

PENGARUH MONSUN TERHADAP DISTRIBUSI SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KLOOROFIL-a DI PERAIRAN SELATAN BALI

Aditya Gilang Saraswata, Petrus Subardjo, Muslim^{*}

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698
Email: petrussubardjo@yahoo.co.id; aqua_muslim@yahoo.com

Abstrak

Klorofil-a merupakan pigmen yang sangat penting dalam proses fotosintesis fitoplankton di laut. Sedangkan suhu merupakan salah faktor dapat mempengaruhi proses fotosintesis di laut baik secara langsung maupun tidak langsung. Perairan selatan Bali merupakan salah satu daerah yang terletak di antara daerah pembangkit angin monsun, yaitu benua Asia dan Australia. Untuk mengukur konsentrasi klorofil-a dan suhu di permukaan laut dideteksi dengan Satelit Oseanografi, yaitu Aqua-MODIS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh monsun (Timur dan Barat) terhadap perubahan distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan selatan Bali. Berdasarkan hasil analisa diperoleh bahwa pada monsun Timur, suhu permukaan laut memiliki kisaran nilai yang relatif lebih rendah daripada monsun Barat. Sedangkan konsentrasi klorofil-a memiliki kisaran nilai yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan monsun Barat. Nilai suhu permukaan laut di perairan Selatan Bali memiliki kisaran nilai 26,167 °C-29,849 °C dan pada monsun barat nilai suhu permukaan laut berkisar 25,495 °C-32,774 °C. Nilai konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Bali pada monsun Timur berada pada 0,17 mg/m³-0,996 mg/m³ dan nilai konsentrasi klorofil-a pada monsun Barat berkisar 0,031 mg/m³-0,352 mg/m³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa, perubahan distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan selatan Bali dipengaruhi oleh adanya pergerakan angin monsun (Timur dan Barat).

Kata Kunci: *Monsun, Klorofil-a, Suhu Permukaan Laut, Perairan Selatan Bali*

Abstract

Chlorophyll-a is an essential pigment in the process of photosynthesis in marine phytoplankton. While temperatures is a factor can affect on photosynthesis process in the ocean either directly or indirectly. The position of southern water Bali is in the between monsoon wind power region, namely continent of Asia and Australia. The concentration of chlorophyll-a and sea surface temperature can be detected by Satellite Oceanography, that is Aqua-MODIS. This study aimed to investigate the effect of the monsoon (Southeast and Northwest) to changes in the distribution of sea surface temperature and chlorophyll-a in the southern water Bali. Based on the analysis of MODIS image data showed that in the Southeast monsoon, the sea surface temperatures had a range of values were relatively lower than the Northwest monsoon. While the concentration of chlorophyll-a had a range of values were relatively higher than the Northwest monsoon. Value of sea surface temperature in the southern water Bali during in the Southeast monsoon was ranged 26,167 °C-29,849 °C and in the Northwest monsoon sea surface temperature values 25,495 °C-32,774 °C. Concentration of chlorophyll-a in the southern water Bali in the Southeast monsoon in the range of 0,17 mg/m³-0,996 mg/m³ and the concentration of chlorophyll-a in the Northwest monsoon range of 0,031 mg/m³-0,352 mg/m³. These results suggest that changes in the distribution of sea surface temperature and chlorophyll-a in the southern water Bali affected by the monsoon wind movement (Southeast and Northwest).

Keywords: *Monsoon, Chlorophyll-a, Sea Surface Temperature, Southern Water Bali*

1. Pendahuluan

Daerah perairan yang subur dapat diindikasikan dengan kelimpahan fitoplankton yang tinggi serta konsentrasi klorofil-a yang tinggi pula. Fitoplankton berperan sebagai produsen primer dalam rantai kehidupan di laut, sehingga keberadaannya sangat penting sebagai dasar kehidupan di laut. Klorofil-a merupakan pigmen yang sangat penting dalam proses fotosintesis fitoplankton di laut (Strickland, 1960 dalam Nontji, 1987). Konsentrasi klorofil-a di suatu

perairan dapat menggambarkan besarnya produktifitas primer di suatu perairan, karena klorofil-a hampir dimiliki oleh semua fitoplankton.

Suhu dapat mempengaruhi fotosintesis di laut baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh suhu secara langsung yaitu dalam mengontrol reaksi kimia enzimatis pada proses fotosintesis fitoplankton, sehingga dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis (P_{max}). Sedangkan pengaruh suhu secara tidak langsung yaitu dalam merubah struktur hidrologi kolom perairan yang dapat mempengaruhi distribusi dari fitoplankton (Tomascik, *et al.*, 1997).

Perairan Indonesia sangat dipengaruhi oleh musim. Musim di wilayah perairan Indonesia menjadi faktor penting yang mempengaruhi distribusi parameter oseanografi. Perubahan musim ini dapat mengakibatkan perubahan pola distribusi suhu, salinitas maupun arus (Wyrski, 1961).

Perairan Indonesia juga dipengaruhi oleh sistem angin monsun yang memiliki pola sirkulasi massa air yang berbeda dan bervariasi antar musim. Angin monsun, disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan udara antara benua Asia dan Australia (Ilahude dan Nontji, 1999 dalam Rosyadi, 2011). Perairan selatan Bali berada di antara daerah pembangkit angin monsun, yaitu Benua Asia dan Australia. Berdasarkan pola arah angin monsun, Wyrski (1961) membagi musim di Indonesia menjadi tiga golongan, yaitu musim Timur, musim Barat dan musim Peralihan.

Salah satu upaya dalam mengkaji parameter konsentrasi klorofil-a dan suhu di permukaan laut dengan lingkup daerah penelitian yang luas, maka dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Salah satu teknologi penginderaan jauh dalam bidang kelautan yaitu dengan menggunakan data satelit oseanografi, yaitu Aqua-MODIS (*Moderate-resolution Imaging Spektrometri*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh monsun (Timur dan Barat) terhadap perubahan distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan selatan Bali.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam kajian penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data suhu permukaan laut dan klorofil-a yang diperoleh dari citra MODIS level III (bulan Juni - Agustus, 2010 dan Desember 2010 - Februari 2011) serta data *in situ* berupa suhu permukaan laut (bulan Juni - Agustus 2010). Sedangkan data sekunder merupakan data pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah data arah dan kecepatan angin serta peta RBI Indonesia skala 1:250.000.

B. Metode Penelitian, Pengolahan dan Analisa Data

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan deskriptif. Metode kuantitatif digunakan karena data penelitian yang berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik. Metode ini disebut juga sebagai metode ilmiah/*scientific* karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah, yaitu konkrit/empiris, obyektif, terukur, rasional dan sistematis (Sugiyono, 2009). Sedangkan metode deskriptif merupakan penelitian yang benar-benar hanya memaparkan apa yang terdapat atau terjadi pada wilayah tertentu. Data yang terkumpul diklasifikasikan atau dikelompokkan-kelompokkan menurut jenis, sifat atau kondisinya. Sesudah datanya lengkap, kemudian dibuat kesimpulan (Arikunto, 2010). Metode ini diharapkan dapat menggambarkan distribusi dari suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan selatan Bali pada periode monsun Timur dan Barat.

Pengolahan Data Angin

Pengolahan data angin dilakukan untuk mendapatkan deskripsi arah dan kecepatan angin. Deskripsi arah dan kecepatan angin didapatkan dengan menggunakan data angin harian pada ukuran grid $0,75^\circ$. Data angin diperoleh dari data satelit dan *in situ*, yang telah dilakukan analisis ulang oleh ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) dengan format penyimpanan *NetCDF* (*Network Common Data Format*) dengan *extension* nama file berakhiran *.nc*. Untuk dapat membaca format ini, dapat diolah dengan menggunakan *software* ODV (*Ocean Data View*). Pada ODV, data *cropping* untuk mendapatkan data yang lebih sesuai dengan wilayah penelitian. Kemudian data tersebut dapat diubah ke dalam bentuk ASCII, sehingga dapat terbaca arah dan kecepatan angin. Untuk lebih memudahkan dalam pembacaan, maka data tersebut dapat divisualkan dengan menggunakan *software* *wind rose* (mawar angin) dan ArcGIS 9.3. Keterangan pada data yang dibutuhkan adalah data lintang, bujur, arah dan kecepatan angin. Sehingga didapatkan peta arah dan kecepatan angin.

Pengolahan Data SPL dan Klorofil-a Citra MODIS

Pengolahan data suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a dapat dilakukan dengan cara mendeskripsikan parameter suhu dan klorofil-a horisontal permukaan laut dengan menggunakan data Citra MODIS. Data klorofil-a dan suhu permukaan laut citra MODIS yang diunduh dari internet merupakan data Level III dalam bentuk HDF (*Hierarchical Data Format*). Data ini merupakan hasil pencitraan dari satelit Aqua dan perlu dilakukan ekstraksi dengan menggunakan *software* WinRAR. Dalam kajian penelitian ini akan digunakan data citra MODIS rata-rata bulanan. Pengolahan data citra MODIS akan dilakukan pada *software* SeaDAS 5.02 dengan sistem operasi Linux Fedora Core 4. Tahap awal pemrosesan data MODIS Level III, yaitu *cropping* atau pemotongan wilayah yang disesuaikan dengan wilayah penelitian. Setelah itu hasil yang akan digunakan berupa data ASCII, yang selanjutnya diolah kembali dengan menggunakan *software* Microsoft Excel 2007. Hal ini dilakukan agar memperoleh informasi Suhu Permukaan Laut dan Konsentrasi Klorofil-a secara kuantitatif serta memudahkan dalam pengolahan data selanjutnya dengan menggunakan *software* ArcGIS 9.3.

Penentuan Distribusi SPL dan Klorofil-a

Penentuan distribusi suhu dan klorofil-a permukaan secara horizontal dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS 9.3, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengolah data suhu permukaan laut dan klorofil-a dengan *software* SeaDAS 5.02 dan hasilnya disimpan dalam bentuk ASCII.
2. Mengurutkan data ASCII yang diperoleh menurut urutan lintang dan bujurnya kemudian disimpan dalam bentuk ekstensi teks (*.txt).
3. Mengubah data suhu permukaan laut dan klorofil-a dalam bentuk (*.txt) tersebut dengan *software* ArcGIS 9.3 menjadi bentuk shape file (.shp).
4. Menginterpolasi data suhu permukaan laut dan klorofil-a, sehingga dapat terlihat distribusinya secara spasial.
5. Mengklasifikasi data spasial suhu permukaan laut dan klorofil-a sesuai dengan kejadian Monsun (Timur dan Barat).

Analisa Korelasi

Tujuan dilakukan analisa korelasi adalah untuk mengetahui keeratn hubungan menggunakan analisa regresi linier sederhana antara data MODIS dengan data *in situ*.

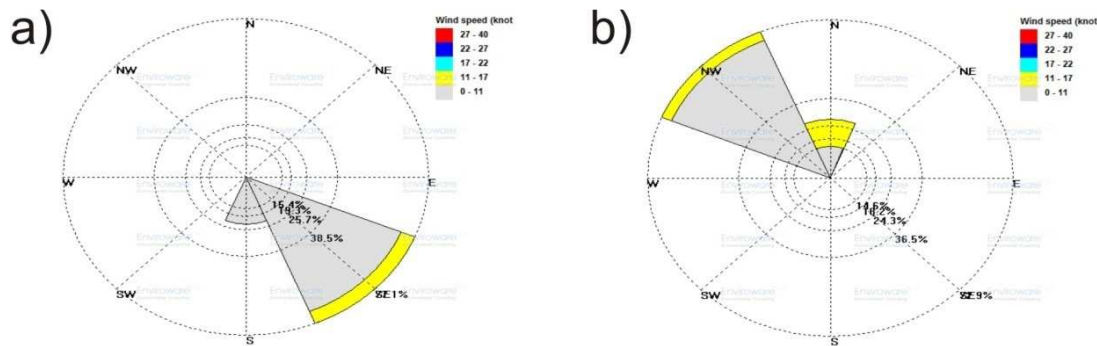
Analisa Data

Analisa data yang digunakan untuk mengetahui distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a dilakukan secara analisa spasial. Dalam penelitian ini, analisa spasial dilakukan secara visual terhadap distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a dengan melihat arah distribusinya dan perubahannya saat monsun timur dan barat berlangsung dengan berdasarkan degradasi warna data citra MODIS. Kemudian analisa data tersebut dikaitkan dengan fenomena oseanografi yang terjadi pada perairan selatan Bali.

3. Hasil dan Pembahasan

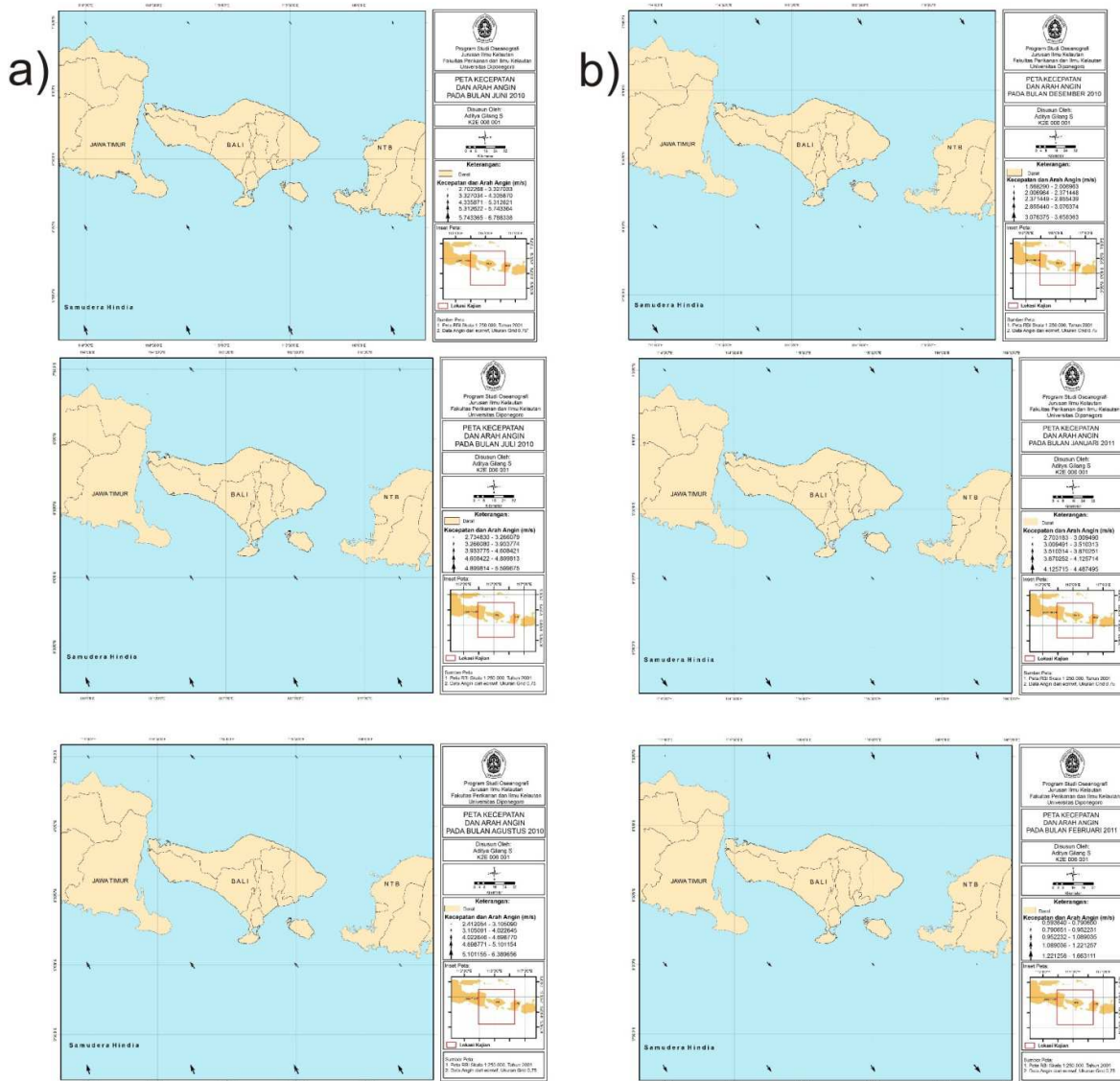
Kondisi Angin Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengolahan data angin dengan menggunakan *windrose* (mawar angin), didapatkan deskripsi arah dan kecepatan angin di perairan selatan Bali pada monsun Timur dan monsun Barat (seperti yang terlihat pada Gambar 1). Berdasarkan hasil tersebut, terlihat adanya dominasi arah angin yang berasal dari arah tenggara pada monsun Timur dengan rata-rata kecepatan angin berkisar antara 0-11 knot (38,5%) dan pada saat monsun Barat dominasi arah angin berasal dari Barat-laut dengan rata-rata kecepatan angin 0-11 knot (36,5%).



Gambar 1. Dominasi arah dan kecepatan angin di perairan selatan Bali, pada (a) monsun Timur dan (b) monsun Barat (Sumber: Pengolahan Data).

Deskripsi arah dan kecepatan angin di perairan selatan Bali juga ditunjukkan dengan menggunakan ArcGIS 9.3 (seperti yang terlihat pada Gambar 2). Hasil yang didapat menunjukkan arah dan kecepatan angin secara bulanan, yaitu pada bulan Juni (2010), Juli (2010) dan Agustus (2010) dan pada bulan Desember (2010), Januari (2011) dan Februari (2011).

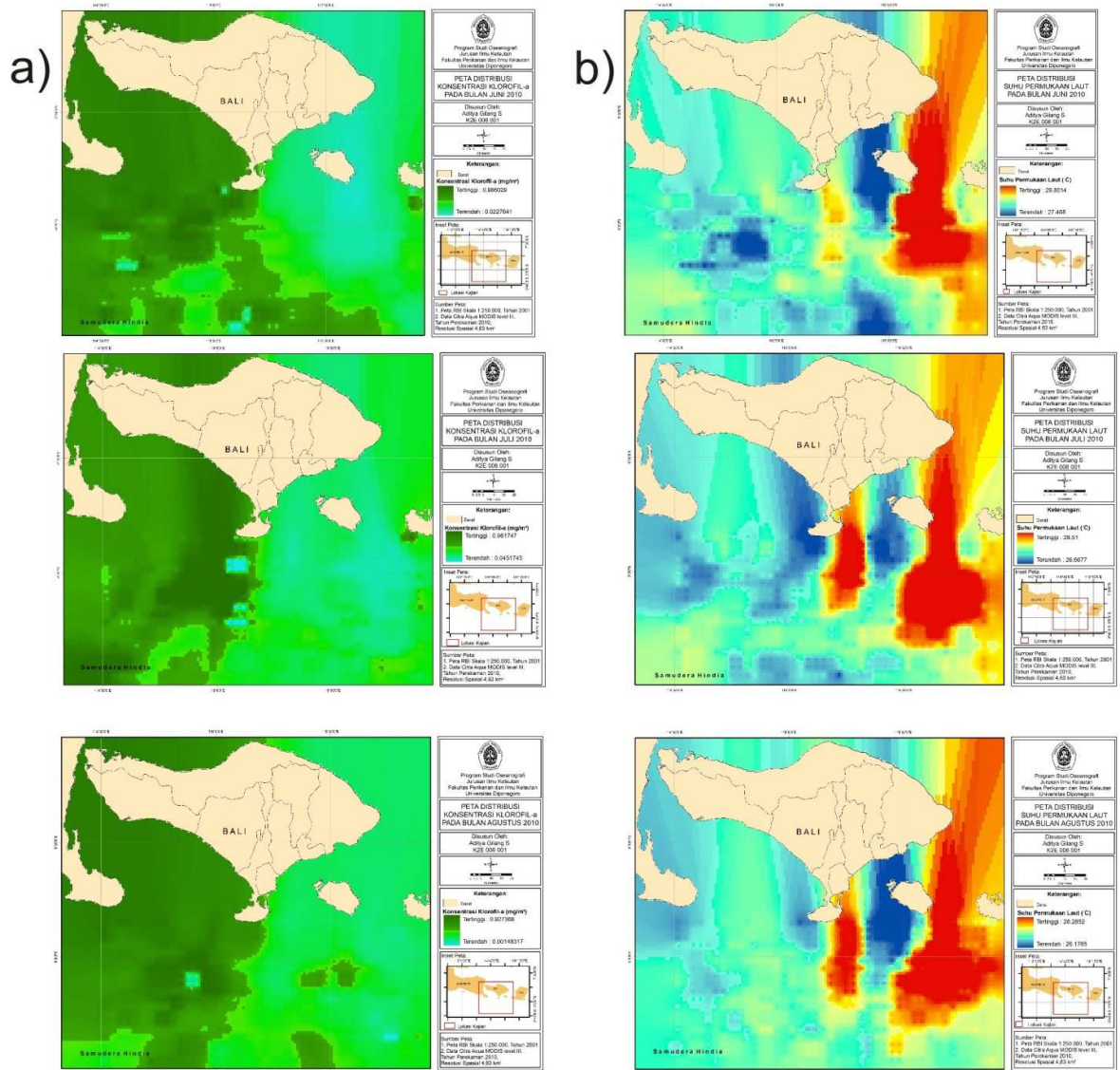


Gambar 2. Peta kondisi arah dan kecepatan angin di perairan selatan Bali, pada bulan (a) monsun Timur (Juni, Juli dan Agustus) dan (b) monsun Barat (Desember, Januari dan Februari) (Sumber: Pengolahan Data).

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2, dominasi arah dan kecepatan angin pada monsun Timur berasal dari arah tenggara. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan tekanan udara yang terjadi di atas perairan selatan Bali, sehingga tekanan udara yang lebih tinggi (benua Australia) mengalir menuju tekanan udara yang lebih rendah (benua Asia). Pernyataan ini didukung oleh Wyrтки (1961) yang menyatakan bahwa, pada musim Timur/Tenggara di mana matahari berada di belahan bumi utara, benua Asia mengalami pemanasan yang lebih intensif sehingga pusat tekanan menjadi rendah sedangkan benua Australia terbentuk pusat tekanan tinggi. Hal ini menyebabkan arah angin berhembus dari tenggara menuju barat laut. Sedangkan pada monsun Barat, terjadi pembalikan dominasi arah dan kecepatan angin yang berasal dari arah Barat-laut. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan tekanan udara yang terjadi di atas perairan selatan Bali, sehingga tekanan udara yang lebih tinggi (benua Asia) mengalir menuju tekanan udara yang lebih rendah (benua Australia). Pernyataan ini juga didukung oleh Wyrтки (1961) yang menyatakan bahwa, pada musim Barat/Barat-laut matahari berada di belahan bumi selatan sehingga benua Australia menerima lebih banyak penyinaran matahari daripada benua Asia. Hal ini menyebabkan pusat tekanan tinggi berada di atas benua Asia sedangkan pusat tekanan rendah berada di atas benua Australia. Seperti yang terlihat di perairan barat Sumatera pada periode ini, arah angin monsun berhembus dari Barat-laut menuju Tenggara.

Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a pada Monsun Timur

Peta distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan selatan Bali selama periode monsun Timur tahun 2010 yang terjadi pada bulan Juni, Juli dan Agustus secara berurutan dapat dilihat secara visual pada Gambar 3.

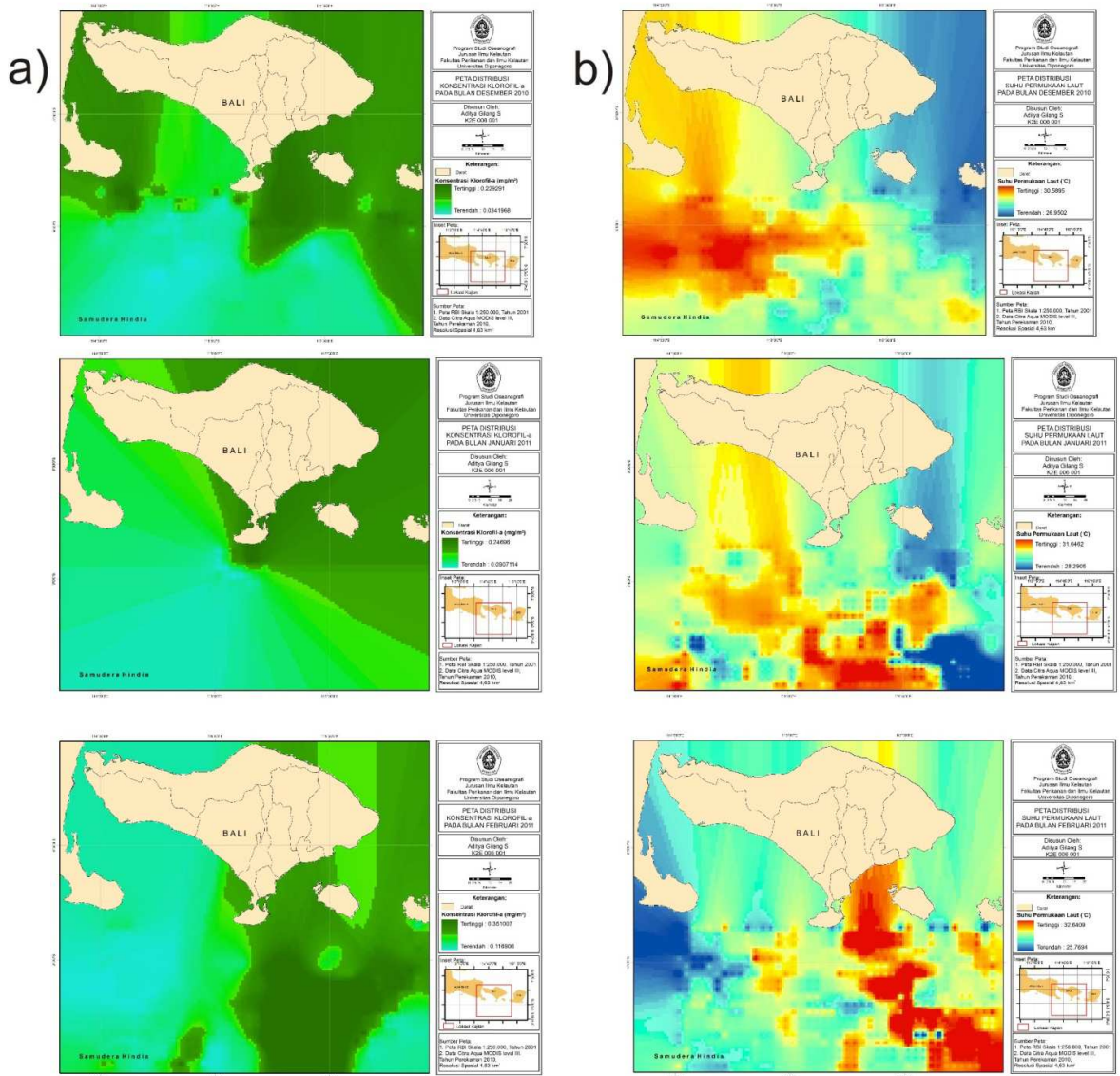


Gambar 3. Peta Distribusi Klorofil-a (a) dan Suhu Permukaan Laut (b) di perairan selatan Bali pada monsun Timur (Sumber: Pengolahan Data).

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 3, terjadi perubahan distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a seiring dengan bertambahnya bulan. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya pengaruh pergerakan angin monsun Timur yang semakin menguat seiring dengan bertambahnya bulan pada periode ini. Hal ini sesuai dengan pernyataan Susanto, *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa, intensitas monsun Tenggara/Timur semakin menguat seiring dengan bertambahnya bulan.

Distribusi Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a pada Monsun Barat

Peta distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan selatan Bali selama periode monsun Barat tahun 2010-2011 yang terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari secara berurutan dapat dilihat secara visual pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Distribusi Klorofil-a (a) dan Suhu Permukaan Laut (b) di perairan selatan Bali pada monsun Barat (Sumber: Pengolahan Data).

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 4, terjadi perubahan distribusi suhu permukaan laut dan klorofil-a seiring dengan bertambahnya bulan. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya pengaruh pergerakan angin monsun Barat yang semakin menguat seiring dengan bertambahnya bulan pada periode ini. Hal ini didukung oleh pernyataan Tubalawony (2007) yang menyatakan bahwa, pada bulan Desember - Februari (musim Barat) bertiup angin monsun Barat-laut di perairan selatan Bali, angin Barat-laut mulai berkembang pada bulan Desember dan selanjutnya secara sempurna menjadi angin Barat pada bulan Februari.

Perubahan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a

Hasil pengolahan data MODIS menunjukkan bahwa, nilai suhu permukaan laut pada saat terjadi monsun Timur berkisar 26,18 °C-29,85 °C. Sedangkan nilai suhu permukaan laut pada saat terjadi monsun Barat berkisar 25,49 °C-32,78 °C. Nilai suhu permukaan laut tersaji pada Tabel 1, dimana nilai rata-rata suhu permukaan laut terendah terdapat pada bulan Agustus dan nilai rata-rata suhu permukaan laut tertinggi terdapat pada bulan Februari.

Tabel 1. Nilai Suhu Permukaan Laut di Perairan Selatan Bali

No.	Tahun	Bulan	Rata-rata (°C)	Tertinggi (°C)	Terendah (°C)
1	2010	Juni	28,38	29,85	27,47
2	2010	Juli	27,31	28,51	26,67
3	2010	Agustus	27,08	28,28	26,18
4	2010	Desember	28,85	30,59	26,95

5	2011	Januari	30,03	31,65	28,29
6	2011	Februari	30,67	32,64	25,77

(Sumber: Pengolahan data MODIS)

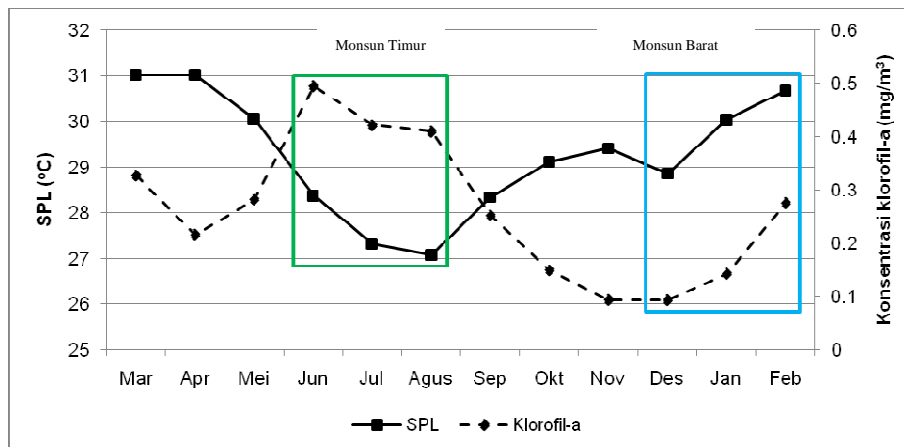
Hasil pengolahan data MODIS menunjukkan bahwa, nilai konsentrasi klorofil-a pada saat terjadi monsun Timur berkisar 0,17 mg/m³-0,99 mg/m³. Sedangkan nilai konsentrasi klorofil-a pada saat terjadi monsun Barat berkisar 0,03 mg/m³-0,35 mg/m³. Nilai konsentrasi klorofil-a tersaji pada Tabel 2, dimana nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a terendah terdapat pada bulan Desember dan nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a tertinggi terdapat pada bulan Juni.

Tabel 2. Nilai Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Selatan Bali

No.	Tahun	Bulan	Rata-rata (mg/m ³)	Tertinggi (mg/m ³)	Terendah (mg/m ³)
1	2010	Juni	0,49	0,99	0,02
2	2010	Juli	0,42	0,96	0,04
3	2010	Agustus	0,41	0,93	0,001
4	2010	Desember	0,094	0,23	0,034
5	2011	Januari	0,143	0,25	0,09
6	2011	Februari	0,275	0,35	0,117

(Sumber: Pengolahan data MODIS)

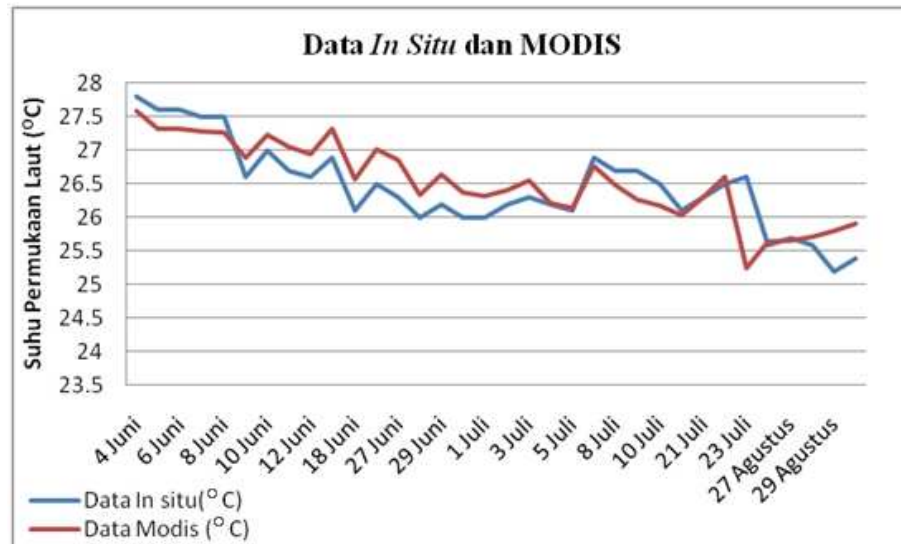
Perubahan nilai suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Bali dapat terlihat pada Gambar 5. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa pada saat monsun Timur suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a memiliki kecenderungan penurunan seiring dengan bertambahnya bulan. Hal ini berbeda pada saat terjadi monsun Barat, dimana nilai suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a memiliki kecenderungan peningkatan seiring dengan bertambahnya bulan.



Gambar 5. Grafik rata-rata Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a di Perairan Selatan Bali.

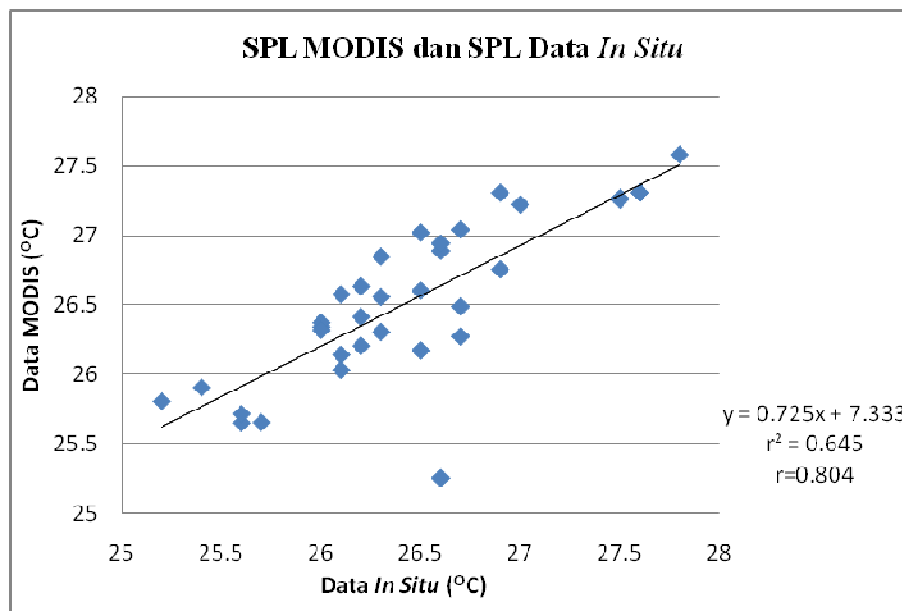
Verifikasi Citra MODIS

Berdasarkan grafik perbandingan antara SPL MODIS dan *in situ* pada periode monsun Timur tahun 2010 yang ditunjukkan pada Gambar 6, memberikan gambaran bahwa hasil yang diperoleh melalui interpretasi citra MODIS memiliki *trend* grafik yang hampir sama dengan data *in situ*. Terlihat dari grafik bahwa tidak terlihat perbedaan yang cukup jauh antara SPL *in situ* dengan SPL MODIS.



Gambar 6. Grafik perbandingan Suhu Permukaan Laut MODIS dan data *in situ* tahun 2010.

Hal tersebut juga didukung oleh hasil grafik regresi linier sederhana antara nilai SPL pada MODIS dengan nilai SPL data *in situ* yang ditunjukkan pada Gambar 7, maka didapatkan hasil berupa nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,645 atau nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,804 dengan persamaan $y = 0.725x + 7.333$. Berdasarkan hasil nilai r tersebut, maka dapat diketahui bahwa korelasi antara data nilai SPL pada MODIS dengan data *in situ* sebesar 80,4%. Nilai tersebut menunjukkan adanya hubungan antara data nilai SPL pada MODIS dengan data *in situ* yang bersifat positif dengan tingkat hubungan/korelasi bersifat kuat. Hal tersebut juga menjelaskan bahwa tidak ada perbedaan yang terlalu signifikan antara data nilai SPL pada MODIS dengan data *in situ*, sehingga data MODIS dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya di lapangan.



Gambar 7. Hubungan Suhu Permukaan Laut MODIS dan data *in situ*

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pada periode monsun Timur, nilai suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Bali memiliki kecenderungan penurunan nilai rata-rata seiring dengan bertambahnya bulan. Penurunan ini dipengaruhi oleh adanya distribusi suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a yang disebabkan oleh meningkatnya intensitas kecepatan angin monsun Tenggara dan semakin melemahnya Arlindo, sehingga terjadi perluasan distribusi suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a yang searah dengan angin monsun Tenggara.

Hasil penelitian pada periode monsun Barat menunjukkan bahwa, nilai suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a di perairan selatan Bali memiliki kecenderungan peningkatan nilai rata-rata seiring dengan bertambahnya

bulan. Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya intensitas pemanasan cahaya matahari di belahan bumi selatan dan adanya pengaruh yang cukup kuat dari angin monsun Barat-laut, sehingga terjadi perluasan distribusi suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a yang searah dengan angin monsun Barat-laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik* (Ed. Rev. cet. 14). PT. Rineka Cipta, Jakarta, 413 hlm.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan, Jakarta, 368 hlm.
- Rosyadi, N. 2011. *Variabilitas Suhu Permukaan Laut dan Konsentrasi Klorofil-a di Bagian Selatan Selat Makassar*. [Skripsi] Dept. Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK, IPB, Bogor, 70 hlm.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, Bandung.
- Susanto, R.D., A.L. Gordon and Q. Zheng. 2001. *Upwelling Along the Coasts of Java and Sumatra and Its Relations to ENSO*. *Geophysical Research Letters*, 28(8):1599-1602.
- Tomascik, T., A.J. Mah., A. Nontji and M.K. Moosa. 1997. *The Ecology of Indonesian Seas. Part Two. The Ecology of Indonesian Series. Vol. VII*. Periplus Editions (HK) Ltd, London: 421-486 pp.
- Tubalawony, S. 2007. *Kajian Klorofil-a dan Nutrien serta Interelasinya dengan Dinamika Massa Air di Perairan Barat Sumatera dan Selatan Jawa - Sumbawa*. [Disertasi] Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Wyrtki, K. 1961. *Physical Oceanography of The Southeast Asian Water*. NAGA Report Vol 2. Scripps Inst. Oceanography. The University of California. La Jolla, California.