



Kajian Enso, Hubungannya Dengan Suhu Permukaan Laut Di Teluk Bone

Kusriyati

Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Corresponding Author: ✉ kusriyati8643@gmail.com

ABSTRACT

ENSO (El Nino Southern Oscillation) that occurs in the eastern tropical Pacific Ocean has an impact on Indonesian seas. Bone Bay which constitutes a part of Indonesian seas in eastern Indonesia is also estimatedly influenced by ENSO. The purposes of this study are to: 1) determine the characteristics of sea surface temperature (SST) in Bone Bay; and 2) determine the relationship between ENSO and SPL. The Southern Oscillation Index (SOI) data during 2003-2012 period have downloaded from the website of the Australian Bureau of Meteorology (BoM), while the SPL data in Bone Bay from MODIS satellite imagery measurement have downloaded from NASA's website. The set net catch data were obtained from the set net data of each hauling from 2008 to 2011. Descriptive and quantitative analysis is employed to answer the first purpose. Correlation analysis was used to answer the second purposes. SST in Bone Bay is relatively high during West Monsoon with a temperature range of 29.8 to 32°C and relatively low during East Monsoon with a range of 28.1 to 30.5 °C. There seems to be a weak positive relationship between SOI and SPL. It happens because the semi-confined ecosystem of Bone Bay gets more water-mass influences from the surrounding area than that ENSO in Pasifik Ocean.

Kata Kunci

ENSO, Sea Surface Temperature, Bone Bay

PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia merupakan daerah yang terletak pada ekuator dan berbatasan langsung dengan Samudera Pasifik di bagian timur. Letak geografis ini mengakibatkan perairan Indonesia turut merasakan dampaknya terjadinya El Nino. (Susanto dan Gordon, 2005 dalam Qu *et al.*, 2005). Kawasan Indonesia yang paling berpotensi terpengaruh oleh ENSO merupakan kawasan Indonesia bagian timur (BMKG, 2010). Teluk Bone merupakan salah satu perairan Indonesia yang berada di kawasan Indonesia bagian timur sehingga diperkirakan dipengaruhi oleh ENSO. Saat terjadi El Nino, perairan di wilayah pasifik Tengah dan Timur menjadi hangat, sedangkan di perairan Indonesia menjadi lebih dingin (Kunarso dkk., 2005; Wang dan Fiedler, 2006).

Pengambilan data langsung sering terkendala dengan keberlanjutan data (*time series*) dikarenakan observasi di perairan terutama di laut sangat mahal

dan memakan waktu (Lillesand dan Kiefer, 1990; Nezlin dan Bai-Lian, 2003). Wilayah laut yang sangat luas dan cuaca yang cepat sekali berubah menjadi permasalahan tersendiri, sehingga perlu dicarikan sebuah teknik perolehan data yang efektif dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional. Saat ini telah berkembang secara pesat metode penginderaan jauh, yaitu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek atau fenomena dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan benda, objek atau dengan fenomena itu sendiri (Lillesand dan Kiefer, 1990). Teknologi ini mampu memberikan informasi secara cepat, berulang dan kontinyu sehingga bisa mengamati fenomena di lautan yang luas dan dinamis (Kusumowidagdo dkk., 2008).

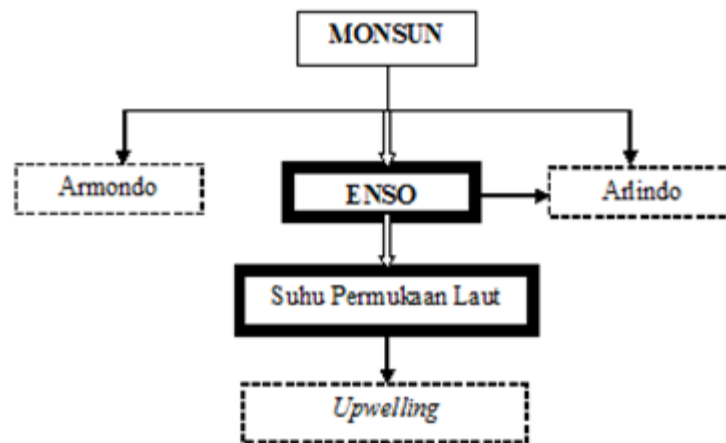
Kawasan Teluk Bone pada umumnya dipengaruhi oleh dua musim, yaitu Musim Barat dan Musim Timur. Pada Musim Barat (Desember-Februari), kondisi cuaca dipengaruhi oleh angin yang datang dari Pulau Jawa melewati Kepulauan Selayar sehingga angin yang memasuki Teluk Bone agak melemah. Pada Musim Timur (Juni-Agustus) angin berhembus dari laut Flores langsung menuju kawasan Teluk Bone sehingga angin bertiup sangat kencang (Wyrтки, 1961; Hidayati dkk., 2011). Keadaan arus laut permukaan di perairan Indonesia sangat dipengaruhi oleh Musim Barat dan Musim Timur. Kondisi arus Musim Barat diwakili oleh arus pada bulan Februari dan arus Musim Timur diwakili oleh arus pada bulan Agustus. Kedua bulan tersebut merupakan puncak dari masing-masing musim (Bakosurtanal, 2009).

Kondisi oseanografi Indonesia banyak dipengaruhi oleh angin monsun. Angin monsun menimbulkan Arus Monsun Indonesia (Armondo) yang bertemu dengan Arus Lintas Indonesia (Arlindo) dari Samudera Pasifik di Laut Flores dan Laut Banda. Arah Arlindo dipengaruhi secara tidak langsung oleh monsun, seperti yang terjadi di Selat Makassar. Arlindo membawa massa air dari Samudera Pasifik yang bervariasi dengan hadir atau tidaknya El Nino (Wrtki, 1961; Ilahude dan Nontji, 1999).

ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) merupakan fenomena yang muncul akibat adanya interaksi antara atmosfer dengan samudera Pasifik dan mempengaruhi kondisi lingkungan secara global. El Nino terjadi dengan didahului adanya hembusan angin pasat dari timur secara terus menerus di Samudera Pasifik sehingga membentuk kolam air hangat. Kemudian angin monsun yang berasal dari Indonesia melebar ke kawasan Barat Pasifik yang mengalami kekosongan karena ditinggalkan oleh angin timur dan membentuk Letupan Angin Barat (LAB). LAB ini mendorong massa air hangat ke arah timur hingga mencapai pantai Amerika Tengah dan Selatan sehingga memicu

terjadinya El Nino. Keadaan ini menyebabkan suhu dan tinggi muka laut di Pasifik Barat atau sekitar perairan Indonesia turun. Hal inilah yang menyebabkan angin monsun turut mempengaruhi terjadinya El Nino (Ilahude dan Nontji, 1999; Azis, 2006) (Gambar 1).

Adanya penurunan tinggi muka laut di Pasifik Barat pada saat El Nino mempengaruhi tekanan air naik ke atas (*upwelling*) di perairan Indonesia menjadi besar. Hal ini diduga menjadi salah satu sebab mengapa *upwelling* pada saat El Nino lebih kuat intensitasnya daripada saat normal dan La Nina. *Upwelling* merupakan proses naiknya massa air dari lapisan dalam yang miskin oksigen tetapi kaya akan nutrien, sehingga menyebabkan konsentrasi klorofil meningkat (Hutabarat dan Evans, 1985; Kunarso dkk., 2005).



Gambar 1. Kerangka Teori

Perairan dengan kandungan klorofil-a tinggi pasti banyak mengandung fitoplankton yang disenangi oleh gerombolan ikan (Nybakken, 1982; Ghazali dan Manan, 2011). *Upwelling* menyebabkan daerah tersebut sebagai tempat yang subur bagi jutaan plankton dan populasi ikan di perairan tersebut akan meningkat khususnya ikan pelagis (Hutabarat dan Evans, 1985; Amri dan Nababan, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik suhu permukaan laut (SPL) dan menentukan hubungan antara ENSO dengan SPL. Kajian ENSO dan hubungannya dengan SPL ini penting untuk dilakukan, mengingat perairan ini merupakan penghasil ikan yang potensial dan menjadi sumber penghidupan hampir 4 juta penduduk di sekitar Teluk Bone.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data SOI (*Southern Oscillation Index*) untuk menentukan terjadinya El Nino, La Nina dan kondisi Normal di Samudera Pasifik. Data SOI diunduh dari website Biro Meteorologi Australia (BoM). Data

citra SPL menggunakan hasil pengukuran citra satelit MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) level 3 yang diunduh dari website NASA di <http://daac.gsfc.nasa.gov/oceancolor> tahun 2003-2012. Data citra satelit yang digunakan divalidasi dengan data lapangan untuk mengetahui sejauh mana data citra penginderaan jauh dapat memberikan informasi yang sesuai dengan kondisi aslinya menggunakan RMS Error dan uji kemiripan data menggunakan uji T untuk pasangan sampel. Data lapangan menggunakan hasil penelitian dari Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non Hayati, Badan Riset Kelautan dan Perikanan yang dilakukan di Teluk Bone pada tanggal 1-10 Agustus 2004.

Karakteristik SPL dilakukan dengan menyajikan grafik dan peta sebaran SPL. Grafik dan peta sebaran diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai fluktuasi SPL secara bulanan serta dapat memberikan gambaran mengenai pola SPL di seluruh wilayah perairan Teluk Bone.

Untuk menentukan hubungan ENSO dengan SPL menggunakan analisis korelasi antara data SOI dengan rata-rata SPL tahun 2003-2012. Koefisien korelasi (r) menunjukkan adanya kekuatan korelasi antar variabel. Tanda positif atau negatif menunjukkan arah korelasinya (Suharto, dkk., 2004). Batasan nilai kekuatan korelasi disajikan pada Tabel 1.

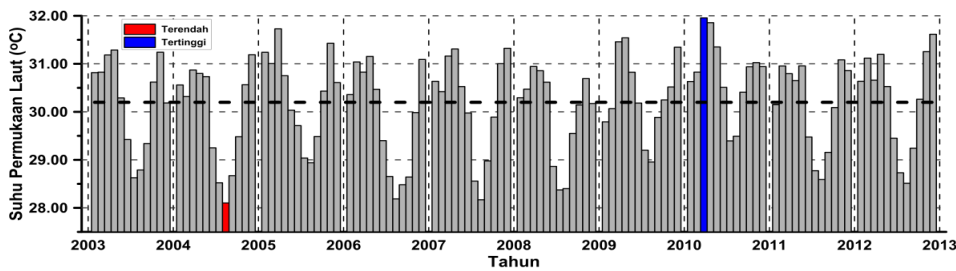
Tabel 1.
Batasan Nilai Kekuatan Korelasi

Batasan	Kekuatan Korelasi
0,00 - 0,199	Sangat lemah
0,20 - 0,399	Lemah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat kuat

(Sumber: Satria, 2013)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis citra satelit MODIS terhadap suhu permukaan laut di Teluk Bone tahun 2003-2012 dapat dilihat pada Gambar 2. Diketahui bahwa rata-rata SPL tertinggi terjadi pada bulan Maret tahun 2010 yaitu sebesar 32 °C dan rata-rata SPL terendah terjadi pada bulan Agustus tahun 2004 yaitu sebesar 28,1°C.



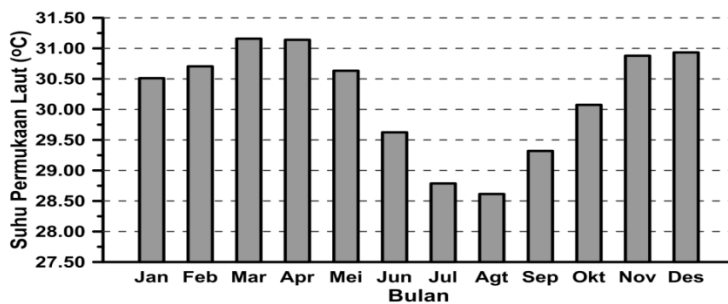
Gambar 2.

Rata-Rata Suhu Permukaan Laut Teluk Bone Tahun 2003-2012

(Sumber: Pengolahan data sekunder, 2013)

Secara umum suhu permukaan laut Teluk Bone mengalami penurunan antara bulan Juni-September yang berkisar antara 28,1- 30,5°C, hal ini bertepatan dengan terjadinya musim timur di Teluk Bone (Gambar 3). Menurut Wyrтки (1961), musim timur di Teluk Bone terjadi pada bulan Juni-Agustus, saat itu arus yang berasal dari Laut Banda menuju ke Barat melewati Laut Flores.

Suhu permukaan laut mengalami kenaikan pada bulan November-April yang berkisar antara 29,8 - 32°C. Kondisi ini hampir bersamaan waktunya dengan musim Barat di Teluk Bone yang terjadi pada bulan Desember-Februari. Menurut Wyrтки (1961), pada saat itu arus permukaan laut yang berasal dari arah Barat (Laut Jawa) mengalir ke arah Timur (Laut Banda) melewati Laut Flores dengan membawa massa air hangat.



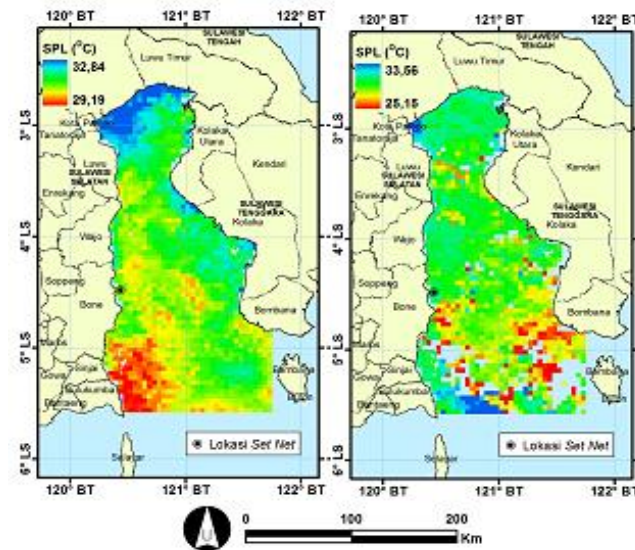
Gambar 3.

Rata-Rata Suhu Permukaan Laut Bulanan Di Teluk Bone Tahun 2003-2012

(Sumber: Pengolahan data sekunder, 2013)

Dari citra sebaran suhu permukaan laut pada bulan Mei dan Desember 2003 (Gambar 4) terlihat bahwa pada bulan Mei 2003 sebaran SPL berkisar antara 29,2 - 32,8°C, massa air dengan nilai SPL tinggi (dicirikan dengan warna biru tua) mendominasi perairan di sekitar bagian utara dan timur Teluk Bone (Kota Palopo, Luwu Timur dan sebagian Kabupaten Kolaka). Pada bulan Mei

di Teluk Bone sedang terjadi musim pancaroba I yang bersamaan dengan musim kemarau di wilayah sekitar Teluk Bone.



Gambar 4.

Sebaran Suhu Permukaan Laut Bulan Mei 2003 (a) Dan Desember 2003 (b)

(Sumber: Pengolahan data sekunder, 2013)

Berdasarkan nilai SOI pada bulan tersebut terjadi El Nino dengan nilai SOI sebesar -7,4. Pada bulan Desember 2003 sebaran SPL berkisar antara 25,2 – 33,6°C, massa air dengan nilai SPL tinggi terdapat di sekitar Kota Palopo (bagian utara Teluk Bone) serta di sekitar perairan Sinjai dan Bulukumba (selatan Teluk Bone). Bulan Desember masuk merupakan saat terjadinya musim barat di Teluk Bone yang bersamaan dengan musim penghujan di wilayah sekitar Teluk Bone.

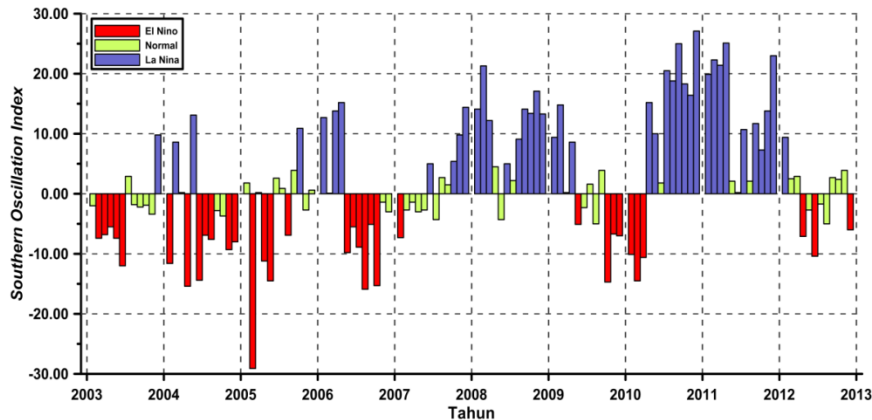
Uji validasi SPLTeluk Bone menggunakan perhitungan nilai RMS Error adalah 3,27. Nilai RMSE yang cukup tinggi ini menunjukkan terjadi perbedaan yang cukup besar antara hasil pengukuran *in situ* dengan hasil pengukuran citra satelit. Perbedaan ini dapat dikarenakan perbedaan waktu pengambilan sampel dengan waktu melintasnya satelit MODIS di area penelitian (Zakiyah, 2012). Selain itu, perbedaan tersebut diperkirakan karena data citra merupakan data rata-rata bulanan, sedangkan data *in situ* merupakan data harian.

Faktor lain yang diduga turut menyebabkan perbedaan ini adalah resolusi spasial citra tersebut. Semakin besar resolusi spasial suatu citra maka informasi detil suatu daerah semakin berkurang (Masriat, dkk., 2009). Data citra MODIS yang digunakan merupakan nilai piksel dengan luasan 4x4 km, sedangkan pengambilan data *in situ* dilakukan pada satu titik area sehingga kemungkinan terjadi perbedaan antara data *in situ* dengan data citra. Namun untuk cakupan

daerah yang luas, penggunaan citra MODIS cukup baik untuk menjelaskan kondisi sebenarnya di lokasi penelitian. Meskipun demikian, untuk cakupan daerah yang luas penggunaan citra MODIS cukup baik untuk menjelaskan kondisi sebenarnya di lokasi penelitian.

Dari hasil perhitungan uji T SPL untuk pasangan sampel (paired sample T-Test) didapat nilai signifikansi (2 tailed) sebesar 0,131. Hal itu berarti probabilitas lebih dari 0,05 yang menunjukkan nilai SPL hasil pengukuran *in situ* dengan hasil pengukuran citra satelit identik atau mirip.

Gambar 5 menunjukkan rata-rata nilai SOI bulanan pada peristiwa El Nino (nilai SOI negatif) dan La Nina (nilai SOI positif) yang terjadi sedikitnya selama 3 bulan berturut-turut pada periode tahun 2003-2012, sedangkan nilai SOI antara -5 sampai dengan +5 disebut normal. Secara total tampak pada gambar telah terjadi 34 kasus El Nino dan 41 kasus La Nina. Waktu kejadian El Nino dan La Nina tersebut tampak tidak beraturan, sehingga tidak ada periode siklus kejadian yang konsisten. Demikian juga lama kejadian El Nino dan La Nina yang sangat bervariasi, berkisar antara 3-6 bulan pada El Nino dan antara 5-10 bulan pada La Nina. Nilai rata-rata SOI yang terjadi berkisar antara -5,1 hingga -29,1 pada kasus El Nino dan antara 5 hingga 27,1 pada kasus La Nina.



Gambar 5. Rata-Rata SOI Bulanan Tahun 2003-2012

(Sumber: Australian Bureau of Meteorology)

Berdasarkan Tabel 2, terdapat 14 kasus El Nino yang memiliki rata-rata nilai SOI bulanan lebih kecil atau sama dengan -10 dan 30 kasus La Nina yang memiliki rata-rata nilai SOI bulanan lebih besar atau sama dengan +10. Berdasarkan hal tersebut tampak bahwa siklus kejadian El Nino dan La Nina tidak beraturan antara 2-4 tahun sekali. Peristiwa anomali iklim tersebut berpotensi menimbulkan dampak terhadap hasil tangkapan ikan di perairan Indonesia.

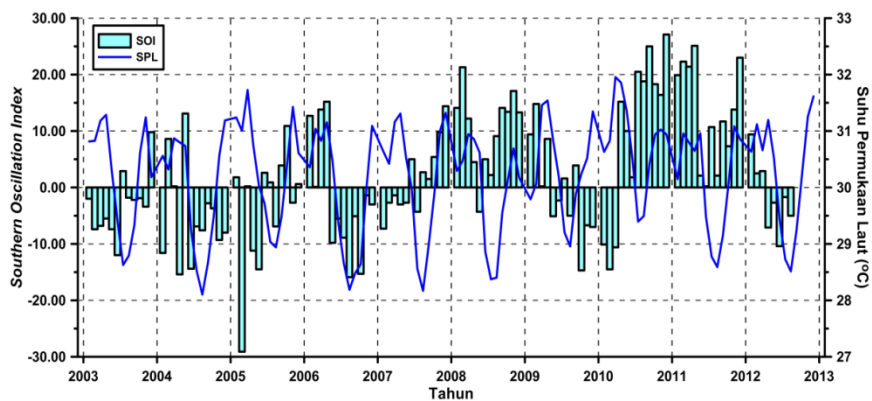
Tabel 2.
Klasifikasi tahun Normal, El Nino dan La Nina tahun 2003-2012
berdasarkan nilai SOI

Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2003	-2	-7,4	-6,8	-5,5	-7,4	-12	2,9	-1,8	-2,2	-1,9	-3,4	9,8
2004	-	11,6	8,6	0,2	15,4	13,1	-14,4	-6,9	-7,6	-2,8	-3,7	-9,3
2005	1,8	-29,1	0,2	11,2	14,5	2,6	0,9	-6,9	3,9	10,9	-2,7	0,6
2006	12,7	0,1	13,8	15,2	-9,8	-5,5	-8,9	-15,9	-5,1	15,3	-1,4	-3
2007	-7,3	-2,7	-1,4	-3	-2,7	5	-4,3	2,7	1,5	5,4	9,8	14,4
2008	14,1	21,3	12,2	4,5	-4,3	5	2,2	9,1	14,1	13,4	17,1	13,3
2009	9,4	14,8	0,2	8,6	-5,1	-2,3	1,6	-5	3,9	14,7	-6,7	-7
2010	-	10,1	-14,5	-10,6	15,2	10	1,8	20,5	18,8	25	18,3	16,4
2011	19,9	22,3	21,4	25,1	2,1	0,2	10,7	2,1	11,7	7,3	13,8	23
2012	9,4	2,5	2,9	-7,1	-2,7	-10,4	-1,7	-5	2,7	2,4	3,9	-6

(Sumber: Australian Bureau of Meteorology)

Berdasarkan analisis korelasi antara nilai SOI dengan suhu permukaan laut di dapat nilai koefisien korelasi sebesar 0,141. Artinya secara statistik tidak terdapat bukti yang kuat untuk menyatakan hubungan nyata antara dua variabel tersebut.

Berdasarkan Gambar 9, pada bulan-bulan tertentu , contohnya pada bulan Mei-Oktober tahun 2006 terjadi El Nino kuat dengan nilai rata-rata SOI bulanan sebesar -10,1 yang diikuti dengan penurunan suhu dengan kisaran rata-rata 28,2 - 30,5 °C. Pada bulan Oktober 2007- Maret 2008 terjadi fenomena La Nina kuat dengan nilai rata-rata SOI bulanan sebesar 12,9 yang diikuti dengan naiknya SPL di Teluk Bone yang berkisar antara 30,3 - 31,3 °C. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Azis (2006) yang menyimpulkan bahwa ada hubungan antara anomali pemanasan di Samudera Hindia dan Pasifik dengan terjadinya El Nino.



Gambar 6.

Rata-rata nilai SOI dan SPL di Teluk Bone tahun 2003-2012

(Sumber: Pengolahan data sekunder, 2013)

Fluktuasi SPL di Teluk Bone tidak selalu berhubungan dengan terjadinya ENSO di samudera Pasifik tropis bagian timur. Hal tersebut dikarenakan penurunan SPL di Teluk Bone tidak secara konsisten disebabkan oleh terjadinya El Nino. Kondisi sebaliknya juga terjadi saat fenomena La Nina tidak menyebabkan peningkatan SPL di Teluk Bone secara konsisten. Hal ini diduga karena kondisi ekosistem Teluk Bone memiliki kekhasan sebagai perairan semi tertutup dibandingkan dengan Selat Makassar dan Laut Flores, sehingga fenomena ENSO di Samudera Pasifik tropis bagian timur tidak berpengaruh secara langsung terhadap perairan Teluk Bone. Arus Lintas Indonesia (Arlindo) yang mengalir dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia yang melewati Selat Makassar dan Laut Flores tidak terlalu banyak mempengaruhi kondisi perairan Teluk Bone, kecuali pada musim timur perairan Teluk Bone sedikit mendapat pengaruh ENSO yang dibawa melalui Laut Banda dan Laut Flores.

KESIMPULAN

1. Karakteristik suhu permukaan laut di Teluk Bone mengikuti pola musim yang hampir sama sepanjang tahun, yaitu tertinggi pada musim barat dengan kisaran 29,8 – 32°C dan terendah terjadi pada musim timur dengan kisaran 28,1 – 30,5°C.
2. ENSO tidak memiliki hubungan yang kuat dengan suhu permukaan laut di Teluk Bone dengan nilai korelasi 0,141.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. dan Nababan, B. 2009. Karakteristik Suhu Permukaan Laut, Konsentrasi Klorofil-a dan Anomali Tinggi Permukaan Laut Perairan Kalimantan Selatan dan Kaitannya Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Pelagis. *Jurnal Kelautan Nasional* 4 (3): 150-172.
- Azis, M.F. 2006. Mengenal El Nino. *Oseana* 2: 33-40.
- Bakosurtanal, 2009. *Atlas Nasional Indonesia*. <http://www.w3.org/1999>. Diakses tanggal 25 September 2013.
- BMKG. 2010. *Pergeseran Awal Musim Kemarau 2010 Berdasarkan: Monitoring Prediksi EN, SST Perairan Indonesia dan DM*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Ghazali, I., dan Manan, A. 2011. Prakiraan Daerah penangkapan Ikan di Selat Bali Berdasarkan Data Citra Satelit. *Jurnal Kelautan* 4(2): 18-26.
- Hidayati, D., Widayatun, Surtiari, G.A.K., Asiati, D., Yogaswara, H. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Masyarakat Pesisir dalam Menghadapi Perubahan Iklim dan degradasi Sumberdaya Laut*. PT. Leuser Cita Pustaka. Jakarta.
- Hutabarat, S. dan Evans, S.M. 1985. *Pengantar Oseanografi*. UI-Press. Jakarta.
- Ilahude, A.G., dan Nontji, A. 1999. Oseanografi Indonesia dan Perubahan Iklim Global (El Nino dan La Nina). *Lokakarya "Kita dan Perubahan Iklim Global"*. Akademi Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Kunarso, Ningsih, N.S., dan Supangat, A. 2005. Karakteristik Upwelling di Sepanjang Perairan Selatan NTT Hingga Barat Sumatera. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 10 (1): 17-23.
- Kusumowidagdo, M., Sanjoto, T.B., Banowati, E., Setyowati, D.L., Semedi, B. 2008. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. LAPAN dan Jurusan Geografi UNNES. Cetakan kedua. Jakarta.
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 1990. *Remote Sensing and Image Interpretasi*. Gama Press. Yogyakarta.
- Masrikat, J.A.N., Jaya, I., Iskandar, B.H., dan Soedharma, D. 2009. Estimasi Standing Stock Sumber Daya Ikan Berdasarkan Kandungan Klorofil-a. *Penelitian Perikanan Indonesia* 15 (3): 257-266.
- Nezlin, N.P., Bai-Lian, L. 2003. Time-series Analysis of Remote-sensed Chlorophyll and Environmental Factors in The Santa Monica-San Pedro Basin off Southern California. *Journal of marine Systems* 39: 185-202.
- Nybakken, J.W. 1982. *Biologi Laut: Suatu pendekatan Ekologis*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Qu, T., Yan, D., Strachan, J., Meyers, G., Slingo, J. 2005. Sea Surface Temperature and Its Variability in Indonesian Region. *Oceanography* 18: 50-61. Satria, R.

- G. D. 2013. *Konsep Dasar dan Cara Praktis Belajar Analisa Statistik*. P.T. Global Byakta Waylaay. Yogyakarta.
- Suharto, Ign., Girisuta, B., Miryanti, Y.I.P.A. 2004. *Perekayasaan Metodologi Penelitian*. ANDI. Yogyakarta.
- Wang, C., and Fiedler, P.C. 2006. ENSO Variability and The Eastern Tropical Pasific: A Review. *Progress in Oceanography* 69: 239-266.
- Wyrтки, K. 1961. *Scientific Result of Marine Investigations of the South China Sea and the Gulf of Thailand 1959-1961*. Naga report Vol. 2. Scripps Institution of Oceanography La Jolla, California.
- Zakiah, U. 2012. Model Spasial Ekologis Produktivitas Primer Perairan Pantai Delta Mahakam dengan Teknik Penginderaan Jauh. Disertasi: Universitas Gadjah Mada.