

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

e-mail: bawal.puslitbangkan@gmail.com

BAWAL WIDYA RISET PERIKANAN TANGKAP

Volume 16 Nomor 3 Desember 2024

p-ISSN: 1907-8226

e-ISSN: 2502-6410

Nomor Akreditasi: Kementerian RISTEK-BRIN: 148/M/KPT/2020



PARAMETER POPULASI IKAN KEMBUNG PEREMPUAN (*Rastrelliger brachysoma*) DI PERAIRAN UTARA JAWA

POPULATION DYNAMIC OF SHORT MACKEREL (*Rastrelliger brachysoma*, Cuvier 1817) IN THE NORTH OF JAVA SEA

Thomas Hidayat*, Heri Widiyastuti dan Moh. Fauzi

Pusat Riset Perikanan, Badan Riset Dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, Bogor-Indonesia

Teregistrasi I tanggal : 20 Agustus 2024: Diterima setelah perbaikan tanggal 27 September 2024;
Disetujui terbit tanggal : 18 Desember 2024

ABSTRAK

Ikan kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi dalam perikanan Indonesia. Intensitas penangkapan yang tinggi dan sudah berlangsung lama membutuhkan pengelolaan yang berbasis data dan informasi terkini. Penelitian bertujuan untuk mengetahui parameter populasi ikan kembung perempuan, yang dapat dijadikan sebagai masukan pengelolaannya di Laut Jawa. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan April-November 2021, dengan melakukan pengukuran panjang ikan yang didaratkan di Pekalongan, Jawa Tengah. Data dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT-II) dengan inputan berupa data pendukung parameter populasi dari analisis berbasis parameter panjang ikan. Hasil penelitian menunjukkan distribusi panjang ikan kembung perempuan berada pada kisaran 9-20 cmFL dengan modus 16 cmFL, panjang asimtotik (L_{∞}) sebesar 21,53 cmFL per tahun, laju pertumbuhan (K) 1,2 pertahun, kematian total (Z) sebesar 5,57 pertahun, kematian alami (M) adalah 2,28 pertahun dan kematian akibat penangkapan ikan (F) adalah 3,29 pertahun, tingkat eksploitasi (E) sebesar 0,59. Parameter populasi tersebut menunjukkan bahwa laju eksploitasi ikan kembung perempuan di Laut Jawa sudah tinggi atau tereksploitasi secara penuh, sehingga perlu dilakukan pembatasan upaya penangkapan untuk memenuhi kaidah pengelolaan sumber daya ikan yang berasas kehati-hatian.

Kata Kunci : Kembung perempuan, *Rastrelliger brachysoma*, Laut Jawa, pertumbuhan, parameter populasi

ABSTRACT

The short mackerel (*Rastrelliger brachysoma*) has a significant economic value in Indonesian fisheries. The high fishing intensity carried out for a long time requires management data and information. This study aims to determine the parameter population that can be utilized as management input for short mackerel fisheries in the Java Sea. Fish length measurements were gathered at Pekalongan, Central Java, from April to November 2021. Data were analysed using The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT-II), to construct population parameters from length data. The results showed that short mackerel was distributed from 9-20 cmFL with the mode in 16 cmFL, asymptotic length (L_{∞}) was estimated at 21.53 cmFL, growth rate (K) was 1.2 year⁻¹, total mortality (Z) was 5.57 year⁻¹, natural mortality (M) was 2.28 year⁻¹, fishing mortality (F) was 3.29 year⁻¹, and exploitation rate (E) was 0.59. These population parameters indicate that the rate of exploitation of short mackerel in the Java Sea is high or fully exploited. Related to these, fishing needs to be managed carefully, and it is necessary to limitation fishing effort to fulfill sustainable fisheries management based on precaution approach.

Keywords : Short mackerel, *Rastrelliger brachysoma*, North of Java Sea, growth, population parameter

Korespondensi penulis:

e-mail: hidayatthomas245@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.16.3.2024.114-123>

PENDAHULUAN

Ikan kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) adalah jenis ikan pelagis kecil yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Kongseng *et al.*, 2020). Secara umum ikan kembung hidup pada zona epipelagic, perairan tropis, dan tersebar di wilayah Indopasifik Barat bagian tengah, mulai Laut Andaman sampai dengan Oseania, dengan habitat yang mempunyai salinitas relatif rendah dan kisaran suhu 20-30°C (Collette & Nauen, 1983). Ikan kembung perempuan banyak ditemukan di perairan Indonesia, dan merupakan hasil tangkapan dominan dari Laut Jawa. Selain di pantai utara Pulau Jawa, jenis ini juga banyak ditemukan di Selat Madura, pantai barat Sumatera, dan pesisir selatan Kalimantan (Zamroni *et al.*, 2008).

Perikanan pelagis kecil di Laut Jawa sudah berlangsung sejak lama, yang mana sejak 1987 kegiatan penangkapan pelagis kecil sudah dilakukan mulai dari pantai utara Jawa dari Kepulauan Seribu (Jakarta), Kepulauan Kangean di Jawa Timur hingga Selat Makassar (Potier & Sadhotomo, 1995; Rosendaal 1910 dalam Atmaja & Nugroho 2006; Chodriyah & Hariati, 2010).

Penangkapan ikan kembung dilakukan dengan beragam alat tangkap, seperti purse seine, jaring insang, jaring apolo, bagan apung dan cantrang atau trawl (SEAFDEC, 2019; Wagiyo *et al.*, 2020). Kajian kerentanan menunjukkan bahwa terdapat indikasi penangkapan berlebih (*overfishing*) terutama penangkapan jenis pelagis termasuk ikan kembung oleh purse seine (pukat cincin) (Triharyuni *et al.*, 2015). Aktivitas penangkapan ikan yang intensif dari tahun ke tahun menyebabkan populasi kembung perempuan mengalami penurunan (Hariati *et al.*, 2003; Suwarso *et al.*, 2015a).

Untuk menghindari terjadinya penurunan stok sumber daya ikan khususnya ikan kembung perempuan, diperlukan langkah-langkah pengelolaan yang berbasis informasi tentang dinamika populasi. Beberapa studi tentang kembung

perempuan di perairan Utara Jawa sudah banyak dilakukan, dengan parameter populasi yang variative yang menggambarkan dinamisnya perkembangan populasi ikan kembung di perairan ini. Tulisan ini bertujuan mengkaji dinamika populasi ikan kembung perempuan meliputi parameter pertumbuhan, kematian, tingkat pemanfaatannya, di perairan utara Laut Jawa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi dasar dalam menentukan kebijakan pengelolaan perikanan pelagis kecil khususnya ikan kembung perempuan di perairan utara Laut Jawa.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi

Pengumpulan data dilakukan dari bulan dari April sampai November 2021 dibantu oleh enumeratur. Data frekuensi panjang cagak (*fork length/FL*) ikan kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) dikumpulkan setiap bulan dari hasil tangkapan nelayan mini purse seine (*mini purse seine*) yang beroperasi di Laut Jawa dan mendaratkan hasilnya di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan, Jawa Tengah (Gambar 1.). Data panjang kemudian dikelompokkan dalam kelas panjang bulanan sehingga diperoleh informasi frekuensi panjang.

Analisis Data

Ukuran ikan pertama kali tertangkap atau *Length at first capture* (L_c) merupakan 50 % fraksi tertahan (ikan yang tertangkap) dari alat tangkap. Nilai L_c diperoleh dari data sebaran panjang yang dihitung dengan rumus (Sparre & Venema 1999):

$$S_{Lest} = 1/(1 + \exp(S_1 - S_2 * L)) \dots (1)$$

$$L_c = S_1 / S_2 \dots (2)$$

dimana:

S_{Lest} : kurva logistic

S_1 dan S_2 : konstanta

Beberapa parameter populasi dianalisis menggunakan program FiSAT (*FAO-ICLARM Stock Assessment Tools*) II (Gayanilo *et al.*, 1996). Panjang asimptotik dan nilai konstanta pertumbuhan diduga

dengan menggunakan Program ELEFAN (*Electronic Length Frequency Analysis*) I yang dikembangkan oleh Pauly & David (1981) dan Gayanilo *et al.*, (1994). ELEFAN I adalah suatu analisis gerak maju sejumlah modus, yaitu menghubungkan modus ke modus dari frekuensi bulanan panjang ikan dalam suatu runtun waktu sehingga membentuk suatu kurva.

Pertumbuhan ikan dihitung dengan menggunakan rumus pertumbuhan Von Bertalanffy (Sparre & Venema, 1999) sebagai berikut:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \dots\dots\dots (3)$$

L_t = panjang pada umur ke- t

L_{∞} = panjang asimtotik

K = laju pertumbuhan

t_0 = umur teoritis saat ikan berukuran panjang nol

Nilai dugaan umur teoritis pada saat panjang ikan sama dengan nol (t_0) ikan kembung diperoleh dengan menggunakan rumus (Pauly, 1980) yaitu :

$$\text{Log } (-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{ Log } -1.038 \text{ Log } K \dots\dots\dots (4)$$

Laju kematian alami (M) diduga dengan menggunakan hubungan empiris dari Pauly (1980) yaitu:

$$\text{Log } (M) = -0,0066 - 0,279 * \text{Log } (L_{\infty}) + 0,654 * \text{Log } (K) + 0,4634 * \text{Log } (T) \dots\dots\dots (5)$$

dimana

L_{∞} = panjang asimtotik

T = rata-rata suhu perairan ($^{\circ}\text{C}$)

Pendugaan mortalitas total (Z), menggunakan metode Beverton dan Holt dalam (Sparre *et al.* 1989) yaitu:

$$Z = K \frac{L_{\infty} - \bar{L}}{L - L'} \dots\dots\dots (6)$$

dimana:

$\bar{L}$ = panjang rata - rata yang tertangkap

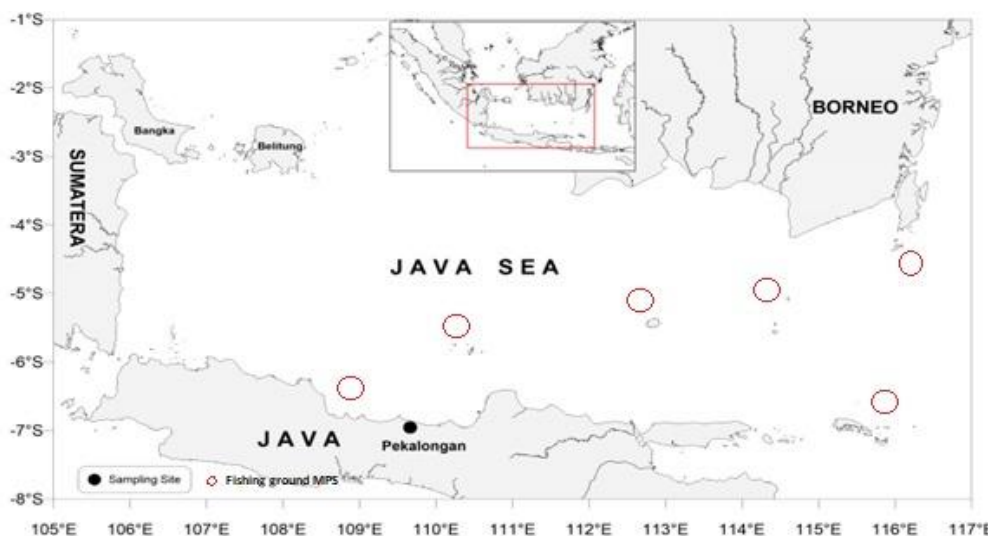
L' = batas terkecil ukuran kelas panjang yang telah tertangkap

Kematian karena penangkapan (F) dihitung dengan mengurangkan kematian alami (M) terhadap kematian total (Z):

$$F = Z - M \dots\dots\dots (7)$$

Tingkat eksploitasi (E) dihitung menggunakan persamaan Gulland (1971):

$$E = F/Z \text{ atau } E = F / (F + M) \dots\dots (8)$$



Gambar 1. Lokasi Pengambilan ikan contoh kembung perempun di perairan utara Jawa

Figure 1. Sampling site of Short Mackerel in the North of Java Sea

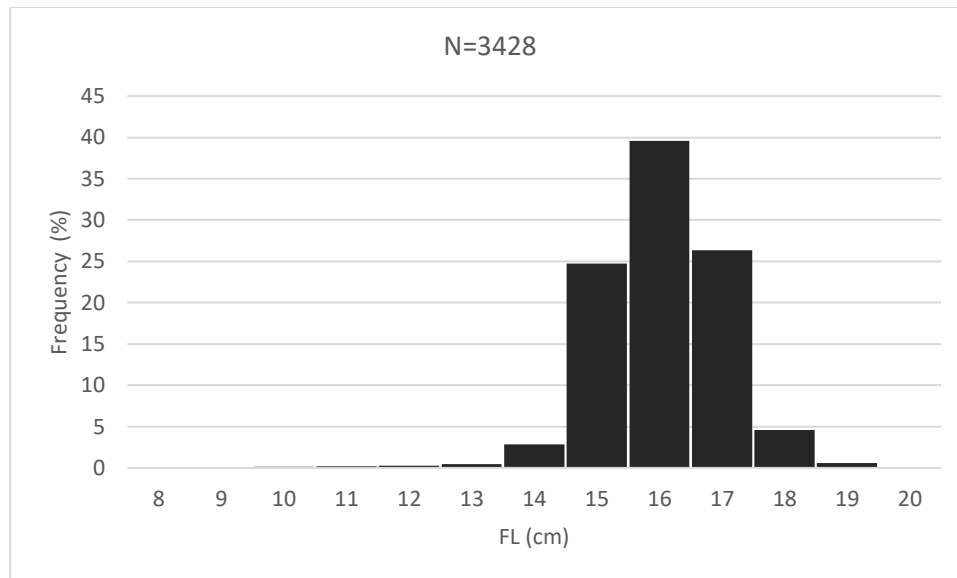
HASIL DAN BAHASAN

HASIL

Struktur Ukuran Ikan Kembung Perempun

Sebanyak 3.428 ikan sampel yang diukur hasil tangkapan mini purse seine di

Laut Jawa selama 9 bulan menunjukkan panjang ikan kembung perempun menyebar normal. Ukuran ikan terkecil memiliki panjang 9 cm dan terbesar memiliki panjang 20 cm dengan modus 16 cm (Gambar 2.).

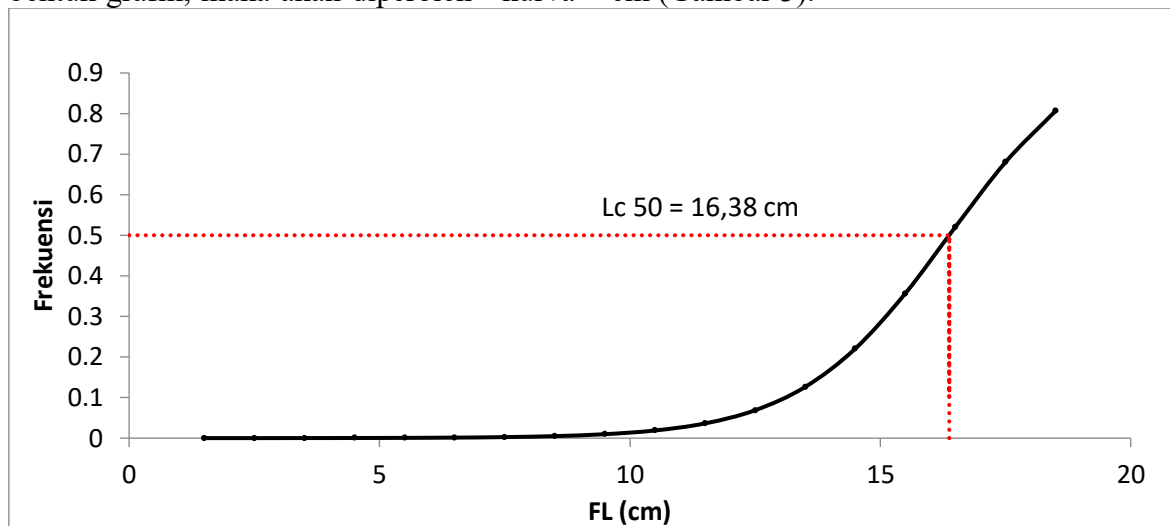


Gambar 2. Distribusi frekuensi panjang kembang perempuan di perairan Utara Jawa
 Figure 2. Length frequency distribution of short mackerel in the North of Java Sea

Ukuran Pertama Kali Tertangkap

Peluang ikan untuk lolos atau tertahan tergantung pada ukuran ikan tersebut. Jika hubungan antara peluang tertahannya ikan oleh alat tangkap dengan panjang tubuh ikan diplotkan ke dalam bentuk grafik, maka akan diperoleh kurva

seleksi penangkapan. Kurva ini kemudian digunakan untuk menduga ukuran ikan pertama kali tertangkap (*length at first capture*/ L_c). Nilai untuk L_c yang digunakan adalah $L_{50\%}$, sehingga nilai L_c ikan kembang di Utara Laut Jawa sebesar 16,38 cm (Gambar 3).



Gambar 3. Ukuran pertama kali tertangkap (L_c) kembang perempuan
 Figure 3. Length at first capture (L_c) of short mackerel

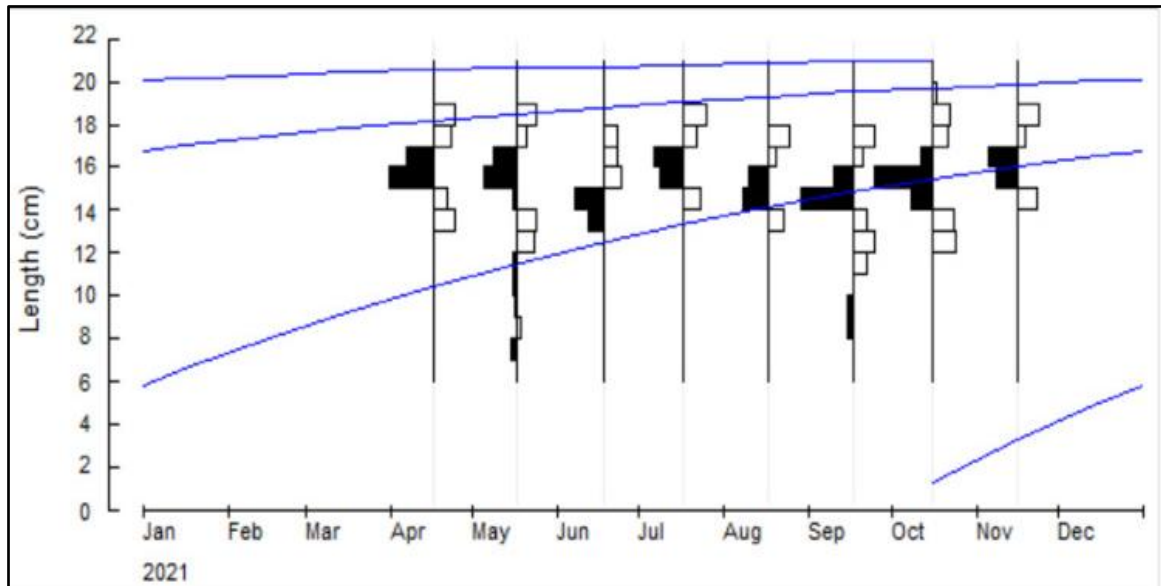
Pertumbuhan

Panjang asimtotik (L_∞) ikan kembang perempuan sebesar 21,53 cm, dan laju pertumbuhan (K) 1,2 per tahun, dengan nilai $R_n = 0,245$, diperoleh dengan merunut data frekuensi panjang cagak dari bulan ke bulan yang dianalisis dengan *Electronic Length*

Frequency Analysis (ELEFAN I) dalam *software FiSATII* (Gambar 4.). Nilai-nilai tersebut juga membangun persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy $L_t = 21.53(1 - e^{-1.2(t-0.024)})$, sehingga dari kurva tersebut dapat diketahui ikan kembang perempuan pada umur 1, 2, 3, 4, dan 5 tahun masing-

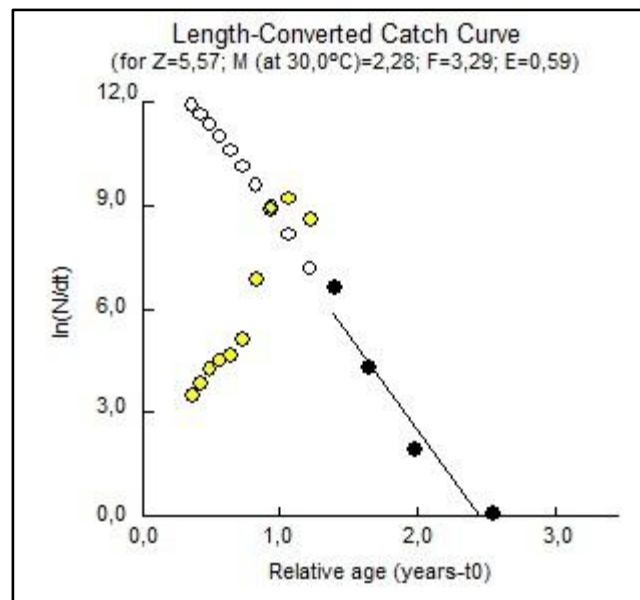
masing mempunyai ukuran panjang FL sebesar 15.2, 19.6, 20.9, 21.4, 21.48 cm. Kecepatan pertumbuhan tertinggi terjadi pada umur 0 sampai 1 tahun yaitu rata-rata 1.27 cm per bulan, dan umur 1-2 tahun yaitu

0.37 cm per bulan. sehingga diketahui bahwa panjang maksimal ikan kembung perempuan dapat dicapai pada usia 72 bulan.



Gambar 4. Kurva pertumbuhan Von Bertalanffy kembung perempuan

Figure 4. *Von Bertalanffy Growth Curve of short mackerel*



Gambar 5. Kurva hasil tangkapan berdasarkan ukuran panjang kembung perempuan

Figure 5. *Length converted catch curve of short mackerel*

Laju Kematian

Laju kematian alami (M) kembung sebesar 2,28 per tahun, kematian karena penangkapan (F) sebesar 3,29 per tahun, sehingga laju kematian total (Z) sebesar 5,57

per tahun (Gambar 5.). dari nilai-nilai tersebut kemudian diperoleh laju eksploitasi (E) sebesar 0,59, yang mengindikasikan bahwa pemanfaatan sudah optimum.

BAHASAN

Ukuran panjang pertama kali tertangkap pertama (L_c) pada penelitian ini adalah lebih besar dari ukuran yang diperoleh Suwarso *et al.*, (2015b) di perairan Selat Malaka dan perairan Tangerang (15,5 cm). Menurut Hargiyatno *et al.*, (2013), perbedaan ukuran panjang pertama kali tertangkap dapat disebabkan oleh ukuran mata jaring alat tangkap yang digunakan, bulan dan musim penangkapan, serta daerah dimana ikan tersebut ditangkap.

Laju pertumbuhan (K) 1,2 dan panjang infinity (L_∞) sebesar 21,53 cm menunjukkan bahwa ikan kembung mempunyai pertumbuhan yang cepat. Nilai laju pertumbuhan (K) dan panjang infinity (L_∞) menunjukkan adanya perbedaan dibandingkan hasil penelitian lain. Nilai K dan L_∞ ikan kembung di perairan Indonesia memiliki kisaran yang tidak terlalu signifikan berbeda jika dibandingkan dengan nilai-nilai tersebut di perairan

Myanmar dan Filipina (Tabel 1.). K sebagai gambaran dari laju pertumbuhan memungkinkan untuk memiliki nilai yang berbeda-beda baik untuk jenis yang sama namun berbeda lokasi penangkapan, maupun sebaliknya, bahkan jenis dan lokasi penangkapan yang sama. Sehingga perbedaan nilai K dan L_∞ diduga dipengaruhi perbedaan habitat seperti kepadatan populasi, suhu air dan mangsa atau dalam hal ini sumber makanan yang tersedia (Ju *et al.*, 2016; Cominassi *et al.*, 2020; Armstrong *et al.* 2021), yang ditambahkan oleh Ghosh *et al.* (2016) selain faktor parameter lingkungan dan makanan tersebut, terdapat juga factor lain seperti tekanan penangkapan dan jenis alat tangkap yang digunakan. Sedangkan menurut Amin *et al.* (2015), perbedaan laju pertumbuhan disebabkan oleh umur, jenis kelamin, kematangan gonad, dan periode pengambilan sampel untuk spesies yang sama.

Tabel 1. Perbandingan nilai K dan L_∞ di beberapa perairan

No	Nilai K	Nilai L_∞	Lokasi Kajian	Referensi
1	1,01	21,05	Utara Jawa	Zamroni & Ernawati, 2019
2	1,33	21,26	Tangerang	Wagiyo et al., 2021
3	1,5	25,2	Myanmar	Aye & Tint, 2020
4	1,3	28,67	Filipina	Dicdiquin et al., 2017
5	1,2	21,53	Utara Jawa	Kajian ini

Laju kematian alamiah (M) kembung sebesar 2,28 per tahun, kematian karena penangkapan (F) sebesar 3,29 per tahun, sehingga laju kematian total sebesar (Z) 5,57 per tahun. Sebagaimana nilai parameter populasi yang lain, laju kematian ikan kembung juga berbeda antar lokasi. Ikan kembung di perairan Tangerang mempunyai kematian total (Z), alami (M) dan penangkapan (F) yang tidak terlalu berbeda walaupun sedikit lebih tinggi dibandingkan di Utara Jawa Tengah dengan nilai $Z = 5,48$, $M = 2,02$ dan $F = 3.46$ pertahun (Zamroni & Ernawati, 2019). Perbedaan signifikan terjadi pada kajian ikan kembung di Selat

Sunda, dengan nilai $Z = 1,74$, $M = 0,31$ dan $F = 2,04$ pertahun (Sarasati *et al.*, 2016), yang mana jika dilihat dari nilai laju pertumbuhan yang rendah namun panjang infinity yang lebih besar. Sehingga secara umum, perbedaan laju kematian antar lokasi disimpulkan terjadi karena pengaruh tekanan penangkapan, ketersediaan pakan dan pemangsaan (Ning *et al.*, 2018), serta perbedaan stok (Koolkalya *et al.*, 2017). Sementara kematian alami dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tekanan penangkapan, suhu air laut selama waktu pengambilan sampel, penyakit, pemangsaan, stres, dan usia tua (Bergström *et al.*, 2022;

Levangie *et al.*, 2022; Sparre & Venema, 1998).

Laju eksploitasi (E) ikan kembung perempuan di Laut Jawa adalah 0,59 menunjukkan status optimum atau mengarah pada kondisi lebih tangkap (*over exploited*) jika dilihat dari rasio tekanan penangkapan dan kematian alami. Hal ini sebagaimana dalam Gulland (1971) dan Pauly (1983), bahwa laju eksploitasi suatu stok ikan akan berada pada tingkat lestari jika nilai E kurang atau sama dengan 0,5, tingkat pemanfaatan optimum jika nilai E = 0,5, dan lebih tangkap jika nilai E lebih besar dari 0,5. Dengan demikian pemanfaatan harus sudah dikelola dengan hati-hati sehingga perlu pembatasan upaya sesuai dengan yang ada saat ini. Mengacu kepada laporan BRPL 2021, jumlah alat tangkap mini purse seine di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan, pada tahun 2017 sebesar 91 unit, jumlah ini terus meningkat sampai 150 unit pada tahun 2020. Oleh karena itu perlu dilakukan pembatasan terhadap upaya penangkapan (Amri *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Struktur ukuran panjang ikan kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) yang tertangkap di Laut Jawa berkisar antara 9 – 20 cm, dengan modus 16 cm. Laju pertumbuhan (K) sebesar 1,2 pertahun dan panjang infinity 21,53 cm. Laju kematian alami (M) sebesar 2,28 per tahun dan kematian penangkapan (F) sebesar 3,29 per tahun, dan nilai kematian total (Z) 5,57 pertahun, sehingga diperoleh tingkat eksploitasi ikan kembung perempuan sudah berada pada status optimum dan mengarah pada lebih tangkap (*over exploited*). Berdasarkan tingkat eksploitasi yang tinggi disarankan dilakukan pembatasan upaya penangkapan Demi pengelolalan perikanan kembung perempuan yang berkelanjutan di Laut Jawa.

PERSANTUNAN

Karya tulis ini merupakan kontribusi dari kegiatan penelitian Pengkajian Biologi Dan Stok Sumber Daya Ikan Serta

Karakteristik Perikanan Di WPP 712 (Laut Jawa), Tahun Anggaran 2021 di Balai Riset Perikanan Laut-KKP RI. Terima kasih pula disampaikan kepada Penanggungjawab kegiatan Achmad Zamroni, M.Si dan Tim dalam pengumpulan data dan pelaksanaan kegiatan

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A. M., Sabrah, M. M., El-Ganainy, A., & El-Sayed, A. Y. (2015). Population structure of Indian mackerel, *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816), from the Suez Bay, Gulf of Suez, Egypt. *Int. J. Fish. Aquat. Stud*, 3(1): 68-74.
- Amri k., Mardlijah S., Prihatiningsih, Suman A., Pane A.R. (2021). Penelitian Biologi dan Stok Sumberdaya Ikan serta Karakteristik Perikanan di WPP 712. *Laporan Akhir*. Balai Riset Perikanan Laut, Kementerian Kelautan Dan Perikanan.
- Armstrong, J. B., Fullerton, A. H., Jordan, C. E., Ebersole J. E, Bellmore, J. R., Arismendi, I., Penaluna, B. & Reeves, G. H. (2021). The importance of warm habitat to the growth regime of cold-water fishes. *Nat. Clim. Chang.* 11, 354–361.
<https://doi.org/10.1038/s41558-021-00994-y>
- Astuti, S. S., Wiadnyana, D. G. R., & Sukandar. (2019). Analisis histologi tingkat kematangan gonad ikan kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*, Bleeker 1851) di perairan Lekok, Pasuruan. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1), 8-21.
<http://jfmr.ub.ac.id>.
- Atmaja, S. B. & Nugroho, D. (2004). Karakteristik parameter populasi ikan siro (*Amblygaster sirm*) dan model terapan Beverton dan Holt di Laut Natuna dan sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*.10 (4). 2004.

- Atmaja S. B. & Nugroho, D. (2006). Indikator Penyusutan Sumber Daya Ikan Pelagis Kecil di Laut Jawa dan Sekitarnya. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*. 1(1): 37–41. <https://doi.org/10.15578/bawal.1.1.2006.37-41>
- Aye, Z. M., Myo, K., & Tint, M. (2020). Some population parameters of *Rastrelliger* spp. from Palaw and adjacent coastal waters, Taninthayi Region in Myanmar. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 8(3): 577–584.
- Bergström, U., Larsson, S., Erlandsson, M., Ovegård, M., Ragnarsson Stabo, H., Östman, Ö., & Sundblad, G. (2022). Long-term decline in northern pike (*Esox lucius* L.) populations in the Baltic Sea revealed by recreational angling data. *Fisheries Research*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106307>.
- Chodriyah, U. dan T. Hariati. (2010). Musim penangkapan ikan pelagis kecil di Laut Jawa. *J. Lit. Perikan. Ind.* Vol.16 No. 3 September 2010: 217-223
- Cominassi, L., Moyano, M., Claireaux, G. Howald, S., Mark, F. C, Zambonino-Infante, J. L. & Peck, M. A. (2020). Food availability modulates the combined effects of ocean acidification and warming on fish growth. *Sci Rep* **10**, 2338 <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58846-2>
- Collete, B. B. & Nauen, C. E. (1983). *FAO Special Catalogue*. Vol. 2 Scombrids of the world: an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos, and related species known to date. FAO Fisheries Synopsis.125 (2): 92-93.
- Dicdiquin, N. R. B., Torres F. S. B., Bognot E. D. C., Santos M. D., & Lopez G. D. V. (2017). Population parameters of common small pelagic fishes caught by ringnet in Manila Bay, Philippines. *The Philippine Journal of Fisheries*, 24(1):17–30.
- Gayanilo, F. C., Jr., Sparre, P. & Pauly, D. (1994). *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) user's Guide*. FAO Computerised Information Series (Fisheries). No. 8. Rome, FAO, 124 p.
- Ghosh, S., Rao, M. V. H., Mahesh, V. U., Kumar, M. S., & Rohit, P. (2016). Fishery, reproductive biology and stock status of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817), landed along the north- east coast of India. *Indian J. Fish*, 63(2), 33-41.
- Gulland, J. A. (1971). *Fish Resources of the Ocean*. Fishing New Books, London, 255p.
- Hargiyatno, I. T., Sumiono, B., & Suharyanto, S. (2013). Laju tangkap, kepadatan stok dan beberapa aspek biologi udang jerbung (*Penaeus merguensis*) di perairan Dolak, Laut Arafura. *Bawal*, 5(2), 123-129. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.5.2.2013.123-129>
- Hariati, T., Suwarso, Wahyono, M. M., & Merta, G.S. (2003). Aktivitas mini purse seine di Perairan Pesisir Utara Jawa dan Selat Sunda. *Prosiding Hasil-hasil Riset*. Pusat Riset Perikanan Tangkap, BRKP-DKP, 1-8.
- Ju, P. L., Yang, L., Lu, Z. B., Yang, S. Y., Du, J. G., Zhong, H. Q., Chen, J., Xiao, J. M., Chen, M. R., & Zhang, C. Y. (2016). Age, growth, mortality and population structure of silver croaker *Pennahia argentata* (Houttuyn, 1782) and red bigeye *Priacanthus macracanthus* Cuvier, 1829 in the north-central Taiwan Strait. *Journal of Applied Ichthyology*, 32(4), 652–660. <https://doi.org/10.1111/jai.13053>
- Konseng, S., Phoonsawat, R., & Swatdipong, A. (2020). Individual

- assignment and mixed-stock analysis of short mackerel (*Rastrelliger brachysoma*) in the Inner and Eastern Gulf of Thailand: Contrast migratory behaviour among the fishery stocks. *Fisheries Research* 221. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105372>
- Koolkalya, S., Matchakuea, U., & Jutagate, T. (2017). Growth, population dynamics and optimum yield of indian mackerel, *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816), in the eastern Gulf of Thailand. *IJAT*, 13(7.1), 1065-1075.
- Levangie, P. E. L., Blanchfield, P. J. & Hutchings, J. A. (2022). The influence of ocean warming on the natural mortality of marine fishes. *Environ Biol Fish* 105, 1447–1461. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01161-0>
- Ning, C., Chongliang, Z., Ming, S., Binduo, X., Ying, X., RenYiping, R., & Yong, C. (2018). The impact of natural mortality variations on the performance of management procedures for Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) in the Yellow Sea, China. *Acta Oceanol. Sin*, 37, (8), 21–30. DOI: 10.1007/s13131-018-1234-0
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 Fish Stocks. *Journal du Conseil International pour l' Exploration de la Mer*, 39 (2):175-192.
- Pauly, D. & David, N. (1981). ELEFAN I, A Basic Program for Objective Extraction of Growth Parameter from Length Frequency Data. *Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission fur Meeresforschung* 28 (4): 205-211.
- Pauly, D. (1983). Some Simple Methods in Tropical Fish Stock Assessment. *FAO Fish Tech Paper*, 52 p.
- Potier, M. & Sadhotomo, B. (1995). Exploitation of the large and medium seiners fisheries. In: Potier and Nurhakim (eds): Biodynex. Seminar Biology, Dynamics and Exploitation of small pelagic in Java Sea. AARD/EEC/ ORSTOM, 195 – 214.
- Sarasati, W., Boer, M., & Sulistiono. (2016). Status Stok *Rastrelliger* spp. sebagai Dasar Pengelolaan Perikanan. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada* 18 (2): 73-81
- SEAFDEC. (2019). Technical Consultative Meeting on Drafting of the Regional Action Plan for Management of Transboundary Species *Rastrelliger brachysoma* in the Gulf of Thailand Sub-region 12-13 September 2019, Chonburi, Thailand
- Sparre, P. & Venema, S. C. (1999). *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis*. Buku 1: *Manual*. FAO-DANIDA. Puslitbang Perikanan-Departemen Pertanian RI. 438p.
- Suwarso, S., Ernawati, T., & Hariati, T. (2015a). Biologi Reproduksi dan Dugaan Pemijahan ikan Kembung (*Rastrelliger brachysoma*) di Pantai Utara Jawa. *BAWAL*, 7(1), 9-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/>
- Suwarso, S., Hariati, T., Zamroni, A., Fauzi, M., Prasetyo, A. P., & Kuswoyo, A. (2015b). Biologi perikanan ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*, Scombridae) di Indonesia bagian dari Bay of Bengal Large Marine Ecosystem. Thailand. Bay of Bengal Large Marine Ecosystem Project. *Laporan Akhir*.
- Triharyuni S., Satria, F., & Wudianto. (2015). Kajian kerentanan beberapa jenis ikan pelagis kecil di Perairan Laut Jawa. *J. Lit. Perikan. Ind*. 21(3). 139-146. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.21.3.2008.139-146>.

- Wagiyo K., Widyastuti H. & Restiangsih Y. H. (2020). Parameter Populasi, Aspek Reproduksi dan Penangkapan Ikan Kembung (*Rastrelliger brachysoma* Bleeker, 1851) in the Northern Coast of Java. *Indonesian Fisheries Research Journal*. Volume 25 (1). 1-10.
- Zamroni, A., Suwarso, & Mukhlis, N. M. (2008). Biologi reproduksi dan genetik populasi ikan kembung (*Rastrelliger brachysoma*, Famili Scombridae) di Pantai Utara Jawa. *J. Lit. Perikan. Ind.* 14 (2): 215-226. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.14.2.2008.215-226>