
	<p>Tersedia online di: <a href="http://ejournal-baliitbang.kkp.go.id/index.php/bawal">http://ejournal-baliitbang.kkp.go.id/index.php/bawal</a> e-mail: <a href="mailto:bawal.puslitbangkan@gmail.com">bawal.puslitbangkan@gmail.com</a> <b>BAWAL WIDYA RISET PERIKANAN TANGKAP</b> Volume 16 Nomor 2 Agustus 2024 p-ISSN: 1907-8226 e-ISSN: 2502-6410 Nomor Akreditasi: Kementerian RISTEK-BRIN: 148/M/KPT/2020</p>	
---	---	---

**PARAMETER PERTUMBUHAN, MORTALITAS, LAJU EKSPLOITASI DAN POLA REKRUTMEN IKAN LAYANG  
(*Decapterus russelli*) DI PERAIRAN SELAT OMBAI**

**GROWTH PARAMETERS, MORTALITY, EXPLOITATION RATE AND RECRUITMENT PATTERN OF INDIAN SCAD  
(*Decapterus russelli*) IN OMBAI STRAIT WATERS**

**Beatrix Maureen Rehatta<sup>1\*</sup>, Yohanes Merryanto<sup>1</sup>, Anthoinette Rosaline Fransisca Anakotta<sup>1</sup>, dan Jotham Siprianus Rehabiam Ninef<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana, Kupang, NTT Indonesia  
Jl. Adisucipto No.147, Oesapa, Kelapa Lima, Kupang, NTT Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Kupang NTT Indonesia  
Jl. Adisucipto Penfui, Kupang, NTT Indonesia

Teregistrasi I tanggal: 14 April 2024; Diterima setelah perbaikan tanggal: 7 Agustus 2024;  
Disetujui terbit tanggal: 8 Agustus 2024

**ABSTRAK**

Parameter mortalitas serta laju eksploitasi merupakan aspek krusial pada penilaian stok ikan yang dibutuhkan untuk pengelolaan sumber daya berkelanjutan. Informasi mengenai parameter mortalitas serta tingkat eksploitasi ikan layang (*Decapterus russelli*) di Selat Ombai perlu dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat pemanfaatannya. Penelitian dilakukan pada periode Oktober 2018-Juni 2019 dengan mengukur serta mengamati ikan layang yang tertangkap dan didaratkan di lokasi pendaratan ikan di Kabupaten Belu, Indonesia dan Distric Bobonaro, Timor Leste. Analsia data menggunakan software FiSAT dari FAO-ICLARM Stock Assessment Tools. Hasil penelitian menemukan rentang panjang total (TL) ikan layang di perairan ini adalah 122,0 – 285,0 mm serta panjang rata-rata 179,5 mm. Rentang bobot ikan berkisar antara 26,0 – 207,8 gr. Laju mortalitas total (Z) 1.991/tahun, laju mortalitas alami (M) 0.629/tahun dan laju mortalitas penangkapan ikan (F) 1.362/tahun. Diperoleh tingkat eksploitasi (E) mencapai 0,684 dan berada di atas tingkat pemanfaatan berkelanjutan ( $E > 0,5$ ), menunjukkan bahwa ikan layang di Selat Ombai telah dieksploitasi secara berlebihan. Pendekatan pengelolaan dengan azas kehati-hatian perlu dilakukan agar pemanfaatan sumberdaya dapat lebih rasional sehingga sumberdaya ikan layang di perairan ini dapat lestari.

**Kata kunci:** *Decapterus ruselli*, pertumbuhan, mortalitas, Selat Ombai

**ABSTRACT**

Mortality parameters and exploitation rates are crucial aspects of fish stock assessment required for sustainable resource management. Information on mortality parameters and exploitation rates of Indian scad (*Decapterus russelli*) in Ombai Strait is necessary to determine the extent of its utilization. The study was conducted from October 2018 to June 2019 by measuring and observing the Indian scad caught and landed at fish landing sites in Belu District, Indonesia and Bobonaro District, Timor Leste. Data were analyzed using FiSAT software from FAO-ICLARM Stock Assessment Tools. The results showed that the total length range (TL) of Indian scad in these waters was 122.0 - 285.0 mm and the average length was 179.5 mm. Fish weight ranged from 26.0 - 207.8 g. Total mortality rate (Z) 1,991/year, natural mortality rate (M) 0,629/year and fishing mortality rate (F) 1,362/year. The exploitation rate (E) reached 0.684 and was above the sustainable utilization rate ( $E > 0.5$ ), indicating that the Ombai Strait Indian scad had been overexploited. A precautionary management approach needs to be taken so that resource utilization can be more sustainable.

**Keyword:** *Decapterus russelli*, growth, mortality, Ombai Strait

**PENDAHULUAN**

Kelompok jenis ikan pelagis kecil hidup bergerombol dan bermigrasi secara vertikal ataupun horizontal di lapisan permukaan perairan. Kelompok jenis ikan ini banyak dieksplotasi di berbagai eksositim laut dan berperan penting sebagai rantai makanan di laut. Berbagai jenis ikan pelagis kecil menjadi komoditas utama yang dikonsumsi di beberapa negara tropis di kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia, Filipina, Sri Lanka, Thailand, dan Timor-Leste (Needham & Funge-Smith, 2015).

Secara umum, kelompok jenis ikan pelagis kecil memiliki ukuran tubuh kecil relatif kecil biasanya berukuran kurang dari 30 cm (Queiros et al., 2019). Sumber daya pelagis kecil umumnya berumur pendek dan tumbuh cepat, dicirikan oleh tingkat kematian alami yang tinggi dan seringkali bervariasi, mengakibatkan ketergantungan ukuran stok ikan pelagis kecil pada saat rekrutmen (Houde et al., 2022).

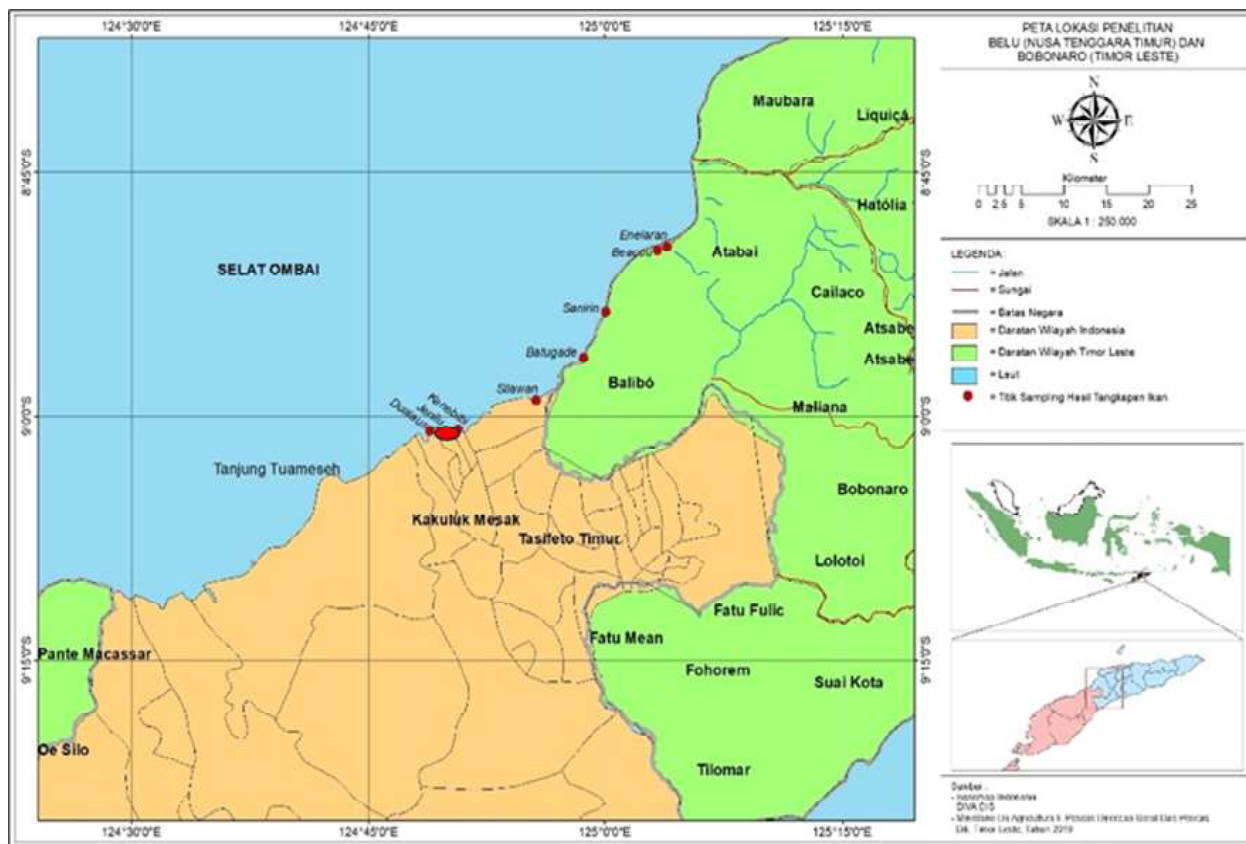
Secara global, ikan pelagis kecil merupakan komponen utama produksi ikan tangkapan di laut (FAO, 2020). Sumberdaya ikan pelagis kecil tersebar luas, baik dalam skala besar maupun kecil, menyediakan lapangan kerja dan mata pencaharian bagi ratusan ribu nelayan dan pekerja pascapanen (Kripa et al., 2018; Rola et al., 2018).

Perairan Selat Ombai yang berada di wilayah

perbatasan antara Republik Indonesia (RI) dengan Republic Demokrtic Timor Leste (RDTL) merupakan habitat penting bagi ikan pelagis, terutama kelompok jenis ikan pelagis kecil. Data hasil tangkapan (Diskan Belu, 2020), menunjukkan kelompok jenis ikan pelagis kecil mendominasi hasil tangkapan nelayan di wilayah perbatasan Republik Indonesia dengan Republik Demokratik Timor Leste (RI-RDTL), (Rehatta et al., 2020). Ikan layang merupakan salah satu jenis sumberdaya ikan pelagis kecil yang menjadi target utama penangkapan nelayan di Selat Ombai.

Sebagai jenis ikan yang bermigrasi, ikan layang di perairan Selat Ombai merupakan sumberdaya bersama (share stock) yang dimanfaatkan oleh nelayan Kabupaten Belu (Indonesia) dan Distric Bobonaro (Timor Leste). Armada kapal serta alat tangkap yang digunakan untuk melakukan penangkapan ikan layang oleh kedua kelompok nelayan relatif sama yakni payang, mini purse seine, gillnet dan hand line (Rehatta et al., 2019).

Mengingat peran penting sumber daya ikan layang di Selat Ombai serta masih kurangnya data dan informasi yang tersedia, penelitian ini ditujukan untuk mengisi kebutuhan tersebut. Ketersediaan data serta informasi terkait dinamika populasi dan tingkat eksploitasi ikan layang di Selat Ombai sangat diperlukan dalam



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kabupaten Belu, dan Distrik Bobonaro  
 Figure 1. Research locations in Belu Regency, and Bobonaro District

pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan.

**BAHENDAN METODE**

**Waktu dan lokasi penelitian**

Penelitian dilaksanakan dalam rentang waktu satu tahun, yaitu Mei 2018 - April 2019. Tempat pendataan ikan (disimbolkan bulat merah) hasil nelayan berada di Tempat Pendaratan Ikan (TPI) Atapupu di Desa Jenilu, Kab. Belu, Nusa Tenggara Timur (disimbolkan oval merah) (Gambar 1).

**Pengumpulan data**

Total sampel ikan layang yang diukur dalam penelitian ini sebanyak 1461 individu yang terdiri dari sampel yang diambil di Kabupaten Belu sebanyak 1155 individu dan di Distric Bobonaro sebanyak 486 individu. Pengambilan sampel ikan di Kabupaten Belu dilakukan setiap bulan dari Oktober 2018 hingga April 2019, sedangkan untuk Distrik Bobonaro dilakukan selama 6 bulan, diawali pada Januari 2019 hingga Juni 2019, hal ini dikarenakan ijin penelitian yang baru diterbitkan oleh Kementerian Pertanian dan Perikanan Republic Democratic Timor Leste pada bulan Desember 2018.

Identifikasi ikan menggunakan buku Fishes of the Word (Nelson et al., 2016), pengukuran panjang dan bobot ikan dilakukan secara langsung pada setiap individu ikan hasil tangkapan. Panjang ikan diukur merupakan panjang total (Total Length, LT), diukur dari ujung mulut paling depan hingga ujung sirip belakang, menggunakan mistar dengan akurasi hingga 0,1 cm. Bobot ikan merupakan bobot basah dari berat total tubuh ikan sampel, ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian hingga 1 gram.

**Analisis data**

Pendugaan laju mortalitas total (Z) dilakukan dengan kurva tangkapan yang dilinearakan berdasarkan data komposisi panjang (Sparre & Venema, 1998), dengan demikian didapatkan korelasi:

$$\ln \frac{H(L1,L2)}{\Delta t(L1,L2)} = h - Z \left( t \frac{L1+L2}{2} \right) \dots\dots\dots(1)$$

persamaan ini dilakukan pendugaan melewati persamaan regresi linear sederhana:

$$y = a + bx \text{ dengan } y = \ln \frac{H(L1,L2)}{\Delta t(L1,L2)} \text{ guna ordinat,}$$

$$x = t \left( \frac{L1+L2}{2} \right) \text{ selaku absis serta } Z = -b.$$

Dimana :

- H = Jumlah individu dalam kisaran panjang L1-L2
- h = Konstanta dalam persamaan regresi
- Z = Laju mortalitas total (tahun)
- L1, L2 = Batas bawah dan atas panjang individu yang diukur
- Δt = Interval waktu untuk panjang (L1-L2)
- a = Intercept dalam regresi linear
- b = Kemiringan dalam regresi linear
- y = Log dari tangkapan per unit waktu (ln(H/?t))
- x = nilai tengah panjang interval (L1 + L2)/2

Laju mortalitas alami (M) diduga dengan rumus empiris Pauly (1980) in Sparre serta Venema (1999) yakni:

$$\ln M = -0,0152 - 0,2700 \ln L_{\infty} + 0,6543 \ln K + 0,4630 \ln T \dots\dots\dots(2)$$

dimana, K yakni koefisien pertumbuhan pada persamaan pertumbuhan von Bertalanffy, M yakni mortalitas alami, t\_0 yakni usia ikan ketika panjang sama dengan 0 serta T yakni rata-rata suhu permukaan air (0C), L\_? adalah panjang asimptotik pada persamaan pertumbuhan von Bertalanffy (mm). Pauly (1980) in Sparre & Venema (1998) memberikan saran guna melakukan perhitungan jenis ikan yang mempunyai kebiasaan bergerombol dengan sesama melewati penggandaan dengan nilai 0,8, dengan demikian spesies yang melakukan penggerombolan seperti ikan pelagis kecil nilai prakiraan jadi 20% lebih rendah, yaitu:

$$M = 0,8 e^{-0,0152-0,270 \ln L_{\infty}+0,6543 \ln K+0,4630 \ln T} \dots\dots\dots(3)$$



Gambar 2. Morfologi ikan layang (*Decapterus russelli*)  
Figure 2. Morphology Indian scad (*Decapterus ruselly*)

Laju mortalitas penangkapan (F) ditetapkan dengan:

$$F=Z-M \dots\dots\dots(4)$$

Laju eksploitasi (E) ditetapkan dengan melakukan perbandingan laju mortalitas penangkapan (F) dengan laju mortalitas total (Z) (Pauly, 1984):

$$E= F/(F+M)= F/Z \dots\dots\dots(5)$$

M adalah laju mortalitas alami, E yakni laju eksploitasi, Z ialah laju mortalitas total, serta F yakni laju mortalitas penangkapan.

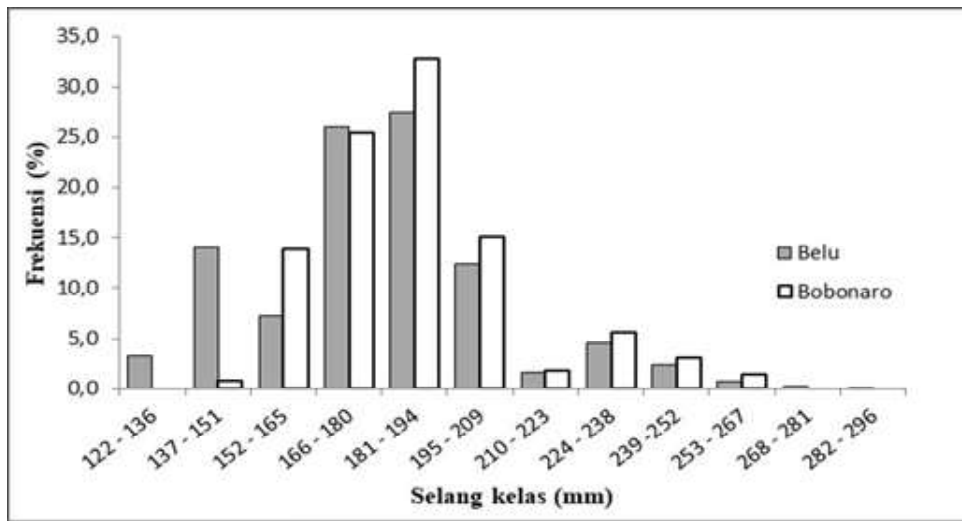
Pola rekrutmen dianalisa dengan software FISAT II pada subprogram recruitment pattern yaitu runut waktu dari frekuensi panjang dalam menetapkan puncak rekrutmen relatif per tahun.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**HASIL**

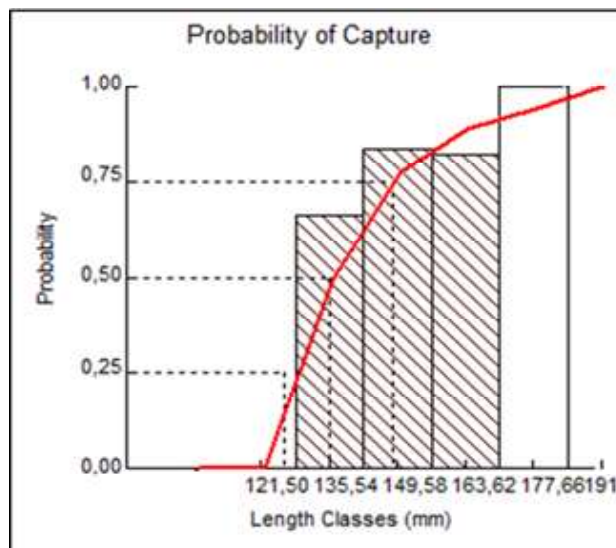
Dari analisa terhadap 1461 ekor sampel ikan layang jenis *D. russelli* dari perairan Selat Ombai diperoleh kisaran nilai ukuran panjang minimum ( $L_{min}$ ) 122,0 mmTL, panjang maksimum ( $L_{max}$ ) 285,0 mmTL dan panjang rata-rata 179,5 mm TL. Distribusi frekuensi panjang total ikan layang dari perairan Selat Ombai dalam jangka waktu 1 tahun, ditunjukkan pada Gambar 3.

Analisis kurva seleksi penangkapan ikan menampilkan ukuran ikan layang pertama kali tertangkap ( $L_c$ ) pada panjang 126,38 mmTL (Gambar 4).

Kurva capaian pengukuran tiap-tiap bulan menampilkan distribusi frekuensi panjang total ikan layang dalam jangka waktu penelitian mempunyai nilai modus yang beda-beda selaras dengan waktu pengamatan (Gambar 5).



Gambar 3. Sebaran frekuensi panjang ikan layang di perairan Selat Ombai  
Figure 3. Length-frequency distribution of Indian scad in Ombai Strait waters



Gambar 4. Ukuran pertama kali ikan layang yang tertangkap di perairan Selat Ombai  
Figure 4. First time size of Indian scad caught in Ombai Strait waters

Analisis dengan software FISAT II terhadap frekuensi panjang total didapatkan nilai koefisien pertumbuhan ( $K$ ) = 0,530 per tahun, panjang asimtotik ( $L_{\infty}$ ) = 300,00 mmTL, serta nilai  $t_0$  = -0,1935 tahun, dengan demikian persamaan kurva pertumbuhan ikan layang adalah:  $L_t = 300.00 (1 - \exp [-0.530(t + 0.1935)])$ .

Kurva pertumbuhan ikan layang berlandaskan persamaan Von Bertalanffy di perairan Selat Ombai ditunjukkan pada Gambar 6.

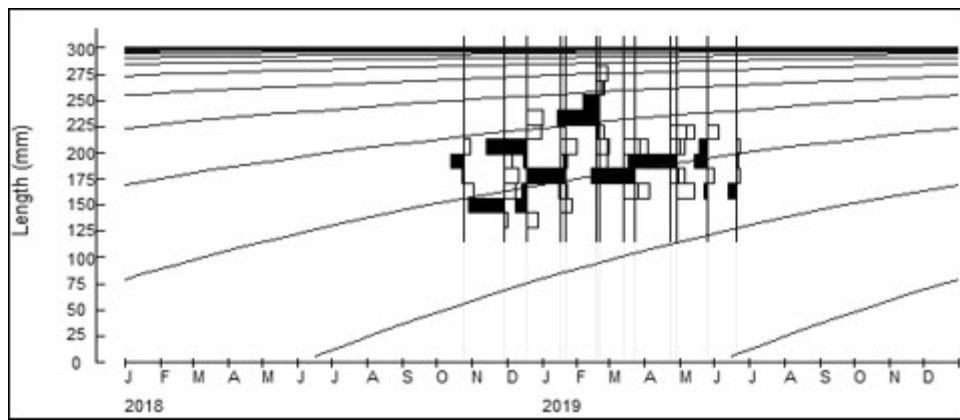
Analisis kurva hasil tangkapan yang dilakukan pelinieran untuk menduga laju mortalitas total ( $Z$ ) memberi hasil sebesar 1,991 per tahun (Gambar 7). Laju mortalitas penangkapan ( $F$ ) yakni 1.362 per tahun serta laju mortalitas alami ( $M$ ) pada suhu 29°C yakni 0,629 per tahun. Tingkat eksploitasi ( $E$ ) ikan layang di perairan Selat Ombai yakni 0,6839.

**PEMBAHASAN**

Hasil pengukuran ikan layang selama penelitian diperoleh panjang minimal 122 mm dan panjang maksimal

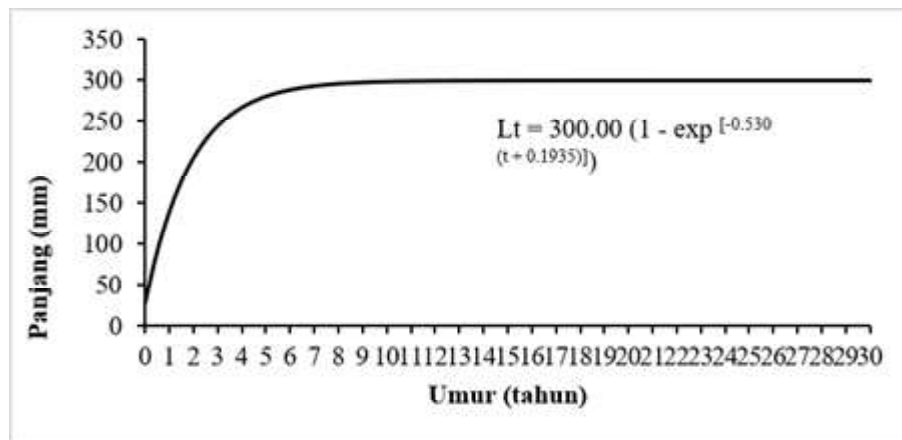
285 mm dengan panjang rata-rata 177,4 mmTL. Kisaran yang sama juga diperoleh dari hasil penelitian (Randongkir et al., 2018) di Pelabuhan Pendaratan Ikan Sanggeng Manokwari dengan panjang antara 122 mm - 299 mm. Penelitian Ongkers et al., (2016) menyebutkan panjang ikan layang di perairan Lathualat Pulau Ambon memiliki rentang lebih lebar yaitu berkisar antara 75,0 mm-286 mm; penelitian (Alnanda et al., 2020) di perairan Selat Malaka memiliki panjang 99,0 mm - 22,0 mm; perairan sekitar Pulau Wawonii, panjang total ikan layang jantan yang tertangkap antara 182 hingga 317 mm serta ikan betina 182-317 mm (Fadila, 2016); sementara di perairan Teluk Bone, Sulawesi Selatan, panjang total ikan antara 121 hingga 295 mm (Suwarni et al., 2015)

Dari hasil pengukuran tersebut diketahui bahwa perbedaan rentang panjang ikan layang dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti perbedaan waktu, jumlah, dan ukuran, serta lokasi pengambilan sampel (Bintoro et al., 2019; Faizah & Sadiyah, 2020; Jose et al., 2023). Selain itu panjang total ikan layang dapat memberikan gambaran



Gambar 5. Distribusi panjang total yang sudah di restrukturisasi serta garis pertumbuhan ikan layang di perairan Selat Ombai

Figure 5. Restructured total length distribution and growth line of indian scad in Ombai Strait waters.



Gambar 6. Kurva pertumbuhan ikan layang berlandaskan persamaan Von Bertalanffy

Figure 6. Indian scad growth curve based on Von Bertalanffy equation

salah satu aspek biologi seperti kematangan gonad atau fekunditas serta bisa juga aspek migrasi ikan.

Hasil penelitian Damora et al., (2021), estimasi panjang asimtotik ( $L_{\infty}$ ) di Perairan Aceh sebesar 310,05 mmTL cenderung lebih besar dibandingkan dengan di Selat Ombai yang nilainya 300 mmTL, Perairan Sumenep di Jawa Timur 250 mmTL (Bintoro et al., 2019), Perairan Gorontalo  $L_{\infty}$  = 250.70 mmTL (Nursinar & Ponigoro, 2015), dan Selat Malaka  $L_{\infty}$  = 229,00 mmTL (Alnanda et al., 2020). Variasi perbedaan ukuran  $L_{\infty}$  disebabkan dalam perbedaan populasi yang diteliti, metode yang digunakan dan juga faktor lainnya. Namun nilai koefisien pertumbuhan ( $K$ ) = 0,530 per tahun lebih kecil dari nilai  $K$  ikan layang di perairan Teluk Davao, nilai  $K$  di perairan Tawi-Tawi = 0,77 per tahun (Aripin & Showers, 2000),  $K$  di perairan Hindia = 0,95 per tahun (Panda et al., 2012).

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa ikan layang di Selat Ombai diperkirakan bisa bertumbuh lebih besar dan mencapai ukuran panjang 300,00 mmTL dengan laju pertumbuhan 0,530 per tahun. Panjang maksimum dan tingkat pertumbuhannya ini bisa saja berbeda dengan ikan layang yang ditemukan di lokasi lain. Beberapa referensi menyebutkan, perbedaan hasil perhitungan data pertumbuhan ( $K$ ) dan panjang asimtotik ( $L_{\infty}$ ) dapat diakibatkan oleh struktur data yang dikumpulkan serta analisa yang dilakukan.

Penjelasan yang sama disampaikan Fanelli et al., (2023) bahwa perbedaan nilai panjang asimtotik dan koefisien pertumbuhan dimungkinkan karena prosedur pengambilan sampel, variasi data, dan perbedaan kebiasaan hidup dan karakteristik ekologi ikan.

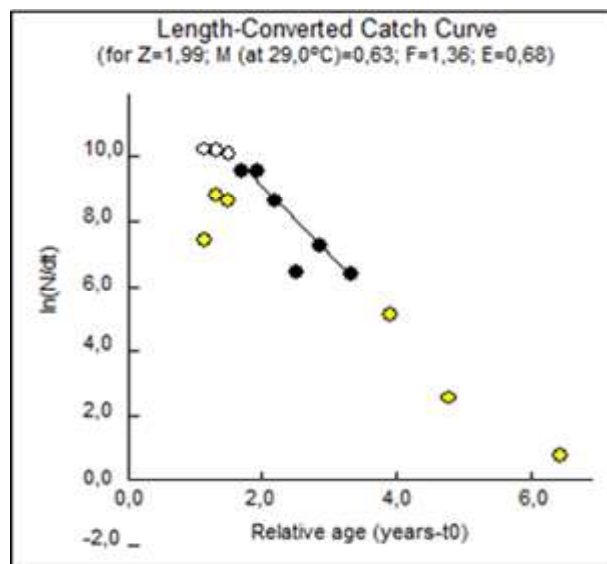
Estimasi angka kematian total ( $Z$ ) ikan layang di Selat Ombai adalah 1,99 per tahun cenderung lebih rendah dari hasil penelitian Khazanah, (2020) di perairan Rembang

Jawa Tengah, diperoleh nilai  $Z = 2,91$  per tahun, nilai  $M$  sebesar 1,48 dan  $F = 1,43$  per tahun. Kondisi yang sama juga terlihat pada laju kematian alami ( $M = 0,63$  per tahun) serta laju kematian akibat penangkapan ikan ( $F = 1,36$  per tahun) (Tabel 1).

Mortalitas penangkapan ikan layang di Selat Ombai lebih besar dibandingkan mortalitas alaminya. Mortalitas alami terjadi karena penyakit, pemangsa, kelaparan, serta umur (Maunder et al., 2023). Selain itu, mortalitas alami juga terjadi oleh suhu air rata-rata, panjang asimtotik, dan laju pertumbuhan (Sparre & Venema, 1998). Suatu stok ikan mengalami kondisi overfishing jika tingkat kematian ikan sama dengan atau lebih dari setengah tingkat kematian total (Hilborn et al., 2020). Berdasarkan pernyataan tersebut, diduga besarnya tingkat mortalitas ikan layang di Selat Ombai disebabkan banyak aktivitas penangkapan.

Tingkat eksploitasi ikan layang di Selat Ombai adalah 0,683. Berlandaskan pernyataan Gulland (1971) dalam Pauly et al., (1984); Roa-Ureta et al., 2020), tingkat eksploitasi ( $E$ ) > lebih dari 0,5 umumnya menunjukkan kondisi overfishing. Tingkat eksploitasi efektif dan efisien hanya 0,5. Berarti nilai laju eksploitasi sebesar 0,683 yang melebihi batas efektif dan efisien yang disarankan sebesar 0,5 menunjukkan bahwa pemanfaatan ikan layang di Selat Ombai sudah melebihi nilai optimumnya. Tingginya laju eksploitasi ini juga sejalan dengan tingginya tingkat mortalitas akibat penangkapan. Hal ini menunjukkan bahwa tekanan penangkapan pada populasi ini telah melebihi tingkat lestari yang disarankan.

Tingkat mortalitas yang berbeda di antara perairan diakibatkan oleh migrasi, beda alat tangkap, serta aspek ontogenik. Hasil analisis data menunjukkan di perairan Selat Ombai nilai rasio  $Z/K$  yakni 3,75 serta  $< 2$ , artinya



Gambar 7. Estimasi laju kematian total ( $Z$ ) berlandaskan kurva capaian penangkapan yang dilinearkan  
 Figure 7. Estimation of total mortality rate ( $Z$ ) based on linearized capture yield curves

pertumbuhan ikan layang di perairan Selat Ombai lebih dominan dibandingkan dengan mortalitas, walaupun koefisien pertumbuhan relatif tidak cukup tinggi, namun panjang maksimum yang dapat tercapai tinggi (Tenningen et al., 2021).

Taraf eksploitasi harus lebih rendah dari 0,50, (Patterson, 1992) menjelaskan bahwa tingkat eksploitasi harus dipertahankan pada 0,40, jika tingkat eksploitasi melebihi 0,40 diasumsikan kondisi perikanan sudah overexploited. Laju eksploitasi ikan layang di Selat Ombai sudah melebihi nilai laju eksploitasi lestari, sehingga diperlukan kehati-hatian dalam pemanfaatan sumberdayanya.

Disisi lain, pola rekrutmen yang berkelanjutan dan terjadinya dua kali dalam setahun, serta adanya banyak ikan betina dewasa dalam populasi, menunjukkan bahwa lingkungan perairan masih mendukung siklus reproduksi ikan layang. Pola rekrutmen spesies ikan tropis umumnya terjadi dua kali dalam setahun yang menandakan bahwa perikanan pelagis di wilayah tersebut akan berkelanjutan (Muhling et al., 2017; Lam et al., 2020). Hal ini dapat dilihat sebagai indikator positif bahwa stok ikan layang masih memiliki potensi untuk pulih, dan dalam jangka panjang, perikanan pelagis di wilayah tersebut masih dapat dianggap berkelanjutan (Ospina-Alvares et al., 2022; Poojari et al., 2015). Demikian pula jika pola rekrutmen yang tidak stabil atau menurun dapat menunjukkan overfishing.

## KESIMPULAN

Populasi ikan layang *D. russelli* di perairan Selat Ombai mempunyai rentang ukuran panjang 122 - 285 mmTL dengan panjang rerata 179,5 mmTL. Panjang ikan pertama kali tertangkap yakni 175,3 mmTL. Pendugaan parameter mortalitas menemukan laju mortalitas alami (M) sebesar 0,695 per tahun dan laju mortalitas penangkapan (F) sebesar 1,363 per tahun sementara tingkat pemanfaatannya (E) sebesar 0,684, melebihi nilai optimumnya. Hasil ini menunjukkan bahwa ikan layang di Perairan Selat Ombai telah mengalami eksploitasi yang berlebihan. Untuk itu, pendekatan pengelolaan dengan asas kehati-hatian perlu dilakukan secara rasional untuk keberlanjutan sumberdaya.

## PERSANTUNAN

Terimakasih penulis sampaikan kepada Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) UKAW (Universitas Kristen Artha Wacana), mahasiswa FPIK UKAW, Kepala Dinas Perikanan Kabupaten Belu beserta staf, Kementerian Pertanian dan Perikanan Republic Democratic Timor Leste beserta staf yang sudah memberi bantuan kepada penulis selama penelitian berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

[Diskan Belu] Dinas Perikanan Kabupaten Belu (2020). Statistik Perikanan Tangkap Dinas Kelautan dan

- Perikanan, Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur. Belu (ID): Dinas Perikanan Kabupaten Belu.
- [DKP NTT] Dinas Kelautan dan Perikanan Nusa Tenggara Timur (ID). (2019). Statistik Perikanan Tangkap Nusa Tenggara Timur. Kupang: DKP NTT.
- Alnanda, R., Setyobudiandi, I., & Boer, M. (2020). Dinamika populasi ikan layang (*Decapterus russelli*) di perairan Selat Malaka. *Manfish Journal*, 1(01), 1-8. <http://ejurnal.polnep.ac.id/index.php/manfish>
- Aripin, I. E., & Showers, P. A. T. (2000). Population parameters of small pelagic fishes caught off Tawi-Tawi, Philippines. <http://hdl.handle.net/1834/25678>
- Barange, M., Bernal, M., Cercole, M. C., Cubillos, L. A., Daskalov, G. M., Cunningham, C. L., ... & Yatsu, A. (2009). Current trends in the assessment and management of stocks. In *Climate change and small pelagic fish* (pp. 191-255). Cambridge University Press.
- Bintoro, G., Lelono, T. D., & Utami, N. D. (2019). Biological aspects of Indian scad (*Decapterus russelli* Ruppell, 1830) in south site of Madura Strait Waters, East Java. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 370(1), 012040
- Damora, A., Firdiyanti, T., Rahmah, A., Aprilla, R. M., & Chaliluddin, M. A. (2021). Population dynamics of Indian scad (*Decapterus russelli*) in the northern and western waters of Aceh. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 674(1), 012088.
- Fadila, M., Asriyana, A., & Tadjuddah, M. (2016). Beberapa aspek biologi reproduksi Ikan Layang (*Decapterus macarellus*) hasil tangkapan Purse Seine yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 1(4), 343-353.
- Faizah, R., & Sadiyah, L. (2020). Some biology aspects of Indian Scad (*Decapterus russelli*, Ruppell, 1928) in Pemangkat Fisheries Port, West Kalimantan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 429(1), 012063
- Fanelli, E. M. A. N. U. E. L. A., Da Ros, Z., Menicucci, S., Malavolti, S., Biagiotti, I., Canduci, G., ... & Leonori, I. (2023). The pelagic food web of the Western Adriatic Sea: a focus on the role of small pelagics. *Scientific Reports*, 13(1), 14554.
- FAO (2020) Global landings expected to grow by 4 percent in (2020) | GLOBEFISH <http://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/resourcedetail/en/c/1296668/>
- Hilborn, R., Amoroso, R. O., Anderson, C. M., Baum, J. K., Branch, T. A., Costello, C., ... & Ye, Y. (2020). Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(4), 2218-2224.
- Houde, E. D., Able, K. W., Strydom, N. A., Wolanski, E., & Arula, T. (2022). Reproduction, ontogeny and recruitment. *Fish and fisheries in estuaries: A global perspective*, 1, 60-187.
- Jose, A., Sukumaran, S., Roul, S. K., Azeez, P. A., Kizhakudan,

- S. J., Raj, N., ... & Gopalakrishnan, A. (2023). Genetic analyses reveal panmixia in Indian waters and population subdivision across Indian Ocean and Indo-Malay Archipelago for *Decapterus russelli*. *Scientific Reports*, 13(1), 22860.
- Khasanah, A. N., Saputra, S. W., & Taufani, W. T. (2020, July). Population dynamic of indian scad (*Decapterus russelli*) based on data in tasikagung fishing Port of Rembang. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 530, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
- Kripa V, Mohamed KS, Koya KPS, Jeyabaskaran R, Prema D, Padua S, Kuriakose S, Anilkumar PS, Nair PG, Ambrose TV, Dhanya AM, Abhilash KS, Bose J, Divya ND, Shara AS, Vishnu PG. (2018). Overfishing and climate drives changes in biology and recruitment of the Indian oil sardine *Sardinella longiceps* in Southeastern Arabian Sea. *Frontiers in Marine Science*, 5, 1-20, doi:10.3389/fmars.2018.00443.
- Lam, V. W., Allison, E. H., Bell, J. D., Blythe, J., Cheung, W. W., Frölicher, T. L., ... & Sumaila, U. R. (2020). Climate change, tropical fisheries and prospects for sustainable development. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(9), 440-454.
- Maunder, M. N., Hamel, O. S., Lee, H. H., Piner, K. R., Cope, J. M., Punt, A. E., ... & Methot, R. D. (2023). A review of estimation methods for natural mortality and their performance in the context of fishery stock assessment. *Fisheries Research*, 257, 106489.
- Muhling, B., Lindegren, M., Clausen, L. W., Hobday, A., & Lehodey, P. (2017). Impacts of climate change on pelagic fish and fisheries. *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture: A Global Analysis*, 2, 771-814.
- Needham S, Funge-Smith SJ. (2015). The consumption of fish and fish products in the Asia-Pacific region based on household surveys, RAP Publication 2015/12. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- Nursinar, S & Panigoro, C. (2015). Age group analysis and growth of *Decapterus macrosoma* in the waters around Gorontalo. *Scientific Journal of Fisheries and Marine Affairs*. 3(1): 7-10.
- Ongkers, O. T., Pattikawa, J. A., & Rijoly, F. (2017). Aspek Biologi Ikan Layang (*Decapterus russelli*) di Perairan Latahulata, Kecamatan Nusaniwe, Pulau Ambon. *Omni-Akuatika*, 12(3).
- Ospina-Alvarez, A., Vásquez, S. I., Catalán, I. A., Lowerre-Barbieri, S., Arteaga, M., & de Juan, S. (2022). A reproductive resilience index for pelagic fish in the southern Humboldt Current Large Marine Ecosystem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 79(12), 2138-2159.
- Panda, D., Chakraborty, S. K., Jaiswar, A. K., Sharma, A. P., Jha, B. C., Sawant, B. T., Bhagabati, S.K & Kumar, T. 2012. Fishery and population dynamics of two species of carangids, *Decapterus russelli* (Ruppell, 1830) and *Megalaspis cordyla* (Linnaeus, 1758) from Mumbai waters. *Indian Journal of Fisheries*, 59 (4), 53-60.
- Pauly, D. (1980). *A Selection of Simple Method for the Assessment of Tropical Fish Stock*. FAO. FishTech. New York.
- Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators*. ICLARM. Manila. Philippines. 325 p.
- Pauly, D., Ingles J, and Neal, R. (1984). Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality, and recruitment related parameters from length frequency data (ELEFAN I and II). In *Penaeid Shrimp-Their Biology & Management*. Fishing News Book Limited. Farnham-Surrey-England. 220234.
- Poojary, N., Tiwari, L. R., & Sundaram, S. (2015). Reproductive biology of the Indian scad, *Decapterus russelli* (Ruppell, 1830) from Maharashtra waters, northwest coast of India. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 57(1), 71-77.
- Queiros, Q., Fromentin, J. M., Gasset, E., Dutto, G., Huiban, C., Metral, L., ... & Saraux, C. (2019). Food in the sea: size also matters for pelagic fish. *Frontiers in Marine Science*, 6, 385.
- Radongkir, Y. E., Simatauw, F., & Handayani, T. (2018). Aspek Pertumbuhan Ikan Layang (*Decapterus macrosoma*) di Pangkalan Pendaratan Ikan Sanggeng Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 2(1), 15-24. www.ejournalfpikunipa.ac.id. e-issn 2550-0929.
- Rehatta, B. M., Kamal, M. M, Boer, M., Fahrudin, A., Zairion. (2020). Strategi pengelolaan perikanan pelagis kecil dengan pendekatan ekosistem di Kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur, <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jpsl>
- Rehatta, B.M, Merryanto, Y and Ninef, S.R. (2019). Prospect for transboundary small pelagic fisheries management of Indonesia-Timor Leste in Ombai Strait. *Eco. Env. & Cons.* 25 (August Suppl. Issue); pp. (S128-S134) Copyright@ EM International ISSN 0917-765X.
- Roa-Ureta, R. H., Henríquez, J., & Molinet, C. (2020). Achieving sustainable exploitation through co-management in three Chilean small-scale fisheries. *Fisheries Research*, 230, 105674.
- Rola AC, Narvaez TA, Naguit MRA, Elazegui DD, Brillo BBC, Paunlagui MM, Jalotjot HC, Cervantes CP (2018) Impact of the closed fishing season policy for sardines in Zamboanga Peninsula, Philippines. *Marine Policy*, 87, 40-50, doi: 10.1016/j.marpol. 2017.09.029.
- Suwarni, S., Triesnati, J., Umar, M. T., Nur, M., & Hikmasari, H. (2015). Pendugaan Beberapa Parameter Dinamika Populasi Ikan Layang (*Decapterus Macrosoma*, Bleeker 1841) Di Perairan Teluk Bone, Sulawesi Selatan. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 25(1).
- Syam, A. R. (2006). Parameter Stok dan Laju Eksploitasi Ikan Kawalinya (*Selar crumenophthalmus*) di Perairan



Maluku. Prosiding Seminar Nasional Ikan IV. Jatiluhur, 29-30 Agustus 2006.

Tenningen, M., Zimmermann, F., & Enberg, K. (2021). Pre-catch and discard mortality in Northeast Atlantic herring and mackerel fisheries: consequences for stock estimates and advice. *ICES Journal of Marine Science*, 78(7), 2603-2614.