



Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi>

e-mail: jppi.puslitbangkan@gmail.com

JURNAL PENELITIAN PERIKANAN INDONESIA

Volume 23 Nomor 4 Desember 2017

e-ISSN: 2502-6542

Nomor Akreditasi: 653/AU3/P2MI-LIPI/07/2015



KETERKAITAN KONDISI OSEANOGRAFI DENGAN PERIKANAN PELAGIS DI PERAIRAN SELAT BALI

RELATIONSHIP OF OCEANOGRAPHY CONDITIONS AND PELAGIC FISHERIES IN BALI STRAIT WATERS

Komang Iwan Suniada¹⁾ dan Eko Susilo

Balai Riset dan Observasi Laut, Jl. Baru Perancak, Jembrana, Bali-82251, Indonesia

Teregistrasi I tanggal: 18 Agustus 2017; Diterima setelah perbaikan tanggal: 02 Januari 2018;

Disetujui terbit tanggal: 05 Januari 2018

ABSTRAK

Perikanan pelagis di perairan Selat Bali telah diusahakan sejak lama. Data runtut tahun hasil tangkapan yang didaratkan cenderung berfluktuasi. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi spasial dan temporal karakteristik oseanografi, terkait dengan dengan dinamika perikanan pelagis di Selat Bali. Data parameter oseanografi meliputi suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a (chl-a) yang diperoleh dari citra satelit penginderaan jauh Aqua/Terra MODIS, sedangkan data sumberdaya perikanan pelagis berupa hasil tangkapan/satuan upaya (*Catch per Unit Effort*, CPUE) ikan pelagis diperoleh dari Tempat Pendaratan Ikan (TPI) Pengambangan, Jembrana - Bali pada periode Januari 2007 hingga Desember 2015. Uji statistik regresi linear berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh parameter oseanografi terhadap kondisi perubahan sumberdaya perikanan pelagis. Sebaran spasial SPL menunjukkan bahwa pada Mei hingga November suhu permukaan laut cenderung rendah serta tidak ada perbedaan yang signifikan antara suhu di perairan pantai dan di laut lepas. Secara temporal terlihat bahwa suhu terendah terjadi pada musim timur yaitu pada Agustus 2007. Sebaran spasial chl-a menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi chl-a dimulai dari Mei hingga Oktober serta terdapat perbedaan yang signifikan antara chl-a perairan pantai dan laut lepas. Secara temporal terlihat bahwa konsentrasi chl-a tertinggi terjadi pada Oktober 2015. Faktor iklim yang merupakan faktor eksternal memberikan pengaruh terhadap perubahan konsentrasi chl-a pada lokasi penelitian. Faktor iklim tersebut adalah kecepatan angin dan kejadian El-Nino. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perubahan parameter SPL dan chl-a secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap perubahan CPUE ikan pelagis, namun secara parsial parameter chl-a memberikan pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan dengan parameter SPL.

Kata Kunci: Data satelit; MODIS; suhu permukaan laut (SPL); klorofil-a; CPUE; perikanan pelagis Selat Bali

ABSTRACT

Pelagic fisheries around Bali Strait have been exploited since decades. Based on monthly and annual landing data, fish production around Bali strait are very fluctuated. This study aims to determine the spatial and temporal conditions of oceanographic characteristics and how they relate to the dynamics of pelagic fisheries in the Bali Strait. The oceanographic parameter data consist of sea surface temperature (SST) and chlorophyll-a (chl-a) that obtained from Aqua / Terra MODIS remote sensing satellite imagery, while the dynamics of pelagic fish resource data indicated by Catch per Unit Effort (CPUE) derived from landing place (TPI) Pengambangan, Jembrana - Bali in the period January 2007 to December 2015. Multiple linear regression analysis were applied to determine the effect of oceanographic parameters on the changing conditions of pelagic fishery resources. Spatial distribution of SPL indicates that in May to November sea surface temperature tends to be low and there is no significant difference between the temperature in coastal waters and on high seas. The temporal distribution shows that the lowest temperature occurred during the southeast monsoon in August 2007. The spatial distribution of chl-a showed that the chl-a

Korespondensi penulis:
komang.prtk@gmail.com

concentration starts to increase from May to October and there were significant differences between chl-a coastal waters and high seas. The temporal distribution shows that the highest chl-a concentration occurred in October 2015. Climate factor which is an external factor has an effect on the change of chl-a concentration at the research location. Climatic factors are wind speed and El-Nino events. The result of the statistical analysis shows that the change of SPL and chl-a parameters together significantly influence on the CPUE of pelagic fish, but partially chl-a parameter gives highly significant effect than SST parameter.

Keywords: *Satellite data, MODIS, Sea Surface Temperature (SST), chlorophyll-a, CPUE, pelagic fisheries in Bali Strait*

PENDAHULUAN

Dinamika oseanografi suatu perairan sangat erat kaitannya dengan karakteristik sumberdaya kelautan dan perikanan yang terkandung di dalamnya. Kondisi oseanografi perairan Indonesia secara umum dipengaruhi oleh karakteristik perairan Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Aliran massa air dari Samudra Pasifik menuju Samudra Hindia melalui perairan Indonesia dikenal dengan *Indonesia Through Flow (ITF)* (Gordon, 2005; Susanto *et al.*, 2006) Selain ITF, perairan Indonesia juga sangat dipengaruhi oleh sistem monsoon Asia-Australia yang biasa dikenal dengan *southeast monsoon* atau biasa disebut dengan musim timur dan *northwest monsoon* yang biasa disebut dengan musim barat. Sistem monsoon terjadi karena adanya perbedaan tekanan antara benua Asia dan Australia sebagai akibat dari perubahan posisi dan penyinaran matahari. Perbedaan tekanan tersebut akan menyebabkan perubahan pergerakan arah dan kecepatan angin (Webster *et al.*, 1998). Musim timur (April – Oktober) angin yang berhembus dari Australia membawa massa udara yang hangat dan kering akan menyebabkan musim kemarau di Indonesia, sedangkan sebaliknya pada musim barat angin yang berhembus dari Asia membawa massa udara yang hangat dan mengandung banyak uap air akan menyebabkan musim hujan (Susanto *et al.*, 2006). Selain sistem monsoon, perairan Indonesia juga sangat dipengaruhi oleh fenomena global yang bersifat tahunan, yaitu *El-Nino Southern Oscillation (ENSO)* dan *Indian Ocean Dipole (IOD)* (Susanto & Marra, 2005; Susanto *et al.*, 2006; Sartimbul *et al.*, 2010). Perubahan iklim secara global akan berpengaruh terhadap kondisi oseanografi atau lingkungan perairan. Lingkungan dengan kondisi yang tidak normal dapat mempengaruhi sistem endokrin ikan yang menyebabkan penurunan laju metabolisme, reproduksi, dan pola ruaya (Roessig *et al.*, 2004) yang pada akhirnya berpengaruh terhadap stok sumberdaya ikan (Syahailatua, 2008).

Pemanfaatan data satelit penginderaan jauh untuk pemantauan kondisi oseanografi telah banyak digunakan, seperti halnya untuk mendeteksi *thermal front* di perairan Selat Makassar dan Laut Banda (Jatisworo & Murdimanto, 2013), studi karakteristik

suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a di perairan Irlandia dan Selat Bali (Casal *et al.*, 2015; Suniada *et al.*, 2015) serta konsentrasi klorofil-a di perairan Mediterranean Sea (Kahru *et al.*, 2014; Lavigne *et al.*, 2015) yang merupakan salah satu indikator penting untuk mendeteksi kesuburan perairan. Kajian yang memanfaatkan data penginderaan jauh untuk bidang perikanan diantaranya, memanfaatkan data penginderaan jauh untuk mendeteksi kelimpahan ikan cakalang di perairan Teluk Bone (Zainuddin *et al.*, 2013) serta ikan tuna mata besar di perairan Samudra Hindia selatan Jawa Bali (Wibawa, 2011). Data penginderaan jauh telah digunakan juga untuk mengamati perubahan lingkungan laut dan merupakan salah satu data yang berperan penting pada kajian-kajian di bidang konservasi dan pengelolaan sumberdaya ikan. Data inderaja Aqua/Terra MODIS merupakan salah satu solusi untuk melakukan observasi kondisi oseanografi karena wahana tersebut memiliki kemampuan untuk merekam lokasi yang sama di permukaan bumi dalam waktu relatif singkat selama 1 hari. Selain itu data citra yang dihasilkan memiliki kelebihan yang mampu memberikan informasi secara cepat, daya jangkauan yang luas serta didukung oleh sistem pembiayaan yang relatif terjangkau (Kasim, 2012).

Selat Bali merupakan salah satu perairan yang kaya sumberdaya ikan terutama ikan-ikan pelagis yang hidup bergerombol seperti lemuru (*Sardinella lemuru*), tongkol (*Euthynnus affinis*), layang (*Decapterus spp.*) dan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) dan telah dimanfaatkan secara intensif sejak tahun 1970-an. Potensi sumberdaya ikan yang terdapat di Selat Bali sangat penting untuk menunjang industri pengolahan yang tersebar di Muncar, Banyuwangi-Jawa Timur maupun di Pengambangan, Jembrana-Bali. Keberadaan industri tersebut berdampak pada tersedianya lapangan pekerjaan untuk penduduk sekitar. Selain untuk kebutuhan industri, hasil perikanan di Selat Bali juga bermanfaat dalam penyediaan bahan pangan bagi masyarakat setempat.

Proses *upwelling* yang terjadi di perairan bagian selatan Selat Bali pada musim timur menyebabkan tingginya nutrisi pada kawasan tersebut yang

memicu produktivitas plankton (Merta *et al.*, 2000; Hendiarti *et al.*, 2004; Sartimbul *et al.*, 2010). Peningkatan konsentrasi plankton akan memicu gerombolan ikan pelagis untuk berkumpul karena ikan-ikan tersebut merupakan jenis ikan pemakan atau penyaring (*filter feeder*) fitoplankton dan zooplankton (Carpenter & Niem, 1999). Selain faktor musiman, fenomena tahunan seperti El-Nino ataupun La-Nina turut memberikan dampak terhadap hasil tangkapan ikan di Selat Bali (Ghofar *et al.*, 2000; Purwanto, 2011).

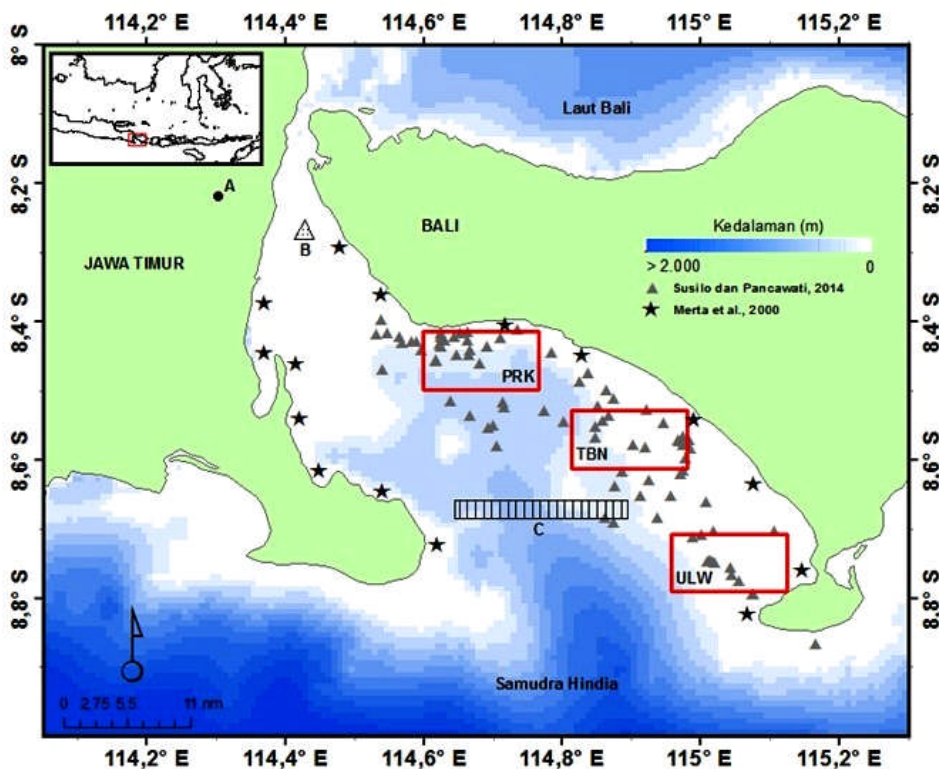
Penelitian ditujukan untuk menganalisis hubungan antara kondisi oseanografi berdasarkan data satelit penginderaan jauh dengan hasil tangkapan ikan pelagis yang dominan tertangkap di perairan Selat

Bali. Hasil penelitian diharapkan dapat menjelaskan parameter oseanografi yang berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan hasil tangkapan perikanan pelagis di perairan Selat Bali.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Posisi geografis perairan Selat Bali yang terletak di antara Pulau Jawa dan Bali dengan batas merupakan laut semi tertutup dengan kondisi batimetri yang relatif dangkal serta sangat dipengaruhi oleh sistem muson. Daerah penangkapan ikan di perairan Selat Bali tersebar dari bagian utara hingga selatan (Gambar 1) dan pada umumnya kegiatan penangkapan berlangsung sepanjang tahun.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di perairan Selat Bali.

Figure 1. Research location in the Bali Strait.

Keterangan: □: sub wilayah ekstraksi parameter oseanografi.

Lokasi penangkapan ikan (▲ : Susilo & Pancawati, 2014;★: Merta *et al.*, 2000)

A: Stasiun BMKG Meteorologi Klas III Banyuwangi;

B: lokasi pengukuran CTD bulan April 2013;

C: lokasi pengukuran CTD bulan Agustus 2013

Note: □: the sub-area of oceanographic parameters.

fishing locations (▲ : Susilo & Pancawati, 2014;★: Merta *et al.*, 2000;)

A: BMKG Station Meteorology Class III Banyuwangi;

B: CTD measurement location in April 2013; and

C: CTD measurement location in August 2013

Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data spasial dan temporal suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a (chl-a), sebaran menegak suhu, data kecepatan angin, Ocean Nino Index (ONI) dan data statistik perikanan TPI Pengambangan.

Data spasial dan temporal oseanografi yang meliputi data bulanan SPL dan chl-a diekstrak dari satellite MODIS Aqua dengan resolusi 4 km selama 9 tahun dari Januari 2007 sampai Desember 2015. Data diunduh dari ERDAPP database (<http://coastwatch.pfeg.noaa.gov>). Nilai SPL dan chl-a menggambarkan kondisi oseanografi pada daerah tangkapan pukat cincin. Keduanya diekstrak pada sub wilayah yang mewakili 3 (tiga) daerah penangkapan ikan utama oleh nelayan Pengambangan (Gambar 1), yaitu perairan Perancak (PRK), perairan Tabanan (TBN), dan perairan Uluwatu (ULW). Pemilihan ini didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menyebutkan lokasi penangkapan ikan oleh nelayan-nelayan yang berdomisili di Pengambangan tersebar di pesisir barat Pulau Bali mulai dari Kabupaten Jembrana hingga ke arah selatan yang termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Badung (Merta *et al.*, 2000; Susilo & Pancawati, 2014).

Data iklim berupa rata-rata kecepatan angin bulanan periode 2007-2015 diperoleh dari stasiun BMKG kelas III Banyuwangi. Kumpulan data berguna untuk mengetahui pola kecepatan angin bulanan dalam kaitannya dengan perubahan sistem muson yang terjadi di Selat Bali.

Data sebaran menegak suhu diperoleh dari survei lapangan dengan menggunakan instrumen *Conductivity, Temperature and Depth* (CTD) pada April (musim peralihan I) dan Agustus (musim timur) 2013. Data digunakan untuk mengetahui perbedaan sebaran menegak suhu pada dua musim yang berbeda dalam kaitannya dengan kejadian *upwelling* yang terjadi di Selat Bali.

Informasi mengenai kejadian tahunan El-Nino atau La-Nina dapat diketahui dengan menggunakan salah satu indeks yang bernama *Oceanic Nino Index* (ONI). ONI merupakan indeks yang dijadikan standar oleh Badan Nasional Kelautan dan Atmosfer Amerika (*National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA*) untuk mengidentifikasi El Nino dan La Nina (Rojas *et al.*, 2014). Indeks tersebut disusun dengan menghitung anomali SST dengan metode rata-rata bergerak (*moving average*) selama 3 bulan pada lokasi 5°N-5°S, 120°-170°W atau lokasi yang dikenal dengan

nama region Nino 3.4 dan dapat diunduh melalui tautan http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml. Nilai ONI yang >0,5 selama 5 bulan berturut-turut atau lebih dikategorikan sebagai kondisi El-Nino, sedangkan nilai ONI yang <-0,5 selama 5 bulan berturut-turut dikategorikan sebagai kondisi La-Nina. Data berguna untuk mengetahui kejadian-kejadian El-Nino atau La-Nina di perairan Indonesia pada periode 2007 – 2015.

Data statistik perikanan diperoleh dari TPI Pengambangan periode Januari 2007 sampai Desember 2015 meliputi data jumlah tangkapan ikan, jenis ikan dan jumlah kapal yang melakukan kegiatan penangkapan ikan. Jumlah hasil tangkapan memperlihatkan komposisi jenis tangkapan ikan yang dominan di perairan Selat Bali. Nilai *Catch per Unit Effort* (CPUE) merupakan rasio antara jumlah tangkapan ikan dan jumlah kapal yang mendaratkan ikan pada tiap bulannya. CPUE merupakan salah satu informasi penting dalam kajian stok sumberdaya ikan dan dapat diasumsikan proporsional dengan kelimpahan sumberdaya ikan di suatu perairan (Hinton & Maunder, 2003).

Analisis Data

Parameter oseanografi SPL dan chl-a ditampilkan dalam bentuk peta klimatologi rata-rata bulanan serta dalam bentuk grafik bulanan kemudian dianalisis secara spasial dan temporal untuk mengetahui perubahannya berdasarkan ruang dan waktu, sedangkan untuk mengetahui hubungan antara keduanya digunakan analisis regresi dan uji korelasi Pearson (Walpole, 1993).

Sebaran menegak suhu ditampilkan dalam bentuk grafik yang diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV). Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan perbedaan sebaran vertikal suhu pada waktu musim peralihan I dan musim timur.

Hubungan antara parameter oseanografi SPL dan chl-a dengan CPUE dianalisis dengan menggunakan uji statistik regresi berganda (*multiple regression*). Uji ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat serta seberapa besar pengaruh perubahan variabel bebas akan mempengaruhi variabel terikat (Walpole, 1993). Variabel terikat (*dependent variable*) yang digunakan pada uji ini adalah CPUE di TPI Pengambangan, sedangkan variabel bebas (*independent variable*) adalah SPL dan chl-a. Uji ini dilakukan dengan menggunakan data rata-rata bulanan CPUE, SPL dan chl-a periode 2007 sampai 2015. Analisis deskriptif dan uji korelasi Pearson dilakukan untuk

mengetahui hubungan antara kecepatan angin, ONI dan chl-a.

HASIL DAN BAHASAN

Hasil

Kondisi Spasial dan Temporal SPL dan Chl-a

Data klimatologi rata-rata bulanan SPL dan chl-a dari 2007 hingga 2015 (Gambar 2) digunakan sebagai acuan untuk mengetahui pola musiman kedua parameter tersebut di perairan Selat Bali. Secara spasial tidak terlihat adanya perbedaan yang signifikan antara SPL perairan dekat pantai dan SPL laut lepas. Sedangkan secara temporal SPL cenderung tinggi di bulan Februari sampai Maret, lalu mulai menurun pada bulan April hingga Agustus. Setelah Agustus, mulai terlihat kecenderungan SPL yang mulai meningkat hingga Desember. SPL pada Juni, Juli, Agustus pada periode 2007-2015 menunjukkan nilai yang paling rendah dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya (Gambar 3). Nilai terendah terjadi pada bulan Agustus 2007 dengan nilai SPL sebesar 25,10°C. SPL tinggi cenderung terjadi pada bulan-bulan Desember hingga April dengan nilai SPL tertinggi terjadi pada Januari 2010 dengan nilai sebesar 30,87°C.

Sebaliknya pola sebaran spasial chl-a di lokasi penelitian terlihat sangat jelas. Pada bulan Juni-Oktober konsentrasi chl-a lebih tinggi pada perairan pantai dibandingkan dengan laut lepas. Peningkatan konsentrasi chl-a terutama di wilayah pesisir barat Pulau Bali dan pesisir timur Pulau Jawa terutama di sekitar Semenanjung Blambangan. Pola temporal konsentrasi chl-a cenderung stabil pada kondisi rendah selama periode Januari hingga Maret. Peningkatan konsentrasi chl-a mulai terlihat memasuki April hingga Mei. Konsentrasi chl-a kembali menurun sejak November hingga Desember. Konsentrasi chl-a cenderung lebih tinggi pada Juni, Juli, Agustus dibandingkan dengan bulan lainnya, kecuali pada tahun 2011, 2012 dan 2015 rata-rata konsentrasi chl-a tertinggi terjadi pada Oktober. Rata-rata chl-a terendah terjadi pada Desember tahun 2012 dan 2014 dengan nilai sebesar 0,13 mg.m⁻³ sedangkan nilai rata-rata tertinggi terjadi pada Oktober 2015 dengan nilai sebesar 2,16 mg.m⁻³.

Uji statistik korelasi Pearson dilakukan untuk mengetahui hubungan antara parameter oseanografi SPL dan chl-a pada daerah penelitian. Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif yang kuat diantara kedua parameter

tersebut ($R = -0,855$), hal ini berarti bahwa penurunan SPL akan diikuti dengan kenaikan konsentrasi chl-a dan sebaliknya. Hal ini menunjukkan pada suhu permukaan laut dingin diikuti dengan kelimpahan klorofil yang tinggi dan sebaliknya.

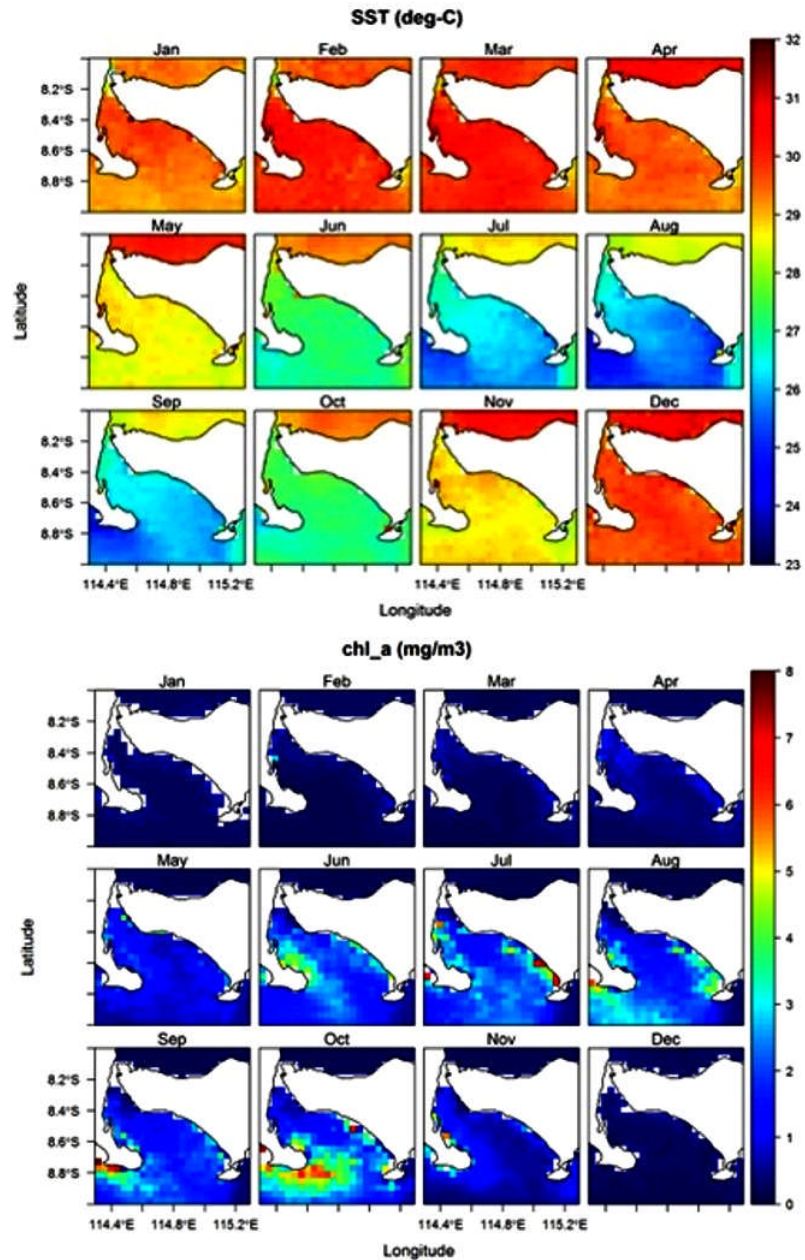
Sedangkan uji statistik regresi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keterkaitan antara perubahan SPL terhadap perubahan chl-a. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa koefisien determinasi $R^2 = 0,731$ (significant value $p=0,000 < 0,05$) yang berarti bahwa perubahan SPL secara signifikan akan memberikan pengaruh terhadap perubahan konsentrasi chl-a (Gambar 4). Secara statistik menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi chl-a 73,1% terjadi karena adanya perubahan SPL dan 26,9% disebabkan oleh faktor-faktor lainnya.

Kondisi Iklim Lokal dan Global

Kecepatan angin merupakan salah satu parameter iklim yang terpengaruh oleh perubahan sistem muson Asia-Australia (Susanto *et al.*, 2006). Pola hembusan angin akan berpengaruh terhadap pola arus dan gelombang di laut. Data kecepatan angin yang diperoleh dari BMKG (Gambar 7) menunjukkan perbedaan kecepatan angin yang jelas antara musim timur dan musim barat, dimana kecepatan angin pada saat musim timur cenderung lebih tinggi dibandingkan pada saat musim barat.

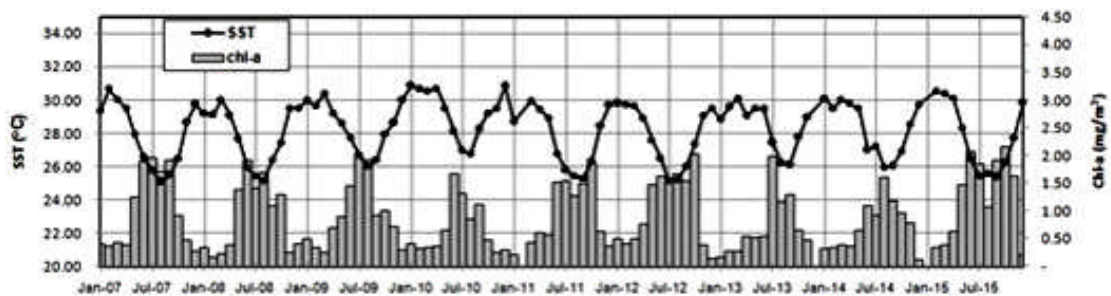
Hasil observasi dengan menggunakan instrument CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) pada April (musim peralihan I) dan Agustus (musim timur) tahun 2013 di Selat Bali menggambarkan dengan jelas perbedaan sebaran vertikal suhu pada kedua musim tersebut. Pada saat musim peralihan I, sebaran vertikal suhu hingga kedalaman 65 meter antara 25,5-29°C, sedangkan pada saat musim timur sebaran vertikal suhu berkisar antara 22-26°C (Gambar 5). Pada kedalaman yang sama yaitu 60 meter, suhu pada saat musim timur lebih rendah sekitar 3,5°C dibandingkan pada saat musim peralihan I.

Salah satu index yang digunakan untuk menggambarkan terjadinya perubahan iklim (El-Nino atau La-Nina) sebagai akibat dari perubahan suhu permukaan laut adalah *Ocean Nino Index* (ONI). Berdasarkan nilai ONI, periode Agustus 2007-Juni 2008, Juli 2010-April 2011, Agustus 2011-Februari 2012 merupakan masa terjadinya event La-Nina, sedangkan periode Juli 2009-April 2010, November 2014-Desember 2015 merupakan masa terjadinya event El-Nino.



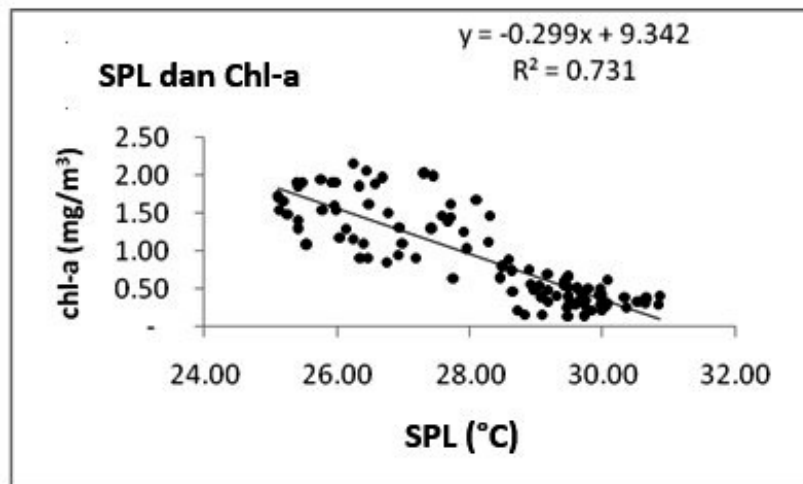
Gambar 2. Sebaran rata-rata bulanan suhu permukaan laut (atas) dan klorofil-a (bawah) dari data citra satelit selama 2007-2015.

Figure 2. The monthly average distribution of sea surface temperature (top) and chlorophyll-a (bottom) from satellite data during 2007-2015.

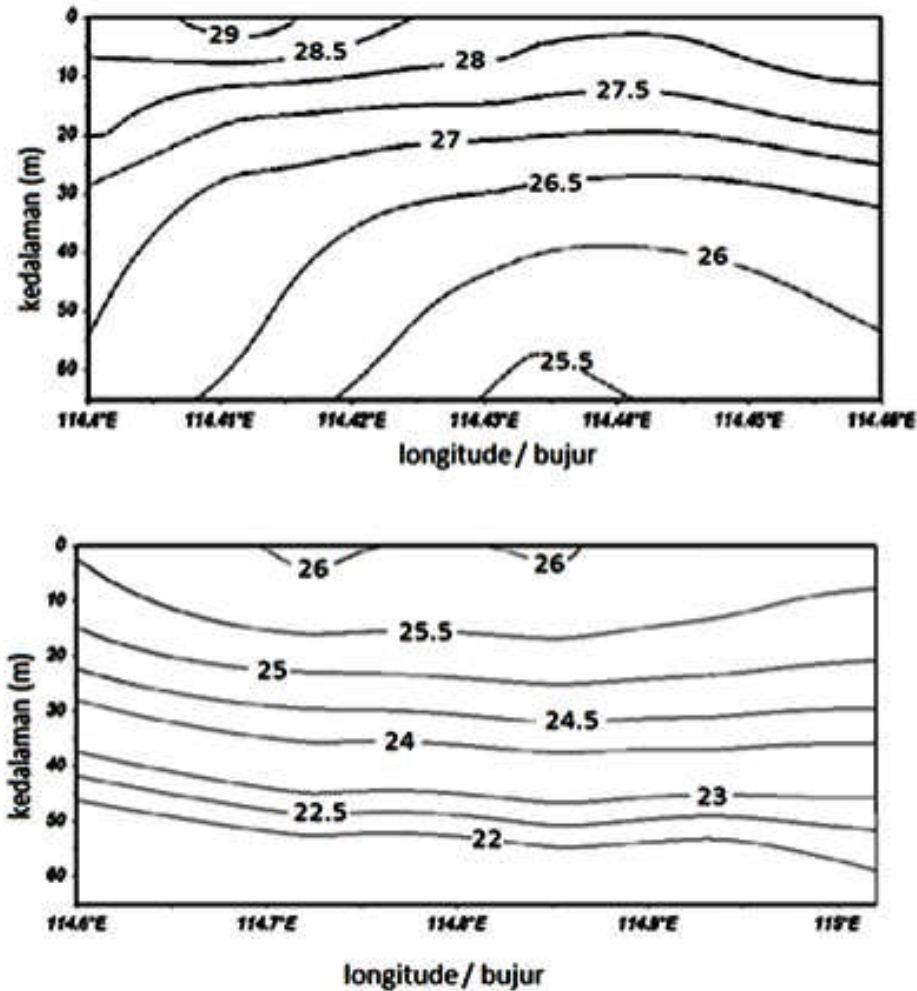


Gambar 3. Fluktuasi rata-rata bulanan suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a (chl-a) pada 2007-2015.

Figure 3. Monthly average of sea surface temperature (SST) and chlorophyll-a (chl-a) in 2007-2015.



Gambar 4. Hubungan antara rata-rata suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a (chl-a) pada 2007-2015.
Figure 4. Relationship between average of sea surface temperature (SST) and chlorophyll-a (chl-a) in 2007-2015.

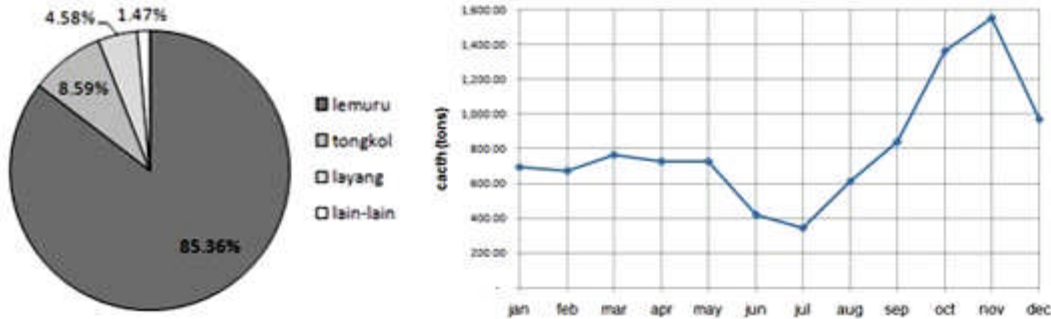


Gambar 5. Sebaran vertikal suhu (°C) pada April yang mewakili musim peralihan I (atas) dan Agustus yang mewakili musim timur (bawah) pada 2013.
Figure 5. The vertical distribution of temperature (°C) in April/transition period (top) and August/southeast monsoon (bottom) in 2013.

Hubungan Antara Parameter Oseanografi, Iklim Dan Perikanan Pelagis di Perairan Selat Bali

Data statistik perikanan yang diperoleh dari TPI Pengambangan merupakan data *time series* dari

Januari 2007 sampai dengan Desember 2015. Jumlah total hasil tangkapan ikan pelagis selama periode 2007-2015 didominasi oleh jenis ikan lemuru, tongkol dan layang, dengan rata-rata tangkapan tertinggi terjadi pada bulan November (Gambar 6).



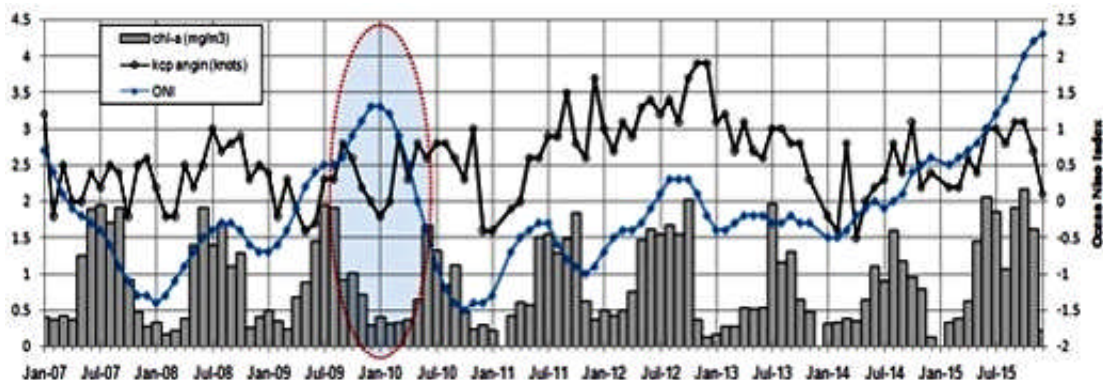
Gambar 6. Komposisi hasil tangkapan (kiri) dan rata-rata bulanan hasil tangkapan ikan pelagis (kanan) pada 2007 – 2015.

Figure 6. The catch composition (left) and monthly average pelagic catch (right) in 2007-2015.

Hubungan antara parameter oseanografi SPL dan chl-a dengan CPUE dianalisis dengan menggunakan uji statistik regresi berganda (*multiple regression*). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi, $R=0,856$ yang berarti bahwa ada hubungan yang kuat antara parameter SPL dan chl-a secara bersama-sama dengan nilai CPUE, sedangkan koefisien determinasi, $R^2=0,733$ (*significant value* $p=0,003<0,05$; $n=12$) menunjukkan bahwa perubahan CPUE hasil tangkapan ikan pelagis sebesar 73,3% dipengaruhi oleh perubahan SPL dan chl-a secara bersama-sama dan sisanya 26,7% disebabkan oleh faktor-faktor lainnya yang tidak termasuk pada parameter uji pada penelitian ini. Hasil uji regresi linear berganda ini dapat juga memberikan informasi bahwa secara parsial pengaruh dari masing-masing variabel bebas terhadap perubahan variabel terikatnya tidaklah sama. Hasil uji t-test memberikan informasi bahwa ternyata parameter SPL tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan CPUE (*significant value* $p= 0,24>0,05$) sedangkan parameter chl-a

memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan CPUE (*significant value* $p=0,028<0,05$).

Secara umum hubungan antara faktor iklim (ONI dan kecepatan angin) dengan perubahan konsentrasi klorofil-a dapat dilihat pada Gambar 7. Terdapat pola yang serupa antara perubahan ONI dengan perubahan konsentrasi chl-a. Konsentrasi chl-a cenderung meningkat seiring meningkatnya nilai ONI dan cenderung menurun apabila nilai ONI juga turun, kecuali pada September 2009 hingga April 2010 (lingkaran merah pada Gambar 7). Periode September 2009 hingga April 2010 merupakan waktu terjadinya El-Nino, namun karena intensitas angin pada periode tersebut sedang menurun sehingga diduga tidak cukup kuat untuk membangkitkan terjadinya *upwelling* dan menyebabkan konsentrasi chl-a cenderung rendah pada periode tersebut. Pada wilayah kajian yang merupakan wilayah pesisir, faktor intensitas angin mempunyai pengaruh yang lebih kuat ($R=0,3$; $n=105$) jika dibandingkan dengan El-Nino ($R=0,21$; $n=105$).



Gambar 7. Hubungan klorofil-a, kecepatan angin dan ONI pada periode 2007-2015.

Figure 7. The relationship between chlorophyll-a, wind speed, and ONI in period of 2007-2015.

Bahasan

Pola perubahan kondisi oseanografi perairan Selat Bali sangat dipengaruhi oleh perubahan sistem monsoon Asia-Australia. Susanto *et al.*, (2006) menyatakan bahwa periode November – April dipengaruhi oleh Northwest Monsoon, bulan Mei-September dipengaruhi oleh Southeast Monsoon sedangkan April dan Oktober merupakan masa transisi. Hendiarti *et al.*, (2005) menyatakan bahwa kecepatan angin yang maksimal terjadi pada saat musim timur dan karena angin merupakan salah satu faktor pembangkit dari arus permukaan, maka intensitas dan kecepatan angin yang tinggi pada musim timur akan menyebabkan massa air permukaan bergerak ke arah selatan. Pergerakan massa air itu akan menyebabkan kekosongan pada lapisan permukaan dan akan segera digantikan oleh lapisan massa air dibawahnya. Proses naiknya massa air dari lapisan bawah tersebut biasa dikenal dengan nama *upwelling*. Lapisan massa air dari bawah tersebut bersuhu lebih rendah namun kaya dengan nutrisi. Hasil pengukuran profil suhu dengan jelas mengindikasikan dengan jelas terjadi proses kenaikan massa air yang lebih dingin dari lapisan bawah dan merupakan salah satu petunjuk bahwa sedang terjadi proses *upwelling* pada daerah penelitian. Rintaka & Susilo (2015) menyatakan bahwa penurunan SPL yang terjadi ketika musim timur erat kaitannya dengan proses eikman *upwelling* yang terjadi di sepanjang pesisir selatan Jawa, Bali-Nusa Tenggara hingga Laut Banda. Angin kencang yang berhembus akan menyebabkan pengadukan lapisan permukaan dengan lapisan di bawahnya yang relatif lebih dingin dan akan berakibat juga pada penurunan SPL (Susanto *et al.*, 2006). Pada daerah-daerah perairan yang terjadi proses *upwelling*, perubahan kondisi perairan tersebut dapat diamati dengan jelas dengan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh (Hendiarti *et al.*, 2004).

Seperti diketahui bahwa naiknya massa air dari lapisan bawah membawa serta nutrisi seperti nitrat, fosfat dan silikat yang berperan penting dalam memicu pertumbuhan fitoplankton (Khasanah *et al.*, 2013). Fitoplankton yang dominan di perairan Selat Bali terdiri dari 3 famili, yaitu: Bacillariophyceae, Dinophyceae, and Cyanophyceae (Pratiwi *et al.*, 2017). Chl-a merupakan pigmen yang terdapat pada semua organisme yang melakukan fotosintesis dan salah satu organisme yang bertanggung jawab terhadap kegiatan fotosintesis di laut adalah fitoplankton (Falkowski *et al.*, 2004). Karena konsentrasi klorofil-a relatif lebih mudah dan lebih cepat dihitung (Boyer *et al.*, 2009), maka informasi mengenai konsentrasi chl-a secara tidak langsung dapat menggambarkan kandungan fitoplankton di suatu perairan (Felip &

Catalan, 2000). Faktor-faktor lain yang diduga mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di perairan antara lain aliran air dari sungai (Navarro & Ruiz, 2006), arus, angin atau salinitas (Nurdin *et al.*, 2015), nutrisi dan penyinaran matahari (Alianto *et al.*, 2008). Pada saat musim timur (*southeast monsoon*) kondisi suhu permukaan laut (SPL) lebih rendah dan chl-a lebih tinggi jika dibandingkan pada saat musim barat (Siwi *et al.*, 2015).

Ikan yang dominan tertangkap di perairan Selat Bali merupakan ikan-ikan pelagis dengan sumber makanan utamanya adalah plankton, sehingga perubahan konsentrasi chl-a merupakan salah satu faktor penyebab perubahan jumlah hasil tangkapan. Ikan lemuru merupakan salah satu ikan pelagis ekonomis penting di Indonesia yang ditangkap di Selat Bali (Pradini *et al.*, 2001). Sebagai ikan pemakan plankton, maka perubahan kondisi konsentrasi chl-a akan memberikan pengaruh pula terhadap keberadaan ikan lemuru di perairan Selat Bali. Demikian pula halnya dengan ikan layang atau yang lebih dikenal dengan nama *scad*. Ikan ini biasa ditangkap dengan menggunakan purse seine (Rohit & Shanbhogue, 2006) dan sumber makanan utamanya adalah zooplankton serta bermacam larva ikan (McNaughton, 2008). Ikan tongkol yang memiliki wilayah menyebar yang lebih luas sering ditemukan dalam jumlah besar di wilayah perairan dekat pantai dengan suhu antara 18-29°C pun merupakan jenis pemakan ikan-ikan kecil, squid, crustacea dan juga zooplankton (Poisson, 2006).

Hal ini sesuai dengan laporan Sartimbul *et al.*, (2010) yang menyatakan bahwa perubahan konsentrasi chl-a merupakan faktor yang penting yang berpengaruh terhadap perubahan CPUE ikan pelagis serta sangat terkait dengan event ENSO dan IOD. Namun peningkatan konsentrasi chl-a tidak serta merta meningkatkan CPUE, namun diperlukan waktu yang cukup panjang karena adanya proses transfer energi melalui rantai makanan. Berbeda dengan Nurdin *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa parameter SPL dan chl-a berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan hasil tangkapan di Selat Makassar, namun pengaruh parameter chl-a lebih kuat dibandingkan dengan pengaruh perubahan SPL. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing perairan memiliki karakteristik oseanografi yang berbeda dalam kaitannya dengan kelimpahan stok sumberdaya ikan.

KESIMPULAN

Parameter oseanografi SPL dan chl-a secara bersama-sama memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan CPUE perikanan pelagis di

perairan Selat Bali, namun secara parsial parameter chl-a memberikan pengaruh yang lebih signifikan dibandingkan dengan parameter SPL. Nilai CPUE cenderung mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi chl-a. Faktor kecepatan angin lebih berpengaruh terhadap pola perubahan konsentrasi chl-a dibandingkan dengan faktor El-Nino, khususnya di daerah perairan pantai.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih disampaikan Kepala Seksi Sumberdaya Ikan, Dinas Perhubungan Kelautan dan Perikanan Kabupaten Jembrana I Gede Budhiadnya yang telah membantu proses pengumpulan data statistik perikanan pada TPI Pengambangan. Serta kepada Dr. Ir. I Nyoman Radiarta, M.Sc atas saran dan bimbingan dalam penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alianto, E., Adiwilaga, M., & Damar, A. (2008). Produktivitas primer fitoplankton dan keterkaitannya dengan unsur hara dan cahaya di perairan Teluk Banten. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 15(1), 21-26.

Boyer, J.N., Kelble, C.R., Ortner, P.B., & Rudnick, D.T. (2009). Phytoplankton bloom status: Chlorophyll a biomass as an indicator of water quality condition in the southern estuaries of Florida, USA. *Journal Ecological Indicators*. 9S, S56-S67.

Carpenter, K.E. & Niem, V.H. (1999). Fao species identification guide for fishery purposes. The Living Marine Resources of The Western Central Pacific. Vol.3. *Batoid Fishes, Chimaeras and Bony Fishes Part 1*. Roma: FAO.

Casal, G., Furey, T., Dabrowski, T., & Nolan, G. (2015). Generating a long-term series of SST and chlorophyll-a for the coast of Ireland. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XL-7/W3, 933-940.

Falkowski, P. G., Katz, M. E., Knoll, A. H., Quigg, A., Raven, J. A., Schofield, O., & Taylor, F. J. R. (2004). The evolution of modern eukaryotic phytoplankton. *Science*. 305, 354-360.

Felip, M. & Catalan, J. (2000). The relationship between phytoplankton biovolume and chlorophyll in a deep oligotrophic lake: decoupling in their spatial and temporal maxima. *Journal of Plankton Research*, 91-105.

Ghofar, A., Mathews, C.P., Merta, I.G.S., & Salim, S. (2000). Incorporating the southern oscillation indices to the management model of the Bali Strait Sardinella fishery. *The Workshop On The Fishery And Management of Bali Sardinella (Sardinella Lemuru)* In Bali Strait, 43-52.

Gordon, A. L. 2005. Oceanography of the Indonesian Seas and Their Throughflow. *Oceanography*. 18(4), 14-27.

Hendiarti, N., Siegel, H., & Ohde, T. (2004). Investigation of different coastal processes in Indonesian water using SeaWiFS data. *Deep Sea Research Part II: Tropical Studies in Oceanography*. 51(1-3), 85-97.

Hendiarti, N., Suwarso, E. Aldrian, K. Amri, R. Andiastruti, S.I. Sachoemar, & Wahyono, I.B. (2005). Seasonal variation of pelagic fish catch around Java. *Oceanography*. 18(4), 112-123.

Hinton, M.G. & Maunder, M.N. (2003). Methods for standardizing CPUE and how to select among them. *Inter-American Tropical Tuna Commission*. La Jolla, California.

Jatisworo, D., & Murdimanto, A. (2013). Identifikasi thermal front di Selat Makassar dan Laut Banda. *Symposium Nasional Sains Geoinformasi – III 2013* (pp. 226-232). Yogyakarta, Indonesia.

Kahru, M., Kudela, R.M., Anderson, C.R., Manzano-Sarabia, M., & Mitchell, B.G. (2014). Evaluation of satellite retrievals of ocean chlorophyll-a in the California Current. *Remote Sensing*. 6, 8524-8540.

Kasim, F. (2012). Pendekatan beberapa metode dalam monitoring perubahan garis pantai menggunakan dataset penginderaan jauh Landsat dan SIG. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*. 5(1), 620-635.

Khasanah, R.I., Sartimbul, A., & Herawati, E.Y. (2013). Kelimpahan dan keanekaragaman plankton di perairan Selat Bali. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 18(4), 193-202.

Lavigne, H., Ortenzio, F.D., D'Alcala, M.R., Claustre, H., Sauzede, R., & Gacic, M. (2015). On the vertical distribution of the chlorophyll-a concentration in the Mediterranean Sea: a basin-scale and seasonal approach. *Journal biogeosciences*.12, 5021-5039.

- McNaughton, B.D. (2008). *A Biological and Social Examination of Opelu (Decapterus spp.) Fisheries in West Hawaii*. Environmental Science, University of Hawaii.
- Merta, I.G.S., Widana, K., Yunizal., & Basuki, R. (2000). Status of the lemuru fishery in Bali Strait Its development and prospect. *The workshop On The Fishery And Management of Bali Sardinella (Sardinella Lemuru) In Bali Strait* (pp. 1-42).
- Navarro, G. & Ruiz, J. (2006). Spatial and temporal variability of phytoplankton in the Gulf of Cadiz through remote sensing images. *Deep-sea Research II*, 53, 1241-1260.
- Nurdin, S., Mustapha, M.A., Lihan, T., & Ghaffar, M.A. (2015). Determination of potential fishing ground of *Rastrelliger kanagurta* using satellite remote sensing and GIS technique. *Sains Malaysiana*, 44(2), 225-232.
- Poisson F. (2006). *Compilation of information on neritic tuna species in the Indian Ocean* IOTC-2006-SC-INF11.
- Pradini, S., Rahardjo, M.F., & Kaswadji, R. (2001). Kebiasaan makanan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Muncar, Banyuwangi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 1(1), 41-45.
- Pratiwi, N.T.M., Wulandari, D.Y., Ayu, I.P., & Iswantari, A. (2017). Diversity and spatial distribution of plankton in connected waters of Bali Strait, between eastern part of Java an western part of Bali Island. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 54.
- Purwanto. (2011). Bio-economic optimal levels of the Bali Strait sardine fishery operating in a fluctuating environment. *Ind.Fish Res. Journal*, 17(1), 1-12.
- Rintaka, W.E., & Susilo, E. (2015). Analisis model suhu, klorofil-a, net primary productivity (NPP) kaitannya terhadap jumlah tangkapan lemuru (*Sardinella lemuru*) di perairan selat Bali. *Prosiding Simposium Nasional II Kelautan dan Perikanan* (pp. 407-416). Makassar, Indonesia: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanudin.
- Roessig, J.M., Woodley, C.M., Cech Jr, J.J., & Hansen, L.J. (2004). Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14, 251-275.
- Rohit, P., & Shanbhogue, S.L. (2005). Age and growth of *Decapterus rosellii* and *D. macrosoma* along Karnataka coast, India. *J. Mar. Biol. Ass.* 47(2), 180-184.
- Rojas, O., Li, Y., Cumani, R. (2014). Understanding the drought impact of El Nino on the global agricultural areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 978-92-5-108671-1.
- Sartimbul, A., Nakata, H., Rohadi, E., Yusuf, B., & Kadarisman, H.P. (2010). Variations in chlorophyll-a concentration and the impact on *Sardinella lemuru* catches in Bali Strait, Indonesia. *Progress in Oceanography*, 87, 168-174.
- Siwi, W.E.R., Priyono, B., & Agustiadi, T. (2015). Observasi karakteristik perairan Selat Bali melalui pendekatan insitu dan numerik. *Bunga Rampai Observasi Oseanografi di Indonesia* (pp.13-25). Jembrana, Bali: Balai Penelitian dan Observasi Laut.
- Suniada, K.I., Islamy, F., Saputra, A.J., Hadiani, S., Mahardhika, R.M.P., & Susilo, E. (2015). Dinamika oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan pelagis PPN Pengambengan dari data satelit MODIS. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2015* (pp. 567-574). Bogor, Indonesia: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Susanto, R.D., & Marra, J. (2005). The effect of 1997/98 El-Nino on chlorophyll a variability along the southern coasts of Java and Sumatra. *Journal Oceanography*, 18(4), 124-127.
- Susanto, R.D., Moore, T.S., & Marra, J. (2006). Ocean color variability in the Indonesian Seas during the SeaWiFS era. *An Electronic Journal of the Earth Sciences*, 7(5), 1-16.
- Susilo, E., & Pancawati, Y. (2014). Distribusi spasial kelimpahan plankton di Selat Bali. *Seminar Nasional Kelautan* (pp. 179-189). Denpasar, Indonesia: Balai Penelitian dan Observasi Laut.
- Syahailatua, A. (2008). Dampak perubahan iklim terhadap perikanan. *Oseana*, 33(2), 25-32.
- Walpole, R.E. (1993). *Pengantar statistika*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Webster, P.J., Magana, V.O., Palmer, T.N., Shukla, J., Tomas, R.A., Yanai, M., & Yasunari, T. (1998). Monsoons: Processes, predictability, and the prospect for prediction. *Journal of Geophysical Research*.103.
- Wibawa, T.A. (2011). Pemanfaatan data satelit oseanografi untuk prediksi daerah potensial penangkapan tuna mata besar (*T. obesus*) di Samudera Hindia Selatan Jawa Bali. *Jurnal Segara*. 7(1), 29-41.
- Zainuddin, M., Newman, A., Farhum, S.A., Najamuddin, Hajar, M.A.I., Kurnia, M., & Sudirman. (2013). Characterizing potential fishing zone of skipjack tuna during the southeast monsoon in the Bone Bay-Flores Sea using remotely sensed oceanographic data. *International Journal of Geosciences*. 4, 259-266.