

Size-frequency and allometric growth of the yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), caught in the Molluca Sea, Indonesia

Frekuensi ukuran dan pertumbuhan allometri ikan madidihang, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), yang tertangkap di Laut Maluku, Indonesia

Budi Wahono^{1*} and Lawrence J.L. Lumingas²

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

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

* E-mail: budiw73@yahoo.co.id

Abstract: Yellowfin tuna *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) is a very important species for the world fisheries. Biological information including length-frequency distribution, total length (TL)-head circle length (HCL) relationship, and total length-body weight (BW) relationship were examined for 115 female and 84 male yellowfin tuna, caught in Molluca Sea. Significantly different mean total length was found for female and male yellowfin tuna; the male (mean length 110.66 cm) is bigger than the female (mean length 103.36 cm). The total length-head circle length relationship for female yellowfin tuna can be described as $HCL = 0.7455TL^{0.9565}$ and $HCL = 0.7821TL^{0.9456}$ for male yellowfin tuna. In the HCL-TL relationships, the allometric coefficient (b) values obtained for both female and male yellowfin tuna did not differ significantly from 1 or isometry, which indicates direct proportionality between HCL and TL. The estimated total length-body weight relationship for yellowfin tuna was $BW = 0.0172TL^{2.9826}$ for female and $BW = 0.0223TL^{2.9281}$ for male. In the BW-TL relationships, the allometric coefficient (b) values obtained for both female and male yellowfin tuna did not differ significantly from 3 or isometry, which indicates direct proportionality between BW and TL. This biological information will be useful for the fisheries management of the species studied.

Keywords: *Thunnus albacares*; length frequency distribution; allometric growth

Abstrak: Ikan madidihang *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) merupakan spesies yang sangat penting untuk perikanan dunia. Informasi biologi yang meliputi sebaran frekuensi panjang, hubungan panjang total (PT)-panjang lingkaran kepala (PLK), dan hubungan panjang total-berat tubuh (BT) telah diteliti untuk 115 individu ikan madidihang betina dan 84 individu ikan madidihang jantan yang tertangkap di Laut Maluku. Rata-rata panjang total ikan madidihang betina berbeda nyata dengan rata-rata panjang total ikan madidihang jantan; ikan madidihang jantan (110,66 cm) berukuran lebih besar dibanding ikan madidihang betina (103,36 cm). Hubungan panjang total-panjang lingkaran kepala untuk ikan madidihang betina adalah $PLK = 0,7455PT^{0,9565}$ dan untuk ikan madidihang jantan adalah $PLK = 0,7821PT^{0,9456}$. Dalam hubungan PLK-PT, nilai-nilai koefisien allometri (b) untuk ikan madidihang betina dan jantan tidak berbeda nyata dengan 1 atau isometri, yang mengindikasikan pertumbuhan yang proporsional antara PLK dan PT baik untuk ikan betina maupun untuk ikan jantan. Hubungan panjang total-berat tubuh dugaan adalah $BT = 0,0172PT^{2,9826}$ untuk ikan madidihang betina dan $BT = 0,0223PT^{2,9281}$ untuk ikan madidihang jantan. Dalam hubungan BT-PT, nilai-nilai koefisien allometri (b) untuk ikan madidihang betina dan jantan tidak berbeda nyata dengan 3 atau isometri, yang mengindikasikan pertumbuhan yang proporsional antara BT dan PT baik untuk ikan betina maupun untuk ikan jantan. Informasi biologi ini akan berguna untuk pengelolaan perikanan dari spesies yang dipelajari.

Kata-kata kunci: *Thunnus albacares*; sebaran frekuensi panjang; pertumbuhan allometrik

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil perikanan tangkap terbesar ketiga dunia setelah Tiongkok dan Peru, dengan produksi tangkapan sebesar 5.707.684 ton (FAO, 2013). Salah satu spesies perikanan

tangkap laut yang termasuk 25 spesies produksi teratas dunia adalah *yellowfin tuna*, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), atau di Sulawesi Utara dikenal dengan “ikan madidihang”. Bahkan produksi dunia ikan jenis ini masuk urutan kesembilan dengan produksi sebesar 1.220.812 ton

pada tahun 2010 dengan kenaikan sekitar 0,3% pada tahun 2011 dengan volume produksi sebesar 1.223.907 ton (FAO Fisheries and Aquaculture Department, 2013).

Menurut data Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (2012), selama periode 2001-2011, produksi ikan madidihang Indonesia terus mengalami variasi naik-turun, tetapi tetap mengalami kenaikan rata-rata 4,29% per tahun. Kenaikan paling signifikan terjadi tahun 2011 dengan volume produksi sebesar 176.793 ton atau naik dengan laju 56,73% dibanding produksi tahun 2010, yakni sebesar 112.803 ton. Berdasarkan data tersebut, sejak tahun 2001 dengan produksi ikan madidihang sebesar 153.110 ton terus mengalami penurunan produksi hingga tahun 2008 dengan produksi hanya 82.811 ton, kemudian kembali mengalami kenaikan hingga tahun 2011. Dengan volume produksi sebesar 176.793 ton di tahun 2011, menjadikan Indonesia salah satu negara penghasil utama ikan madidihang dunia dengan kontribusi sebesar 14,44% dengan nilai Rp2.348.139.763.000.

Sulawesi Utara adalah provinsi penghasil utama ikan madidihang di Indonesia. Data Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (2012) menunjukkan bahwa tahun 2011, produksi ikan tuna jenis madidihang Sulawesi Utara mencapai 43.160 ton dengan nilai produksi sebesar Rp166.912.970.000. Volume produksi tersebut memberikan kontribusi sebesar 24,41% dari volume produksi madidihang Indonesia (176.793 ton). Tetapi berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Utara (2013), produksi ikan madidihang Provinsi Sulawesi Utara tahun 2012 mengalami sedikit penurunan dengan hanya mencapai 42.855 ton. Dari data tersebut, Kota Bitung mendominasi produksi ikan madidihang Sulawesi Utara dengan produksi sebesar 33.657 ton (78,5%). Pada umumnya penangkapan ikan madidihang di Sulawesi Utara dilakukan dengan menggunakan pancing tonda, rawai tuna dan pukat cincin di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-NRI) 715 yang meliputi Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram dan Teluk Berau, dan di WPP-NRI 716 yang meliputi Laut Sulawesi sampai sebelah Utara Pulau Halmahera.

Dalam rangka mendukung kebijakan pengelolaan perikanan yang bertanggung jawab seperti yang tertuang dalam *Code of Conduct for Responsible Fisheries* (CCRF) (FAO, 1995) maka pemerintah perlu menetapkan potensi sumber daya ikan dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan di WPP-NRI lewat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor Kep.45/Men/2011 tentang

Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. Berdasarkan keputusan menteri tersebut, status tingkat eksploitasi sumber daya ikan madidihang di Sulawesi Utara (Laut Sulawesi Teluk Tomini dan Laut Maluku) telah menunjukkan tingkat eksploitasi penuh (*fully-exploited*). Dalam status eksploitasi penuh maka penambahan upaya penangkapan (*effort*) tidak akan lagi meningkatkan produksi (*yield*), oleh karenanya perlu mulai dilakukan pengurangan atau pengaturan *effort* (Widodo and Suadi, 2006).

Walaupun demikian, berdasarkan Artikel 6.4 CCRF, pengambilan keputusan konservasi dan manajemen perikanan harus didasarkan pada bukti-bukti ilmiah terbaik. Demikian juga dalam Artikel 12.1, dinyatakan bahwa perikanan yang bertanggung-jawab memerlukan ketersediaan data ilmiah sebagai basis untuk membantu para pengelola dan pemangku kepentingan lainnya dalam pengambilan keputusan (FAO, 1995). Informasi mengenai aspek biologi ikan madidihang, *Thunnus albacares*, di Sulawesi Utara masih kurang memadai. Oleh karenanya diperlukan penelitian mengenai beberapa aspek biologi ikan madidihang di Sulawesi Utara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran ukuran panjang total ikan madidihang, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), baik jantan maupun betina; hubungan berat-panjang total berdasarkan kelamin dan pola pertumbuhan; dan hubungan lingkaran kepala-panjang total ikan madidihang yang tertangkap di Laut Maluku (Sulawesi Utara).

MATERIAL DAN METODA

Pengambilan sampel ikan madidihang dilakukan dari Januari sampai dengan Juni 2010. Ikan madidihang diperoleh setiap bulan pada saat nelayan yang menangkap dengan *hand line* di sekitar Laut Maluku mendaratkan ikan tuna mereka di Pelabuhan Perikanan Bitung. Pengukuran panjang total dan panjang lingkaran kepala digunakan meteran berketelitian 1 mm dan berat basah total tiap individu ikan sampel ditimbang dengan timbangan digital berkapasitas 300 kg dengan ketelitian 0,01 kg. Sebaran frekuensi panjang total ikan dan perbandingan rata-rata panjang total antara ikan jantan dan betina, tetapi juga analisis regresi lainnya dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Statgraphics Centurion XV.I*.

Huxley (1932) telah mengembangkan suatu teknik analisis allometri untuk mempelajari pertumbuhan relatif berbagai bagian tubuh dengan

formula: $y = ax^b$, di mana konstanta a adalah nilai y ketika $x = 1$, konstanta b adalah koefisien allometri (koefisien pertumbuhan relatif atau kemiringan kurva). Hubungan perpangkatan ini diaplikasikan baik untuk hubungan panjang total-panjang lingkaran kepala maupun untuk hubungan panjang total-berat total. Parameter a dan b diduga dengan merubah persamaan perpangkatan tersebut ke dalam bentuk linear melalui transformasi logaritma natural sehingga terbentuk sebagai berikut: $\ln y = \ln a + b \ln x$.

Hubungan regresi ini dilakukan terhadap ikan jantan dan betina, dan masing-masing diuji keberartian regresi dan uji ketidakpasan model regresi dengan analisis varians. Demikian juga dibandingkan parameter-parameter tersebut antara jantan dan betina dengan analisis peragam (analisis kovarians) (Scherrer, 1984). Untuk menguji pola pertumbuhan relatif lingkaran kepala ikan jantan dan betina apakah $b = 1$ (isometrik) atau berbeda dengan 1 (allometrik), dilakukan uji t . Untuk menguji pola pertumbuhan berat ikan jantan dan betina apakah $b = 3$ (isometrik) atau berbeda dengan 3 (allometrik), dilakukan uji t (Effendie, 1979; Scherrer, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Frekuensi Ukuran

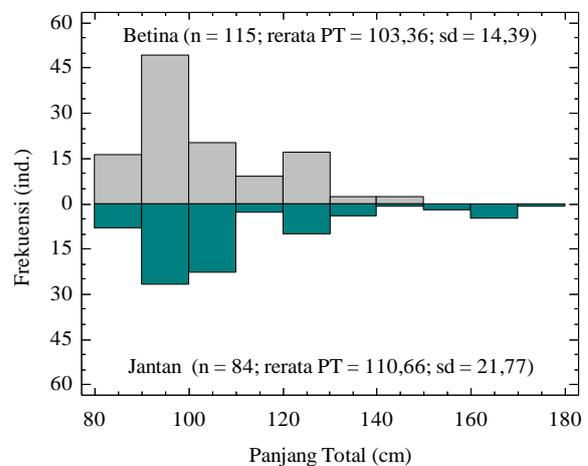
Jumlah total contoh (individu) ikan madidihang, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), yang terakumulasi selama pengambilan contoh, yakni dari Januari sampai dengan Juni 2010 adalah 199 individu yang terdiri dari 84 individu ikan betina dan 115 individu ikan jantan. Ukuran panjang total individu-individu jantan berkisar dari 88 cm sampai dengan 174 cm, dengan ukuran rata-rata 110,66 cm. Sedangkan untuk individu-individu betina berkisar antara 85 cm sampai dengan 150 cm, dengan ukuran rata-rata adalah 103,36 cm.

Uji t dengan asumsi varians tidak sama untuk membandingkan rata-rata panjang total antara sampel madidihang jantan dengan sampel betina menunjukkan nilai $p < 0,05$, yang berarti menolak hipotesis nol untuk $\alpha = 0,05$. Dengan kata lain menerima hipotesis alternatif yang menyatakan bahwa rata-rata panjang total ikan jantan dan betina tidak sama. Jadi dapat disimpulkan bahwa rata-rata panjang total ikan madidihang jantan lebih besar dibanding ikan madidihang betina. Demikian juga dengan perhitungan selang kepercayaan 95% untuk rata-rata panjang total ikan madidihang, di mana salah satu rata-rata panjang total tidak tumpang-tindih dengan selang kepercayaan 95% rata-rata

panjang total lainnya (selang kepercayaan 95% untuk rata-rata panjang total ikan madidihang jantan adalah 105,931-115,379 cm dan betina adalah 100,699-106,014 cm).

Histogram sebaran frekuensi panjang total ikan madidihang jantan dan betina dapat dilihat pada Gambar 1. Histogram untuk masing jenis kelamin ditentukan secara sepihak menjadi 10 kelas dengan interval masing-masing kelas adalah 10 cm. Kisaran ukuran panjang total ikan madidihang jantan lebih lebar dibanding ikan betina di mana ikan jantan terdiri dari 10 kelas dan ikan betina hanya terdiri 7 kelas. Nampak pada histogram adanya multimodal yakni 3 modus pada ikan jantan dan 2 modus pada ikan betina. Ikan madidihang betina tidak memiliki kelompok ukuran lebih besar 150 cm.

Menurut Collette (2001), ukuran panjang garpu maksimum ikan madidihang adalah 195 cm, tetapi umumnya berukuran panjang garpu 150 cm. Di sepanjang pantai Andhra (India), Rohit and Rammohan (2009) melaporkan bahwa ikan madidihang yang tertangkap berukuran panjang garpu dari 30 cm sampai 190 cm dengan panjang garpu rata-rata 106 cm dan modus pada 90 cm dan 130 cm. Mereka juga melaporkan bahwa ikan madidihang berukuran kecil (30–70 cm) berlimpah pada bulan Juni sampai Juli sedangkan yang berukuran besar (>100 cm) berlimpah pada bulan November sampai Januari. Di perairan pantai Sri Langka, Dissanayake *et al.* (2008) melaporkan bahwa ukuran ikan madidihang yang tertangkap berkisar dari 30 cm sampai 150 cm dengan dominan pada kelas 95–120 cm dan panjang rata-rata adalah 120 cm.



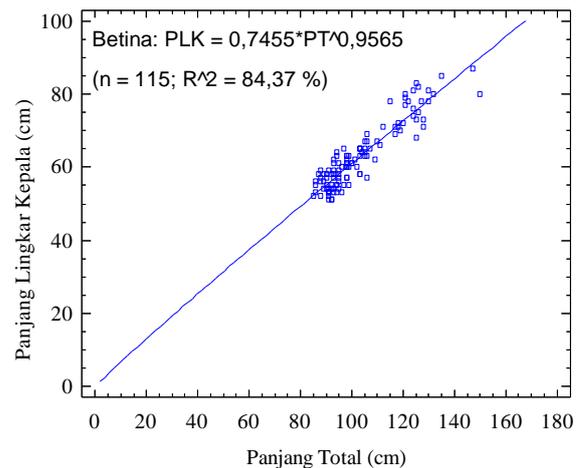
Gambar 1. Histogram frekuensi panjang total ikan madidihang (*Thunnus albacares*) jantan dan betina dari perairan Laut Maluku

Di Samudera Pasifik bagian Barat dan Tengah, ikan madidihang tertangkap dengan berbagai jenis alat tangkap. Kapal-kapal yang menggunakan alat tangkap *long line* mendaratkan ikan madidihang berukuran panjang garpu >100 cm, sedangkan kapal-kapal *purse seine* dan *pole and line* menangkap ikan madidihang baik berukuran kecil (40-60 cm) sampai berukuran besar (Lehodey and Leroy, 1999). Di perairan tersebut, Lehodey and Leroy (1999) mendapatkan panjang asimptot ikan madidihang sebesar 151,7 cm. Menurut Harley et al. (2011), perikanan domestik di Filipina dan Indonesia sering menangkap sejumlah besar ikan tuna kecil berukuran sekitar 20-50 cm. Dalam perikanan *purse seine*, ikan madidihang kecil tersebut sering tertangkap terutama berasosiasi dengan rumpun. Tetapi tangkapan utama perikanan *purse seine* adalah ikan madidihang dewasa berukuran >100 cm, bahkan dalam kasus tahun 2008, tertangkap yang berukuran 120-130 cm. Andamari et al. (2012) telah mengukur sebanyak 128 individu ikan madidihang yang tertangkap dengan *long line* di Samudera Hindia tetapi yang didaratkan di Pelabuhan Benoa dan mendapatkan ukuran panjang cagak terkecil adalah 112 cm dan terpanjang adalah 160 cm dengan panjang cagak rata-rata adalah 141,5 cm.

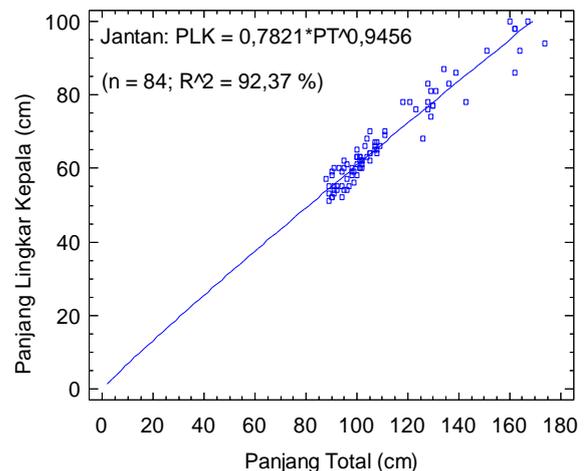
Dimorfisme seksual telah terdeteksi untuk ikan madidihang di Samudera Pasifik bagian Timur dengan menggunakan metode lingkaran harian pada otolith (Wild, 1986), di mana pada individu muda, ikan betina berukuran lebih besar dari pada ikan jantan, tetapi pada umur sekitar 2 tahun atau berukuran panjang garpu sekitar 95 cm, ikan jantan menjadi lebih besar dari pada ikan betina.

Hubungan Panjang Total-Panjang Lingkar Kepala

Variasi ukuran organisme biasanya dihubungkan dengan variasi bentuk atau morfologinya. Pada ikan misalnya, laju pertumbuhan satu bagian tubuh sering berkorelasi dengan laju pertumbuhan bagian tubuh lainnya. Hubungan antara ukuran panjang total ikan dengan ukuran tubuh lainnya sering digunakan untuk studi-studi taksonomi. Studi mengenai perbedaan dalam laju pertumbuhan antar bagian tubuh sering diistilahkan dengan pertumbuhan allometri (Huxley, 1932), dan sering dinyatakan dalam model regresi perpangkatan. Hubungan bagian-bagian tubuh ini sering bervariasi antar jenis kelamin terutama pada spesies-spesies dimorfisme seksual, atau antar populasi dari spesies yang sama. Laju pertumbuhan panjang ikan terkadang tidak proporsional dengan laju pertumbuhan bagian tubuh lainnya seperti



Gambar 2. Hubungan allometri antara panjang total (PT) dan panjang lingkar kepala (PLK) ikan madidihang (*Thunnus albacares*) betina dari Laut Maluku



Gambar 3. Hubungan allometri antara panjang total (PT) dan panjang lingkar kepala (PLK) ikan madidihang (*Thunnus albacares*) jantan dari Laut Maluku

panjang lingkar kepala. Studi hubungan panjang total dengan panjang lingkar kepala dapat berguna dalam tindakan manajemen perikanan; misalnya untuk menentukan ukuran mata jaring yang dapat digunakan untuk menangkap ikan dihubungkan dengan ukuran panjang total pertama matang secara seksual (PT_{50}). Sebanyak 199 individu ikan madidihang yang terdiri dari 84 individu ikan betina dan 115 individu ikan jantan telah digunakan untuk studi hubungan panjang total dan panjang lingkar kepala. Walaupun sebaran awan titik-titik pengamatan kedua variabel tersebut nampak linear, data pengamatan tersebut telah dicocokkan dengan kurva perpangkatan sebagaimana diusulkan Huxley (1932).

Hubungan regresi panjang total-lingkar kepala ikan madidihang (*Thunnus albacares*) mengikuti model perpangkatan (multiplikatif), sebagai berikut:

Betina (Gambar 2): $PLK = 0,7455 PT^{0,9565}$
($n = 115$; $R^2 = 84,37\%$) atau
 $\ln(PLK) = -0,2937 + 0,9565 \ln(PT)$

Jantan (Gambar 3): $PLK = 0,7821 PT^{0,9456}$
($n = 84$; $R^2 = 92,37\%$) atau
 $\ln(PLK) = -0,2458 + 0,9456 \ln(PT)$

Terdapat hubungan yang nyata secara statistik antara panjang lingkaran kepala dan panjang total ikan madidihang betina pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$). Panjang lingkaran kepala ikan madidihang betina secara nyata berhubungan dengan panjang totalnya, di mana panjang lingkaran kepala naik dengan naiknya panjang totalnya. Koefisien determinasi (R^2), yang juga disebut koefisien korelasi berganda, yang mengukur proporsi variasi panjang lingkaran kepala yang dijelaskan oleh panjang total ikan betina adalah 84,37 %. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa 84,37 % variasi panjang lingkaran kepala dijelaskan oleh panjang total atau sebaliknya. Koefisien korelasi (r) sama dengan 0,92, mengindikasikan relatif kuatnya hubungan antara kedua variabel.

Uji ketidakpasan model dirancang untuk menentukan apakah model yang dipilih cocok menggambarkan data pengamatan. Uji ini dilakukan dengan membandingkan variabilitas residu dari model yang digunakan dengan variabilitas antar pengamatan pada nilai berulang dari variabel bebasnya. Karena nilai $p \geq 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan nampak sesuai dengan data amatan pada tingkat kepercayaan 95 %. Dengan kata lain, hubungan antara panjang lingkaran kepala dan panjang total ikan madidihang betina mengikuti model perpangkatan atau model linear setelah transformasi log natural.

Demikian juga untuk ikan madidihang jantan, terdapat hubungan yang nyata secara statistik antara panjang lingkaran kepala dan panjang total pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$). Panjang lingkaran kepala ikan madidihang jantan secara nyata berhubungan dengan panjang totalnya, di mana panjang lingkaran kepala naik dengan naiknya panjang totalnya. Koefisien determinasi (R^2) yang mengukur proporsi variasi panjang lingkaran kepala yang dijelaskan oleh panjang total ikan jantan adalah 92,37%. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa 92,37% variasi panjang lingkaran kepala dijelaskan oleh panjang total atau sebaliknya.

Koefisien korelasi (r) sama dengan 0,96, mengindikasikan relatif kuatnya hubungan antara kedua variabel.

Karena $p \geq 0,05$ dalam uji ketidakpasan model, maka dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan nampak sesuai dengan data amatan pada tingkat kepercayaan 95%. Dengan kata lain, hubungan antara panjang lingkaran kepala dan panjang total ikan madidihang jantan mengikuti model perpangkatan atau model linear setelah transformasi logaritma natural.

Uji- t untuk hipotesis $b = 1$ dari model fungsi perpangkatan antara panjang lingkaran kepala dan panjang total ikan madidihang betina menunjukkan hasil yang tidak nyata ($t_{hitung} = 1,1224$, $p > 0,05$) atau isometrik. Demikian juga dengan uji- t untuk hipotesis $b = 1$ dari model fungsi perpangkatan antara panjang lingkaran kepala dan panjang total ikan madidihang jantan menunjukkan hasil yang tidak nyata ($t_{hitung} = 1,8114$, $p > 0,05$) atau isometrik.

Karena koefisien allometri tidak berbeda dengan 1 untuk ikan betina dan jantan, maka dapat disimpulkan bahwa laju pertumbuhan lingkaran kepala seiring atau proporsional dengan laju pertumbuhan panjang totalnya (atau sebaliknya) untuk kedua gender. Dengan kata lain, baik ikan madidihang betina maupun jantan, tidak terjadi perubahan bentuk tubuh selama pertumbuhan ikan tersebut atau tidak menunjukkan fenomena dimorfisme seksual ditinjau setidaknya dari bentuk kepala. Hal ini diperkuat dengan analisis kovarians (ANKOVA) yang menunjukkan tidak berbeda nyata baik parameter b (koefisien allometri) maupun $\ln a$ (intersep) dalam hubungan panjang lingkaran kepala dan panjang total antara ikan betina dan ikan jantan (keduanya memiliki $p > 0,05$). Kurva perpangkatan hubungan panjang lingkaran kepala dan panjang total baik ikan betina maupun jantan, keduanya tumpang tindih sehingga boleh digabung menjadi satu kurva umum.

Di Samudera Pasifik bagian barat khususnya di selatan Taiwan dan utara Filipina, Sun *et al.* (2005) mengestimasi panjang pada 50% kematangan seksual ikan madidihang pada panjang 107 cm atau berumur sekitar 2,4 tahun. Di Filipina dan Indonesia, Itano (2000) melaporkan panjang pertama matang seks > 98 cm. Di Samudera Pasifik bagian timur, Schaefer (1998) mengestimasi 50% kematangan gonad ikan madidihang pada 92 cm, lebih kecil dibanding dengan di Samudera Pasifik bagian barat. Jika diasumsikan ikan madidihang yang tertangkap di sekitar perairan Sulawesi Utara pertama matang secara seksual pada panjang total (PT_{50}) 100 cm, maka setidaknya dalam rangkai pengelolaan perikanan madidihang secara bijaksana

dan bertanggung-jawab harus menggunakan jaring dengan 'mesh-size' sekitar 30 cm.

Hubungan Panjang Total-Berat Total

Hubungan panjang-berat merupakan alat penting dalam biologi dan fisiologi serta ekologi ikan, dan juga kajian perikanan (Andrade and Campos, 2002; Zhu et al., 2008). Awalnya, hubungan panjang-berat digunakan untuk memberikan informasi tentang kondisi ikan dan menentukan pola pertumbuhan ikan, apakah isometrik atau allometrik (Ricker, 1975). Dalam keadaan tertentu sulit untuk menimbang sampel ikan, lebih mudah mengukur sampel dalam panjang (Ward and Ramerez, 1992). Hubungan panjang-berat ini berguna untuk menentukan berat dan biomassa ketika hanya ukuran panjang yang tersedia dan juga sebagai indikator kondisi, dan memungkinkan perbandingan pertumbuhan spesies antar daerah (antar populasi) (Zhu et al., 2008). Menduga berat rata-rata ikan dari kelas panjang diperlukan untuk kajian biomassa lewat model analitik (Andrade and Campos, 2002). Parameter hubungan panjang-berat tahunan dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan dalam kondisi umum reproduksi ikan albakora (Macias et al., 2011). Hubungan ini biasanya mengikuti model perpangkatan (multiplikatif) dengan pangkat mendekati hukum kubik (sekitar 3). Parameter model (α dan β) dapat bervariasi baik antar populasi maupun antar jenis kelamin.

Dalam penelitian ini, hubungan panjang-berat dibuat berdasarkan jenis kelamin yakni terhadap 84 individu ikan madidihang jantan berukuran panjang total 88 cm sampai dengan 174 cm dengan berat 11 kg sampai dengan 75 kg dan 115 individu betina berukuran panjang total 85 cm sampai dengan 150 cm dengan berat 10 kg sampai dengan 49 kg. Hubungan regresi panjang total – berat total ikan madidihang (*Thunnus albacares*) mengikuti model perpangkatan (multiplikatif) sebagai berikut:

Betina (Gambar 4): $BT = 0,0172 PT^{2,9826}$
($n = 115$; $R^2 = 96,79\%$) atau
 $\ln(BT) = -4,0631 + 2,9826 \ln(PT)$

Jantan (Gambar 5): $BT = 0,0223 PT^{2,9281}$
($n = 84$; $R^2 = 98,69\%$) atau
 $\ln(BT) = -3,8054 + 2,9281 \ln(PT)$

Terdapat hubungan yang nyata secara statistik antara berat total dan panjang total ikan madidihang betina pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$). Berat total ikan madidihang betina secara nyata berhubungan dengan panjang totalnya, di

mana berat total naik dengan naiknya panjang totalnya. Koefisien determinasi (R^2), yang juga disebut koefisien korelasi berganda, yang mengukur proporsi variasi berat total yang dijelaskan oleh panjang total ikan betina adalah 96,79%. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa 96,79% variasi berat total dijelaskan oleh panjang total atau sebaliknya. Koefisien korelasi (r) sama dengan 0,98, mengindikasikan relatif kuatnya hubungan antara kedua variabel.

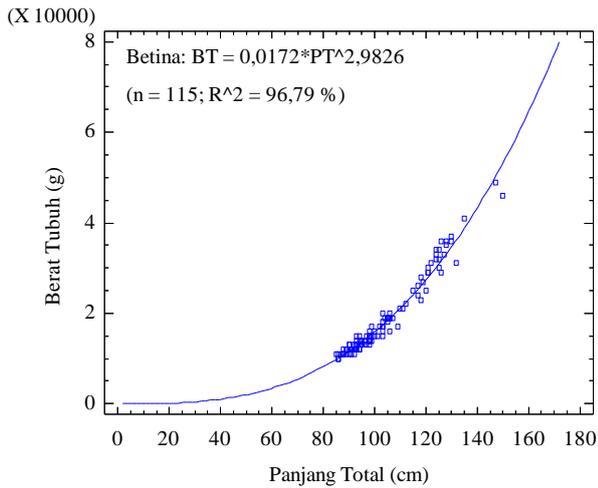
Karena $p \geq 0,05$ dalam uji ketidakpasan model, maka dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan nampak sesuai dengan data amatan pada tingkat kepercayaan 95%. Dengan kata lain, hubungan antara berat total dan panjang total ikan madidihang betina mengikuti model perpangkatan atau model linear setelah transformasi logaritme natural.

Demikian juga untuk ikan madidihang jantan, terdapat hubungan yang nyata secara statistik antara berat total dan panjang total pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$). Berat total ikan madidihang jantan secara nyata berhubungan dengan panjang totalnya, di mana berat total naik dengan naiknya panjang totalnya. Koefisien determinasi (R^2) yang mengukur proporsi variasi berat total yang dijelaskan oleh panjang total ikan jantan adalah 98,69%. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa 98,69% variasi berat total dijelaskan oleh panjang total atau sebaliknya. Koefisien korelasi (r) sama dengan 0,99, mengindikasikan relatif kuatnya hubungan antara kedua variabel.

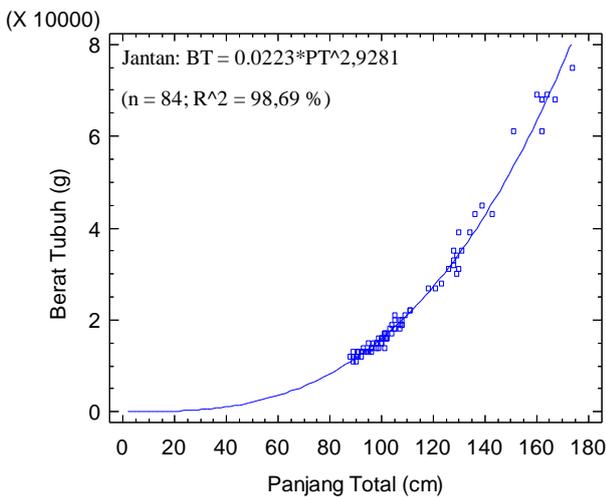
Karena $p \geq 0,05$ dalam uji ketidakpasan model, maka dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan nampak sesuai dengan data amatan pada tingkat kepercayaan 95%. Dengan kata lain, hubungan antara berat total dan panjang total ikan madidihang jantan mengikuti model perpangkatan atau model linear setelah transformasi logaritma natural.

Uji- t untuk hipotesis $b=3$ dari model fungsi perpangkatan antara berat total dan panjang total ikan madidihang betina menunjukkan hasil yang tidak nyata ($t_{hitung} = 0,3411$, $p > 0,05$) atau isometrik. Demikian juga dengan uji- t untuk hipotesis $b=3$ dari model fungsi perpangkatan antara berat total dan panjang total ikan madidihang jantan menunjukkan hasil yang tidak nyata ($t_{hitung} = 1,9278$, $p > 0,05$) atau isometrik.

Karena koefisien allometri tidak berbeda dengan 3, untuk ikan betina dan jantan, maka dapat disimpulkan bahwa laju pertumbuhan berat total atau proporsional dengan laju pertumbuhan panjang total kubiknya (atau sebaliknya) untuk kedua



Gambar 4. Hubungan allometri antara panjang total (PT) dan berat total (BT) ikan madidihang (*Thunnus albacares*) betina dari Laut Maluku



Gambar 5. Hubungan allometri antara panjang total (PT) dan berat total (BT) ikan madidihang (*Thunnus albacares*) jantan dari Laut Maluku

gender. Dengan kata lain, baik ikan madidihang betina maupun jantan, tidak terjadi perubahan proporsi panjang-berat selama pertumbuhan ikan tersebut. Hal ini diperkuat dengan analisis kovarians (ANKOVA) yang menunjukkan tidak berbeda nyata baik parameter b (koefisien allometri) maupun $\ln a$ (intersep) dalam hubungan berat total dan panjang total antara ikan betina dan ikan jantan (keduanya memiliki $p > 0,05$). Kurva perpangkatan hubungan berat total dan panjang total baik ikan betina maupun jantan, keduanya tumpang tindih sehingga boleh digabung menjadi satu kurva umum.

Hubungan panjang-berat ikan madidihang jauh dari konstan, parameter-parameternya dapat bervariasi berdasarkan daerah, musim, gender, antar

tahun, dan juga metode penangkapan (Ward and Ramirez, 1992). Menurut Bagenal and Tesch (1978), hubungan panjang-berat ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti musim, habitat, ketersediaan makanan, laju pengambilan makanan, perkembangan gonad, gender, periode pemijahan, kesehatan, teknik pengawetan, dan daerah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ikan madidihang di Laut Maluku yang ditangkap dengan *hand line* tidak menunjukkan perbedaan nyata parameter allometri hubungan panjang-berat antar gender. Juga hasil penelitian panjang-berat ini nampak tidak berbeda jauh dengan penelitian Yamanaka (1990) ikan madidihang di Laut Sulawesi, yang mendapatkan $a = 0,0146$ dan $b = 3,064$. Sebaliknya, hasil ini berbeda dengan penelitian Andamari *et al.* (2012) di Samudera Hindia (didaratkan di Pelabuhan Benoa) yang mendapatkan nilai $b = 2,8828$ atau allometri minor ($b < 3$). Zhu *et al.* (2008) telah membandingkan parameter allometri hubungan panjang-berat ikan madidihang antar samudera dan mendapatkan perbedaan nyata antar samudera (Samudera Atlantik: $a = 0,0166$, $b = 2,969$, allometri minor; Samudera Hindia: $a = 0,0163$, $b = 2,985$, allometri minor; Samudera Pasifik bagian timur: $a = 0,0042$, $b = 3,244$, allometri mayor).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang beberapa aspek biologi ikan madidihang (*Thunnus albacares*) yang berasal dari Laut Maluku ini dapat disimpulkan sebagai berikut: Rata-rata panjang total ikan madidihang jantan (110,66 cm) lebih besar dibanding ikan madidihang betina (103,36 cm). Dari sampel diperoleh bahwa ikan madidihang dapat mencapai ukuran sekitar 174 cm tetapi ikan madidihang betina tidak memiliki kelompok ukuran lebih besar 150 cm. Pada ukuran lebih kecil 130 cm didominasi ikan betina, di atas ukuran tersebut didominasi ikan jantan. Dari morfologi ukuran kepala tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara ikan betina dan jantan. Laju pertumbuhan lingkaran kepala proporsional dengan laju pertumbuhan panjang total (pertumbuhan isometri) ikan madidihang baik untuk ikan betina maupun ikan jantan. Dari segi pertumbuhan relatif berat total ikan madidihang, tidak terdapat perbedaan yang nyata antara ikan betina dan ikan jantan. Demikian juga laju pertumbuhan berat tubuh proporsional dengan laju pertumbuhan panjang total (pertumbuhan isometri) ikan madidihang baik untuk ikan betina maupun ikan jantan. Informasi-informasi biologi ini akan

sangat bermanfaat untuk pengelolaan perikanan ikan madidihang di Sulawesi Utara khususnya di Laut Maluku.

REFERENSI

- ANDAMARI, R., HUTAPEA, J.H. and PRISANTOSO, B.I. (2012) Aspek reproduksi ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4 (1), pp. 89-96.
- ANDRADE, H.A. and CAMPOS, R.O. (2002) Allometry coefficient variations of the length-weight relationship of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught in the southwest South Atlantic. *Fisheries Research*, 55, pp. 307-312.
- BAGENAL, T.B. and TESCH, F.W. (1978) Age and growth. In: BAGENAL, T. (ed.) *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Sci.Publ. pp. 101-130.
- COLLETTE, B.B. (2001) Scombridae: Tunas (also, albacore, bonitos, mackerels, seerfishes, and wahoo). In: CARPENTER, K. E. and NIEM, V. H. (eds.) *The living marine resources of the Western Central Pacific. Bony fishes part 4 (Labridae to Latimeriidae)*. Volume 6. Rome: FAO Species identification guide for fishery purposes, pp. 3381-4218.
- DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN PROVINSI SULAWESI UTARA (2013) *Buku Tahunan Statistik Perikanan dan Kelautan Sulawesi Utara Tahun 2012*.
- DIREKTORAT JENDERAL PERIKANAN TANGKAP (2012) *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia, 2011*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- DISSANAYAKE, D.C.T., SAMARAWEEERA, E.K.V. and AMARASIRI, C. (2008) Fishery and feeding habits of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) targeted by coastal tuna longlining in the north western and north eastern coasts of Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Aquatic Science*, 13, pp. 1-21.
- EFFENDIE, M.I. (1979) *Metode Biologi Perikanan*. Bogor: Yayasan Dewi Sri.
- FAO (2013) *The State of World Fisheries and Aquaculture 2012* [FTP] FAO Rome. Available from: <ftp://ftp.fao.org/FI/news/GlobalCaptureProductionStatistics2011.pdf>.
- FAO (1995) *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. Rome: FAO.
- FAO FISHERIES AND AQUACULTURE DEPARTMENT (2013) *Global Capture Fisheries Production Statistics for the year 2011* [FTP] FAO Rome. Available from: <ftp://ftp.fao.org/FI/news/GlobalCaptureProductionStatistics2011.pdf>
- HUXLEY, J.S. (1932) *Problems of relative growth*. London: Methuen.
- ITANO, D.G. (2000) *The Reproductive Biology of Yellowfin Tuna (Thunnus albacares) in Hawaiian Water and the Western Tropical Pacific Ocean: Project Summary*. PFRP, JIMAR, UH, HI. JIMAR. Contribution 00-328.
- LEHODEY, P. and LEROY, B. (1999) *Age and growth of yellowfin tuna (Thunnus albacares) from the Western and Central Pacific Ocean as indicated by daily growth increments and tagging data*. Tahiti: Working Paper YFT Standing Committee on Tuna and Billfishes, 16-23 Jun 1999.
- MACIAS, D., et al. (2011) Weight-length relationships and condition factor of Mediterranean population of albacore (*Thunnus alalunga*). *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 66 (5), pp. 1913-1918.
- ROHIT, P. and RAMMOHAN, K. (2009) Fishery and biological aspect of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, along Andhra Coast, India. *Asian Fisheries Science*, 22, pp. 235-244.
- RICKER, W. E. (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin. Fisheries Research Board of Canada*, 191.
- SCHAEFER, K.M. (1998) Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission. Bulletin*, 21 (5), pp. 205-221.
- SCHERRER, B. (1984) *Biostatistique*. Canada: Gaetan Morin Editeur, Boucherville.
- SUN, C., WANG, W. and YEH, S. (2005) *Reproductive biology of yellowfin tuna in the central and western Pacific Ocean*. New Caledonia: 1st Meeting of the Scientific Committee of the Western and Central Pacific Fisheries Commission, WCPFC-SCI, Noumea, 8-19 August 2005.
- WARD, P.J. and RAMEREZ, C.M. (1992) *Length and weight relationships for yellowfin tuna in the western Pacific*. Australia: Fisheries Resources Branch, Bureau of Rural Resources, Canberra Act 2601.

- WIDODO, J. and SUADI (2006) *Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- WILD, A. (1986) Growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean based on otolith increments. *Inter-America Tropical Tuna Commission. Bulletin*, 18 (6), pp. 423-482.
- YAMANAKA, K.L. (1990) *Age, growth and spawning of yellowfin tuna in the southern Philippines*. IPTP/90/WP/21.
- ZHU, G., XU, L., ZHOU, Y. and DAI, X. (2008) Length frequency compositions and weight-length relations for bigeye tuna, yellowfin tuna, and albacore (Perciformes: Scombrinae) in the Atlantic, Indian, and eastern Pacific oceans. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 38 (2), pp. 157-161.

Diterima: 30 September 2013

Disetujui: 15 Oktober 2013