

Full Paper**ANALISIS PARAMETER OSEANOGRAFI UNTUK PENENTUAN HABITAT IKAN PELAGIS DI PERAIRAN PAPARAN SUNDA****ANALYSIS OF OCEANOGRAPHIC PARAMETERS FOR SMALL PELAGIC FISH HABITAT IN THE SUNDA SHELF****Mutiara R. Putri* dan Fitri Suciaty**Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132

*Penulis untuk korespondensi, E-mail: mutiara.putri@fitb.itb.ac.id

Abstract

In order to determine the regions in the Indonesia waters that are suitable for small pelagic fish habitat, analysis of net primary productivity (NPP) that is associated with oceanographic conditions has been carried out in this study. The NPP values derived from satellite data were calculated using the Vertically Generalized Productivity Model (VGPM). Meanwhile, the oceanographic conditions which are represented by temperature, salinity, and ocean currents were obtained by using a hydrodynamics numerical model. The result of this analysis was then compared with available acoustic observations. The results show that NPP in the Sunda Shelf Waters have different variations. The NPP along the southern coast of Kalimantan in the Java Sea and Centre Part of Malaka Strait around the Riau Waters always high throughout the year, i.e. more than 1000 mgC/m²/day and 750 mgC/m²/day, respectively. Variations in NPP values were strongly influenced by seasonal variation of oceanographic conditions, which would physically affect the living habitat of pelagic fish in the Sunda Shelf. During the east monsoon, the salinity and temperature in the Eastern Java Sea and Makassar Strait were very suitable for pelagic fish, i.e. from 32 to 33 psu and 27 to 28°C, respectively. Meanwhile, during the east monsoon, the condition becomes less suitable. By contrast, in the Malaka and Karimata Straits, the oceanographic conditions during the west monsoon were more suitable, with almost similar mixed layer depth, i.e. 5 meters.

Key words: mix layer depth, pelagic fish, primary productivity, sunda shelf**Pengantar**

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi sumberdaya ikan cukup besar (6.520.100 ton/tahun), seperti tertuang dalam Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor KEP.45/MEN/2011 mengenai estimasi potensi sumber daya laut Indonesia. Selain itu laut Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi.

Ikan merupakan sumberdaya laut yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), yang artinya jika dimanfaatkan seoptimal mungkin maka potensi yang tertinggal dapat berkembang biak kembali. Tinggi rendahnya kemampuan berkembang biak bergantung pada banyak hal, antara lain individu ikan, lingkungan tempat hidup, dan kecepatan eksploitasi. Ikan dalam kehidupannya dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain mengikuti dinamika perairan laut. Jenis ikan tertentu dapat berenang melintasi perairan samudera, baik secara cepat maupun lambat. Sifat ikan yang dinamis ini mempersulit perkiraan jumlah maupun stok ikan dan daerah penangkapannya, yang pada akhirnya mempersulit implementasi

pengelolaan sumberdaya ikan (Dahuri *et al.*, 2001). Dengan mengetahui dinamika dan kondisi fisik, serta kesuburan perairan kita dapat memprediksikan daerah-daerah penangkapannya.

Paparan Sunda merupakan wilayah perairan laut dangkal dengan kedalaman rata-rata 40-50 meter, termasuk perairan Laut Selat Malaka yang menghubungkan Samudera Hindia di Bagian Barat, Selat Karimata yang menghubungkan Laut Cina Selatan di Bagian Utara dan Laut Jawa, serta Selat Makassar dan Laut Flores di Bagian Timur (Gambar 1). Dinamika perairan Laut Paparan Sunda ini sangat kompleks. Sebagai contoh, perairan Laut Selat Karimata dan Laut Jawa sangat dipengaruhi monsun yang berubah arah selama kurun waktu 6 bulan (Wyrski, 1961; Putri, 2005). Hampir setiap monsun, arus permukaan selalu bergerak dari perairan Laut Jawa ke Samudra Hindia (Wyrski, 1961; Putri & Pohlmann, 2009). Perairan Laut Selat Makassar dan Laut Flores di Bagian Timur Paparan Sunda memiliki karakter yang berbeda. Pengaruh monsun hanya dominan di bagian permukaan pada



Gambar 1. Daerah studi perairan Laut Paparan Sunda.
(Sumber : *General Bathymetric Chart of the Oceans* – GEBCO, 2009)

kedalaman kurang dari 100m, dan lebih dipengaruhi oleh keberadaan Arus Lintas Indonesia (Arlindo) (Gordon *et al.*, 1998; 1999).

Bahan dan Metode

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan produktivitas primer perairan dengan menggunakan metode *Vertically Generalized productivity Model* (VGPM) dan pemodelan numerik untuk melihat kondisi fisik dan dinamika laut dengan menggunakan *HAMBURG Shelf Ocean Model* (HAMSOM).

Perhitungan VGPM

Perhitungan produktivitas perairan bersih atau *Net Primary Production* (NPP) menggunakan metode algoritma model *Vertically Generalized productivity Model* (VGPM) dengan memperhitungkan pengaruh jumlah klorofil-a, durasi cahaya perhari PAR dan laju fotosintesis seperti diperlihatkan pada Persamaan 1 (Behrenfeld & Falkowski, 1997.).

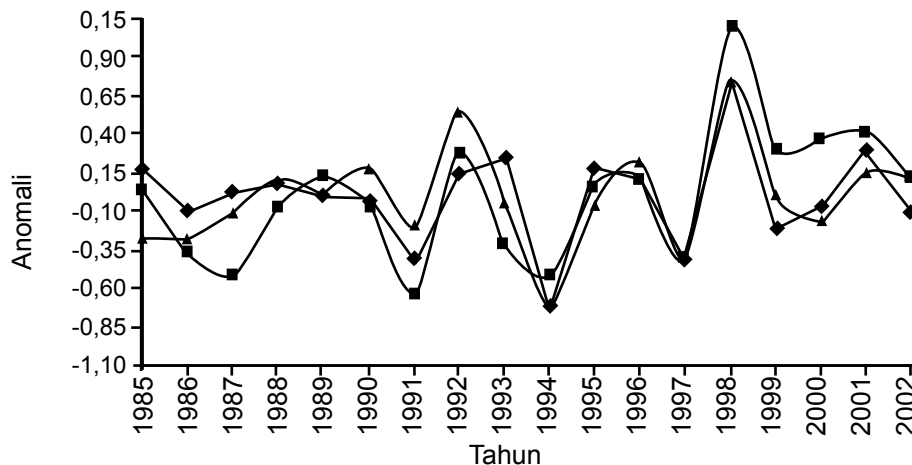
$$\sum PPeu = 0.66125 * PBopt \left(\frac{Eo}{Eo + 4.1} \right) Csur * Deu * Hirr$$

Keterangan :

- PPeu : produktivitas primer harian di lapisan eufotik (mgC/m²*day)
 Pbopt : indeks laju fotosintesis optimum (mgC / (mgChl)*h)
 Eo : radiasi matahari untuk fotosintesis (PAR)(W/m²)
 Csur : klorofil-a di permukaan (mgChl/m³)
 Deu : kedalaman eufotik (m)
 Hirr : durasi cahaya per hari (h)

Indeks laju fotosintesis optimum (Pbopt) pada zona eufotik diasumsikan sebagai intensitas pelepasan karbon maksimum per hari pada zona yang sama. Penentuan indeks Pbopt dapat diketahui dari temperatur permukaan laut (Behrenfeld & Falkowski, 1997). Kedalaman lapisan eufotik (*Deu*) adalah kedalaman dimana besar intensitas cahaya hanya 1% dari total intensitas cahaya di permukaan air (*Csur*) yang berkaitan erat dengan kandungan klorofil-a di permukaan. Pada perairan tropis seperti perairan Indonesia ini diasumsikan cahaya matahari berlangsung selama 12 jam dalam sehari. Secara lengkap perhitungan dengan metode VGPM menggunakan data satelit AVHRR-NOAA dan SEAWIFF ini dapat dilihat pada Suciaty *et al.* (2008). Adapun data-data yang digunakan untuk menghitung produktivitas primer dalam penelitian ini antara lain:

- Data Temperatur Permukaan Laut di dapat dari <http://www.podaac.jpl.nasa.gov/> yang merupakan data rata-rata bulanan pada tahun 2001-2006 dengan cakupan area pada koordinat 95-120°BT dan 6°LU-10°LS.
- Data Konsentrasi Klorofil-a yang digunakan adalah data rata-rata harian yang dirata-ratakan selama sebulan sepanjang tahun 2001-2006 yang diperoleh dari [website http://web.science.oregonstate.edu/ocean.productivity/](http://web.science.oregonstate.edu/ocean.productivity/) pada luas area yang sama seperti pada data temperatur permukaan laut.
- Data *Photosynthetically Active Radiation* (PAR) yang digunakan adalah data rata-rata harian yang dirata-



Gambar 2. Validasi anomali SPL rata-rata tahunan hasil simulasi HAMSOm (■) terhadap data AVHRR (◆) dan ERRST-KNMI (▲).

ratakan selama sebulan sepanjang tahun 2001-2006 diperoleh dari <http://web.science.oregonstate.edu/ocean.productivity/> pada luas area yang sama seperti data temperatur permukaan laut.

Model Numerik

Simulasi model numerik bertujuan untuk memperoleh pola sebaran spasial (horisontal dan vertikal) masing-masing parameter oseanografi perairan. *HAMBURG Shelf Ocean Model* (HAMSOm) merupakan salah satu model yang banyak diterapkan di dunia (Backhaus *et al.*, 1987; Putri, 2005). Model ini telah diterapkan di perairan Indonesia, khususnya wilayah Indonesia Bagian Barat (Putri, 2005; 2007; 2009). HAMSOm dibangun sebagai model hidrodinamika 3-dimensi (model baroklinik), yang mengoreksi perubahan densitas dan gaya pembangkit atmosfer (Backhaus, 1983; 1985; Arakawa & Lamb, 1977, dalam Putri, 2005). Model ini menggunakan persamaan momentum, vertikal hidrostatik, kontinuitas, serta kekekalan temperatur dan salinitas (Putri, 2005; 2009). Simulasi dilakukan sepanjang tahun 1958-2010 dan dirata-ratakan setiap bulannya dan dianalisis untuk tahun 2001-2006 dalam kaitannya dengan NPP yang diperoleh dari metode VGPM.

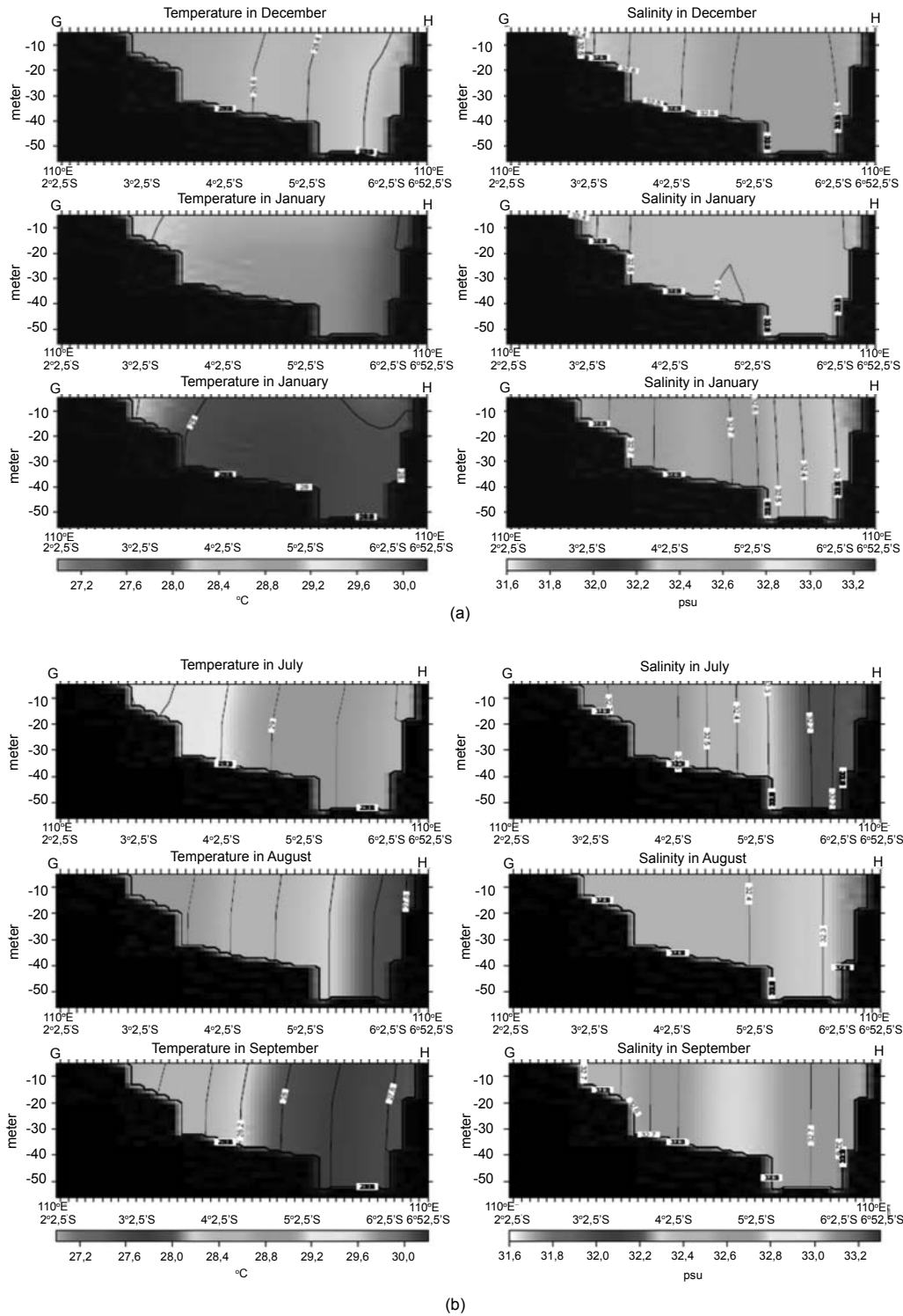
Validasi dilakukan pada beberapa parameter, dengan membandingkan hasil simulasi pasang surut di Teluk Jakarta dengan data pengamatan BAKOSURTANAL tahun 1999 (Putri, 2005); suhu permukaan laut (SPL) rata-rata bulanan hasil simulasi dengan data *bouy Seawatch-Indonesia* selama 3 tahun (Putri, 2005), serta anomali SPL tahunan hasil simulasi dengan data satelit (AVHRR-NOAA) dan data ERSST dari KNMI selama tahun 1992-2002 (Gambar 2). Berdasarkan

Gambar 2, terlihat bahwa anomali tahunan SPL hasil simulasi dan kedua data tersebut telah memiliki kesesuaian fase.

Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi kondisi oseanografi di perairan Laut Papan Sunda menunjukkan bahwa pengaruh Monsun sangat dominan terutama di perairan Laut Jawa. Hampir seluruh lapisan perairan Laut Jawa tercampur secara sempurna. Kondisi ini ditunjukkan oleh distribusi vertikal temperatur dan salinitas yang hampir seragam terhadap kedalaman pada setiap Monsun (Gambar 3). Pada Monsun Tenggara, massa air dengan temperatur antara 27->29°C dan salinitas 32-33 ppt bergerak dari arah Timur ke Barat perairan Laut Flores ke perairan Laut Jawa. Massa air lapisan permukaan perairan Selat Makassar ikut berbelok ke perairan Laut Jawa. Pada bulan Juni sampai September (Monsun Tenggara), masa air laut dengan salinitas tinggi bergerak dari wilayah Utara Laut Jawa atau Selat Makassar menuju Laut Jawa (Gambar 3b).

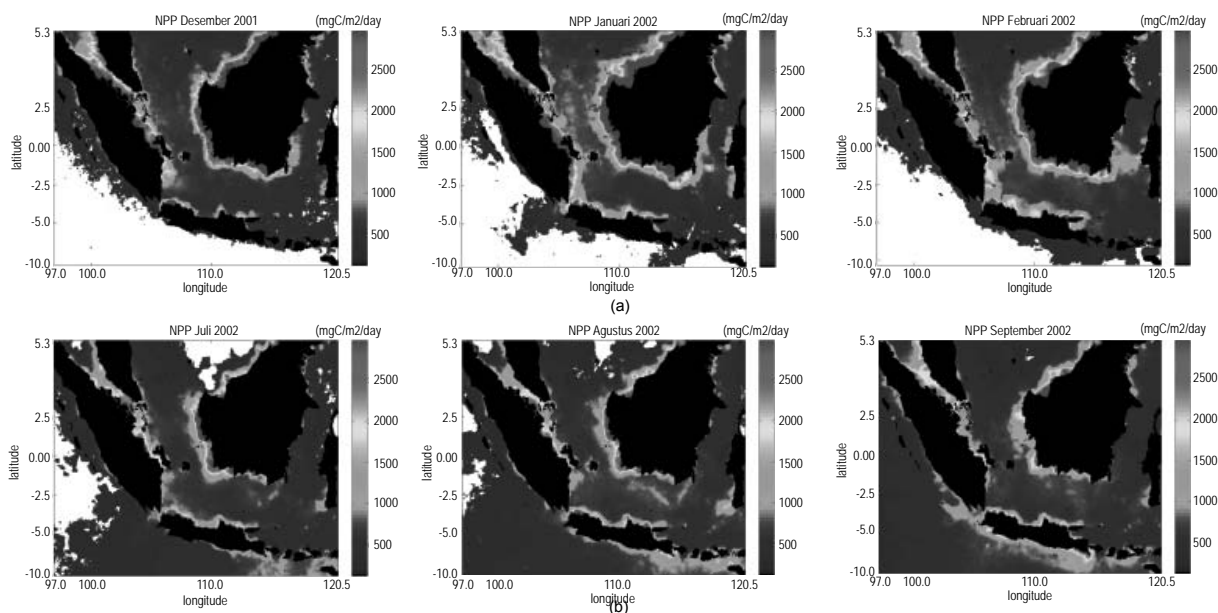
Hal yang sebaliknya terjadi ada Monsun Barat Laut dimana massa air dari Laut Cina Selatan masuk melalui Selat Karimata ke perairan Laut Jawa. Curah hujan yang cukup tinggi terjadi pada Monsun ini mengakibatkan menurunnya salinitas perairan dibandingkan Monsun Tenggara (Gambar 3a). Hal ini menyebabkan wilayah selatan Pantai Kalimantan atau di bagian Utara Laut Jawa memiliki salinitas yang lebih rendah dibandingkan bagian Tengah dan Selatan. Aliran masa air tawar dari muara sungai di wilayah Selatan Kalimantan ini memberikan kontribusi cukup besar terhadap perubahan salinitas dan kesuburan perairan.



Gambar 3. Distribusi vertikal temperatur (kiri) dan salinitas (kanan) pada (a) Monsun Barat Laut yang diwakili kondisi rata-rata bulan Desember-Januari-Februari, dan (b) Monsun Tenggara yang diwakili kondisi rata-rata bulan Juli-Agustus-September.

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa NPP di perairan Laut Paparan Sunda (mulai dari Selat Malaka hingga Selat Makassar) memiliki tingkat kesuburan

perairan yang sedang. Di sepanjang pantai selatan Kalimantan, nilai NPP tinggi (>1.000 mgC/m²hari), terutama pada Monsun Barat Laut (Gambar 4a). Hal



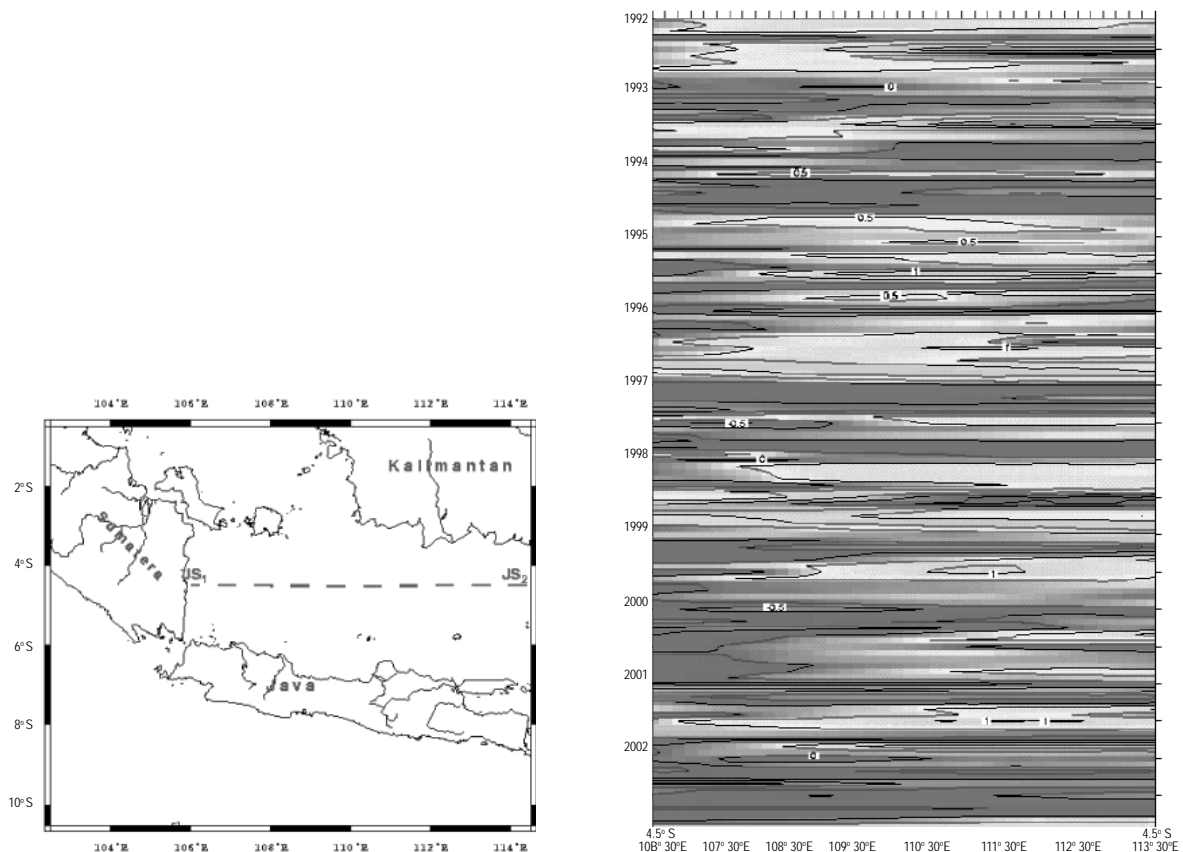
Gambar 4. Distribusi NPP pada (a) Monsun Barat Laut yang diwakili kondisi bulan Desember-Januari-Februari, dan (b) Monsun Tenggara yang diwakili kondisi bulan Juli-Agustus-September.

ini terjadi karena pada musim ini hujan turun dengan intensitas cukup tinggi (Aldrian *et al.*, 2003), diikuti dengan aliran masa air tawar dalam jumlah besar yang membawa nutrisi ke perairan laut sehingga mampu meningkatkan klorofil perairan Laut Jawa. Kondisi ini juga terjadi di bagian tengah Selat Malaka (sekitar daerah Riau), yang ditandai dengan meningkatnya NPP pada Monsun Barat Laut dibandingkan dengan Monsun Tenggara (Gambar 4), dengan rata-rata NPP lebih dari 750 mgC/m²/hari. Di perairan Selat Karimata dan Laut Jawa terjadi variasi musim yang cukup besar, tetapi secara umum memiliki kesuburan cukup tinggi. Menurut Behrenfeld & Falkowski (1997) dan Suciaty *et al.* (2008), nilai NPP selalu lebih dari 274 mgC/m²/hari, yang ditunjukkan warna putih pada Gambar 4, sebagai batas minimum kesuburan perairan. Dibandingkan dengan kondisi oseanografi perairan Laut Samudra Hindia, perairan Laut Paparan Sunda memiliki tingkat produktivitas yang tinggi sepanjang tahun (Gambar 4). Walaupun secara fisik dan dinamik perairan Laut Paparan Sunda berubah setiap bulannya, namun masukan masa air tawar dari sungai yang bermuara di Laut Jawa (selatan Kalimantan, bagian timur Sumatera, dan utara Jawa), memberikan kontribusi terhadap peningkatan klorofil di perairan tersebut (Putri, 2005). Selain itu, dengan kondisi kedalaman perairan yang relatif dangkal dengan rata-rata 40 meter, memungkinkan terjadinya pencampuran masa air laut secara sempurna, seperti diperlihatkan pada kondisi perubahan temperatur dan salinitas (Gambar 3).

Untuk keperluan pengelolaan sumberdaya perikanan, kondisi perairan dengan kesuburan tinggi akan memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan stok dan populasi ikan, yang ditunjang dengan salinitas dan temperatur. Salinitas dan temperatur tidak akan berubah secara mendadak tetapi mengikuti dinamika perairan lautnya.

Terjadi pergerakan massa air pada Monsun Tenggara dimana massa air dari wilayah Timur bertemu dengan massa air dari Selat Karimata yang mempengaruhi kondisi oseanografi perairan Laut Jawa. Pengaruh Arus Lintas Indonesia yang mendominasi kondisi di perairan Laut Selat Makassar akan ikut masuk hingga ke wilayah tengah perairan Laut Jawa, diikuti juga dengan fenomena ENSO (*El-Nino Southern Oscillation*) yang terjadi pada saat yang sama (Gordon *et al.*, 1998; Gordon *et al.*, 1999; Field *et al.*, 2000; Setiawan, 2002). Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa pada Monsun Tenggara pengaruh ENSO berasal dari arah timur. Pada saat La-Nina tahun 1998, anomali temperatur dipengaruhi oleh Arus Lintas Indonesia (Arlindo) yang mengalir dari wilayah timur, demikian juga pada saat kejadian El-Nino tahun 1994, 1997, dan 2002, anomali temperatur yang lebih rendah tampak mengalir dari wilayah timur Laut Jawa.

Terjadi pergerakan ikan pada Monsun Barat Laut dimana ikan yang memijah di sekitar perairan Selat Makassar akan memasuki perairan Laut Jawa hingga ke bagian tengah (sekitar 109-110°BT). Hal ini dimungkinkan karena pergerakan telur-telur ikan



Gambar 5. Diagram *Hoevermuller* anomali temperatur lapisan permukaan perairan Laut Jawa tahun 1992-2002.

dan larva ikan yang masih bersifat pasif hanya akan mengikuti dinamika laut. Setelah memiliki berat tubuh yang cukup, ikan akan menyesuaikan tempat hidupnya sesuai kondisi salinitas dan temperatur perairan yang nyaman bagi hidupnya.

Jenis ikan pelagis besar (tuna), yang kemungkinan memijah di perairan Indonesia Timur, dapat masuk melalui perairan Selat Makassar atau Laut Flores dan masih memungkinkan ditangkap di perairan laut utara Jawa Tengah. Arus yang masuk ke wilayah perairan Laut Jawa dari wilayah timur dan Selat Makassar, memungkinkan ikan tuna dapat hidup dan bergerak masuk ke arah barat Laut Jawa. Demikian pula ikan lemuru yang banyak memijah di perairan Selat Bali, memungkinkan telur dan larvanya bergerak mengikuti dinamika perairannya masuk ke Laut Jawa. Namun kondisi ini tidak terjadi pada Monsun Barat Laut karena arus yang berasal dari perairan Laut Jawa hanya akan mempengaruhi perairan permukaan. Arlindo yang mengalir dari wilayah utara ke selatan di Selat Makassar akan lebih dominan mempengaruhi massa air di Selat Bali dibandingkan massa air dari Laut Jawa.

Pada Monsun Barat Laut, massa air dari perairan Laut Cina Selatan yang mengalir melalui Selat Karimata akan sedikit mempengaruhi kondisi oseanografi Laut Jawa dibandingkan pada Monsun Tenggara. Hal ini akan mempengaruhi sumberdaya ikan dari perairan Laut Cina Selatan hanya memungkinkan masuk dan berkembang hingga perairan Selat Karimata, Selat Gaspar dan perairan utara Jawa Barat.

Kesimpulan

1. Kondisi Paparan Sunda yang dangkal memberikan pengaruh besar terhadap pencampuran massa air secara sempurna pada semua lapisan perairan (secara vertikal dan horisontal). Hal ini memungkinkan massa air yang masuk dari Selat Makassar dan Laut Flores, yang membawa telur, larva, serta ikan-ikan kecil hidup dan berenang hingga ke bagian utara Jawa Tengah pada Monsun Tenggara, namun pada Monsun Barat Laut tidak terjadi sebaliknya, karena pengaruh Arlindo lebih dominan di Selat Makassar.

2. Pengaruh massa air dan dinamika dari perairan Laut Cina Selatan pada Monsun Barat Laut akan membawa ikan-ikan kecil/larva ikan mengikuti aliran masa air dapat masuk hingga ke Selat Karimata dan bagian barat Laut Jawa.
3. esuburan perairan laut Paparan Sunda yang mencapai 1000 mgC/m²/hari hampir sepanjang tahun masih memungkinkan untuk tumbuh kembang kehidupan ikan, walaupun terbatas pada daerah-daerah tertentu berdasarkan dinamika perairan. Oleh karena itu, walaupun di Laut Jawa tidak banyak daerah pemijahan ikan, namun larva dan ikan-ikan kecil dari perairan sekitar dapat berkembang dan ditangkap di Laut Jawa.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih dan penghargaan disampaikan kepada manajemen Hibah Riset Alumni Institut Teknologi Bandung Tahun Anggaran 2009-2010 yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Aldrian, E., L.D. Gates & F.H. Widodo. 2003. Variability of Indonesian Rainfall and the Influence of ENSO and Resolution in ECHAM4 simulations and in the Reanalysis, MPI Report 346, 30 pp.
- Backhaus, J.O. & D. Hainbucher. 1987. A Finite-Difference General Circulation Model for Shelf Seas and Its Application to Low Frequency Variability on the North European Shelf. In: Three-dimensional Models of Marine and Estuarine Dynamics. J.C.J. Nihoul and B.M. Jamart (eds.), pp.221-244, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Behrenfeld, M.J. & P.J. Falkowski. 1997. Photosynthetic rates derived from satellite-base chlorophyll concentration. *Limnol Oceanogr.* 42 (1): 1-20.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting & M.J. Sitepu. 2001. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Lautan secara terpadu, Edisi Kedua, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Field, A., K. Vranes, A.L. Gordon & R.D. Susanto. 2000. Temperature variability within Makassar Strait. *Geophysical Research Letters* 27 (2): 237-240.
- Gordon, A.L. & R.D. Susanto. 1999. Makassar Strait Transport: Initial estimate based on Arlindo result. *Marine Technology Society* 20: 32-34.
- Gordon, A.L., R.D. Susanto, A. Field. & D. Pillsbury. 1998. Makassar Strait Transport: preliminary result from Mak-1 and Mak-2. *International WOCE Newsletter* 33: 30-32.
- Putri, M.R. 2005. Study of Ocean-Climate Variability (1959-2002) in the Eastern Indian Ocean, Java Sea and Sunda Strait Using the HAMBURG Shelf Ocean Model, PhD Disertation, Hamburg University. (<http://www.sub.uni-hamburg.de/opus/volltexte/2005/2429/>).
- Putri, M.R. 2007. Osean klimat di Laut Jawa dan di timur Samudra Indian berdasarkan simulasi numerik jangka panjang, Kongres VI and Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Sarjana Oseanografi Indonesia (ISOI), Surabaya, July 5-6, 2005.
- Putri, M.R. 2009. Dinamika Laut dan Produktivitas Primer di Paparan Sunda, Proceeding SEMNASKAN UGM VI, Yogyakarta 25 Juli 2009.
- Putri, M.R. & T. Pohlmann. 2009. Hydrodynamic and transport model of the Siak Estuary. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 6: 67-80.
- Setiawan, A. 2002. Analisis Variabilitas Parameter Meteorologi-Oseanografi di Benua Maritim Indonesia dalam Hubungannya dengan Interaksi antara Fenomena Monsun, ENSO dan Dipole Mode, Thesis, Program Studi Oseanografi dan Sains Atmosfer, Program Pascasarjana, ITB.
- Suciaty, F., M.R. Putri & I.M. Radjawanne. 2008. Identifikasi Upwelling dengan menggunakan Nilai Produktivitas Primer di Perairan Indonesia Bagian Timur.
- Wyrtki, K. 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters. Naga Report Vol. 2, Univ. of California, Scripps Institution Oceanography, La Jolla, California.