

## Variabilitas Suhu Permukaan Laut Dan Implikasinya Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L) Di Perairan Manokwari, Papua Barat

Variability of Sea Surface Temperature and Its Implication to Skipjack (*Katsuwonus pelamis* L) Catch Taken from Water Around Manokwari, West Papua

Ridwan Sala\* dan Jafry F. Manuhutu

Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK, Universitas Papua, Jalan Gunung Salju Amban, Manokwari 98314, Papua Barat, Indonesia.

\*Korespondensi: ridwansala@gmail.com

### ABSTRAK

Kehadiran sumberdaya ikan cakalang di suatu daerah penangkapan berkaitan dengan kesesuaian kondisi lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keterkaitan suhu permukaan laut (SPL) terhadap hasil tangkapan ikan cakalang dan karakteristik hasil tangkapan cakalang di perairan Manokwari. Data, baik data hasil tangkapan dan data suhu permukaan laut, dikumpulkan melalui survey lapangan dengan cara mengikuti kegiatan operasi penangkapan dari nelayan. Selanjutnya data dianalisis secara deskriptif menggunakan grafik dan secara matematis seperti model pertumbuhan von Bertalanffy. Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa variabilitas SPL yang sangat kecil belum dapat menjelaskan variasi volume hasil tangkapan nelayan di perairan Manokwari. Namun, SPL yang tinggi selama periode Mei – Agustus 2013 diduga mempengaruhi ukuran cakalang yang tertangkap, dimana rata-rata ikan yang tertangkap berukuran kecil yang mendiami daerah dekat permukaan laut. Selain itu, pertumbuhan ikan cakalang di perairan Manokwari tergolong cepat dengan nilai koefisien pertumbuhan 0.42 per tahun dan mortalitas alami antara 0.79 per tahun dan 0.81 per tahun.

**Kata kunci:** cakalang, daerah penangkapan, hasil tangkapan, Manokwari, suhu permukaan laut

### ABSTRACT

The presence of skipjack fish resources in a fishing area is related to the suitability of the environmental conditions of the waters. This study aims to examine the relationship of sea surface temperature (SPL) to skipjack catches and the characteristics of skipjack catches in Manokwari waters. Data, both catch data and sea surface temperature data, are collected through field surveys by following fishing operations. Furthermore, the data were analyzed descriptively using graphs and mathematically like von Bertalanffy's growth model. The results of this study found that the very small variability of SPL could not explain the variation in the volume of fishermen's catches in Manokwari waters. However, a high SST during the May - August 2013 period is thought to affect the size of the skipjack caught, where the average size of the fish caught inhabited areas near sea level. In addition, the growth of skipjack fish in Manokwari waters is relatively fast with a growth coefficient of 0.42 per year and natural mortality between 0.79 per year and 0.81 per year.

**Keywords:** Skipjack tuna, fishing ground, catch, Manokwari, sea surface temperature

## PENDAHULUAN

Perairan Papua merupakan perairan yang berhubungan dengan Samudera Pasifik yang memiliki potensi sumberdaya perikanan yang cukup besar, sehingga usaha penangkapan ikan mempunyai prospek yang dapat dikembangkan. Khususnya ikan cakalang yang merupakan salah satu komoditas primadona di bidang perikanan khususnya di bagian kawasan Timur Indonesia seperti Maluku dan Papua. Meskipun dari hasil studi ditemukan bahwa ada kecenderungan penurunan stok sumberdaya ikan cakalang selama beberapa dekade terakhir (Sala 2017), namun data menunjukkan bahwa besarnya tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan cakalang, khususnya di wilayah pengelolaan perikanan (WPP) 717 masih belum optimum (Kepmen KP Nomor 107/KEPMEN-KP/2015). Oleh karena itu masih terbuka peluang untuk peningkatan upaya penangkapan untuk memanfaatkan potensi tersebut secara optimal.

Salah satu faktor penentu keberhasilan dalam usaha penangkapan ikan adalah kemampuan dalam menentukan daerah penangkapan sebelum dilakukan operasi penangkapan ikan. Prediksi daerah potensial untuk penangkapan ikan dapat dilakukan melalui studi parameter parameter oseanografi yang berhubungan dengan keberadaan ikan itu sendiri. Suhu dan konsentrasi klorofil *a* merupakan parameter oseanografi yang berpengaruh terhadap keberadaan sumberdaya ikan (Muklis *et al*, 2009). Menurut Gunarso

(1996), suhu yang ideal untuk ikan cakalang antara 26°C – 32°C. Informasi parameter parameter oseanografi diharapkan dapat digunakan sebagai indikator daerah potensial penangkapan ikan cakalang. Dengan demikian, ketidakpastian dalam kegiatan penangkapan ikan cakalang, terutama yang berkaitan dengan penentuan daerah penangkapan dapat dikurangi.

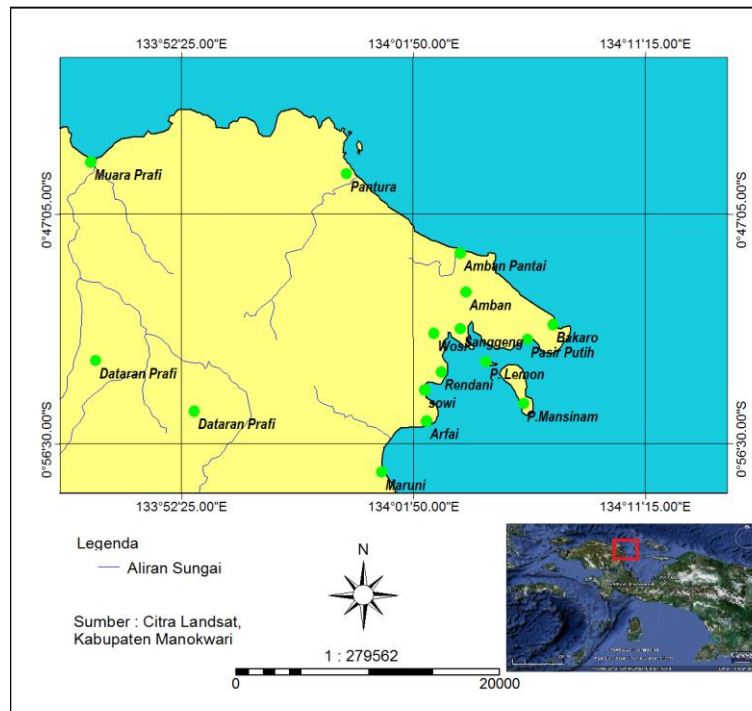
Selain itu, untuk menjamin keberlanjutan sumberdaya ikan cakalang, maka nelayan sebaiknya menghindari tertangkapnya ikan-ikan cakalang yang belum layak tangkap. Sala (2009) melaporkan bahwa terdapat proporsi yang relatif besar dari ukuran ikan cakalang yang tidak layak tangkap pada hasil tangkapan nelayan di perairan utara Indonesia bagian timur.

Mengacu pada uraian di atas, maka penelitian ini dirancang untuk menganalisis hubungan antara faktor lingkungan oseanografi (khususnya suhu permukaan laut) dengan hasil tangkapan ikan cakalang, dan menganalisis karakteristik biologi hasil tangkapan ikan cakalang di perairan sekitar Manokwari.

## METODE PENELITIAN

### *Metode Pengumpulan Data*

Data yang digunakan dalam dalam kajian ini berasal dari data primer yang dikumpulkan langsung dari hasil tangkapan nelayan yang melakukan penangkapan ikan di perairan sekitar Manokwari (Gambar 1). Pengambilan data dilakukan mulai Bulan Mei sampai Agustus 2013.



Gambar 1. Area studi di perairan sekitar Manokwari

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dan wawancara. Untuk metode survey dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap kegiatan penangkapan ikan cakalang oleh nelayan di perairan Manokwari. Data yang dikumpulkan meliputi waktu operasi penangkapan, posisi daerah penangkapan ikan cakalang, dan ukuran panjang (*size*) serta berat ikan cakalang yang tertangkap setiap hari. Data suhu permukaan laut (SPL) diukur pada posisi dan waktu yang bersamaan dengan kegiatan operasi penangkapan ikan cakalang di daerah penangkapan.

### Metode Analisis Data

#### a. Analisis Data SPL

Data SPL dianalisis secara time series dengan menggunakan grafik untuk memudahkan dalam eksplorasi pola perubahan SPL antar waktu.

#### b. Analisis Data Biologi Cakalang

##### - Komposisi ukuran ikan

Komposisi ukuran ikan yang tertangkap dianalisis dengan

menggunakan diagram (grafik) untuk mengevaluasi distribusi panjang ikan.

##### - Pola Pertumbuhan

Pertumbuhan ikan cakalang diestimasi dengan menggunakan model pertumbuhan Von Bertalanffy, yakni:  $L_t = L_\infty (1 - \exp^{-K(t-t_0)})$ .  $L_t$ =Ukuran Panjang Ikan pada saat berumur  $t$ ,  $L_\infty$ =Panjang Asimtotik Ikan (cm),  $K$ =Koefisien laju pertumbuhan, dan  $t_0$  = Umur Ikan. Pendugaan parameter pertumbuhan tersebut menggunakan program komputer ELEFAN 1 yang ada di program computer Fisat II (Gayanilo, 2005).

##### - Mortalitas Alami

Estimasi mortalitas ikan cakalang dilakukan dengan menggunakan pendekatan empiris dari Pauly (1980) dengan model sebagai berikut:

$$M = -0,0666 - 2,79 \text{ Log } L_\infty + 0,6543 \text{ Log } K + 0,4634 \text{ Log } T$$

Keterangan :

$M$  = Laju mortalitas alami (pertahun),

$L_{\infty}$  = Panjang Asimtotik ikan (cm),  
K = Koefisien laju pertumbuhan Von Bertalanffy,  
T = rata – rata SPL (°C)

### c. Hubungan SPL dan Jumlah Hasil Tangkapan

Eksplorasi hubungan antara SPL dan hasil tangkapan ikan cakalang oleh nelayan di perairan sekitar Manokwari dilakukan dengan menggunakan analisis regresi linier sederhana, dengan SPL sebagai variabel bebas dan hasil tangkapan (biomassa) sebagai variabel tidak bebas.

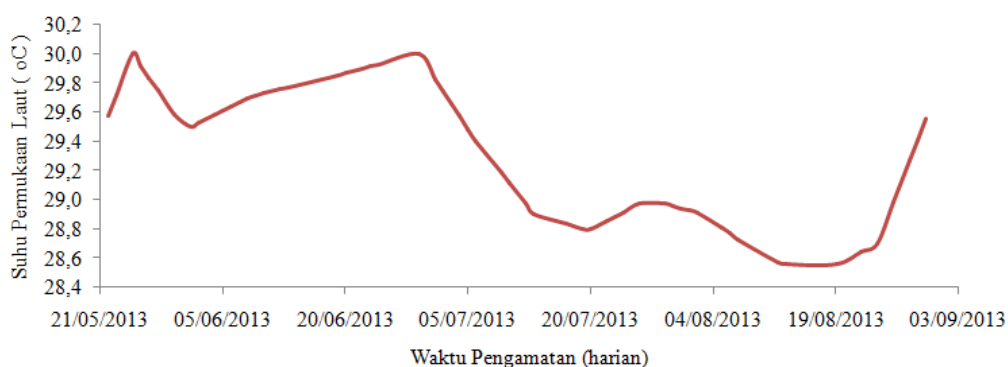
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variabilitas Suhu Permukaan Perairan (SPL) di Sekitar Manokwari

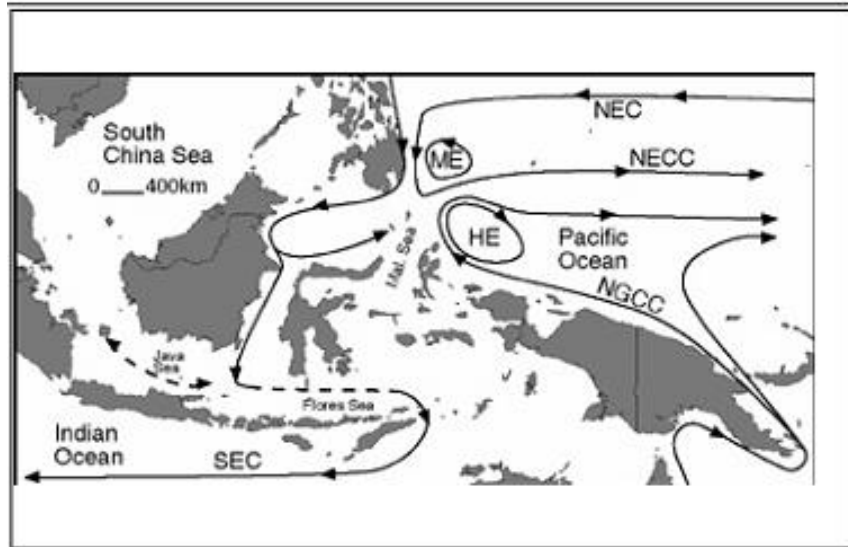
Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang banyak mendapat perhatian dalam kajian kelautan. Variabilitas suhu permukaan laut dapat dimanfaatkan selain untuk mempelajari gejala-gejala fisika di dalam perairan juga sangat berpengaruh pada kehidupan organisme yaitu tingkat metabolisme, aktivitas dan perkembangbiakan bahkan untuk pengkajian meteorologi. Seperti diketahui bahwa kelarutan oksigen

diperairan akan dikontrol oleh variabilitas suhu, dimana pada kondisi suhu tinggi akan meningkatkan aktivitas pemanfaatan oksigen oleh biota perairan. Pada lapisan permukaan, variabilitas suhu ditentukan oleh banyak faktor, beberapa diantaranya adalah jumlah panas yang diterima oleh lautan, sirkulasi arus laut, upwelling dan pengaruh meteorologi seperti angin, penguapan dan curah hujan.

Suhu permukaan laut di perairan sekitar Manokwari selama periode pengamatan Mei-Agustus 2013 menunjukkan variasi sekitar 1,9°C (Gambar 2), yang menjelaskan perbedaan antara SPL tertinggi dan terendah relatif sangat kecil. Nilai ini tidak jauh berbeda dengan yang dilaporkan di Perairan Jayapura (Hamuna *et al.* 2015) dimana variasi SPL bulanan berkisar antara 0,01°C sampai 1,42°C. Perubahan SPL tersebut dari waktu ke waktu (dalam skala harian) tidak terjadi secara drastis tapi secara perlahan (gradual). Hasil pengukuran pada pengamatan Tanggal 21 Mei 2013 SPL sebesar 30,4°C dan mengalami fluktuasi secara perlahan dan menurun mencapai 28,5°C pada pengamatan 19 Agustus 2013.



Gambar 2. Variasi suhu permukaan laut (SPL) di sekitar Manokwari pada Bulan Mei sampai Agustus 2013.



Gambar 3. Pola pergerakan massa air di kawasan Indo – Pasifik (sumber: <https://www.eeb.ucla.edu/Faculty/Barber/Projects.htm>)

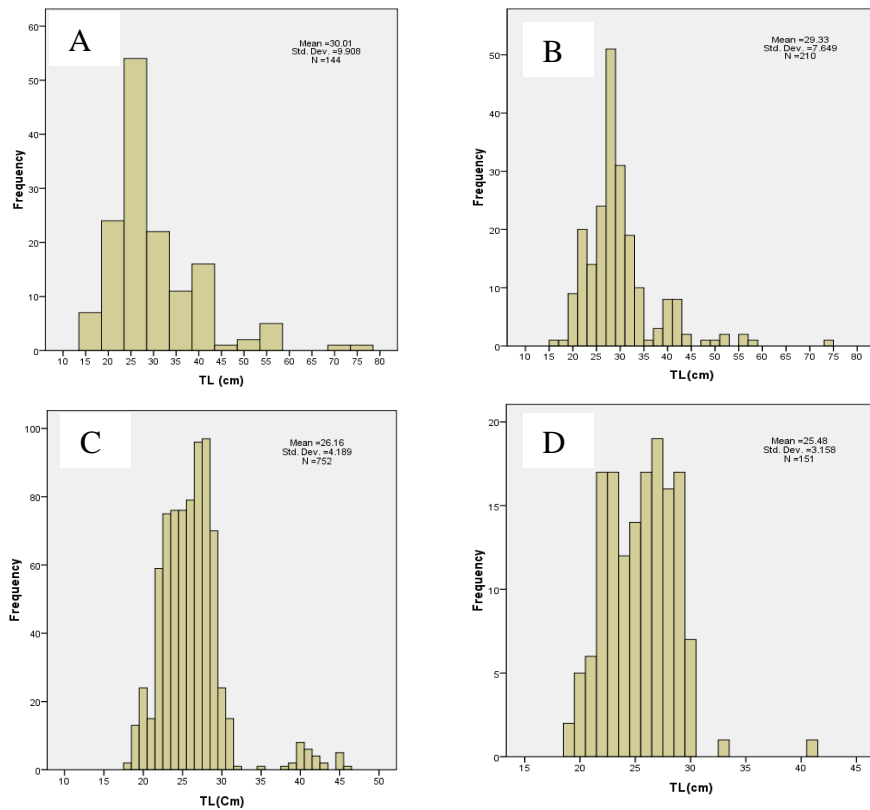
Kondisi SPL di Perairan sekitar Manokwari tersebut di atas merupakan dampak dari penyinaran matahari yang terjadi sepanjang tahun dengan intensitas yang relatif konstan. Selain itu, dinamika yang terjadi secara global, terutama di kawasan Pasifik tentunya memberikan pengaruh terhadap kondisi fisik perairan Manokwari. Sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3, pergerakan masa air yang ditimbulkan oleh arus global. Percampuran massa air dengan suhu yang lebih rendah (isotherm 28°C) yang di bawah oleh arus ekuator utara (*North Equatorial Current*, NEC) dan massa air hangat (isotherm 30°C) yang di bawah oleh the *New Guinea Coast Current* (NGCC) dan AIRLINDO (*Indonesian throughflow*) akan memberikan pengaruh terhadap kondisi perairan di perairan Manokwari. Pertemuan massa air tersebut menyebabkan arus “Eddy” yang dikenal sebagai Halmahera Eddy sekitar kepala burung Papua dan Halmahera.

#### **Karakteristik biologi hasil tangkapan Distribusi Ukuran Cakalang**

Distribusi ukuran panjang dan ukuran berat ikan yang tertangkap oleh nelayan di perairan sekitar Manokwari menunjukkan relatif bervariasi antar

bulan (Gambar 4). Secara umum ikan cakalang yang dominan tertangkap memiliki ukuran yang relatif kecil (kurang dari 30 cm). Rata-rata ukuran yang lebih besar terdapat pada hasil tangkapan Bulan Mei (30,01 cm) dan Juni (29,33 cm). Rata-rata ukuran ikan yang tertangkap pada Bulan Juli dan Agustus lebih kecil, yakni 26,16 dan 25,40 cm).

Secara biologi ukuran ikan yang tertangkap tersebut merupakan kelompok ikan yang belum sempat memijah (*pre-spawning stock*), karena umumnya cakalang pertama kali memijah pada ukuran lebih besar dari 40 cm ((Lehodey *et al.* 1998; Matsumoto *et al.* 1984). Hal ini tentunya tidak menguntungkan dari segi kelestarian sumberdaya caka-lang. Selain itu, penangkapan ikan cakalang berukuran kurang dari 40 cm tidak memberikan hasil per rekrutmen (*yield per recruitment*) yang optimum (Sala, 2008). Oleh karena itu, untuk meningkatkan nilai ekonomi sumberdaya ikan cakalang, nelayan disarankan menggunakan alat tangkap yang dapat menjangkau kelompok ikan pada kolom air yang lebih dalam, misalnya menggunakan pancing ulur (*handlining*).



Gambar 4. Distribusi ukuran panjang ikan cakalang yang tertangkap di perairan sekitar Manokwari, berdasarkan bulan. A. Mei, B. Juni, C. Juli, dan D. Agustus

Ada dua hal yang dapat menjelaskan dominasi ikan cakalang berukuran kecil yang tertangkap oleh nelayan di perairan Manokwari. *Pertama*, alat tangkap yang digunakan nelayan adalah payang dan pancing tonda, dimana alat tangkap tersebut hanya ditujukan untuk menangkap ikan yang berada dekat permukaan laut. Konsekuensinya, ikan-ikan cakalang yang tertangkap merupakan kelompok ikan yang hidupnya bergerombol di daerah dekat permukaan laut dimana suhu air laut yang hangat. Kelompok ikan ini umumnya memiliki ukuran yang kecil yang dapat menyesuaikan dengan suhu yang relatif tinggi (di atas 30°C), sedangkan cakalang yang berukuran besar umumnya mendiami kolom perairan yang lebih dingin dekat termoklin (Barkley *et al.* 1978). Bukti empiris tentang hal ini ditunjukkan oleh studi tentang komposisi cakalang yang tertangkap di perairan Kawasan Timur Indonesia, dimana hasil tangkapan pole-

and-line dan purse seine didominasi ukuran kurang dari 1,5 kg (Sala, 2009). *Kedua*, tingginya komposisi ukuran ikan yang berukuran kecil kemungkinan menggambarkan tingginya intensitas penangkapan di kawasan tersebut yang mengarah kepada de-gradasi stok (Hampton and Williams 2003).

#### Model Pertumbuhan dan Laju Mortalitas Alami Ikan Cakalang

Model pertumbuhan ikan cakalang yang tertangkap di sekitar perairan Manokwari didekati dengan model pertumbuhan Von Bertalanffy. Dari analisis data diperoleh laju pertumbuhan ikan cakalang (K) sebesar 0,42/tahun, panjang asimptot ( $L_{\infty}$ ) sebesar 75,3 cm dan umur teoritis pada saat panjang sebesar nol ( $t_0$ ) adalah -0,13 tahun. Koefisien pertumbuhan ikan cakalang tersebut hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Hidayat *et al* (2017), yakni 0,41 per tahun untuk

perairan Pasifik Barat/Papua. Namun demikian, Hidayat *et al* (2017) melaporkan panjang asimptot yang lebih besar, yakni 101,85 cm. Perbedaan ini diduga berkaitan dengan perbedaan data yang digunakan dalam analisis, dimana dalam penelitian ini, digunakan data hasil tangkapan pada Bulan Mei sampai Agustus 2013 dimana ukuran-ukuran ikan cakalang didominasi oleh ukuran ikan yang relative kecil (< 50 Kg). Komposisi ukuran ikan yang didominasi ukuran besar (> 50 Kg) terdapat pada bulan November-Desember dan Januari (Hidayat *et al.*, 2017).

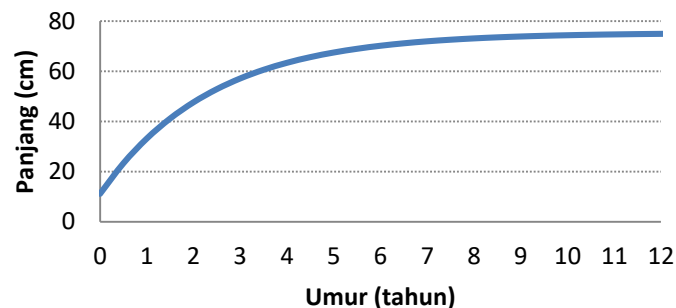
Secara grafis, kurva partum-buhan ikan cakalang yang tertangkap di perairan sekitar Manokwari ditunjukkan pada Gambar 5. Parameter pertumbuhan tersebut (terutama K dan  $L_{\infty}$ ) secara biologi akan mempengaruhi laju mortalitas alami ikan. Semakin cepat laju pertumbuhan maka ikan akan cepat mencapai panjang maksimum sehingga laju metabolisme tubuh semakin tinggi. Hal ini secara fisiologis meningkatkan laju mortalitas (Pauly, 1980).

Menurut Sparre & Venema (1998) bahwa mortalitas alami dipengaruhi oleh pemangsaan, penyakit, kelaparan dan usia. Sementara Pauly (1980) menyatakan mortalitas alami dipengaruhi juga oleh faktor lingkungan perairan terutama suhu perairan, dan parameter pertumbuhan ikan, panjang maksimum secara teoritis atau panjang asimptot ( $L_{\infty}$ ) dan laju pertumbuhan

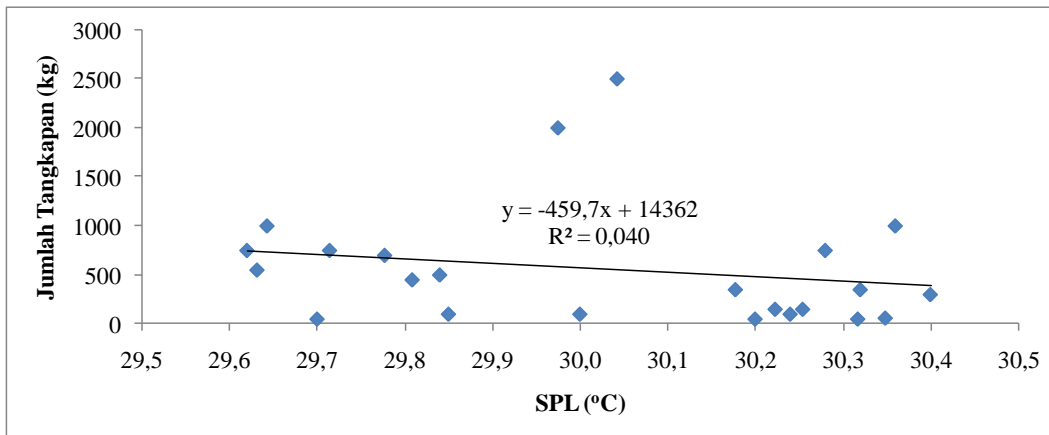
(K). Dalam studi ini estimasi mortalitas alami ikan cakalang di perairan sekitar Manok-wari dilakukan dengan menggunakan pendekatan empiris dari Pauly (1980). Mortalitas alami tersebut diduga pada kisaran SPL minimum (28,5°C) dan maksimum SPL (30,4°C). Dari analisis data diperoleh mortalitas alami ikan cakalang pada periode Mei sampai Agustus berkisar antara 0,79 per tahun dan 0,81 pertahun. Hasil tersebut menjelaskan bahwa semakin tinggi suhu perairan maka semakin tinggi laju mortalitas alami ikan cakalang.

### Hubungan Antara Variabilitas Suhu Permukaan Laut (SPL) dengan Hasil Tangkapan

Gunarso (1996) menyatakan bahwa suhu yang ideal untuk ikan cakalang antara 26°C- 32°C sedangkan hasil riset terakhir menyaran kisaran SPL optimum yang lebih sempit (28°C-29°C) untuk ikan cakalang yang tertangkap di perairan Indonesia (Simbolon dan Limbong, 2012). Hasil analisis regresi terhadap hasil pengukuran SPL dan jumlah tangkapan yang didaratkan di Manokwari disajikan pada Gambar 6. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang hanya 4%, menunjukkan bahwa SPL sangat kecil pengaruhnya terhadap variasi hasil tangkapan ikan cakalang di perairan Manokwari.



Gambar 5. Model pertumbuhan ikan cakalang yang tertangkap di perairan sekitar Manokwari



Gambar 6. Hubungan SPL dan jumlah ekor ikan Cakalang Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Manokwari (Mei – Agustus 2013)

Hasil tersebut menjelaskan bahwa SPL *per se* tidak dapat digunakan sebagai faktor pertimbangan dalam menentukan kehadiran ikan cakalang di suatu perairan. Faktor lain yang mempengaruhi distribusi cakalang adalah kandungan oksigen di dalam air (Barkley et al. 1978). Cakalang membutuhkan oksigen tinggi untuk mempertahankan tingkat metabolisme yang tinggi (Wild dan Hampton 1994). Sharp (1978) menyatakan bahwa oksigen terlarut minimum yang diperlukan untuk mempertahankan kecepatan renang basal adalah 2,45 ml/l. Namun, Barkley et al. (1978) menyarankan 3,5 ml/l oksigen terlarut sebagai level minimum dan mereka lebih lanjut menyatakan bahwa kebutuhan oksigen yang tinggi untuk cakalang mencegah spesies ini menghuni termoklin atas karena prevalensi tingkat oksigen yang seringkali sangat rendah di lapisan ini. Selain kandungan oksigen, ketersediaan makanan juga berkontribusi pada distribusi spesies ini di wilayah perairan tertentu. Ikan cakalang mengkonsumsi berbagai organisme laut: ikan, krustasea, dan cumi (Tanabe 2001). Oleh karena itu, untuk penentuan daerah penangkapan ikan cakalang secara lebih akurat diperlukan informasi ilmiah tentang faktor oseanografi yang lain seperti kandungan oksigen terlarut dan

kelimpahan klorofil-a sebagai *proxy* produktivitas suatu perairan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Suhu permukaan laut di sekitar perairan Manokwari periode Mei sampai Agustus 2013 menunjukkan variasi yang sangat kecil, yakni 1,9°C.
- Ikan cakalang yang ditangkap oleh nelayan di perairan sekitar Manokwari merupakan kelompok ikan berukuran kecil (berukuran kurang dari 30 cm) yang mampu beradaptasi dengan kondisi SPL yang tinggi di sekitar permukaan laut.
- Suhu permukaan laut *per se* tidak dapat digunakan sebagai penentu daerah penangkapan ikan cakalang di Perairan Manokwari.

### Saran

Perlu eksplorasi lebih lanjut tentang pengaruh faktor oseanografi yang lain, terutama yang berkaitan dengan oksigen terlarut dan produktivitas perairan terhadap kehadiran ikan cakalang di perairan sekitar Manokwari.



## UCAPAN TERIMA KASH

Penelitian ini dibiayai melalui skema Penelitian Hibah Bersaing dari KEMENRISTEK DIKTI tahun 2013

## DAFTAR PUSTAKA

- Barkley, R. A., Neill, W. H. and Gooding, R. M., 1978. Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis*, Habitat Based on Temperature and Oxygen Requirements. *Fishery Bulletin* **76**: 653-662.
- Gunarso, W. 1985. Tingkah laku Ikan dalam Hubungannya dengan Metode dan Taktik Penangkapan. Jur. Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fak. Perikanan IPB, Bogor. 143 hal.
- Hamuna B, Paulangan YP, Dimara L. 2015. Study of sea surface temperature using Aqua-MODIS satellite data in Jayapura waters, Papua. *Depik* **4**(3):160-167.
- Hampton, J. and Williams P., 2003. The Western and Central Pacific Tuna Fishery: 2001 Overview and Status of Stocks, Oceanic Fisheries Programme, Tuna Fisheries Assessment Report No.4: 42.
- Hidayat T, Noegroho T, Wagiyo K. 2017. Size structure and some population parameters of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis* linnaeus, 1758) in the Pasific Ocean North of Papua. *BAWAL* **9**(2):113-121.
- Lehodey, P., Andre, J. M., Bertignac, M., Hampton, J., Stoens, A., Menkes, C., Memery L., and Grima, N., 1998. Predicting skipjack tuna forage distributions in the equatorial Pacific using a coupled dynamical bio-geochemical model. *Fisheries Oceanography* **7**(3-4): 317-325.
- Matsumoto, W., Skillman M., R. A. and Dizon, A. E., 1984. Synopsis of biological data on skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*. *NOAA Techical Report NMFS Circular* **451**: 1-92.
- Muklis, J.G.L dan Domu S., 2009. Potensial Fishing Ground Mapping of Skipjack (*Katsuwonus pelamis*) and Frigate Tuna (*Euthynnus affinis*) In North Nanggroe Aceh Darussalam Waters. *E Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* **1**(1): 24-32
- Pauly, D. 1980. On the Interrelationships between Natural Mortality, Growth Parameters, and Mean Environmental Temperature in 175 Fish Stock. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* **39**(2): 175-192.
- Sala, R., 2008. Estimation of Optimum Fishing Mortality and Minimum Legal Size of Skipjack Tuna in the Northeastern Waters of Indonesia. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* **4**(2): 119 – 126.
- Sala, R., 2009. Composition of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis* L) Taken by Commercial Fishery from the Northeastern Waters of Indonesia. *Indonesian Journal of Marine Sciences* **14**(4): 207 – 214.
- Sala, R., 2017. Relative abundance of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis* L.) in waters around Sorong and Fak-Fak, West Papua, Indonesia. *AAFL Bioflux* **10**(3): 551-564.
- Sharp GD. 1978. Behavioural and physiological properties of tunas and their effects on vulnerability to fishing gear. In: D. SG, Dizon AE (Eds). In: *The physiological ecology of tunas*. New York: Academic Press. p 397-449.
- Simbolon D and Limbong, M., 2012. Exploration of skipjack fishing ground through sea surface temperature and catches composition analyzes in palabuhanratu bay waters. *Journal of Coastal Development* **15**(2): 225- 233.
- Sparre P, Venema SC. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual.: FAO, Rome.

- Tanabe T. 2001. Feeding habits of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* and other tuna *Thunnus* spp. juveniles in the tropical western Pacific. *Fisheries Science Tokyo* 67(4):563-570.
- Wild A, Hampton J. 1994. A Review of the Biology and Fisheries for Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis* in the Pacific Ocean. In: Shomura RS, Majkowski J, Langi S, editors. *Interactions of Pacific Tuna Fisheries: Paper in Biology and Fishery* Proceeding of First FAO Expert Consultation on Interaction of Pacific Tuna Fisheries, 3-11 December 1991, Noumea, New Caledonia. FAO Fisheries Technical Paper. Rome. p 1-51.