

ESTIMASI STANDING STOCK SUMBER DAYA IKAN BERDASARKAN KANDUNGAN KLOOROFIL-A

Julius Anthon Nicolaas Masrikat¹⁾, Indra Jaya²⁾, Budhi Hascaryo Iskandar²⁾, dan Dedi Soedharma²⁾

¹⁾ Dosen pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon

²⁾ Dosen pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Teregistrasi I tanggal: 5 Pebruari 2009; Diterima setelah perbaikan tanggal: 27 Maret 2009;

Disetujui terbit tanggal: 8 Mei 2009

ABSTRAK

Data dan informasi *standing stock* sumber daya ikan sangat diperlukan dalam upaya eksploitasi perikanan tangkap. Dalam tulisan ini, nilai *standing stock* sumber daya ikan di Laut Cina Selatan diestimasi berdasarkan pada produktivitas primer bersih (*net primary productivity/NPP*) yang merupakan fungsi dari konsentrasi klorofil-a permukaan (*sea surface chlorophyll-a*). Data yang digunakan adalah data klorofil-a *insitu* dari hasil survei tanggal 18-30 Juni 2005 dan 10-23 Juli 2006 dengan KR. SEAFDEC 2, serta data klorofil-a dan *net primary productivity* dari citra satelit sensor MODIS AQUA. Rata-rata konsentrasi *sea surface chlorophyll-a insitu* bulan Juni 2005 yaitu 0,23 mg m⁻³ dan SSC citra 0,56 mg m⁻³, sedangkan bulan Juli 2006 SSC *insitu* yaitu 0,09 mg m⁻³ dan SSC citra 0,18 mg m⁻³. Berdasarkan pada analisis klorofil-a citra satelit dengan menggunakan *vertically generalized production model* (VGPM), diperoleh rata-rata produktivitas primer bulan Juni 2005 yaitu 659,13 mgC m⁻² hr⁻¹ dan bulan Juli 2006 yaitu 319,27 mgC m⁻² hr⁻¹. Berdasarkan pada nilai produktivitas primer, maka diperoleh *standing stock* sumber daya ikan pelagis pada daerah survei bulan Juni 2005 yaitu 2.211,67 ton atau 1.941.202,60 ton thn⁻¹ dan bulan Juli 2006 yaitu 506,17 ton atau 524.314,86 ton thn⁻¹.

KATAKUNCI: *standing stok, klorofil-a, produktivitas primer, Laut Cina Selatan*

ABSTRACT: *Standing stock of fish resources assessment based on chlorophyll-a concentration. By: Julius Anthon Nicolaas Masrikat, Indra Jaya, Budhi Hascaryo Iskandar, and Dedi Soedharma*

Accurate information of standing stock of fish resources is prerequisite for optimal fishing. In this paper, standing stock of fish resources assessment in Indonesia southern part of South China Sea was determined by net primary productivity (NPP), which was function of sea surface chlorophyll-a concentration (SSC). Data of sea surface chlorophyll-a insitu were gathered through research using vessel MV SEAFDEC 2 on 18-30 June 2005 and 10-23 July 2006 and also that sea surface chlorophyll-a concentration and net primary productivity images from ocean color remote sensing images (MODIS AQUA). Average of sea surface chlorophyll-a concentration on June 2005 were 0.23 mg m⁻³ (insitu) and 0.56 mg m⁻³ (images), while on July 2006 were 0.09 mg m⁻³ (insitu), and 0.18 mg m⁻³ (images), respectively. The images chlorophyll-a analysis using vertically generalized production model (VGPM), it was found average of net primary productivity value of 659.13 mgC m⁻² day⁻¹ (June 2005) and 319.27 mgC m⁻² day⁻¹ (July 2006). Based on the net primary productivity value on the survey area, it was calculated that standing stock of fish resources were 2,211.67 ton in June 2005 or 1,941,202.60 ton yr⁻¹ and 506.17 ton in July 2006 or 524,314.86 ton yr⁻¹.

KEYWORDS: *standing stock, chlorophyll-a, primary productivity, South China Sea*

PENDAHULUAN

Klorofil lebih identik dengan fitoplankton, karena merupakan pigmen fotosintesis pada fitoplankton. Klorofil merupakan salah satu parameter lingkungan yang dapat digunakan untuk menjelaskan keberadaan gerombolan ikan di suatu perairan (Bisht, 2005). Sebaran klorofil-a di laut bervariasi secara geografis maupun kedalaman perairan. Variasi ini disebabkan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari dan konsentrasi nutrisi di perairan. Sebaran konsentrasi

klorofil-a lebih tinggi pada perairan pantai dan pesisir, serta rendah di perairan lepas pantai, namun pada daerah-daerah tertentu di perairan lepas pantai dijumpai konsentrasi klorofil-a dalam jumlah yang cukup tinggi. Keadaan ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi nutrisi yang dihasilkan melalui proses terangkatnya nutrisi dari lapisan dalam ke lapisan permukaan (Valiela, 1984).

Kandungan klorofil-a digunakan sebagai ukuran jumlah fitoplankton pada suatu perairan, dan dapat

digunakan sebagai petunjuk produktivitas perairan. Melimpahnya nutrisi dari *runoff* dan pendaurulangan di daerah pantai menyebabkan produktivitasnya tinggi. Tingginya produktivitas ($100-160 \text{ gC m}^{-2} \text{ th}^{-1}$) merupakan penyangga populasi zooplankton dan organisme bentos (Nybakken, 1988). Konsentrasi terbesar produktivitas primer berada di perairan pantai melebihi 60% dari produktivitas yang ada di laut (Valiela, 1984).

Perhitungan potensi produksi di alam, didasarkan pada perhitungan produktivitas primer dari rantai makanan di alam (laut). Rantai makanan dikatakan sebagai suatu aliran biomassa dari tingkatan trofik yang ada. Setiap tingkatan trofik berbeda energi yang dihasilkan, yang dikenal dengan efisiensi ekologi (E) dan berhubungan dengan produksi ikan (Parson *et al.*, 1984). Schaefer (1965) dalam Parson *et al.* (1984) mengatakan bahwa pengaruh efisiensi ekologi terhadap produksi ikan berkisar dari 10-20%.

Berdasarkan pada kandungan produktivitas primer, maka Ryther (1969) dalam Parson *et al.* (1984) membagi wilayah laut dalam 3 wilayah yaitu lautan (*oceanis*), landas kontinental (*continental shelf*), dan daerah *upwelling*. Masing-masing wilayah ini memiliki tingkat trofik (*trophic level*) dan efisiensi ekologi (E) yang berbeda. Perbedaan ini berpengaruh terhadap produktivitas primer dari sumber daya di wilayah tersebut.

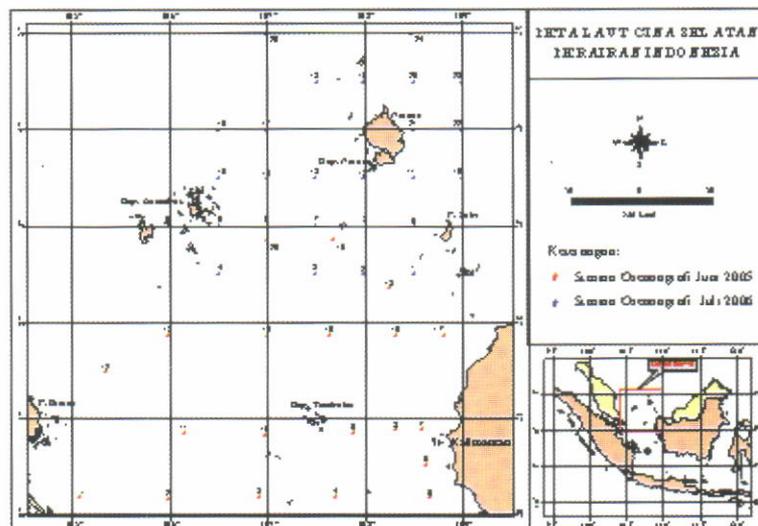
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan konsentrasi klorofil-a, suhu perairan dan produktivitas perairan, dan menganalisis hubungan antara produktivitas primer dan produksi ikan (*standing stock*) di Laut Cina Selatan.

BAHAN DAN METODE

Data yang digunakan adalah data konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut dari hasil survei di Laut Cina Selatan pada tanggal 18-30 Juni 2005 dan 10-23 Juli 2006 dengan menggunakan KR. MV SEAFDEC 2. Pengukuran data suhu dan klorofil-a menggunakan *onboard integrated conductivity temperature depth* yang dioperasikan sampai kedalaman 5 m dari dasar perairan pada 20 stasiun pengukuran (bulan Juni 2005) dan 25 stasiun pengukuran (bulan Juli 2006). Lokasi stasiun pengukuran *integrated conductivity temperature depth* tahun 2005 pada daerah sekitar $00.15^{\circ}-02.52^{\circ}$ LU dan $105.06^{\circ}-108.50^{\circ}$ BT, sedangkan pada tahun 2006 di daerah sekitar $02.30^{\circ}-05.00^{\circ}$ LU dan $106.30^{\circ}-109.30^{\circ}$ BT (Gambar 1).

Selain data suhu dan klorofil-a *insitu* di atas, digunakan juga data citra klorofil-a dan produktivitas primer bersih (*net primary productivity*) yang diperoleh dari situs <http://science.oregonstate.edu/ocean.productivity/standart.product.php>. Citra *net primary productivity* yang digunakan adalah citra *net primary productivity* produksi standar yang dihasilkan dari *vertically generalized production model* menurut Behrenfeld & Falkowski (1997). Secara matematis, *vertically generalized production model net primary productivity* ($\text{gC m}^{-2} \text{ th}^{-1}$) dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{NPP} = P_{\text{opt}}^b \times \left[\frac{0.66125\text{PAR}}{(\text{PAR} + 4.1)} \right] \times \text{DL} \times \text{Chl.a} \times Z_{\text{eu}} \quad (1)$$



Gambar 1. Posisi stasiun penelitian di Laut Cina Selatan.
Figure 1. Station research position in of South China Sea.

$$P_{opt}^b = 1.2956 + 0.2749T + 0.0617T^2 - 0.0205T^3 + 2.462 \times 10^{-3}T^4 - 1.348 \times 10^{-4}T^5 + 3.4132 \times 10^{-6}T^6 - 3.27 \times 10^{-8}T^7 \dots (2)$$

di mana:

- T = suhu permukaan (°C)
- PAR = radiasi/cahaya antara I_{400} - I_{700} nm
- DL = lama penyinaran matahari (12)
- Chl.a = konsentrasi klorofil-a permukaan (mgC m⁻²)
- Z_{eu} = kedalaman eufotik (m)

Citra *net primary productivity* yang digunakan merupakan citra *net primary productivity* bulanan dengan resolusi spasial 9 km. Nilai *net primary productivity* diperoleh dari pengolahan citra *net primary productivity* bulan Juni 2005 dan Juli 2006. Sedangkan nilai *net primary productivity* untuk tahun 2005 dan 2006 diperoleh dari analisis masing-masing citra bulanan untuk kedua tahun tersebut. Analisis dilakukan dengan menggunakan *software SeaDAS (SeaWiFS Data Analysis System)* versi 5.2 under *Linux*. Selanjutnya nilai *net primary productivity* ini digunakan dalam proses perhitungan *standing stock* sumber daya ikan, dalam hal ini sumber daya ikan pelagis.

Estimasi *standing stock* ikan dengan rumus sebagai berikut (Parson et al., 1984):

$$P = BE^n \dots \dots \dots (3)$$

di mana:

- P = produksi ikan (mgC m⁻² thn⁻¹)
- B = produksi primer/NPP (gC m⁻² thn⁻¹)

- E = efisiensi ekologi (%)
- n = jumlah tingkatan tropik

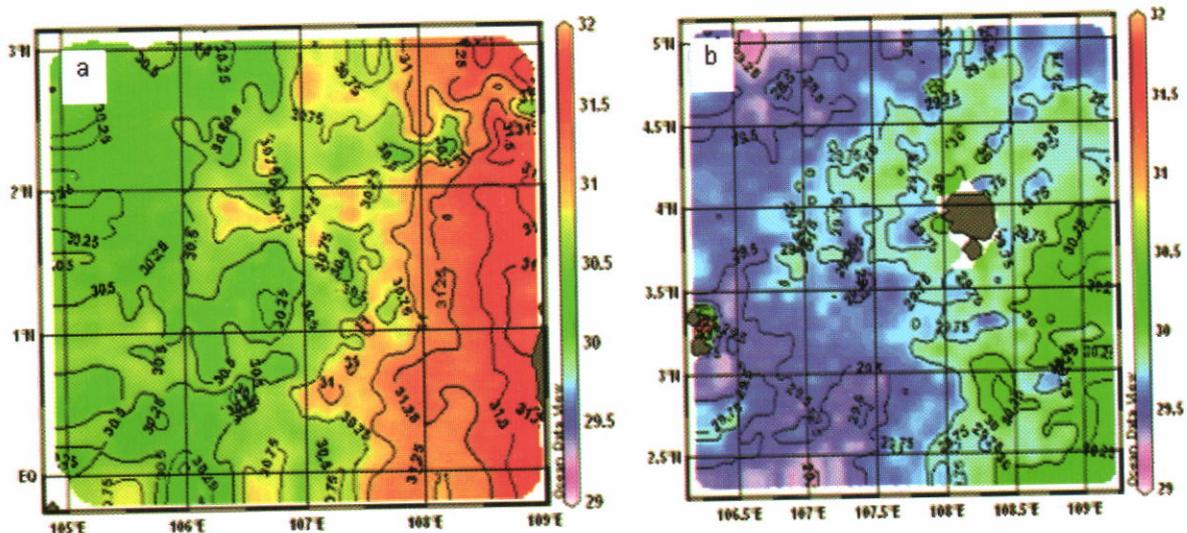
Untuk mendapatkan jumlah produksi atau potensi ikan (ton) di lokasi survei, maka produksi ikan (P) dikalikan dengan luas tiap daerah survei. Produksi ikan (ton) ini, dihitung berdasarkan pada asumsi yang dikatakan oleh Eppley & Peterson (1979) dalam Parson et al. (1984) bahwa perbandingan berat basah ikan dan berat karbon adalah 20. Untuk melihat hubungan antara suhu dan klorofil-a *insitu* dengan suhu dan klorofil-a citra satelit, maka dilakukan analisis regresi.

HASIL DAN BAHASAN

Sebaran Suhu Permukaan (*Sea Surface Temperature*)

Hasil analisis citra satelit suhu permukaan (*sea surface temperature*) pada lokasi survei bulan Juni 2005 berkisar 29,13-31,95°C, dengan rata-rata *sea surface temperature* yaitu 30,76°C. Fluktuasi *sea surface temperature* di lokasi ini terlihat terbagi 2 bagian secara membujur. Di bagian timur dengan massa air yang panas yaitu dari sekitar garis bujur 107° sampai dekat pantai barat Kalimantan dengan SST > 30,75°C dan di bagian barat massa airnya lebih dingin dengan SST < 30,5°C.

Fluktuasi massa air dengan *sea surface temperature* pada lokasi survei bulan Juni 2005 berbeda dengan lokasi survei bulan Juli 2006 (Gambar 2). Rata-rata *sea surface temperature* yang ditemukan di lokasi ini 29,73°C dengan kisaran *sea surface*



Gambar 2. Sebaran suhu permukaan laut pada (a) bulan Juni 2005 dan (b) Juli 2006.
Figure 2. Distribution of sea surface temperature in (a) June 2005 and (b) July 2006.

temperature 29,21-32,07°C. Jika dilihat dari kisaran *sea surface temperature* yang ada, lokasi survei Juli 2006 memiliki kisaran *sea surface temperature* yang lebih tinggi, namun secara keseluruhan massa air di lokasi survei bulan Juni 2005 lebih panas dan hanya di daerah pada posisi 106,46° BT dan 0,54° LU memiliki *sea surface temperature* yang rendah 29,13°C. Massa air di bagian perairan lainnya memiliki *sea surface temperature* yang rata-rata lebih tinggi dari massa air di lokasi survei Juli 2006. *Sea surface temperature* tertinggi di lokasi survei bulan Juli 2006 hanya ditemukan di daerah sekitar Kepulauan Anambas.

Pada lokasi survei bulan Juni 2005 terlihat bahwa massa airnya terbagi atas 2 bagian, sedangkan di lokasi survei bulan Juli 2006 terlihat massa airnya terbagi atas 3 bagian. Massa air di bagian timur perairan dengan $SST > 3,00^\circ\text{C}$ pada daerah sekitar $>108,3^\circ\text{BT}$ dan $<4,00^\circ\text{LU}$. Di bagian tengah perairan dengan $SST > 29,75^\circ\text{C}$ yang dominan dijumpai di sebelah timur laut perairan dan di bagian barat perairan dengan $SST \approx 29,75^\circ\text{C}$. Diduga massa air di bagian tengah perairan ini merupakan pertemuan antara massa air dengan *sea surface temperature* yang lebih tinggi di bagian timur perairan dan di bagian barat perairan dengan *sea surface temperature* yang rendah.

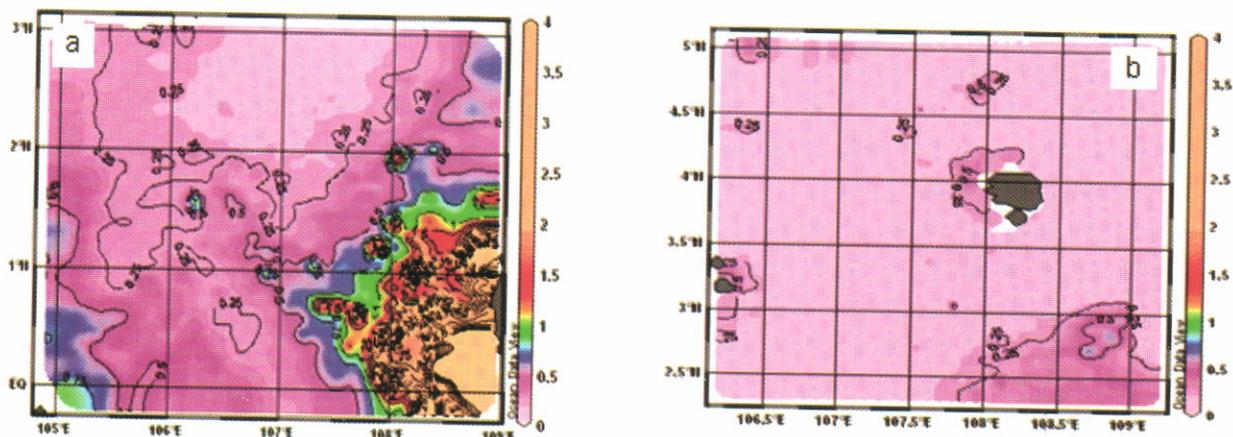
Sebaran Klorofil-a Permukaan (*Sea Surface Chlorophyll-a*)

Hasil pengukuran konsentrasi klorofil-a pada lokasi survei bulan Juni 2005 berkisar dari 0,06-0,59 mg m^{-3} dengan rata-rata *of sea surface chlorophyll-a* yaitu 0,23 mg m^{-3} , sedangkan *of sea surface chlorophyll-a* citra pada lokasi sekitar $105,1^\circ\text{-}108,8^\circ\text{BT}$ dan $0,0^\circ\text{-}3,0^\circ\text{LU}$ berkisar antara 0,10-17,25 mg m^{-3} dengan

rata-rata 0,56 mg m^{-3} . Pada lokasi survei bulan Juli 2006, ditemukan *of sea surface chlorophyll-a* berkisar dari 0,01-0,18 mg m^{-3} dengan rata-rata 0,09 mg m^{-3} , sedangkan *of sea surface chlorophyll-a* citra pada area sekitar $106,3^\circ\text{-}109^\circ\text{BT}$ dan $2,4^\circ\text{-}5,0^\circ\text{LU}$ berkisar dari 0,08-0,74 mg m^{-3} dengan rata-rata konsentrasi klorofil-a yaitu 0,18 mg m^{-3} . Dari besarnya konsentrasi klorofil-a di Laut Cina Selatan yang ditemukan, terlihat bahwa di lokasi survei tahun 2005 konsentrasinya lebih tinggi dari lokasi survei tahun 2006.

Tingginya konsentrasi klorofil-a di bagian pantai barat Kalimantan, diduga karena perairannya yang dangkal ($<20\text{ m}$) di mana penetrasi sinar matahari mampu menembus seluruh kolom air, sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung dengan baik pada seluruh kolom air tersebut. Proses pengadukan massa air juga terjadi sampai dasar perairan, sehingga memperkaya dan menyuburkan perairan tersebut, di samping adanya pengaruh *runoff* dari daratan. Pada daerah ini konsentrasi klorofil-a ditemukan dengan konsentrasi tinggi $>1,0\text{ mg m}^{-3}$, namun secara rata-rata, perairan Laut Cina Selatan lokasi survei bulan Juni 2005 memiliki konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi untuk kehidupan planktonik (Gambar 3a). Pada lokasi survei bulan Juli 2006, konsentrasi klorofil-a $<0,2\text{ mg m}^{-3}$ hanya ditemukan pada daerah dekat daratan, di sekitar Kepulauan Natuna, Pulau Subi, dan Kepulauan Anambas. Rendahnya konsentrasi klorofil-a di lokasi ini, menyebabkan produktivitas perairannya rendah (Gambar 3b).

Kandungan klorofil-a yang tinggi di suatu perairan akan meningkatkan produktivitas zooplankton, sehingga secara langsung tercipta rantai makanan yang menunjang produktivitas ikan di perairan. Hal ini seperti dikatakan oleh Borstad & Gower (1984) bahwa konsentrasi klorofil-a $>0,2\text{ mg m}^{-3}$ menunjukkan



Gambar 3. Sebaran klorofil-a permukaan laut pada (a) bulan Juni 2005 dan (b) Juli 2006.
 Figure 3. Distribution of sea surface chlorophyll-a in (a) June 2005 and (b) July 2006.

kehadiran kehidupan planktonik yang mampu melestarikan perikanan komersial. Perairan yang massa airnya tercampur sempurna dan adanya suplai nutrisi dari daratan (*runoff*), akan meningkatkan kandungan klorofil-a di suatu perairan. Menurut Arinardi (1997) perairan Indonesia merupakan perairan yang memiliki kandungan klorofil-a yang tinggi. Hal ini hampir selalu berkaitan dengan adanya pengadukan dasar perairan, dampak aliran sungai (pantai utara Jawa, pantai timur Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya) serta berlangsungnya proses kenaikan massa air dari lapisan dalam ke permukaan (Laut Banda, Laut Arafura, Selat Bali, dan selatan Jawa).

Hubungan antara Sea Surface Chlorophyll-a dan Sea Surface Temperature

Hubungan antara *sea surface chlorophyll-a* citra satelit dengan *sea surface chlorophyll-a in situ* di lokasi survei bulan Juni 2005 memiliki koefisien korelasi (*r*) 0,56 dengan model persamaannya: $SSC\ citra = -0,5264 + 7,066\ SSC\ in\ situ$, sedangkan hubungan antara *sea surface temperature* citra dan *sea surface temperature in situ* memiliki koefisien korelasinya (*r*) 0,25 dengan model persamaannya: $SST\ citra = 18,392 - 0,4159\ SST\ in\ situ$ (Gambar 4)

Kondisi yang hampir sama terlihat untuk hubungan antara *sea surface chlorophyll-a* citra dan *sea surface chlorophyll-a in situ* serta *sea surface temperature* citra dan *sea surface temperature in situ* pada daerah survei bulan Juli 2006 (Gambar 5), di mana dari hasil analisis regresi diperoleh koefisien korelasi 0,34 untuk *sea surface chlorophyll-a* dan 0,31 untuk *sea surface temperature*. Dengan kata lain, nilai *sea surface chlorophyll-a* dan *sea surface temperature* citra tidak

menggambarkan kondisi perairan yang sesungguhnya. Model persamaan yang diperoleh untuk *sea surface chlorophyll-a* dan *sea surface temperature* adalah dan $SST\ citra = 21,63 - 0,275\ SST\ in\ situ$.

Lemahnya korelasi antara *sea surface chlorophyll-a* dan *sea surface temperature* citra dan data *insitu* diduga karena data citra merupakan data rata-rata bulanan, sedangkan data *insitu* merupakan data harian. Faktor lain yang diduga menyebabkan perbedaan ini adalah resolusi spasial citra tersebut. Semakin besar resolusi spasial suatu citra maka informasi detail suatu daerah makin berkurang. Data parameter citra MODIS merupakan nilai rata-rata parameter tersebut pada daerah dengan luasan 9x9 km, sehingga kemungkinan terdapat perbedaan antara data *insitu* dengan data citra, namun untuk suatu daerah yang luas, citra ini cukup baik untuk menjelaskan kondisi sebenarnya di lapangan.

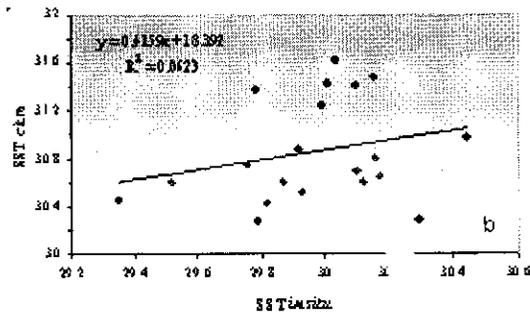
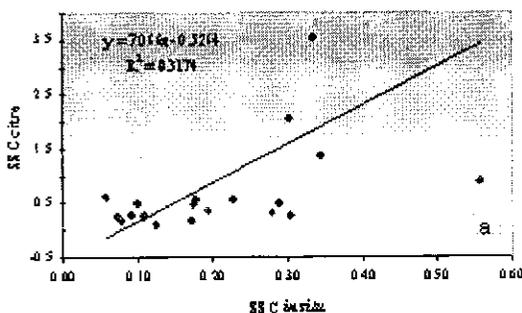
Hubungan antara *sea surface temperature* dan *sea surface chlorophyll-a* hasil analisis citra bulan Juni 2005 dan Juli 2006 (Gambar 6), diperoleh model persamaan:

$$SSC = -48,241 + 1,5916\ SST \dots\dots\dots (4)$$

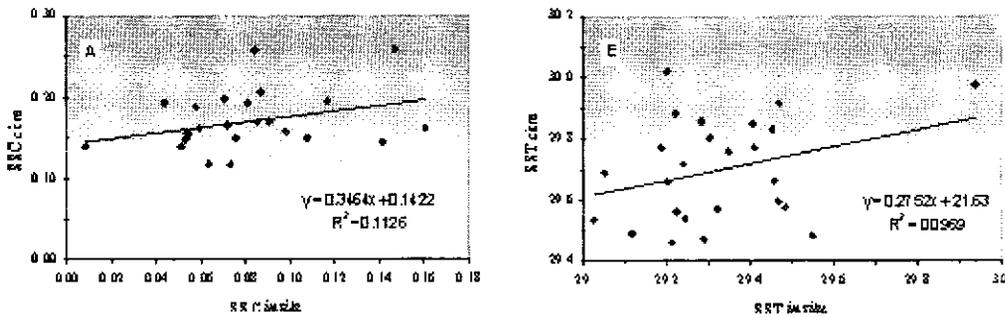
di mana: $R^2 = 0,2185$ dengan koefisien korelasinya (*r*) 0,47 (bulan Juni 2005)

$$SSC = -1,5306 + 0,0574\ SST \dots\dots\dots (5)$$

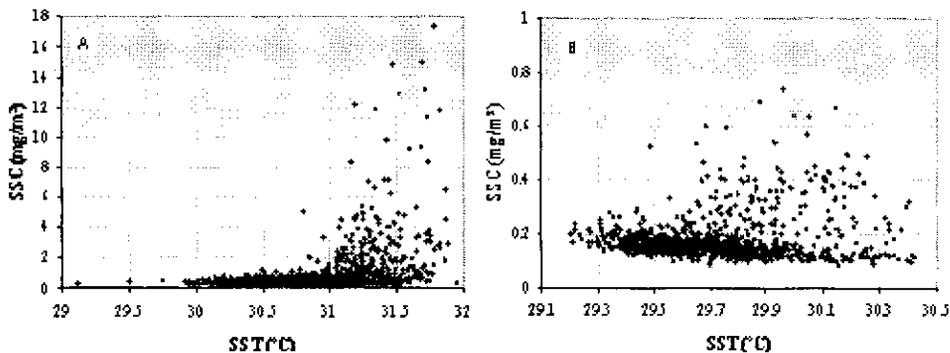
di mana: $R^2 = 0,0298$ dengan koefisien korelasinya (*r*) 0,17 (bulan Juli 2006)



Gambar 4. Hubungan antara (a) *sea surface chlorophyll-a in situ* dan *sea surface chlorophyll-a citra* dan (b) *sea surface temperature in situ* dan *sea surface temperature citra* di bulan Juni 2005.
 Figure 4. Relationship between (a) *sea surface chlorophyll-a in situ* and *sea surface chlorophyll-a images*, and (b) *sea surface temperature in situ* and *sea surface temperature images* in June 2005.



Gambar 5. Hubungan antara sea surface chlorophyll-a insitu dan sea surface chlorophyll-a citra (a) dan sea surface temperature insitu dan sea surface temperature citra di bulan Juli 2006 (b).
 Figure 5. Relationship between sea surface chlorophyll-a insitu and sea surface chlorophyll-a images (a) and sea surface temperature insitu and sea surface temperature images in July 2006 (b).



Gambar 6. Hubungan antara sea surface temperature dan sea surface chlorophyll-a citra pada (a) bulan Juni 2005 dan (b) Juli 2006.
 Figure 6. Relationship between sea surface temperature and sea surface chlorophyll-a images in (a) June 2005 and (b) July 2006.

Nilai koefisien korelasi di atas menunjukkan bahwa antara sea surface temperature dan sea surface chlorophyll-a citra satelit tidak begitu kuat hubungannya. Dengan kata lain, meningkat atau menurunnya kandungan sea surface chlorophyll-a baik pada bulan Juni 2005 dan Juli 2006 tidak sejalan dengan fluktuasi sea surface temperature. Namun di beberapa tempat ditemukan kandungan sea surface chlorophyll-a yang tinggi pada sea surface temperature yang tinggi, di mana SST: 31,0-32,0°C ditemukan sea surface chlorophyll-a dengan konsentrasi >2,0 mg m⁻³ pada Juni 2005 dan SST: 29,7-33,3°C dengan konsentrasi SSC>0,4 mg m⁻³ pada bulan Juli 2006.

Produktivitas Primer Bersih (Net Primary Productivity)

Hasil analisis citra produktivitas primer bersih (*net primary productivity*) bulanan untuk tahun 2005 diperoleh *net primary productivity* bulanan minimum 230,02 mgC m⁻² hr⁻¹ bulan April dan maksimum 4.047,13 mgC m⁻² hr⁻¹ bulan Mei. Untuk tahun 2006,

net primary productivity minimum 194,57 mgC m⁻² hr⁻¹ bulan Juni dan *net primary productivity* maksimum di bulan Januari 1.306,91 mgC m⁻² hr⁻¹. Pada lokasi survei bulan Juni 2005, *net primary productivity* rata-rata 659,13 mgC m⁻² hr⁻¹, dengan kisaran *net primary productivity* 234,66-3.923,96 mgC m⁻² hr⁻¹, sedangkan di lokasi survei bulan Juli 2006, berkisar *net primary productivity* 224,20-754,64 mgC m⁻² hr⁻¹ dengan rata-rata 319,27 mgC m⁻² hr⁻¹.

Secara keseluruhan, Tabel 1 terlihat bahwa produktivitas primer di lokasi survei tahun 2005 lebih tinggi dari lokasi survei tahun 2006. Besarnya nilai rata-rata *net primary productivity* tiap bulan tahun 2005 sekitar 2 kali lebih besar dari tahun 2006. Rata-rata *net primary productivity* maksimum tiap bulan pada tahun 2005 lebih besar dari 1.000 mgC m⁻² hr⁻¹, sedangkan *net primary productivity* maksimum pada tahun 2006 yaitu 1.306,91 mgC m⁻² hr⁻¹ pada bulan Januari. Pada lokasi survei bulan Juli 2005, diperoleh rata-rata produktivitas primer tahunan 252,81 gC m⁻² thn⁻¹ dengan kisaran kandungan *net primary*

productivity 3.831,77-31.301,95 mgC m⁻² hr⁻¹, sedangkan pada lokasi survei bulan Juli 2006 rata-rata produktivitas primernya 101,20 gC m⁻² thn⁻¹, dengan *net primary productivity* berkisar 3.311,30-7.764,57 mgC m⁻² hr⁻¹.

Konsentrasi *net primary productivity* terlihat meningkat pada daerah dekat daratan di kedua lokasi survei. Di lokasi survei tahun 2005, konsentrasi tertinggi ditemukan pada wilayah barat pantai Kalimantan (Gambar 7a dan 7c), sedangkan di lokasi survei tahun 2006, konsentrasi *net primary productivity* tertinggi ditemukan di sekitar Pulau Subi (Gambar 7b dan 7d). Tingginya konsentrasi *net primary productivity* ini diduga karena pengaruh *runoff* yang memperkaya produktivitas perairan setempat (Tabel 2).

Sebaran kandungan produktivitas primer bersih (*net primary productivity*) di kedua lokasi survei menunjukkan semakin berkurang dari bagian selatan ke utara. Hal ini karena bagian selatan perairan ini lebih dangkal dan massa airnya lebih banyak dipengaruhi oleh suplai nutrien yang berasal dari daratan melalui beberapa sungai besar maupun kecil di bagian pantai timur Sumatera dan pantai barat Kalimantan. Kondisi ini sesuai dengan Nybakken (1988) bahwa pada perairan dangkal, interaksi ombak, arus, dan *upwelling* menimbulkan turbulensi. Turbulensi ini mencegah perairan pantai terstratifikasi secara termal kecuali di daerah beriklim sedang untuk waktu yang singkat. Produktivitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan perairan lepas pantai karena melimpahnya nutrien, baik yang berasal dari *runoff* maupun pendaurulangan. Produktivitas primer tinggi (100-160 gC m⁻² thn⁻¹) dan merupakan penyangga bagi kehidupan zooplankton dan organisme bentos.

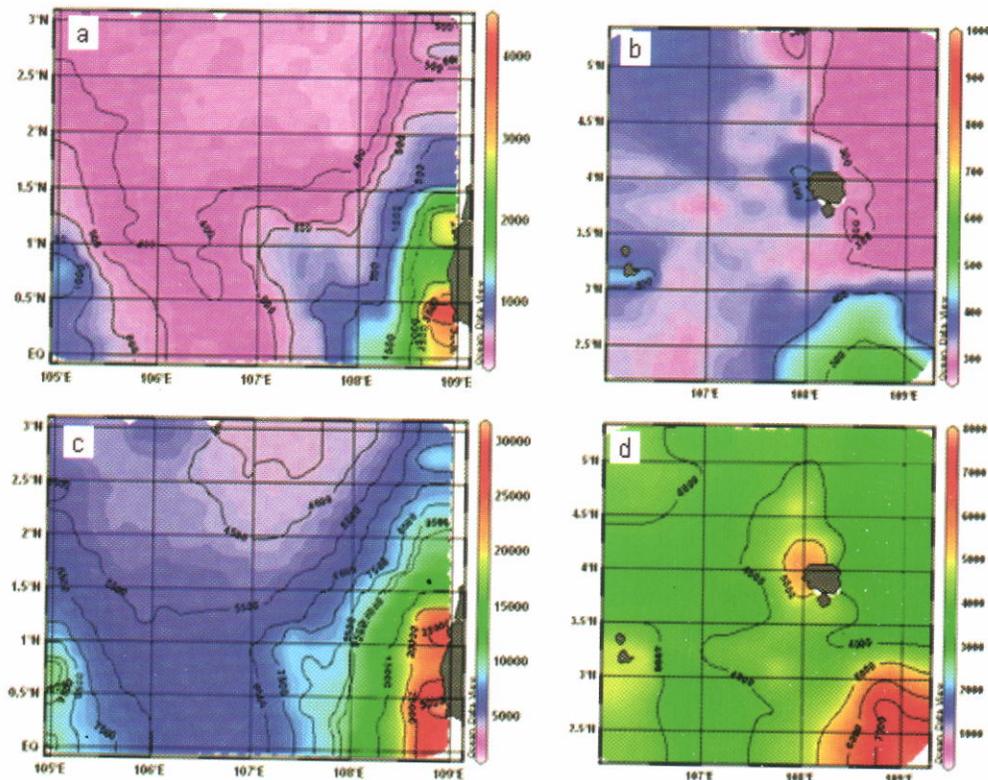
Standing Stock Sumber Daya Ikan

Rata-rata produktivitas primer di lokasi survei dari hasil analisis citra *net primary productivity* untuk tahun 2005 yaitu 252,81 gC m⁻² thn⁻¹ dan pada tahun 2006 yaitu 101,20 gC m⁻² thn⁻¹. Nilai ini masuk dalam kisaran nilai produktivitas primer dari hasil estimasi global SeaWiFS di perairan Laut Cina Selatan yaitu 150-300 gC m⁻² thn⁻¹ (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS> dan <http://na.nefsc.noaa.gov>). Mengacu pada penggolongan wilayah laut menurut Ryther (1969) dalam Parson et al. (1984), maka wilayah survei Laut Cina Selatan dikategorikan dalam wilayah laut landas kontinen, dengan tingkatan tropiknya 3 dan efisiensi ekologisnya 15%.

Nilai *net primary productivity* yang diperoleh di lokasi survei, jika dibandingkan dengan nilai produktivitas primer menurut Ryther (1969) dalam Parson et al. (1984), maka besarnya *net primary productivity* ini berada di antara nilai untuk sumber daya laut landas kontinen (*continental shelf* = 100 gC m⁻² thn⁻¹) dan *upwelling* (300 gC m⁻² thn⁻¹). Hasil perhitungan produksi ikan berdasarkan pada kandungan *net primary productivity* yaitu 853,25 gC m⁻² thn⁻¹ untuk lokasi survei tahun 2005 dan 341,55 gC m⁻² thn⁻¹ untuk lokasi survei tahun 2006. Besarnya produksi ikan ini, jika dihitung untuk masing-masing luas wilayah survei, maka diperoleh *standing stock* 1.941.202,60 ton thn⁻¹ pada tahun 2005 dan 524.314,86 ton thn⁻¹ pada tahun 2006. Khusus untuk produksi ikan bulanan, pada bulan Juni 2005 dengan nilai *net primary productivity* 288,04 mgC m⁻² diperoleh produksi ikan 972,13 mgC m⁻² atau 2.211,70 ton, sedangkan pada bulan Juli 2006 dengan produksi primer 97,70 mgC m⁻² diperoleh produksi ikan 329,73 mgC m⁻² atau 506,17 ton ikan.

Tabel 1. Produktivitas primer bersih (mgC m⁻² hr⁻¹) Laut Cina Selatan
Table 1. *Net primary productivity of South China Sea (mgC m⁻² hr⁻¹)*

Bulan/ Mounth	2005			2006		
	Min.	Maks.	Rata-rata/Average	Min.	Maks.	Rata-rata/Average
Januari	383,74	2.557,51	687,31	333,71	1.306,91	466,55
Pebruari	270,63	1.766,47	486,37	358,44	899,74	444,75
Maret	294,93	1.404,65	462,09	268,50	647,08	345,46
April	230,02	2.605,85	381,77	215,67	505,06	277,00
Mei	249,39	4.047,13	563,23	193,87	823,61	271,40
Juni	234,66	3.923,96	659,13	194,57	697,22	264,81
Juli	244,86	3.650,81	668,10	224,20	754,64	319,27
Agustus	248,26	3.185,61	661,38	275,94	534,59	326,38
September	260,03	2.356,81	610,65	251,85	539,71	324,54
Oktober	240,11	3.706,07	497,44	249,10	512,34	301,89
Nopember	263,22	3.863,16	574,93	211,07	587,74	270,76
Desember	394,06	3.713,82	689,87	223,29	729,44	355,84



Gambar 7. Sebaran nilai *net primary productivity* (a) bulan Juni 2005, (b) bulan Juli 2006, (c) tahun 2005, dan (d) tahun 2006.
 Figure 7. Distribution of *net primary productivity* value (a) June 2005, (b) July 2006, (c) 2005, and (d) 2006.

Tabel 2. *Standing stock* sumber daya ikan pada bulan Juni 2005 dan Juli 2006
 Table 2. *Standing stock* of fish in June 2005 and July 2006

Waktu/ Time	Luas daerah/ Areal dimension(km ²)	NPP (mg C m ⁻²)	<i>Standing stock</i>		
			mg C m ⁻²	Ton	Ton km ⁻²
Juni 2005	113.753,73	288,04	110,58	2.211,70	0,0194
2005		252.814,19	97.060,13	1.941.202,60	17,0650
Juli 2006	76.754,52	97,70	25,31	506,17	0,0066
2006		101.200,91	26.215,74	524.314,86	6,8311

Hasil kajian stok sumber daya ikan di perairan Indonesia, kerja sama Departemen Kelautan dan Perikanan dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia tahun 2002 (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2007), diperoleh potensi sumber daya ikan pelagis di wilayah pengelolaan perikanan Laut Cina Selatan dan sekitarnya 687.580 ton. Rata-rata produksi berbagai jenis ikan pelagis oleh Indonesia di wilayah Laut Cina Selatan 0,6 juta ton. Produksi ini menempati urutan teratas dalam 10 tahun (tahun 1994-2003) dibandingkan dengan negara-negara lainnya di wilayah ini (Khemakorn, 2006). Hal yang sama dikatakan oleh Universitas British Columbia Fisheries Center (2005), bahwa dari data statistik hasil tangkapan ikan yang didaratkan di wilayah Laut Cina Selatan untuk

Indonesia, terlihat adanya kecenderungan total tangkapan yang meningkat dari 486.299 ton di tahun 1994 menjadi 724.373 ton di tahun 2003, dengan rata-ratanya sekitar 0,6 juta ton thn⁻¹.

Jika luas wilayah Laut Cina Selatan 595.000 km² (Nurhakim *et al.*, 2007), maka *standing stok* di wilayah ini dari ketiga hasil penelitian di atas sekitar 1,16 ton km⁻². Potensi ini jauh lebih kecil dari hasil yang diperoleh berdasarkan pada perhitungan produktivitas primer di atas. Hal ini disebabkan karena potensi atau *standing stock* sumber daya ikan pelagis berdasarkan pada *net primary productivity* ini merupakan *standing stock* dari keseluruhan sumber daya ikan pelagis dari berbagai jenis, ukuran, dan tingkat umur, termasuk

di dalamnya juvenil ikan. Sementara produksi sumber daya ikan pelagis yang dikatakan Khemakorn (2006) merupakan produksi dari stok sumber daya ikan pelagis komersial seperti *scad* dan *mackerel* dan spesies yang bersifat migrasi tinggi seperti tuna dan stok semacam tuna, yang umum di wilayah ini. Hal ini didukung oleh Widodo (2003) yang mengatakan bahwa, dalam studi perikanan pelagis kecil, penangkapan ini kebanyakan ditemukan stok yang pemanfaatannya bersama (*share stock*) dan stok yang berada di antara negara-negara di Laut Cina Selatan merupakan stok mengangkang (*strandling stock*) dan penangkapannya bersama antara negara-negara di Laut Cina Selatan.

KESIMPULAN

1. Suhu permukaan laut (SST) dan klorofil-a permukaan (*sea surface chlorophyll-a*) di lokasi survei bulan Juni 2005 lebih tinggi dari lokasi survei bulan Juli 2006.
2. Produktivitas primer bersih (*net primary productivity*) di bulan Juni 2005 berkisar dari 234,66-3.923,96 mgC m⁻² hr⁻¹ dengan rata-rata 659,13 mgC m⁻² hr⁻¹, sedangkan bulan Juli 2006 berkisar dari 224,20-754,64 mgC m⁻² hr⁻¹, dengan rata-rata 319,27 mgC m⁻² hr⁻¹. Rata-rata *net primary productivity* tahunan di tahun 2005 yaitu 252,81 gC m⁻² thn⁻¹ dengan kisaran 3.831,77-31.301,95 mgC m⁻² hr⁻¹ dan tahun 2006 yaitu 101,20 gC m⁻² thn⁻¹, dengan kisaran 3.311,30-7.764,57 mgC m⁻² hr⁻¹.
3. *Standing stok* ikan di lokasi survei bulan Juni 2005 yaitu 2.211,67 ton (0,02 ton km⁻²) atau 1.941.202,60 ton thn⁻¹ (17,05 ton km⁻²), sedangkan di lokasi survei bulan Juli 2006 yaitu 506,17 ton (0,007 ton km⁻²) atau 524.314,86 ton thn⁻¹ (6,83 ton km⁻²).

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan hasil analisis kegiatan riset sumber daya perikanan dan lingkungan perairan Laut Cina Selatan, T. A. 2005, di Pusat Riset Perikanan Tangkap, Ancol-Jakarta. Tulisan ini merupakan bagian dari disertasi penulis. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Pusat Riset Perikanan Tangkap dan Staf Badan Riset Kelautan dan Perikanan yang telah mengizinkan penggunaan dan pengolahan data hasil penelitian kerja sama Badan Riset Kelautan dan Perikanan dan SEAFDEC.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinardi, O. H. 1997. Sebaran klorofil-a dan volume plankton perairan Laut Cina Selatan. Dalam Suryarso (EdS.): *Atlas Oseanografi Laut Cina Selatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. p. 91-110.
- Annual Net Primary Productivity. 2007. *Ocean Productivity*. SeaWiFs based estimates 1997-2007. (10 Juli 2007) <http://science.oregonstate.edu/ocean.productivity/standart.product.php>
- Behrenfeld, M. J. & P. G. Falkowski. 1997. A *Comumers Guide to Primary Productivity Models*. *Limnology Oceanography*. 42: p. 1.479-1.491.
- Bisht, M. 2005. *Identification of Productive Zones in Coastal Waters of the Arabian Sea*. Indian Institute of Remote Sensing. National Remote Sensing Agency Dept. of Space. Govt. of India. Dehra Dun-248 001 INDIA. 99 pp.
- Borstad, G. A. & J. F. R. Gower. 1984. Phytoplankton chlorophyll distribution in the eastern Canadian Artic. *ARTIC*. 37 (3): p. 224-233.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2007. *Statistik Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia*. Jakarta. 314 pp.
- Khemakorn, P. 2006. *Sustainable Management of Pelagic Fisheries in the South China Sea Region*. United Nations-the Nippon Foundation Fellow. New York. 86 pp.
- National Aeronautics and Space Administration. 2006. *Background of the SeaWiFS Project* (16 Oktober 2006); <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS>.
- NOAA Fisheries. 2006. *Northeast Fisheries Science Center*. (16 Oktober 2006). <http://na.nefsc.noaa.gov/>
- Nurhakim, S., V. P. H. Nikijulw, D. Nugroho, & B. I. Prisantoso. 2007. Wilayah pengelolaan perikanan: Status perikanan menurut wilayah pengelolaan. *Informasi Dasar Pemanfaatan Berkelanjutan*. Buku 2. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. 47 pp.

- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Ahli Bahasa: E. H. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, & S. Sukardjo. Gramedia. Jakarta. 480 pp.
- Parson, T. R., M. Takahashi, & B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Third Edition. Pergamon Press. UK. 330 pp.
- University of British Columbia Fisheries Center. 2005. *Landings in South China Sea* (tanggal 17 Mei 2006); <http://saup.fisheries.ubc.ca/TrophicLevel/LMETaxon>.
- Valiela, I. 1984. *Marine Ecological Processes*. Library of Congress Ocean Catalogy in Publication. Data. New York. USA.
- Widodo, J. 2003. Pengkajian Stok Sumber Daya Ikan Laut Indonesia Tahun 2002. *Dalam* Widodo, J., N. N. Wiadnyana, & D. Nugroho. (Eds). *Prosiding Forum Pengkajian Stok Ikan Laut 2003*. Jakarta. Tanggal 23-24 Juli 2003. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 99 pp.