

Studi Variabilitas Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Citra Satelit Aqua MODIS Tahun 2007-2011 di Perairan Selat Bali

Amaliana Yuniarti^{*)}, Lilik Maslukah^{*)}, Muhammad Helmi^{*)}

^{*)}Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698
Email : amalianayuniarti@yahoo.co.id^{*)}

Abstrak

Suhu permukaan laut dapat memberikan informasi mengenai *front*, *upwelling*, arus, cuaca atau iklim dan daerah tangkapan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji variabilitas suhu permukaan laut secara spasial dan temporal serta pola penyebarannya selama lima tahun (2007-2011) berdasarkan data citra satelit Aqua MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) level.3 bulanan. Pengambilan data insitu dilakukan pada 10 Agustus 2012 dengan 10 titik sampel. Hasil penelitian menunjukkan suhu permukaan laut mengalami variasi dan fluktuasi berdasarkan pola musim, yaitu musim barat sebesar 29,85°C, musim peralihan I sebesar 29,79°C, musim timur sebesar 26,72°C dan musim peralihan II sebesar 27,86°C. Terlihat fluktuasi antar tahunan dimana suhu permukaan laut pada tahun 2010 memiliki nilai yang paling tinggi dan pada tahun 2008 memiliki nilai yang paling rendah. Tingginya suhu permukaan laut di tahun 2010 diduga terkait dengan fenomena IODM (*Indian ocean dipole mode*) di Samudera Hindia dengan nilai DMI (*Dipole Mode Index*) yang ekstrim negatif dengan nilai DMI sebesar -1.021 dan -1.059 sementara di tahun 2008 memiliki nilai DMI yang ekstrim positif sebesar 0,568 dan 0,860.

Kata Kunci : Suhu permukaan laut, Perairan Selat Bali, MODIS

Abstract

Sea surface temperature can provide information about front, upwelling, sea current, weather/climate and fishing ground. The purpose of this study is to examine the spatial and temporal variability of sea surface temperature and the pattern of its spread in five years (2007-2011). Based on Aqua MODIS Satellite Citra (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) level.3 monthly. The sampling of insitu data was taken in August 10th, 2012 with 30 spots. The result shows that the sea surface temperature experienced variations and fluctuations based on the pattern of seasons, such as west season (29,85°C), transitional season I (29,79°C), east season (26,72°C) and transitional season II (27,86°C). It's clear that the fluctuation of annual sea surface temperature in 2010 had the highest value related with IODM phenomena (*Indian ocean dipole mode*) in Indian Ocean which influenced Bali Strait. This is shown by the negative extreme value of DMI (*Dipole Mode Index*) with the DMI value -1.0215 and -1.059. Whereas in 2008, it had the lowest value showing that the value of DMI (*Dipole Mode Index*) was positive extreme with DMI value 0,568-0,860.

Key words : *Sea Surface Temperatures, Bali Strait, MODIS*

1. Pendahuluan

Perairan Selat Bali merupakan daerah yang menarik untuk dikaji karena lokasinya yang mendapat pengaruh dari beberapa fenomena oseanografi diantaranya sistem arus permukaan laut, Arus Lintas Indonesia (Arlindo), juga pengaruh dari pola pergerakan angin muson. Selain itu, perairan Selat Bali memiliki produktivitas yang tinggi akibat adanya fenomena *upwelling* yang terjadi secara musiman yang berhubungan dengan Samudera Hindia. Adanya variasi interannual seperti *Indian Ocean Dipole Mode* (IODM) di perairan Samudera Hindia secara tidak langsung berpengaruh terhadap kondisi suhu permukaan laut di perairan Selat Bali. (Kunarno *et al* , 2012).

Suhu permukaan laut merupakan faktor penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena suhu dapat mempengaruhi metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme di laut. Suhu permukaan laut sangat penting untuk diketahui karena sebaran suhu permukaan laut dapat memberikan informasi mengenai *front*, *upwelling*, arus, cuaca / iklim dan daerah tangkapan ikan (Susilo, 2000).

Dalam era kemajuan informasi sekarang ini, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) sangatlah diperlukan untuk mempercepat dan mempermudah dalam hal menyampaikan informasi. Salah satunya adalah penginderaan jauh yang dapat dilakukan dengan kajian yang cukup luas tanpa harus mengeluarkan tenaga dan

biaya yang besar, dimana data citra satelit MODIS dapat menghasilkan informasi data beberapa parameter oseanografi salah satunya berupa suhu permukaan laut dengan lingkup penelitian yang cukup luas. Data MODIS ini dapat diperoleh dengan relatif lebih mudah dan singkat jika dibandingkan dengan data citra lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji variabilitas suhu permukaan laut di perairan Selat Bali baik secara spasial maupun temporal selama lima tahun (2007-2011).

Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer berupa pengukuran suhu permukaan laut yang diukur secara langsung di lapangan sebagai verifikasi data citra sedangkan data sekunder berupa data citra satelit Aqua-MODIS.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode yang bersifat deskriptif mempunyai maksud untuk membuat gambaran mengenai situasi-situasi atau kejadian-kejadian serta memiliki tujuan untuk membuat gambaran secara sistematis dan akurat tentang fakta-fakta yang terjadi (Suryabrata,1991). Deskriptif yang digunakan adalah tentang variabilitas suhu permukaan laut di perairan Selat Bali selama lima tahun yang berdasarkan pada analisa citra satelit Aqua MODIS dan data lapangan sebagai verifikasi citra di daerah penelitian. Penentuan lokasi untuk verifikasi data citra dilakukan dengan menggunakan metode Area Sampling (*Cluster Sampling*) adalah teknik sampling daerah untuk menentukan lokasi pengukuran apabila daerah yang diamati adalah daerah yang sangat luas. Dengan menggunakan metode ini peneliti cukup meneliti sebagian daerah saja supaya parameter yang diperoleh dapat menggambarkan karakteristik parameter yang diwakili secara representative.

Pengumpulan Data

Pengumpulan Data Citra Satelit

Data citra satelit yang digunakan adalah data suhu permukaan laut yang diperoleh dari citra satelit Aqua MODIS level 3 berupa citra komposit bulanan selama lima tahun, yaitu bulan Januari 2007 sampai dengan Desember 2011, pada level ini sudah terkoreksi secara radiometrik maupun geometrik dengan resolusi 4 km. Data citra satelit Aqua-MODIS ini diperoleh dengan cara men-*download* pada situs NASA di <http://modis.gfsc.nasa.gov/data> yang kemudian diolah dengan menggunakan program ENVI 4.7 untuk membatasi daerah kajian.

Pengumpulan Data Insitu

Pengukuran suhu permukaan laut dilakukan pada lokasi yang dapat mewakili kondisi perairan dimana letak titik pengukuran berada jauh dari daerah pantai untuk menghindari pengaruh langsung dari *run-off* sungai dan ditempat yang tidak terkena sinar matahari secara langsung agar suhu yang diukur tidak terkontaminasi suhu dari sinar matahari, atau tidak terkena hembusan angin yang kuat, agar tidak terjadi penurunan suhu sampel air (Pickard, 1966). Pengukuran dilakukan menggunakan Water Quality Meter (WQM) merk TOA-DKK Model WQC-24 pada kedalaman 1-5 meter di 10 titik yang berbeda dengan jarak kurang lebih 1km dari titik satu ke titik lainnya yang tersebar berdasarkan pada lingkup daerah penelitian. Dimana setiap titik dicatat posisi koordinatnya dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*) yang kemudian data pengukuran ini selanjutnya dikorelasikan dengan data citra satelit MODIS Level 2 Harian sesuai dengan lintang dan bujurnya. Lokasi Sampling terletak pada 8° 28' 21,63" LS – 8° 37' 20,424" LS dan 114° 40'53,3784" BT – 114° 49' 9,2398" BT.

Pengumpulan Data Dipole Mode Index (DMI)

Data *Dipole Mode Index* (DMI) bulanan pada bulan Januari 2007 hingga Desember 2011 yang diperoleh dengan cara mendownload di situs milik JAMSTEC <http://www.jamstec.go.jp/frsgc/research/d1/ioid>.

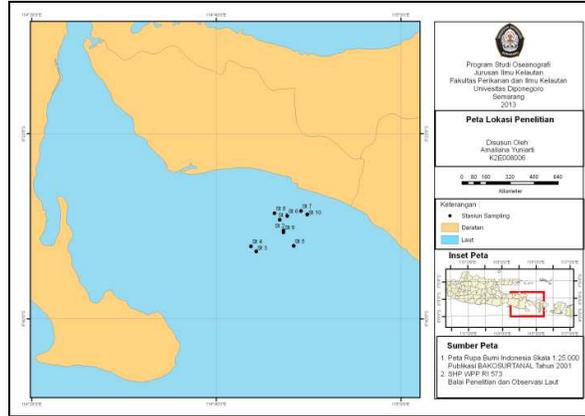
Metode Verifikasi Data Citra dengan Data Insitu

Analisis verifikasi digunakan untuk membandingkan antara data suhu permukaan laut dari citra satelit Aqua-MODIS dengan nilai data lapangan dan untuk mengetahui hubungan dua data variabel tersebut sehingga dapat mengetahui seberapa besar kemampuan data MODIS dalam memberikan nilai informasi suhu permukaan laut yang tepat dari nilai suhu permukaan laut dilapangan yang sesungguhnya.

Metode Analisis Data

Sebaran suhu permukaan laut yang didapatkan dari citra satelit Aqua-MODIS dianalisa secara spasial dan temporal. Dimana analisis spasial dilakukan secara visual dengan cara melihat pola sebaran suhu permukaan laut setiap bulan dan setiap musim nya dari peta pola sebaran suhu permukaan laut tersebut, sehingga dapat diketahui nilai suhu di perairan tersebut memiliki nilai yang tinggi atau rendah pada setiap musim.

Sedangkan analisis temporal suhu permukaan laut dilakukan dengan cara serial tahunan dimana nilai rata-rata bulanan parameter oseanografi tersebut dimasukkan kedalam bentuk grafik, yang kemudian menghasilkan grafik fluktuasi yang memperlihatkan fluktuasi yang terjadi selama lima tahun di perairan Selat Bali, grafik fluktuasi tersebut dapat menggambarkan naik turunnya suhu permukaan laut selama lima tahun dan mengetahui adanya fluktuasi suhu permukaan laut pada setiap musim. Interpretasi fluktuasi suhu berdasarkan waktu berdasarkan pada nilai suhu tertinggi, nilai suhu terendah, dan rata-rata suhu permukaan laut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

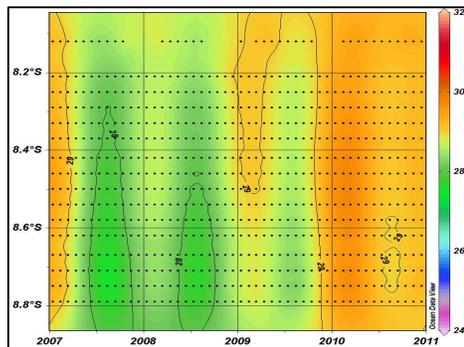
2. Hasil dan Pembahasan

Verifikasi Data Citra dengan Data insitu

Hasil dari verifikasi antara data MODIS pada 10 Agustus 2012 dengan data insitu pada 10 Agustus 2012 didasarkan pada 10 titik didapatkan nilai *Mean Percentage Error* (Rata-rata persentase kesalahan) dari suhu permukaan laut insitu dan citra hanya sebesar 2,43% yang memperlihatkan bahwa nilai suhu permukaan laut citra dapat mewakili keadaan di lapangan.

Analisis Spasial Suhu Permukaan Laut

Sebaran spasial suhu permukaan laut di perairan Selat Bali pada tahun 2007 hingga 2011 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sebaran Spasial Suhu Permukaan Laut di Perairan Selat Bali (2007-2011).

Berdasarkan gambar 2 terlihat pada tahun 2007 memiliki nilai suhu permukaan laut yang cukup tinggi dengan nilai suhu 28,37 °C sedangkan pada tahun 2008 mengalami penurunan yaitu mencapai puncak suhu terendah sebesar 27, 87 °C namun pada tahun 2009 mengalami peningkatan dengan nilai suhu 28,71°C kemudian pada tahun 2010 mengalami peningkatan nilai suhu permukaan laut yaitu mencapai puncak suhu tertinggi sebesar 29,65 °C kemudian pada tahun 2011 mengalami penurunan dengan nilai suhu 28,21 °C. Pada gambar 2 terlihat nilai suhu permukaan laut yang rendah terletak pada lintang 8,4 °LS – 8,8 °LS, hal ini dikarenakan letaknya yang berhubungan langsung dengan Samudera Hindia. Adanya fluktuasi suhu permukaan laut antar-tahunan diduga terkait dengan fenomena IODM (*Indian ocean dipole mode*). Tingginya kisaran suhu pada tahun 2010 di perairan Selat Bali pada Gambar 2 yang mencapai 29,65 °C diperkirakan berhubungan dengan fenomena IODM pada tahun 2010 di Samudera Hindia yang mempengaruhi perairan Selat Bali,

Gambar 5. Grafik Fluktuasi Musiman Suhu Permukaan Selama Lima Tahun (2007-2011) di Perairan Selat Bali.

Berdasarkan gambar 4 terlihat nilai suhu permukaan laut pada tiap tahunnya memiliki variasi dan fluktuasi yang hampir sama, dimana puncak suhu tertinggi berada pada bulan Februari/ Maret dan puncak suhu terendah pada bulan Agustus/ September. Pada bulan Desember hingga Mei memiliki nilai suhu yang cukup tinggi dan semakin meningkat hingga puncak suhu tertinggi pada bulan Februari / Maret pada setiap tahunnya. Sedangkan pada bulan Juni hingga November memiliki nilai suhu yang rendah pada tiap tahunnya dimana nilai suhu di perairan Selat Bali semakin menurun pada tiap bulannya hingga mencapai puncak suhu terendah pada bulan Agustus/ September pada tiap tahunnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Farita (2006) yang menyatakan bahwa terjadinya peningkatan suhu permukaan laut terjadi pada bulan Desember hingga Mei dan mengalami puncak tertinggi pada bulan Februari/ Maret.

Berdasarkan gambar 5 terlihat puncak suhu permukaan laut tertinggi selama lima tahun ada di bulan Maret sebesar 30,62 °C yang terus menurun hingga nilai terendah di bulan Agustus, berturut turut dari bulan April hingga Agustus 29,83 °C, 28,27°C, 26,66 °C, 25,82 °C dan 26,93 °C, kemudian mengalami kenaikan kembali mulai bulan September hingga Desember berturut turut 27,73 °C, 29,40 °C, 29,77 °C dan 30,23°C kemudian turun pada bulan Januari sebesar 30,23 °C dan naik kembali pada bulan Februari 30,35°C.

Menurunnya nilai suhu permukaan laut pada bulan Juni hingga Agustus, hal ini diduga kuat karena menguatnya angin muson tenggara yang bertiup dari tenggara ke arah barat laut menyebabkan terjadinya *Transpor Ekman*, maka akan terjadi kekosongan yang berakibat naiknya air (*upwelling*) dari bawah menuju ke lapisan permukaan (Wyrki, 1962). *Transpor Ekman* menyebabkan air laut di lapisan permukaan bergerak menjauhi pantai sehingga terbentuk suatu kondisi dimana tinggi muka air di sisi pantai lebih rendah dibandingkan dengan muka air di lepas pantai. Karena angin bertiup terus menerus, menyebabkan terbentuknya 'ruang kosong' di sisi pantai dan terbentuk *gradien* tekanan. Menurut Pond dan Pickard (1983) akibat adanya *gradien* tekanan tersebut maka massa air akan berupaya menuju keseimbangan, sehingga meningkatkan peristiwanya *upwelling* yang membawa massa air yang bersuhu rendah dari lapisan dalam ke lapisan atas. Sesuai dengan penelitian Birowo (1975) yang menyatakan bahwa *upwelling* ditandai dengan nilai suhu permukaan laut yang kurang dari 27 °C dan juga karena meningkatnya adveksi. Adveksi adalah proses transfer panas dari perairan ke atmosfer melalui media angin, dimana proses adveksi menguat pada saat mulai terjadinya penguatan intensitas kecepatan angin muson Tenggara yang bertambah seiring dengan bertambahnya bulan yang berdampak pada energi panas yang semakin banyak yang akan dipindahkan dari perairan menuju atmosfer yang berakibat suhu permukaan laut mengalami penurunan (Wyrki,1961). Sementara nilai suhu permukaan laut yang tinggi pada musim barat dikarenakan berhembusnya angin muson barat yang membawa Arus Pantai Jawa (APJ) dari lapisan permukaan yang lebih hangat (> 27 °C) angin muson barat bertiup dari barat ke timur dengan kecepatan yang rendah membawa Arus pantai Jawa (APJ) yang mengalir di sepanjang pesisir selatan Jawa dan membawa massa air yang bersuhu relatif tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kondisi suhu permukaan laut di perairan Selat Bali selama lima tahun mengalami variasi dan fluktuasi berdasarkan pola musim yang ada, yaitu musim Barat sebesar 29,85 °C, musim peralihan I sebesar 29,79 °C, musim Timur sebesar 26,72 °C dan musim peralihan II sebesar 27,86 °C. Mencapai puncak tertinggi pada bulan Maret suhu mencapai rata-rata 30.62 °C dan terendah pada bulan Agustus dengan suhu rata-rata 25.82 °C.

Distribusi sebaran suhu permukaan laut yang tinggi pada bulan Desember hingga Mei yang berfluktuasi dengan kisaran suhu 27,51 - 34,19 °C. Pada bulan Juni hingga Oktober suhu mengalami penurunan yang signifikan pada bulan-bulan ini nilai berkisar antara 24,43 - 32,34 °C.

Pada tahun 2010 memiliki nilai suhu yang paling tinggi dan tahun 2008 memiliki nilai yang paling rendah. Hal ini diduga berkaitan dengan fenomena IODM (*Indian ocean dipole mode*) di Samudera Hindia yang menunjukkan nilai DMI yang ekstrim negatif dengan nilai DMI sebesar -1.021 dan -1.059 sementara pada tahun 2008 memiliki nilai DMI yang ekstrim positif sebesar 0,568-0,860.

Daftar Pustaka

- Birowo, S. 1975. *Upwelling atau Penaikan Air*. *Pewarta Oceana*.
- Farita, Y. 2006. Variabilitas Suhu di Perairan Selatan Jawa Barat dan Hubungannya dengan Angin Muson, *Indian Ocean Dipole Mode (IODM) dan El Nino Southern Oscillation*. (Skripsi). Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Kunarso. 2012 . Variabilitas Suhu dan Klorofil-a di Daerah *Upwelling* pada Variasi Kejadian ENSO dan IOD di Perairan Selatan Jawa Sampai Timur. *Jurnal Ilmu Kelautan*, Vol. 16 (3) Hal: 171-180.
- Pickard, G.L. 1966. *Descriptive Physical Oceanography*. Pergamon Press. London.
- Pond, S dan G.L Pickard. 1983. *Introductory dynamical Oceanography*. Second edition. Pergamon Press. New York. Suardi, Y. 2011. *Arus laut*.
- Julisca, R. 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). Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Saji, N.H, B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran, & T. Yamagata. 1999. A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean. *Nature*, 401: 360-363.
- Suryabrata, S .1998. *Metodologi Penelitian*. PT. Raja Grafindo Perkasa. Jakarta.
- Susanto, R.D., Moore, T.S. and Marra, J. 2006. Ocean Color Variability in Indonesian Seas During the SeaWiFS era. *Journal Geochemistry Geophysics Geosystem*.
- Susilo, S. B. 2000. *Penginderaan Jauh Terapan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Wyrtki, K, 1961. *Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters*, The University of California, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California. *Naga Rep.* 2:1-195.
- Wyrtki, K, 1962. The Upwelling In The Region Between Java And Australia During The Southeast Monsoon. Australia. *J. Mar Freshw Res.* 13(3):217-225.