

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

e-mail: bawal.puslitbangkan@gmail.com

BAWAL WIDYA RISET PERIKANAN TANGKAP

Volume 8 Nomor 3 Desember 2016

p-ISSN: 1907-8226

e-ISSN: 2502-6410

Nomor Akreditasi: 620/AU2/P2MI-LIPI/03/2015



PARAMETER POPULASI IKAN TONGKOL KRAI (*Auxis thazard*) DI PERAIRAN SIBOLGA DAN SEKITARNYA

POPULATION PARAMETER OF FRIGATE TUNA (*Auxis thazard*) IN THE SIBOLGA AND ADJACENT WATERS

Hety Hartaty*¹ dan Bram Setyadji¹

¹Loka Penelitian Perikanan Tuna, Jl. Mertasari No. 140, Br. Suwung Kangin, Sidakarya, Denpasar Selatan, Denpasar, Bali
Teregistrasi I tanggal: 20 Agustus 2016; Diterima setelah perbaikan tanggal: 19 Desember 2016;

Disetujui terbit tanggal: 25 Desember 2016

ABSTRAK

Tongkol krai (*Auxis thazard*) merupakan salah satu jenis ikan pelagis dengan nilai ekonomis tinggi di Indonesia, khususnya di perairan Sibolga dan sekitarnya. Eksploitasi terhadap spesies ini terus meningkat sepanjang tahun dan umumnya tertangkap oleh alat tangkap pukat cincin. Tingkat eksploitasi yang intensif terhadap spesies ini tidak disertai dengan studi kajian stok seperti penentuan parameter populasi. Tujuan dari penelitian adalah menentukan beberapa parameter populasi yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan pengelolaan perikanan tuna neritik di perairan Sibolga dan sekitarnya. Pengumpulan data yakni data bulanan ukuran panjang dan berat individu ikan dilakukan di PPN Sibolga selama bulan Januari – Desember 2013. Parameter populasi dihasilkan dari analisis berbasis data panjang menggunakan perangkat lunak *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II* (FiSAT-II). Hasil penelitian menunjukkan panjang ikan tongkol krai yang tertangkap berkisar antara 19 - 45 cmFL atau panjang rata-rata 32,91 cmFL. Panjang asimtotik (L_{∞}) sebesar 47,9 cmFL dengan koefisien laju pertumbuhan (K) sebesar 0,58 per tahun dan umur pada saat memijah (t_0) sebesar -0,246 tahun. Nilai mortalitas alami (M) sebesar 1,08 per tahun, mortalitas akibat penangkapan (F) sebesar 0,63 per tahun dan mortalitas total (Z) 1,71 per tahun. Laju eksploitasi (E) relatif rendah yaitu 0,37 sehingga eksploitasinya berpeluang untuk ditingkatkan sekitar 30% dari tingkat eksploitasi aktual tangkapan saat sekarang untuk mencapai pemanfaatan optimum ($E = 0,5$).

Kata Kunci: Parameter populasi; *Auxis thazard*; Sibolga

ABSTRACT

Frigate tuna (*Auxis thazard*) considered as one of the high-valued fish in Indonesian market, especially in Sibolga and its adjacent waters. The exploitation of this commodity is increasing every year and mainly contributed by purse seiners. However, there is lack of proper stock analysis such as determining of biological population parameters. The objective of this study was to obtain several biological population parameters based on length data. Size data was collected by enumerators based at PPN Sibolga from January to December 2013. The results showed that frigate tuna distributed from 19-45 cmFL with an average length of 32.91 cmFL. Asymptotic length (L_{∞}) was estimated about 47.9 cmFL, growth rate (K) was 0.58 year⁻¹ and the age in early condition (t_0) was -0.246 year. Total mortality (Z) was 1.71 year⁻¹, natural mortality (M) was 1.08 year⁻¹ and fishing mortality (F) was 0.63 year⁻¹. The exploitation rate (E) of frigate tuna considered relatively low ($E=0.37$). There is possibility to increase fishing effort about 30% of actual level.

Keywords: Population parameter; frigate tuna; Sibolga

Korespondensi penulis:
e-mail: hhartaty@gmail.com
Telp. (0361) 726201

PENDAHULUAN

Tongkol krai (*Auxis thazard*) merupakan ikan pelagis dari famili Scombridae. Ikan ini dapat ditemukan hampir di semua perairan tropis maupun subtropis (Collette & Aadland, 1996; Liu, 2008 dalam Tao *et al.*, 2012). Tongkol krai termasuk dalam tuna neritik dengan habitat di permukaan laut sampai dengan kedalaman 50 meter (Herera & Pierre, 2009; Maguire *et al.*, 2006; Collette & Nauen, 1983). Pola migrasi bersifat lokal dengan suhu optimum antara 27 - 27,9 °C. Penangkapan tongkol krai semakin meningkat setiap tahunnya dengan berbagai macam alat tangkap (jaring insang, pukat cincin dan huhate). IOTC (2014) melaporkan lebih dari 90% penangkapan tongkol krai terkonsentrasi di empat negara yaitu Indonesia (59%), India (14%), Sri Lanka (11%) dan Iran (7%). Dengan demikian tongkol krai merupakan ikan ekonomis penting di Indonesia dan salah satu daerah penyebarannya di Barat Sumatera, khususnya di perairan sekitar Sibolga.

Produksi yang tercatat di PPN Sibolga pada tahun 2013 sebesar 617,55 ton (4,24% dari total ikan pelagis yang didaratkan) dan berada pada urutan ke-4 terbanyak setelah ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) sebesar 9.406,5 ton (64,52%), ikan layang (*Decapterus spp.*) sebesar 1.869,85 ton (12,82%), dan madidihang (*Thunnus albacares*) sebesar 1.543,9 ton (10,59%) (IOTC, 2013). Tongkol krai yang didaratkan di PPN Sibolga ditangkap dengan menggunakan pukat cincin dengan ukuran mata jaring antara 1-4 inchi. Daerah penangkapan ikan terutama di sekitar rumpun yang dipasang di sekitar Pulau Enggano, Mentawai, Nias sampai ke perairan barat Aceh (Anonimus, 2012).

Data dan informasi parameter populasi ikan tongkol krai di Indonesia khususnya di perairan Barat Sumatera masih terbatas, sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan. Penelitian tentang aspek biologi tongkol krai di perairan Barat Sumatera telah dilakukan oleh Noegroho *et al.*, (2013), Dwiponggo *et al.*, (1986) dan Widodo *et al.*, (2011) di perairan selatan Jawa. Tujuan dari penelitian adalah mengkaji parameter populasi tongkol krai meliputi panjang asimtotik, laju pertumbuhan, mortalitas dan laju eksploitasi. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan perikanan tuna di perairan barat Sumatera.

BAHANNANMETODE

Data ukuran panjang tongkol krai (*Auxis thazard*) diperoleh dari hasil pengamatan harian pendaratan ikan tuna dan sejenisnya di PPN Sibolga, Sumatera Utara selama bulan Januari sampai dengan Desember 2013. Ketelitian pengukuran panjang adalah 0,1 cm, menggunakan papan ukur. Analisis data untuk mengetahui parameter pertumbuhan ikan dilakukan dengan menggunakan

program *ELEFAN*, yakni salah satu modul yang terdapat dalam program FISAT-II yang menggunakan data frekuensi panjang sebagai basis analisisnya. Persamaan yang digunakan dalam program tersebut adalah persamaan pertumbuhan *Von Bertalanffy Growth Function* (Sparre & Venema, 1999), yakni:

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

Dimana:

L_t = panjang (LJFL) pada umur t ;

L_{∞} = panjang asimtotik;

K = koefisien pertumbuhan;

t = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai panjang tertentu;

t_0 = umur teoritis pada saat panjang sama dengan 0.

Umur teoritis ikan pada saat panjang sama dengan nol dapat diduga secara terpisah menggunakan persamaan empiris Pauly (1984) sebagai berikut:

$$\text{Log} -(t_0) = 0,3922 - 0,2752 (\text{Log } L_{\infty}) - 1,038 (\text{Log } K) \dots\dots\dots 2)$$

Kematian total (Z) dihitung menggunakan pendekatan kurva hasil tangkapan yang dikonversikan ke panjang (*length-converted catch curve*) yang diperkenalkan oleh Pauly (1990) dengan asumsi bahwa rekrutmen dianggap tetap selama waktu pengamatan (Punt *et al.*, 2013). Pada dasarnya, *length-converted catch curve* merupakan plot persamaan regresi linear dimana *slope*/kemiringan b diasumsikan menjadi nilai Z .

$$\ln (N/\Delta t) = a + bt' \dots\dots\dots 3)$$

Δ

Dimana:

N = jumlah ikan pada kelas panjang yang diberikan,

Δt = waktu yang dibutuhkan ikan untuk tumbuh pada kelas panjang yang tersebut;

a = intersep;

t' = rata-rata umur (relatif) ikan pada kelas panjang tersebut.

Koefisien mortalitas alami (M) menggunakan persamaan empiris Pauly (1984), di mana:

$$\text{Log } (M) = -0,0066 - 0,279 \text{Log } (L_{\infty}) + 0,654 \text{Log } (K) + 0,4634 \text{Log } (T) \dots\dots\dots 4)$$

Dimana:

M = mortalitas alami

L_{∞} = panjang asimtotik

K = koefisien pertumbuhan

T = asumsi suhu rata-rata perairan di Samudera Hindia bagian timur sebesar 28,56 °C (Yuniarti *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil penghitungan kedua parameter tersebut, maka nilai kematian akibat penangkapan (F) dapat ditentukan, dengan persamaan:

$$F = Z - M \dots\dots\dots 5)$$

Laju eksploitasi (E) ditentukan dengan membandingkan laju mortalitas penangkapan (F) dengan laju mortalitas total (Z) (Pauly, 1984):

$$E = \frac{F}{F + M} = \frac{F}{Z} \dots\dots\dots 6)$$

Sebuah stok akan dikatakan dalam kondisi lebih tangkap atau tidak berdasarkan asumsi nilai optimal E (E_{opt}) » 0,5. Asumsi ini juga berarti bahwa hasil yang berkelanjutan akan diperoleh ketika nilai $F \gg M$ (Gulland, 1971).

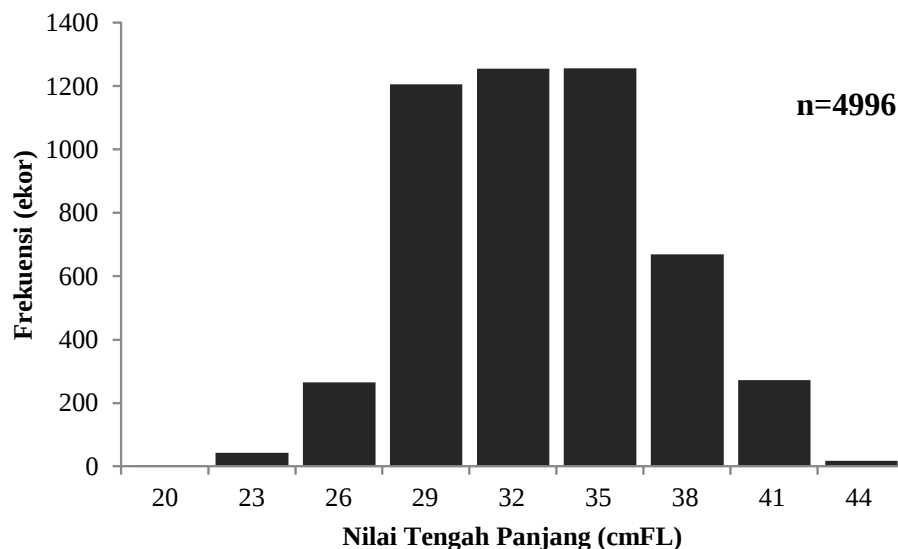
HASIL DAN BAHASAN

Hasil

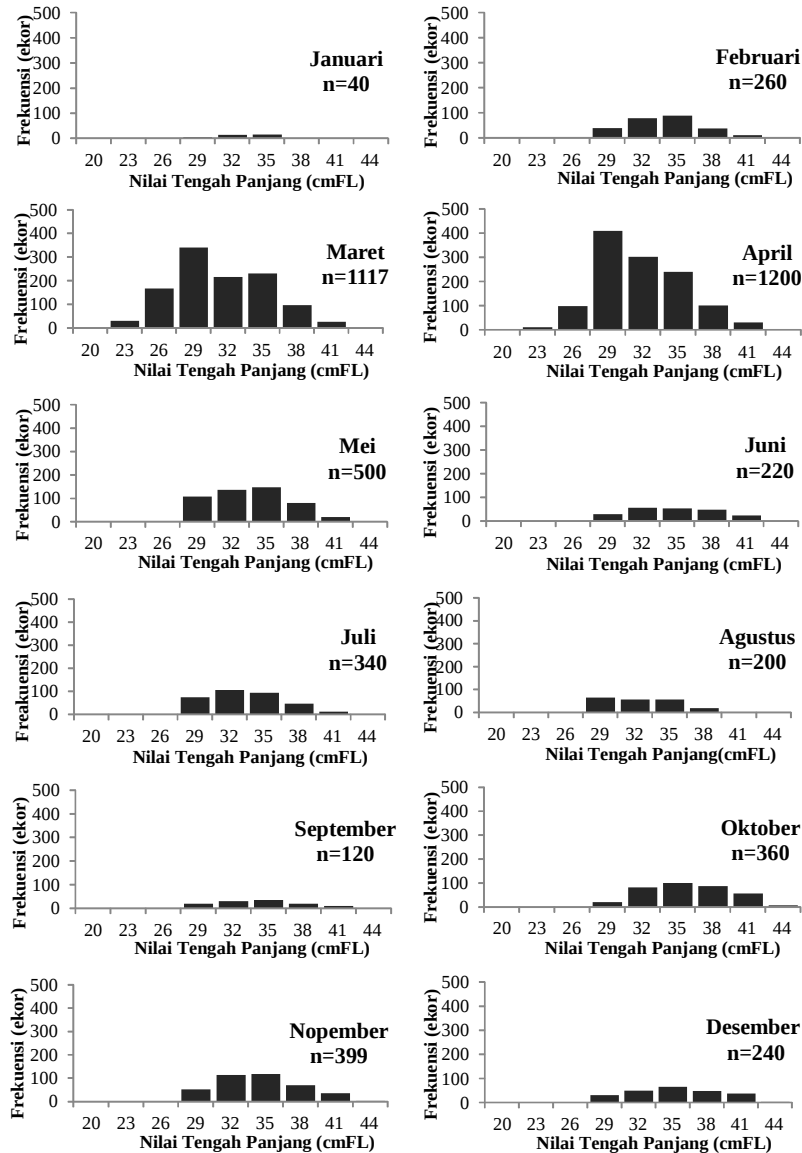
Pengukuran ikan tongkol krai selama bulan Januari – Desember 2013 diperoleh sebaran panjang pada kisaran antara 19 - 45 cmFL dengan panjang rata-rata 32,91 cmFL

(Gambar 1). Analisa sebaran panjang bulanan diperoleh hasil bahwa Januari – Pebruari, Mei dan September – Desember didominasi oleh ukuran panjang 35 cmFL, sedangkan pada bulan Maret – April dan Agustus ikan tongkol krai yang didaratkan cenderung berukuran kecil dan didominasi ukuran panjang 29 cmFL. Pada bulan Juni – Juli didominasi ukuran 32 cmFL (Gambar 2).

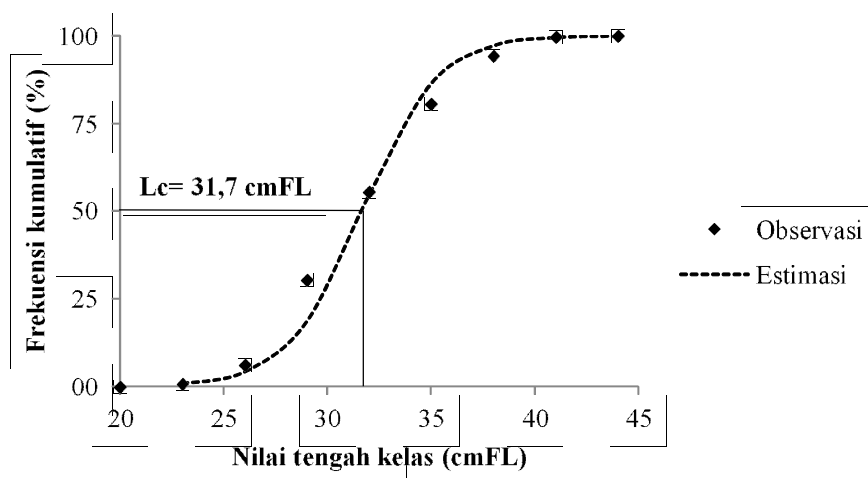
Berdasarkan hasil analisis ukuran pertama kali tertangkap (L_c) tongkol krai yang didaratkan di PPN Sibolga adalah berukuran 31,7 cmFL (Gambar 3). Hasil analisa dengan program FiSAT II terhadap frekuensi panjang tongkol krai selama bulan Januari-Desember (Gambar 4) diperoleh panjang asimtotik (L_∞) = 47,9 cmFL dengan koefisien pertumbuhan (K) = 0,58 per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa tongkol krai diperkirakan mampu tumbuh hingga mencapai panjang maksimum 47,9 cmFL dengan koefisien laju pertumbuhan sebesar 0,58 per tahun. Nilai t_0 sebesar -0,246 tahun, sehingga kurva pertumbuhannya mengikuti persamaan $L_t = 47,9[1 - e^{-0,58(t+0,246)}]$ seperti terlihat pada Gambar 5. Nilai mortalitas total (Z) sebesar 1,71 per tahun dengan mortalitas alami (M) sebesar 1,08 per tahun dan mortalitas penangkapan (F) sebesar 0,63 per tahun. Laju eksploitasi (E) yang diperoleh relatif rendah yaitu 0,37.



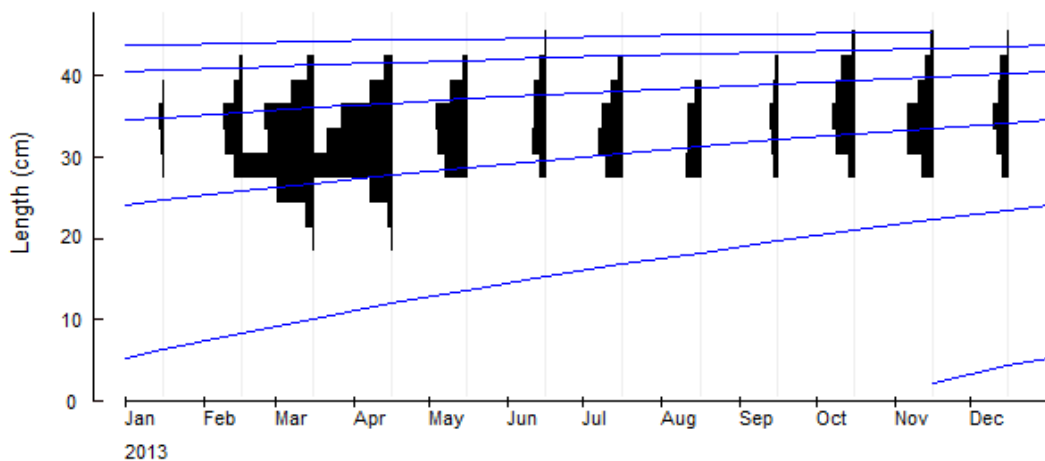
Gambar 1. Sebaran panjang tongkol krai yang didaratkan di Sibolga, Januari-Desember 2013.
Figure 1. Length distribution of frigate tuna landed in Sibolga, January-Desember 2013.



Gambar 2. Sebaran bulanan ukuran panjang tongkol krai yang didaratkan di PPN Sibolga, Januari – Desember 2013.
Figure 2. Monthly length distribution of frigate tuna landed at PPN Sibolga, January - Desember 2013.

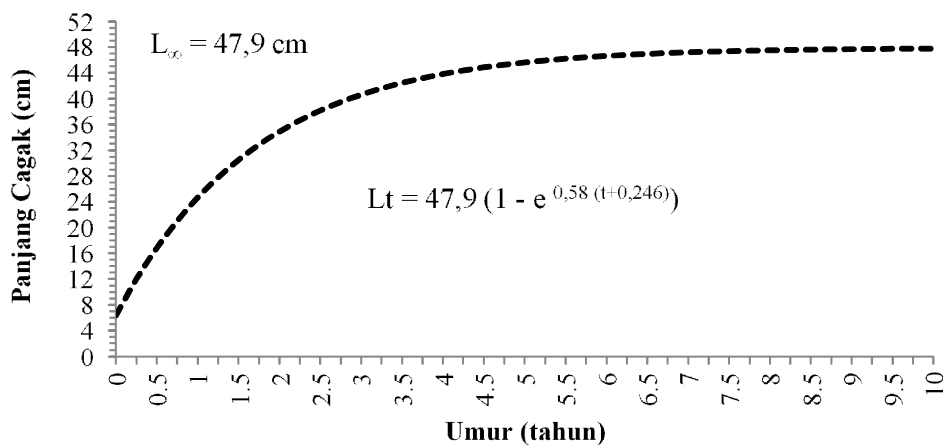


Gambar 3. Ukuran pertama kali ikan tongkol tertangkap dengan jaring insang di perairan Sibolga dan sekitarnya, 2013.
Figure 3. Length at first capture of frigate tuna in Sibolga and adjacent waters, 2013.



Gambar 4. Kurva pertumbuhan tongkol krai yang didaratkan di Sibolga, 2013.

Figure 4. Growth curve of frigate tuna landed in Sibolga, 2013.



Gambar 5. Kurva pertumbuhan tongkol krai di perairan Sibolga dan sekitarnya, 2013.

Figure 5. Frigate tuna length at age curve in Sibolga and adjacent waters, 2013.

Bahasan

Tongkol krai di perairan Sibolga dan sekitarnya memiliki kisaran panjang yang lebih luas dibandingkan di perairan lainnya. Robert *et al.*, (1997) menemukan kisaran panjang antara 26-41 cmFL di perairan Selandia Baru. Tao *et al.*, (2012) di Selat Taiwan mendapatkan kisaran panjang antara 25-40 cmFL. Iswarya & Sujatha (2012) di Utara Andhra Pradesh, India mendapatkan kisaran panjang antara 30-46 cmFL. Kisaran panjang yang luas juga ditemukan oleh Abussamad *et al.*, (2013) di India dengan kisaran panjang antara 18-56 cmFL dan didominasi oleh ukuran antara 25-40 cm. Noegroho *et al.*, (2013) menemukan kisaran tongkol krai pada bulan Pebruari dan April antara 21-40 cmFL di sepanjang perairan Barat Sumatera. Berkaitan dengan hal tersebut, luasnya kisaran panjang tongkol krai yang tertangkap di perairan Sibolga diduga diakibatkan karena adanya perbedaan jenis alat tangkap dan teknik

penangkapan. Penggunaan rumpon oleh armada pukat cincin di Sibolga diduga menjadi faktor yang paling mempengaruhi, karena dilihat dari fungsi rumpon itu sendiri yaitu sebagai alat bantu penangkapan yang berfungsi untuk memikat ikan agar berkumpul dalam suatu *catchable area* dan merupakan tempat berkumpulnya plankton dan ikan-ikan kecil lainnya, sehingga mengundang ikan-ikan yang lebih besar untuk tujuan *feeding* (Sudirman & Mallawa, 2004).

Panjang maksimum tongkol krai di Perairan Sibolga dan sekitarnya diperkirakan mampu tumbuh hingga mencapai 47,9 cmFL dengan koefisien laju pertumbuhan sebesar 0,58 per tahun. Perbandingan panjang asimtotik (L_{∞}) dan koefisien pertumbuhan (K) dari berbagai perairan tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter pertumbuhan tongkol krai di berbagai lokasi
 Table 1. Growth parameter of frigate tuna in various location

Lokasi/Location	L_{∞} (cm)	K/yr	Acuan /References
Jawa Barat	51,5	1,0	Dwiponggo <i>et al.</i> , (1986)
Sri Lanka	58,0	0,58	Joseph <i>et al.</i> , (1986)
Thailand	47,2	0,80	Yesaki (1982) dalam Yesaki & Arce (1993)
Pesisir India	57,95	1,2	Abussamad <i>et al.</i> , (2013)

Perbedaan laju pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor internal (seperti genetika dan fisiologi) serta eksternal (Brett, 1979; Kamler, 1992; Wootton, 1998 dalam Schluderman *et al.*, 2009). Faktor eksternal yang memiliki pengaruh signifikan adalah interaksi (seperti kompetisi dan predasi) dan faktor lingkungan (seperti ketersediaan makanan, suhu, dan salinitas) (Litvak & Leggett, 1992; Pepin *et al.*, 2003; Elliot, 1976; Keckeis & Schiemer, 1992; Jones, 2002 dalam Schluderman *et al.*, 2009; Jobling, 2002). Selanjutnya Csirke (1980) menyatakan perbedaan nilai parameter pertumbuhan dari spesies ikan yang sama pada lokasi yang berbeda dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ketersediaan makanan, suhu perairan, oksigen terlarut, ukuran ikan dan kematangan gonad.

Analisis kurva seleksi penangkapan digunakan untuk menduga panjang ikan pada saat mula-mula tertangkap oleh jaring (L_c). Untuk jaring yang bersifat tidak selektif, peluang untuk L_c ini dianggap 50%. Nilai dugaan L_c tongkol krai di Perairan Sibolga dan sekitarnya menunjukkan bahwa rata-rata ukuran yang tertangkap merupakan kelompok ikan yang diduga pernah memijah. Jude *et al.*, (2002) menyatakan bahwa ukuran pertama kali matang gonad tongkol krai berkisar 30,8 cmFL untuk jantan dan 32 cmFL untuk betina.

Sementara itu berdasarkan hasil analisa FiSAT II didapatkan mortalitas alami masih cukup tinggi (1,08 per tahun) dibandingkan dengan mortalitas penangkapan (0,63 per tahun). Mortalitas alami adalah mortalitas yang terjadi karena berbagai sebab selain penangkapan seperti pemangsaan, penyakit, stres pemijahan, kelaparan dan usia tua (Sparre & Venema, 1999). Selanjutnya Pauly (1979) menjelaskan bahwa terdapat hubungan langsung antara mortalitas alami dengan temperatur lingkungan. Temperatur lingkungan dapat meningkatkan laju pertumbuhan sehingga ikan di laut tropis harus makan lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan metabolismenya yang tinggi (Winberg, 1960 dalam Pauly, 1979). Oleh karena itu dapat mengakibatkan tingginya tingkat predasi dan kompetisi sehingga menghasilkan mortalitas alami yang cukup tinggi pula. Rendahnya laju mortalitas penangkapan dikuatkan dengan nilai laju eksploitasi yang masih rendah (0,35) sementara laju eksploitasi optimum 0,41 sehingga

didalam usaha pemanfaatan dari tongkol krai ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut.

KESIMPULAN

Parameter populasi ikan tongkol krai (*Auxis thazard*) di perairan Sibolga dan sekitarnya memiliki kisaran panjang antara 19 - 45 cmFL. Diperoleh parameter populasi yaitu panjang asimtotik (L_{∞}) sebesar 47,9 cmFL, koefisien laju pertumbuhan (K) sebesar 0,58 per tahun, kematian alami (M) sebesar 1,08 per tahun, kematian karena penangkapan (F) sebesar 0,63 per tahun, kematian total (Z) sebesar 1,71 per tahun dengan nilai $t_0 = -0,246$ tahun. Panjang ikan pertama kali tertangkap (L_c) dengan pukat cincin sebesar 31,7 cmFL. Laju eksploitasi (E) sebesar 0,37. Pemanfaatan tongkol krai di perairan Sibolga masih dapat ditingkatkan sekitar 30% dari upaya yang sekarang berlangsung untuk mencapai tingkat pemanfaatan optimum.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan bagian dari program monitoring Loka Penelitian Perikanan Tuna. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Musda Sibarani dan segenap pegawai PPN Sibolga atas kontribusinya dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Abussamad, E.M., Koya, K.P., Rohith, P., & Kuriakose, S. (2013). Neritic tuna fishery along the Indian coast and biology and population characteristics of longtail and frigate tuna. IOTC-2013-WPNT03-18 Rev_2, (p.8).
- Anonimus. (2012). Riset Karakteristik Perikanan Tuna di Samudera Hindia. Laporan Akhir. Loka Penelitian Perikanan Tuna. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Balitbang KP.
- Anonimus. (2013). Data Statistik Perikanan PPN Sibolga. Sumatera Utara
- Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). (2014). Report of the Fourth Session of the IOTC Working Party on

- Neritic Tunas (p.90). Phuket, Thailand 29 June-2 July 2014. IOTC-2014-WPNT04-R[E].
- Brett, J. R. (1979). Environmental factors and growth. In W. S. Hoar, D. J. Randall, & J. R. Brett (Eds.), *Fish Physiology* 8 (pp. 599–675). New York. Academic Press.
- Collette, B.B. & Nauen, C.E. (1983). FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fish.Synop.*, 125(2): 137.
- Collette, B.B., & Aadland, C.R. (1996). Revision of the frigate tunas (Scombridae, *Auxis*) with descriptions of two new subspecies from the eastern Pacific. *Fishery Bulletin* 94 (3), 423-441
- Csirke, J. (1980). Recruitment in the Peruvian anchovy and its dependence on the adult population. *Rapp.P.-v. Reun. CIEM.* 177, 307-313.
- Dwiponggo, A., Hariati, T., Banon, S., Palomares, M. L., & Pauly, D. (1986). Growth, mortality and recruitment of commercially important fishes and penaeid shrimps in Indonesian waters. *ICLARM Tech. Rep.* 17, 91.
- Elliott, J. M. (1976). The energetics of feeding, metabolism and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to body weight, water temperature and ration size. *Journal of Animal Ecology*, 45, 923–948.
- Gulland, J.A. (1971). *The Fish Resources of the Oceans*. FAO/Fishing News Books, Ltd., Surrey, England.
- Herera, M., & Pierre, L. (2009). Status of IOTC databases for neritic tuna. IOTC-2009-WPDCS-06, 46.
- Iswarya, D., & Sujatha, K. (2012). Fishery and some aspects of reproductive biology of two coastal species of tuna, *Auxis thazard* (Lacepède, 1800) and *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) off north Andhra Pradesh, India. *Indian J. Fish.*, 59(4), 67-76.
- Jobling, M. (2002). Handbook of Fish Biology and Fisheries 1. In P.J.B. Hart, & J.D. Reynolds (Eds.), *Fish Biology*, Chapter V (pp.97-122). Blackwell Publishing.
- Jones, C. M. (2002). Age and growth. In L.A. Fuiman, & R.G. Werner (Eds.), *Fishery Science – The Unique Contributions of Early Life Stages* (pp.33–63). Oxford. Blackwell Science Ltd.
- Joseph, L., Maldeniya, R., & Van der Knaap, M. (1987). Fishery and age and growth of kawakawa (*E. affinis*) and frigate tuna (*A.thazard*). In Collective Volume of Working Documents presented at the Expert Consultation on Stock Assessment of Tunas in the Indian Ocean, Colombo, Sri Lanka, 4-8 December, 1986. Indo-Pac. Tuna Dev. Mgt. Programme. 2,113-23.
- Jude, D., Neethiselvan, N., Gopalakrishnan, P., & Sugumar, G. (2002). Gill net selectivity studies for fishing frigate tuna, *Auxis thazard* Lacepede (Perciformes. Scrombidae) in Thoothukkudi (Tuticorin) waters southeast coast of India. *India Journal of Marine Sciences*, 31(4), 329-333.
- Kamler, E. (1992). *Early Life History of Fish – An Energetics Approach*. London, Ldn: Chapman & Hall.
- Keckeis, H., & Schiemer, F. (1992). Food consumption and growth of larvae and juveniles of three cyprinid species at different food levels. *Environmental Biology of Fishes*, 33, 33–45.
- Litvak, M. K., & Leggett, W.C. (1992). Age and size-selective predation on larval fishes: the bigger-is-better hypothesis revisited. *Marine Ecology Progress Series*, 81, 13–24.
- Maguire, J.J., Sissenwine, M., Csirke, J., Grainger, R., & Garcia, S. (2006). The state of world highly migratory, straddling and other high seas fishery resources and associated species. *FAO Fisheries Technical Paper*, 495. Rome: FAO.
- Noegroho, T., Hidayat, T., & Amri, K. (2013). Some biological aspects of frigate tuna (*Auxis thazard*), bullet tuna (*Auxis rochei*) and kawa kawa (*Euthynnus affinis*) in West Coast Sumatera IFMA 572, Eastern Indian Ocean. IOTC-2013-WPNT03-19, 13.
- Pauly, D. (1979). On the inter relationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 39(2), 175-192.
- Pauly, D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies and Reviews* 8 (p.325). International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines.
- Pauly, D. (1990). Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. *Fishbyte*, 3(3), 22-38
- Pepin, P., Dower, J. F., & Davidson, F. J. M. (2003). A spatially explicit study of prey–predator interactions in larval fish: assessing the influence of food and

- predator abundance on larval growth and survival. *Fisheries Oceanography*, 12, 19–33.
- Punt, A.E., Huang, T.C., & Maunder, M.N. (2013). Review of integrated size-structured models for stock assessment of hard-to-age crustacean and mollusc species. *ICES Journal of Marine Science*, 70(1), 16–33.
- Roberts E.P., Eggleston, D., & James, G. D. (1997). Frigate tuna *Auxis thazard* in New Zealand waters (*note*). Fisheries Research Division, Ministry of Agriculture and Fisheries, P.O. Box 19–062, Wellington, New Zealand.
- Schluderman, E., Keckeis, H., & Nemeschkal, L. (2009). Effect of initial size on daily growth and survival in freshwater *Chondrostoma nasus* larvae: a field survey. *Journal of Fish Biology*, 74, 939–955.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1999). *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis, Buku I: Manual* (p.438). Diterjemahkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Organisasi Pangan dan Pertanian. Perserikatan Bangsa-Bangsa. Jakarta. Indonesia.
- Tao Yu, Chen Mingrul, Du Jianguo, Lu Zhenbin & Shengyun, Y. (2012). Age and growth changes and population dynamics of the black pomfret (*Parastromateus niger*) and the frigate tuna (*Auxis thazard thazard*) in the Taiwan Strait. Department of Oceanography, Xiamen University, Xiamen 361005, China Lat. *Am. J. Aquat. Res.*, 40(3), 649–656.
- Widodo. A.A., Satria, F., Sadiyah, L., & Riyanto, J. (2011). Neritic tuna species caught drifting gillnet in indian ocean based in Cilacap Indonesia. IOTC-2011-WPNT01-21, 19.
- Yesaki, M., & Arce, F. (1993). A Review of the *Auxis* fisheries of the Philippines and some aspects of the biology of frigate (*A. thazard*) and bullet (*A. rochei*) tunas in the Indo-Pacific region. Interactions of Pacific tuna fisheries. Proceedings of the first FAO Expert Consultation on Interactions of Pacific Tuna Fisheries. Noumea, New Caledonia. Volume 2: papers on biology and fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, 2 (336), 409–439.
- Yuniarti, A., Maslukah, L., & Helmi, M. (2013). Studi variabilitas suhu permukaan laut berdasarkan citra satelit aqua MODIS tahun 2007–2011 di Perairan Selat Bali. *Jurnal Oseanografi*, 2(4), 416–421.