton (MP)

Gambar 16. MDS berdasarkan kandungan NO_3 (MT)

4. Kesimpulan

Hasil pengamatan pada musim timur (Agustus 1997) dan musim peralihan (Oktober 1998) di perairan Laut Banda memperlihatkan kondisi hidrologis yang berbeda. Pada bulan Agustus 1997, proses taikan air (*upwelling*) masih berlangsung. Hal ini terlihat dari nilai regresi antara suhu dan salinitas ($r^2 = 84,1 \%$), suhu dan nitrat ($94,5\%$).

Pada saat musim timur tercatat 33 jenis fitoplankton dan komposisi jenis fitoplankton lebih bervariasi dibandingkan musim peralihan hanya 26 jenis fitoplankton. Pada musim timur jenis fitoplankton yang mendominasi adalah genus *Chaetoceros* sp., dari kelompok Diatom. Pada Musim peralihan genus *Trichodesmium* sp dari kelompok Cyanobakteria mendominasi perairan. Hasil analisis multivariate antara kedua musim, memberikan gambaran bahwasannya pada saat terjadinya proses taikan air mempengaruhi kelimpahan, komposisi dan distribusi fitoplankton karena adanya faktor nitrat yang kandungannya relatif tinggi (Gambar 15 dan Gambar 16).

Dari berbagai analisis, memperkuat hipotesis yang ada, yaitu adanya efek *upwelling* mempengaruhi kelimpahan, komposisi dan distribusi fitoplankton.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Dr. Suharsono untuk memberikan izin dalam pengolahan data menggunakan perangkat statistik PRIMIER di COREMAP.

Daftar Acuan

- [1] V.A. Bubnov, *Oceanologica Acta* 6 (1987) 15.
- [2] W.W. Hsieh, G.J. Boer, *Fish. Oceanogr.* 1 (1992) 333.
- [3] T.J. Yanagi, *Oceanogr. Soc. Japan* 41 (1985) 435.
- [4] E. Hagen, R. Schemainda, *Oceanologica Acta* 6 (1987) 61.
- [5] E.T. Olivieri, *S. Afr. J. Mar. Sci.* 1 (1983) 199.
- [6] G.C. Pitcher, *S. Afr. J. Mar. Sci.* 7 (1988) 9.
- [7] R.D. Brodeur, William G. Pearcy, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 84 (1992) 101.
- [8] Y.I.L. Chen, *TAO* 3 (1992) 305.
- [9] G.C. Pitcher, P.C. Brown, B.A. Mitchell-Innes, *S. Afr. J. Mar. Sci.* 12 (1992) 439.
- [10] G.C. Pitcher, P.C. Brown, B.A. Mitchell-Innes, *S. Afr. J. Mar. Sci.* 12 (1993) 439.
- [11] P.B. Chapman, A. Mitchell-Innes, D.R. Walker, *S. Afr. J. Mar. Sci.* 14 (1994) 297.
- [12] D.M. Cohen, *Pelagic Biogeography, UNESCO Marine Science* 49 (1986) 54.
- [13] K. Wyrski, *Proceeding of 9th Pacific Science Congress* 16 (1958) 61.
- [14] K. Wyrski, *Naga Report* 2 (1961) 1.
- [15] A. Nontji, *Oseanologi Indonesia* 2 (1974) 1.
- [16] A. Nontji, *Mar. Res. Indonesia* 14 (1975) 49.
- [17] S. Birowo, A.G. Ilahude, *Pacific Science Congress, Ottawa, Canada, 1977*, p.71.
- [18] A.G. Ilahude, Komar, Mardanis, *Neth. J. Sea Res.* 25 (1990) 573.
- [19] F.J. Wetsteyn, A.G. Ilahude, M.A. Baars, *Neth. J. Sea Res.* 25 (1990) 449.
- [20] J.J. Zijlstra, M.A. Baars, S.B. Tijssen, F.J. Wetsteyn, J.Y. Witte, A.G. Ilahude, Hadikusumah, *Neth. J. Sea Res.* 25 (1990) 431.
- [21] Q. Adnan, *Neth. J. Sea Res.* 25 (1990) 523.
- [22] Q. Adnan, *Eutrofikasi dan akibatnya bagi kehidupan di perairan Indonesia alternatif dampak berbagai kegiatan pembangunan metropolitan, Pusat Penelitian Oceanologi-LIPI, 2003.*
- [23] O.H. Arinardi, M.A. Baars, S.S. Oosterhuis, *Neth. J. Sea Res.* 25 (1990) 545.
- [24] O.H. Arinardi, A.B. Sutomo, S.A. Yusuf, Trimanningsih, E. Asnaryanti, S.H. Riyono, *Puslitbang Oseanologi – LIPI, Jakarta, 1997.*
- [25] O.H. Arinardi, *Oseanologi & Limnologi di Indonesia* 30 (1997) 63.
- [26] M.A. Baars, A.B. Sutomo, S.S. Oosterhuis, O.H. Arinardi, *Neth. J. Sea Res.* 25 (1990) 527.
- [27] J.D.H. Strickland, T.R. Parsons, *Fish. Res. Board Can. Bull.* 167 (1968) 311.
- [28] J. Throndsen, In: A. Sournia (Ed.) *Phytoplankton Manual, UNESCO, 1978*, p.69.
- [29] K. Tangen, In: A. Sournia (Ed.) *Phytoplankton Manual, UNESCO, 1978*, p.50.
- [30] W.E. Allen, E.E. Cupp, *Ann. botan. buitenzorg.* 44 (1935) 174.
- [31] E.E. Cupp, *Bull. Scripps. Inst. of Oceanogr. Univ of California* 5 (1943) 1.
- [32] C.C. Davis, *The marine freshwater plankton, Michigan State University Press, Michigan, 1955.*
- [33] J.H. Wickstead, J.H. 1965. *An introduction of the study of tropical plankton. Hutchinson Trop. Monogr:* 160.
- [34] I. Yamaji, *Illustration of the marine plankton of Japan, Hoikusha, Osaka, 1966.*
- [35] M. Ricard, *Atlas du Pytoplankton Marin vol. 2 Diatomophycees, Centre National de la Recherche Scientifique,*

Paris, 1987, p.297.

- [36] K.R. Clarke, R.M. Warwick, Change in marine communities: An approach to statistical and interpretation. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory, 1994, p. 144.
- [37] L.P. Atkinson, J.O. Blanton, C. Mc Clain, T.N. Lee, M. Takahashi, T. Ishimura, J. Oceanogr. Soc. Japan 43 (1987) 89.
- [38] W.M. Graham, J.G. Field, D.C. Potts, Mar. Biol. 114 (1992) 561.
- [39] C. Kinkade, J. Marra, C. Langdon, C. Knudson, A.G. Ilahude, Deep-Sea Res. 44 (2001) 581.
- [40] T.S. Moore, J. Marra, A. Alkatiri, J. Coastal Res. 3 (2003) 269.
- [41] R. Boje, Cons. Int. Explor. Mer. 180 (1982) 239.
- [42] T. Mukai, J. Coastal Res. 3 (1987) 269.
- [43] G.C. Pitcher, A.J. Richardson, J.L. Korrûbel, J. Plankton Res. 18 (1996) 643.
- [44] A. Sediadi, Sutomo, Perairan Maluku dan Sekitarnya: Biologi, Geologi, Lingkungan & Oseanografi, BPPSL-P3 LIPI, Jakarta, 1989.
- [45] A. Sediadi, Proceeding of the 2nd WESTPAC Symposium, 1991.
- [46] A. Sediadi, Seminar Biologi XIV & Kongres Nasional Biologi XI, Jakarta, Indonesia, 1995.
- [47] K. Furuya, R. Marumo, J. Plankton Res. 5 (1983) 395.
- [48] R.R. Gradinger, M.E.M. Bauman, Mar. Biol. 111 (1991) 311.
- [49] A. Tufail, The Marine Research Centre, Tajura. Bulletin No.9-A (1992) 5.
- [50] L. Ignatiades, K. Pagao, V. Gialamas, J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 160 (1992) 103.
- [51] C. Savenkoff, J.-P. Chanut, A. Vézina, Y. Gratton, Estuarine Coastal Shelf Sci. 40 (1995) 647.
- [52] M.R. Carr, G.A. Tarran, P.H. Burkill, J. Plankton Res. 18 (1996) 1225.
- [53] H. Mc Call, I. Bravo, J.A. Lindley, B. Reguera, J. Plankton Res. 18 (1996) 393.
- [54] M. Takahashi, M. J. Kishi, J. Oceanogr. Soc. Japan 40 (1984) 221.
- [55] J.J. Polovina, G.T. Mitchum, N.E. Graham, M.P. Craig, E.E. Demartini, E.N. Flint, Fish. Oceanogr 31 (1994) 15.
- [56] J.E. Truscott, J. Plankton Res. 17 (1995) 2207.
- [57] J. Haney, G. Jackson, J. Plankton Res. 18 (1996).
- [58] W. Zevenboom, F.J. Wetsteyn, Neth. J. Sea Res. 25 (1990) 465.
- [59] E. Marañón, E. Fernández, R. Anandón, J. Exp. Mar. Biol. & Ecol. 188 (1995)1.
- [60] A. Bode, E. Fernández, Mar. Biol. 114 (1992) 147.