

Biologi Reproduksi Ikan Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol* Bleeker, 1851) Yang Tertangkap Di Perairan Selat Bali

Made Ayu Pratiwi^{a*}, Gde Raka Angga Kartika^a

^{a,b} Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali-Indonesia

* Penulis koresponden. Tel.: +62-87857435683
Alamat e-mail: mayupratiwi@unud.ac.id

Diterima (received) 6 September 2021; disetujui (accepted) 8 Oktober 2021; tersedia secara online (available online) 8 Oktober 2021

Abstract

The aimed of this study was to determine the reproductive biology aspects of longtail tuna, namely the gonad maturity level, gonadal maturity index, fecundity and length of first maturity. Fish samples were obtained from the catches of fishermen in the Bali Strait which landed at PPP Muncar from December 2018 to February 2019. Gonad maturity level of longtail tuna in December 2018 was mostly found in immature conditions (TKG I). TKG III and IV are most commonly found in February. The highest IKG value was found in February 2019 (0.017). This can be interpreted that lontail tuna experienced peak spawning and was actively reproducing in February. The sex ratio of gray tuna is dominated by male. Fecundity at TKG III ranged from 18,800 to 33,200 grains and at TKG IV of 154,000 grains. The length of first maturity of longtail tuna was 495 mmFL (male) and was 487 mmFL (female).

Keywords: Bali Strait, Longtail Tuna, Reproductive biology

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui aspek biologi reproduksi Ikan Tongkol Abu-Abu yaitu tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, fekunditas dan panjang pertama kali matang gonad. Sampel ikan didapatkan dari hasil tangkapan nelayan di Selat Bali yang didaratkan di PPP Muncar dari Bulan Desember 2018 hingga Februari 2019. Tingkat kematangan gonad Ikan Tongkol Abu-abu pada Bulan Desember 2018 paling banyak ditemukan pada keadaan immature (TKG I). TKG III dan IV paling banyak ditemukan pada Bulan Februari. Nilai IKG tertinggi terdapat pada Bulan Februari (0.017). Hal ini dapat diartikan bahwa Ikan Tongkol Abu-abu mengalami puncak pemijahan dan aktif bereproduksi pada Bulan Februari 2019. Nisbah kelamin ikan Tongkol Abu-abu didominasi oleh jenis kelamin jantan. Fekunditas pada TKG III berkisar antara 18.800 hingga 33.200 butir dan pada TKG IV sebesar 154.000 butir. Nilai panjang pertama matang gonad Ikan Tongkol Abu-abu jantan sebesar 495 mmFL dan betina sebesar 487 mmFL.

Kata Kunci: Biologi reproduksi, Ikan Tongkol Abu-Abu, Selat Bali

1. Pendahuluan

IOTC (2013), menyatakan beberapa jenis Ikan Tongkol di Samudera Hindia yaitu Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol*), Tongkol Komo (*Euthynnus affinis*), Tongkol Krai dan Tongkol Banyar (*Auxis thazard*), dan Lisong (*Auxis rochei*). Salah satu jenis ikan tongkol yang tertangkap di perairan Selat Bali yaitu Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol*). Ikan Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol*) merupakan salah satu ikan pelagis yang bersifat

oseanodromous, populasinya terutama berada di perairan neritik yang jernih. Sumberdaya Ikan Tuna Abu-Abu telah banyak dimanfaatkan di perairan Indonesia. Produksi Ikan Tuna Abu-Abu sejak tahun 1950 terus meningkat dan mencapai puncaknya pada tahun 2010 sebesar 141.000 ton. Namun demikian tidak diketahui status konservasi pada saat ini (Sharma et al., 2012). Tercatat pada (Fishbase.org, 2021) bahwa *Thunnus tonggol* memiliki panjang cagak maksimum sebesar 145 cm dengan panjang umumnya (common length)

sebesar 70 cm dan memiliki status IUCN data deficient. Hal ini dapat diartikan bahwa informasi mengenai aspek biologi maupun ekologi ikan *Thunnus tonggol* belum banyak diketahui.

Terdapat dua pendaratan ikan besar yang mendaratkan ikan-ikan hasil tangkapan dari perairan Selat Bali, yaitu PPP Muncar dan PPI Kedonganan. PPP Muncar merupakan tempat pendaratan ikan terbesar di Jawa Timur yang mendapat suplai ikan tidak saja dari nelayan lokal, tetapi mendapat suplai dari kabupaten lain hingga provinsi lain. Muncar merupakan daerah yang mempunyai produksi perikanan terbesar di daerah Banyuwangi, dimana lebih dari 90% seluruh produksi perikanan Banyuwangi didaratkan di Muncar (Rasyid, 2008). Hal ini menjadikan pemanfaatan sumberdaya ikan di Selat Bali berlangsung cukup tinggi. Pemanfaatan yang terus berlangsung pada sumberdaya ikan *Thunnus tonggol* dikhawatirkan akan menunjukkan tanda-tanda ketidakberlanjutan dari sumberdaya ikan. Sehingga diperlukan informasi yang tepat mengenai aspek dinamika populasi ikan *Thunnus tonggol* yang dapat mendukung pengelolaan berkelanjutan spesies ini. Pemahaman tentang dinamika populasi dari suatu jenis ikan yang dieksploitasi merupakan hal yang sangat penting bagi pengelolaan yang efektif dari suatu perikanan untuk memperoleh manfaat yang maksimum (Gulland, 1983).

Pengelolaan yang baik adalah pengelolaan yang didasarkan pada indikator yang tepat seperti data biologi, ekologi, dan sosial ekonomi masyarakat. Salah satu indikator biologi yang dapat dijadikan pertimbangan adalah aspek reproduksi (Nolalia, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji beberapa aspek biologi reproduksi yaitu tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, nisbah kelamin, fekunditas dan panjang pertama kali matang gonad. Kajian aspek biologi reproduksi ini dapat digunakan sebagai data acuan dalam pengelolaan sumberdaya *Thunnus tonggol* berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai Februari 2019. Analisis dilakukan lebih

lanjut untuk mengamati organ reproduksi ikan di Laboratorium Perikanan, Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana.

2.2 Metode Sampling

Sampling dilakukan dengan metode Simple Random sampling terhadap Ikan Tongkol Abu-Abu berasal dari hasil tangkapan nelayan yang tertangkap di perairan Selat Bali yang didaratkan di PPP Muncar. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap organ reproduksi ikan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pengamatan bagian gonad Ikan Tongkol Abu-abu dilakukan dengan cara membedah perut ikan dimulai dari bagian anus menuju bagian ventral. Kemudian dilakukan pemisahan terhadap jenis kelamin jantan dan betina dan dilanjutkan dengan penimbangan bagian gonad.
2. Pengamatan TKG ditentukan secara morfologi yang didasarkan pada bentuk, warna, dan ukuran gonad (Effendie, 1979). Kemudian Sampel gonad dimasukkan kedalam tabung plastik bervolume 200 ml dan diisi alkohol 70% hingga seluruh bagian gonad terendam oleh alkohol (Effendie, 1997).
3. Penghitungan fekunditas dilakukan pada sampel Gonad yang termasuk TKG III dan IV dengan menggunakan dua tahap, yaitu tahap pertama adalah cara mendapatkan telur dan tahap kedua adalah cara menghitung telur.

2.3 Analisis Data

2.3.1 Indeks Kematangan Gonad

IKG adalah perbandingan antara bobot gonad terhadap tubuh ikan (Effendie 1997):

$$IKG = \frac{BG}{BT} \quad (1)$$

dimana IKG adalah indeks kematangan gonad (%); BG adalah bobot gonad (gram); dan BT adalah bobot tubuh (gram).

2.3.2 Fekunditas

Fekunditas dihitung dengan menggunakan metode gravimetrik sebagai berikut (Effendie, 2002):



TKG I

TKG II

TKG III

TKG IV

Gambar 1. Fase Perkembangan Gonad Ikan Tongkol Abu-abu (*Thunnus tonggol*) Betina

TKG I

TKG II

TKG III

TKG IV

Gambar 2. Fase Perkembangan Gonad Ikan Tongkol Abu-abu (*Thunnus tonggol*) Jantan

$$F = \frac{G \times N}{Q} \quad (2)$$

dimana f adalah fekunditas; g adalah bobot gonad (gram); n adalah bobot telur pada sub gonad (butir); dan q adalah bobot sub gonad (g).

2.3.3 Nisbah Kelamin

Nisbah kelamin yang didasarkan pada jumlah sampel ikan tongkol abu-abu jantan dan betina, dihitung dengan menggunakan rumus Chiang et al. (2011) sebagai berikut:

$$NK = \frac{\sum B}{\sum J} \quad (3)$$

dimana NK adalah nisbah kelamin; $\sum J$ adalah jumlah ikan tongkol abu-abu jantan (ekor); dan $\sum B$ adalah jumlah ikan tongkol abu-abu betina (ekor).

2.3.4 Ukuran Pertama Kali Matang Gonad (Lm)

Metode yang digunakan untuk menduga ukuran rata-rata pertama kali matang gonad ikan kurisi adalah metode Spearman-Kärber (Udupa 1986 in Musbir et al. 2006):

$$m = \left[xk + \frac{x}{2} \right] - (x \sum p_i) \quad (4)$$

$$\text{antilog } m = m \pm 1,96 \sqrt{x^2 \sum \left(\frac{(p_i \times q_i)}{(n_i - 1)} \right)} \quad (5)$$

dimana m adalah log panjang ikan pada kematangan gonad pertama; xk adalah log nilai tengah kelas panjang yang terakhir ikan telah matang gonad; x adalah log pertambahan panjang pada nilai tengah; p_i adalah proporsi ikan matang gonad pada kelas panjang ke- i dengan jumlah ikan pada selang panjang ke- i ; n_i adalah jumlah ikan pada kelas panjang ke- i ; q_i adalah $1 - p_i$; dan M adalah panjang ikan pertama kali matang gonad sebesar antilog m .

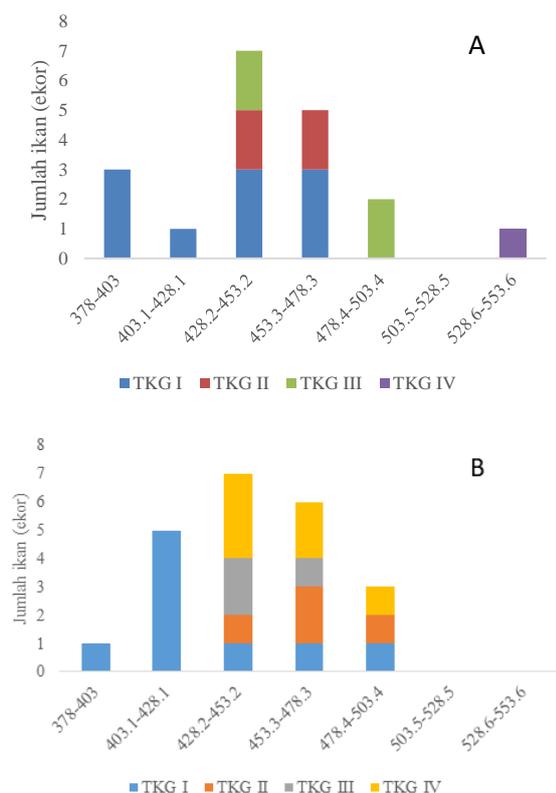
3. Hasil

3.1 Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Tingkat kematangan gonad ikan ditentukan berdasarkan bentuk, warna, ukuran, bobot gonad, dan perkembangan isi gonad berdasarkan Effendie, 1979. Struktur morfologis gonad Ikan Tongkol Abu-abu betina TKG I berbentuk benang dan berwarna putih kemerahan. Gonad TKG II berwarna kemerahan dan memiliki ukuran lebih besar dari TKG I. Gonad TKG III memiliki warna yang semakin memerah dan sedikit kekuningan dengan ukuran yang lebih besar dari TKG II, serta butir-butir telur mulai terlihat. Gonad TKG IV memiliki warna yang semakin kekuningan dan ukuran yang semakin besar, serta butiran telur semakin terlihat jelas (Gambar 1).

Struktur morfologis gonad Ikan Tongkol Abu-abu jantan TKG I memiliki bentuk seperti benang dan ukuran yang kecil serta memiliki warna keputihan. Gonad TKG II memiliki ukuran yang lebih besar dari TKG I, berwarna putih dan gonad

terlihat lebih jelas. Gonad TKG III berwarna putih susu dan ukuran lebih besar dari TKG II. Gonad TKG IV sudah memenuhi rongga perut, memiliki warna semakin putih susu dan ukurannya lebih besar dari TKG III (Gambar 2). Pengukuran morfometrik Ikan Tongkol Abu-Abu dilakukan terhadap 57 ekor yang didaratkan di PPP Muncar. Pengukuran nilai morfometrik dan meristik Ikan Tongkol Abu-Abu secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengukuran karakter morfometrik Ikan Tongkol Abu-Abu dapat diindikasikan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan Fishbase.



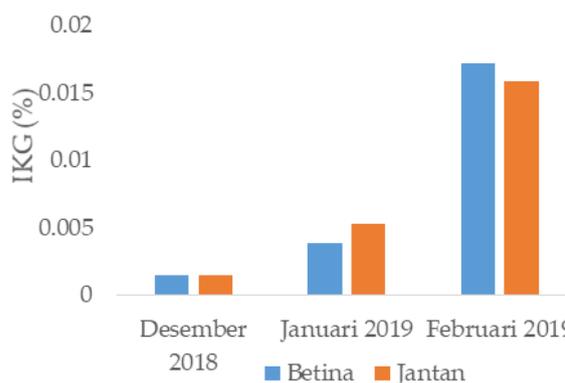
Gambar 3. Tingkat kematangan gonad Ikan Tongkol Abu-abu (*Thunnus tonggol*) jantan (A) dan betina (B) di PPP Muncar

Ikan Tongkol Abu-abu di PPP Muncar didominasi oleh TD atau gonad yang tidak teridentifikasi berjenis kelamin jantan atau betina. Gonad TD paling banyak ditemukan pada bulan desember sebanyak 15 ekor. TKG I betina di PPP Muncar berjumlah 10 ekor dan TKG I jantan berjumlah 9 ekor. TKG I jantan paling banyak ditemukan pada selang kelas 403,1-428,1. TKG II betina berjumlah 2 ekor dan TKG II jantan berjumlah 4 ekor. TKG II betina ditemukan pada selang kelas 428,2-478,3, sedangkan TKG II jantan paling banyak ditemukan pada selang kelas 453,3-

478,3. TKG III betina pada PPP Muncar ditemukan pada selang kelas 428,2-453,2 dan selang kelas 478,4-503,4. TKG III jantan berjumlah 3 ekor dan terletak pada selang kelas 428,2-478,3 (Gambar 3).

3.2 Indeks Kematangan Gonad (IKG)

IKG Ikan Tongkol Abu-abu betina di PPP Muncar setiap bulannya mengalami peningkatan dimulai dari 0,001-0,017%. Tertinggi pada bulan Februari yakni sebesar 0,017 dan terendah pada bulan desember sebesar 0,001. Nilai IKG Ikan Tongkol Abu-abu di PPP Muncar pada Bulan Januari menuju Februari mengalami peningkatan yang signifikan yaitu sebesar 0,013. IKG Ikan Tongkol Abu-abu jantan yang didaratkan di PPP Muncar berkisar antara 0,001-0,015. Tertinggi pada bulan february sebesar 0,015 dan terendah pada bulan desember sebesar 0,001. IKG Ikan Tongkol Abu-abu jantan yang didaratkan di PPP Muncar mengalami peningkatan setiap bulannya (Gambar 4).



Gambar 4. Indeks Kematangan Gonad Ikan Tongkol Abu-abu (jantan dan betina) di PPP Muncar

3.3 Nisbah Kelamin

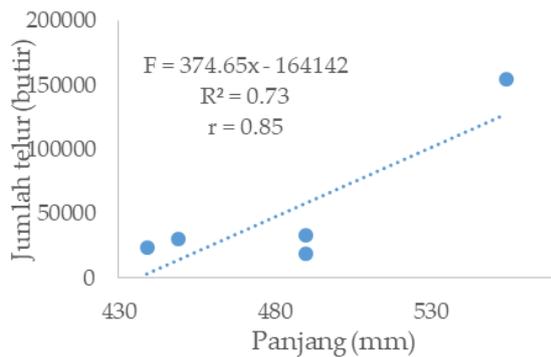
Jenis kelamin ikan Tongkol Abu-Abu yang ditemukan selama penelitian didominasi oleh jantan. Bulan Desember, memiliki perbandingan sebesar 1:1; Bulan Januari 2019 memiliki perbandingan 1,44:1; Bulan Februari 2018 memiliki perbandingan 1,77:1 (Tabel 1).

Tabel 1. Nisbah Kelamin Ikan Tongkol Abu-Abu di PPP Muncar

Waktu Pengamatan	Nisbah Kelamin		Perbandingan
	Jantan	Betina	
Desember	50%	50%	1:1
Januari	59%	41%	1,44:1
Februari	64%	36%	1,77:1

3.4 Fekunditas

Fekunditas pada TKG III berkisar antara 18.800 hingga 33.200 butir sedangkan untuk fekunditas pada TKG IV yakni sekitar 154.000 butir. Hubungan antara fekunditas Ikan Tongkol Abu-abu di Muncar dengan Panjang totalnya ditunjukkan melalui persamaan $F = 374,65x - 164142$ memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,85 ($n=5$). Hal ini dapat diartikan bahwa hubungan antara panjang ikan dengan jumlah telur sangat erat (Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan Fekunditas dan Panjang Ikan Tongkol Abu-abu di PPP Muncar

3.5 Length of First Maturity (L_m)

Terdapat perbedaan ukuran pertama kali matang gonad Ikan Tongkol Abu-abu jantan dan betina. Pada ikan jantan nilai L_m didapatkan sebesar 495 mm. Sedangkan pada Ikan Tongkol Abu-abu betina memiliki nilai L_m sebesar 487 mm. Hal ini dapat diartikan bahwa nilai panjang pertama kali matang gonad pada Ikan Tongkol Abu-abu di PPP Muncar berkisar antara 487-495 mm.

4. Pembahasan

4.1 Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Tingkat kematangan gonad Ikan Tongkol Abu-abu pada kondisi immature pada Bulan Desember diduga karena ikan yang tertangkap memiliki ukuran tubuh yang kecil yang sedang memasuki masa pertumbuhan dan belum melakukan proses reproduksi aktif. Ikan Tongkol Abu-abu di PPP Muncar aktif melakukan reproduksi pada Bulan Februari (TKG III hingga V). Hal ini diartikan bahwa musim pemijahan ikan Tongkol Abu-abu di Selat Bali yaitu pada Bulan Februari. Hal ini sesuai dengan kondisi di perairan lainnya yaitu di perairan Australia dengan musim pemijahan dari

Januari-Mei (FRDC, 2010 dan Griffiths et al., 2019). Musim pemijahan Ikan Tongkol Abu-Abu sedikit berbeda dengan yang ditemukan pada perairan Thailand yaitu pada bulan Agustus –Desember dan April-Mei (Yesaki, 1982; Cheunpan, 1984); Laut Arab pada bulan Desember dan April-Mei (Hedayatifard, 2007).

4.2 Indeks Kematangan Gonad (IKG)

Effendie (2002) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat perkembangan gonad, maka perbandingan antara berat tubuh dan berat gonad semakin besar. Tingginya nilai rata-rata indeks kematangan gonad ikan tongkol pada Februari 2019 di PPP Muncar menunjukkan bahwa bulan tersebut merupakan puncak pemijahan. Hal ini sesuai dengan jumlah ikan yang tertangkap lebih banyak pada ukuran TKG III dan IV di bulan tersebut. Nilai IKG akan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya nilai TKG, hal ini menunjukkan bahwa bobot gonad akan mencapai maksimal saat ikan memijah, kemudian menurun secara cepat selama berlangsung pemijahan sampai pemijahan selesai (Effendie, 1997). Nilai IKG akan bervariasi, baik jantan maupun betina (Sulistiono et al., 2001). gonad.

4.3 Nisbah Kelamin

Berdasarkan pengamatan terhadap nisbah kelamin Ikan Tongkol Abu-abu di PPP Muncar (Tabel 1), ditemukan perbedaan jumlah Ikan Tongkol Abu-abu jantan dan betina, Hal tersebut telah mengalami penyimpangan dari kondisi ideal (1:1) (Iksan, 2009). Perbedaan jumlah Ikan Tongkol Abu-abu jantan dan betina diduga karena terjadinya perbedaan daerah ikan dalam memijah maupun mencari makan. Menurut Thanh (2011) umumnya perbedaan jumlah ikan betina dan jantan yang tertangkap oleh nelayan berkaitan dengan pola tingkah laku ruaya ikan, baik untuk memijah maupun mencari makan. Pada Bulan Desember 2018, nisbah kelamin ikan tongkol abu-abu ditemukan dalam keadaan seimbang yaitu 1:1. Hal ini menyerupai dengan nisbah kelamin ikan tongkol abu-abu di perairan Langsa yang juga mendekati seimbang yakni 1:1,18 (Wagiyo dan Febrianti, 2015). Menurut Chiang et al. (2011), ikan tongkol abu-abu merupakan jenis gonochoristic dan mempunyai nisbah kelamin yang seimbang atau mendekati 1:1. Nisbah kelamin pada Bulan Januari dan Februari menunjukkan bahwa ikan

jantan lebih banyak daripada ikan betina. Hal ini juga bertepatan dengan puncak pemijahan yaitu pada Bulan Februari. Nisbah kelamin jantan yang lebih besar daripada betina pada saat memijah menunjukkan bahwa spesies ini memiliki fekunditas tinggi (Chiou & Chen, 1993).

4.4 Fekunditas

Fekunditas yang didapatkan pada TKG III berkisar antara 18.800 hingga 33.200 butir, sedangkan pada TKG IV sebesar 154.000 butir. Nilai fekunditas ini cukup kecil jika dibandingkan dengan nilai fekunditas ikan tongkol abu-abu yang didapatkan pada perairan lainnya. Pada Perairan India didapatkan fekunditas ikan tongkol abu-abu berkisar antara 227.364 - 1.092.891 (Abdussamad et al., 2012); pada Perairan Australia didapatkan fekunditas sebesar 600.215 – 3.468.350. Perbedaan yang cukup besar nilai fekunditas ini dapat disebabkan oleh perbedaan ukuran ikan tongkol abu-abu yang didapatkan. Ikan Tongkol Abu-abu di perairan India dan Australia tertangkap pada ukuran 40 cm hingga 80 cm, sedangkan ikan Tongkol Abu-abu yang tertangkap pada penelitian ini berkisar dari 20 cm hingga 50 cm. Selain itu, variasi nilai fekunditas dapat disebabkan oleh perbedaan kelompok ikan yang baru memijah dan sudah memijah. Hal ini menyebabkan produksi telur ikan yang sudah pernah memijah cenderung lebih tinggi.

4.5 Length of First Maturity (Lm)

Hasil analisis menunjukkan panjang pertama matang gonad (Lm) Ikan Tongkol Abu-abu berkisar pada panjang cagak 487-495 mm. Nilai Lm pada penelitian ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai Lm di Thailand yaitu sebesar 400 mm (Cheunpan, 1984), Laut Cina Selatan yaitu sebesar 412 mm (Hidayat dan Noegroho, 2018) dan Teluk Persia yaitu sebesar 396 mm (Abdussamad et al., 2012). Nilai Lm tertinggi ditemukan pada perairan Australia, yakni sebesar 650 mm (FRDC, 2010). Lm bergantung pada faktor genetik dan lingkungan (Mustac dan Sinovcic, 2011). Setiap spesies ikan pada waktu pertama kali matang gonad memiliki ukuran yang tidak sama walaupun ikan tersebut adalah satu spesies. Ukuran pertama kali ikan matang gonad juga dipengaruhi oleh kelimpahan, ketersediaan makanan, suhu, periode, arus, ukuran, dan sifat fisiologis ikan itu sendiri (Nikolsky, 1963). Selain itu menurut Jennings et al. (2001) tingginya

intensitas penangkapan mengakibatkan ikan-ikan yang belum matang gonad akan matang gonad lebih awal daripada seharusnya.

4. Simpulan

Ikan Tongkol abu-abu yang tertangkap di perairan Selat Bali aktif melakukan reproduksi dibulan Februari 2019. Tingginya nilai rata-rata indeks kematangan gonad ikan tongkol pada Februari 2019 menunjukkan bahwa bulan tersebut merupakan puncak pemijahan. Hal ini sesuai dengan jumlah ikan yang tertangkap lebih banyak pada ukuran TKG III dan V di bulan tersebut. Nilai r pada fekunditas ikan tongkol abu-abu di PPP Muncar memiliki nilai lebih dari 0,5 yang artinya panjang tubuh ikan tersebut memiliki korelasi dengan fekunditasnya. Perbedaan nisbah kelamin Ikan Tongkol Abu-abu jantan dan betina diduga karena terjadinya perbedaan daerah ikan dalam memijah maupun mencari makan. Nilai panjang pertama matang gonad (Lm) Ikan Tongkol Abu-abu berkisar pada panjang cagak 487-495 mm.

Ucapan terimakasih

Terimakasih kepada pihak pelabuhan dan nelayan di PPP Muncar atas dukungannya selama proses pengambilan sampel ikan. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Yayasan Biodiversitas (BIONESIA) yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abdussamad, E. M., Koya, K. P. S., Ghosh, S., Rohit, P., Josh, K. K., Manojkumar, B., Prakasan, D., Kemparaju, S., Elayath, M. N. K., H. Dhokia, K., Sebastine, M. & Bineesh, K. K. (2012). Fishery, biology and population characteristics of longtail tuna, *Thunnus tonggol* (Bleeker, 1851) caught along the Indian coast. *Indian J. Fish.* **59** (2) :7-16
- Cheunpan, A. (1984). Sexual maturity, size at maturity and spawning season of longtail tuna (*T. tonggol*), eastern little tuna (*E. affinis*) and frigate mackerel (*A. thazard*) in the Gulf of Thailand. Fisheries Report 43 of the Marine Fisheries Division of the Department of Fisheries, Bangkok, Thailand.
- Chiang, W. C., Hsu, H. H., Fu, S. C., Chen, S. C., Sun, C. L., Chen, W. Y., Liu, D. C., & Su, W. C. (2011). *Reproductive biology of longtail tuna (Thunnus tonggol) from coastal waters off Taiwan*. In First meeting of the IOTC Working Party on Neritic Tunas, Chennai, India.
- Chiou, W. D. & Chen, C.T. (1993). Age and growth of the white-tongued crevalle, *Uraspis helvolus*, in Suao coastal water of northeastern Taiwan. *J. Fish. Soc. Taiwan.* **20**, 125-134.

- Effendie, M. I. (1979). *Metode Biologi Perikanan*. (1st ed.). Bogor, Indonesia: Yayasan Dewi Sri. Bogor.
- Effendie, M. I. (2002). *Biologi Perikanan*. (1st ed.). Yogyakarta, Indonesia: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Effendie, M. I. (1997). *Biologi Perikanan*. (1st ed.). Yogyakarta, Indonesia: Yayasan Pustaka Nusatama. 163 hal.
- Fishbase.org. (2021). *Thunnus tonggol*. [terhubung berkala], (<https://www.fishbase.se/summary/thunnus-tonggol.html>), diakses pada [20 November 2021]
- Griffiths, S. P., Zischke, M. T., Velde, T. V. N., Fry, G. C. (2019). Reproductive biology and estimates of length and age at maturity of longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in Australian waters based on histological assessment. *Marine and Freshwater Research*, **70**(10), 1419-1426.
- FRDC. (2010). *Final Report: Biology, fisheries, and status of longtail tuna (Thunnus tonggol), with special reference to recreational fisheries in Australian waters*. Australia. Fisheries Research and Development Corporation, CSIRO Marine and Atmospheric Research
- Gulland, J. A., (1983). *Fish stock assessment. A manual of basic methods*. (1st ed.). New York, USA: John Wiley & Sons. 223p.
- Hedayatifard, M. (2007). *The surveying of biological characteristics of long tail tuna (Thunnus tonggol) in the southern coasts of Iran*. In The International Conference on Science and Technology of Aquaculture, Fisheries and Oceanography. In the Arabian Seas, 10-13 February 2007. State of Kuwait, p. 1-11
- Hidayat, T., & Noegroho, T. (2018). Biologi Reproduksi Ikan Tongkol Abu- Abu (*Thunnus tonggol*) di Perairan Laut Cina Selatan. *BAWAL*. **10** (1): 17-28
- Iksan, K. H. (2009). Pertumbuhan Dan Reproduksi Ikan Layang Biru (*Decapterus Macarellus*) Di Perairan Maluku Utara [Growth and Reproduction of Mackerel Scads, *Decapterus Macarellus* (Cuvier, 1833) in North Moluccas Waters]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, **9**(2), 163-174.
- IOTC. (2013). *Identifikasi Spesies Tuna dan Sejenisnya Di Samudera Hindia*. Indonesia. Indian Ocean Tuna Commission
- Jennings S., Kaiser M. J., & Reynolds, J. D. (2001). *Marine fishery ecology*. (1st ed.). Oxford, USA: Blackwell Sciences.
- Mustac, B., & Sinovcic, G. (2010). Differences in reproduction cycle between sardine (*Sardine pilshardus* Walb 1972) and gilt sardine (*Sardine aurita* Val 1847) in the middle Western Adriatic. **39**:600
- Nikolsky, G. V. (1963). *The Ecology of Fishes*. Academic. (1st ed). London, United kingdom: Academic Press Inc.
- Nolalia. (2013). *Reproduksi Ikan Kurisi Nemipterus japonicus (Bloch 1791) Dari Teluk Banten Yang Didaratkan Di Ppn Karangantu, Banten*. [Skripsi] Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Rasyid, A. (2008). Isolasi Asam Lemak Tak Jenuh Majemuk Omega-3 dari Ikan Lemuru (*Sardinella* sp). Di dalam: Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional; Pusat Penelitian Oseanografi LIP. Jakarta, Indonesia; 3 September 2008.
- Sharma, R., Herrera, M., & Million, J. (2012). Indian Ocean Neritic Tuna stock Assesment (Kawakawa and longtail tuna): using surplus production models with effort: an observations error based approach. Second Working Party on Neritic
- Sulistiono. (1998). *Fishery biology of the whitting *Silago japonica* and *Silago sihama** [PhD tesis]. Tokyo University of Fisheries. Tokyo. 168 hlm
- Thanh, N. V. (2011). Sustainable management of shrimp trawl in Tonkin Gulf, Vietnam. *Applied Economics Journal*, **18**(2), 65-81.
- Wagiyo, K., & Febrianti, E. (2015). Aspek biologi dan parameter populasi Ikan Tongkol Abu-abu (*Thunnus tonggol*) di Perairan Langsa dan sekitarnya. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, **7**(2), 59-66.
- Yesaki, M. (1982). Thailand. Biological and environmental observations. Are port prepared for the Pole-and-Line Tuna Fishing in Southern Thailand Project. FAO FI: DP/THA/77/008:FieldDoc.3,46.

© 2021 by the authors; licensee Udayana University, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).