

# First maturity assessment and allometric growth of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758), landed at Ternate Island

## Pendugaan pertama matang kelamin dan pertumbuhan alometri ikan cakalang, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758), yang didaratkan di Pulau Ternate

Adi Noman Susanto<sup>1\*</sup> and Lawrence J. L. Lumingas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Perairan, Program Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi. Jln. Kampus Unsrat Kleak, Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia.

<sup>2</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi. Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia.

\*E-mail: adi\_0823205011@yahoo.co.id

**Abstract:** Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758), is a very important species for Indonesian fisheries. A total of 462 specimens (254 males and 208 females) collected from fish landings in Ternate Island from November 2013 to April 2014 were used to estimate length at first sexual maturity, length-weight relationship, and length-head circumference relationship. The length at first sexual maturity (FL<sub>50</sub>) was 489.68 mm. The length-weight relationship equations were  $W = 0.0001 * FL^{2.7232}$  for males and  $W = 0.0002 * FL^{2.6595}$  for females, respectively. Student's t-test indicated significant deviation of 'b' from '3' towards negative allometric growth ( $p < 0.05$ ). The length-head circumference relationship equations were  $HC = 0.5453 * FL^{1.0263}$  for males and  $HC = 0.6519 * FL^{0.9985}$  for females, respectively. Student's t-test indicated no significant deviation of 'b' from '1' towards isometric growth ( $p > 0.05$ ). Analysis of covariance showed that there was no significant difference between sexes ( $p > 0.05$ ) for both relationships. Hence, a common length-weight relationship and a common length-head circumference relationship can be derived using pooled data of both sexes.

**Keywords:** *Katsuwonus pelamis*; length at first sexual maturity; allometric growth

**Abstrak:** Ikan cakalang, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) merupakan spesies yang sangat penting untuk perikanan Indonesia. Sejumlah 462 spesimen (254 jantan dan 208 betina) ikan cakalang yang diperoleh dari ikan yang didaratkan di Pulau Ternate, selama periode November 2013 sampai April 2014 telah digunakan untuk menduga panjang matang kelamin pertama, hubungan panjang-berat, dan hubungan panjang-keliling lingkaran kepala. Panjang pada saat matang kelamin pertama (PC<sub>50</sub>) adalah 489,68 mm. Persamaan hubungan panjang-berat diperoleh  $BT = 0,0001 * PC^{2,7232}$  untuk jantan dan  $BT = 0,0002 * PC^{2,6595}$  untuk betina. Hasil uji-t Student menunjukkan penyimpangan yang nyata 'b' dari '3' cenderung ke arah pertumbuhan alometrik negatif ( $p < 0,05$ ). Persamaan hubungan panjang-keliling lingkaran kepala diperoleh  $LK = 0,5453 * PC^{1,0263}$  untuk jantan dan  $LK = 0,6519 * PC^{0,9985}$  untuk betina. Hasil uji-t Student menunjukkan deviasi yang tidak nyata nilai 'b' dari '1' yang cenderung ke arah pertumbuhan isometrik ( $p > 0,05$ ). Analisis kovarians menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara jantan dan betina ( $p > 0,05$ ) untuk kedua hubungan tersebut di atas. Oleh karena itu, suatu hubungan panjang-berat umum dan suatu hubungan panjang-lingkar kepala umum dapat dibuat dengan menggunakan data gabungan kedua jenis kelamin.

**Kata-kata kunci:** *Katsuwonus pelamis*; panjang saat matang kelamin pertama; pertumbuhan alometrik

## PENDAHULUAN

Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) tergolong dalam famili Scombridae merupakan sumberdaya perikanan pelagis yang potensial dikembangkan, baik sebagai salah satu sumber pemenuhan protein hewani bagi masyarakat, juga sebagai sumber devisa negara. Sebagai komoditi bernilai ekspor, perusahaan cakalang turut berperan dalam perkembangan ekonomi Indonesia. Penangkapan cakalang di Maluku Utara umumnya menggunakan

huhate (*pole and line*) dan pukat cincin (*purse seine*). Umpan hidup diperoleh dari hasil tangkapan bagan di Teluk Dodinga/Toniku, Teluk Jailolo, Guraping dan Bajo. Cakalang yang didaratkan di Pulau Ternate umumnya adalah hasil tangkapan di beberapa perairan, di antaranya bagian barat pulau Ternate, perairan Batang Dua, perairan utara Loloda, dan perairan Bacan-Obi. Volume produksi perikanan tangkap khususnya cakalang di Provinsi Maluku Utara pada tahun 2011 mencapai 55.736 ton atau meningkat 2,73% dibandingkan tahun 2010

yang hanya 54.253,30 ton, tetapi selama tiga tahun terakhir (tahun 2011-2013) mengalami penurunan jumlah produksi. Pada tahun 2012 dan 2013, produksi cakalang mencapai 55.376,8 ton dan 45.946,7 ton, atau turun 17,56% (Anonymous, 2014).

Nelayan memiliki kecenderungan kapan dan di mana saja dengan bebas melakukan penangkapan dengan alat tangkap yang tidak selektif dan ikan yang masih berukuran belum layak tangkap. Penangkapan ikan cakalang yang intensif dengan ukuran ikan yang kecil, dapat menyebabkan berkurangnya ketersediaan stok reproduktif dan mengakibatkan penurunan populasi ikan cakalang. Dalam upaya pengelolaan sumberdaya perikanan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan (*responsible and sustainable*), maka diperlukan informasi beberapa aspek biologi ikan, di antaranya ukuran ikan pertama kali matang gonad.

Ukuran ikan pada saat pertama kali matang gonad merupakan informasi yang sangat penting dalam penerapan perikanan yang bertanggung-jawab. Sebagai salah satu rujukan, ukuran pertama kali matang gonad seharusnya mendapat perhatian lebih dari penentu kebijakan sehingga kekhawatiran akan berkurangnya populasi ikan di masa mendatang menjadi berkurang. Ukuran ikan pada saat pertama kali matang gonad sebagai indikator ketersediaan stok reproduktif (Najamuddin *et al.*, 2004). Tujuan penelitian ini untuk menduga ukuran pertama kali matang gonad, hubungan panjang cagak dan berat total, dan hubungan panjang cagak dan lingkaran kepala.

## MATERIAL DAN METODA

Pengambilan sampel ikan cakalang dilaksanakan dari November 2013 sampai dengan April 2014. Contoh ikan cakalang yang diambil setiap bulan diperoleh dari hasil tangkapan para nelayan di perairan Maluku Utara yang didaratkan di Pelabuhan Dufa-dufa, Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Bastiong, dan Pelabuhan Pasar Gamalama Ternate. Setiap individu ikan contoh diberi label, diukur panjang cagak dengan papan ukur berketelitian 1 mm dan keliling lingkaran kepala (di belakang operkulum) dengan meteran berketelitian 1 mm, serta ditimbang berat basah total dengan timbangan digital berketelitian 1 g.

Dasar yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan gonad secara morfologi dan makroskopis yaitu dengan melihat bentuk, ukuran, berat, warna dan perkembangan isi gonad serta ruang dalam rongga perut dengan mengacu pada

kriteria yang digunakan dalam Effendie (1979). Panjang cagak di mana 50% dari semua individu telah matang kelamin ( $PC_{50}$ ) diduga dari proporsi individu matang kelamin (TKG 2 dan lebih besar) tiap kelas panjang dengan interval 25 mm dan dicocokkan dengan persamaan logistik atau berbentuk "S" (King, 1995):

$$P = 1/(1 + \exp(-c*(PC-PC_{50}))),$$

di mana: P adalah proporsi individu matang kelamin dalam tiap kelas PC, c adalah suatu konstanta, dan  $PC_{50}$  adalah PC pada 50% matang kelamin.  $PC_{50}$  dan c diperoleh dengan cara linearisasi persamaan P menjadi:

$$\text{Log} [(1-P)/P] = c*PC_{50} - c*PC,$$

di mana c = - (kemiringan) dan  $c*PC_{50}$  adalah intersep sehingga  $PC_{50} = \text{intersep}/c$ .

Huxley (1932) telah mengembangkan suatu teknik analisis allometri untuk mempelajari pertumbuhan relatif berbagai bagian tubuh dengan formula  $y = a*x^b$ , di mana konstanta a adalah nilai y ketika x = 1, konstanta b adalah koefisien allometri (koefisien pertumbuhan relatif atau kemiringan kurva). Hubungan perbandingan ini diaplikasikan baik untuk hubungan panjang cagak – berat total ( $BT = a*PC^b$ ) maupun juga untuk hubungan panjang cagak - lingkaran kepala ( $LK = a*PC^b$ ). Pada hubungan PC-BT, koefisien allometri b baik untuk ikan jantan maupun betina, diuji terhadap nilai teoritis 3 (hukum kubik) dengan uji-t (Effendie, 1979 dan Scherrer, 1984); jika tidak berbeda secara nyata dengan 3 maka pola pertumbuhan variabel PC-BT disebut "isometri" tetapi jika berbeda nyata dengan 3 disebut "allometri". Demikian juga dilakukan untuk hubungan PC-LK, tetapi uji-t digunakan untuk menguji apakah nilai b berbeda atau tidak dengan nilai teoritis 1 (hukum linear). Hubungan-hubungan allometri ini dipisahkan antara jantan dan betina, dan masing-masing kelamin diuji keberartian koefisien allometri b serta koefisien determinasi  $R^2$  dengan analisis varians, yang dilengkapi dengan uji ketidak-pasan model untuk menguji apakah hubungan logaritma natural (Log) kedua variabel (Log PC – Log LK dan Log PC – Log BT) linear atau tidak (Scherrer, 1984). Untuk membandingkan kemiringan kurva dan intersep (hubungan allometri) antara jantan dan betina digunakan analisis kovarians menurut Scherrer (1984). (Effendie, 1979 dan Scherrer, 1984).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Contoh ikan cakalang, *Katsuwonus pelamis*, yang diukur selama penelitian sebanyak 462 individu yang terdiri dari 254 individu jantan dan 208 individu betina. Ukuran panjang cagak (PC) jantan antara 397-692 mm dengan ukuran rata-rata 534,114 mm, dan ukuran PC betina antara 399-721 mm dengan ukuran rata-rata 537,418 mm. Tidak terdapat perbedaan ukuran rata-rata antara ikan betina dan ikan jantan ( $p = 0,5837$  atau  $> 0,05$ ).

Ukuran di mana 50% individunya telah matang kelamin merupakan parameter penting dalam riwayat hidup ikan. Dalam pengelolaan perikanan yang bertanggung-jawab, ukuran matang kelamin pertama atau  $PC_{50}$  merupakan salah satu referensi penting dalam pengambilan keputusan (Zhu et al., 2011). Sebanyak 460 individu ikan cakalang telah dikelompokkan dalam 15 kelas PC. Tetapi hanya 9 pasangan data proporsi ikan matang kelamin tiap kelas PC dan rata-rata kelas PC yang digunakan untuk menduga  $PC_{50}$  dengan model logistik (King, 1995) sebagai berikut (Gambar 1):

$$P = 1/(1 + e^{-0,024621(PC - 489,68)})$$

Nilai dugaan  $c$  dan  $PC_{50}$  diperoleh dari persamaan linear menggunakan 9 pasang data tersebut di atas sebagai berikut:

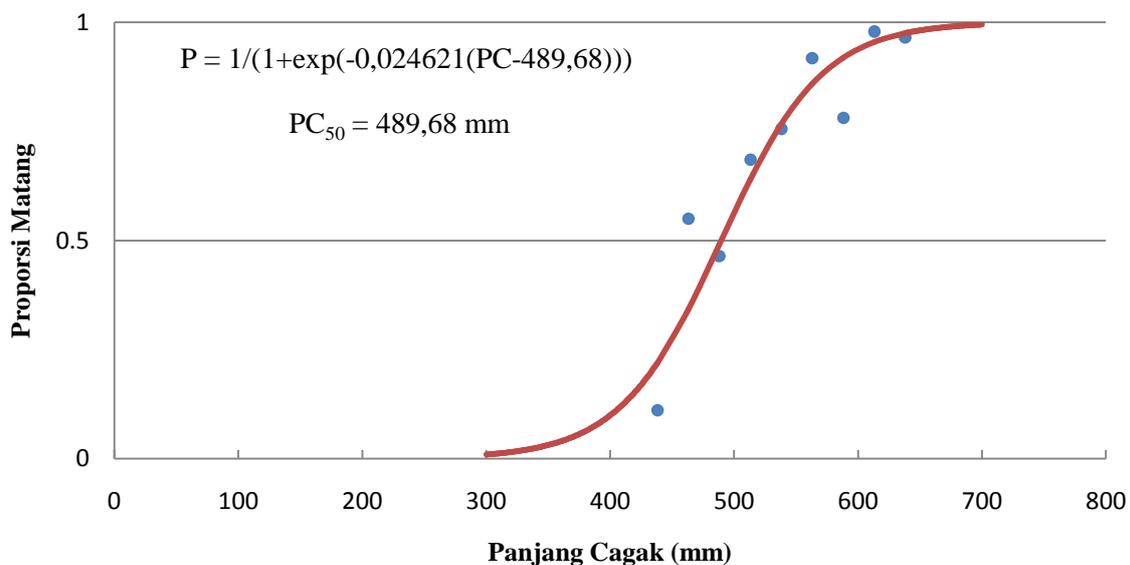
$$\text{Log} [(1-P)/P] = 12,05663 - 0,02462 * PC$$

( $n = 9; r = -0,93$ ),

di mana  $c = -(-0,02462) = 0,02462$  dan  $c * PC_{50}$  adalah intersep sehingga  $PC_{50} = 12,05663 / 0,02462 = 489,68$  mm.

Nilai  $PC_{50}$  yang diperoleh dalam penelitian ini berada dalam kisaran ukuran matang kelamin ikan cakalang hasil penelitian di berbagai lokasi yakni pada PC berkisar 400-550 mm (Collette and Nauen, 1983; Matsumoto et al., 1984; Wild and Hampton, 1994). Nilai  $PC_{50}$  dapat bervariasi menurut area. Hasil penelitian Jamal et al. (2011) pada bulan Januari sampai dengan Desember 2007 di perairan Teluk Bone mendapatkan ukuran ikan pertama kali matang gonad sebesar 465 mm. Sumadhiharga dan Hukum (1989) memperoleh ukuran panjang ikan cakalang pertama kali matang gonad pada ukuran PC 420 mm untuk ikan jantan dan 418 mm untuk ikan betina di Laut Banda. Udupa (1986) menjelaskan bahwa panjang pada pertama kali matang gonad adalah bervariasi antara jenis maupun dalam jenis itu sendiri, artinya bahwa individu yang berasal dari kelas panjang atau kelas umur yang sama tidak selalu mencapai pertama kali matang gonad pada ukuran panjang yang sama pula. Nikolsky (1969) dalam Effendie (2002) menjelaskan bahwa perbedaan ukuran cakalang pertama kali matang gonad dipengaruhi oleh ketersediaan makanan, suhu perairan, letak lintang dan bujur, dan kecepatan pertumbuhan. Wouthuyzen et al. (1990) mengemukakan bahwa adanya diferensiasi panjang cakalang pertama kali matang gonad diduga karena adanya perbedaan kecepatan tumbuh sehingga ikan-ikan yang dipijahkan pada waktu yang sama akan mencapai tingkat kematangan gonad pada umur yang berbeda.

Hubungan regresi panjang cagak (PC) dengan berat total (BT) ikan cakalang mengikuti model perpangkatan (multiplikatif):  $BT = 0,0001 * PC^{2,7232}$



Gambar 1. Ukuran pada 50% matang kelamin ( $PC_{50}$ ) ikan cakalang, *Katsuwonus pelamis* yang didaratkan di Pulau Ternate, Maluku Utara

dengan nilai koefisien determinasi,  $R^2 = 72,68\%$  untuk 254 individu ikan jantan, sedangkan untuk 208 individu ikan betina  $BT = 0,0002 * PC^{2,6595}$  dengan nilai koefisien determinasi,  $R^2 = 65,86\%$ . Ini menunjukkan terdapat hubungan yang kuat antara variabel PC dan BT di mana sebagian besar variasi BT dijelaskan oleh variasi PC baik untuk jantan maupun untuk betina. Uji- $t$  untuk  $b = 3$  menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) untuk kedua kelamin, yang berarti baik jantan maupun betina memiliki pola pertumbuhan allometri negatif. Pertumbuhan BT ikan cakalang tidak proporsional dengan pertumbuhan PC, atau dengan kata lain, selama pertumbuhan ikan, penambahan BT tidak secepat penambahan PC kubik. Analisis varians menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) baik untuk jantan maupun betina, yang berarti bahwa pada kedua jenis kelamin tersebut, variabel PC sangat mempengaruhi variabel BT. Uji ketidak-pasan model menunjukkan hasil yang tidak nyata ( $p > 0,05$ ) untuk kedua jenis kelamin, yang berarti data amatan sesuai dengan model yang dicocokkan yakni model perpangkatan atau model linear setelah transformasi logaritma natural (Log). Analisis kovarian untuk membandingkan kurva jantan dan betina menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) baik uji- $F$  untuk kemiringan ( $b$ ) maupun untuk intersep ( $a$ ). Ini berarti bahwa kurva hubungan perpangkatan PC-BT kedua jenis kelamin adalah tumpang-tindih dan data kedua kelamin boleh digabung.

Hasil analisis hubungan panjang cagak dengan berat ikan cakalang dari perairan Laut Banda pada bulan Juni 1986 sampai dengan Maret 1987 diperoleh persamaan  $\text{Log } W = -1,5747919 + 2,918 \text{ Log } L$  untuk ikan jantan dan  $\text{Log } W = -1,4964681 + 2,875 \text{ Log } L$  untuk betina (Sumadhiharga dan Hukom, 1989). Sedangkan Manik (2007) mendapatkan  $W = 6,7 \times 10^{-6} L^{3,285}$  untuk jantan dan  $W = 5,9 \times 10^{-6} L^{3,335}$ .

Sebagaimana hubungan regresi PC dengan BT, hubungan PC dengan LK ikan cakalang juga mengikuti model perpangkatan (multiplikatif):  $LK = 0,5453 * PC^{1,0263}$  dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 75,78\%$  untuk ikan jantan, dan  $LK = 0,6519 * PC^{0,9985}$  dengan nilai koefisien determinasi  $R^2 = 72,53\%$  untuk ikan betina. Uji- $t$  untuk  $b = 1$  menunjukkan hasil yang tidak nyata ( $p > 0,05$ ) untuk kedua kelamin, yang berarti baik jantan maupun betina memiliki pola pertumbuhan isometri. Pertumbuhan LK ikan cakalang selalu proporsional dengan pertumbuhan PC, atau dengan kata lain, selama pertumbuhan ikan, penambahan LK seiring dengan penambahan PC. Analisis

variens menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) baik untuk jantan maupun betina, yang berarti bahwa pada kedua jenis kelamin tersebut, variabel PC sangat mempengaruhi variabel LK. Uji ketidak-pasan model menunjukkan hasil yang tidak nyata ( $p > 0,05$ ) untuk kedua jenis kelamin, yang berarti data amatan sesuai dengan model yang dicocokkan yakni model perpangkatan atau model linear setelah transformasi logaritma natural (Log). Analisis kovarian untuk membandingkan kurva jantan dan betina menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) baik uji- $F$  untuk kemiringan ( $b$ ) maupun untuk intersep ( $a$ ). Ini berarti bahwa kurva hubungan perpangkatan PC-LK kedua jenis kelamin adalah tumpang-tindih dan data kedua kelamin boleh digabung. Selain itu, pola pertumbuhan ukuran kepala yang sama antar kedua jenis kelamin menunjukkan bahwa fenomena *dimorfisme seksual* (perbedaan sistematik luar antar individu yang berbeda jenis kelamin dalam spesies yang sama) tidak terjadi pada ikan ini.

Jika ukuran pada saat pertama matang ( $PC_{50}$ ) secara teoritis dapat digunakan sebagai acuan ukuran ikan layak tangkap maka dapat dikatakan bahwa ikan hasil tangkapan nelayan di Pulau Ternate dengan rata-rata PC kedua kelamin adalah 535,8 mm telah berukuran layak tangkap karena berada di atas ukuran  $PC_{50}$  yakni 489,7 mm. Tetapi sayangnya Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI no. Per.02/Men/2011 tentang Jalur Penangkapan Ikan dan penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia khususnya Pasal 22 ayat 4 masih membolehkan menangkap ikan pelagis besar termasuk cakalang dengan menggunakan pukat cincin berukuran mata jaring 3 inci atau 76,2 mm. Padahal, jika diasumsikan ukuran lingkaran kepala ikan cakalang sama dengan 2 kali ukuran mata jaring, maka ukuran mata jaring pukat cincin yang layak adalah setengah dari 315,3 mm atau 157,6 mm atau setara dengan 6,2 inci. Dari segi bobot, ikan layak tangkap di perairan sekitar Pulau Ternate adalah berukuran 2482,2 g atau sekitar 2,5 kg.

## KESIMPULAN

Ikan cakalang, *Katsuwonus pelamis*, yang didaratkan di Pulau Ternate pada umumnya telah berukuran di atas ukuran layak tangkap yakni dengan panjang cagak (PC) rata-rata 537,418 untuk ikan betina dan 534,114 mm untuk ikan jantan. Tidak terdapat perbedaan yang nyata panjang cagak

rata-rata antar kedua kelamin tersebut. Ukuran pertama matang kelamin ( $PC_{50}$  ikan) cakalang tersebut adalah pada panjang cagak 489,68 mm. Hubungan panjang cagak dengan berat total (BT) ikan cakalang mengikuti persamaan perpangkatan  $BT = 0,0001 * PC^{2,7232}$  untuk ikan jantan dan  $BT = 0,0002 * PC^{2,6595}$  untuk ikan betina. Kurva kedua persamaan ini saling tumpang-tindih dan memiliki pola pertumbuhan alometrik negatif menurut bobot. Hubungan panjang cagak dengan keliling lingkaran kepala (LK) mengikuti persamaan perpangkatan  $LK = 0,5453 * PC^{1,0263}$  untuk ikan jantan dan  $LK = 0,6519 * PC^{0,9985}$  untuk ikan betina. Kedua kurva ini juga saling tumpang-tindih dan memiliki pola pertumbuhan isometrik secara linear. Ukuran mata jaring yang 'responsible' jika menggunakan pukat cincin untuk menangkap cakalang adalah 6,2 inci.

**Ucapan terima kasih.** Pertama-tama dan paling utama penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayahNya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada kedua orang tua, istri tercinta Ika Siamtiningsih, S.IK dan anak-anak tersayang Putra Izzatullah Khairunnisa dan Naufal Putra Andika yang selalu memberikan motivasi dan dukungan moril selama penelitian, bapak Sadek Wambes pemilik IRT Ikan Fufu Tafure yang telah banyak membantu selama pengambilan data, serta teman-teman seperjuangan mahasiswa Program Studi Ilmu Perairan Program Pascasarjana Unsrat Manado (Budi, Djae, Roger, Asyari, dkk) dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu. Terima kasih atas bantuannya semoga amal baiknya mendapat balasan dari Allah SWT.

## REFERENSI

- ANONIMOUS (2014) *Buku Statistik Tangkap 2008-2013 Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Maluku Utara*. Sofifi.
- COLLETE, B.B. and NAUEN, C.E. (1983) FAO species catalogue. Scrombrids of the world: an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fish. Synop.* FAO Rome, 125 (2), 137 p.
- EFFENDIE, M.I. (1979) *Metode Biologi Perikanan*. Bogor: Yayasan Dewi Sri.
- EFFENDIE, M.I. (2002) *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- HUXLEY, J.S. (1932) *Problems of relative growth*. New York: Lincoln Mac Veagh-The Dial Press.
- JAMAL, M., SONDITA, M.F.A., HALUAN, J., and WIRYAWAN, B. (2011) Pemanfaatan data biologi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dalam rangka pengelolaan perikanan bertanggung jawab di perairan teluk bone. *Jurnal Natur Indonesia*. 14 (1), pp.107-113.
- KING, M. (1995) *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Oxford: Fishing News Books.
- MANIK, N. (2007) Beberapa aspek biologi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di perairan sekitar Pulau Seram Selatan dan Pulau Nusa Laut. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 33, pp. 17-25.
- MATSUMOTO, W.M., SKILLMAN, R.A., and DIZON, A.E. (1984) Synopsis of biological data on skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*. *NOAA technical report. FAO Fisheries Synopsis*, No. 136.
- NAJAMUDDIN, MALLAWA, A., BUDIMAWAN, and INDAR, M.Y.N. (2004) Pendugaan ukuran pertama kali matang gonad ikan layang deles (*Decapterus macrosoma* Bleeker). *Jurnal Sains dan Teknologi*, 4 (1), pp. 1-8.
- SCHAEFER, K.M. (1995) Assessment of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) spawning activity in the eastern Pacific Ocean. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm., Fishery Bull.*, 99 (2), pp. 343-350.
- SCHERRER, B. (1984) *Biostatistique*. Chicoutimi: Gaetan Morin.
- SUMADHIHARGA, K and HUKOM, F.D. (1989) Hubungan panjang-berat, makanan dan reproduksi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Laut Banda. *LIPI Ambon. Perairan Maluku dan Sekitarnya*, pp. 13-23.
- UDUPA, K.S. (1986) Statistical methods of estimating the size at first maturity in fishes. *Fishbyte*, 4 (2), pp. 8-10.
- WILD, A. and HAMPTON, J. (1994) A review of the biology and fisheries for skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, in the Pacific Ocean. In: *Interaction of Pacific tuna fisheries*. Available from: <http://fao.org/docrep/005/t1817e01.htm>.
- WOUTHUYZEN, S., PERISTIWADY, T., MANIK, N., DJOKO, D.E., and HUKOM, F.D. (1990) Makanan dan aspek reproduksi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Laut Banda, suatu studi perbandingan. *LIPI*.

Ambon. *Perairan Maluku dan Sekitarnya*,  
pp. 1-10.  
ZHU, G.P., DAI, X.J., SONG, L.M., and XU, L.X.  
(2011) Size at sexual maturity of bigeye tuna

*Thunnus obesus* (Perciformes: Scombridae) in  
the tropical waters: a comparative analysis.  
*Turkish Journal of Fisheries and Aquatic  
Sciences*, 11, pp. 149-156.