

ANALISIS SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KLOOROFIL-A DATA INDERAJA HUBUNGANNYA DENGAN HASIL TANGKAPAN IKAN TONGKOL (*Euthynnus affinis*) DI PERAIRAN KALIMANTAN TIMUR

Adnan^{*)}

^{*)} Staf pengajar FPIK Univ. Mulawarman
E-mail ; adnankariming72@yahoo.com

Abstract : *Sea surface temperature (SST) and Chlorophyll-a are important oceanographic parameters to estimate the abundance and distribution of fish. This research aims to observe the variability of SST and Chlorophyll-a, and to analyse the relationship between catch and SST as well as between catch and Chlorophyll-a. This study was conducted in the Eastern Kalimantan waters. Data applied is from satellite image data Aqua MODIS level 3, meteorological data and catch data from the Central of Fish Landing (PPI) Selili Samarinda. Majority fish caught in The Eastern Kalimantan waters is tuna, Euthynnus affinis. All variables were analysed its variability. Interpretation data of Sea surface temperature and Chlorophyll-a together with fish catch data were mapped in order to predict the Fishing Ground of Euthynnus affinis, which is validated with the data position of fisherman operational area.*

Keyword: *Remote sensing, SST, Chlorophyll-a, fishing ground.*

PENDAHULUAN

Perairan laut Kalimantan Timur terbentang sepanjang Selat Makasar hingga Laut Sulawesi. Perairan Kalimantan Timur berada di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP IV) yang memiliki potensi perikanan yang cukup besar terutama kelompok ikan pelagis kecil. Potensi ikan pelagis kecil di WPP IV mencapai 605 ribu ton/tahun. Jumlah tangkapan yang diperbolehkan sebesar 484 ribu ton/tahun sedangkan produksi hanya 333 ribu ton/tahun, sehingga baru 67 % yang dimanfaatkan dari jumlah tangkapan yang diperbolehkan (Anonimus, 2005). Sentra penghasil ikan tangkap laut di Provinsi Kalimantan Timur tersebar di kabupaten/kota yaitu Kota Balikpapan, Kota Samarinda, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kabupaten Bulungan, Kota Tarakan, Kabupaten Pasir, Kabupaten

Kutai Timuar dari 7 kabupaten ini yang memiliki total produksi ikan tangkap sebesar 59.342,32 ton/tahun, 4 penghasil terbesar adalah Kota Balikpapan dengan hasil produksi 12.986 ton/tahun, Kabupaten Bulungan dengan hasil produksi 12.502 ton/tahun, Kabupaten Pasir dengan hasil produksi 12.265 ton/tahun, dan Kota Samarinda dengan hasil produksi 12.116 ton/tahun (Anonimus, 2004). Belum maksimalnya pemanfaatan hasil perikanan di Kalimantan Timur diduga karena nelayan dalam melakukan penangkapan ikan masih menggunakan cara-cara konvensional yaitu dengan mengandalkan pengalaman dengan pemanfaatan panca indera untuk menemukan daerah penangkapan (*fishing ground*).

Dalam melakukan penangkapan ikan, informasi daerah penangkapan

sangatlah penting agar efisiensi dan efektifitas penangkapan dapat ditingkatkan. Informasi daerah penangkapan dapat diperoleh melalui parameter oseanografi. Parameter oseanografi merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap variabilitas hasil tangkapan ikan, seperti klorofil-a dan suhu permukaan laut. Fitoplankton yang berada pada lapisan cahaya (fotik) mengandung klorofil-a yang berguna untuk fotosintesis. Klorofil-a mampu menyerap cahaya biru dan hijau, sehingga keberadaan fitoplankton dapat dideteksi berdasarkan kemampuan klorofil-a tersebut. Plankton, baik fitoplankton maupun zooplankton mempunyai peranan penting dalam ekosistem laut karena plankton menjadi bahan makanan bagi berbagai jenis hewan laut lainnya. Parameter oseanografi ini dapat direkam dan diinterpretasi melalui Foto Citra (penginderaan jauh).

Salah satu alternatif yang menawarkan solusi terbaik dalam menentukan daerah penangkapan ikan adalah dengan mengkombinasikan kemampuan SIG dan penginderaan jauh. SIG atau sistem informasi geografis adalah alat dengan system komputer yang digunakan untuk memetakan kondisi dan peristiwa yang terjadi di muka bumi. Dengan pencitraan, faktor-faktor

lingkungan laut yang mempengaruhi distribusi dan kelimpahan ikan dapat diperoleh secara berkala, cepat dan dengan cakupan area yang luas, dan kemudian dipetakan dengan menggunakan SIG. Hasil pemetaan ini akan sangat membantu dalam kegiatan penangkapan ikan di laut mengingat telah diketahuinya area dimana ikan bisa tertangkap dalam jumlah yang besar.

Masalah yang umum dihadapi dalam pemanfaatan sumberdaya ikan adalah keberadaan daerah penangkapan yang bersifat dinamis, selalu berubah/berpindah mengikuti perubahan parameter lingkungan. Belum adanya rujukan untuk tempat menangkap ikan maka nelayan masih melakukan pencarian daerah penangkapan ikan, sehingga produktivitas hasil tangkapan nelayan belum optimal.

Berdasarkan uraian diatas dan belum optimalnya usaha perikanan tangkap, maka dipandang perlu untuk melakukan penelitian menyangkut dengan "Variabilitas hasil tangkapan ikan dan hubungannya dengan sebaran klorofil-a dan suhu permukaan laut.", yang diharapkan dapat meningkatkan pendapatan serta keberlanjutan usaha kegiatan penangkapan ikan.

Penelitian ini bertujuan untuk :
1) menganalisis variabilitas hasil tangkapan

ikan tongkol, SPL dan konsentrasi klorofil-a di perairan Kalimantan Timur ; 2)menganalisis hubungan SPL, klorofil-a, terhadap hasil tangkapan ikan tongkol; 3) membuat peta sebaran temporal DPI potensial. Manfaat dari penelitian ini sebagai bahan informasi daerah potensial penangkapan ikan. Upaya pengembangan teknologi penginderaan jauh dalam kaitannya pengelolaan perikanan tangkap di kawasan pesisir dan laut. Memberikan wawasan bagi peneliti selanjutnya yang berkaitan dengan teknik penginderaan jauh dan SIG.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil lokasi studi di perairan Kalimantan Timur pada posisi 02°00'00" LU – 02°30'00" LS dan posisi bujur 116°00'00"- 120°00'00" BT. Penelitian dilakukan selama enam bulan dari bulan September 2007 - Februari 2008.

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data citra satelit Aqua MODIS level 3 dalam format HDF (*Hierarchical Data Format*) rekaman tahun 2006 setiap minggu selama setahun dengan jumlah citra yaitu 46 citra klorofil-a dan 46 SPL serta rekaman tahun 2007 setiap minggu selama setahun dengan jumlah citra yaitu 46 citra klorofil-a dan 46 SPL untuk mendapatkan data time series. Untuk

melakukan pemetaan daerah potensial menggunakan rekaman tanggal 01 Januari 2007 sampai tanggal 30 Desember 2007. Data meteorologi berupa curah hujan, penyinaran matahari dan kecepatan angin diperoleh dari Stasiun Meteorologi Balikpapan. Data perikanan yang meliputi jenis ikan hasil tangkapan dan daerah penangkapan ikan, diperoleh dengan melakukan wawancara langsung dengan nelayan di Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Selili Kota Samarinda.

Data sekunder adalah data hasil tangkapan per minggu dari Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Selili Kota Samarinda selama dua tahun kebelakang untuk melihat hasil tangkapan mulai tahun 2006 sampai 2007, dengan rincian datanya adalah sebagai berikut:

- 1) Data hasil tangkapan nelayan menurut jenis ikan yang didaratkan di Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Selili Kota Samarinda ;
- 2) Posisi daerah penangkapan ikan.

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah citra SPL level 3 diolah menggunakan program SeaDAS, untuk cropping daerah penelitian dan mendapatkan data *ancillary*-nya. SPL menggunakan *algorithm* MODIS kanal 31 dan 32, *algorithm* SPL adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

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

E = sudut Zenit satelit

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini untuk citra klorofil-a level 3 diolah menggunakan program SeaDAS, untuk cropping daerah penelitian dan mendapatkan data ancillary-nya. Menurut McClain dan Feldman (2004), algorithm OC3M digunakan sebagai standar dalam pengolahan citra satelit Aqua MODIS untuk mendapatkan data klorofil-a perairan secara global. Persamaan algorithm OC3M (O'Reilly et al., 2000) yaitu:

$$\text{OC3M } Ca = 10^{0.283 - 2.753 R + 1.457 R^2 + 0.659 R^3 - 1.403 R^4}$$

$$R = \log_{10} \left(\frac{Rrs(443)}{Rrs(550)} > \frac{Rrs(490)}{Rrs(550)} \right)$$

Keterangan : Ca = Konsentrasi klorofil-a (mg/m³)

R = Rasio reflektansi

Rrs = Remote sensing reflectance

Data hasil tangkapan ikan yang didaratkan di PPI Selili selama dua tahun dari tahun 2006 sampai tahun 2007, dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan hasil tangkapan. Untuk menentukan derajat hubungan antara variabel-variabel maka dilakukan Analisis

Regresi dengan menggunakan soft ware SPSS 10. Dalam penentuan variabilitas setiap variabel dilakukan Spectral Analysis dengan menggunakan software Statistica 6.

Analisis daerah potensi penangkapan ikan merupakan hasil dari sebaran suhu permukaan laut dari citra MODIS yang diintegrasikan dengan data klorofil-a citra MODIS. Dengan mengetahui distribusi suhu permukaan laut suatu wilayah perairan, akan dapat diamati pola serta fenomena upwelling/front, untuk kemudian dapat diestimasi daerah potensi penangkapan ikan. Hubungan faktor tersebut sangat jelas karena suhu permukaan laut merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan habitat suatu ikan. Umumnya setiap spesies ikan mempunyai kisaran suhu yang sesuai sebagai lingkungannya untuk makan, memijah dan aktivitas lainnya (Laevastu dan Hela, 1970). Oleh karena itu suhu permukaan laut dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk pengkajian daerah potensi penangkapan ikan.

Dari penentuan sebaran suhu permukaan laut yang digabungkan dengan sebaran klorofil-a dan variabilitas hasil tangkapan ikan, maka daerah yang diduga merupakan daerah potensi penangkapan ikan adalah daerah yang mempunyai suhu optimum dan mempunyai kandungan

klorofil-a yang tinggi sebagai indikator kesuburan perairan (sumber makanan) kemudian divalidasi dengan daerah operasi penangkapan ikan oleh nelayan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

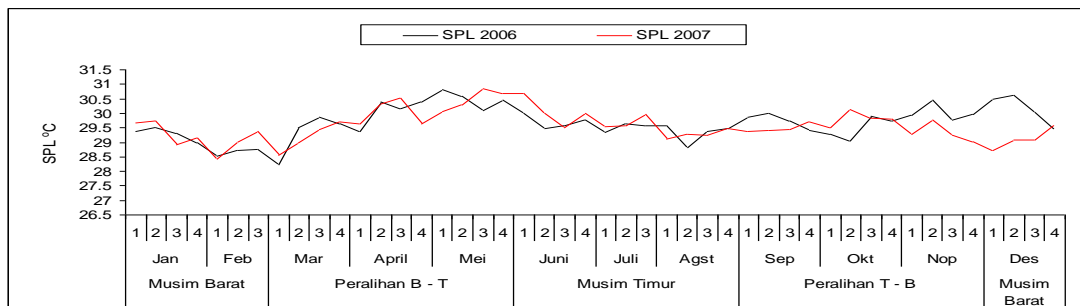
Suhu Permukaan Laut (SPL)

Perubahan SPL tahun 2006/2007 cenderung dipengaruhi oleh musim. SPL tertinggi terjadi pada musim peralihan barat-timur, bulan Mei tahun 2006 dengan rata-rata 30,49 °C dan musim peralihan barat – timur, bulan Mei 2007 dengan rata-rata 30,47 °C, sedangkan suhu permukaan laut terendah terjadi pada musim barat, bulan Februari 2006 dengan rata-rata 28,67 °C dan musim barat, bulan Februari tahun 2007 dengan rata-rata 28,94 °C (Gambar 1).

Secara umum, suhu permukaan laut tertinggi pada bulan Mei tahun 2006 dan bulan Mei 2007 akhir musim peralihan barat - timur, sedangkan suhu permukaan laut terendah yaitu pada bulan Februari 2006 dan bulan Februari tahun 2007 akhir

musim barat. Tingginya suhu permukaan laut pada Mei (musim peralihan barat-timur) diduga karena pada bulan tersebut curah hujan terlihat cukup rendah dan hembusan angin umumnya lemah. Nontji (2002) menyatakan bahwa musim peralihan angin barat masih berhembus tetapi kecepatannya berkurang.

Pada bulan Februari musim barat suhu permukaan laut yang rendah disebabkan karena pengaruh curah hujan yang cukup tinggi. Menurut Nontji (2002), angin musim membawa pengaruh pula pada curah hujan, pada umumnya musim barat banyak membawa hujan. Selanjutnya Wyrcki (1961) menyatakan bahwa aliran massa air hangat dari kawasan utara yang dominan terjadi pada bulan Maret sampai dengan bulan Juni sedangkan aliran lintasan terendah pada saat musson barat laut, bulan Desember sampai Februari pada arus lintas Indonesia (Arlindo). Kondisi perairan Kalimantan Timur dipengaruhi curah hujan, kecepatan angin dan massa air.

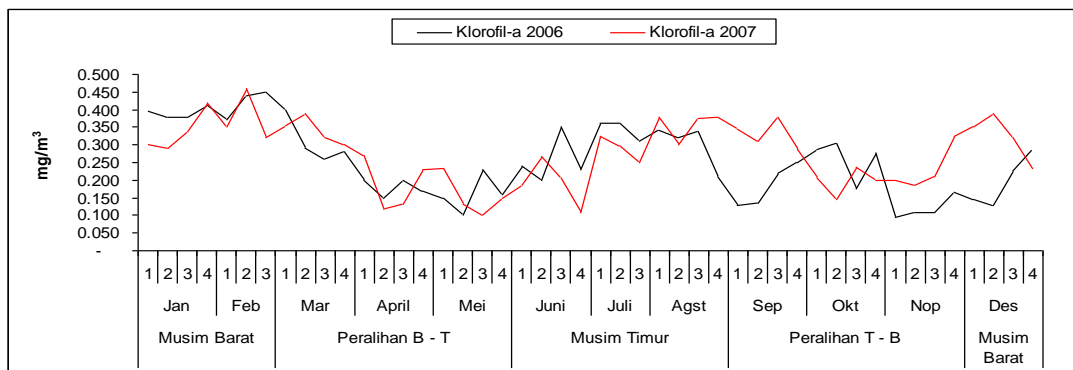


Gambar 1. Sebaran suhu permukaan laut Kalimantan Timur tahun 2006/2007

Konsentrasi Klorofil-a

Perubahan klorofil-a tahun 2006/2007 cenderung dipengaruhi oleh musim. Konsentrasi klorofil-a tertinggi terjadi pada bulan Februari (musim barat) tahun 2006 dengan rata-rata 0,420 mg/m³ dan Februari tahun 2007 dengan rata-rata

0,376 mg/m³, sedangkan konsentrasi klorofil-a terendah terjadi pada bulan Nopember (musim peralihan timur-barat) tahun 2006 dengan rata-rata 0,118 mg/m³ dan bulan Mei (musim peralihan barat-timur) tahun 2007 dengan rata-rata 0,153 mg/m³ (Gambar 2).



Gambar 2. Sebaran klorofil-a di perairan Kalimantan Timur tahun 2006/2007

Dari hasil pengamatan ditemukan bahwa secara umum konsentrasi klorofil-a tertinggi yaitu pada akhir musim barat dibulan Februari tahun 2006 dan akhir musim barat pada bulan Februari tahun 2007, sedangkan konsentrasi klorofil-a terendah yaitu pada akhir musim Peralihan timur – barat bulan Nopember tahun 2006 dan akhir musim peralihan barat - timur bulan Mei tahun 2007 (Gambar 2). Tingginya konsentrasi klorofil-a pada bulan Februari 2006 yang terkonsentrasi didaerah pantai disebabkan karena adanya suplai nutrisi melalui *run-off* dari daratan yang keluar di muara sungai mahakam.

Tingginya konsentrasi klorofil-a pada bulan Februari musim barat disebabkan karena pada bulan Januari dan Februari 2006 musim barat curah hujan rata-rata yang cukup tinggi menyebabkan adanya suplai nutrisi dari daratan melalui sungai sehingga konsentrasi klorofil-a cukup tinggi pada bulan Februari. Pada bulan Januari dan Februari 2007 juga terlihat curah hujan yang cukup tinggi sehingga konsentrasi klorofil-a cenderung tinggi pada bulan Februari akhir musim barat. Konsentrasi klorofil-a yang rendah pada bulan Nopember 2006, kemungkinan disebabkan karena pada bulan Oktober dan

Nopember 2006 terlihat curah hujan yang rendah. Selanjutnya pada bulan Mei 2007 klorofil-a yang rendah akibat rendahnya curah hujan pada bulan Maret dan April 2007.

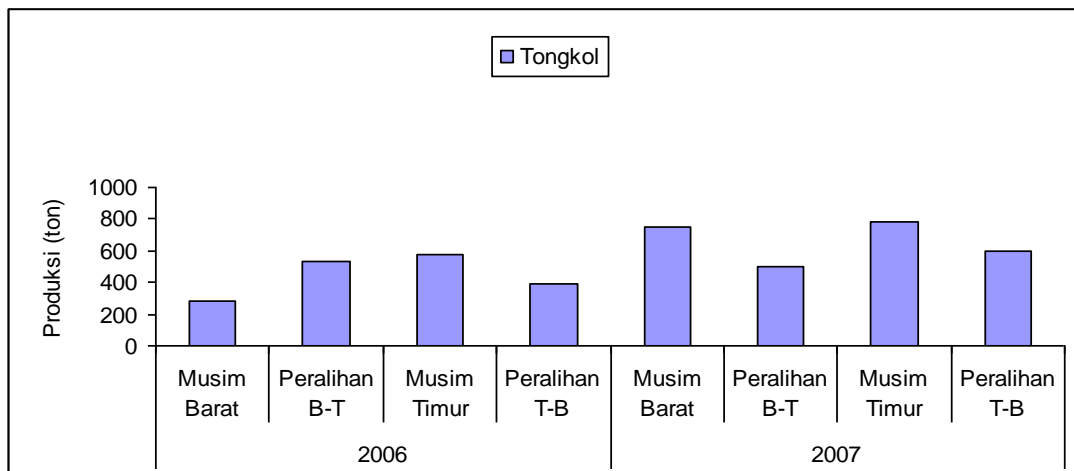
Meteorologi

Kondisi faktor-faktor meteorologi di lokasi penelitian yang meliputi curah hujan, penyinaran matahari dan kecepatan angin. Curah hujan pada bulan Mei 2006 (musim peralihan barat-timur), yaitu 244,5 mm, penyinaran matahari 40,3 % dan kecepatan angin 5 knot. Curah hujan pada bulan Mei 2007 (musim peralihan barat-timur), yaitu 250,3 mm, penyinaran matahari 54 % dan kecepatan angin 4 knot. Curah hujan pada bulan Februari 2006

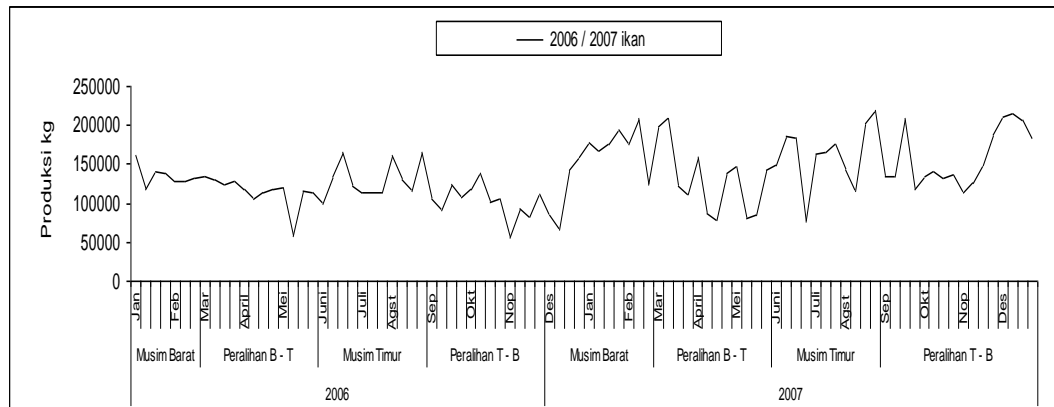
(musim barat), yaitu 375 mm, penyinaran matahari 45,4 % dan kecepatan angin 6 knot. Curah hujan pada bulan Februari 2007 (musim barat), yaitu 258,3 mm, penyinaran matahari 24 % dan kecepatan angin 5 knot.

Hasil Tangkapan

Hasil tangkapan yang dominan didaratkan di pusat pendaratan ikan (PPI) Selili Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur yaitu ikan tongkol. Pada umumnya ikan tongkol banyak tertangkap setiap musim. Namun pada musim timur tahun 2007, ikan tongkol lebih banyak tertangkap (Gambar 3). Variabilitas mingguan hasil tangkapan ikan pada tahun 2006/2007 disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Variabilitas hasil tangkapan ikan tongkol per musim tahun 2006-2007



Gambar 4. Variabilitas hasil tangkapan tahun 2006-2007

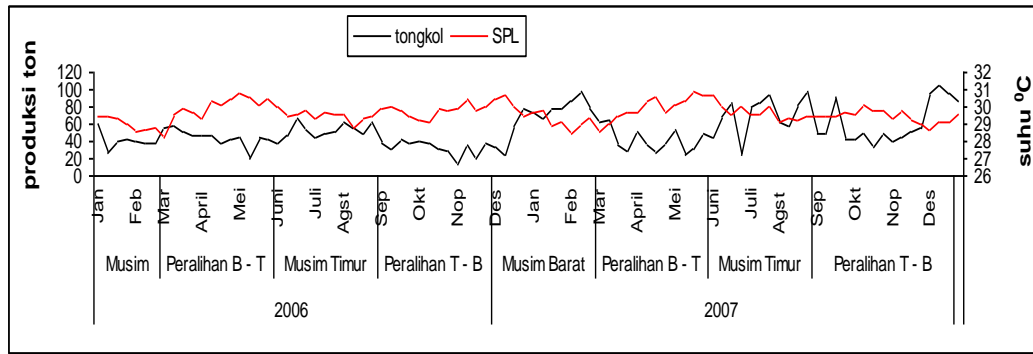
Hubungan Parameter SPL dan Klorofil-a dengan Hasil Tangkapan Ikan

Berdasarkan *analisis regresi* menunjukkan bahwa, hubungan SPL dengan hasil tangkapan ikan tongkol tahun 2006/2007 cukup erat dengan koefisien korelasi 0,53. Hasil spectra analisis menunjukkan adanya tendensi dimana SPL yang rendah menghasilkan tangkapan yang relatif tinggi. Sebaliknya, dengan SPL yang tinggi, maka hasil tangkapan cenderung menurun (gambar 5).

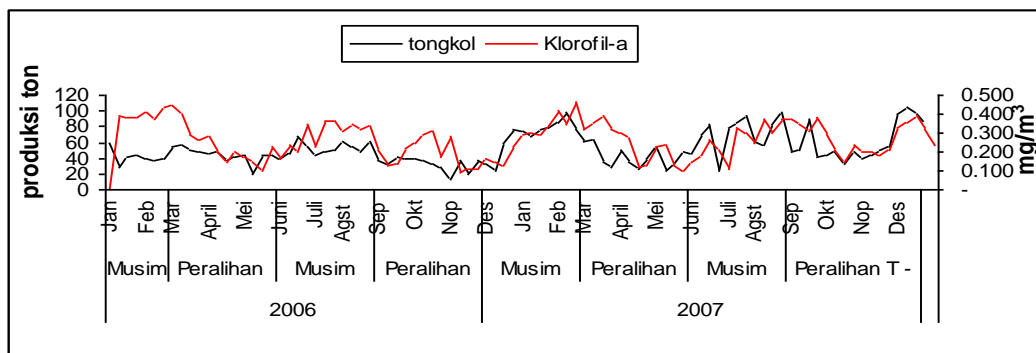
Kondisi suhu permukaan laut hubungannya dengan hasil tangkapan terlihat bahwa penurunan suhu permukaan laut terdapat hasil tangkapan yang meningkat begitu juga sebaliknya, peningkatan suhu permukaan laut menyebabkan penurunan hasil tangkapan. Pada saat suhu permukaan laut yang relatif rendah terdapat hasil tangkapan tinggi pada

musim barat yang ditemukan pada lokasi penelitian. Ikan tongkol banyak tertangkap pada suhu yang rendah, diduga karena pada suhu yang tinggi, ikan akan bermigrasi ke lokasi atau perairan yang lebih dalam di luar jangkauan alat tangkap yang dioperasikan nelayan. Dengan demikian peluang ikan tertangkap lebih kecil dan akibatnya hasil tangkapan menurun.

Hasil spectra analisis antara variabilitas klorofil-a dan variabilitas hasil tangkapan ikan tongkol yang di-plot pada gambar 6, menunjukkan adanya kecenderungan dimana klorofil-a yang tinggi diikuti dengan hasil tangkapan yang tinggi, begitu juga sebaliknya dengan klorofil-a yang rendah, hasil tangkapan juga menurun. Hubungan regresi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan tongkol tahun 2006/2007 cukup erat dengan koefisien korelasi 0,63.



Gambar 5. Sebaran suhu permukaan laut dan hasil tangkapan Ikan tongkol tahun 2006/2007



Gambar 6. Sebaran klorofil-a dan hasil tangkapan ikan tongkol tahun 2006/2007

Selanjutnya hubungan konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan tongkol terlihat bahwa meningkatnya konsentrasi klorofil-a terdapat hasil tangkapan yang meningkat, begitu juga sebaliknya penurunan konsentrasi klorofil-a terdapat hasil tangkapan ikan yang menurun. Pada saat konsentrasi klorofil-a cukup tinggi terdapat hasil tangkapan yang tinggi pada musim barat yang ditemukan pada lokasi penelitian. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a di perairan memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil tangkapan ikan. Hal ini tentunya berkaitan

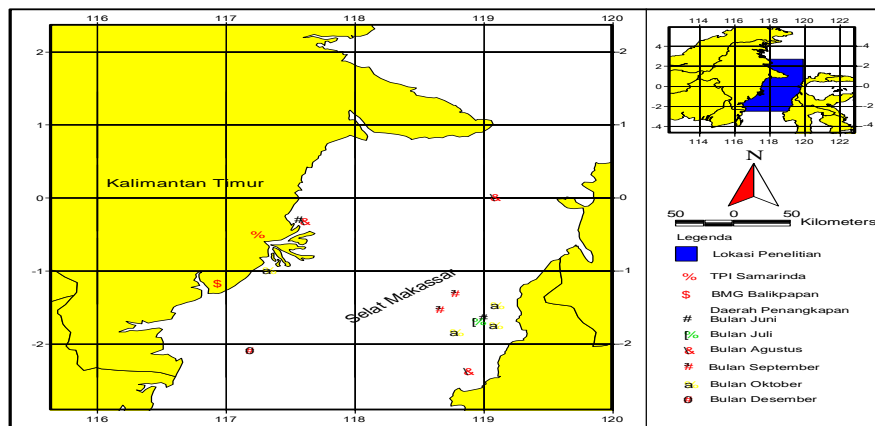
erat dengan tingkat kesuburan perairan yang sangat menunjang proses kehidupan di perairan.

Analisis Daerah Potensial Penangkapan Ikan

Berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan yang melakukan pendaratan ikan di PPI Selili Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur, daerah penangkapan ikan tersebar di seluruh perairan Kalimantan Timur (Selat Makassar). Nelayan yang mendaratkan hasil tangkapan di PPI Selili selain nelayan dari Kalimantan Timur, juga terdapat

beberapa nelayan dari Sulawesi. Nelayan dari Kalimantan Timur dan dari Sulawesi, menggunakan purse seine dengan kapal berukuran 30 – 100 ton dan lama trip operasional 1 – 2 bulan. Selain itu terdapat juga kapal berukuran 30 GT sebagai kapal penyuplai bahan bakar, kebutuhan pokok sekaligus

pengangkut hasil tangkapan untuk didaratkan di PPI dengan lama trip operasional 1 – 2 minggu. Pada bulan Juni sampai dengan bulan Desember 2007, operasi penangkapan ikan oleh nelayan tersebar di berbagai tempat yaitu Muara Pantuan, Mamuju, Palu, Muara Jawa Handil dan Pasir (Gambar 7).



Gambar 7. Daerah operasional penangkapan ikan bulan Juni – Desember 2007

Hasil analisis citra suhu permukaan laut dan klorofil-a pada tahun 2007 yang di-overlay (tumpang susun), diprediksi daerah penangkapan ikan yang potensial adalah daerah yang konsentrasi klorofil-a tinggi. Selanjutnya divalidasi dengan daerah operasi penangkapan oleh nelayan, untuk dipetakan setiap bulan selama satu tahun. Daerah penangkapan ikan yang potensial adalah daerah yang konsentrasi klorofil-a tinggi dengan suhu optimum untuk distribusi ikan. Pada musim barat dan musim timur, daerah penangkapan ikan potensial tersebar di

berbagai tempat di perairan Kalimantan Timur dan penyebaran DPI lebih luas hingga lepas pantai. Hal ini disebabkan karena pada musim tersebut konsentrasi klorofil-a cenderung lebih tinggi dan SPL cenderung lebih rendah. Konsentrasi klorofil-a yang tinggi, berkaitan erat dengan ketersediaan makanan untuk ikan. Sebagaimana kita ketahui bahwa ikan, baik kecil maupun besar akan bergerak mencari daerah yang subur untuk mendapatkan makanan. Kondisi SPL yang rendah pada musim barat dan musim timur, yang merupakan suhu optimum untuk distribusi

ikan. Secara umum, daerah penangkapan setiap musim banyak terdapat di daerah pantai dan dekat muara sungai. Hal ini disebabkan, tingkat kesuburan di daerah pantai dan dekat muara sungai cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan lepas pantai. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar zat hara dalam perairan pantai bila dibandingkan dengan perairan lepas pantai. Zat-zat hara ini menjadi sumber nutrisi bagi pertumbuhan dan kelimpahan fitoplankton. Selanjutnya kelimpahan fitoplankton ini dapat digunakan sebagai indikator kelimpahan stok ikan (Gaol, 2006).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Variabilitas hasil tangkapan, konsentrasi klorofil-a dan SPL di perairan Kalimantan Timur cenderung bersifat musiman.
- 2) Hubungan Konsentrasi klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan tongkol cukup erat dan berpengaruh nyata.
- 3) Pada musim barat dan musim timur, penyebaran DPI potensial lebih luas. Pada musim peralihan barat-timur dan musim peralihan timur-barat, penyebaran DPI potensial lebih sempit.

Mengacu pada keterbatasan yang ditemukan selama penelitian, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Perlu dilakukan validasi data daerah penangkapan ikan yang dihasilkan oleh data indera dengan data in situ.
- 2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang parameter-parameter oseanografi terhadap jenis ikan yang tertangkap setiap musim.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 2004. Kalimantan Timur dalam Angka. BPS Kalimantan Timur.
- Anonimus, 2005. Statistik Kelautan dan Perikanan Tahun 2005. Pusat Data. Statistik dan Informasi Sekretaris Jenderal. DKP. Jakarta. 374 hlm.
- Gaol J.L. 2006. Kondisi Lingkungan Laut Arafura dari Hasil Kajian Multi Sensor Satelit. In Monintja, D.R, Sularso, A, Sondita, M.F.A dan Purbayanto, A (ed). Prespektif Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Tangkap Laut Arafura. Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Bogor. 222 hlm.
- Laevastu T, and Hela I. 1970. Fisheries Oceanography. London: Fishing News Books.238 p.
- Nontji A. 2002. Laut Nusantara. Cetakan ketiga. Penerbit Djambatan. Jakarta.368 hlm.
- O'Reilly, J. E. and 21 co-authors. 2000. Ocean color chlorophyll-a algorithms for SeaWiFS, OC2, and

OC4: version 4. in O'Reilly, J. E. and 24 co- authors, 2000: SeaWIFS postlaunch calibration and validation analyses, part 3. 347 p.

Naga Report. Vol. 2. Scripps Institution of Oceanography. The University of California. La Jolla. California. La Jolla II. 195 p.

Wyrski, K. 1961. Physical Oceanography of The South East Asian Waters.