

## MUSIM DAN DAERAH PENANGKAPAN IKAN CAKALANG DI LAUT BANDA DAN SEKITARNYA PROVINSI MALUKU

### MONSOON AND *SKIPJACK* FISHING GROUND IN THE BANDA SEA AND ITS SURROUNDING MOLUCCAS PROVINCE

Welem Waileruny<sup>1,2</sup>, Eko Sri Wiyono<sup>2</sup>, Sugeng Hari Wisudo<sup>2</sup>, Ari Purbayanto<sup>2</sup>, Tri Wiji Nurani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura

<sup>2</sup>Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Korespondensi : wimwaileruny@yahoo.com

#### ABSTRACT

Sea surface temperature (SST) and a-chlorophyll (CHL) were important and they were often used to predict potential fishing ground by using remote sensing. The objectives of the present study were analysis and mapped fishing ground of *skipjack* in the Banda Sea and its surrounding Moluccas Province according to monsoon. SST and CHL data were taken from satellite citra data analysis, observed by sensor Aqua MODIS level 3 with spatial resolution 4 km and temporal resolution month and monsoon. Citra data were analyzed by using SEADAS 5.2. software. The analysis showed that sea surface temperature (SST) and a-chlorophyll concentration in the Banda Sea and its surrounding fluctuated from month by month. This condition affected seasonal fluctuation of SST and CHL. The average of highest temperature was in West monsoon and first transitional monsoon whereas the lowest was in East monsoon. Otherwise, a-chlorophyll concentration was highest in East monsoon and lowest was in first transitional monsoon. There was a correlation between temperature increasing and a-chlorophyll concentration decreasing. Sea surface temperature has also a negative correlation to CPUE and influenced fishing ground forming. Fishing ground in Banda Sea with highest CPUE during all monsoon was located on Western part of Seram Island: Buano, Kelang and Manipa Islands or situated on 126.70-1280 E and 2.60-3.40 S. The position surrounding Banda Sea lied on 127°-130.3° E and 3.2°-4° S.

Keywords: fishing ground, monsoon, sea surface temperature, *skipjack*

#### ABSTRAK

Suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a (CHL) merupakan parameter oseanografi yang penting dan sering digunakan untuk memprediksi daerah penangkapan potensial menggunakan *remote sensing*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dan memetakan daerah penangkapan ikan cakalang di Laut Banda dan sekitarnya Provinsi Maluku berdasarkan perubahan musim. Data SPL dan CHL diambil dari analisis data citra satelit, hasil observasi sensor Aqua MODIS level 3 dengan resolusi spasial 4 km dan resolusi temporal bulan dan musiman. Data citra dianalisis dengan program SEADAS 5.2. Hasil analisis menunjukkan suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a di Laut Banda dan sekitarnya mengalami fluktuasi dari bulan ke bulan. Kondisi ini mempengaruhi fluktuasi SPL dan CHL musiman. Rata-rata suhu tertinggi berada pada musim barat dan pancaroba pertama sedangkan suhu terendah di musim timur. Berbeda dengan konsentrasi klorofil-a, tertinggi pada musim timur dan terendah pada musim pancaroba pertama. Ada korelasi antara peningkatan suhu dan penurunan konsentrasi klorofil-a. Suhu permukaan laut juga memiliki korelasi negatif dengan CPUE dan mempengaruhi pembentukan daerah penangkapan ikan. Daerah penangkapan cakalang di Laut Banda dengan CPUE tertinggi pada semua musim ada di sebelah barat Pulau Seram sekitar Pulau Buano, Kelang dan Manipa atau pada posisi 126,7°-128° BT dan 2.6°-3.4° LS, di sekitar Laut Banda pada posisi 127°-130,3° BT dan 3.2°-4° LS.

Kata kunci: cakalang, daerah penangkapan, musim, suhu permukaan laut

## PENDAHULUAN

Ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) memiliki distribusi yang luas di wilayah tropis dan subtropis (Arai *et al.* 2004 & Grande *et al.* 2010). Spesies ini hadir di seluruh lautan tropis, memiliki ukuran populasi yang besar, pertumbuhan relatif cepat, dan potensi reproduksi yang tinggi. Akibatnya secara umum kemampuan menahan tekanan penangkapan relatif tinggi dan relatif sulit untuk *over fishing* serta dianggap sangat *mobile* (Anderson *et al.* 2012). Garbin dan Castello (2014) *vide* Andrade (2003) menjelaskan bahwa migrasi cakalang mengikuti perubahan suhu perairan. Selama akhir musim gugur cakalang bermigrasi ke utara mencari perairan hangat. Selama akhir musim semi dan musim panas, air dingin balik ke selatan, dan kelompok cakalang kembali ke lintang yang lebih tinggi menyusul perairan hangat. Ikan cakalang mulai migrasi ke selatan pada akhir musim panas dan awal musim gugur (Mugo *et al.* 2011). Distribusi spasial aktivitas penangkapan cakalang menunjukkan pola musiman yang berhubungan dengan kondisi lingkungan dimana suhu merupakan variabel utama yang dapat digunakan untuk memprediksi habitat cakalang (Mugo *et al.* 2010).

Hal ini mengakibatkan daerah penangkapan selalu berubah sesuai dengan faktor lingkungan karena ikan akan memilih habitat yang lebih cocok untuk makan, tempat tinggal, reproduksi dan migrasi. Usaha memprediksi daerah penangkapan ikan dapat dilakukan melalui pendekatan oseanografi (Palacios *et al.* 2006 & Simbolon 2009). Dua parameter oseanografi yang penting dan sering digunakan untuk meramal daerah penangkapan ikan menggunakan data satelit adalah suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a (Lanz *et al.* 2009; Zainuddin & Jamal 2009; Mustapha *et al.* 2010; Solanki *et al.* 2005; Zainuddin 2011). Siregar dan Waas (2006) menjelaskan bahwa parameter oseanografi penting yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah penangkapan tuna ukuran kecil (cakalang dan yellowfin tuna) adalah temperatur, klorofil-a, front dan arus. Kombinasi parameter-parameter ini meningkatkan akurasi identifikasi daerah penangkapan

Selama ini banyak terjadi pemborosan biaya waktu dan tenaga karena penentuan daerah penangkapan oleh nelayan berdasarkan pengalaman atau informasi

dari nelayan lain. Sulit bagi mereka untuk mendapatkan daerah penangkapan potensial secara pasti, memungkinkan tingkat keberhasilan operasi penangkapan cukup rendah yang berdampak pada pendapatan yang diterima (Nurdin *et al.* 2012). Kegiatan penangkapan ikan yang masih menggunakan cara-cara tradisional, yaitu penangkapan ikan yang sifatnya berburu dan mengejar ikan mempunyai tingkat resiko yang tinggi. Sehingga kegiatan penangkapan ikan harus dikelola sedemikian rupa agar risiko kegagalan kegiatan penangkapan ikan bisa dikurangi (Wiyono 2013). Dengan mengetahui pengaruh SPL terhadap keberadaan ikan cakalang, maka nelayan dapat memprediksi daerah penangkapan sehingga akan menghemat waktu, biaya dan tenaga dalam operasi penangkapan (Simbolon 2010).

Laut Banda dan sekitarnya merupakan daerah penangkapan ikan cakalang di Provinsi Maluku, dengan alat tangkap utama adalah *pole and line*. Salah satu masalah yang dihadapi nelayan adalah kesulitan menemukan daerah penangkapan yang tepat. Saat menuju daerah penangkapan, nelayan biasanya berdasarkan pengalaman sebelumnya atau berdasarkan prinsip coba-coba, akibatnya operasi penangkapan sering mengalami kegagalan. Perubahan daerah penangkapan secara nyata terjadi saat terjadi perubahan musim. Perubahan musim secara langsung mempengaruhi aspek oseanografi perairan khususnya suhu permukaan dan konsentrasi klorofil-a, sangat berpengaruh terhadap kehadiran ikan cakalang di suatu wilayah yang berdampak pada perubahan daerah penangkapan itu di wilayah tersebut. Bagaimana kondisi daerah penangkapan ikan cakalang terutama suhu dan klorofil-a, serta pengaruhnya terhadap pembentukan daerah penangkapan berdasarkan perubahan musim yang terjadi merupakan informasi penting yang perlu diketahui. Akibat perubahan musim yang terjadi, maka pertanyaan mendasar adalah pada musim apa dan dimana produksi hasil tangkapan meningkat dan sebaliknya.

Uraian di atas menunjukkan bahwa analisis dan pemetaan daerah penangkapan ikan penting dilakukan untuk mengetahui kapan (musim mana) populasi ikan meningkat di Laut Banda yang ditunjukkan dengan tingginya *catch per unit effort* (CPUE), dan kapan (musim mana) populasi ikan cakalang berkurang di Laut Banda dan sekitarnya yang ditunjukkan dengan rendahnya CPUE. Diharapkan hasil ini

dapat memberikan gambaran tentang kondisi daerah penangkapan ikan cakalang di Laut Banda dan sekitarnya Provinsi Maluku berdasarkan perubahan musim yang terjadi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dan menentukan hubungan beberapa faktor oseanografi (suhu dan klorofil-a) dengan CPUE. Menentukan musim penangkapan yang baik serta memetakan daerah penangkapan ikan cakalang di Laut Banda dan sekitarnya sesuai perubahan musim yang terjadi.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Perairan Laut Banda dan sekitarnya Provinsi Maluku, pada posisi 125°-131,5° BT dan 2°-5°LS. Karakteristik daerah penangkapan diketahui dari analisis suhu permukaan laut/*sea surface temperature* (SPL) dan konsentrasi klorofil-a/*sea surface chlorophyll-a concentration* (CHL). Data ke dua variabel ini diambil dari hasil analisis data citra satelit. Data SPL dan CHL merupakan hasil observasi dari sensor *Aqua MODIS*. Data-data ini diperoleh dari *webserver ocean color* (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>) level 3 dengan resolusi spasial 4 km dan resolusi temporal bulan dan musiman. Data citra *Aqua MODIS* kemudian dianalisis dengan program SEADAS 5.2 untuk mendapatkan data numerik dan peta sebaran SPL dan CHL di lokasi penelitian. Hasil analisis data numerik yang dihasilkan diambil hasil hitungan minimum, maksimum, rata-rata, mode dan standar deviasi. Hasil perhitungan ditampilkan pada tabel, selanjutnya dalam pembahasan dihubungkan dengan peta citra satelit yang dihasilkan untuk mendeskripsikan karakteristik daerah penangkapan secara bulanan dan musiman. Analisis regresi dengan mengambil SPL sebagai variabel bebas dan CHL sebagai variabel terikat dilakukan untuk mengetahui hubungan kedua parameter tersebut. Asumsi yang digunakan adalah tinggi randaahnya SPL mempengaruhi konsentrasi CHL di lokasi penelitian.

Peta daerah penangkapan ini dibuat dari *log book* salah satu perusahaan penangkapan cakalang dengan alat tangkap *pole and line* yang berpangkalan di Desa Tulehu Kecamatan Salahutu dan beberapa kapal dari Kecamatan Saparua dan Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah. Data dari perusahaan yang berpangkalan di Desa Tulehu Kecamatan

Salahutu terkumpul dari 34 bulan operasi penangkapan periode tahun 2000-2008. Data yang digunakan untuk pemetaan daerah penangkapan adalah produksi harian kapal-kapal *pole and line* sesuai posisinya per trip yang tertera pada *log book*, selanjutnya dihitung CPUE pada setiap daerah penangkapan yang diklasifikasikan berdasarkan perubahan musim yang terjadi. CPUE di setiap wilayah dirata-ratakan tiap bulan dan dikelompokkan ke dalam empat musim yaitu musim pancaroba II (September-November), musim barat (Desember-Februari), musim pancaroba I (Maret-Mei) dan musim timur (Juni-Agustus). Data yang didapat terdiri dari 11 bulan mewakili musim pancaroba II, 6 bulan mewakili musim barat, 9 bulan mewakili musim pancaroba I dan 8 bulan mewakili musim timur. Selain data perusahaan, dilakukan pengambilan data juga dari nelayan lokal dengan kapal yang sama dari Kecamatan Saparua dan Amahai. Data CPUE setiap musim kemudian dibuat peta dengan memplotkan titik-titik koordinat semua daerah penangkapan menurut nilai CPUE. Pembuatan peta menggunakan Program ARGIS 9. Trip pada analisis ini berhubungan dengan waktu kunjungan kapal pada tempat tertentu, bukan satuan hari atau minggu operasi. Dengan demikian saat kapal datang ke daerah penangkapan dan melakukan penangkapan pada satu tempat, kemudian berpindah ke tempat lain maka trip yang dihitung adalah waktu datang dan pergi di tempat itu bukan lama hari operasi sebagaimana pengertian trip sebenarnya. Analisis rekreasi digunakan untuk mengetahui hubungan CHL dan suhu serta hubungan keduanya dengan CPUE.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Suhu permukaan laut (SPL)

Analisis citra dengan program SEADAS 5.2 menghasilkan profil suhu permukaan Laut Banda dan sekitarnya dari bulan Oktober 2011-September 2012 pada posisi 125°-131°BT dan 2°-5°LS disajikan pada Tabel 1. Posisi ini diambil sesuai sebaran daerah penangkapan cakalang oleh kapal-kapal *pole and line* yang berpangkalan di Kabupaten Maluku Tengah dan kota Ambon. Hasil analisis menunjukkan suhu permukaan laut (SPL) tertinggi terjadi pada bulan Desember yaitu 32.90°C dan terendah pada bulan Agustus yaitu 26.00°C.

Perubahan SPL bulanan turut mempengaruhi dinamika SPL musiman. Profil suhu permukaan Laut Banda dan sekitarnya secara musiman pada lokasi

penelitian disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1. Data pada Tabel 2 menunjukkan pada musim pancaroba II suhu permukaan berkisar antara 28.06 °C-32.83 °C, rata-rata 29.95 °C dan mode 29.64 °C. Gambar 1.a menunjukkan bahwa pada musim pancaroba II terjadi pencampuran yang tidak merata. Laut Banda didominasi suhu yang sedang, hanya di pesisir sebelah selatan Pulau Seram dan sebelah barat Pulau Nusalaut yang agak tinggi. Hal yang berbeda terjadi di Pesisir Pantai utara Pulau Seram dan Laut Seram, pada wilayah ini SPL lebih didominasi suhu yang lebih tinggi. Kondisi ini dimungkinkan karena suhu dingin yang mendominasi Laut Banda pada musim sebelumnya (musim timur) masih mempengaruhi SPL musim Peraihan II. Perbedaan suhu maksimum dan minimum pada musim pancaroba II sebesar 4.76 °C.

SPL pada musim barat berkisar 27.90 °C-32.98 °C, rata-rata 30.41 °C dan mode 30.35 °C. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan suhu minimum sebesar 0.17 °C dan kenaikan suhu maksimum sebesar 0.15 °C dari musim pancaroba II. Rata-rata suhu permukaan mengalami kenaikan sebesar 0.46 °C dari musim sebelumnya. Lokasi penelitian semua wilayah memiliki suhu yang tinggi (Gambar 18b). Kondisi ini terjadi baik pada Laut Banda maupun di Laut Seram, namun SPL Laut Banda terlihat lebih tinggi dari SPL Laut Seram. Perbedaan suhu maksimum dan minimum pada musim ini sebesar 5.08 °C.

Suhu permukaan laut pada musim pancaroba I berkisar 28.66 °C-32.55 °C, rata-rata 30.23 °C dan mode 30.23 °C. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan suhu minimum sebesar 0.76 °C dan penurunan suhu maksimum sebesar 0.43 °C dari musim barat. Rata-rata suhu permukaan mengalami penurunan sebesar 0.18 °C dari musim sebelumnya. Gambar 1c menunjukkan dominasi suhu yang tinggi masih terjadi pada semua wilayah.

Walaupun demikian fenomenanya berbeda dengan musim sebelumnya (barat), terlihat SPL Laut Banda lebih rendah dari SPL Laut Seram terbalik dengan yang terjadi pada musim barat. Perbedaan suhu maksimum dan minimum pada musim ini sebesar 3.89 °C.

Perubahan yang sangat nyata terjadi pada musim timur. Suhu permukaan laut pada musim timur berkisar 26.08 °C-30.41 °C, rata-rata 27.64 °C dengan SD 0.79 °C dan mode 27.07 °C. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan suhu minimum sebesar 2.58 °C dan penurunan suhu maksimum sebesar 2.14 °C dari Pancaroba I. Rata-rata suhu permukaan mengalami penurunan sebesar 2.59 °C dari musim sebelumnya. Gambar 1.d menunjukkan bahwa pada semua wilayah memiliki suhu yang rendah. Walaupun demikian SPL Laut Banda lebih rendah dari SPL Laut Seram. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa suhu terendah terjadi pada musim timur. Perbedaan suhu maksimum dan minimum pada musim timur sebesar 4.32 °C.

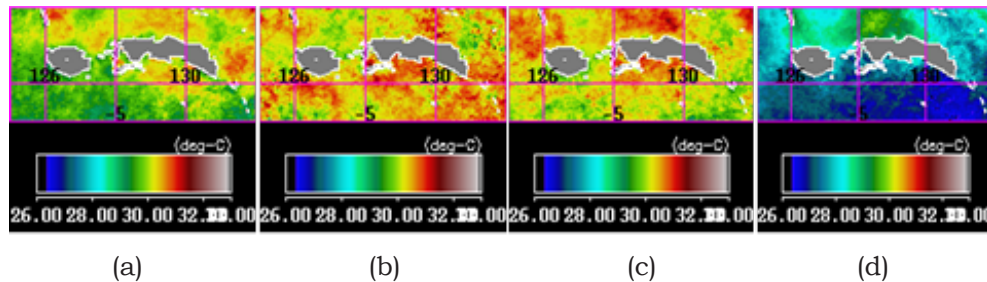
Rendahnya SPL pada musim timur diakibatkan proses *upwelling* yang terjadi pada saat itu. Hal mana disampaikan oleh Nontji (2007) bahwa *upwelling* di Laut Banda terjadi pada bulan Mei sampai kira-kira September. Akibat dari *upwelling* ini ditemukan suhu permukaan rata-rata 3 °C lebih rendah daripada musim barat. Sediadi (2004) dalam penelitiannya mendapatkan *upwelling* di Laut Banda masih berlangsung sampai bulan Agustus. Menurut Boyce (2004) bahwa sebaran suhu untuk distribusi cakalang adalah 16,63-29,47 *range* 12,84. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa rata-rata suhu permukaan laut pada musim barat dan pancaroba pertama sedikit di atas kisaran distribusi cakalang sebagaimana didapatkan oleh Boyle (2004).

Tabel 1. Kisaran SPL Laut Banda dan sekitarnya bulan Oktober 2011-September 2012

Bulan	Suhu Permukaan (°C)					
	Min	Max	Mean	STD	Median	Mode
Oktober	27.28	32.87	29.49	0.47	29.49	29.07
November	29.04	32.71	30.89	0.39	30.87	30.78
Desember	27.33	32.99	30.76	0.62	30.71	30.78
Januari	27.71	32.98	30.67	0.57	30.67	30.92
Pebruari	26.42	32.92	30.33	0.56	30.32	30.35
Maret	27.17	32.98	30.61	0.55	30.61	30.64
April	29.07	32.55	30.56	0.44	30.51	30.35
Mei	28.09	32.91	30.55	0.54	30.53	30.64
Juni	26.04	31.68	28.62	0.66	28.50	28.36
Juli	26.01	30.47	27.72	0.83	27.98	27.21
Agustus	26.00	30.75	27.19	0.83	26.92	26.64
September	26.17	31.29	28.24	0.89	28.01	27.49

Tabel 2. Profil suhu permukaan secara musiman di Laut Banda dan sekitarnya

Musim	Suhu Permukaan (°C)					
	Min	Max	Mean	STD	Median	Mode
Pancaroba II	28.07	32.83	29.96	0.42	29.95	29.64
Barat	27.90	32.98	30.41	0.34	30.40	30.35
Pancaroba I	28.66	32.55	30.23	0.35	30.29	30.23
Timur	26.08	30.41	27.64	0.79	27.45	27.07



Gambar 1. Citra SPL Musim Pancaroba II 2011 (a), Barat 2011-2012 (b), Pancaroba I 2012 (c), dan Musim Timur 2012 (d)

### Klorofil-a

Profil kandungan klorofil-a di Laut Banda dan sekitarnya dari bulan Oktober 2011-September 2012 pada posisi 125°-131° BT dan 2°-5°LS disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi klorofil-a tertinggi adalah 0,50 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan Juli dan Agustus dan terendah 0,01 mg/m<sup>3</sup> yang terjadi pada bulan Mei. Konsentrasi klorofil-a mengalami fluktuasi dari satu bulan ke bulan lainnya. Bulan Oktober-April tahun berikutnya konsentrasi rata-rata klorofil-a di Laut Banda dan sekitarnya mengalami penurunan secara bertahap, selanjutnya meningkat pada bulan Mei-Agustus dan menurun lagi pada bulan September. Hal ini sedikit berbeda dengan perubahan suhu yang mengalami fluktuasi. Beberapa penelitian sebelumnya dengan melakukan pengukuran secara langsung dari sampel air sebagaimana dilaporkan oleh Sediadi & Edward (2000) tidak berbeda jauh dengan penelitian ini (Tabel 4). Lokasi-lokasi penelitian tersebut merupakan bagian penelitian ini.

Perubahan konsentrasi klorofil-a setiap bulan turut mempengaruhi perubahan secara musiman. Kondisi ini nyata dari hasil analisis seperti disajikan pada Tabel 5. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a pada musim pancaroba II berkisar 0.07 mg/m<sup>3</sup>-0.45 mg/m<sup>3</sup> dengan rata-rata 0.20 mg/m<sup>3</sup>, dan mode 0.22 mg/m<sup>3</sup>. Range konsentrasi maksimum dan minimum klorofil-a pada musim ini

sebesar 0.44 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi klorofil-a pada musim pancaroba II umumnya sedang, terjadi percampuran yang tidak merata. Pada beberapa titik terdapat konsentrasi yang rendah sedangkan di titik-titik lain konsentrasinya agak tinggi. Di Laut Banda terjadi percampuran yang tidak merata, sedangkan di Laut Seram hampir semua wilayah didominasi konsentrasi sedang. Konsentrasi yang rendah ini berlanjut ke musim barat, berkisar 0.04 mg/m<sup>3</sup>-0.47 mg/m<sup>3</sup> dengan rata-rata 0.13 mg/m<sup>3</sup> dan mode 0.10 mg/m<sup>3</sup>, semua nilai ini lebih rendah dari musim sebelumnya (Tabel 5). Laut Banda didominasi oleh konsentarsi yang rendah, tidak ada satu titikpun yang mempunyai konsentrasi klorofil-a yang tinggi. Kondisi ini terjadi baik di wilayah pesisir maupun lepas pantai Laut Banda. Di pesisir Laut Seram sampai laut lepas terjadi percampuran yang rendah dan sedang, konsentrasi yang sedang terdapat hampir di sepanjang pesisir Seram Timur sampai Seram Utara dan Pulau Buru (Gambar 2).

Konsentrasi klorofil-a mengalami peningkatan kecil pada musim pancaroba I, berkisar 0.07-0.49mg/m<sup>3</sup> dengan rata-rata 0.15 mg/m<sup>3</sup> dan mode 0.11 mg/m<sup>3</sup>. Walaupun demikian sebaran konsentrasi yang rendah masih mendominasi wilayah ini, terutama di Laut Banda. Pada musim ini peningkatan lebih tinggi terjadi di laut Seram dan sekitarnya, sedangkan di Laut Banda perubahannya sangat kecil (Gambar 2). Perubahan yang menyolok terjadi pada musim timur, sebaran klorofil-a pada musim ini berkisar 0.11-0.99 mg/m<sup>3</sup> dengan rata-

rata 0.39 mg/m<sup>3</sup> dan mode 0.29 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi klorofil-a tinggi hampir pada semua wilayah dari pesisir sampai laut lepas, hanya di beberapa titik yang konsentrasi klorofil-a sedang. Konsentrasi maksimum sepanjang tahun terjadi pada musim ini.

Perubahan konsentrasi klorofil-a dari musim ke musim atau dari bulan ke bulan lainnya berbanding terbalik dengan peningkatan suhu, artinya pada bulan/musim dengan SPL yang tinggi maka konsentrasi CHL rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan suhu perairan turut mempengaruhi perubahan konsentrasi klorofil-a. Hubungan antara perubahan suhu (X) dan konsentrasi klorofil-a (Y) yang didapat pada penelitian ini ditunjukkan dengan fungsi  $Y = 1.9175 - 0.0587X$ . Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan suhu perairan sangat dipengaruhi oleh musim, pada musim timur suhunya rendah dengan konsentrasi klorofil-a yang tinggi, sedangkan suhu tertinggi pada musim barat dengan konsentrasi klorofil-a yang rendah. Slope pada fungsi ini negatif menunjukkan hubungan terbalik antara kenaikan suhu dan peningkatan konsentrasi klorofil-a. Semakin tinggi suhu permukaan laut mengakibatkan menurunnya konsentrasi klorofil-a. Rendahnya suhu dan tingginya konsentrasi klorofil-a pada musim timur diakibatkan karena pada musim ini terjadi *upwelling* di Laut Banda sebagaimana telah diuraikan pada bagian sebelumnya.

Perubahan konsentrasi klorofil-a dan SPL sepanjang tahun turut mempengaruhi

kehadiran ikan cakalang di wilayah penelitian. Produksi ikan cakalang tertinggi yaitu 52.7 ton pada September dengan suhu 28.2 °C dan klorofil 0.23 mg/m<sup>3</sup> diikuti bulan Agustus 35.80 ton dengan suhu 27.2 °C dan klorofil 0.36 mg/m<sup>3</sup>. Produksi terendah pada Mei yaitu 7.10 ton dengan suhu 30.6 °C dan klorofil 0.13 mg/m<sup>3</sup>. Dinamika tersebut mengakibatkan perbedaan produksi musiman (Gambar 3). Produksi tertinggi pada musim pancaroba II dan terendah pada musim pancaroba I.

Analisis regresi menunjukkan ada hubungan antara CPUE dengan perubahan SPL. Fungsi hubungan tersebut adalah  $CPUE = 239370 - 8091 \text{ suhu}$ , dengan nilai  $r^2 = 66.20\%$ , dengan nilai signifikan F yang ditunjukkan oleh  $P = 0.00$  (Tabel 7). Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan suhu permukaan laut mempengaruhi kehadiran ikan cakalang di lokasi penelitian. Slope yang negatif menunjukkan bahwa suhu permukaan laut yang terlalu tinggi akan menurunkan CPUE. Hal ini dimungkinkan karena SPL sangat berpengaruh pada distribusi dan migrasi ikan cakalang (Zainuddin & Jamal, 2009). Analisis ini tidak ditemukan hubungan konsentrasi klorofil-a dengan CPUE. Hal ini dimungkinkan karena dalam analisis sebelumnya sudah diketahui bahwa konsentrasi klorofil-a memiliki hubungan negatif dengan konsentrasi klorofil-a, sehingga yang menjadi pemicu utama kehadiran ikan cakalang adalah suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a menjadi ikatan.

Tabel 3. Konsentrasi Klorofil-a di Laut Banda dan sekitarnya pada periode Oktober 2011-September 2012

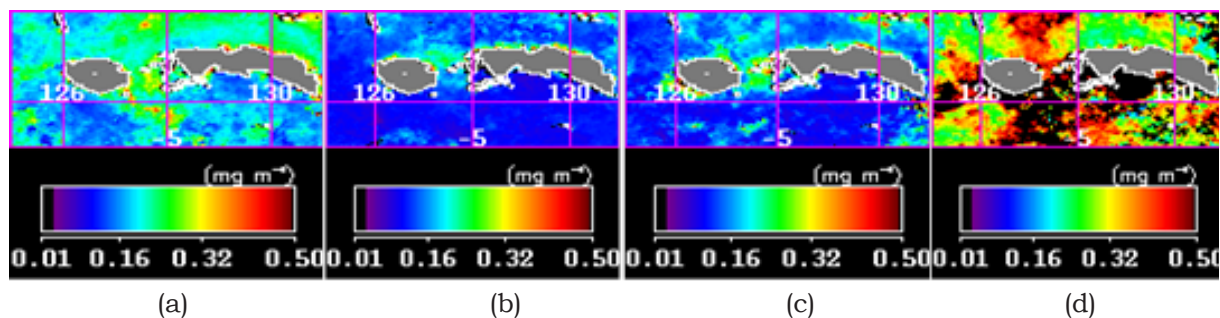
Bulan	Konsentrasi klorofil-a (mg/m <sup>3</sup> )					
	Min	Max	Mean	STD	Median	Mode
Oktober	0.11	0.49	0.22	0.05	0.21	0.21
November	0.06	0.49	0.16	0.06	0.15	0.14
Desember	0.03	0.49	0.14	0.06	0.12	0.11
Januari	0.04	0.49	0.13	0.05	0.11	0.20
Pebruari	0.04	0.46	0.12	0.03	0.12	0.12
Maret	0.02	0.49	0.12	0.04	0.12	0.12
April	0.03	0.49	0.11	0.04	0.09	0.10
Mei	0.02	0.49	0.13	0.06	0.12	0.10
Juni	0.09	0.49	0.27	0.09	0.25	0.21
Juli	0.11	0.50	0.29	0.08	0.29	0.24
Agustus	0.15	0.50	0.36	0.08	0.36	0.35
September	0.09	0.49	0.23	0.07	0.21	0.19

Tabel 4. Konsentrasi klorofil-a hasil penelitian sebelumnya

Waktu	Lokasi	Rata-rata konsentrasi klorofil $\text{mg}/\text{m}^3$	Peneliti
September 1974	Laut Banda	0.26	Nontji 1974
Juli 1993	Perairan Lease	0.94	Sediadi dan Edwrd (2000)
Juli 1993	Perairan Haruku dan Saparua	1.23	Wouthuyzen <i>et al.</i> (1993)
November-Desember 1993	Laut Banda	0.02	Edward 1998

Tabel 2. Profil suhu permukaan secara musiman di Laut Banda dan sekitarnya

Musim	Konsentrasi klorofil-a $\text{mg}/\text{m}^3$					
	Min	Max	Mean	STD	Median	Mode
Pancaroba II	0.07	0.49	0.20	0.05	0.19	0.22
Barat	0.04	0.47	0.13	0.04	0.12	0.11
Pancaroba I	0.07	0.49	0.15	0.06	0.13	0.11
Timur	0.11	0.99	0.39	0.15	0.35	0.29



Gambar 2. Citra CHL Musim Pancaroba II 2011 (a), Barat 2011-2012 (b), Pancaroba I 2012 (c), dan Musim Timur 2012 (d)

Tabel 6. ANOVA hubungan perubahan suhu dengan konsentrasi klorofil-a

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0.071754	0.071754	87.50702	2.91985E-06
Residual	10	0.0082	0.00082		
Total	11	0.079954			

### Peta daerah penangkapan ikan cakalang di Laut Banda dan sekitarnya

Daerah penangkapan kapal-kapal *pole and line* di Laut Banda dan sekitarnya berada pada posisi 125000'-131° BT dan 2°20'-4°30' LS. Secara geografi berada di selat Manipa, sebelah selatan pulau Ambon dan pulau-pulau Lease, sebelah selatan dan utara pulau Seram. Hasil analisis diketahui daerah penangkapan dengan CPUE tertinggi pada semua musim ada di sekitar Pulau

Buano, Kelang dan Manipa atau pada posisi 126.7°-128° BT dan 2.6°-3.4° LS. Di sekitar Laut Banda pada posisi 127°-130.3° BT dan 3.2°-4° LS. Sebaran daerah penangkapan berubah dari satu musim ke musim lainnya. Pada musim pancaroba II (September–November) pada radius 10–30 mil di sekitar Pulau Buano, Pulau Kelang dan Pulau Manipa, rata-rata CPUE tinggi 201–250 individu/atau 1–1.25 ton/trip bahkan lebih dari 300 individu atau lebih dari 1.50 ton/trip (Gambar 4). Pada waktu-waktu tertentu

di lokasi ini nelayan melaut 2 hari dan harus kembali karena kapal dengan daya tampung 10 ton sudah penuh. Data pada perusahaan ini menunjukkan bahwa pada Musim ini hasil tangkapan rendah pada wilayah sebelah selatan pulau Ambon dan barat Pulau Lease dengan CPUE minimum 25 individu atau 225 kg/trip.

Menurut nelayan di Kecamatan Saparua dan Kecamatan Amahai, musim ini (Pancaroba II) adalah puncak tertinggi yang mereka dapatkan sepanjang tahun. Posisi tangkapnya dari perbatasan Seram timur sampai selatan Pulau Seram atau sebelah timur Pulau Lease pada posisi 127°-130°BT dan 2.6°-4°LS. Rata-rata hasil tangkapan yang dicapai sekitar 1.50 ton/trip, sama dengan di dapatkan perusahaan yang berlokasi di Kecamatan Salahutu bahkan lebih banyak lagi. Menurut nelayan, penangkapan cakalang di wilayah ini kebanyakan dilakukan pada batang-batang kayu yang hanyut. Menurut nelayan, sebelum masuknya kapal-kapal purse seine untuk menangkap ikan cakalang, hasil tangkapan mereka sangat tinggi di musim ini. Kadang mereka bisa mendapat hasil tangkapan lebih dari 3 ton/trip pada batang kayu/benda hanyut lainnya, yang ditangkap lebih dari satu kapal.

Menurut nelayan, di pertengahan atau akhir bulan September sampai awal Oktober mereka menuju perbatasan Seram Timur dan Seram Selatan, di sana mereka akan mendapatkan batang kayu yang hanyut sejak musim timur. Secara periodik (setiap hari) batang kayu itu hanyut dari arah timur ke barat, pada posisi di atas. Hasil wawancara diketahui perpindahan batang kayu dari satu hari ke hari berikutnya sekitar 10-20 mil laut dari posisi terakhir ditinggalkan, tergantung kecepatan arus. Waktu-waktu tertentu, kurang dari 3 hari mereka sudah kembali ke pangkalan dengan hasil 6-10 ton. Saat ini sudah sangat jarang produksi sebanyak itu mereka dapatkan. Walaupun demikian tidak semua kapal dapat menemukan benda hanyut yang mereka tinggalkan pada hari sebelumnya dengan mudah. Hanya kapal dengan nahkoda yang sangat berpengalaman yang mampu menduga arah dan kecepatan arus, bisa menemukan benda-benda hanyut yang mereka tinggalkan hari sebelumnya tepat di pagi hari saat operasi penangkapan dilakukan. Bagi kapal-kapal yang nahkodanya belum banyak pengalaman, sering juga mereka dapatkan tetapi sudah agak siang (di atas jam 10:00), yang bukan

lagi merupakan waktu tangkap yang baik saat musim panas. Hal ini mengakibatkan hasil yang didapatkan juga tidak sebanyak yang menemukan sejak pagi hari (sekitar jam 06:00-09:00 WIT). Pada musim ini produksi tertinggi didapatkan pada daerah penangkapan yang jauh dari wilayah pesisir. Hasil ini jika dihubungkan dengan analisis SPL dan CHL diketahui bahwa tangkapan tertinggi berada pada kisaran suhu 28-29 °C dengan konsentrasi CHL 0.16-0.30 mg/m<sup>3</sup>.

Saat musim barat (Desember-Februari) rata-rata CPUE menurun di semua daerah penangkapan, kecuali beberapa titik di Laut Banda. Sebaran daerah penangkapan dengan rata-rata CPUE tinggi mirip musim Pancaroba II dengan nilai tertinggi pada posisi 127.50-128° BT dan 3.7°-4° LS (Gambar 5). Pada musim ini waktu kunjungan lebih sedikit karena tingginya gelombang akibat bertiupnya angin utara yang bergantian dengan angin barat. Pada musim ini nelayan takut melaut sama dengan musim timur, karena kecepatan anginnya sangat tinggi dan gelombangnya besar dengan jarak gelombang yang pendek yang sangat membahayakan. Data klimatologi dari stasiun meteorologi Pattimura, Banda Neira dan Namlea dari tahun 2003-2011 diketahui kecepatan angin maksimum pada bulan Desember-Februari tahun berikutnya mencapai maksimum 35 knot dengan rata-rata tingkat maksimum 20 knot. Bagi nelayan, angin dan gelombang musim barat sangat membahayakan, pada musim ini mereka tidak bisa berspekulasi atau mencoba-coba karena resikonya sangat tinggi terutama untuk kapal-kapal ukuran 20 GT ke bawah.

Umumnya penangkapan dilakukan di rumpon atau mengikuti gerombolan ikan lumba-lumba, pada musim ini sangat jarang mendapat batang kayu/benda tertentu yang hanyut. Daerah penangkapan di sebelah selatan pulau Seram sampai barat Pulau Lease dengan posisi yang acak, tidak menetap setiap harinya. Saat menuju daerah penangkapan nelayan lebih banyak berspekulasi, sehingga tidak jarang produksi yang didapat sangat sedikit bahkan tidak mendapat ikan sama sekali. Saat penelitian ini dilakukan, ada perusahaan tertentu di Pulau Ambon dan Saparua mengambil keputusan berhenti beroperasi pada musim ini.

Hasil wawancara dengan perusahaan atau pemilik kapal didapati bahwa mereka mengambil keputusan menghentikan operasi



pada musim-musim tertentu (musim barat dan pancaroba I) karena sudah sangat sulit mendapat ikan cakalang saat ini. Saat belum ada kapal pukat cincin yang menangkap ikan cakalang, mereka masih tetap mendapatkan ikan walaupun sedikit sehingga semua biaya operasi boleh tertangani. Saat ini, jika mereka melaut pada musim barat lebih banyak ruginya dari pada untung, sehingga mereka terpaksa melabuhkan kapal sesaat. Bagi perusahaan yang memiliki beberapa kapal, ada yang menggunakan sistem bergilir dengan mengoperasikan sebagian atau kapal tertentu untuk menjaga nelayannya tetap bertahan. Hasil analisis SPL dan CHL menunjukkan bahwa pada musim barat SPL sangat tinggi mencapai 32.98 °C dengan rata-rata 30.43 °C. Produktivitas primer musim ini sangat rendah, ditandai dengan konsentrasi CHL rata-rata 0.13 mg/m<sup>3</sup> dan mode 0.11 mg/m<sup>3</sup>. Kondisi lingkungan yang tidak mendukung turut mempengaruhi hasil tangkapan musim ini. Bagi nelayan musim ini adalah waktu kritis, karena hasil tangkapannya sangat rendah dibanding musim lainnya.

Musim pancaroba I (Maret-Mei) rata-rata CPUE tidak setinggi pada musim yang lainnya. Di semua daerah penangkapan rata-rata CPUE di bawah 251 individu atau 1.23 ton/trip. Beberapa wilayah dengan CPUE tinggi antara 201-250 individu/trip di Laut Banda diantaranya di sebelah selatan Pulau Ambon dan Pulau Lease, sebelah selatan Pulau Seram. Selain itu beberapa titik di antara Pulau Seram dan Buru, serta di sebelah barat Pulau Seram, sekitar Pulau Kelang, Manipa dan Buano (Gambar 6), Hanya satu titik dengan CPUE antara 251-250 individu per trip yaitu di sebelah barat Pulau Seram, sekitar pulau Manipa dan Buano tidak ada daerah penangkapan dengan CPUE > 300 individu atau 1.50 ton/trip. Bagi nelayan di Kecamatan Saparua dan Amahai penangkapan dilakukan di sebelah selatan Pulau Seram sampai sebelah barat Pulau Lease dengan daerah penangkapan berubah-ubah mengikuti gerombolan lumba-lumba dan rumpon. Penangkapan lebih dipusatkan pada pesisir pantai selatan Pulau Seram dengan CPUE tertinggi dapat mencapai 1 ton/trip, namun ada juga trip-trip tertentu yang gagal.

Data klimatologi dari stasiun meteorologi Pattimura, Banda Neira dan Namlea dari tahun 2003-2011 diketahui kecepatan angin maksimum pada bulan Maret-Mei (musim pancaroba I) mencapai maksimum 44 knot dengan rata-rata tingkat

maksimum 19.33 knot. Hasil analisis SPL dan CHL menunjukkan bahwa pada musim pancaroba I SPL maksimum lebih rendah dari musim barat yaitu 32.55 °C dengan rata-rata 30.23 °C. Produktivitas primer musim ini juga lebih tinggi dari musim barat, dengan konsentrasi CHL rata-rata 0.15 mg/m<sup>3</sup> dan mode 0.11 mg/m<sup>3</sup>. Kondisi lingkungan yang kurang mendukung turut mempengaruhi hasil tangkapan musim ini. Walaupun demikian, pada musim ini jumlah trip yang gagal tidak sebanyak pada musim barat karena kondisi perairan lebih memungkinkan untuk kapal-kapal berada lebih lama di daerah penangkapan.

Musim timur (Juni-Agustus) CPUE rata-rata jauh lebih rendah dari musim-musim lainnya. Lebih banyak daerah penangkapan dengan rata-rata CPUE di bawah 50 individu/trip. Hanya beberapa titik di Laut Banda yang rata-rata CPUE sangat tinggi pada posisi 127.2° BT dan 3.8° LS, 128.8° BT dan 3.9° LS serta 130° BT dan 3.7° LS (Gambar 7). Rendahnya hasil tangkapan ini diakibatkan karena angin dengan kecepatan tinggi dan kondisi laut yang bergelombang yang tidak memungkinkan operasi penangkapan dapat berlangsung dengan baik. Data klimatologi dari stasiun meteorologi Pattimura, Banda Neira dan Namlea dari tahun 2003-2011 diketahui kecepatan angin maksimum pada bulan Juni-Agustus (musim timur) mencapai maksimum 34 knot dengan rata-rata tingkat maksimum 20 knot. Hasil analisis SPL dan CHL menunjukkan suhu terendah sepanjang tahun terjadi pada musim timur dengan rata-rata SPL 27.64 °C. Produktivitas primer tertinggi berada pada musim ini yaitu 0.99 mg/m<sup>3</sup> dengan rata-rata 0.39 mg/m<sup>3</sup>. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Semedi & Hardianto (2013) mendapati beberapa jenis ikan pelagis termasuk cakalang penyebarannya tinggi pada daerah penangkapan dengan kisaran suhu permukaan 26-30 °C dan konsentrasi klorofil-a 0.30-2.80 mg/m<sup>3</sup>.

Walaupun produktivitas perairan pada musim ini sangat tinggi sepanjang musim, dengan kecepatan angin maksimum tidak setinggi musim barat dan pancaroba I, tetapi frekuensi angin yang bertiup pada musim ini sangat tinggi. Hasil wawancara dengan nelayan disertai data *log book* perusahaan tempat pengambilan data diketahui pada musim ini waktu melaut sangat singkat baik per hari maupun per trip. Menurut nelayan, walaupun kecepatan anginnya tidak setinggi kecepatan angin musim barat, tetapi saat

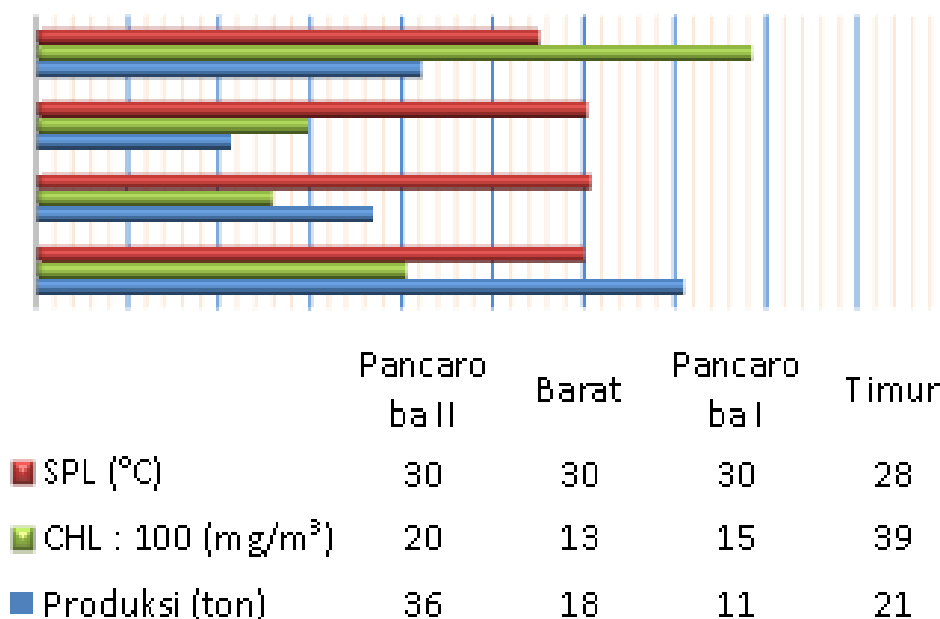
musim timur anginnya sangat bertahan lama yang memungkinkan gelombang laut sangat tinggi sepanjang musim. Musim ini ikannya cukup banyak, namun keterbatasan waktu melaut memungkinkan operasi penangkapan tidak dapat berjalan dengan baik. Saat ombak besar, proses pemancingan tidak dapat dilaksanakan. Hasil penelitian Kurniawan *et al.* (2011) mendapati tinggi gelombang di Laut Banda pada bulan Juni-Agustus 1.50-3 m. Data pada Badan Meteorologi dan Geofisika 2011, menunjukkan bahwa pada musim timur tinggi gelombang dapat mencapai 4-5 m. Selama bulan-bulan ini angin Monsun Australia bertiup dari Tenggara melintasi Laut Arafuru, Laut Banda, Laut Jawa dan Samudera Indonesia menuju ke barat,

kemudian angin berbelok ke utara setelah melintasi *equator* (Kurniawan *et al.* 2011)

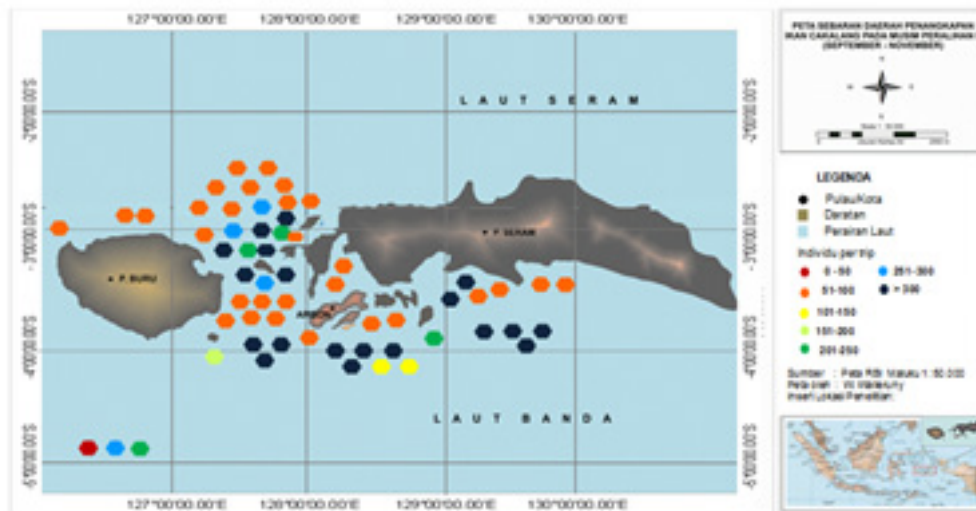
Hasil analisis di atas menunjukkan terjadi perubahan daerah penangkapan ikan cakalang menurut perubahan musim. Hanya beberapa daerah penangkapan saja yang memiliki CPUE tinggi sepanjang tahun terutama di sebelah barat dan selatan Pulau Seram. Sebelah barat Pulau Seram terutama di sekitar Pulau Buano, Kelang dan Manipa tiga pula kecil yang berada diantara Pulau Seram dan Pulau Buru. Sebaran daerah penangkapan ikan cakalang cukup banyak di daerah pesisir dekat dengan pulau-pulau di sekitarnya dimungkinkan karena salah satu sifat ikan cakalang adalah bermigrasi di sekitar pulau (Simbolon 2011).

Tabel 6. ANOVA hubungan perubahan suhu dengan konsentrasi klorofil-a

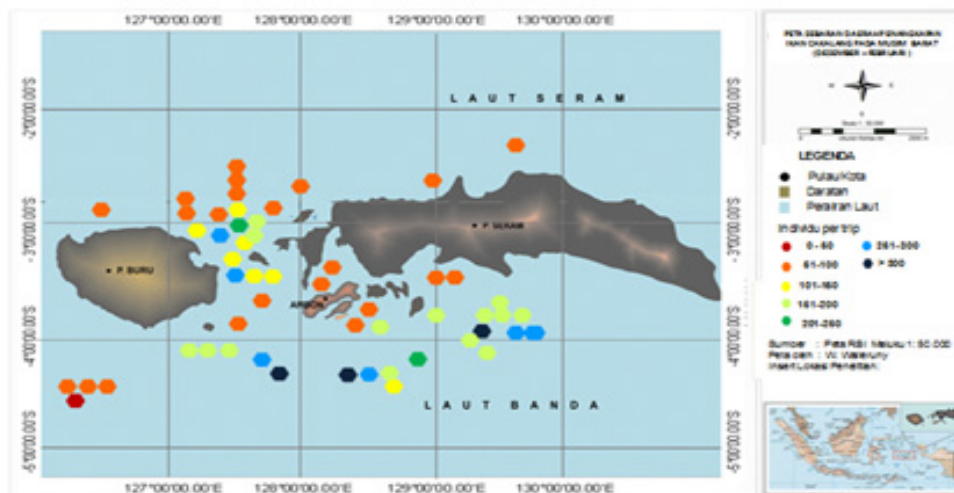
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Regression	2	4.68915E+17	2.34458E+17	70.57	0.000
Residual	69	2.29240E+17	3.32232E+15		
Total	71	6.98155E+17			



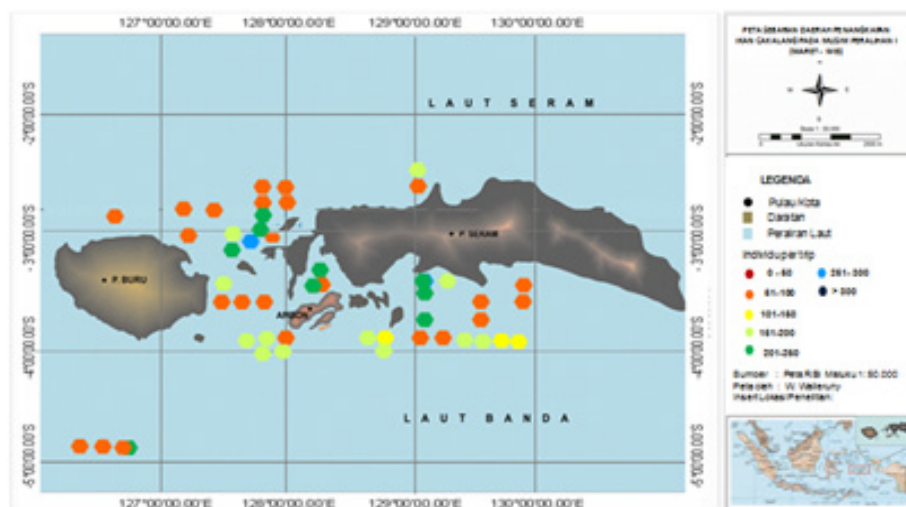
Gambar 3. Sebaran SPL dan klorofil-a terhadap produksi ikan cakalang berdasarkan musim



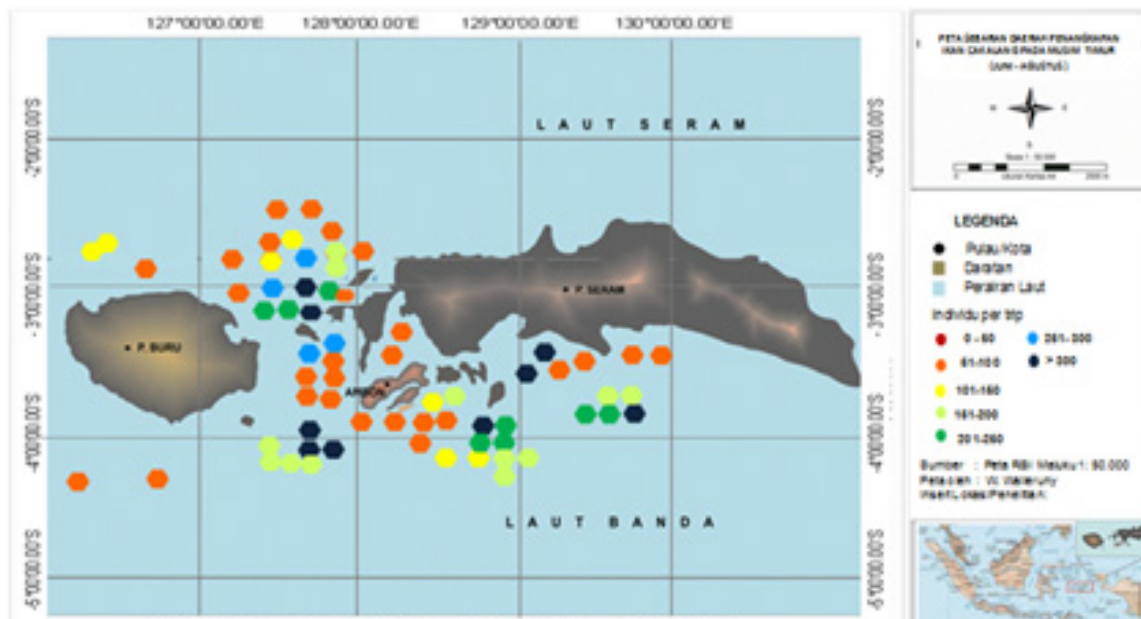
Gambar 4. Peta daerah penangkapan ikan cakalang pada musim pancaroba II di Laut Banda dan sekitarnya



Gambar 5. Peta daerah penangkapan ikan cakalang pada musim barat di Laut Banda dan sekitarnya



Gambar 6. Peta daerah penangkapan ikan cakalang pada musim pancaroba I di Laut Banda dan sekitarnya



Gambar 7. Peta daerah penangkapan ikan cakalang musim timur di Laut Banda dan sekitarnya

## KESIMPULAN

Suhu permukaan laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-a di Laut Banda dan sekitarnya mengalami fluktuasi dari bulan ke bulan. Kondisi ini mempengaruhi fluktuasi SPL dan CHL musiman. Rata-rata suhu tertinggi berada pada musim barat dan pancaroba pertama sedangkan suhu terendah di musim timur. Berbeda dengan konsentrasi klorofil-a, tertinggi pada musim timur dan terendah pada musim pancaroba pertama. Ada korelasi antara peningkatan suhu dan penurunan konsentrasi klorofil-a. Suhu permukaan laut juga memiliki korelasi negatif dengan CPUE dan mempengaruhi pembentukan daerah penangkapan ikan. Musim penangkapan dengan CPUE tertinggi yang terjadi di Laut Banda dan sekitarnya adalah musim pancaroba dua, dan terendah musim pancaroba pertama. Secara umum daerah penangkapan cakalang di Laut Banda dengan CPUE tertinggi pada semua musim ada di sebelah barat Pulau Seram sekitar Pulau Buano, Kelang dan Manipa

atau pada posisi 126.70-1280 BT dan 2.60-3.40 LS. Di sekitar Laut Banda pada posisi 1270-130.30 BT dan 3.20-40 LS.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson C, Huntington T, Macfadyen G, Powers J, Scott I, Stocker M. 2012. Pole and Line Skipjack Fishery in the Maldives. Public Comment Draft Report.
- Arai T, Kotake A, Kayama S, Ogura M, Watanabe Y. 2004. Movements and stock discrimination of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, in the western Pacific by otolith Sr: Ca ratios. National Research Institute of Far Seas Fisheries. July 2004. Shimizu, Japan.
- Boyce D, 2004. Effects of water temperature on the global distribution of tuna and billfish. Brill RW. 1994. A review of temperature and oxygen tolerance studies of tunas pertinent to fisheries oceanography, movement models and stock assessments. *Fisheries Oceanography*. (3):204-216.

- Grande M, Murua H, Zudaire I, Korta M. 2010. Spawning activity and batch fecundity of skipjack (*Katsuwonus pelamis*), in the Western Indian Ocean. IOTC-2010. AZTI Tecnalia, Portualde z/g, 2010 Pasaia, Basque Country, Spain
- Kurniawan M, Habibie MN, Suratno. 2011. Variasi bulanan gelombang laut di Indonesia (monthly ocean waves over Indonesia). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. (12):221-232.
- Lanz E, Martinez MN, Martinez JL, Dworak JA. 2009. Small pelagic fish catches in the Gulf of California associated with sea surface temperature and chlorophyll. *CalCOFI Rep*. 50.
- Mugo R, Saitoh S, Nihira A, Kuroyama T. 2010. Habitat characteristics of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the Western North Pacific: a remote sensing perspective. *Fisheries*
- Mugo R, Saitoh SI, Nihira A, Kuroyama TR. 2011. Application of Multi-Sensor Satellite and Fishery Data, Statistical Models and Marine-GIS to Detect Habitat Preferences of Skipjack Tuna. In Morales J, Venetia Stuart V, Platt T, Sathyendranath S. Handbook of Satellite Remote Sensing Image Interpretation: Marine Applications Living Resources Conservation and Management (2011), EU PRESPO and IOCCG, Dartmouth, Canada.
- Mustapha AM, Chan YL, Lihan T. 2010. Mapping of potential fishing grounds of *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1871) using satellite images. Map Asia 2010 & ISG 2010. 26-28 July 2010 Kuala Lumpur : Malaysia.
- Nontji A, 2007. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan
- Nurdin S, Lihan T, Mustapha AM. 2012 Mapping of potential fishing grounds of *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier 1816) in the Archipelagic waters of Spermonde Indonesia using satellite images. Malaysia: Faculty of Science and Technology Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Palacios DM, Bograd SJ, Foley DG, Scwing FB. 2006. Oceanographic characteristics of biological hot spots in the North Pacific: a remote sensing perspective. *Deep-Sea Research*. II53:250-269.
- Sediadi A. 2004. Efek *upwelling* terhadap kelimpahan dan distribusi fitoplankton di Perairan Laut Banda dan sekitarnya. *Makara Sains*. (8):2.
- Saijo JC, Defeo O, Salas S. 1998. *Fisheries Bioeconomics. Theory, Modelling and Management*. FAO Fisheries Technical
- Semedi B, Hadiyanto L. 2013. Forecasting the fishing ground of small pelagic fishes in Makassar Strait using moderate resolution Image Spectroradiometer Satellite Images. *J. Appl. Environ. Biol. Sci*. 3(2):29-34
- Simbolon D. 2010. Eksplorasi daerah penangkapan ikan cakalang melalui analisis suhu permukaan laut dan hasil tangkapan di Perairan Teluk Palabuhanratu. *Jurnal Mangrove dan Pesisir X (1)*. Februari 2010:42-49.
- Simbolon D. 2011. *Bioekologi dan Dinamika Daerah Penangkapan Ikan*. Bogor : IPB Press.
- Siregar V, Waas HJD. 2006. Identification of oceanographic parameters for determining pelagic tuna fishing ground in the North Papua waters using Multi-Sensor satellite data. *Biotropia*. (13): 37-48
- Stequert B, Ramcharrun B. Sexual cycle of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) from Western Indian Ocean. Centre ORSTOM de Brest, BP 270, 29280 Plouzané, France. *Fisheries Research Centre, Albion, Petite Rivière, Mauritius*
- Solanki HU, Mankodi PC, Nayak SR, Somvanshi VS. 2005. Evaluation of remote sensing based potential fishing zones (PFZs) forecast methodology. *Continental Shelf Research*. (25):2163-2173.
- Wiyono ES. 2013. Kendala dan strategi operasi penangkapan ikan alat tangkap bubu di Muara Angke. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*. (18):14-20.
- Zainuddin M, Jamal M. 2009. Satellite remote sensing and geographic information system of potential fishing zones and migration pattern of Skipjack Tuna in Bone Bay, South Sulawesi. *International Proceeding of World Ocean Conference*. Manado. 15-20 May 2009.
- Zainuddin M. 2009. Estimating total allowable catch and mapping potential pelagic fishing ground in Selayar waters using AQUA/MODIS satellite imagery. *Journal of Torani*. 19(1):36-42.
- Zainuddin M. 2011. Skipjack Tuna in relation to sea surface temperature and

chlorophyll-a concentration of bone bay using remotely sensed satellite data. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. (1):82-90.