

STRUKTUR UKURAN IKAN DAN PARAMETER POPULASI MADIDIHANG (*Thunnus albacares*) DI PERAIRAN LAUT BANDA

SIZE DISTRIBUTION AND POPULATION PARAMETERS OF YELLOWFIN TUNA (*Thunnus albacares*) IN BANDA SEA

Adrian Damora dan Baihaqi

Peneliti pada Balai Penelitian Perikanan Laut, Muara Baru-Jakarta

Teregistrasi I tanggal: 20 Februari 2012; Diterima setelah perbaikan tanggal: 14 Maret 2013;

Disetujui terbit tanggal: 18 Maret 2013

ABSTRAK

Laut Banda merupakan salah satu wilayah yang menjadi alur migrasi dari beberapa jenis ikan tuna, di antaranya ikan madidihang (*Thunnus albacares*). Hal ini menyebabkan Laut Banda menjadi salah satu daerah penangkapan ikan madidihang yang potensial. Namun, seiring terus meningkatnya tekanan penangkapan, sering kali ikan madidihang muda tertangkap. Hal ini tentunya akan mengancam kelestarian sumber daya ikan ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkapkan struktur ukuran dan parameter populasi ikan madidihang di perairan Laut Banda. Penelitian dilakukan pada 5.609 ekor ikan contoh sejak bulan Februari sampai dengan Desember 2011. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan aplikasi model analitik menggunakan program ELEFAN I. Hasil penelitian menunjukkan panjang cagak ikan madidihang berada pada kisaran 55-215 cm, dengan panjang pertama kali tertangkap (L_c) sebesar 131,85 cmFL. Parameter pertumbuhan von Bertalanffy untuk laju pertumbuhan (K), lebar karapas asimptotik (L^∞) dan umur ikan madidihang pada saat panjang ke-0 (t_0), masing-masing sebesar 0,51/tahun, 223 cmFL dan -0,1841 tahun. Persamaan kurva pertumbuhan sebagai $L_t = 223[1 - e^{-0,51(t+0,1841)}]$. Parameter mortalitas menunjukkan laju kematian total (Z) 2,4/tahun, laju kematian alamiah (M) 0,68/tahun dan laju kematian karena penangkapan (F) 1,79/tahun.

KATA KUNCI : Stuktur ukuran, pertumbuhan, ikan madidihang, Laut Banda

ABSTRACT

*Banda Sea is the one of migration area of some tuna species, including yellowfin tuna (*T. albacares*). This led the Banda Sea to be the yellowfin tuna fishing ground potential. However, with the increasing fishing pressure, often times young yellowfin tuna caught. This case will threaten the sustainability of the resources. The purpose of the study was to identify the size distribution and population parameters of yellowfin tuna in Banda Sea. This study was conducted of 5.609 samples during February until December 2011. The data were analyzed using the analytical model application with ELEFAN I program. The results showed that fork length of yellowfin tuna in 55-215 cm range with the length of first capture (L_c) was 131,85 cm FL. The von Bertalanffy's growth parameters, K , L^∞ , and t_0 were 0,51 yr^{-1} , 223 cm FL and -0,1841 yr. The growth curve were $L_t = 223[1 - e^{-0,51(t+0,1841)}]$, respectively. Instantaneous mortality parameters, total mortality rate (Z) and natural mortality rate (M) and fishing mortality rate (F) were 2,4 yr^{-1} , 0,68 yr^{-1} and 1,79 yr^{-1} , respectively.*

KEYWORDS: Size distribution, growth, yellowfin tuna, Banda Sea

PENDAHULUAN

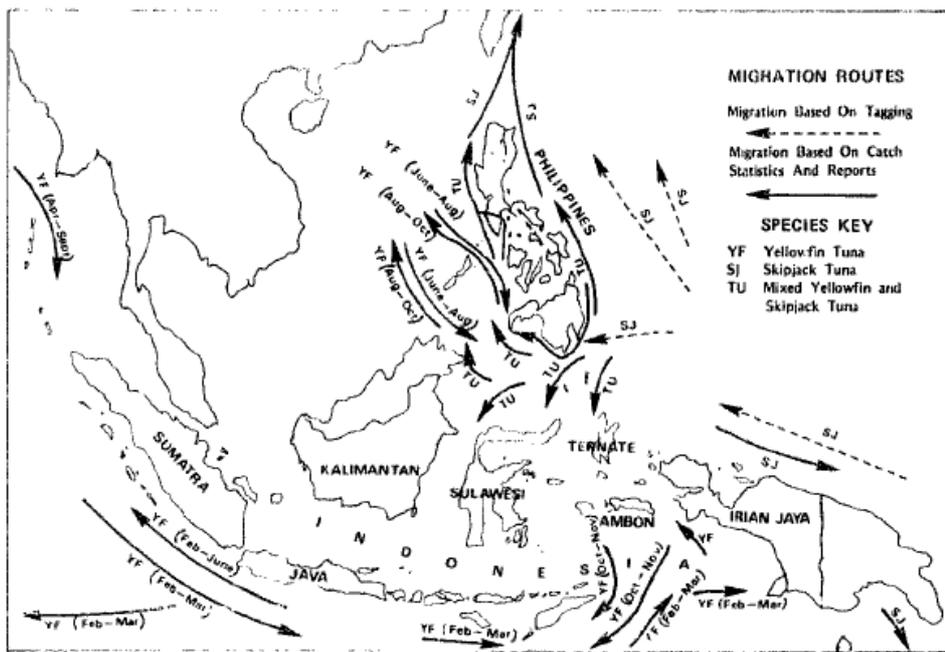
Letak geografis Indonesia yang berada di antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia menyebabkan perairan Indonesia memiliki sebagian besar jenis ikan yang juga berada di kedua samudera tersebut, termasuk di antaranya jenis tuna. Dilihat dari peta penyebarannya,

sumber daya ikan tuna tersebut cenderung melewati perairan Indonesia sepanjang tahun dan di antara jenis ikan tuna yang ada, ikan madidihang (*Thunnus albacares*) merupakan jenis yang dominan tertangkap di perairan Indonesia, selain jenis ikan tuna mata besar (*T. obesus*) dan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) (Comitini & Hardjolukito, 1986).

Korespondensi penulis:

Balai Penelitian Perikanan Laut

Jl. Muara Baru Ujung Komplek Pelabuhan Perikanan Nizam Zachman - Jakarta Utara, Email:



Gambar 1. Jalur migrasi ikan-ikan tuna di barat-tengah Samudera Pasifik.
 Figure 1. Migration routes of tunas in the western-central Pacific.
 (Morgan & Valencia 1983 in Comitini & Hardjolukito, 1986).

Ikan madidihang (*T. albacares*) dapat mencapai panjang lebih dari 2 meter (Uktolseja, 1987). Jenis tuna ini menyebar di perairan dengan suhu yang berkisar antara 17-31°C dengan suhu optimum yang berkisar antara 19-23°C (Nontji, 1993), sedangkan suhu yang baik untuk kegiatan penangkapan berkisar antara 20-28°C (Hela & Laevastu, 1970). Ikan ini memiliki dua cuping (bagian yang tidak bertulang) di antara kedua sirip perutnya. Sirip dubur berjari-jari 14-15 cm, diikuti 7-10 jari-jari sirip tambahan. Satu lunas kuat pada batang sirip ekor diapit dua lunas kecil pada ujungnya. Untuk jenis dewasa, sirip punggung kedua dan dubur tumbuh sangat panjang dengan sirip dada cukup panjang. Badan bersisik kecil-kecil, korset bersisik agak besar tetapi tidak nyata. Warna badan bagian atas gelap keabuan dan kuning perak pada bagian bawah. Sirip-sirip punggung, perut dan sirip tambahan berwarna kuning cerah serta berpinggiran warna gelap (Ollivia, 2002).

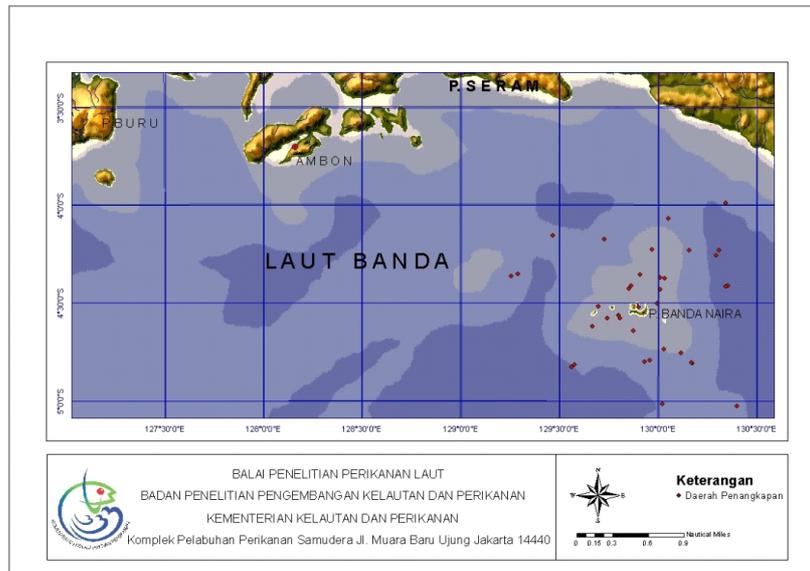
Sejak tahun 1962, kegiatan penangkapan tuna dunia terus mengalami peningkatan. Direktorat Jenderal Perikanan menyatakan pada tahun 1983 potensi tahunan perikanan tuna di perairan di bawah 200 mil dan perairan kepulauan diestimasi sebesar 80.000 ton dan sebesar 21.300 ton sudah tereksploitasi. Dari 59.700 ton sumber daya yang belum tereksploitasi, sebesar 12.400 ton bermigrasi di sekitar Laut Banda dan 47.300 ton bermigrasi di Zona Ekonomi Eksklusif antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik (Comitini & Hardjolukito, 1986). Dari informasi tersebut, terlihat bahwa Laut Banda memiliki peran penting dalam perikanan tuna di Indonesia, di mana

Laut Banda merupakan alur migrasi sekaligus daerah mencari makanan bagi ikan-ikan tuna, khususnya ikan madidihang.

Penelitian tentang ikan madidihang telah banyak dilakukan secara ekstensif di beberapa perairan samudera, di antaranya di wilayah selatan, barat laut, dan pertengahan Samudera Atlantik. Di lingkup wilayah Indonesia pun, penelitian terhadap ikan ini telah dilakukan di wilayah timur Indonesia, seperti di perairan Bacan, utara Sulawesi, dan tentunya Laut Banda. Mengingat sifat ikan ini yang beruaya jauh hingga lintas samudera (*transboundary species*), maka penelitian-penelitian terkait dengan populasi ikan madidihang mutlak dilakukan oleh negara-negara yang dilaluinya. Hal ini untuk mendukung pola pemanfaatannya yang berkelanjutan. Salah satu aspek yang penting untuk diteliti adalah struktur ukuran ikan-ikan yang tertangkap.

BAHANNANMETODE

Penelitian didasarkan pada data hasil pengambilan contoh ikan madidihang (*T. albacares*) di perairan Laut Banda pada bulan Februari-Desember 2011 dengan metode survei terhadap 5.609 ekor contoh ikan madidihang yang ditangkap oleh alat tangkap pancing ulur. Pengambilan data dilakukan dengan bantuan tenaga enumerator. Pengamatan biometrik ikan yang dilakukan dengan mengukur panjang cakak (*fork length*).



Gambar 2. Lokasi penelitian di perairan Laut Banda.
 Figure 2. Research site in Banda Sea.

Parameter pertumbuhan (K dan L_{∞}) ditentukan dengan metode ELEFANI (Gayanilo *et al.*, 1994) didasari melalui persamaan von Bertalanffy sebagai berikut:

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

dimana:

- L_t = panjang cagak ikan saat umur ke- t (cm)
- L_{∞} = panjang cagak asimptotik ikan (cm)
- K = laju pertumbuhan ikan

Parameter pertumbuhan t_0 dihitung melalui persamaan Pauly (1987) in Sparre & Venema (1992) sebagai berikut:

$$\log(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \log(L_{\infty}) - 1,038 \log(K) \dots\dots\dots(4)$$

Kemudian dengan mengestimasi melalui metode Gulland & Holt (1959) in Sparre & Venema (1992), persamaan di atas diturunkan menjadi persamaan berikut:

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = KL_{\infty} - K\bar{L}t \dots\dots\dots(5)$$

Dengan menganggap sebagai y , KL_{∞} sebagai a dan K sebagai b , maka nilai L dapat diestimasi melalui persamaan:

$$L_{\infty} = \frac{-a}{b} \dots\dots\dots(6)$$

dan nilai K diestimasi melalui persamaan:

$$K = -b \dots\dots\dots(7)$$

Laju kematian total (Z) diduga dengan metode kurva hasil tangkapan (*catch curve*) yang menggunakan slope (b) dan $\ln N/t$ dengan umur relatif sesuai dengan rumus Pauly (1980) sebagai berikut:

$$\ln N/t = a - Zt \dots\dots\dots(8)$$

dimana:

- N = banyaknya ikan madidihang pada waktu t
- t = waktu yang diperlukan untuk tumbuh suatu kelas panjang
- a = hasil tangkapan yang dikonversikan terhadap panjang

Sementara itu kematian alamiah ikan diduga dengan menggunakan rumus empiris Pauly (1980) sebagai berikut:

$$\log M = -0,0066 - 0,279 \log T + 0,654 \log K + 0,4534 \log T \dots\dots\dots(9)$$

dimana:

- M = laju kematian alamiah
- L = panjang cagak ikan maksimum (cm)
- K = laju pertumbuhan (cm/tahun)
- T = suhu rata-rata ($^{\circ}C$)

Untuk nilai laju kematian karena penangkapan diperoleh dengan mengurangi laju kematian total (Z) dengan laju kematian alamiah (M) atau $F=Z-M$ dan laju pengusaha (E) dihitung sebagai $E=F/Z$ (Sparre & Venema, 1992). Panjang pertama kali ikan tertangkap (L_c) didapatkan dengan cara memplotkan frekuensi kumulatif dengan setiap panjang cagak ikan, sehingga akan

diperoleh kurva logistik baku, dimana titik potong antara kurva dengan 50% frekuensi kumulatif adalah panjang saat 50% ikan tertangkap.

HASIL DAN BAHASAN

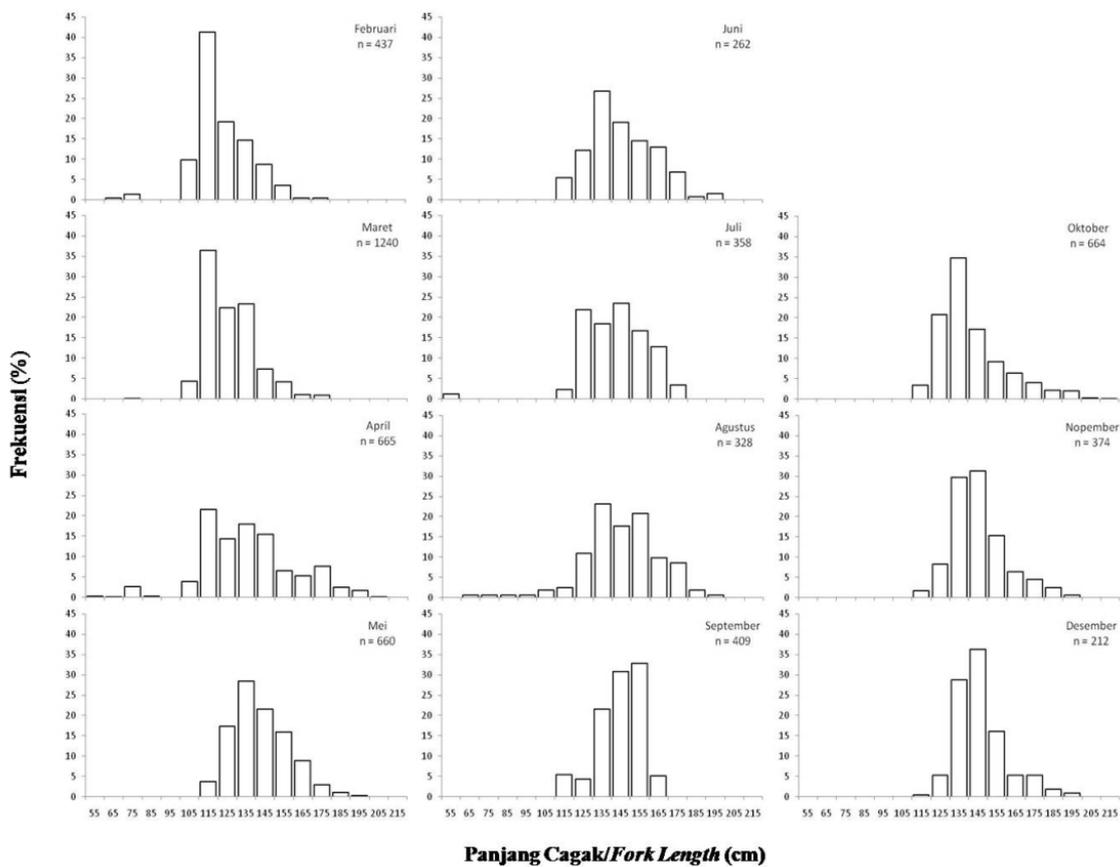
HASIL

Struktur Ukuran dan Panjang Pertama Kali Tertangkap

Pengukuran panjang cagak madidihang dilakukan terhadap 5.609 ekor ikan. Ukuran panjang cagak berkisar antara 55-215 cm. Sebaran frekuensi panjang cagak setiap bulannya ditampilkan pada Gambar 3.

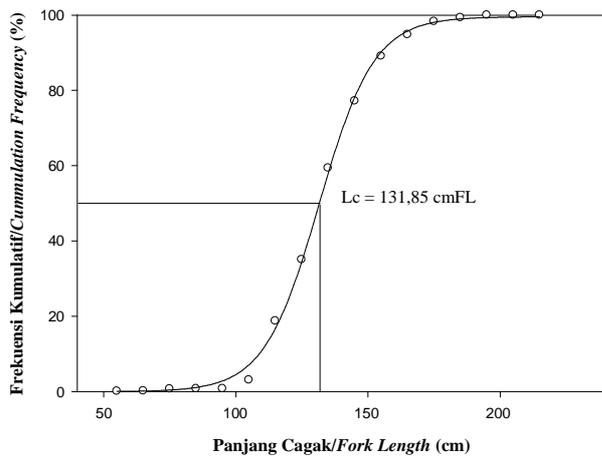
Gambar 3 juga menunjukkan bahwa antara bulan Februari sampai Mei struktur ukuran ikan madidihang mengalami pergerakan modus panjang ke arah kanan meskipun tidak signifikan. Hal ini menandakan bahwa populasi madidihang di Laut Banda mengalami pertumbuhan, antara bulan Juni sampai September relatif tidak terjadi pergerakan modus atau stuktur ukuran ikan madidihang berada dalam kondisi stabil. Hal ini menandakan bahwa madidihang mengalami pertumbuhan yang lambat.

Panjang ikan madidihang pertama kali tertangkap (L_c) dengan alat tangkap pancing ulur yang didapatkan sebesar 131,85 cmFL. Pengukuran ini merupakan hal yang penting untuk dipelajari untuk dapat dihubungkan dengan panjang pertama kali matang gonad.



Gambar 3. Distribusi frekuensi panjang cagak ikan madidihang (*Thunnus albacares*) yang tertangkap di Laut Banda secara bulanan.

Figure 3. Monthly fork length frequency distribution of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) caught in Banda Sea.

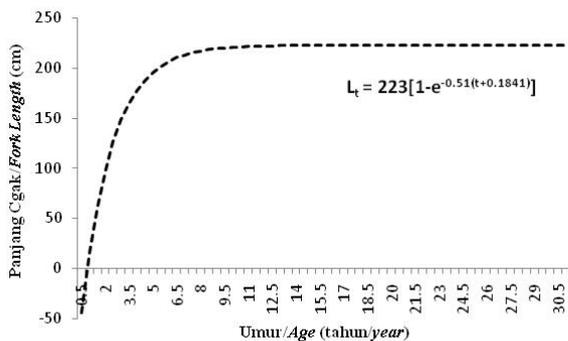


Gambar 4. Panjang pertama kali tertangkap ikan madidihang (*Thunnus albacares*) di Laut Banda.

Figure 4. Length of first capture of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Banda Sea.

Laju Pertumbuhan dan Laju Kematian

Dengan merunut data frekuensi panjang total dari bulan ke bulan, diperoleh laju pertumbuhan (K) madidihang di Laut Banda adalah 0,51/tahun dan panjang cagak asimptotik (L”) adalah 223 cm FL serta umur ikan saat panjang 0 (t₀) sebesar -0,1841 tahun. Dengan demikian persamaan pertumbuhan von Bertalanffy untuk ikan madidihang sebagai $L_t = 223[1 - e^{-0.51(t+0.1841)}]$. Nilai K madidihang yang kurang dari satu menunjukkan bahwa ikan ini mempunyai pertumbuhan yang lambat (Gulland, 1983; Naamin, 1984).

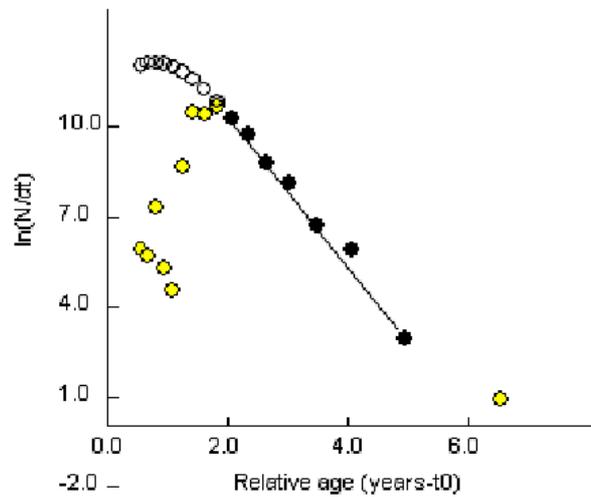


Gambar 5. Kurva pertumbuhan ikan madidihang (*Thunnus albacares*) di perairan Laut Banda.

Figure 5. Growth curve of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Banda Sea.

Selanjutnya dengan menggunakan parameter pertumbuhan ikan madidihang yang telah dihitung dan menjadikannya sebagai bahan masukan untuk membuat kurva hasil tangkap, diperoleh nilai dugaan Z untuk ikan

ini sebesar 2,4/tahun (Gambar 6). Nilai dugaan laju kematian alamiah (M) sebesar 0,68/tahun dan nilai dugaan laju kematian karena penangkapan (F) sebesar 1,79/tahun.



Gambar 6. Nilai Z sebagai slope kurva hasil tangkapan ikan madidihang (*Thunnus albacares*) di Laut Banda.

Figure 6. The value of total mortality (Z) of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Banda Sea.

Kurva di atas menunjukkan beberapa observasi telah dikeluarkan dari analisis regresi. Sembilan kelompok pertama membentuk bagian kurva yang naik. Ikan tersebut dianggap belum sepenuhnya masuk daerah penangkapan. Satu kelompok terakhir juga dikeluarkan dari analisis dikarenakan jumlah ikan contohnya yang sedikit. Selain itu apabila mendekati L”, hubungan antara umur (t) dengan panjang (L) menjadi tidak menentu.

BAHASAN

Lambatnya pertumbuhan ikan madidihang sangat dipengaruhi oleh faktor makanan, lingkungan perairan dan fase pertumbuhannya. Ikan madidihang muda akan tumbuh lebih cepat sehingga perlu dipertimbangkan waktu yang tepat untuk menangkap ikan ini, baik ditinjau dari sumber dayanya maupun segi ekonominya. Ikan-ikan yang berumur muda harus dibiarkan tumbuh dewasa terlebih dahulu sebelum ditangkap agar tercapai pola pemanfaatannya yang lestari. Penangkapan ikan-ikan muda yang berlebihan akan mengakibatkan kelebihan tangkap pertumbuhan (*growth overfishing*). Hal ini juga menyebabkan kelebihan tangkap penambahan baru (*recruitment overfishing*), karena ikan-ikan muda yang belum sempat dewasa dan bertelur sudah tertangkap terlebih dahulu sehingga kehilangan kesempatan untuk penambahan baru (*recruitment*).

Hasil penelitian yang dilakukan Lessa & Duarte-Neto (2004) terhadap jenis yang sama di perairan barat khatulistiwa Samudera Atlantik menunjukkan nilai K sebesar 0,267/tahun dengan L^{∞} sebesar 230,7 cm FL. Sementara Zhu *et al.* (2011) menemukan nilai K *T. albacares* di perairan timur dan tengah Samudera Pasifik sebesar 0,52/tahun dengan L^{∞} sebesar 175,9 cm FL. Faktor lingkungan perairan di Laut Banda dan Samudera Pasifik diduga sangat mendukung pertumbuhan madidihang yang lebih cepat dibandingkan di Samudera Atlantik. Selain faktor lingkungan, diduga makanan tersedia cukup banyak sehingga pertumbuhannya lebih cepat.

Perhitungan parameter pertumbuhan dengan menggunakan metode berbeda atau bahkan dengan metode yang sama, sering kali menunjukkan hasil yang berbeda. Nilai L^{∞} yang berbeda dikarenakan hanya diestimasi untuk perikanan di lokasi tersebut. Demikian pula dengan nilai K, sering kali memiliki perbedaan yang nyata. Menurut Musick *et al.* (2000), nilai K terkadang menunjukkan pertumbuhan yang lambat ($K = 0,035$) (Le Guen & Sakagawa, 1973) atau sebaliknya mengalami pertumbuhan yang cepat ($K = 0,884$) (Gaertner & Pagavino, 1991) dalam lokasi yang sama. Oleh karena itu, penting untuk lebih memahami konsekuensi dari penerapan parameter pertumbuhan ke dalam model pengkajian stok karena prediksi populasi ikan dari masing-masing model sangat bergantung pada masukan data, termasuk usia dan pertumbuhan (Lessa & Duarte-Neto, 2004).

Wise (1972) menyatakan bahwa nilai Z untuk ikan madidihang berkisar antara 1,4-2,4/tahun dan nilai Z pada penelitian ini berada dalam kisaran tersebut. Nilai Z sering kali berbeda diakibatkan perbedaan alat tangkap yang digunakan dalam menangkap madidihang: 1,52/tahun untuk alat tangkap *pole and line*, 2,32/tahun untuk alat tangkap *purse seine* dan 1,88 untuk alat tangkap *longline* (Wise, 1972). Dalam penelitian ini, diperoleh nilai Z sebesar 2,4/tahun untuk alat tangkap pancing ulur.

Estimasi nilai kematian alami (M) menimbulkan beberapa kesulitan karena dapat dipengaruhi oleh pemilihan model estimasi dan lokasi observasi. Namun, nilai M ikan madidihang biasanya berada pada kisaran 0,6-1,2/tahun (Murphy & Sakagawa, 1977) dan nilai M pada penelitian ini berada pada kisaran tersebut. Mengingat laju kematian alamiah (M) tidak terlalu besar variasinya, biasanya nilainya dianggap tetap dari tahun ke tahun (Pauly *et al.*, 1984). Hal ini menyebabkan laju kematian total (Z) dari tahun ke tahun banyak ditentukan oleh laju kematian karena penangkapan (F). Nilai F bervariasi menurut keragaman upaya penangkapan (f) setiap tahunnya, yang menunjukkan seberapa besar dan meningkatnya tekanan penangkapan (*fishing pressure*) terhadap stok ikan di suatu perairan.

KESIMPULAN

Ikan madidihang (*T. albacares*) yang tertangkap di Laut Banda memiliki kisaran panjang cagak antara 55-215 cm, dengan panjang pertama kali tertangkap (L_c) sebesar 131,85 cmFL. Parameter pertumbuhan von Bertalanffy untuk laju pertumbuhan (K), panjang cagak asimptotik (L^{∞}) dan umur ikan madidihang pada saat panjang ke-0 (t_0), masing-masing sebesar 0,51/tahun, 223 cmFL dan -0,1841 tahun, dengan persamaan kurva pertumbuhannya sebagai $L_t = 223[1 - e^{-0,51(t+0,1841)}]$. Parameter mortalitas menunjukkan laju kematian total (Z) 2,4/tahun, laju kematian alamiah (M) 0,68/tahun dan laju kematian karena penangkapan (F) 1,79/tahun. Ikan madidihang memiliki laju pertumbuhan yang lambat dengan kematian akibat penangkapan yang termasuk tinggi, sehingga perlu dilakukan upaya untuk mengurangi tekanan penangkapan terutama dalam menangkap ikan-ikan muda.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan hasil riset kapasitas penangkapan pancing tuna di Laut Banda dan pukat hela di Selat Makassar, T. A. 2011, di Balai Penelitian Perikanan Laut-Muara Baru, Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- BPPL. 2012. Penelitian distribusi dan kelimpahan sumberdaya ikan pelagis besar di WPP 716 Laut Sulawesi dan WPP 712 Laut Jawa. *Laporan Akhir*. Balai Penelitian Perikanan Laut, Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 217 p.
- Comitini, S. & S. Hardjolukito. 1986. Economic benefits and costs of alternative arrangements for tuna fisheries development in Exclusive Economic Zone: the case of Indonesia. *Ocean Management*. 10 (1986): 37-55.
- Gaertner, D. & M. Pagavino. 1991. Observations sur la croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans l'Atlantique Ouest. Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT 36: 479-505.
- Gayanilo Jr., F.C., P. Sparre & D. Paul. 1994. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools FISAT User's Guide. *FAO Computerized Information Series Fisheries*. No. 6. Rome. FAO. 186 p.
- Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment. *A Manual of Basic Methods*. John Wiley & Sons. Chicester. 233 p.

- Hela, I. & T. Laevastu. 1970. *Fisheries Oceanography*. Fishing News (Books) Ltd. London. 123 p.
- Le Guen, J.C. & G.T. Sakagawa. 1973. Apparent growth of the yellowfin tuna from the eastern Atlantic Ocean. *Fish. Bull.* 85 (1): 175-187.
- Lessa, R. & P. Duarte-Neto. 2004. Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western equatorial Atlantic, using dorsal fin spines. *Fisheries Research*. 69: 157-170.
- Murphy, T.C. & G.T. Sakagawa. 1977. A review and evaluation of estimates of natural mortality rates of tunas. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*. 6(1): 117-123.
- Musick, J.A., M.M. Harbin, S.A. Berkeley, G.H. Burgess, A.M. Ek-lund, L. Findley, R.G. Gilmore, J.T. Golden, D.S. Ha, G.R. Huntsman, J.C. McGovern, S.J. Parker, S.G. Poss, E. Sala, T.W. Schmidt, G.R. Sedberry, H. Weeks, & S.G. Wright. 2000. Endangered species, marine estuarine, and diadromous fish stocks at risk of extinction in North America exclusive of pacific salmonids. *Fish.Bull.* 25(11): 6-30.
- Naamin, N. 1984. Dinamika populasi udang jerbung (*Penaeus merguensis* de Man) di perairan Arafura dan alternatif pengelolaannya. *Disertasi*. Doktor pada Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 381 p.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta. 368 p.
- Ollivia. 2002. Keragaan ekspor cakalang (*skipjack*) beku dan madidihang (*yellowfin*) segar Indonesia ke pasar Jepang. *Tesis*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 149 p.
- Pauly, D. 1980. A selection of a simple methods for the assessment of the tropical fish stocks. *FAO Fish. Circ.* FIRM/C 729. Roma. 54 p.
- Pauly, D., J. Ingles & R. Neal. 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 and Management*. 220-234. Fishing News Book Limited. Farnham-Surrey-England.
- Sparre, P. & S.C. Venema. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I: Manual. *FAO Fish. Tech. Pap.* No. 306/1.
- Uktolseja, J.C.B. 1987. Estimated growth parameters and migration of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* in the Eastern Indonesia water through tagging experiments. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*. 43: 15-44.
- Wise, J.P. 1972. Yield per recruit estimates for eastern tropical Atlantic yellowfin tuna. *Transactions of the American Fisheries Society*. 101: 75-79.
- Zhu, G, L. Xu, X. Dai, & W. Liu. 2011. Growth and mortality rates of yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Perciformes: Scombridae), in the eastern and central Pacific Ocean. *Zoologia*. 28 (2): 199-206.