

APLIKASI DATA INDERAJA MULTI SPEKTRAL UNTUK ESTIMASI KONDISI PERAIRAN DAN HASIL TANGKAPAN IKAN PELAGIS DI SELATAN JAWA BARAT

Nurlaila Fitriah¹ dan Irmadi Nahib²

1) Alumni S1 Ilmu Kelautan IPB

2) Peneliti Madya Pusat Survei Sumberdaya Alam Laut

Jln Raya Jakarta – Bogor Km 46 Cibinong 16911

Email: pipit_oshint@yahoo.co.id dan irmnahib@yahoo.com

ABSTRAK

Lokasi penelitian terletak di perairan selatan Jawa bagian barat yaitu pada koordinat: 104° BT-107° BT dan 5° LS - 9° LS dengan wilayah kajian pada koordinat 104.4° BT - 106.5° BT dan 6.8° LS -7.8° LS. Citra yang digunakan adalah citra Aqua MODIS level 3. Algoritma yang digunakan untuk estimasi konsentrasi klorofil-a adalah OC3M. Analisis temporal klorofil-a dan SPL dilakukan dengan metode deret waktu. Untuk melihat hubungan antara klorofil-a dan SPL (suhu permukaan laut) dengan hasil tangkapan dilakukan analisis secara deskriptif dan regresi linier sederhana. Hasil penelitian menunjukkan: Rata-rata SPL tahun 2002-2007 berkisar antara 25°C – 31°C. SPL yang dominan pada wilayah penelitian adalah 29°C - 30°C. Pada Agustus dan September 2006 terjadi IODM, dimana SPL lebih dingin dari biasanya. Secara umum kisaran klorofil-a di wilayah penelitian sebesar 0.1434 mg/m³-1.3689 mg/m³. Kisaran yang dominan pada wilayah penelitian antara 0.4 mg/m³-1.0 mg/m³. Spektrum densitas energi klorofil-a menunjukkan adanya fluktuasi antar tahunan dengan periode 30 dan 20 bulan. Selain itu, fluktuasi tahunan klorofil-a terjadi pada periode 15, 12, dan 10 bulan. Untuk SPL, nilai densitas energi menunjukkan fluktuasi antar tahunan dan tahunan. Periode antar tahunan yang terjadi adalah 30, dan 20 bulan, sedangkan periode tahunan yang terjadi adalah 15, 12, dan 10 bulan.

Kata Kunci: Multispektral, Aqua Modis, Klorofil-a, suhu permukaan laut phitoplanton

ABSTRACT

Location of research is located in the southern waters of west Java on the coordinates: 104-107° East and 5-9° South, and the study area coordinates 104.4 -106.5° East and 6.8-7.8° South. Image used is the image of Aqua MODIS level 3. Algorithm that is used to estimate concentration-chlorophyll is a OC3M. Temporal Analysis chlorophyll - SST (sea surface temperature) and a method carried out with the progression of time. To see the relationship between chlorophyll - SST and a catch made with the results of the analysis is descriptive and regression linier simple. Results of research shows: Average SST years 2002-2007 ranged between 25°C - 31°C. SST at the dominant area of research is 29°C - 30°C. In August and September 2006 occurred IODM, where SPL more cold than usual. In general, the range-a chlorophyll research in the area of 0.1434 mg/m³-1.3689 mg/m³. Dominant in the range of research areas between 0.4 mg/m³ - 1.0 mg/m³. Energy density spectrum chlorophyll-a show of inter-annual fluctuations with periods 30 and 20 months. In addition, chlorophyll-annual fluctuations occurred in a period of 15, 12, and 10 months. For SST, the value of the energy density shows inter-annual fluctuations and annual. Inter-annual period is going 30, and 20 months, while the annual period is going 15, 12, and 10 months.

Keywords: Multispectral, Aqua Modis, Chlorophyll-a, Sea Surface Temperature, Phytoplanton.

Diterima (received): 1-12-2008; disetujui untuk publikasi (Accepted): 12-12-2009.

PENDAHULUAN

Potensi laut Indonesia sangat banyak, salah satunya adalah sumberdaya ikan pelagis. Sumberdaya ikan pelagis sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia. Keberadaan ikan pada suatu perairan berhubungan dengan parameter-parameter oseanografi perairan seperti suhu, salinitas, arus, dan kelimpahan fitoplankton atau sumber makanannya. Diantara sekian banyak faktor yang mempengaruhi distribusi ikan pelagis, klorofil-a dan suhu permukaan laut (SPL) merupakan faktor yang paling banyak digunakan sebagai indikator keberadaan ikan pelagis. Estimasi klorofil-a dan SPL dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan cara insitu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi temporal dan spasial konsentrasi klorofil-a dan SPL Perairan Selatan Jawa Barat dengan menggunakan citra satelit serta hubungannya dengan hasil tangkapan ikan pelagis.

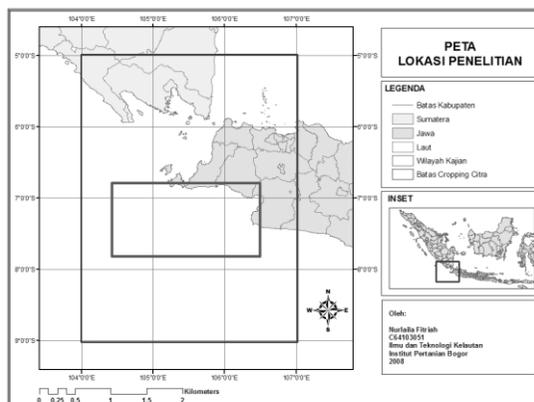
METODOLOGI

Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian terletak di perairan selatan Jawa bagian barat yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia, yaitu pada koordinat: 104.4° BT - 106.5° BT dan 6.8° LS -7.8° LS (Gambar 1), wilayah ini merupakan daerah penangkapan ikan para nelayan Pelabuhan Ratu. Peta sebaran klorofil-a dan SPL dibuat dengan koordinat 104° BT - 107° BT dan 5° LS - 9° LS.

Bahan dan alat penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Aqua MODIS (*moderate resolution imaging spectroradiometer*) dan data produksi / tangkapan ikan pelagis. Data citra yang digunakan adalah citra level 3 rata-rata bulanan, yakni citra sebaran klorofil-a dan SPL. Pengumpulan data citra MODIS dengan cara *download* pada situs <http://modis.gfsc.nasa.gov/data>. Data citra yang digunakan adalah citra bulan Juli 2002 sampai dengan bulan Mei 2007. Data hasil tangkapan ikan pelagis yang digunakan adalah data hasil tangkapan bulan Juli 2002 sampai dengan bulan Mei 2007, dan diperoleh dari Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pelabuhan Ratu.



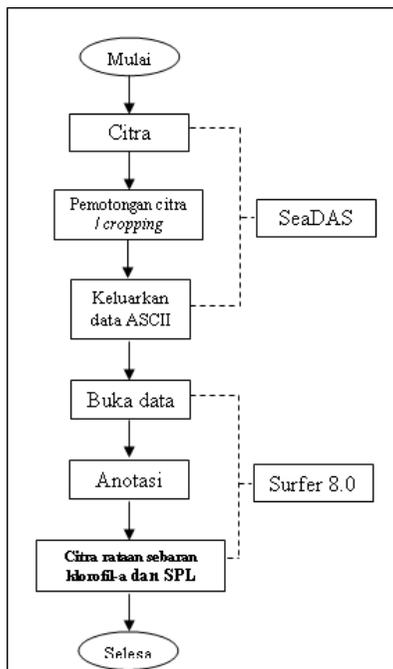
Gambar 1. Peta wilayah penelitian.

Bahan dan alat penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Aqua MODIS (*moderate resolution imaging spectroradiometer*) dan data produksi / tangkapan ikan pelagis. Data citra yang digunakan adalah citra level 3 rata-rata bulanan, yakni citra sebaran klorofil-a dan SPL. Pengumpulan data citra MODIS dengan cara *download* pada situs <http://modis.gfsc.nasa.gov/data>. Data citra yang digunakan adalah citra bulan Juli 2002 sampai dengan bulan Mei 2007. Data hasil tangkapan ikan pelagis yang digunakan adalah data hasil tangkapan bulan Juli 2002 sampai dengan bulan Mei 2007, dan diperoleh dari Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pelabuhan Ratu.

Metode pengolahan citra

Tahap pengolahan data disajikan (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram alir pengolahan data Citra.

Citra setelit yang digunakan pada penelitian ini adalah citra satelit Aqua MODIS level 3, dimana pada level ini sudah terkoreksi radiometrik maupun geometrik dengan resolusi 4 km. Citra yang dipilih adalah citra rata-rata bulanan selama lima tahun, yaitu tahun Juli 2002-Mei 2007. Citra satelit MODIS diolah dengan menggunakan perangkat lunak SeaDAS 4.7. Proses pengolahan citra MODIS untuk level 3 ini digunakan program *general image and graphics display (Seadis)* yang terdapat pada menu SeaDAS. Untuk estimasi konsentrasi klorofil-a digunakan algoritma OC3M (O'Reilly *et al.*, 2000). Persamaannya adalah:

$$C_a = 10^{0,283-2,753R+1,457R^2+0,659R^3-1,403R^4}, R = \log_{10} \left(\frac{R_{rs\ 443} > R_{rs\ 488}}{R_{rs\ 551}} \right)$$

dimana:

- C_a = Konsentrasi klorofil-a (mg/m^3)
- R = Rasio reflektansi
- R_{rs} = *Remote sensing reflectance*

Algoritma yang digunakan untuk mendapatkan nilai SPL adalah sebagai berikut:

$$\text{Modis_SST} = C1 + C2 * T_{31} + C3 * T_{31-32} + C4 * (\sec(\theta) - 1) * T_{31-32}$$

dimana:

T_{31}, T_{32} = *Brightness* temperatur dari kanal 31 dan kanal 32

θ = sudut Zenith satelit

Konstanta ($C1, C2, C3$ dan $C4$) sebagai berikut:

Koefisien	$T_{30} - T_{31} \leq 0,7$	$T_{30} - T_{31} > 0,7$
C1	1.11071	1.196099
C2	0.9586865	0.9888366
C3	0.1741229	0.1300626
C4	1.876752	1.627125

Analisis Data

Analisis spasial dilakukan secara visual dan dilakukan untuk mengetahui sebaran klorofil-a dan distribusi SPL. Untuk memudahkan analisis maka citra ditampilkan dalam bentuk kontur dan degradasi warna.

Spektrum densitas energi dicari dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT), dengan perumusan sebagai berikut (Bendat dan Piersol, 1971).

$$X(f_k) = h \sum_{t=0}^{N-1} x_t \exp\left[-i \frac{2\pi k t}{N}\right] \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

$t = 0, 1, 2, \dots\dots\dots N-1$

h = selang waktu pencatatan data (1 bulan)

N = jumlah pengamatan

Nilai densitas energi spektrum (S_x) dihitung dengan rumus:

$$S_x = \frac{2h}{N} |X(f_k)|^2 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

S_x = Nilai densitas energi satu rekaman data deret waktu (x_t)

h = selang waktu pencatatan data (1 bulan)

N = jumlah pengamatan

$X(f_k)$ = Komponen *Fourier* dari data deret waktu (x_t) pada frekuensi ke- k (f_k)

Analisis hubungan parameter oseonografi dengan hasil tangkapan ikan

Analisis hubungan antara konsentrasi klorofil-a dan SPL dengan hasil tangkapan ikan tongkol dan cacalang dilakukan secara deskriptif, dengan menampilkan grafik fluktuasi hasil tangkapan dan parameter oseanografi.

Untuk melihat korelasi antara SPL dan klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis digunakan korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan linier antara SPL dan klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis. Adapun rumus korelasi Pearson sebagai berikut (Walpole, 1988):

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

dimana:

X: SPL atau klorofil-a

Y: Hasil tangkapan ikan pelagis

Hipotesis:

H0: X dan Y berhubungan

H1: X dan Y tidak berhubungan

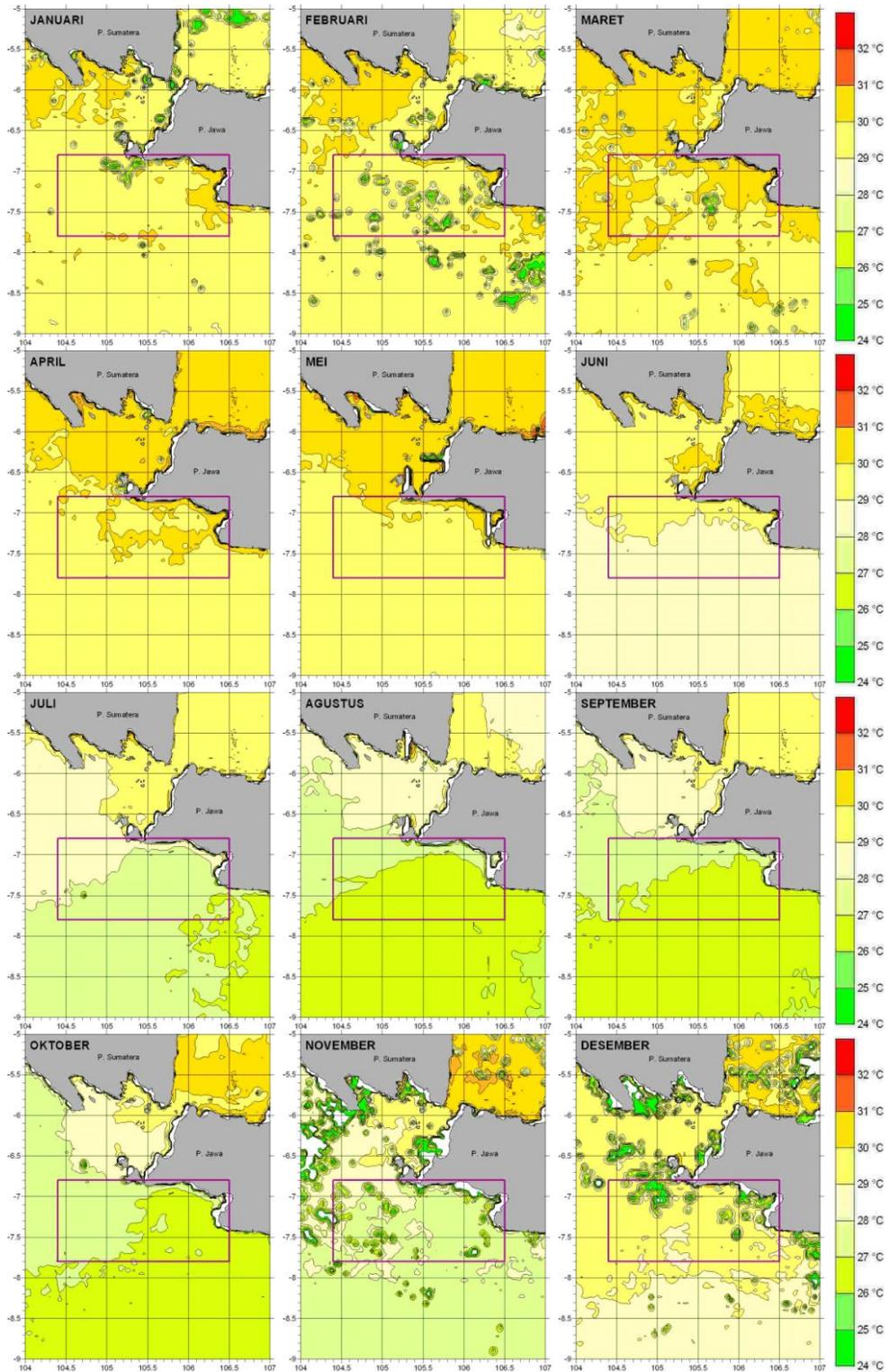
HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi SPL secara spasial dan temporal

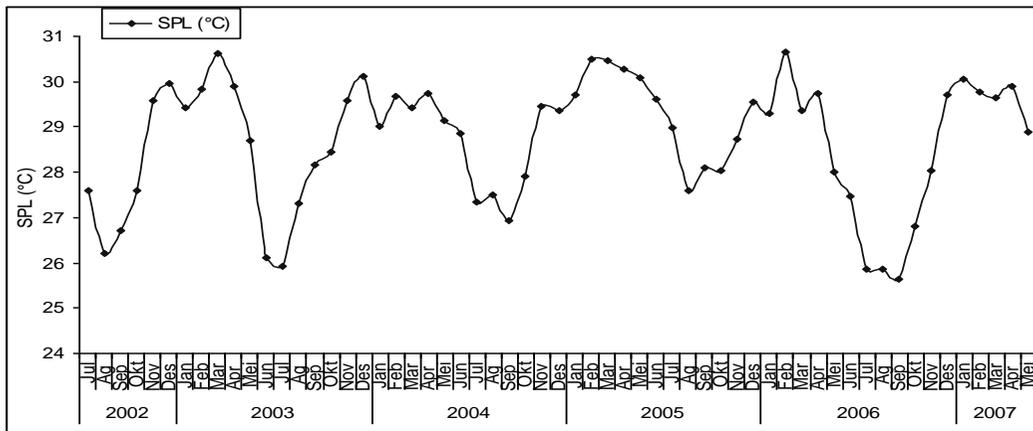
Pola pergerakan distribusi SPL mengikuti pola arus yang ada di perairan selatan Jawa dan sekitarnya. SPL yang hangat pada musim barat berasal dari pantai barat daya Sumatera yang terbawa oleh Arus Sakal Katulistiwa (ASK). Kemudian arus ini mengalir dekat pantai selatan Jawa sebagai Arus Pantai Jawa (APJ). SPL menjadi tinggi di perairan selatan Jawa diduga akibat berkembangnya APJ yang mengalir ke perairan selatan Jawa dari perairan barat Sumatera yang membawa massa air hangat, sedangkan SPL yang dingin pada musim timur, diduga karena adanya intrusi massa air dingin dari perairan subtropis (perairan Australia), hal ini dapat dilihat dari gambar distribusi SPL dan diperjelas dengan pola arus permukaan pada musim timar, dimana datangnya massa air dingin dari arah tenggara (Gambar 3).

Suhu permukaan yang relatif tinggi ini juga diduga akibat Gelombang Kelvin . Gelombang Kelvin (*coastally-trapped downwelling Kelvin wave*). Gelombang Kelvin tersebut membawa massa air permukaan hangat dari ekuatorial Samudera Hindia pada musim-musim peralihan (Sprintall *et al.*, 2000 in Farita, 2006). Pola distribusi citra SPL dapat menunjukkan fenomena oseanografi seperti *upwelling*, *front*, dan pola arus permukaan. Daerah yang mempunyai fenomena-fenomena seperti tersebut di atas umumnya merupakan perairan yang subur. Fenomena *upwelling* di sepanjang pantai Selatan Jawa muncul pada bulan Juni-September. Pada saat itu, angin bertiup dari tenggara (Australia) dan memacu terjadinya transpor Ekman ke arah lepas pantai.

Berdasarkan SPL rata-rata bulanan tahun 2002-2007, secara umum SPL berkisar antara 25°C – 31°C. Pada bulan desember hingga mei kisaran SPL di wilayah penelitian adalah 30°C. Umumnya SPL yang lebih hangat mengisi perairan dekat ekuator, semakin jauh dari ekuator SPL semakin rendah. Pada bulan Juni SPL mulai dingin, SPL berada pada kisaran 29°C - 28°C. SPL dingin datang dari arah perairan subtropis (Australia), SPL dingin ini semakin lama sampai ke perairan selatan Jawa Barat hingga perairan Barat Sumatera. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 dari bulan juni hingga oktober.



Gambar 3. Distribusi SPL rata-rata bulanan periode juli 2002-mei 2007.



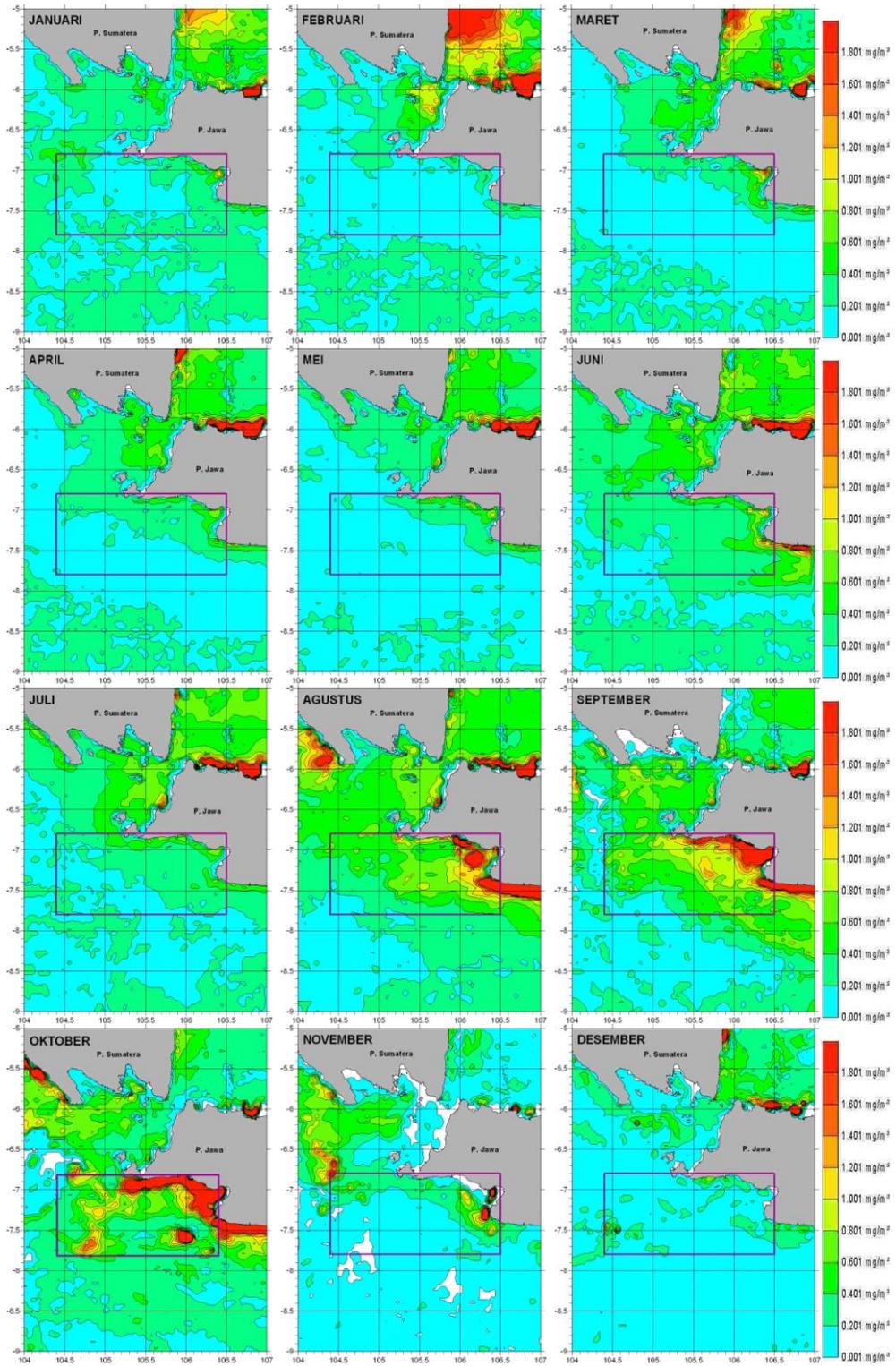
Gambar 4. Fluktuasi SPL rata-rata bulanan periode juli 2002 – mei 2007.

Fluktuasi SPL yang terlihat (Gambar 4) berkisar antara 25°C – 31°C. SPL cenderung rendah sekitar bulan juli hingga oktober, dan cenderung tinggi sekitar bulan Maret hingga Mei. Pola ini selalu berulang tiap tahunnya. Fluktuasi tersebut mengikuti pola musiman yang ada di Indonesia. Terjadi penurunan SPL yang sangat drastis pada bulan Agustus hingga Oktober. Kejadian ini merupakan fenomena *indian ocean dipole mode* (IODM), yaitu suatu pola variabilitas di Samudera Hindia dimana SPL yang lebih rendah dari biasanya ditemukan di lepas pantai barat Sumatera dan SPL yang lebih hangat terdapat di sebagian besar barat Samudera Hindia (JAMSTEC in Iskandar, 2008).

Sebaran klorofil-a secara spasial dan temporal

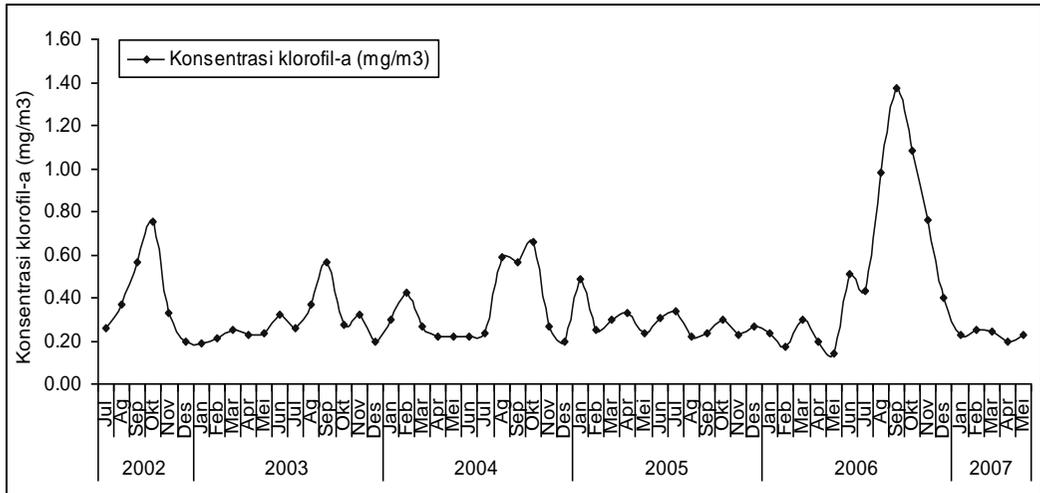
Sebaran konsentrasi klorofil-a dibuat dalam rata-rata bulanan periode Juli 2002 hingga Mei 2007. Berdasarkan Gambar 5, sebaran klorofil-a dapat dilihat pergerakan konsentrasi klorofil-a di selatan Jawa Barat. Pada bulan November konsentrasi klorofil-a kisaran yang dominan adalah antara 0,001 mg/m³-0,4 mg/m³. Kisaran 0,2 mg/m³-0,4 mg/m³ memenuhi wilayah pesisir, sedangkan kisaran 0,001 mg/m³-0,2 mg/m³ mendominasi wilayah yang agak jauh dari pesisir. Dengan bertambahnya waktu, kisaran 0,2 mg/m³-0,4 mg/m³ semakin menghilang ke arah barat laut. Pada bulan Januari kisaran 0,2 mg/m³-0,4 mg/m³ muncul kembali dan menyebar rata di perairan selatan Jawa Barat. Kisaran klorofil-a yang tinggi mulai muncul pada bulan Juni. Kisaran ini mengisi wilayah dekat selatan Jawa Tengah, kemudian di bulan Juli menghilang dan muncul kembali bulan Agustus dalam kisaran yang lebih tinggi dan menyebar luas di sepanjang pesisir Jawa Barat. Kisaran klorofil-a yang tinggi ini bergerak dari perairan timur ke perairan barat, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan rata-rata klorofil-a tahun 2002-2007, secara umum kisaran klorofil-a di wilayah penelitian sebesar 0,14 mg/m³ - 1,37 mg/m³. Secara spasial, klorofil-a terkonsentrasi pada wilayah pesisir, dari ujung Pulau Jawa hingga ke selatan Jawa Tengah. Wilayah pesisir masih mendapat pengaruh dari daratan sehingga daerah ini kaya akan nutrisi. Tingginya nutrisi di pesisir mengakibatkan produktivitas fitoplankton meningkat, sehingga klorofil-a tinggi.



Gambar 4. Sebaran klorofil-a rata-rata bulanan periode juli 2002-mei 2007.

Terlihat dari citra pada bulan Agustus hingga Oktober sebaran konsentrasi klorofil-a sangat tinggi, kisarannya yang dominan antara $0,60 \text{ mg/m}^3$ - $2,00 \text{ mg/m}^3$. Pada bulan November dan Desember merupakan sebaran konsentrasi klorofil-a yang paling rendah, kisarannya antara $0,001 \text{ mg/m}^3$ - $0,4 \text{ mg/m}^3$.



Gambar 6. Fluktuasi klorofil-a rata-rata bulanan periode Juli 2002- Mei 2007

Gambar 6 menunjukkan adanya fluktuasi klorofil-a di wilayah penelitian. Fluktuasi ini terjadi karena perairan pesisir yang mendapat pengaruh besar dari daratan serta pengaruh dari musim. Pada tahun 2006 terjadi lonjakan klorofil-a, yaitu pada bulan Agustus, September, dan Oktober, dengan rata-rata klorofil-a sebesar $0,98 \text{ mg/m}^3$, $1,37 \text{ mg/m}^3$, $1,08 \text{ mg/m}^3$.

Berdasarkan grafik fluktuasi klorofil-a (Gambar 6) yang tersaji di atas, nilai konsentrasi klorofil-a yang rendah biasanya terjadi pada musim barat hingga musim peralihan 1, yaitu sekitar bulan Desember sampai Mei. Pada musim barat pada umumnya angin bertiup sangat kencang dan curah hujan tinggi (Wyrтки, 1961), panas matahari tidak maksimal sehingga fotosintesis tidak maksimal pula.

Sebaran nilai konsentrasi klorofil-a yang tinggi umumnya terjadi pada akhir musim timur dan awal musim peralihan 2. Terjadi sekitar bulan Agustus hingga bulan Oktober. Pada musim timur kondisi angin relatif tenang dan curah hujan rendah. Kondisi pada musim peralihan 2 tidak berbeda jauh dengan musim timur, padmusim peralihan 2 ini merupakan waktu dimana angin akan berbalik arah, sehingga akan terjadi perubahan kondisi normal pada akhir musim.

Konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada bulan Agustus, September dan Oktober. Kejadian ini diduga ada kaitannya dengan fenomena *indian ocean dipole mode* (IODM). Peningkatan klorofil-a ini berkaitan dengan pengaruh suhu tak langsung dengan fitoplankton. Suhu akan menentukan struktur hidrologis suatu perairan yang mempengaruhi distribusi fitoplankton. Suhu dan salinitas mempengaruhi densitas. Semakin

dalam perairan, suhunya semakin rendah dan salinitas semakin meningkat, sehingga densitas juga meningkat yang selanjutnya akan mengurangi laju penenggelaman fitoplankton (Nontji, 1984; Tomascik *et al.*, 1997). Jadi, jumlah fitoplankton akan menurun seiring dengan meningkatnya densitas.

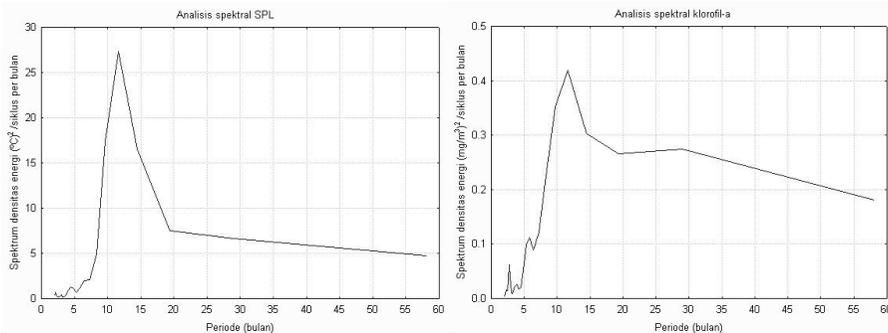
Variabilitas klorofil-a dan SPL

Spektrum densitas energi klorofil-a menunjukkan adanya fluktuasi antar tahunan dengan periode 30 dan 20 bulan. Selain itu, fluktuasi tahunan klorofil-a terjadi pada periode 15, 12, dan 10 bulan. Nilai densitas energi SPL menunjukkan fluktuasi antar tahunan dan tahunan. Periode antar tahunan yang terjadi adalah 30, dan 20 bulan, sedangkan periode tahunan yang terjadi adalah 15, 12, dan 10 bulan. Hal ini dapat diperjelas dengan melihat gambar spektrum densitas energi klorofil-a dan SPL (Gambar 8).

Tabel 3 Nilai densitas energi dan periode signifikan dari fluktuasi klorofil-a dan SPL.

Parameter	Periode Signifikan (bulan)	Densitas Energi [°C/siklus per bulan]
SPL	30	48.0175
	20	21.7331
	15	27.5787
	12	39.9907
	10	23.0516
		Densitas Energi [mg/m ³ /siklus per bulan]
Klorofil-a	30	117.3239
	20	39.6800
	15	11.8993
	12	4.2045
	10	2.6145

Fluktuasi antar tahunan SPL ini diduga mengindikasikan pengaruh gaya jarak jauh (*remote-forcing*) yang terjadi dalam bentuk fluktuasi angin di Samudera Hindia bagian timur sehingga memodifikasi kekuatan angin periode tahunan di selatan Jawa pada tahun-tahun tertentu yang dikenal dengan *indian ocean dipole mode* IODM (Meyers, 1996; Saji *et al.*, 2003 in Farita 2006). Fluktuasi tahunan merupakan indikasi pengaruh variabilitas tahunan Angin Muson.



Gambar 8. Spektrum densitas energi klorofil-a dan SPL

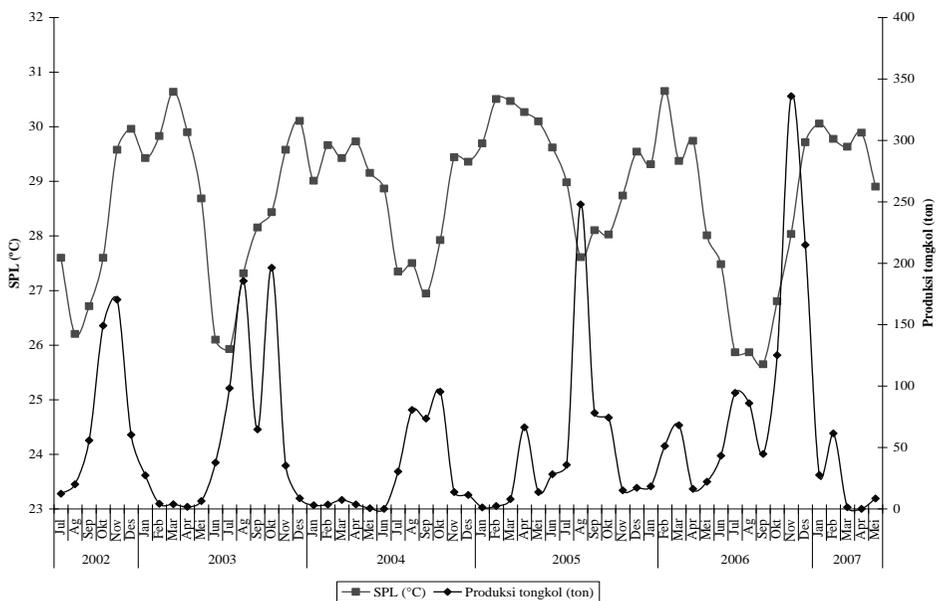
Gambar 8 menunjukkan puncak tertinggi nilai spektrum densitas energi klorofil-a adalah

pada periode 12 bulan, begitu pula pada SPL, puncak tertinggi energi terjadi pada periode 12 bulan. Artinya, pola fluktuasi klorofil-a dan SPL adalah fluktuasi tahunan.

Hubungan SPL dan klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis

Hasil tangkapan yang digunakan adalah data statistik pelabuhan perikanan nusantara (PPN) Pelabuhan Ratu. Data ikan yang digunakan hanya dua jenis ikan yaitu tongkol dan cakalang, hal ini dikarenakan penangkapan tongkol dan cakalang ada pada setiap musim. Gambar 9 dan 10 merupakan grafik hubungan antara SPL dengan hasil tangkapan ikan pelagis.

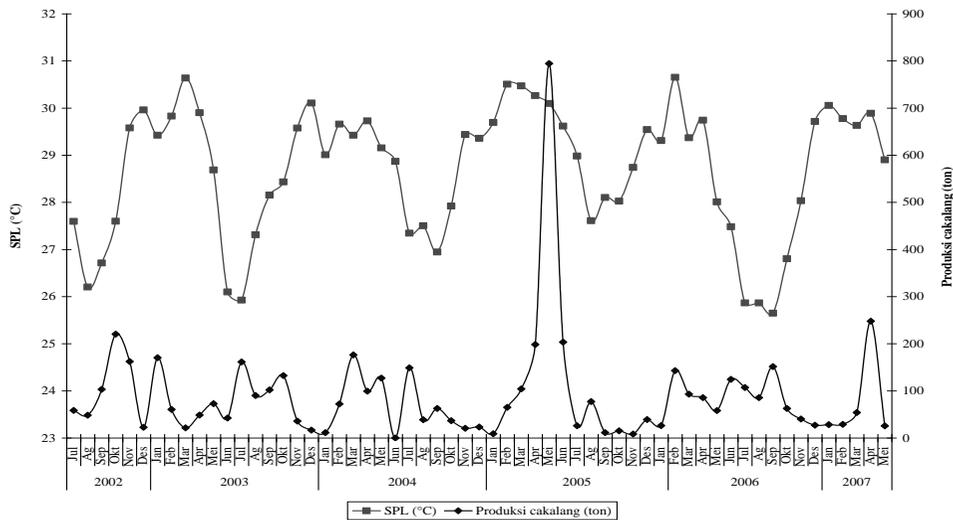
Secara umum, hasil tangkapan ikan tongkol dan cakalang yang tinggi terjadi saat SPL rendah. Berdasarkan Gambar 9 dan 10, dapat disimpulkan bahwa jika SPL rendah hasil tangkapan tinggi dan jika SPL tinggi hasil tangkapan rendah. Untuk ikan cakalang hal ini terjadi pada bulan Juli-Agustus 2002, Oktober-Desember 2002, Maret dan Juli 2003, Juli dan November 2004, September dan Desember 2006, dan terakhir pada bulan Januari 2007. Untuk ikan cakalang terjadi pada bulan Desember 2002, Maret 2003, Januari-Desember 2004, Agustus 2005, dan Desember 2006.



Gambar 9. Hubungan SPL dengan hasil tangkapan ikan tongkol.

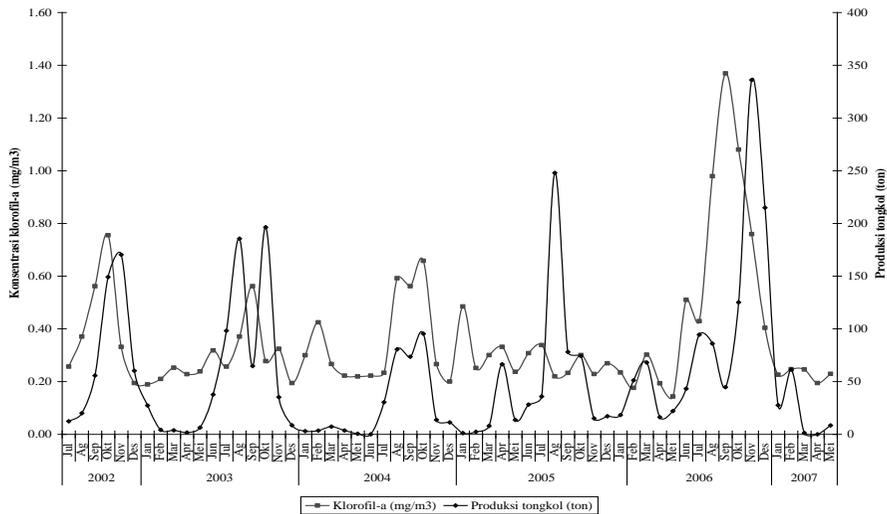
Hasil tangkapan tongkol dan cakalang pada musim timur lebih tinggi dibandingkan dengan musim barat. Pada musim timur ini SPL cenderung dingin. Cakalang menyukai suhu yang rendah, yaitu sekitar 28°C – 29°C (Gunarso, 1985). Oleh karena itu hasil tangkapan tongkol dan cakalang lebih tinggi pada musim timur. Berikut ini merupakan gambar hubungan SPL dengan hasil tangkapan ikan tongkol dan cakalang.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Simbolon dan Halim (2005) menyatakan bahwa hasil tangkapan cakalang cenderung tinggi pada saat SPL rendah. Hasil tangkapan tinggi pada saat muson barat daya dan awal muson timur laut.



Gambar 10. Hubungan SPL dengan hasil tangkapan ikan cakalang.

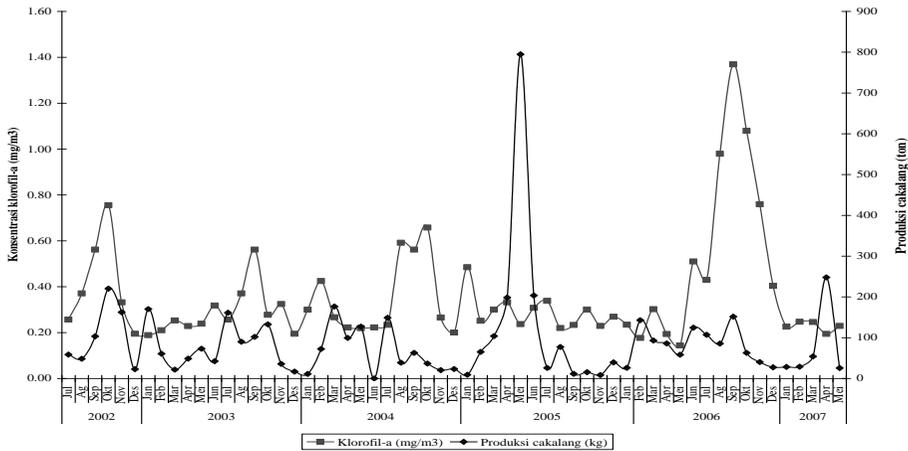
Hubungan klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan pelagis dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Hubungan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan tongkol.

Secara umum, tingginya konsentrasi klorofil-a diikuti dengan naiknya hasil tangkapan ikan tongkol dan cakalang. Akan tetapi kenaikan hasil tangkapan ikan tongkol dan cakalang tidak secara langsung, yaitu ada selang waktunya (*time lag*). Umumnya selang waktu yang terjadi adalah 1 bulan. Untuk ikan tongkol kejadian ini terjadi pada Oktober 2002, September 2003, Juli 2005, dan Juni 2006. Untuk ikan cakalang terjadi pada Februari 2004 dan September 2003. Selain itu ada pula yang selang waktunya 2 bulan yaitu terjadi untuk

jenis ikan tongkol pada Juni 2003 dan September 2006. Ada pula kenaikan konsentrasi klorofil-a diikuti langsung dengan kenaikan hasil tangkapan yaitu pada ikan cakalang yang terjadi pada bulan Oktober 2002 dan September 2003. Selang waktu ini merupakan representasi rantai makanan yang ada di ekosistem laut, dimana tongkol dan cakalang merupakan ikan karnivor (pemakan ikan herbivor).



Gambar 12. Hubungan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan cakalang.

Selain faktor lingkungan yaitu konsentrasi klorofil-a dan SPL, ada pula faktor lain yang mempengaruhi jumlah hasil tangkapan ikan yaitu faktor upaya penangkapan. Faktor ini terdiri jumlah trip kapal yang dilakukan, jumlah kapal yang beroperasi, alat tangkap yang digunakan, dan lain-lain. Maka dari itu ada saat dimana hasil tangkapan ikan tinggi pada saat kondisi perairan kurang subur dan sebaliknya.

Analisis non parametrik

Hasil analisis korelasi Pearson untuk melihat hubungan antara SPL dan klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan pelagis dapat dilihat pada Tabel 5. Analisis korelasi Pearson diawali dengan melihat nilai P-Value. Jika P-Value < 0,05 maka ada hubungan antara peubah X dan Y (SPL atau klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan pelagis). Selanjutnya baru dilakukan analisis lanjut untuk melihat hubungan positif dan negatif dari kedua peubah tersebut. Analisis korelasi Pearson diawali dengan melihat nilai P-Value. Jika P-Value < 0,05 maka ada hubungan antara peubah X dan Y (SPL atau klorofil-a terhadap hasil tangkapan ikan pelagis). Selanjutnya baru dilakukan analisis lanjut untuk melihat hubungan positif dan negatif dari kedua peubah tersebut.

Tabel 5. Hasil korelasi Pearson

	Korelasi Pearson	P-Value
SPL terhadap hasil tangkapan tongkol	-0,336	0,009
SPL terhadap hasil tangkapan cakalang	0,067	0,616
Klorofil-a terhadap hasil tangkapan tongkol	0,153	0,251
Klorofil-a terhadap hasil tangkapan cakalang	0,024	0,857

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai P-Value untuk SPL dengan hasil tangkapan tongkol $< 0,05$, sehingga tidak ada hubungan antara SPL dengan hasil tangkapan tongkol. Hal ini diperkuat dengan nilai korelasi Pearson yang negatif. Nilai P-Value yang lainnya $> 0,05$, artinya ada hubungan antara kedua peubah. Selain itu, nilai korelasi Pearson yang didapat bernilai positif. Perbedaan hasil korelasi Pearson ini disebabkan oleh data hasil tangkapan ikan yang terbatas hanya pada data rata-rata bulanan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan rata-rata bulanan SPL tahun 2002-2007, secara umum SPL berkisar antara $25^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$. SPL yang dominan pada wilayah penelitian adalah $29^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. Umumnya SPL tinggi terjadi pada musim barat dan rendah pada musim timur. Hal ini berhubungan dengan angin musiman yang terjadi di perairan Indonesia. Secara umum kisaran klorofil-a di wilayah penelitian sebesar $0,14 \text{ mg/m}^3 - 1,37 \text{ mg/m}^3$. Kisaran yang dominan pada wilayah penelitian antara $0,40 \text{ mg/m}^3 - 1,00 \text{ mg/m}^3$. Nilai konsentrasi klorofil-a tinggi berada pada daerah pesisir. Nilai konsentrasi klorofil-a yang rendah biasanya terjadi pada musim barat hingga musim peralihan 1, sedangkan nilai konsentrasi klorofil-a yang tinggi umumnya terjadi pada akhir musim timur dan awal musim peralihan 2. Spektrum densitas energi klorofil-a menunjukkan adanya fluktuasi antar tahunan dengan periode 30 dan 20 bulan. Selain itu, fluktuasi tahunan klorofil-a terjadi pada periode 15, 12, dan 10 bulan. Untuk SPL, nilai densitas energi menunjukkan fluktuasi antar tahunan dan tahunan. Periode antar tahunan yang terjadi adalah 30, dan 20 bulan, sedangkan periode tahunan yang terjadi adalah 15, 12, dan 10 bulan.

Hasil analisis deskriptif menunjukkan ada kecenderungan waktu tunda antara kenaikan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan tongkol dan cakalang, secara umum lamanya 1 bulan. Hasil tangkapan tongkol dan cakalang naik saat SPL turun. Hasil analisis non parametrik didapatkan bahwa tidak ada hubungan antara SPL dengan hasil tangkapan tongkol, namun menunjukkan hubungan antara SPL dengan hasil tangkapan cakalang, klorofil-a dengan hasil tangkapan tongkol serta klorofil-a dengan hasil tangkapan cakalang.

Saran

Sebaiknya pengambilan data *insitu* dilakukan dengan jangka waktu yang lama untuk dibandingkan dengan nilai-nilai klorofil-a dan SPL yang terekam oleh satelit. Selain itu, data hasil tangkapan sebaiknya diambil dari hasil tangkapan peneliti sendiri. Analisis hubungan antara kondisi perairan dengan hasil tangkapan hendaknya mengikutsertakan faktor upaya tangkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. 2002. Hubungan Kondisi Oseanografi (Suhu, Permukaan Laut, Klorofil-a dan Arus) dengan Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan Selat Sunda. Thesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Barnes, R. S. K. and R. N. Hughes. 1988. An Introduction to Marine Ecology. Second Edition. Blackwell Scientific Publications. London.
- Bendat, J. S. and A. G. Piersol. 1971. Random Data Analisis and Measurement Procedures. John Wiley and Sons Inc. New York.

- Farita, Y. 2006. Variabilitas Suhu di Perairan Selatan Jawa Barat dan Hubungannya dengan Angin Muson, Indian Ocean Dipole Mode dan El Nino Southern Oscillation. Skripsi. Program Sarjana. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gunarso, W dan D. Bahar. 1990. Tingkah Laku Ikan. Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gunarso, W. 1985. Tingkah Laku Ikan dalam Hubungannya dengan Alat, Metode dan Taktik Penangkapan. Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Haq, N. 2007. Analisis Ketelitian Estimasi SPL dari sensor AVHRR satelit NOAA di Perairan Barat Sumatera dan Selatan Jawa. Skripsi. Jurusan Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hermadi. 2001. Studi Tentang Jejak Ikan dengan Menggunakan Sistem Akustik Beam Terbagi di Perairan Teluk Jakarta. Skripsi. Jurusan Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hutabarat, S dan S. M. Evans.1985. Pengantar Oseanografi. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Iskandar, I. 2008. Ada Dipole Mode Lagi Tahun Ini?. <http://marufish.blogspot.com/2008/07/blog-080707-ada-dipole-mode-lagi-tahun.html>
- Laevastu, T. dan Hayes. 1981. Fisheries Oceanography and Ecology. Fishing News Books. Ltd. London.
- Lillesand, T. M. dan Kiefer, R. W. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra ; alih bahasa Dulbahri *et al.* Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Maccherone, B. 2006. About MODIS. Retrived December 6, 2006. 07:32 AM. From The World Web: <http://modis.gfsc.nasa.gov/about/>
- Nontji, A. 1984. Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta Serta Kaitannya dengan Faktor-Faktor Lingkungan. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan oleh H. M. Eidman, Koesbiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Subarjo. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Robinson, I.S.1985. Satellite Oceanography: An Introduction for Oceanographers and Remote Sensing Specialist. John Wiley and Sons. New York.
- Simbolon. D. dan A. Halim. 2005. Suhu Permukaan Laut dan Kaitannya dengan Hasil Tangkapan Ikan Cakalang dan Madidihang di Perairan Sumatera Barat. Buletin Pemanfaatan Sumberdaya Perairan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Stewart, R.h.1985.Methods of Satellite Oceanography. Hal 100-127. University of California Press. Los Angeles.
- Sverdrup, H. V, M. Johnson dan R. H. Fleming. 1942. The Oceans: Their Physics, Chemistry and General Biology. Prentice-Hall Inc. New York.
- Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji, dan M. K. Moosa. 1997. The Ecology of The Indonesian Seas. Part 2. Periplus Editions.
- Walpole, R. E. 1988. Pengantar Statistika. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.