

PENDUGAAN PARAMETER POPULASI DAN TINGKAT PEMANFAATAN IKAN MADIDIHANG (*Thunnus albacares*) YANG DIDARATKAN DI BENOA, BALI

ESTIMATION OF POPULATION PARAMETER AND EXPLOITATION RATE OF YELLOWFIN TUNA (*Thunnus albacares*) LANDED AT BENOA, BALI

Hety Hartaty dan Ririk Kartika Sulistyaningsih

Peneliti pada Loka Penelitian Perikanan Tuna

Teregistrasi I tanggal: 06 Desember 2012; Diterima setelah perbaikan tanggal: 06 Juni 2014;

Disetujui terbit tanggal: 09 Juni 2014

ABSTRAK

Parameter biologi seperti umur dan pertumbuhan sangat penting untuk pengkajian stok sumber daya ikan dan pengelolaan perikanan agar pemanfaatan sumber daya ikan dapat dilakukan secara berkelanjutan. Informasi mengenai parameter pertumbuhan dari ikan madidihang di Samudera Hindia khususnya di Indonesia masih sangat terbatas. Penelitian ini ditujukan untuk memberikan informasi mengenai parameter pertumbuhan ikan madidihang. Pengumpulan data dilakukan selama tahun 2011, dengan cara pengukuran dan pengamatan langsung terhadap hasil tangkapan rawai tuna yang didaratkan di Pelabuhan Benoa, Bali. Total sampel yang diamati berjumlah 3.092 ekor. Kisaran panjang cagak (FL; fork length) ikan madidihang antara 75-179 cm dan kisaran bobot antara 8-101 kg. Dari hasil analisis data frekuensi panjang ikan madidihang diperoleh parameter pertumbuhan sebagai berikut: panjang asimtotik (L_{∞}) 185,85 cm, koefisien pertumbuhan (K) 0,59 dan umur pada saat panjang 0 cm (t_0) -0,22. Estimasi umur ikan madidihang yang didaratkan di Benoa tahun 2011 berkisar antara 1-5 tahun dengan laju pertumbuhan sebesar 2,95 cm/tahun. Pola pertumbuhan madidihang bersifat allometrik negatif. Pertumbuhan madidihang tidak akan mencapai ukuran panjang maksimum karena laju eksploitasi ($E = 0,75$) yang melebihi laju eksploitasi optimum ($E_{opt} = 0,5$).

Kata Kunci: Perikanan pelagis kecil, keberlanjutan, *Rapfish*, Teluk Palu.

ABSTRACT

Biological parameters such as age and growth are very important information for stock assessments and fisheries management for its sustainability. Information of growth parameter for Indian Ocean yellowfin tuna in Indonesia is still limited. This research was aimed to determine the age and growth rate of yellowfin tuna that landed at Benoa port, Bali. Data of fork length (FL) and weight was collected during 2011. The data were measured and observed directly on the catch of tuna longline at Benoa Port, Bali. Numbers of fish samples was 3.092 fish. Age and growth rate was analyzed based on the FL using Von Bertalanffy model. The results showed that yellowfin tuna had range of FL between 75-179cm and weight range of 8-101kg. The growth parameter of yellowfin tuna has asymptotic length (L_{∞}) 185,85 cm, $K = 0,59$ and $t_0 = -0,22$. The age of yellowfin tuna landed in Benoa estimated between 1-5 years and growth rate was 2.95 cm/year. Growth pattern of yellowfin tuna was allometric negative. The yellowfin growth will not reach the maximum length because the exploitation rate ($E = 0,75$) exceeds the optimum exploitation rate ($E_{opt} = 0,5$).

Keywords: Small pelagic fisheries, sustainability, *rapfish*, palu bay.

PENDAHULUAN

Ikan tuna menyebar di seluruh perairan oseanik Indonesia dan penyebarannya secara horizontal meliputi perairan selatan dan barat Sumatera, perairan selatan Jawa, Bali dan Nusa Tenggara, Laut Banda dan Flores, Laut Sulawesi dan perairan barat Papua.

Sementara penyebaran tuna secara vertikal (berdasarkan kedalaman perairan) sangat dipengaruhi oleh suhu dan kedalaman renang (*swimming layer*) (Nakamura, 1969). Ikan madidihang (*Thunnus albacares*) adalah spesies kosmopolitan yang umumnya tersebar di perairan tropis dan subtropis dari ketiga samudera (Hindia, Pasifik dan Atlantik),

Korespondensi penulis:

Loka Penelitian Perikanan Tuna, Benoa-Bali; e-mail: hhartaty@gmail.com.

Jl. Raya Pelabuhan Benoa, Denpasar-Bali

dimana mereka membentuk kelompok (*schooling*) yang besar. Ukuran madidihang yang tertangkap di Samudera Hindia berkisar antara 30-180 cmFL (FL; *Fork Length*). Yuwana (Juvenil) madidihang hidup berkelompok bersama cakalang dan yuwana tuna mata besar dan biasanya penyebarannya terbatas di wilayah permukaan perairan tropis, sedangkan ikan madidihang besar ditemukan di permukaan dan sub-permukaan perairan (IOTC, 2009).

Madidihang ditangkap dengan berbagai jenis alat tangkap dan alat tangkap tuna yang banyak berkembang di Indonesia antara lain : pancing rawai tuna (*tuna longline*), huhate (*pole and line*), pancing tonda (*troll line*), pancing ulur (*handline*), jaring insang (*gillnet*) dan pukut cincin (*purse seine*). Target tangkapan perikanan pancing rawai tuna terdiri dari beberapa spesies tuna di beberapa daerah yang berbeda di Samudera Hindia, dengan madidihang dan tuna mata besar sebagai target utama perikanan di perairan tropis (IOTC, 2009).

Sampai saat ini masih sedikit penelitian mengenai parameter pertumbuhan dan tingkat pemanfaatan ikan madidihang yang merupakan parameter penting dalam dinamika populasi ikan. Parameter pertumbuhan ikan sangat penting untuk diketahui sebagai dasar dalam menentukan mortalitas (laju kematian), yang kemudian dapat digunakan dalam pendugaan stok ikan dan status pemanfaatannya di suatu perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi parameter pertumbuhan dan tingkat pemanfaatan ikan madidihang hasil tangkapan pancing rawai tuna yang didaratkan di Pelabuhan Benoa, Bali. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber data dan informasi untuk pengelolaan perikanan madidihang yang berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE
Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan terhadap 3.092 ekor ikan madidihang hasil tangkapan rawai tuna yang beroperasi di Samudera Hindia dan didaratkan di Pelabuhan Benoa Bali pada tahun 2011. Data ukuran panjang dan berat ikan madidihang dikumpulkan dengan cara pengamatan dan pengukuran langsung terhadap ikan contoh. Pengukuran panjang cagak (*fork length*; FL) dilakukan dengan menggunakan kaliper yang memiliki ketelitian 0,5 cm. Berat ikan yang telah disiangi ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 kg. Identifikasi spesies didasarkan pada buku Collette & Nauen (1983).

Analisis Data
Hubungan Panjang dan Bobot

Hubungan panjang dan bobot ikan dianalisis dengan model persamaan Hile (1936) dalam Effendie (2002) sebagai berikut :

$$W = a FL^b \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :
W = bobot ikan (kg)
FL = panjang cagak ikan (cm)
a dan b = konstanta

Dari persamaan tersebut dapat diketahui pola pertumbuhan panjang dan bobot ikan madidihang dengan cara menguji nilai b sebagai berikut :

1. Jika $b = 3$, pertumbuhan bersifat isometrik, yaitu pertumbuhan panjang sama dengan pertumbuhan bobot.
2. Jika $b > 3$ maka pola pertumbuhan bersifat allometrik positif, yaitu penambahan bobot lebih cepat dari penambahan panjang.
3. Jika $b < 3$ maka pola pertumbuhan bersifat allometrik negatif, yaitu penambahan panjang lebih cepat dari penambahan bobot.

Estimasi Umur dan Pertumbuhan

Analisis pendugaan pertumbuhan model Von Bertalanffy menggunakan program FISAT II. Panjang asimtotik (L_{∞}) dan koefisien pertumbuhan (K) dihitung dengan menggunakan program ELEFAN I dari paket program FISAT II dengan rumus $K = \ln b$ dan $(L_{\infty}) = a/(1-b)$. Untuk menduga nilai t_0 digunakan rumus empiris dari Pauly (1979) dalam (Sparre & Venema, 1999) sebagai berikut :

$$\text{Log} (-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \text{ Log } L_{\infty} - 1,0380 \text{ Log } K \dots\dots\dots (2)$$

Pengelompokan umur ikan madidihang dengan menggunakan model Von Bertalanffy menjelaskan panjang ikan (L) sebagai fungsi umur ikan (t) sebagai berikut :

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

Laju pertumbuhan ikan dihitung berdasarkan persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy (Sparre & Venema, 1999) sebagai berikut :

$$\Delta L / \Delta t = K * (L_{\infty} - L(t)) \dots\dots\dots (4)$$

dimana :
L(t) = panjang ikan pada saat berumur t (cm)

- L_{∞} = panjang asimtotik ikan (cm)
- K = koefisien pertumbuhan von Bertalanffy
- T_0 = umur ikan teoritis pada saat panjangnya 0 cm

Laju Kematian (Mortalitas)

Laju kematian total (Z) dianalisis dengan pendekatan kurva hasil penangkapan yang dikonversikan ke panjang (*Length Converted Catch Curve Analysis*) pada perangkat lunak FISAT II. Pendekatan dilakukan dengan menggunakan input data parameter pertumbuhan (L_{∞} dan K) mengikuti persamaan Beverton & Holt (1986) dalam Sparre & Venema (1999) seperti berikut :

$$Z = \frac{K(L_{\infty} - L'')}{(L_{\infty} - L')} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

- Z = laju kematian total (per tahun)
- K = koefisien kecepatan pertumbuhan per tahun
- L_{∞} = panjang asimtotik (cm)
- L3 = panjang rata-rata ikan tertangkap (cm)
- L2 = batas bawah interval kelas panjang tangkapan terbanyak (cm)

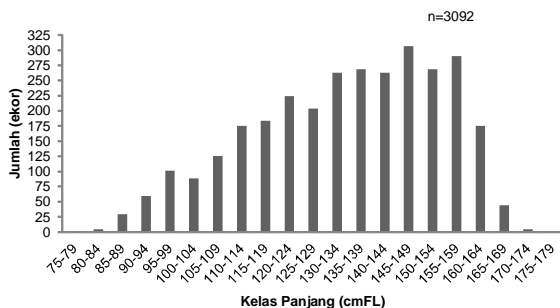
Laju mortalitas alami (M) dihitung berdasarkan persamaan empiris Pauly (1984) sebagai berikut :

$$\text{Log}(M) = -0,0066 - 0,279 \text{Log}(L_{\infty}) + 0,6543 \text{Log}(K) + 0,4634 \text{Log}(T) \dots\dots\dots (6)$$

dimana:

- M = laju mortalitas alami
- K = koefisien kecepatan pertumbuhan per tahun
- L_{∞} = panjang asimtotik (cm)
- T = suhu rata-rata perairan (27°C)

Mortalitas akibat penangkapan (F) didapatkan dari pengurangan mortalitas total terhadap mortalitas alami (M) yaitu : $F=Z-M$.



Gambar 1. Distribusi panjang cagak ikan madidihang yang didaratkan di pendaratan ikan Benoa tahun 2011

Figure 1. Length frequency distribution of yellowfin tuna at Benoa landing site in 2011

Laju Eksploitasi

Laju eksploitasi (E) didapatkan dari pembagian mortalitas penangkapan dengan mortalitas total ($E=F/Z$) (Pauly, 1984). Laju eksploitasi berada pada tingkat optimum apabila besarnya mortalitas akibat penangkapan sama dengan mortalitas alami ($F=M$), dimana nilai E optimum =0,5 (Mertha *et al.*, 2003).

HASIL DAN BAHASAN

HASIL

Struktur Ukuran Madidihang

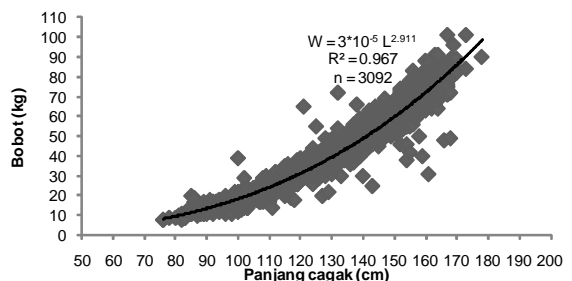
Ikan madidihang hasil tangkapan dengan rawai tuna yang didaratkan di Pelabuhan Benoa sepanjang tahun 2011 mempunyai kisaran panjang antara 75-179 cmFL (Gambar 1). Sebagian besar ikan madidihang yang tertangkap oleh rawai tuna di Samudera Hindia berukuran besar karena alat tangkap rawai tuna dioperasikan di perairan yang lebih dalam.

Hubungan Panjang-Bobot

Ikan madidihang hasil tangkapan rawai tuna yang didaratkan di Benoa dalam periode 2011 mempunyai kisaran panjang antara 75-179 cmFL dan kisaran bobot antara 8-101kg. Analisis hubungan panjang-bobot ikan madidihang diperoleh persamaan $W=3 \times 10^{-5} L^{2,911}$ dengan nilai koefisien regresi (R^2) 0,967 (Gambar 2).

Dugaan Umur dan Pertumbuhan

Hasil analisis parameter pertumbuhan ikan madidihang diperoleh panjang asimtotik (L_{∞}) adalah 185,85 cm, dengan koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,59 dan t_0 sebesar -0,22. Hasil analisis distribusi frekuensi panjang ikan madidihang menghasilkan 10 (sepuluh) kelompok umur dengan kisaran umur antara 1-5 tahun seperti disajikan pada Tabel 1.



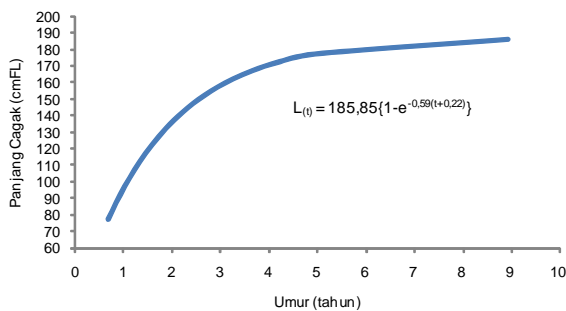
Gambar 2. Hubungan panjang bobot ikan madidihang yang didaratkan di pendaratan ikan Benoa tahun 2011

Figure 2. Length-weight relationship of yellowfin tuna at Benoa landing site in 2011

Tabel 1. Kelompok umur ikan madidihang berdasarkan ukuran ikan
 Table 1. Group of age of yellowfin tuna based on size of fish

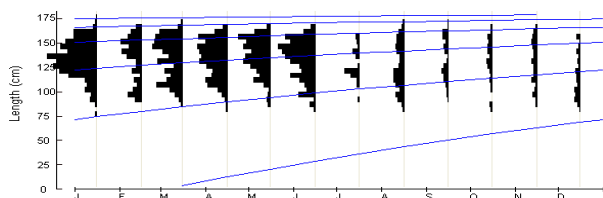
Umur (t)	Kisaran Panjang (cmFL)
1	69-120
2	121-149
3	150-165
4	166-174
5	175-179
6	180-181
7	182-183
8	184
9	185
10	185

Dari parameter pertumbuhan ikan madidihang dapat diestimasi bahwa laju pertumbuhan ikan madidihang adalah 2,95 cm/tahun. Gambar 3 memperlihatkan bahwa laju pertumbuhan ikan lebih cepat pada saat ikan masih muda, yaitu pada umur antara 0 – 3 tahun, kemudian mengalami pertumbuhan yang lambat sampai mencapai panjang asimtotik (L_{∞}) 185,85 cm.



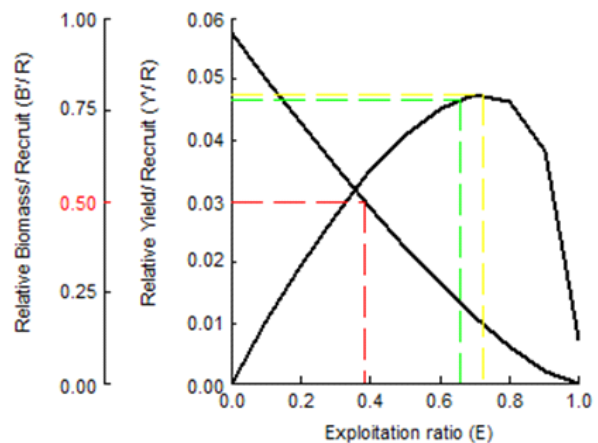
Gambar 3. Grafik pertumbuhan panjang ikan madidihang yang didaratkan di pendaratan ikan Benoa tahun 2011
 Figure 3. Length growth of yellowfin tuna landed at Benoa landing site in 2011

Gambar 4 menunjukkan fungsi pertumbuhan Von Bertalanffy ikan madidihang hasil analisis dengan program FISAT II.



Gambar 4. Grafik fungsi pertumbuhan Von Bertalanffy ikan madidihang yang didaratkan di Benoa tahun 2011
 Figure 4. Von Bertalanffy Growth Function of yellowfin tuna landed at Benoa in 2011

Dari grafik fungsi pertumbuhan Von Bertalanffy dapat diindikasikan bahwa rekrutmen (masuknya kohort baru dalam suatu populasi) ikan madidihang terjadi antara bulan Maret dan April.



Gambar 5. Kurva hasil per rekrut relatif Beverton & Holt (Y/R) dari ikan madidihang di pendaratan ikan Benoa tahun 2011.
 Figure 5. Curve of relative yield/recruit Beverton & Holt (Y/R) of yellowfin tuna at Benoa landing site in 2011

Laju Eksploitasi

Nilai laju mortalitas alami ikan madidihang $M = 0,54$ per tahun dan laju mortalitas penangkapan $F = 1,62$ per tahun sehingga mortalitas total $Z = M + F$ sebesar 2,16. Laju mortalitas total populasi ikan dapat digunakan untuk menduga tingkat pemanfaatan atau laju eksploitasi ikan di suatu perairan. Informasi mengenai laju eksploitasi berguna dalam pengelolaan perikanan karena dapat menduga pengaruh penangkapan terhadap populasi ikan tersebut. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai tingkat eksploitasi untuk madidihang yang didaratkan di Pelabuhan Benoa adalah $E = 0,75$. Laju eksploitasi sumberdaya

ikan dikatakan sudah mencapai tangkap lebih (*overfishing*) apabila telah melewati nilai batas tingkat pemanfaatan optimum ($E_{opt} = 0,50$). Laju eksploitasi yang berlebihan akan mempengaruhi rekrutmen ikan di suatu perairan. Analisis model hasil per rekrut relatif (Y/R) diperoleh nilai maksimum E_{MSY} sebesar 0,75 seperti terlihat pada Gambar 5. Apabila tingkat eksploitasi melebihi nilai E maksimum maka terjadi penurunan rekrutmen populasi ikan di suatu perairan.

BAHASAN

Struktur Ukuran Madidihang

Distribusi frekuensi panjang ikan madidihang yang didaratkan di Benoa memiliki kisaran panjang cagak (FL) antara 75-179 cm. Ukuran panjang ikan madidihang didominasi oleh ikan dengan panjang antara 145-149 cmFL dengan panjang rata-rata 133,71 cmFL. Andamari *et al.* (2012) melaporkan bahwa kisaran panjang ikan madidihang yang didaratkan di pelabuhan Benoa yaitu antara 112-160 cm dan rata-rata 141,5 cm artinya ukuran panjang rata-rata ikan madidihang pada tahun 2011 lebih kecil dari tahun sebelumnya. Namun ukuran ikan madidihang masih relatif lebih besar dibandingkan laporan Tantivala (2000) yang menyatakan bahwa ikan madidihang yang tertangkap di sebelah timur Samudera Hindia berkisar antara 28-84 cm.

Ukuran ikan merupakan hal yang sangat penting karena dengan mengetahui ukuran ikan dapat menduga tingkat kedewasaan atau umur ikan. Zhu *et al.* (2008), memperkirakan ukuran pertama kali matang gonad ikan madidihang di Samudera Hindia sekitar 100 cmFL. Mardijah & Patria (2012) mengemukakan panjang pertama kali matang gonad ikan madidihang betina yang tertangkap di perairan Teluk Tomini adalah 94,8 cmFL. Berdasarkan referensi tersebut, ukuran madidihang yang tertangkap di Samudera Hindia dan didaratkan di Pelabuhan Benoa didominasi ikan-ikan yang diduga sudah matang gonad atau pernah melakukan pemijahan, sehingga ditinjau dari kelestarian sumberdayanya tidak mengkhawatirkan. Namun memperhatikan rata-rata ukuran ikan yang tertangkap, diduga terdapat tekanan penangkapan yang cukup tinggi terhadap ikan madidihang.

Hubungan Panjang-Bobot

Nilai b (*slope*) dari hubungan panjang – bobot ikan madidihang adalah 2,911, dimana menurut Effendie (2002) jika nilai $b < 3$ maka pola pertumbuhan bersifat allometrik negatif, yaitu pertumbuhan panjang ikan madidihang lebih cepat dari pertambahan bobotnya. Berdasarkan uji-t dengan selang kepercayaan 95%, nilai t hitung lebih besar daripada t tabel sehingga

nilai $b < 3$. Hasil analisis ini serupa dengan hasil pada beberapa penelitian yang telah dilakukan Andamari *et al.* (2012) menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan madidihang di Samudera Hindia bersifat allometrik negatif ($b=2,9$). Zhu *et al.* (2010) menyatakan bahwa ikan madidihang di Samudera Atlantik dan Hindia memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif. Hal ini berarti ikan madidihang yang tertangkap di Samudera Hindia dan didaratkan di Pelabuhan Benoa mempunyai pola pertumbuhan ukuran panjang yang sama dengan ikan madidihang di Samudera Atlantik. Pertumbuhan panjang dan bobot ikan di suatu perairan banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan di antaranya adalah ketersediaan dan ukuran makanan yang dimakan, kelimpahan ikan sebagai makanan di perairan tersebut, jenis makanan, kondisi oseanografi perairan (suhu, oksigen dan lain-lain) dan kondisi ikan (umur, keturunan dan genetik) (Dagorn *et al.* 2000; Effendie, 2002).

Dugaan Umur dan Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan ikan madidihang yang didaratkan di Benoa memiliki panjang asimtotik (L_{∞}) sebesar 185,85 cm, dengan koefisien pertumbuhan (K) 0,59 dan t_0 sebesar -0,22. Penelitian Shuford *et al.* (2007) yang dilakukan terhadap ikan madidihang di Samudera Atlantik, memiliki panjang asimtotik (L_{∞}) sebesar 245,5 cm, dengan koefisien pertumbuhan (K) 0,281 dan t_0 sebesar 0,042. Hasil penelitian Stequert *et al.* (1996) di Samudera Hindia sebelah barat diperoleh panjang asimtotik ikan madidihang (L_{∞}) sebesar 272,7 cm, dengan koefisien pertumbuhan (K) 0,176 dan t_0 sebesar 0,266. Perbedaan ini dapat disebabkan karena perbedaan lokasi penelitian, dimana terdapat perbedaan kelimpahan makanan dan suhu perairan. Effendie (2002) menyatakan bahwa kecepatan pertumbuhan ikan di daerah tropis dipengaruhi oleh makanan dan suhu perairan. Nilai K ikan madidihang yang didaratkan di Benoa lebih besar dibandingkan nilai K hasil penelitian Shuford *et al.* (2007) & Stequert *et al.* (1996), yang artinya pertumbuhan ikan madidihang yang didaratkan di Benoa lebih cepat dibandingkan di kedua lokasi penelitian sebelumnya. Hal tersebut diduga karena melimpahnya makanan ikan dan suhu yang ideal bagi ikan madidihang di perairan Samudera Hindia.

Dari kelompok umur ikan (Tabel 1), rentang ukuran panjang ikan madidihang pada kelompok umur ikan muda lebih besar dibandingkan kelompok umur yang lebih dewasa. Kelompok umur pertama lebih muda dari kelompok umur berikutnya sejalan dengan semakin bertambahnya ukuran panjang ikan (Gambar 3). Dwiponggo (1982) menyatakan bahwa pada ikan

yang masih muda kecepatan pertumbuhan relatif lebih cepat dibandingkan dengan ikan yang sudah dewasa. Pertumbuhan ikan pada umumnya akan mulai lambat dengan bertambahnya umur ikan tersebut. Pada keadaan normal, ikan dengan makanan berlebih akan tumbuh lebih pesat. Berdasarkan hasil analisis grafik fungsi pertumbuhan Von Bertalanffy diduga rekrutmen ikan madidihang terjadi antara bulan Maret dan April. Andamari & Hutapea (2004) dalam Widodo & Suwarso (2005) menyatakan bahwa puncak musim pemijahan ikan madidihang di Samudera Hindia terjadi pada bulan April dan Agustus.

Laju Eksploitasi

Hasil analisis model hasil per rekrut relative (Y/R) menunjukkan bahwa rekrutmen populasi ikan di suatu perairan mulai mengalami penurunan jika nilai laju eksploitasi E melebihi nilai maksimum E maks yaitu 0,75. Hasil perhitungan laju eksploitasi E melebihi nilai E optimum akibat adanya penangkapan yang berlebihan. Sparre & Venema (1999) menyatakan apabila terjadi penangkapan yang berlebihan, pertumbuhan dari ikan-ikan secara individual tidak seimbang dengan kematian yang disebabkan oleh penangkapan dan apabila ini terjadi begitu besar maka akan mempengaruhi rekrutmen. Kondisi ini menyebabkan pertumbuhan madidihang di Samudera Hindia tidak akan mencapai ukuran panjang maksimum karena ikan-ikan tersebut tertangkap sebelum dapat tumbuh mencapai ukuran yang cukup besar.

KESIMPULAN

Ikan madidihang yang didaratkan di Bena tahun 2011 memiliki panjang asimtotik (L_{∞}) sebesar 185,85 cm, koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,59, $t_0 = -0,22$, umur berkisar 1-5 tahun dan laju pertumbuhan 2,95 cm/tahun dengan pola pertumbuhan bersifat allometrik negatif (pertumbuhan panjang lebih cepat daripada penambahan bobotnya). Pertumbuhan madidihang tidak akan mencapai ukuran panjang maksimum karena laju eksploitasi (0,75) yang melebihi laju eksploitasi optimum (0,5) karena ikan-ikan tersebut tertangkap sebelum dapat tumbuh mencapai ukuran yang cukup besar, meskipun sebagian besar ikan tangkapan rawai tuna memiliki ukuran lebih panjang dibanding panjang pertama kali memijah (L_m), sehingga ikan diperkirakan telah menjalani pemijahan sebelum tertangkap dengan demikian secara biologi alat tangkap rawai tuna tidak membahayakan kelestarian sumberdaya madidihang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim enumerator di Loka Penelitian Perikanan Tuna Bena yang telah berkontribusi atas pengumpulan data selama penelitian di lokasi pendaratan ikan Bena, Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Andamari, R., J.H. Hutapea & B. I. Prisantoso. 2012. Aspek reproduksi ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(1): 89-96.
- Collette, B. B. & C. E. Nauen. 1983. FAO species catalogue. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fishery Synopsis*. 125 (2): 137.
- Dwiponggo, A. 1982. Beberapa aspek biologi ikan lemuru, *Sardinella* spp. *Prosiding Seminar Perikanan Lemuru. Buku II*. Banyuwangi, 18-21 Januari 1982. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. p.75-90.
- Dagnon, L., F. Menczer, P. Bach & R.J. Olson. 2000. *Co-evolution of movement behaviours by tropical pelagic predatory fishes in response to prey environment: a simulation model*. *Ecological Modelling*. 134: 325-341.
- Effendie, M., I. 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama. 57 hal.
- IOTC. 2009. Report of the Twelfth Session of the Scientific Committee of the IOTC. *Working Party of Tropical Tunas*. Victoria, Seychelles.
- Mardijah, S. & M. P. Patria. 2012. Biologi reproduksi ikan madidihang (*Thunnus albacares* Bonnaterre 1788) di Teluk Tomini. *Bawal*. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan. Jakarta. 4 (1): 27-34.
- Mertha, I. G. S., K. Susanto & B. I. Prisantoso. 2003. Pengkajian stok ikan di Samudera Hindia. *Forum Pengkajian Stok Ikan Laut Indonesia*. Jakarta. p: 13-30.
- Nakamura, H. 1969. *Tuna Distribution and Migration*. London: The Whitefriars Press Ltd. 76pp.

- Pauly,D.,1984. Fish population dynamics in tropical water : a manual for use with programmable calculator. *ICLARM Stud.Rev.*,(8):325 pp.
- Shuford R.L., J.M. Dean., B. Stéquert & E. Morize. 2007. Age and growth of yellowfin tuna in the atlantic ocean. *Collective Volume of Scientific Papers*. ICCAT. 60(1):330-341.
- Sparre, P., & S. C. Venema. 1999. *Introduksi pengkajian stok ikan tropis*. Buku I : Manual. Diterjemahkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.Organisasi Pangan dan Pertanian. Perserikatan Bangsa-Bangsa. Jakarta. Indonesia. xiv: 438.
- Stéquert.B., J. Panfili & J.M. Dean. 1996. Age and growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, from the western Indian Ocean, based on otolith microstructure. *Fisheries Bulletin*. 94(1): 124-134.
- Tantivala, C. 2000. Some Biological study of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*) in the Eastern Indian Ocean. *IOTC Proceedings No.3*.436-440.
- Widodo, J. & Suwarso. 2005. *Teluk Tomini: ekologi, potensi sumberdaya, profil perikanan dan biologi beberapa jenis ikan ekonomis penting*. Balai Riset Perikanan Laut, Badan Riset Perikanan dan Kelautan, DKP: xvi + 114 p.
- Zhu, G., L. Xu., Y. Zhou., L. Song & X. Dai. 2010. Length-weight relationship for bigeye tuna (*Thunnus obesus*), yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and albacore (*Thunnus alalunga*) (Percoformes : Scombrinae) in the Atlantic, Indian and Eastern Pasific Oceans. *Collective Volume of Scientific Papers*. ICCAT. 65(2):717-724.
- Zhu G., Xu L., Zhou Y. & L. Song. 2008. Reproductive biology of yellowfin tuna *T.albacares* in the west-central indian ocean. *Journal of Ocean University of China (English Edition)* 7: 327-332.