

KETERKAITAN ANTARA DINAMIKA PERIKANAN CAKALANG DAN DINAMIKA OSEANOGRAFI DI PERAIRAN BARAT DAN SELATAN PROVINSI MALUKU UTARA

Amirul Karman^{a)}, Sulaeman Martasuganda^{b)}, M. Fedi A.Sondita^{c)}, Mulyono S Baskoro^{d)}

^{a)}Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Program Studi PSP, Universitas Khairun Ternate

^{b,c,d)}Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Mayor Teknologi Perikanan Tangkap, Institut Pertanian Bogor 16800

^{a)}Email : karmanamirul@yahoo.co.id

^{b)}Email : sulaemanmartasuganda@gmail.com

^{c)}Email: fsondita@indo.net.id

^{d)}Email :Baskoro_mul@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah perairan Provinsi Maluku Utara. Tujuan dari penelitian adalah menghitung produksi dan produktivitas ikan cakalang serta menganalisis pengaruh suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a terhadap produksi dan produktivitas ikan cakalang di perairan barat dan selatan Provinsi Maluku Utara. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa produksi ikan cakalang tertinggi di zona A yaitu pada kuartalan II tahun 2012 sebesar 379,04 ton (kalender) dan 351.90 ton (musim). Adapun produksi cakalang tertinggi di zona B yaitu pada kuartalan IV tahun 2010 sebesar 521.17 ton (kalender) dan 422.37 ton (musim). Selanjutnya produktivitas penangkapan ikan cakalang tertinggi di zona A yaitu pada kuartalan II tahun 2012 sebesar 0,28 ton/trip (kalender) dan 0,26 ton/trip (musim). Adapun produktivitas penangkapan ikan cakalang tertinggi di zona B yaitu pada kuartalan IV tahun 2010 sebesar 0,44 ton/trip (kalender) dan 0,36 ton/trip (musim). Fluktuasi keragaman SPL kuartalan menunjukkan di zona A lebih besar dibandingkan zona B, sedangkan fluktuasi keragaman klorofil-a kuartalan menunjukkan zona B lebih besar dibandingkan zona A. Kelimpahan ikan di zona A berkaitan erat dengan perubahan kuartalan SPL hanya pada kategori musim yang ditunjukkan pada parameter varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman.

Kata Kunci: Dinamika perikanan cakalang, dinamika oceanografi, perairan barat, perairan selatan, Provinsi Maluku Utara

1. PENDAHULUAN

Ikan cakalang adalah spesies kosmopolitan, distribusi dan daur hidupnya tidak terbatas di kawasan perairan tertentu. Oleh karena itu, setiap perubahan lingkungan di suatu tempat akan mempengaruhi kondisi perikanan cakalang di tempat lain. Kegiatan penangkapan ikan cakalang di wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara dilakukan menggunakan alat tangkap *pole and line* (huhate) dan daerah penangkapannya di rumpon. Rumpon merupakan suatu sistem *food web* yang komplit, dimana terdapat komponen produsen (phytoplankton) sampai predator (misalnya ikan cakalang dan tuna besar). Keberadaan ikan pada suatu wilayah perairan disebabkan beberapa faktor antara lain; 1) ikan memilih lingkungan hidupnya yang sesuai dengan kondisi tubuhnya; 2) ikan mencari sumber makanan; 3) ikan akan mencari tempat yang cocok untuk pemijahan dan perkembangbiakan (Nomura dan Yamazaki 1977; Laevastu dan Hayes 1981). Dengan demikian perubahan ketersediaan ikan pada suatu perairan dapat dianggap sebagai respon ikan terhadap dinamika atau perubahan kondisi lingkungan. Variabel utama yang mempengaruhi keberadaan atau kepadatan ikan pada suatu kawasan laut adalah makanan, predasi, suhu, salinitas, dan konsentrasi oksigen terlarut. Variabel utama ini merupakan pendekatan yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan pengaruh faktor lingkungan terhadap kegiatan perikanan (Freon *et al* 2005; Peltonen *et al* 2007).

Wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara merupakan salah satu jalur arus lintas Indonesia (ARLINDO) atau *Indonesian throughflow* (ITF) yaitu system arus di perairan Indonesia yang menghubungkan Samudera Pasifik dengan Samudera Hindia yang melewati

perairan Indonesia bagian timur (Wyrcki 1961). Ketika melewati perairan Indonesia, maka massa air Arlindo akan bercampur dengan massa air lainnya, sehingga terjadi pencampuran massa air dari dua Samudera yang berbeda. Massa air tersebut meliputi suhu, salinitas, oksigen, klorofil, dan *tracer* lainnya yang dapat dijadikan indikator kesuburan perairan (Tomascik *et al* 1997). Sebagai salah satu jalur ARLINDO, maka wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara kaya akan nutrien penting bagi kehidupan fitoplankton, dalam rantai makanan, fitoplankton akan dimakan ikan kecil dan kemudian oleh ikan besar seperti cakalang. Selain nutrien, faktor yang mempengaruhi sebaran ikan cakalang adalah suhu permukaan laut (SPL) seperti yang telah dinyatakan oleh Syahdan *et al.* (2007), bahwa suhu permukaan laut berpengaruh terhadap sebaran cakalang dan kisaran nilai ini bervariasi secara temporal dan spasial.

Pengkajian pemanfaatan data satelit untuk penangkapan ikan khususnya jenis ikan pelagis sudah mulai dilakukan lebih intensif di Indonesia sejak sepuluh tahun terakhir. Dua data satelit yang dapat dimanfaatkan untuk pendugaan daerah potensial penangkapan ikan (*fishing ground*) adalah data citra suhu permukaan laut (SPL) dan data citra klorofil-a yang merupakan indikasi kelimpahan plankton sebagai sumber makanan ikan (Hendiarti *et al.* 1995). Teknologi satelit penginderaan jauh dapat digunakan untuk menemukan daerah penangkapan ikan tuna termasuk potensi ikan cakalang. Untuk itu, penelitian ini akan menekankan pada keterkaitan antara dinamika perikanan cakalang dan dinamika oseanografi di wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara, dengan tujuan untuk menghitung produksi dan produktivitas ikan cakalang, dan menganalisis keterkaitan suhu permukaan laut dan klorofil-a terhadap produksi dan produktivitas ikan cakalang di wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara dalam skala waktu kuartalan dengan mempertimbangkan kategori musim dan kategori kalender. Diharapkan dengan adanya evaluasi spasial dan temporal terhadap hubungan kondisi biofisik perairan dengan sumberdaya ikan dapat menjadi dasar dalam menyusun konsep pengelolaan perikanan tangkap cakalang.

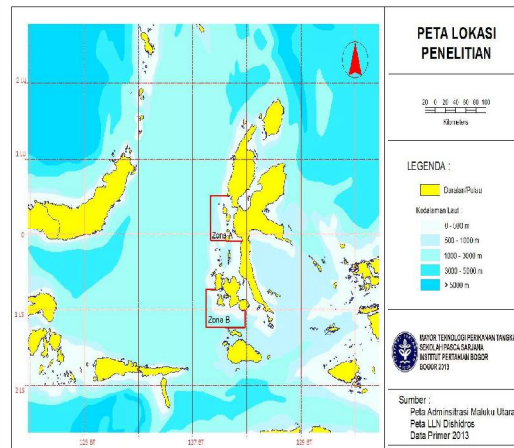
2. METODOLOGI

2.1 Sumber Data

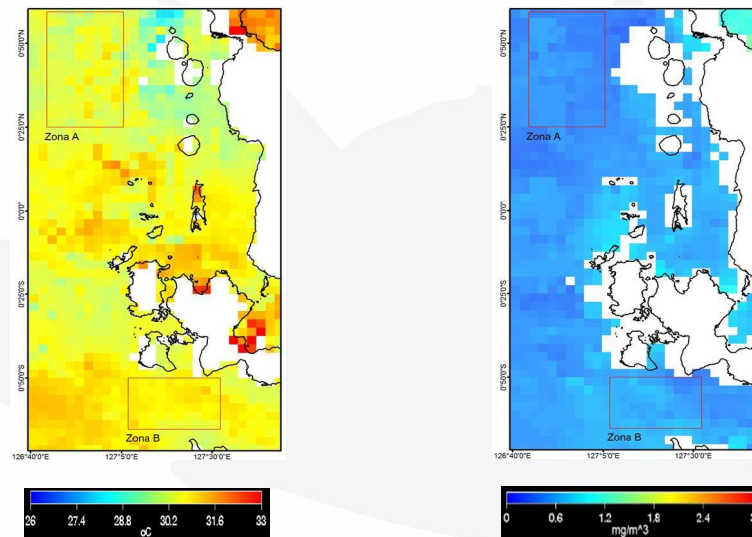
Penelitian ini menggunakan data hasil tangkapan, suhu permukaan laut (SPL), dan klorofil-a. Data hasil tangkapan diperoleh dari pangkalan pendaratan ikan (PPI) Kota Ternate dan Pelabuhan perikanan pantai (PPP) Kabupaten Halmahera Selatan dalam kurun waktu 5 tahun (2008-2012). Pengambilan data di lapangan dilakukan dari bulan April-Juni 2012. Wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 (dua) zona berdasarkan kekhasan ekosistem dan kedalaman, seperti disajikan pada Tabel 1. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Sedangkan Data SPL dan konsentrasi klorofil-a merupakan citra satelit Aqua-MODIS Level-3 dengan resolusi spasial $0,05^{\circ} \times 0,05^{\circ}$ dan resolusi temporal 8 harian yang cakupannya waktunya dari Januari 2008 sampai dengan Desember 2012 (Gambar 2). Data tersebut diperoleh dari ***pacific islands fisheries science center* (PIFSC)** yang merupakan bagian dari *national oceanic and atmospheric administration* (NOAA) - USA. Data ini di *download* sesuai dengan pembagian zona kawasan di perairan Provinsi Maluku Utara (Tabel 1). Untuk keperluan analisis selanjutnya data dari kedua lokasi tersebut dikelompokkan dalam 2 zona yaitu zona A dan zona B.

Tabel 1. Deskripsi umum kondisi 2 zona penelitian di wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara

No	Deskripsi	Zona	
		A	B
1.	Luas dan kedalaman	1657.7km ² , Kedalaman mencapai \pm 3000m	1347.4km ² , Kedalaman mencapai 500-1000 m
2.	Tipe Pantai	Berhubungan langsung dengan laut terbuka.	Gugusan pulau dan berbentuk teluk
3.	Wilayah Administrasi	Kota Ternate	Kab. Halmahera Selatan
4.	Posisi geografis yang digunakan dalam analisis	$0.435349^{\circ} - 0.97977^{\circ}$ LU dan $126.800316^{\circ} - 127.042069^{\circ}$ BT	$0.855687^{\circ} - 1.096369^{\circ}$ LS dan $127.09412^{\circ} - 127.543124^{\circ}$ BT



Gambar 1. Lokasi penelitian dan pembagian zona di wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara.



Gambar 2. Contoh citra satelit SPL dan klorofil-a

Nilai SPL dan klorofil-a bulanan dari setiap posisi lintang dan bujur merupakan data bulanan yang kemudian dihitung berdasarkan parameter statistik menjadi data kuartalan. Perhitungan data SPL dan klorofil-a bulanan menjadi data kuartalan dilakukan dengan 2 kategori, yaitu kategori musim (kuartalan I dimulai bulan Desember tahun sebelumnya hingga Februari) dan kategori kalender (kuartalan I dimulai bulan Januari hingga Maret tahun yang sama) (Tabel 3). Dengan demikian data SPL dan klorofil-a untuk kurun waktu 5 tahun terdapat $n = 20$. Parameter statistik yang digunakan adalah mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman. Perhitungan parameter statistika untuk parameter SPL dan klorofil-a menggunakan *Microsoft Excel 2010*.

Tabel 3. Kategori waktu yang digunakan dalam perhitungan data SPL dan klorofil-a dari bulanan menjadi kuartalan

Kategori Kalender	Kuartal	Kategori Musim
Januari	I	Desember
Februari		Januari
Maret		Februari
April	II	Maret
Mei		April
Juni		Mei
Juli	III	Juni
Agustus		Juli
September		Agustus
Oktober	IV	September
Nopember		Oktober
Desember		Nopember

2.2 Analisis Data

2.2.1 Produksi ikan kuartalan

Produksi ikan kuartalan di wilayah perairan Barat (zona A) dan perairan Selatan (zona B) Provinsi Maluku Utara dihitung untuk menentukan produksi dan produktivitas kuartalan di masing-masing zona, sebagai berikut:

- 1) Menghitung total produksi setiap kuartalan di masing-masing zona, sebagai berikut:

$$TP_{kz} = \sum_b^4 JK_b$$

Dimana;

TP_{kz} = total produksi ikan kuartalan untuk masing-masing zona (ton);

b = jumlah bulan kuartalan berdasarkan kalender/musim; dan

JK_b = jumlah produksi ikan setiap kuartalan (ton)

Tahapan perhitungan produktivitas ikan kuartalan di masing-masing zona adalah sebagai berikut:

- 2) Data upaya penangkapan ikan yang digunakan adalah data upaya penangkapan ikan tahunan (trip/tahun).
- 3) Data upaya penangkapan ikan tahunan selama 5 tahun di masing-masing zona dihitung untuk setiap tahunnya, sebagai berikut:

$$TU_{tz} = \sum_b^5 UPI_b$$

Dimana;

TU_{tz} = Total upaya penangkapan ikan setiap tahun di masing-masing zona (trip);

UPI_b = Upaya penangkapan ikan setiap bulan di masing-masing zona (trip); dan

b = Jumlah bulan dalam setahun

- 4) Produktivitas kuartalan ikan cakalang setiap tahun selama 5 tahun di masing-masing zona sebagai berikut:

$$PK_z = \frac{TP_{kz}}{TU_{tz}}$$

Dimana;

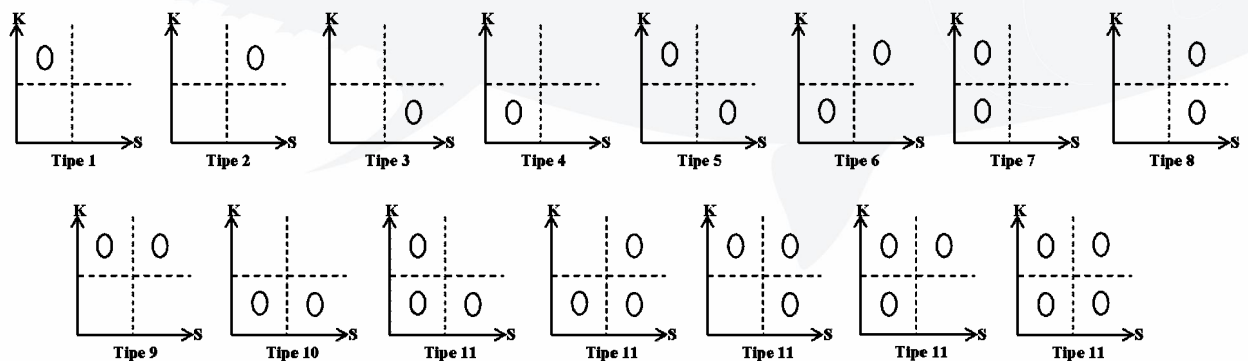
PK_z = Produktivitas kuartalan ikan cakalang di masing-masing zona (ton/trip)

2.2.2 Tipologi hubungan

Pola distribusi ikan dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan tipologi hubungan SPL dan klorofil-a dengan produksi dan produktivitas ikan berdasarkan skala waktu kategori kalender dan musim. Kombinasi nilai “tinggi” dan “rendah” dari SPL dan klorofil, akan menghasilkan 4 kuadran sebagai dasar untuk membuat tipe-tipe distribusi ikan. Nilai “tinggi” dan “rendah” dari SPL dan Klorofil-a dalam penelitian ini didapatkan dengan mencari nilai rata-rata tengah (median) dari setiap parameter statistik (mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman) yang digunakan (Tabel 4). Tipe distribusi ikan disajikan dalam grafik grafik biplot dengan menggunakan perangkat lunak S-Plus 8.

Adapun pola distribusi ikan yang dihasilkan yaitu sebanyak 11 tipe, masing-masing tipe tersebut mengacu pada hasil penelitian Nelwan (2010) (Gambar 3):

- Tipe 1 : Ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi pada SPL rendah.
- Tipe 2 : Ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi pada SPL tinggi.
- Tipe 3 : Ikan cakalang ada di perairan dengan SPL tinggi pada klorofil-a rendah.
- Tipe 4 : Ikan cakalang ada di perairan dengan SPL rendah pada klorofil-a rendah.
- Tipe 5 : Ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi pada SPL tinggi.
- Tipe 6 : Ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi pada SPL rendah.
- Tipe 7 : Ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a rendah sampai tinggi pada SPL rendah.
- Tipe 8 : Ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a rendah sampai tinggi pada SPL tinggi.
- Tipe 9 : Ikan cakalang ada di perairan dengan SPL rendah sampai tinggi pada klorofil-a tinggi.
- Tipe 10 : Ikan cakalang ada di perairan dengan SPL rendah sampai tinggi pada klorofil-a rendah.
- Tipe 11 : Ikan cakalang tersebar pada semua kondisi SPL dan klorofil-a



Keterangan: K = klorofil-a (mg/m^3) dan S = suhu permukaan laut ($^{\circ}\text{C}$).

Gambar 3. Tipologi hubungan suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a terhadap produksi dan produktivitas ikan cakalang

2.2.2 Parsial korelasi

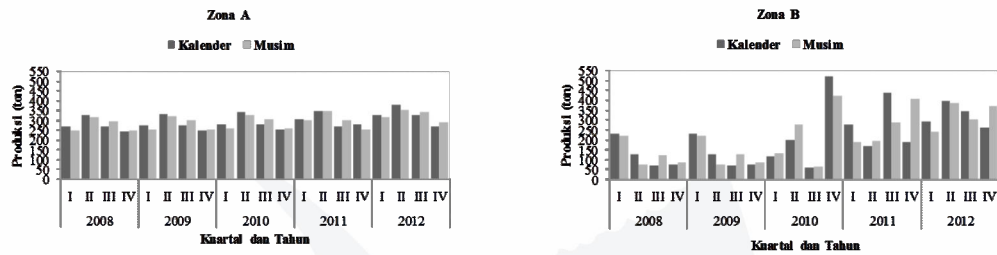
Pola kelimpahan ikan disetiap zona ditentukan dengan mengetahui indikator yang terbaik sebagai prediktor, baik SPL maupun klorofil terhadap produksi, produktivitas, dan densitas ikan. Indikator terbaik ditentukan dengan analisis korelasi parsial. Korelasi parsial adalah bentuk hubungan antara $X_1, X_2 \dots X_p$ terhadap Y , dimana korelasi dijelaskan antara Y dan X_1 ketika $X_2 \dots X_n$ tetap diperhatikan tetapi dibuat tetap, dengan persamaan sebagai berikut (Walpole 1997):

$$r_{y2.1} = \frac{r_{y2} - r_{12}}{\sqrt{(1 - r_{y1}^2)(1 - r_{12}^2)}}$$

3 HASIL PENELITIAN

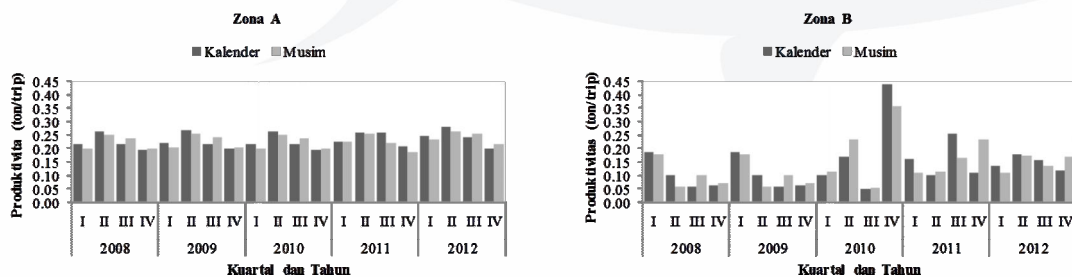
3.1 Produksi dan Produktivitas Cakalang Kuartalan

Produksi ikan cakalang periode kuartalan menurut kalender dan musim di zona A menunjukkan bahwa produksi tertinggi terjadi pada kuartalan II tahun 2012 sebesar 379,04 ton (kalender) dan 351,90 ton (musim), terendah terjadi pada kuartalan IV tahun 2008 sebesar 244,82 ton (kalender) dan 247,68 ton (musim). Adapun di zona B berfluktuasi yaitu produksi tertinggi pada tahun 2010 kuartalan IV sebesar 521.17 ton (kalender) dan 422.37 ton (musim), terendah pada tahun yang sama kuartalan III sebesar 59.89 ton (kalender) dan 63.26 ton (musim) (Gambar 4).



Gambar 4. Fluktuasi produksi cakalang kuartalan kategori kalender dan musim di zona A dan B dalam kurun waktu 5 tahun (2008-2012)

Selanjutnya produktivitas penangkapan ikan cakalang periode kuartalan menurut kalender dan musim di zona A menunjukkan bahwa produksi tertinggi terjadi pada kuartalan II, yaitu tahun 2012 sebesar 0,28 ton/trip (kalender) dan 0,26 ton/trip (musim), dan terendah terjadi pada kuartalan IV pada tahun 2008 sebesar 0,20 ton/trip (kalender) dan tahun 2011 sebesar 0,19 ton/trip (musim). Selanjutnya produktivitas penangkapan ikan di zona B berfluktuasi yaitu produksi tertinggi terjadi pada tahun 2010 kuartalan IV sebesar 0,44 ton/trip (kalender) dan 0,36 ton/trip (musim), dan terendah terjadi juga pada tahun yang sama kuartalan III sebesar 0,05 ton/trip (kalender dan musim) (Gambar 5).



Gambar 5. Fluktuasi produktivitas penangkapan cakalang kuartalan kategori kalender dan musim di zona A dan B dalam kurun waktu 5 tahun (2008-2012)

3.2 Kondisi Oseanografi

3.2.1 Suhu permukaan laut

Fluktuasi perubahan kuartalan SPL baik kategori kalender maupun kategori musim (Tabel 5) menunjukkan tidak ada perbedaan yang mencolok antara zona A dan zona B, kecuali parameter statistika range diperoleh nilai kisaran yang lebar pada kategori musim. Berdasarkan parameter statistika range terhadap perubahan kuartalan SPL pada zona A diperoleh nilai 1,8°C (kalender) dan 2,7 °C (musim) dan zona B 1,8°C (kalender) dan 2,6 °C (musim). Selanjutnya berdasarkan kategori kalender dan musim menunjukkan perubahan di zona A lebih besar dibandingkan zona B, dimana pada zona A untuk parameter statistika mean diperoleh nilai sebesar 2,5°C (kalender) dan 2.2 °C (musim) dan zona B 2,1°C (kalender) dan 2.0 °C. Berdasarkan parameter statistik tersebut, dalam kurun waktu 5 tahun untuk kategori kalender dan musim dikatakan bahwa perairan di zona A lebih hangat dari zona B.

Tabel 5. Nilai perubahan SPL (°C) kuartalan pada zona A dan B dalam kurun waktu 5 tahun (tahun 2008-2012)

Parameter statistika	Zona A		Zona B	
	Kalender	Musim	Kalender	Musim
Mean	2.5	2.2	2.1	2.0
Median	2.5	2.2	2.2	2.2
Mudos	3.1	3.1	2.7	2.5
Varians	0.5	1.3	0.9	0.9
Standar deviasi	0.5	0.9	0.7	0.9
Range	1.8	2.7	1.8	2.6
Koefisien keragaman	1.6	3.2	2.5	2.9

3.2.2 Konsentrasi klorofil-a

Fluktuasi perubahan klorofil-a kuartalan kategori kalender dan musim (Tabel 6) dalam kurun waktu 5 tahun (tahun 2008-2010) menunjukkan kecenderungan pola perubahan yang sama di setiap zona. Berdasarkan parameter statistik mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman menurut kategori kalender maupun musim menunjukkan besaran konsentrasi klorofil-a di zona B lebih tinggi dibandingkan zona A. Hal ini dapat dijelaskan bahwa perairan di zona B lebih subur dibandingkan zona A.

Tabel 6. Nilai perubahan klorofil-a (mg/m³) kuartalan pada zona A dan B dalam kurun waktu 5 tahun (tahun 2008-2012)

Parameter statistik	Zona A		Zona B	
	Kalender	Musim	Kalender	Musim
Mean	0,1	0,1	0,2	0,2
Median	0,1	0,1	0,2	0,2
Mudos	0,1	0,1	0,3	0,3
Varians	0,0	0,0	0,0	0,0
Standar deviasi	0,1	0,0	0,1	0,1
Range	0,2	0,2	0,3	0,2
Koefisien keragaman	32,5	25,2	29,5	34,5

3.3 Topologi hubungan

Topologi hubungan merupakan pemetaan menggunakan garfik untuk menentukan secara deskriptif keberadaan ikan berdasarkan produksi dan produktivitas ikan cakalang dalam hubungannya dengan suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a. Tipologi umum ditentukan karena dari hasil pemetaan dengan grafik menunjukkan adanya kecenderungan

tipologi yang sama masing-masing parameter statistik SPL dan klorofil-a pada setiap zona. Dengan demikian tipologi umum adalah menggambarkan keberadaan ikan pada masing-masing parameter statistik berdasarkan produksi dan produktivitas pada setiap zona.

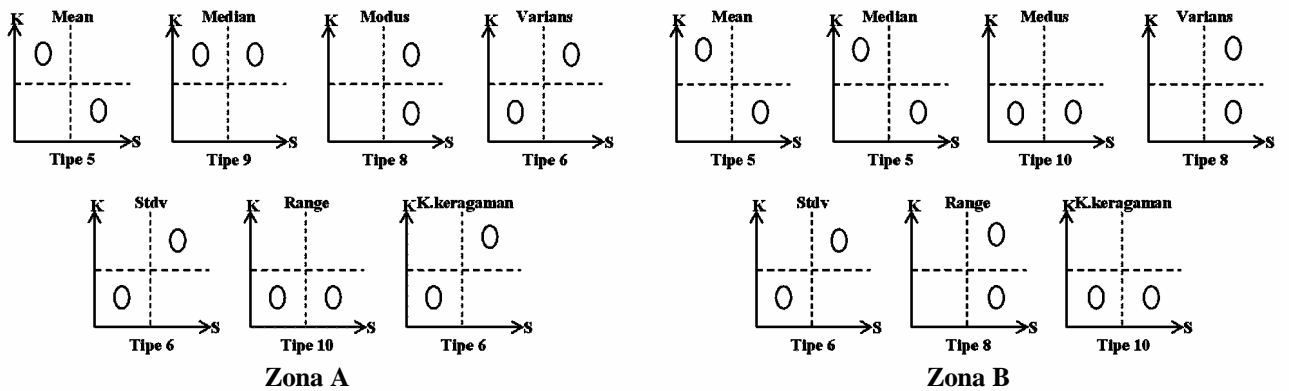
3.3.1 Tipologi berdasarkan produksi ikan cakalang

Tipologi umum hubungan parameter statistik SPL dan klorofil-a dengan produksi ikan cakalang pada masing-masing zona berdasarkan kategori kalender dan musim dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8. Tipologi umum di zona A pada kategori kalender dan musim didominasi tipe 6 (varians, standar deviasi, dan koefisien keragaman untuk kategori kalender, kemudian varians, standar deviasi, dan koefisien keragaman untuk kategori musim) (Gambar 6 dan 7). Tipe 6, yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi dan SPL rendah. Adapun tipologi umum di zona B pada kategori kalender didominasi tipe 5 (mean dan median), tipe 8 (varians dan range), dan Tipe 10 (modus dan koefisien keragaman) (Gambar 6). Tipe 5, yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi dan SPL tinggi. Tipe 8, dimana ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a rendah sampai tinggi pada SPL tinggi, dan tipe 10, yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan SPL rendah sampai tinggi pada klorofil-a rendah. Sedangkan tipologi umum di zona B berdasarkan kategori musim didominasi tipe 10 (varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman) (Gambar 7). Tipe 10, yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan SPL rendah sampai tinggi pada klorofil-a rendah.

Tabel 7. Tipologi umum SPL dan klorofil-a kategori kalender dengan produksi ikan cakalang

Parameter Statistik	Tipologi hubungan SPL dan klorofil-a dengan produksi ikan cakalang										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mean					A B						
Median					B				A		
Modus								A			B
Varians						A B					
Standar deviasi						A B					
Range										A	
K. Keragaman						A		B			B

Keterangan: Huruf A dan B adalah zona A

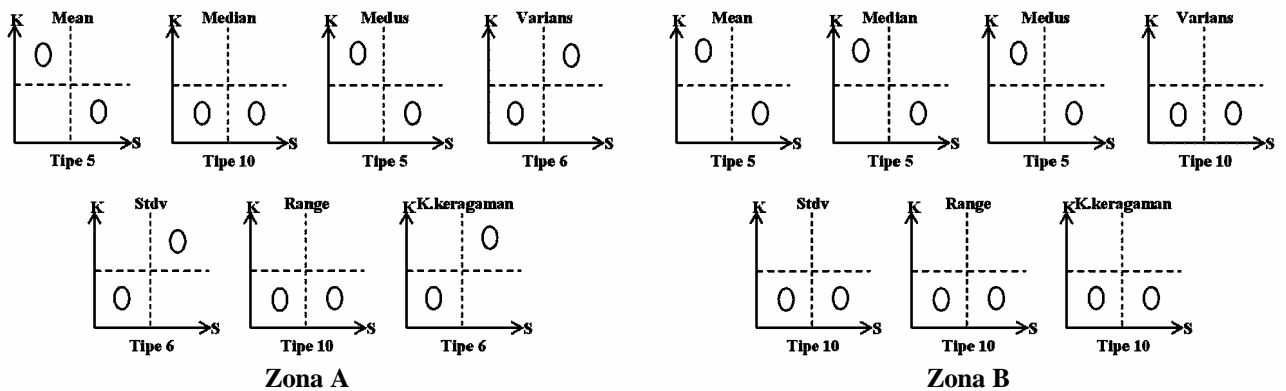


Gambar 6. Tipologi umum hubungan parameter statistik SPL dan klorofil-a dengan produksi ikan cakalang pada kategori kalender di zona A dan B

Tabel 8. Tipologi umum SPL dan klorofil-a kategori musim dengan produksi ikan cakalang

Parameter Statistik	Tipologi hubungan SPL dan klorofil-a dengan produksi ikan cakalang										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mean					A						
					B						
Median										A	
					B						
Modus					A						
					B						
Varians						A					
										B	
Standar deviasi						A					
										B	
Range										A	
										B	
K. Keragaman						A					
										B	

Keterangan: Huruf A dan B adalah zona A dan B



Gambar 7. Tipologi umum hubungan parameter statistik SPL dan klorofil-a dengan produksi ikan cakalang pada kategori musim di zona A dan B

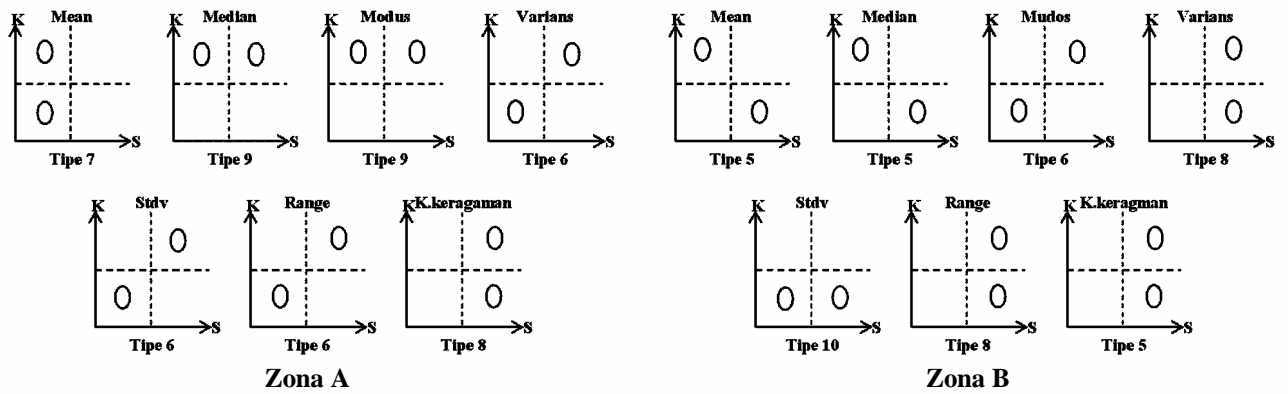
3.3.2 Tipologi berdasarkan produktivitas ikan cakalang

Tipologi umum hubungan parameter statistik SPL dan klorofil-a dengan produktivitas ikan cakalang pada masing-masing zona berdasarkan kategori kalender dan musim dapat dilihat pada Tabel 9 dan 10. Tipologi umum di zona A pada kategori kalender dan musim didominasi tipe 6 (varians, standar deviasi, dan koefisien keragaman untuk kategori kalender, kemudian varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman untuk kategori musim) (Gambar 8 dan 9). Tipe 6, yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi dan SPL rendah. Adapun tipologi umum di zona B pada kategori kalender didominasi tipe 5 (mean, median, dan koefisien keragaman) (Gambar 8). Tipe 5, yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi dan SPL tinggi. Sedangkan tipologi umum di zona B berdasarkan kategori musim didominasi tipe 10 (varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman) (Gambar 9). Tipe 10, yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan SPL rendah sampai tinggi pada klorofil-a rendah.

Tabel 9. Tipologi umum SPL dan klorofil-a kategori kalender dengan produktivitas cakalang

Parameter Statistik	Tipologi hubungan SPL dan klorofil-a dengan produktivitas ikan cakalang										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mean							A				
Median					B				A		
Modus					B				A		
Varians					A			B			
Standar deviasi					A						
Range						A					
K. Keragaman							B	A			
					B						

Keterangan: Huruf A dan B adalah zona A dan B

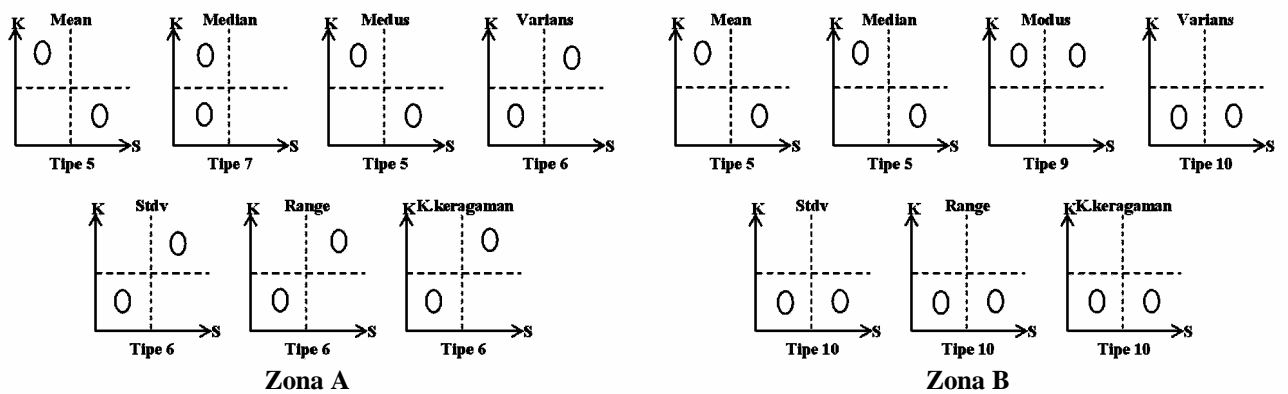


Gambar 8. Tipologi umum hubungan parameter statistik SPL dan klorofil-a dengan produktivitas ikan cakalang pada kategori kalender di zona A dan B

Tabel 10 Tipologi umum SPL dan klorofil-a kategori musim dengan produktivitas ikan cakalang

Parameter Statistik	Tipologi hubungan SPL dan klorofil-a dengan produktivitas ikan cakalang										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mean					A						
					B						
Median							A				
					B						
Modus					A						
									B		
Varians						A					
											B
Standar deviasi						A					
											B
Range						A					
											B
K. Keragaman						A					
											B

Keterangan: Huruf A dan B adalah zona A dan B



Gambar 9. Tipologi umum hubungan parameter statistik SPL dan klorofil-a dengan produktivitas ikan cakalang pada kategori musim di zona A dan B

3.4 Korelasi parsial

3.4.1 Korelasi parsial antara SPL dan klorofil-a dengan produksi ikan cakalang

Analisis korelasi parsial melalui regresi berganda antara 7 parameter statistik SPL dan klorofil-a, yaitu; mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman dengan produksi ikan cakalang di zona A berdasarkan kategori kalender menunjukkan korelasi yang tidak signifikan ($p < 0,05$) (Tabel 11). Adapun pada kategori musim menunjukkan korelasi yang signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan parameter statistik SPL varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman, artinya bahwa produksi ikan cakalang berkorelasi dengan perubahan SPL. Selanjutnya korelasi parsial parameter statistik untuk SPL dan klorofil-a, yaitu; mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman dengan produksi ikan cakalang di zona B berdasarkan kategori kalender dan musim menunjukkan korelasi yang tidak signifikan ($p < 0,05$).

Tabel 11. Korelasi parsial parameter statistik SPL dan klorofil-a dengan produksi ikan cakalang pada setiap zona

Deskripsi statistik		Zona A		Zona B	
		KL	MS	KL	MS
Mean	SPL	0,145	0,079	0,238	0,126
	Klorofil-a	0,120	-0,017	-0,123	-0,037
Median	SPL	0,163	0,028	0,222	0,090
	Klorofil-a	-0,239	0,007	-0,190	-0,022
Modus	SPL	0,128	-0,018	-0,027	0,029
	Klorofil-a	-0,217	0,309	0,308	0,024
Varians	SPL	0,150	-0,450*	0,090	0,056
	Klorofil-a	0,235	-0,062	-0,121	-0,180
Standar deviasi	SPL	0,173	-0,433*	0,142	0,071
	Klorofil-a	0,085	-0,076	-0,179	-0,248
Range	SPL	0,020	-0,426*	0,174	0,021
	Klorofil-a	0,170	-0,017	-0,282	-0,226
Koefisien keragaman	SPL				
		0,167	-0,429*	0,133	0,065
	Klorofil-a	0,132	-0,081	-0,218	-0,378

Keterangan: KL = kalender; MS = musim; cetak tebal dan tanda* = signifikan pada $p < 0,05$

3.4.2 Korelasi parsial antara SPL dan klorofil-a dengan produktivitas ikan cakalang

Korelasi parsial parameter statistik SPL dan klorofil-a, yaitu; mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman dengan produktivitas ikan cakalang di zona A berdasarkan kategori kalender menunjukkan korelasi yang tidak signifikan ($p < 0,05$) (Tabel 12). Adapun pada kategori musim menunjukkan korelasi yang signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan parameter statistik SPL varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman, artinya bahwa produktivitas ikan cakalang berkorelasi dengan perubahan SPL. Selanjutnya korelasi parsial parameter statistik untuk SPL dan klorofil-a, yaitu; mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman dengan produktivitas ikan cakalang di zona B berdasarkan kategori kalender dan musim menunjukkan korelasi yang tidak signifikan ($p < 0,05$).

Tabel 12. Korelasi parsial parameter statistik SPL dan klorofil-a dengan produktivitas ikan cakalang pada setiap zona

Deskripsi statistik	Zona A		Zona B		
	KL	MS	KL	MS	
Mean	SPL	-0,036	0.096	0,375	0,230
	Klorofil-a	0,122	-0.083	-0,199	-0,078
Median	SPL	-0,016	0.015	0,310	0,211
	Klorofil-a	0,040	-0.035	-0,231	-0,064
Modus	SPL	0,065	-0.055	0,210	0,164
	Klorofil-a	0,118	0.329	0,151	-0,046
Varians	SPL	0,129	-0.517*	-0,097	-0,124
	Klorofil-a	0,251	-0.197	-0,193	-0,193
Standar deviasi	SPL	0,145	-0.462*	-0,063	-0,157
	Klorofil-a	0,120	-0.158	-0,253	-0,240
Range	SPL	0,029	-0.462*	-0,009	-0,147
	Klorofil-a	0,218	-0.121	-0,307	-0,241
Koefisien keragaman	SPL	0,150	-0.459*	-0,079	-0,164
	Klorofil-a	0,106	-0.106	-0,273	-0,327

Keterangan: KL = kalender; MS = musim; cetak tebal dan tanda* = signifikan pada $p < 0,05$

4. PEMBAHASAN

Perbedaan produksi dan produktivitas ikan cakalang berdasarkan periode kuartalan dan musim selama kurun waktu 5 tahun (tahun 2008-2012) di wilayah perairan Barat (zona A) dan Selatan (zona B) Provinsi Maluku Utara (Gambar 40, 41, 42, dan 43) disebabkan oleh karena perbedaan kondisi lingkungan perairan dari kedua zona tersebut dalam hal ini adalah perbedaan SPL dan klorofil-a. Menurut Almuas dan Jaya (2006), variasi dan dinamika lingkungan laut akan menyebabkan terjadi pergeseran kelimpahan ikan dalam jangka waktu tertentu pada suatu wilayah perairan yang berdampak terhadap keadaan suatu perikanan; selanjutnya dinyatakan bahwa fluktuasi SPL dan klorofil-a merupakan faktor oseanografi utama yang sering digunakan untuk mengetahui beradaan dan kelimpahan ikan; selanjutnya Laevastu dan Hela (1970), menyatakan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi ruaya dan keberadaan ikan cakalang dalam suatu perairan, diantaranya adalah suhu permukaan laut dan kesuburan perairan. Distribusi ikan pelagis seperti cakalang dapat diprediksi melalui suhu optimum yang diketahui dan perubahan-perubahan suhu permukaan laut secara bulanan.

Variabilitas pada kondisi lingkungan laut akan menyebabkan terjadi pergeseran kelimpahan ikan dalam jangka waktu tertentu pada suatu wilayah perairan dan ini berdampak terhadap ketersediaan ikan untuk perikanan (Bakun *et al.* 1982; Kawasaki 1991; Bakun 1996). Fluktuasi kuartalan kelimpahan ikan di setiap zona mengindikasikan adanya respons ikan terhadap fluktuasi perubahan kondisi lingkungan laut. Selain faktor oseanografi, posisi geografi zona A dan B di wilayah perairan Provinsi Maluku Utara menunjukkan perbedaan kondisi ekosistem dan terdapat fluktuasi kuartalan berdasarkan faktor produksi perikanan tangkap, yaitu secara umum produksi ikan kuartalan di zona A lebih tinggi dibandingkan dengan zona B. Perbedaan kelimpahan ikan di setiap zona berdasarkan faktor produksi perikanan tangkap sebagaimana diuraikan sebelumnya, mengindikasikan posisi geografi dan ekosistem berpengaruh terhadap perbedaan tersebut. Faktor lingkungan merupakan faktor utama yang menentukan perubahan kelimpahan ikan pelagis (Bakun 1996; Cury *et al.* 2000; Fréon *et al.* 2005).

Fluktuasi bulan SPL dan klorofil-a di zona A dan B dalam wilayah perairan Provinsi Maluku Utara berbeda. Keragaman Fluktuasi SPL di zona A lebih tinggi dibandingkan dengan zona B. Perbedaan keragaman SPL mengindikasikan di zona B lebih stabil di bandingkan dengan zona A. Kestabilan SPL di zona B berkaitan dengan posisi geografi, dimana perairan di zona B yang terletak di bagian selatan laut Maluku dominan dipengaruhi aliran massa air sepanjang tahun dari laut Banda dan laut Seram, walaupun berada pada aliran massa air laut Banda dan laut Seram namun juga dipengaruhi angin munson. Pada saat musim Barat (Desember-

Januari-Februari) angin munson barat laut mendorong massa air dari Laut Jawa, lewat Laut Flores dan masuk ke Laut Banda dan sekitarnya (Zijlstra *et al.* 1990). Selanjutnya di katakana bahwa sirkulasi massa air perairan Indonesia berbeda antara musim barat dan musim timur. Pada musim barat, massa air umumnya mengalir ke arah timur perairan Indonesia, sebaliknya ketika musim timur berkembang dengan sempurna suplai massa air yang berasal dari daerah *upwelling* di Laut Arafura dan Laut Banda akan mengalir menuju perairan Indonesia bagian barat. Perbedaan suplai massa air tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan terhadap kondisi perairan yang akhirnya mempengaruhi tinggi rendahnya produktivitas primer termasuk SPL dan klorofil-a (Wyrski 1961).

Pada klorofil-a, keragaman di zona B lebih tinggi dibandingkan dengan zona A. Perbedaan Fluktuasi bulanan klorofil-a menunjukkan adanya perbedaan kondisi di wilayah perairan Barat (zona A) dan Selatan (zona B) Provinsi Maluku Utara. Perbedaan klorofil-a di setiap zona adalah juga gambaran umum perairan Indonesia, yang dipengaruhi oleh munson sebagai pengaruh utama. Selain itu pada perairan pantai juga di pengaruhi oleh topografi dan garis pantai (Birowo 1982). Selain perbedaan karena munson, tingginya klorofil-a di zona B disebabkan karakteristik perairan. Zat hara dibutuhkan oleh plankton untuk bertumbuh khususnya phytoplankton sebagai produsen dalam proses fotosintesis (Grahame 1987; Nybakken 1982). Ketersediaan zat hara yang tinggi di perairan Indonesia dipengaruhi, 1) penambahan zat hara dari daratan yang terbawa aliran sungai; 2) adanya pengadukan (turbulensi); dan 3) penaikan massa air (*up welling*). Proses perombakan atau regenerasi zat hara berlangsung di dasar perairan. Pada perairan dangkal hasil perombakan zat hara akan mudah terangkat ke lapisan permukaan atau ke lapisan euphotik (lapisan di bagian lautan yang terkena cahaya matahari) akibat percampuran secara menegak (tubulensi), sehingga ketersediaan zat hara dapat berlangsung terus menerus. Berbeda dengan perairan laut dalam yang hanya dapat terjadi jika adanya penaikan massa air dan hal ini hanya terjadi pada lokasi tertentu (Birowo 1982). Dengan demikian konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi di zona B dibandingkan zona A karena karakteristik perairan pantai zona B yang dangkal sehingga ketersediaan zat hara yang dibutuhkan fitoplankton lebih banyak dibandingkan zona A, selain itu zona B juga lebih dekat dengan darat dan gugusan pulau-pulau, serta adanya sungai yang membawahkan zat hara ke perairan laut, sedangkan zona A adalah perairan terbuka.

Berdasarkan parameter statistik ukuran pemusatan data, fluktuasi mean klorofil-a kategori kalender dan musim di zona B lebih tinggi dibandingkan zona A pada setiap kuartal. Fluktuasi median klorofil-a juga menunjukkan zona B lebih tinggi dibandingkan zona A. Pada fluktuasi maksimum klorofil, zona B cenderung lebih tinggi dibandingkan zona A, namun terdapat variasi fluktuasi kuartalan klorofil-a pada setiap tahun (2008-2012) yang berbeda antara kategori kalender dan musim. Kecenderungan perbedaan konsentrasi klorofil-a berdasarkan parameter statistik mean dan median pada setiap kuartal merupakan klasifikasi adanya perbedaan kondisi ekosistem diantara zona pada wilayah perairan Barat dan Selatan Provinsi Maluku Utara. Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a yang lebih tinggi di zona B karena tipe perairan yang dangkal, sehingga proses pengadukan akan mencapai dasar perairan dimana terdapat zat hara hasil perombakan yang akan mudah terangkat ke lapisan permukaan. Selain itu pengaruh munson di perairan zona B. Berbeda dengan zona A yang relatif dalam, dimana pengadukan perairan bergantung pada proses penaikan massa air dan kedalaman lapisan termoklin. Hasil rata-rata konsentrasi klorofil-a tersebut menunjukkan bahwa zona B cenderung lebih subur dibandingkan zona A karena klorofil-a merupakan indikator yang menunjukkan tingkat kesuburan perairan.

Keberadaan ikan pada suatu perairan menjelaskan perilaku ekologis terhadap fluktuasi kondisi lingkungan. Perilaku ekologis adalah respons ikan untuk mendapatkan kondisi lingkungan yang sesuai dengan aktivitas, misalnya mencari makan, rekrutmen, pertumbuhan dan berbagai aktivitas lainnya yang berkaitan dengan fungsi fisiologi dan biologi. Perilaku ekologis yang menyebabkan ikan terkonsentrasi pada lokasi tertentu dalam suatu perairan. Tipologi SPL dan klorofil-a adalah pemetaan untuk mengetahui respons ikan cakalang terhadap fluktuasi SPL dan klorofil-a di wilayah perairan Barat (zona A) dan selatan (zona B) Provinsi Maluku Utara. Keberadaan ikan pada suatu lokasi perairan, karena sesuai dengan kondisi lingkungan yang dibutuhkan (Laevastu dan Hayes 1982; Bakun 1996; Fréon *et al.* 2005; Bellido *et al.* 2008; Martin *et al.* 2008).

Analisis dengan garfik biplot untuk menentukan keberadaan ikan berdasarkan Fluktuasi SPL dan klorofil-a menunjukkan kecenderungan tipologi yang berbeda pada kategori kalender dan musim di zona A dan zona B. Analisis biplot berdasarkan produksi untuk kategori kalender dan musim di zona A menunjukkan kecenderungan keberadaan ikan adalah tipe 6. Tipe 6 adalah ikan ada diperairan dengan klorofil-a tinggi dan SPL rendah. Tipologi tersebut mengindikasikan bahwa pada zona A respon ikan cenderung dipengaruhi oleh fluktuasi klorofil-a atau dengan kata lain bahwa faktor pembatas pola distribusi adalah klorofil-a bukan SPL. Adapun analisis biplot berdasarkan produksi untuk kategori musim di zona B adalah tipe 10, dimana ikan cakalang ada di perairan dengan SPL rendah sampai tinggi pada klorofil-a rendah. Tipologi ini mengindikasikan bahwa pada zona B untuk kategori kalender dan musim respon ikan cenderung dipengaruhi oleh fluktuasi klorofil-a atau dengan kata lain bahwa faktor pembatas pola distribusi adalah Klorofil-a. Hal ini sejalan dengan pendapat Nybakken (1982), menyatakan bahwa apabila unsur kebutuhan berada di bawah toleransi minimum maka suatu spesies ikan akan menghindar.

Analisis biplot berdasarkan produktivitas ikan cakalang untuk kategori kalender dan musim di zona A menunjukkan kecenderungan keberadaan ikan adalah tipe 6. Tipe 6 adalah ikan ada diperairan dengan klorofil-a tinggi dan SPL rendah. Tipologi tersebut mengindikasikan bahwa pada zona A respon ikan cenderung dipengaruhi oleh fluktuasi klorofil-a atau dengan kata lain bahwa faktor pembatas pola distribusi adalah klorofil-a bukan SPL. Adapun analisis biplot berdasarkan produktivitas ikan cakalang untuk kategori kalender di zona B adalah tipe 5 yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan klorofil-a tinggi dan SPL tinggi. Tipologi ini mengindikasikan bahwa berdasarkan kategori kalender pada zona B respon ikan cenderung dipengaruhi oleh fluktuasi SPL dan Klorofil-a atau dengan kata lain bahwa faktor pembatas pola distribusi ikan cakalang adalah SPL dan klorofil-a, sedangkan analisis biplot berdasarkan produktivitas ikan cakalang untuk kategori musim di zona B adalah tipe 10, yaitu ikan cakalang ada di perairan dengan SPL rendah sampai tinggi pada klorofil-a rendah. Tipologi ini mengindikasikan bahwa pada zona B untuk kategori musim respon ikan cenderung dipengaruhi oleh fluktuasi klorofil-a atau dengan kata lain bahwa faktor pembatas pola distribusi adalah Klorofil-a.

Parameter statistik yang digunakan untuk mensimulasi perubahan SPL dan klorofil-a di setiap zona bertujuan untuk mendefinisikan variasi fluktuasi SPL dan klorofil-a, sehingga dengan tepat dapat mengklarifikasi hubungan dengan faktor produksi perikanan tangkap (Bakun 1996). Penggunaan pendekatan parameter statistik, menunjukkan respon ikan terhadap perubahan SPL dan klorofil di setiap zona berbeda sebagaimana teridentifikasi dari koefisien korelasi yang signifikan. Penilaian berdasarkan korelasi parsial juga dilakukan dengan mempertimbangkan faktor *delay* dalam perhitungan data bulanan SPL dan klorofil-a menjadi kuartalan, pendekatan faktor *delay* dengan asumsi pengaruh faktor lingkungan akan berdampak kemudian.

Keeratan hubungan dalam analisis korelasi parsial harus dipahami sebagai batas-batas nilai kesalahan 5% ($\alpha=0,05$) dari sejumlah sampel, sehingga signifikan atau tidak sangat bergantung pada jumlah sampel (n), dimana makin besar n makin rendah batas signifikan (Hadi 2004). Dapat dipahami bahwa jumlah sampel di zona A dan B adalah $n=20$, sehingga koefisien korelasi sebesar 0,5 di zona A dan B relatif belum menunjukkan korelasi signifikan. Bentuk hubungan antara kelimpahan ikan dengan fluktuasi SPL dan klorofil-a bersifat kompleks, karena perubahan SPL dan klorofil terjadi sebagai akibat interaksi antara atmosfer dan lautan, selain itu keberadaan ikan pada suatu perairan juga merupakan sebab dari proses fisika-biologi, mortalitas dan pertumbuhan, serta proses tingkah laku ikan untuk mencari habitat yang sesuai (Jennings *et al.* 2001). Selain itu mendefinisikan data kurun waktu yang bervariasi dari suatu rangkaian waktu cukup sulit untuk memilah hubungan yang empiris (Bakun 1996).

Korelasi parsial parameter statistik untuk SPL dan klorofil-a, yaitu; mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman dengan produksi ikan cakalang di zona A berdasarkan kategori kalender menunjukkan korelasi yang tidak signifikan ($p<0,05$). Selanjutnya pada kategori musim menunjukkan korelasi yang signifikan ($p<0,05$) berdasarkan parameter statistik SPL varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman, artinya bahwa produksi ikan cakalang berkorelasi dengan perubahan SPL. Koefisien korelasi tersebut

menunjukkan positif yang mengindikasikan respon ikan positif sehingga SPL merupakan variable yang mempengaruhi kelimpahan ikan pada kategori musim di zona A. Sedangkan korelasi parsial parameter statistik untuk SPL dan klorofil-a, yaitu; mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman dengan produksi ikan cakalang di zona B berdasarkan kategori kalender dan musim menunjukkan korelasi yang tidak signifikan ($p < 0,05$).

Korelasi parsial parameter statistik untuk SPL dan klorofil-a, yaitu; mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman dengan pendekatan produktivitas ikan cakalang di zona B berdasarkan kategori kalender menunjukkan korelasi yang tidak signifikan ($p < 0,05$). Selanjutnya pada kategori musim menunjukkan korelasi yang signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan parameter statistik SPL varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman, artinya bahwa produksi ikan cakalang berkorelasi dengan perubahan SPL. Koefisien korelasi tersebut menunjukkan positif yang mengindikasikan respon ikan positif sehingga SPL merupakan variable yang mempengaruhi kelimpahan ikan pada kategori musim di zona B. Sedangkan korelasi parsial parameter statistik untuk SPL dan klorofil-a, yaitu; mean, median, modus, varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman dengan produksi ikan cakalang di zona B berdasarkan kategori kalender dan musim menunjukkan korelasi yang tidak signifikan ($p < 0,05$).

Fenome ini dapat dijelaskan sebagai proses ekologi, dimana organisme-organisme dapat memiliki kisaran toleransi yang lebar pada faktor dan kisaran yang sempit pada faktor lain. Pada kategori musim, produksi dan produktivitas ikan cakalang di zona A signifikan dengan SPL yang dijelaskan parameter statistik varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman. Hal ini menunjukkan bahwa pada kategori kalender dan musim aktivitas ikan melakukan penyesuaian dengan perubahan kondisi lingkungan SPL. Korelasi signifikan berdasarkan fluktuasi SPL menunjukkan setiap jenis ikan memiliki toleransi terhadap perubahan kondisi oseanografi, dimana tingkat toleransi bergantung pada habitat asli (Bellido *et al.* 2008; Martin *et al.* 2008). Ikan umumnya memiliki kisaran terhadap lingkungan berdasarkan letak lintang, dimana kisaran toleransi akan semakin sempit pada lintang tropis (Odum 1994; Jennings *et al.* 2001). Sebagaimana hasil penelitian di Laut Cina Selatan, kajian *standing stock* menjelaskan kepadatan ikan pelagis yang semakin berkurang dengan meningkatnya suhu perairan dan konsentrasi klorofil kurang berpengaruh (Masrikat *et al.* 2009).

5. KESIMPULAN

- (1) Produksi cakalang kuartalan II di zona A berdasarkan kategori kalender dan musim pada tahun 2012 sebesar 379,04 ton (kalender) dan 351.90 ton (musim) lebih tinggi dibandingkan dengan kuartalan I, III, dan IV tahun 2008 sampai tahun 2011. Selanjutnya produksi cakalang kuartalan IV di zona B berdasarkan kategori kalender dan musim pada tahun 2010 sebesar 521.17 ton (kalender) dan 422.37 ton (musim) lebih tinggi dibandingkan dengan kuartalan I, II, dan III tahun 2008, 2009, 2011, dan 2012.
- (2) Produktivitas panangkana ikan cakalang kuartalan II di zona A berdasarkan kategori kalender dan musim pada tahun 2012 sebesar 0,28 ton/trip (kalender) dan 0,26 ton/trip (musim) lebih tinggi dibandingkan dengan kuartalan I, III, dan IV tahun 2008 sampai tahun 2011. Selanjutnya produktivitas penangkapan ikan cakalang kuartalan IV di zona B berdasarkan kategori kalender dan musim pada tahun 2010 sebesar 0,05 ton/trip (kalender dan musim) lebih tinggi dibandingkan dengan kuartalan I, II, dan III tahun 2008, 2009, 2011, dan 2012.
- (3) Fluktuasi keragaman SPL kuartalan menunjukkan di zona A lebih besar dibandingkan zona B, sedangkan fluktuasi keragaman klorofil-a kuartalan menunjukkan zona B lebih besar dibandingkan zona A.
- (4) Kelimpahan ikan di zona A berkaitan erat dengan perubahan kuartalan SPL hanya pada kategori musim yang ditunjukkan pada parameter varians, standar deviasi, range, dan koefisien keragaman. Sedangkan kelimpahan ikan di zona B baik ketegori kalender maupun musim tidak berkaitan dengan perubahan SPL dan klorofil-a untuk semua

parameter statistik (mean, median, modus, varians, standar deviasi, range dan koefisien keragaman)

DAFTAR PUSTAKA

- Almuas, Jaya I. 2006. Studi Penentuan Daerah Penangkapan Potensial Ikan Pelagis di Perairan Laut Cina Selatan Bagian Selatan Pada Musim Timur. *Buletin PSPX(3)*: 102-120.
- Bakun A. 1996. *Pattern in the oceans. Ocean processes and marine population dynamics*. California Sea Grant College System. National Oceans and Atmospheric Administration in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz. BCS, México. 323p.
- Bakun A, Jan B, Daniel P, John GP, Gary DS. 1982. Ocean Science in Relation to Living Resources. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 1059-1070.
- Bellido JM, Brown AM, Vasilis DV, Giráldez A, Pierce GJ, Iglesias M, Palialexis A. 2008. Identifying essential fish habitat for small pelagic species in Spanish Mediterranean Waters. *Hydrobiologia* 612: 171-184.
- Birowo S. 1982. Sifat Oseanografi Permukaan Laut. Di dalam: Romimohtarto K, Thayib SS, redaksi. *Kondisi Lingkungan Pesisir dan Laut di Indonesia*. Proyek Penelitian Masalah Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pencemaran Laut. Jakarta. Lembaga Oseanologi Nasional, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LON-LIPI). hal. 1-96.
- Cury P, Bakun A, Robert J, Crawford M, Jarre, A, Renato A, Quinñones, Lynne J, Shannon, Verheye HM. 2000. Small Pelagics in Upwelling Systems: Pattern of Interaction and Structural Changes in "Wasp-Waist" Ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57:603-618.
- Fréon P, Cury P, Shannon L, Roy C. 2005. Sustainable Exploitation of Small Pelagic Fish Stocks Challenged by Environmental and Ecosystem Changes: A Review. *Bulletin of Marine Science*, 76(2): 385-462.
- Grahame J. 1987. *Plankton and Fisheries*. Great Britain. Edward Arnold (Publisher) Ltd. 140p.
- Hadi S. 2004. *Statistik*. Jilid 3. Yogyakarta. Penerbit ANDI. hal 293-412.
- Hendiarti N, Suwarso, Aldrian E, Amri K, Andiastruti R, Sachoemar SI, Wahyono IB. 2005. Seasonal Variation of Pelagic Fish Catch Around Java. *Oceanography* vol. 16, No. 4: 112-121.
- Jennings S, Kaiser MJ, Reynolds JD. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Oxford. Blackwell Science. 417 pp.
- Kawasaki T. 1991. Long-term Variability in The Pelagic Fish Populations. Di dalam: Kawasaki T, Tanaka S, Toba Y, Taniguchi A, editor. *Long-term Variability of Pelagic Fish Population and Their Environment*. Tokyo. Pergamon Press. p. 47-60.
- Laevastu T and ML Hayes. 1981. *Fisheries Oceanography and Ecology*. England. Fishing News Book, Ltd. 199 p.
- Laevastu T and I Hela. 1970. *Fisheries Oceanography*. Fishing New (Books) Ltd. London. 236 p
- Martin P, Bahamon N, Sabatés A, Maynou F, Sánchez P, Demestre M. 2008. European Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Landings and Environmental Conditions on the Catalan Coast (NW Mediterranean) During 2000-2005. *Hydrobiologia* 612: 185-199.
- Masriat JAN, Indra J, Budhi HI, Dedi S. 2009. Estimasi Standing Stock Sumberdaya Ikan Berdasarkan Kandungan Klorofil-a. *JPPI* 15 (3):257-266.
- Nelwan AEP. 2010. *Dinamika Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan* (Disertasi). Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Nomura M, Yamazaki T. 1977. *Fishing Techniques (1)*. Tokyo. Japan International Cooperation Agency. p. 27-30
- Nybakken JW. 1982. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Eidman M, Koesoebiono, Bengen DG, Hutomo, M, Sukardjo S, penerjemah. Jakarta PT. Gramedia. Terjemahan dari: *Marine Biology: An Ecological Approach*. 459 hal.

- Odum EP. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi*. Ed ke-8. Samingan T, penerjemah; Srigandono B, editor. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *Fundamentals Of Ecology*. Ed ke-3. 697 hal.
- Peltonen H, Miska L, Pääkkönen JP, Karjalainen M, Tuomaala A, Pönni J, Viitasalo M. 2007. Pelagic Fish Abundance in Relation to Regional Environmental Variation in The Gulf of Finland, Northern Baltic Sea. *ICES Journal Of Marine Science* 64 (3): 487-495. <http://icesjmas.oxfordjournals.org/cgi/content/full/64/3/487> [26 September 2009].
- Syahdan M, M Fedi A.S, Agus A, dan Domu S. 2007. Hubungan Suhu Permukaan dan Klorofil-a Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*, Linne) Di Perairan Bagian Timur Sulawesi Tenggara. *Buletin PSP XVII* (2): 246-249
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, M.K. Moosa. 1997. The ecology of Indonesian seas. Part I, Periplus Editions Ltd., Singapore.
- Walpole RE. 1982. *Pengantar Statistika*. Ed ke-3. Sumantri B, penerjemah. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari: *Introduction to Statistics*. 3 edition. 515 hal.
- Wyrski, K. 1961. Physical oceanography of the Southeast Asean Waters. NAGA Rep. 2. Scripps Inst. of Oceanography La jolla, Calif.
- 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.

