

Hubungan variabilitas *mixed layer depth* kriteria $\Delta T=0,5$ °C dengan sebaran tuna di Samudera Hindia bagian timur

Relationship between variability mixed layer depth $\Delta T=0.5^{\circ}C$ criterion and distribution of tuna in the eastern Indian Ocean

Dessy Teliandi¹, Otong Suhara Djunaedi¹, Noir Primadona Purba¹, Widodo Setiyo Pranowo²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor, Bandung 40600. Email Korespondensi : dessyteliandi@gmail.com

²Laboratorium Data Laut dan Pesisir, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jl. Pasir Putih Ancol Timur, Jakarta 14430.

Abstract. *The Indian Ocean has an important role in the variability of aquatic ecosystems including fisheries resource. This study was conducted to determine the relationship between Mixed Layer Depth (MLD) criterion $\Delta T = 0.5$ °C and distribution of tuna in the Eastern Indian Ocean. The study area was situated in the Eastern Indian Ocean at the coordinate 100 – 120°E dan 5 – 20°S. The data MLD criterion $\Delta T = 0.5$ °C as well as data distribution and tuna catches which processed in the seasonal period were used in this study. Visualization result showed that the variation of MLD based on the depth value was inversely related to MLD variation based on temperature. MLD variations indicated that the depth of the shallowest MLD on the West Monsoon and deepest on the East Monsoon, while the highest temperature of MLD was recorded in Transitional Monsoon 1 and the lowest in Transitional Monsoon 2. The most widespread distribution of tuna were in Eastern Monsoon and the narrowest in Transitional Monsoon 1. MLD variation relations with tuna catches have seen fairly high correlation of Pearson correlation value of 0.891 for tuna catches with depth MLD correlation and -0.927 for tuna catches correlation with temperature MLD.*

Keywords : *Mixed Layer Depth (MLD); $\Delta T = 0.5$ °C; Temperature; Depth; Tuna*

Abstrak. Samudera Hindia merupakan salah satu perairan yang memiliki peranan penting dalam variabilitas ekosistem perairan termasuk didalamnya sumberdaya perikanan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan *Mixed Layer Depth* (MLD) kriteria $\Delta T = 0,5$ °C dengan sebaran Tuna di Samudera Hindia bagian Timur. Wilayah kajian penelitian ini adalah perairan Samudera Hindia bagian Timur dengan koordinat 100 – 120°BT dan 5 – 20°LS. Data yang digunakan adalah data MLD kriteria $\Delta T = 0,5$ °C berdasarkan suhu dan kedalamannya, serta data sebaran dan tangkapan Tuna yang diolah dalam periode musiman. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa variasi MLD berdasarkan kedalaman memiliki nilai berbanding terbalik dengan variasi MLD berdasarkan suhu. Variasi MLD menunjukkan bahwa kedalaman MLD paling dangkal berada pada Musim Barat yakni berkisar antara 22 – 60 dbar dan paling dalam berada pada Musim Timur dengan nilai berkisar antara 60 – 100 dbar, sedangkan suhu MLD tertinggi berada pada Musim Peralihan 1 yakni 28,5 – 29,5 °C dan terendah pada Musim Peralihan 2 dengan nilai berkisar antara 23 – 29 °C. Sebaran Tuna paling luas berada pada Musim Timur dan paling sempit berada pada Musim Peralihan 1. Hubungan variasi MLD dengan hasil tangkapan Tuna memiliki korelasi cukup tinggi yang terlihat dari nilai korelasi Pearson sebesar +0,891 untuk korelasi tangkapan Tuna dengan kedalaman MLD dan -0,927 untuk korelasi hasil tangkapan Tuna dengan suhu MLD.

Kata kunci : *Mixed Layer Depth; $\Delta T = 0,5$ °C; Suhu; Kedalaman; Tuna*

Pendahuluan

Samudera Hindia merupakan salah satu perairan terbesar yang memiliki pengaruh langsung terhadap perairan Indonesia dan memiliki sifat unik dan kompleks karena dipengaruhi oleh angin musim dan sistem angin pasat yang bergerak diatasnya (Martono *et al.*, 2007). Perairan ini juga mendapatkan pengaruh dari fenomena-fenomena oseanografi dan atmosfer seperti *Indian Ocean Dipole* (Saji *et al.*, 1999), *upwelling* (Wyrtki, 1961) dan *eddy* (Robinson 1983 dalam Martono *et al.*, 2007).

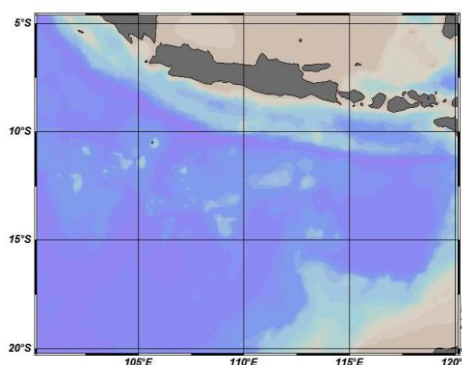
Pengaruh angin musim menyebabkan karakteristik perairan Samudera Hindia bagian timur (selatan Jawa) menjadi hangat dan memiliki lapisan *mixed layer* dan termoklin yang lebih dalam daripada di bagian barat (Vinayachandran *et al.*, 2002). Pada tahun-tahun tertentu, perairan selatan Jawa menjadi sangat dingin karena angin anomali bertiup dari Hindia bagian timur sepanjang khatulistiwa sehingga termoklin dan *mixed layer depth* (MLD) terangkat dan konveksi atmosfer akan menurun.

Variasi MLD telah terbukti memiliki efek penting pada produktivitas biologi di laut. Struktur vertikal MLD penting bagi distribusi keseimbangan pengapungan telur dan larva ikan pelagis yang dipengaruhi oleh turbulensi vertikal lapisan (Silliman, 1950 dalam Kara *et al.*, 2003). Menurut Patterson *et al.* (2008) dalam Barata *et al.* (2011) suhu hangat pada lapisan MLD diperlukan bagi kelompok ikan tuna jenis *bluefin* untuk memijah, demikian halnya untuk persebaran ikan tuna jenis *yellowfin* dan *albacore* memiliki kesamaan yaitu pada level lapisan permukaan yang identik dengan MLD. Secara vertikal, penyebaran ikan tuna sangat dipengaruhi oleh suhu dan kedalaman renang (Barata *et al.*, 2011).

Nugraha dan Nugroho (2013) menyebutkan bahwa pada malam hari ikan tuna akan menyebar pada lapisan permukaan dan termoklin, kemudian pada saat matahari akan terbit kembali ke atas lapisan termoklin atau biasa disebut dengan lapisan MLD. Penggunaan data MLD secara *time series* masih sangat jarang dan konsep MLD juga masih belum terdefiniskan dengan baik. Terdapat tiga kriteria MLD berdasarkan suhu yaitu MLD kriteria delta T (ΔT) = 0,5 °C, 0,8 °C dan 1°C (Montegut *et al.*, 2004). Kriteria delta T (ΔT) sendiri merupakan kriteria perubahan MLD dengan melihat perubahan suhu terhadap kedalaman tertentu. Pada penelitian ini digunakan MLD dengan kriteria ΔT = 0,5 °C karena kriteria ini berlaku untuk MLD pada perairan *Global Ocean* dan juga data MLD ini merupakan data rerata dari beberapa stasiun (Montegut *et al.*, 2004). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan MLD dengan kriteria ΔT = 0,5 °C terhadap sebaran tuna di Samudera Hindia bagian Timur.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian ini adalah di perairan Samudera Hindia bagian timur dengan koordinat 5°LS – 20°LS dan 100°BT – 120°BT. Lokasi penelitian dapat diilustrasikan pada Gambar 1. Adapun bahan penelitian yang digunakan disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di samudera Hindia bagian timur
(Sumber : Ocean Data View)

Tabel 1. Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Sumber	Keterangan
1.	Data MLD	Laboratorium Data Laut dan Pesisir Badan Litbang KP Jakarta www.p3sdlp.litbang.kkp.go.id ; MILA GPV (<i>Mixed Layer data set of Argo, Grid Point Value</i>) : ftp://ftp2.jamstec.go.jp	(2001 – 2009) Kriteria MLD ΔT 0,5°C grid box 2°×2°
2.	Data Tuna	Loka Penelitian Tuna Badan Litbang KP Benoa Bali Statistik Perikanan Tangkap Indonesia	Tahun 1997 dan 1999 Tahun 2000 – 2009

Pengolahan data dilakukan dengan cara data MLD dengan kriteria $\Delta T = 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ yang merupakan data rerata bulanan diolah dengan menggunakan perangkat lunak Ocean Data View 4 (ODV 4) dan dibuat menjadi rerata musiman (Musim Barat, Peralihan 1, Timur dan Peralihan 2). Data tersebut dibuat dalam bentuk tampilan *surface* sehingga menghasilkan *contour* dari kedalaman dan suhu MLD setiap musimnya.

Data tuna berupa data posisi, jumlah dan jenis tuna tertangkap selama Tahun 1997 dan 1999 diolah menggunakan Ms. Excel dan disusun berdasarkan musim yakni Musim Barat, Musim Peralihan 1, Musim Timur dan Musim Peralihan 2. Data Tuna yang sudah berupa data setiap musim kemudian di simpan dengan format (*.txt) sehingga dapat digunakan di perangkat lunak ODV. Data Tuna dengan format (*.txt) diolah dengan menggunakan ODV sehingga menghasilkan peta sebaran Tuna setiap musimnya. Selain dilihat sebaran Tuna setiap musimnya, data Tuna juga dibuat grafik dengan menggunakan Ms. Excel untuk melihat jumlah tangkapan setiap musimnya.

Hasil visualisasi data suhu dan kedalaman MLD setiap musimnya kemudian dikorelasikan dengan data sebaran Tuna setiap musimnya pula sehingga menghasilkan plot *overlay* dari data suhu dan kedalaman MLD dengan sebaran Tuna setiap musimnya serta grafik korelasi antara suhu dan kedalaman MLD dengan grafik tangkapan Tuna.

Hasil dan Pembahasan

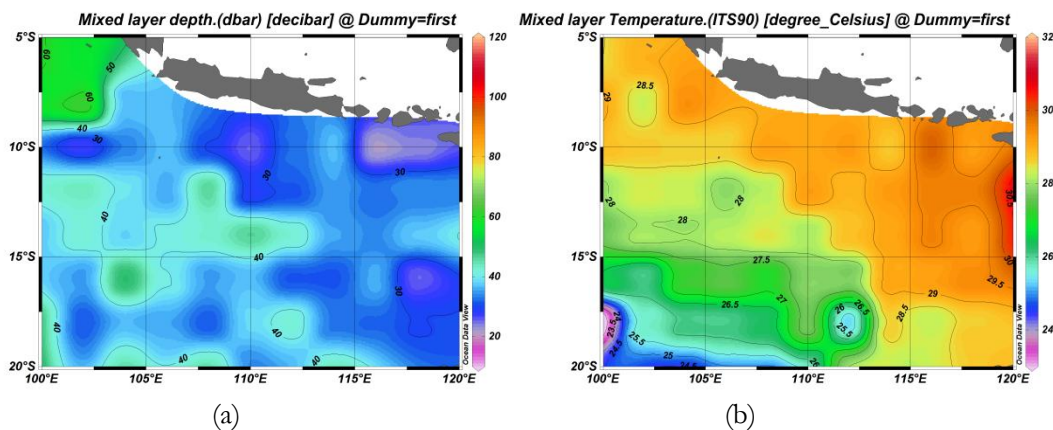
Variabilitas MLD

Berdasarkan hasil visualisasi data suhu dan kedalaman MLD kriteria $\Delta T = 0,5$ dapat dianalisa per-musim yakni Musim Barat (Desember – Januari – Februari), Musim Peralihan 1 (Maret – April – Mei), Musim Timur (Juni – Juli – Agustus) dan Musim Peralihan 2 (September – Oktober – November) sebagai berikut :

Musim barat

Sebaran lapisan pada Musim Barat menunjukkan bahwa lapisan MLD berada pada kedalaman sekitar 22 – 60 dbar (1 dbar = 1,01 meter) berkisar antara $23,5 - 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Gambar 2). Berdasarkan hasil visualisasi dapat dilihat bahwa pada musim ini ketebalan MLD masih dikategorikan cukup dangkal dengan suhu yang relatif hangat. Hal ini mungkin disebabkan karena pada musim ini angin muson bertiup dari barat ke timur dengan kecepatan rendah dan membawa Arus Pantai Jawa (APJ) yang mengalir sepanjang pesisir selatan Jawa dan membawa massa air yang bersuhu relatif tinggi (Panjaitan, 2009). Selain itu, Wyrtki (1961) juga menjelaskan bahwa lapisan homogen (MLD) pada Musim Barat berkisar antara 0 – 100 meter.

MLD dengan kriteria $\Delta T = 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ berada pada suhu yang relatif hangat yaitu sekitar $29 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pada wilayah yang masih mendapatkan pengaruh dari daratan dan pada daerah laut lepas suhu untuk lokasi MLD semakin menurun. Hal ini diduga karena pada wilayah laut lepas angin berhembus lebih kencang dibandingkan dengan wilayah yang mendekati daratan sehingga suhu perairan menjadi lebih dingin dan menyebabkan suhu pada daerah MLD juga menjadi lebih dingin.

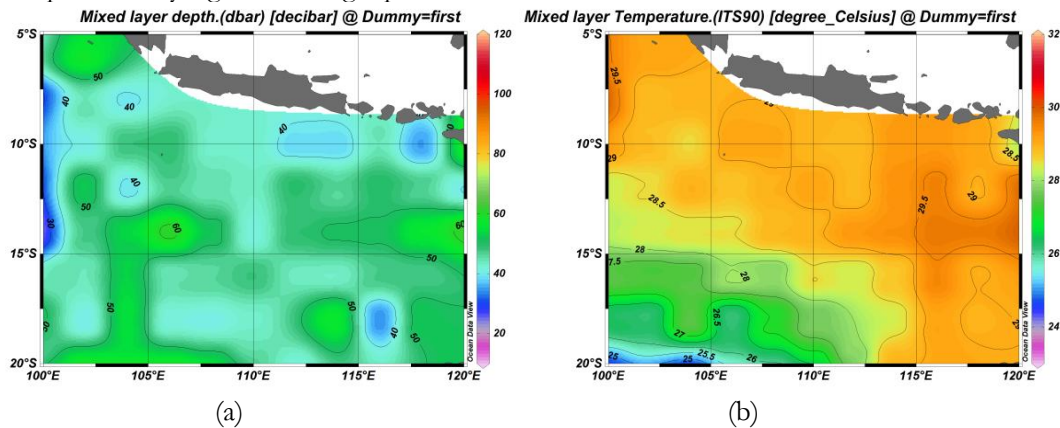


Gambar 2. Sebaran MLD $\Delta T 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pada musim barat berdasarkan (a) kedalaman dan (b) suhu

Musim peralihan 1

Kisaran kedalaman MLD di musim ini berkisar antara 40 hingga 60 dbar (1 dbar = 1,01 meter). Kedalaman MLD pada stasiun yang mendekati pantai memiliki nilai yang lebih dangkal dibandingkan dengan stasiun di laut lepas. Hal ini mungkin terjadi karena angin yang berhembus di laut lepas memiliki kekutan yang lebih besar di bandingkan dengan di dekat pantai sehingga proses *mixing* semakin kuat dan merambah ke lapisan dalam sehingga mengakibatkan lapisan MLD menjadi semakin tebal atau dalam.

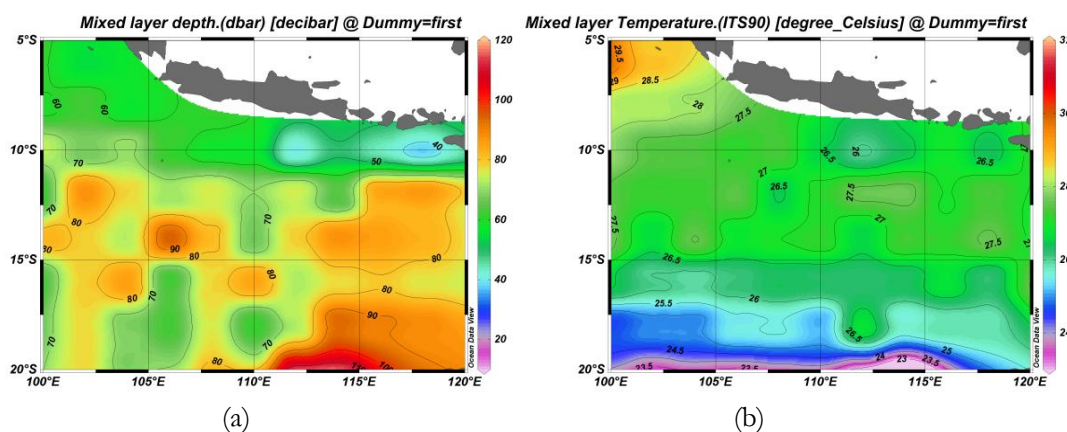
Suhu MLD pada musim ini berada pada kisaran suhu yang relatif hangat. terutama di perairan selatan Jawa dan sekitarnya yaitu berkisar antara 28,5 – 29,5 °C. Hal ini diduga karena masih ada pengaruh dari Musim Barat yang membawa massa air APJ yang cukup hangat sehingga menyebabkan MLD musim ini berada pada suhu yang relatif hangat pula.



Gambar 3. Sebaran MLD ΔT 0,5 °C pada musim peralihan 1 berdasarkan (a) kedalaman dan (b) suhu

Musim timur

Sebaran lapisan MLD memiliki kedalaman yang lebih dalam di bandingkan dengan dua musim sebelumnya, namun dengan suhu yang lebih rendah. Kisaran kedalaman MLD pada musim ini berkisar antara 60 hingga 100 dbar yang merata hampir diseluruh bagian. Suhu di lapisan MLD pada musim ini memiliki nilai yang cukup rendah dibandingkan dengan dua musim sebelumnya yaitu berkisar antara 23 – 28 °C (Gambar 4b). Rendahnya suhu lapisan MLD pada musim ini diduga disebabkan karena adanya pengaruh *upwelling* yang intensif terjadi di perairan ini. Menurut Nontji (1993) dalam Panjaitan (2009) pada periode musim timur di perairan Samudera Hindia berhembus Angin Muson Tenggara yang membuat Arus Katulistiwa Selatan (AKS) semakin berkembang di sepanjang pantai Selatan Jawa. AKS yang bergerak di sepanjang pantai Selatan Jawa mendorong massa air di perairan tersebut ke arah barat daya, sehingga terjadi kekosongan dan kekosongan ini diisi oleh massa air yang berasal dari lapisan yang lebih dalam atau yang lebih dikenal dengan peristiwa *upwelling*.

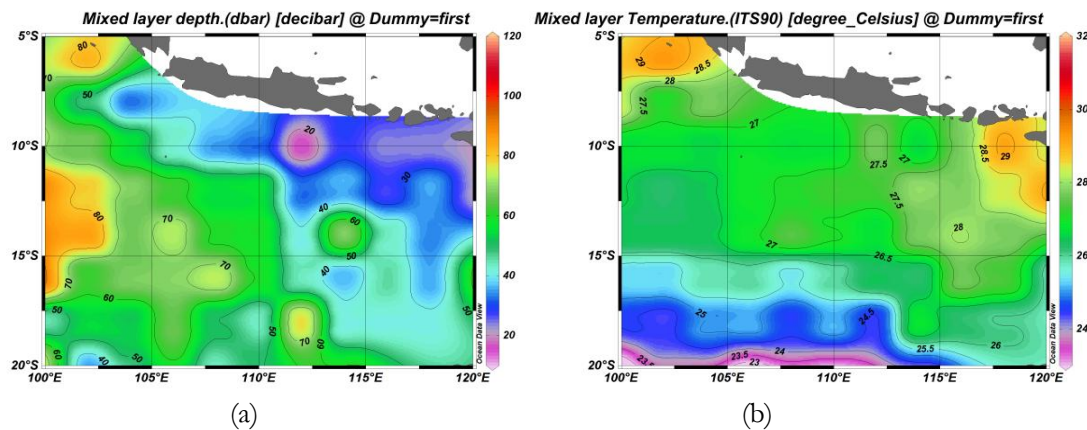


Gambar 4. Sebaran MLD ΔT 0,5 °C pada musim timur berdasarkan (a) kedalaman dan (b) suhu

Musim peralihan 2

Berdasarkan hasil visualisasi kedalaman lapisan MLD pada Musim Peralihan 2 memiliki nilai yang lebih dangkal dibandingkan dengan Musim Timur dan semakin dangkal hingga Musim Barat. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan MLD dipengaruhi oleh keadaan musiman. Wyrkti (1961) juga menjelaskan bahwa variasi MLD diakibatkan oleh adanya pergerakan massa air dan pergantian angin musim.

Kedalaman MLD pada musim ini berkisar antara 20 dbar hingga 80 dbar dengan suhu berkisar antara 23 °C hingga 29 °C. Pada perairan disekitar selatan Jawa Timur terlihat adanya lapisan MLD dengan kedalaman yang lebih dangkal dibandingkan wilayah lain yaituhanya 20 dbar atau 20,39 meter dan memiliki suhu 27,5 °C. Hal ini mungkin terjadi akibat adanya kenaikan massa air (*upwelling*) pada daerah tersebut yang menyebabkan naiknya lapisan termoklin sehingga lapisan diatasnya yaitu MLD menjadi semakin tipis.



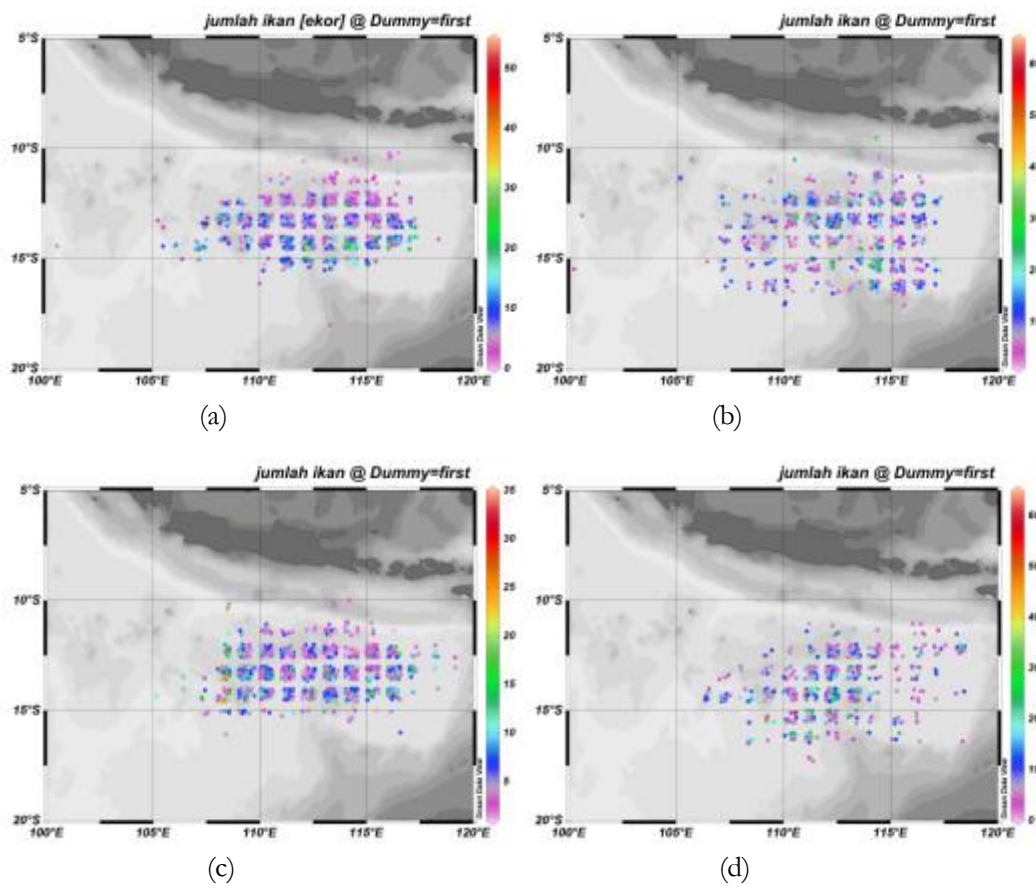
Gambar 5. Sebaran MLD ΔT 0,5 °C pada musim peralihan 2 berdasarkan (a) kedalaman dan (b) suhu

Sebaran ikan tuna

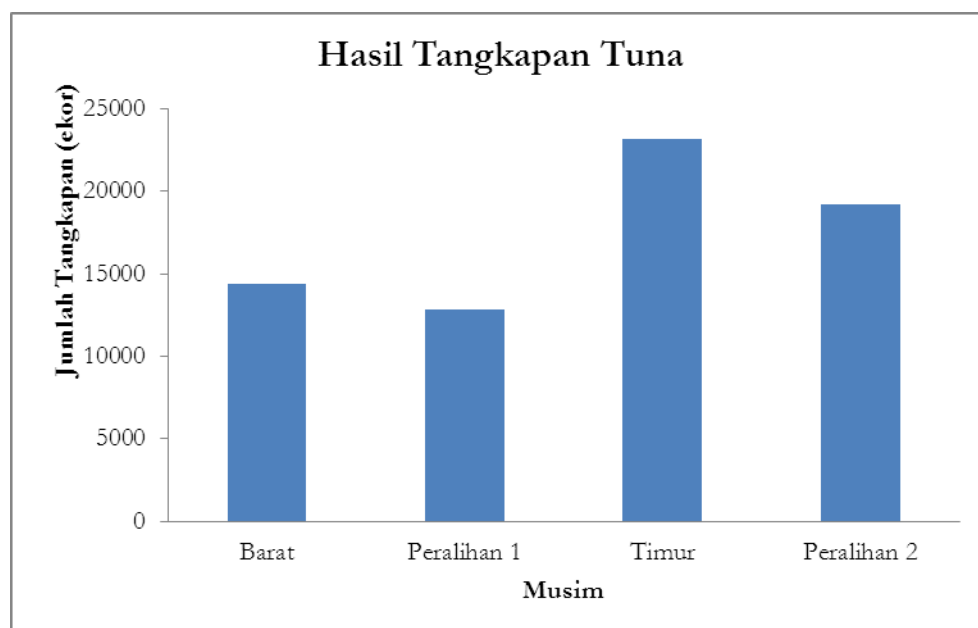
Sebaran Ikan Tuna pada setiap musim menunjukkan bahwa secara umum Ikan Tuna lebih banyak tersebar pada daerah lintang 10°LS – 15°LS dan bujur 110°BT – 115°BT atau sekitar 90 mil dari pantai (Gambar 6). Adhitya (2012) menyatakan bahwa sebaran ikan tuna di perairan Indonesia secara horisontal tersebar pada perairan selatan Jawa, Bali dan Nusa Tenggara.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa penyebaran ikan tuna yang lebih luas terlihat pada Musim Timur yakni berada pada lintang 10°LS – 18°LS dan bujur 105°BT – 119°BT, sedangkan pada Musim Peralihan 1 sebaran ikan tuna lebih sempit dibandingkan musim lainnya yaitu pada lintang 11°LS - 16°LS dan bujur 105°BT - 117°BT. Pada Musim Barat sebaran ikan tuna berada pada lintang 10°LS – 15°LS dan bujur 105°BT – 120°BT sedangkan, Musim Peralihan 2 sebaran ikan tuna berada pada lintang 10°LS – 18°LS dan bujur 106°BT – 118°BT. Sebaran ikan tuna lebih banyak tersebar pada musim Timur diduga disebabkan karena pada Musim Timur perairan Samudera Hindia bagian timur diidentifikasi terjadi fenomena upwelling dan menyebabkan perairan menjadi lebih subur dibandingkan dengan musim lainnya (Wyrkti, 1961; Martono, 2007).

Hasil tangkapan ikan tuna setiap musim menunjukkan nilai yang sebanding dengan luasan sebaran ikan tuna. Semakin luas sebaran ikan tuna menghasilkan hasil tangkapan lebih banyak pada musim tersebut. Berdasarkan data penangkapan pada tahun 1997 dan 1999 dapat dilihat bahwa pada Musim Timur jumlah tangkapan yang dihasilkan mencapai 23.162 ekor, sedangkan pada Musim Peralihan 1 jumlah tangkapan hanya berjumlah 12.873 ekor (Gambar 7). Hasil tangkapan pada Musim Barat berjumlah 14.421 ekor dan pada Musim Peralihan 2 berjumlah 19.170 ekor.



Gambar 6. Sebaran tuna pada (a) musim barat, (b) musim peralihan 1, (c) musim timur dan (d) musim peralihan 2

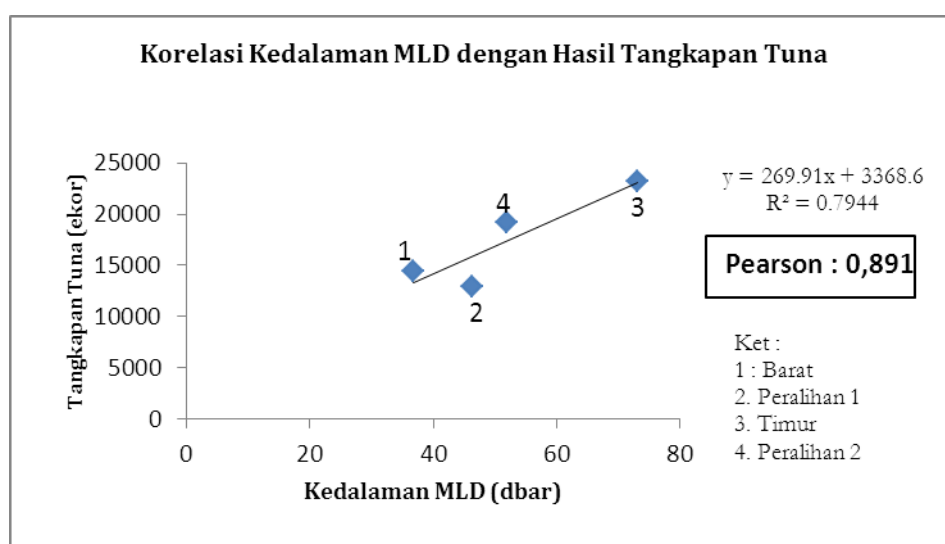


Gambar 7. Hasil tangkapan tuna setiap musim

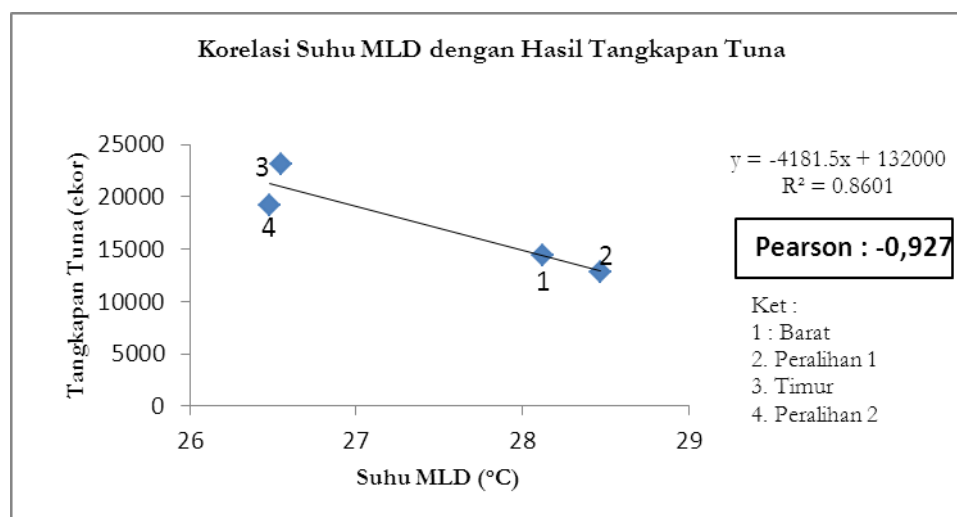
Hubungan MLD dengan Tuna

Hubungan antara kedalaman MLD dengan hasil tangkapan Tuna serta suhu MLD dengan hasil tangkapan Tuna, dapat dilihat pada grafik seperti dalam Gambar 8 dan Gambar 9. Pengujian korelasi hubungan antara kedalaman MLD dengan hasil tangkapan Tuna menghasilkan nilai koefisien korelasi Pearson sebesar +0,891. Berdasarkan nilai koefisien korelasi Pearson ini menunjukkan bahwa antara kedalaman MLD dan hasil tangkapan tuna memiliki nilai korelasi linier positif yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan MLD maka semakin banyak pula hasil tangkapan Tuna khususnya Big Eye Tuna.

Hasil sebaliknya terlihat pada grafik hubungan antara suhu MLD dan hasil tangkapan tuna yang memiliki grafik berbanding terbalik. Pada Gambar 9 terlihat bahwa semakin rendah suhu MLD justru menghasilkan penangkapan tuna yang semakin tinggi. Pengujian korelasi hubungan antara suhu MLD dengan hasil penangkapan Tuna pun menghasilkan nilai koefisien korelasi Pearson yang tinggi namun dengan nilai negatif yaitu -0,927. Suhu MLD tertinggi berada pada Musim Peralihan 1 yang mencapai nilai rata-rata 28,47 °C namun menghasilkan tangkapan yang paling rendah yaitu 12.873 ekor. Hal ini diduga disebabkan karena kandungan oksigen terlarut pada Musim Peralihan 1 di daerah sebaran tuna memiliki nilai yang cukup rendah, sehingga mengakibatkan jumlah Tuna berkurang (Teliandi, 2013).

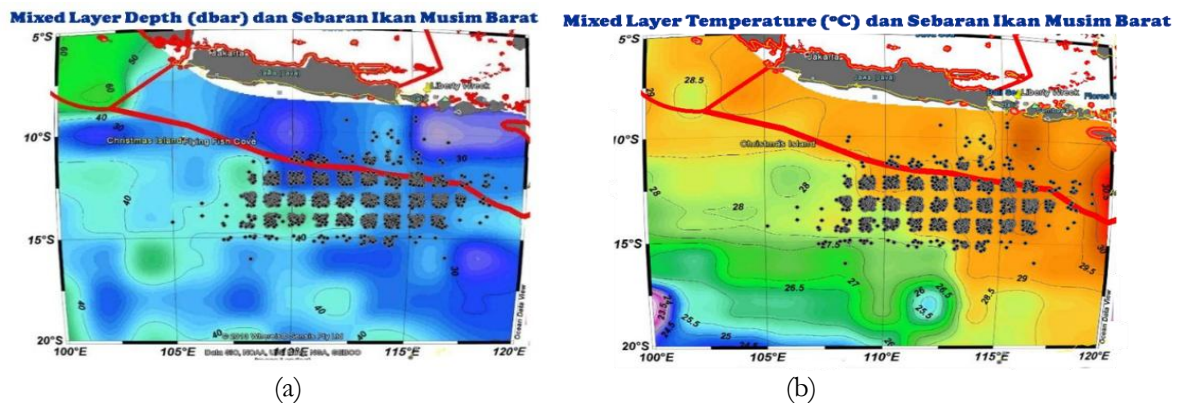


Gambar 8. Grafik korelasi antara kedalaman MLD dan tangkapan tuna

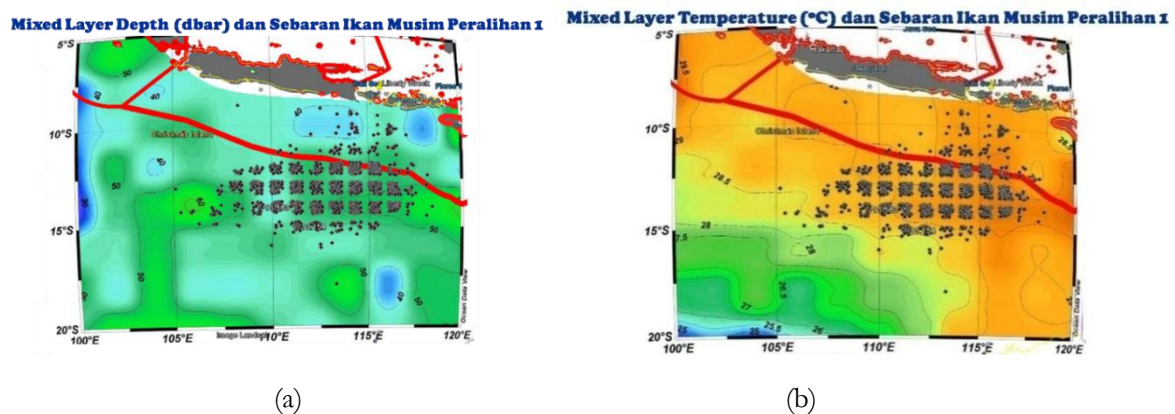


Gambar 9. Grafik korelasi antara suhu MLD dan tangkapan tuna

Hubungan MLD dengan sebaran tuna dapat dilihat berdasarkan *plotting overlay* yang dilakukan setiap musim. Garis merah pada peta menunjukkan batas Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) dimana perairan selatan Jawa berada pada WPP 573. Pada Musim Barat terlihat bahwa sebaran Tuna pada musim ini berada pada kisaran kedalaman MLD 40 dbar atau 40,79 meter dengan suhu MLD yang relatif hangat yaitu berkisar 29 °C (Gambar 10). Berdasarkan hasil visualisasi terlihat bahwa sebaran tuna lebih banyak berada di luar batas WPP atau berada pada daerah laut lepas. Pada Musim Peralihan 1 tuna lebih banyak tersebar pada kedalaman MLD berkisar antara 50 – 60 dbar atau sekitar 51 – 61 meter dengan suhu yang relatif hangat yaitu pada kisaran 28,5 – 29 °C (Gambar 11).

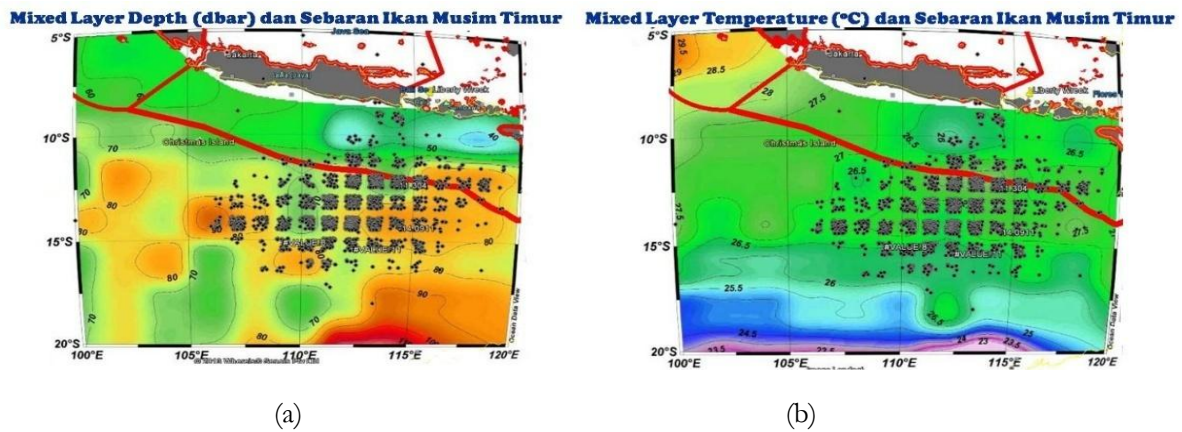


Gambar 10. *Overlay* (a) kedalaman MLD dan (b) suhu MLD dengan sebaran tuna pada Musim Barat

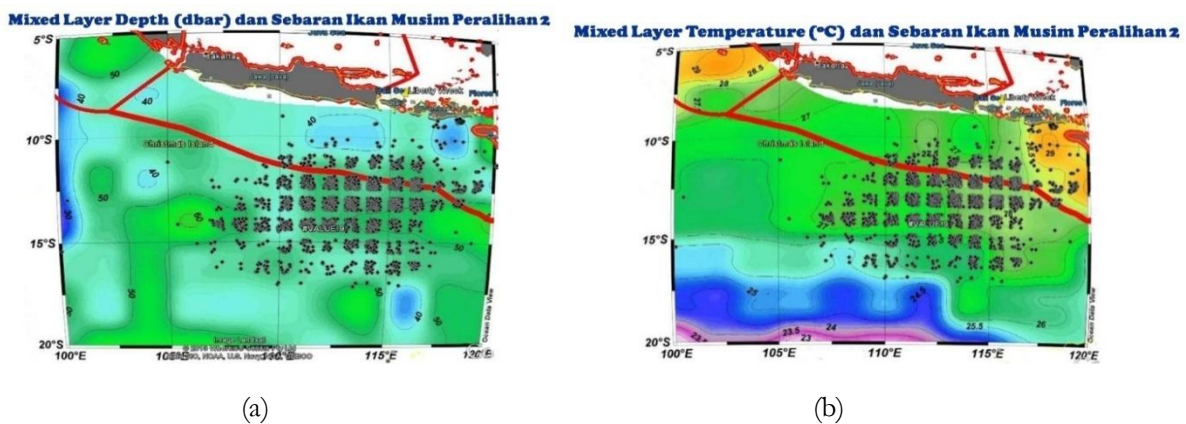


Gambar 11. *Overlay* (a) kedalaman MLD dan (b) suhu MLD dengan sebaran tuna pada musim peralihan 1.

Pada Musim Timur, tuna lebih banyak tersebar pada kedalaman MLD 70 – 90 dbar atau sekitar 71,39 – 91,79 meter dengan luasan sebaran tuna yang lebih luas dibandingkan dua musim sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan MLD maka semakin luas pula wilayah penyebaran tuna. Selain itu, kisaran suhu pada musim ini relatif lebih rendah dibandingkan dua musim sebelumnya yakni berkisar antara 26,5 – 27 °C (Gambar 12b). Rendahnya suhu MLD pada musim ini diduga diakibatkan adanya *upwelling*, yang mengakibatkan suhu dingin lapisan dalam terbawa hingga lapisan MLD. Naiknya suhu dari lapisan dalam ini juga diikuti oleh naiknya unsur hara dan nutrisi ke lapisan MLD, sehingga lapisan MLD menjadi subur. Hal inilah yang menyebabkan sebaran Tuna di lapisan MLD pada Musim Timur memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan musim-musim lainnya. Pada Musim Peralihan 2, tuna lebih banyak tersebar pada MLD dengan kedalaman 50 – 60 dbar atau 51 - 61 meter dengan suhu berkisar antara 26 – 27 °C (Gambar 13). Kedalaman MLD pada musim ini menurun dibandingkan dengan Musim Timur dan hal ini sebanding dengan luas sebaran tuna yang juga menurun.



Gambar 12. Overlay (a) kedalaman MLD dan (b) suhu MLD dengan sebaran tuna pada musim timur



Gambar 13. Overlay (a) kedalaman MLD dan (b) suhu MLD dengan sebaran tuna pada musim peralihan 2

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa MLD kriteria ΔT 0,5 °C di Samudera Hindia bagian Timur memiliki nilai rata-rata kedalaman paling dangkal berada pada Musim Barat yaitu bernilai 36,6 dbar atau 37,33 meter dan paling dalam berada pada Musim Timur yaitu bernilai 73,18 dbar atau 74,64 meter. Kisaran suhu MLD kriteria ΔT 0,5 °C memiliki nilai rata-rata tertinggi pada Musim Peralihan 1 yaitu 28,47 °C dan terendah pada Musim Peralihan 2 yaitu 26,48°C. Sebaran tuna paling banyak tersebar pada Musim Timur dan paling sedikit pada Musim Peralihan 1. Korelasi hasil tangkapan tuna berbanding lurus atau berkorelasi positif terhadap kedalaman MLD dan berbanding terbalik atau berkorelasi negatif terhadap suhu MLD.

Ucapan Terimakasih

Artikel ini merupakan bagian dari Skripsi penulis pertama, yang dibimbing oleh penulis kedua hingga ketiga, telah disidangkan pada Oktober 2013. Seluruh penulis mengucapkan terimakasih kepada: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran atas fasilitas yang telah disediakan; Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan Perikanan (Balitbang KP) atas data dan fasilitas yang telah disediakan selama proses penelitian; Komunitas Instrumentasi dan Teknologi Kelautan (KOMITMEN) yang telah membantu dalam diskusi pengolahan data. Artikel ini diterbitkan dengan dana APBN DIPA pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir TA. 2013 dengan kegiatan “Kajian Perubahan Monsun di Perairan Indonesia (MOMSEI)”.

Daftar Pustaka

- Barata, A., D. Novianto, A. Bahtiar. 2011. Sebaran ikan tuna berdasarkan suhu dan kedalaman di Samudera Hindia. *Ilmu Kelautan*, 16 (3): 165-170.
- Kara, A. B., P. A. Rochford, H. E. Hulburt. 2003. Mixed layer depth variability over the global ocean. *Journal Of Geophysical Research*, 108: C3.3079.
- Martono, Halimurrahman, R. Komarudin, Syarief, S. Priyanto, D. Nugraha. 2007. Studi variabilitas lapisan atas perairan Samudera Hindia berbasis model laut. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Bandung.
- Montegut, C. B., G. Madec., A. S. Fischer., A. Lazar., D. Iudicone. 2004. Mixed layer depth over global ocean : an examination of profile data and a profile-based climatology. *Journal of Geophysical Research* , 109: 1 – 20.
- Nugraha, B., D. Nugroho. 2013. Swimming layer and feeding periodicity of tuna in Indian Ocean. MOMSEI Workshop. Loka Penelitian Perikanan Tuna. Benoa, Bali.
- Panjaitan, R. J. A. 2009. Variabilitas konsentrasi klorofil-a dan suhu permukaan laut dari citra satelit Aqua Modis serta hubungannya dengan hasil tangkapan Ikan Lemuru di perairan Selat Bali. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknolgi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor.
- Saji, N. H., B. N. Goswani., P. N. Vinayachandran., T. Yamagata. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*, 401: 360 – 363.
- Teliandi, D. 2013. Hubungan variabilitas mixed layer depth terhadap sebaran tuna di Samudera Hindia bagian timur. Skripsi. P.S. Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Vinayachandran, P. N., S. Iizuka, T. Yamagata. 2002. Indian ocean dipole mode events in an ocean general circulation model. *Deep-Sea Research II*, 49: 1573 – 1596.
- Wyrtki, K. 1961. *Physical oceanography of the southeast asian waters*. NAGA Report Vol. 2. Scripps Inst. Oceanography. The University of California. La Jolla, California.