

KARAKTERISTIK HAMBUR BALIK AKUSTIK PADA IKAN KAKAKTUA (*Chlorurus sordidus*) MELALUI PENGUKURAN SECARA EX-SITU DENGAN METODE AKUSTIK

*Characteristics of Acoustic Backscatter of Parrot Fish (*Chlorurus sordidus*) Through Ex-Situ Measurement by Acoustic Method*

Deddy Bakhtiar¹⁾, Indra Jaya²⁾, Henry M. Manik²⁾, Hawis H. Madduppa²⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Kelautan Sekolah Pascasarjana IPB University Bogor.

²⁾ Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB University, Bogor

Email : deddybakhtiar@unib.ac.id

Diserahkan tanggal 7 Desember 2019, Diterima tanggal 11 Oktober 2020

ABSTRAK

Ikan kakaktua (*Chlorurus sordidus*) merupakan salah satu ikan herbivora pada ekosistem terumbu karang yang memiliki peran dalam menjaga kesehatan terumbu karang. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik hambur balik akustik ikan kakaktua dan hubungannya dengan ukuran panjang ikan. Manfaat dari penelitian ini berguna untuk pendugaan distribusi ukuran dan kelimpahan ikan kakaktua di suatu perairan. Pengukuran hambur balik akustik dilakukan secara ex-situ menggunakan metode tethered, dimana ikan kakaktua digantung pada kedalaman 2 meter di bawah transduser dan di sounding dengan echosounder Simrad EK-15 pada frekuensi 200 kHz. Data hasil perekaman dianalisis dengan software Echoview 8 untuk memperoleh data target strength (TS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hambur balik ikan kakaktua (*C. sordidus*) memiliki nilai TS rata-rata -49.42 dB pada ukuran panjang baku berkisar 14 sampai 22 cm. Perbedaan nilai TS pada ikan kakaktua diduga dipengaruhi ukuran panjang tubuh, panjang gelembung renang dan aktifitas renang. Rasio ukuran panjang gelembung renang dan panjang tubuh tidak menunjukkan keterkaitannya dengan nilai TS. Hubungan antara TS dan panjang baku ikan kakaktua (*C. sordidus*) diformulasikan dalam persamaan $TS = 10,43 \text{ Log SL} - 62,65$ ($R^2 = 0,752$). Hasil ini berbeda dengan ketentuan Love (1977) dimana hambur balik akustik dari ikan merupakan kuadrat dari ukuran panjang ikan yang tetapkan dengan nilai *slope* (b) sebesar 20.

Kata kunci: target strength; gelembung renang; ikan herbivora; metode tethered; 20 log L.

ABSTRACT

Parrot fish (*Chlorurus sordidus*) is one of the herbivorous fish in coral reef ecosystems that has a role in maintaining the health of coral reefs. This study aims to study the characteristics of acoustic backscattering of parrot fish and their relationship to fish length measurements. The benefits of this study are useful for estimating the size and abundance distribution of parrot fish in a waters. Acoustic backscattering measurements were carried out ex-situ using the tethered method, where the parrot fish was hung at a depth of 2 meters below the transducer and sounded with a Simrad EK-15 echosounder at a frequency of 200 kHz. Recording data were analyzed with Echoview 8 software to obtain target strength (TS) data. The results showed that the backscatter of parrot fish (*C. sordidus*) had an average TS value of -49.42 dB at standard lengths ranging from 14 to 22 cm. Differences in TS values in parrot fish are thought to be influenced by body length, swimbladder length and swimming activity. The ratio of the size of the swimbladder length and body length does not indicate an association with TS values. The relationship between TS and standard length of parrot fish (*C. sordidus*) was formulated in the equation $TS = 10.43 \text{ Log SL} - 62.65$ ($R^2 = 0.752$). This result is different from the Love (1977) provision where the acoustic backscatter of a fish is the square of the length of the fish set with a slope (b) of 20.

Keywords: target strengt; swimbladder; herbivorous fish; tethered method; 20 log L

PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem perairan dengan produktivitas yang tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan perairan ini sering dijadikan sebagai tempat pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*), dan mencari makan (*feeding ground*) bagi berbagai jenis ikan dan invertebrata (Rani, 2003). Mengingat tingginya peranan ekologi ekosistem terumbu karang bagi kelangsungan biota yang menghuni di dalamnya, sehingga ekosistem ini perlu dijaga dari kerusakan.

Upaya perlindungan ekosistem terumbu karang dapat diawali dengan menyusun suatu perencanaan strategis pengelolaan. Upaya pengelolaan yang dapat dilakukan adalah dengan menjaga kelimpahan ikan terumbu yang ada di dalamnya diantaranya adalah jenis ikan herbivora. Ikan yang termasuk kelompok herbivora diantaranya suku Acanthuridae, Kyphosidae dan Scaridae (Choat *et al.*, 2002) dan ikan kakaktua termasuk dalam suku Scaridae. Jenis ikan kakak tua biasanya mendiami perairan terumbu karang, rata-rata terumbu dangkal hingga laguna (Kuitert dan Tono-zuka, 2001). Menurut Damhudy *et al.* (2011) langkah strategi pengelolaan terumbu

karang salah satunya adalah dengan mempertahankan dan meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman ikan-ikan herbivora. Keberadaan ikan-ikan herbivora merupakan salah satu faktor biologi utama yang membantu proses pemulihan terumbu karang. Mumby (2009) membuktikan bahwa keberadaan ikan kakaktua membantu rekrutmen penempelan juvenile karang dengan membersihkan pesaingnya yaitu makroalga.

Bagi nelayan di Kota Bengkulu ikan kakak tua atau ikan bayam (nama lokal) merupakan salah satu ikan target utama penangkapan ikan. Ikan Kakatua (*Scarus sp*) banyak diminati hal ini dikarenakan rasanya yang enak dan harganya yang terjangkau. Menurut Lestari *et al.* (2017) ikan Kakatua merupakan salah satu komoditas hasil tangkapan nelayan dan merupakan nilai ekonomis penting. Salah satu perairan di Kota Bengkulu dengan ekosistem terumbu karang yang luas dan kaya akan keanekaragaman ikan terumbu adalah perairan Pulau Tikus. Hasil kajian ikan terumbu di perairan Pulau Tikus teridentifikasi sebanyak 1.277 ekor yang mewakili 104 jenis dan 19 suku. Pada suku Scaridae ditemukan sebanyak 5 jenis ikan kakak tua terutama dari jenis *Chlorurus sordidus* (Bakhtiar *et al.* 2012). Kelimpahan ikan herbivora yang tinggi dari suku Scaridae menunjukkan bahwa ikan dari jenis kakak tua (*parrotfish*) memiliki peran yang lebih besar dalam ekosistem terumbu karang dan merupakan spesies dasar dari ikan herbivora (Grimsditch dan Salm, 2006).

Keberadaan ikan kakatua sebagai ikan herbivora sangat penting dalam menjaga kesehatan terumbu karang. Namun upaya penangkapan ikan kakak tua yang tidak terkendali dapat menyebabkan berkurangnya kelimpahan dan ukuran ikan sebagaimana dilaporkan Choat *et al.* (2003) penangkapan intensif akan mengurangi kelimpahan, ukuran maksimum dan usia maksimum ikan kakak tua *Sparisoma viride* di perairan Karibia.

Upaya yang dapat dilakukan untuk memelihara, mempertahankan, dan meningkatkan komposisi jumlah dan struktur komunitas ikan herbivora dengan cara melakukan pembatasan penangkapan ikan-ikan tersebut. Pada pola pengelolaan harvest strategy data ukuran ikan menjadi salah satu parameter utama bagi rekomendasi pengelolaan. Menurut Patanda dan Rahmani (2018) pengaturan ukuran panjang ikan sangat diperlukan karena dengan pengaturan ukuran panjang ikan akan memberi kesempatan kepada ikan berkembang biak sehingga keberlanjutan ikan kakatua tetap tersedia. Salah satu metode untuk mengetahui ukuran ikan secara cepat dan in situ adalah menggunakan metode akustik. Pada metode akustik ukuran ikan dapat diketahui berdasarkan karakteristik hambur balik akustik dari sinyal suara yang dipancarkan. Informasi tentang karakteristik hambur balik akustik ikan kakaktua sangat diperlukan untuk tujuan pengeloaan sumberdaya perikanan khususnya sumber daya perikanan karang. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik hambur balik akustik ikan kakak tua (*Chlorurus sordidus*) dan hubungannya dengan ukuran panjang ikan kakak tua tersebut. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi pemanfaatan persamaan empiris pendugaan ukuran panjang ikan secara akustik dalam pengelolaan sumber daya ikan kakaktua.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perairan pulau Tikus Kota Bengkulu yang berjarak sekitar 9 km dari Kota Bengkulu. Lokasi penelitian merupakan laguna terumbu karang yang relatif tenang dan dalam (sekitar 12 meter) (Gambar 1). Waktu pengukuran dilakukan pada bulan September 2017.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Pulau Tikus Kota Bengkulu

Alat dan Bahan

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *scientific echosounder* Simrad EK-15 dengan frekuensi

200 kHz (spesifikasi dan paramater alat disajikan pada Tabel 1). Bahan penelitian berupa jenis ikan kakak tua (*C. sordidus*)

yang merupakan salah satu jenis ikan terumbu herbivora dominan di perairan pulau Tikus sebanyak 9 ekor.

Sebelum melakukan pengukuran dan *sounding* terhadap ikan penelitian, peralatan akustik yang sudah terpasang terlebih dahulu di kalibrasi. Kalibrasi echosounder dilakukan dengan metode target standar (Foote *et al.* 1987) menggunakan bola tungsten carbide ukuran 38,1 mm yang ditempatkan pada sumbu akustik dari transduser. Pengukuran dilakukan di lokasi penelitian dengan kondisi temperatur perairan 30°C dan salinitas 33 ppt.

Pengambilan Data

CPU dan *transceiver* (GPT) diletakkan di atas platform apung selama akuisisi data sedangkan *transducer* diletakkan di bawah permukaan air pada kedalaman 0,5 m. Data yang diperoleh merupakan data akustik yang diambil secara *ex-situ* dengan menggunakan metode gantung (*tethered method*). Tali nylon diberi pemberat diturunkan sampai kedalaman 5 meter, kemudian ikan digantung pada tali pada kedalaman sekitar 2 meter tepat dibawah transducer (Gambar 2). Penempatan ikan uji di bawah transducer dipastikan sudah berada di luar daerah *near field*. Jarak daerah *near field* dihitung berdasarkan persamaan :

$$D = L^2/\lambda \dots\dots\dots (1)$$

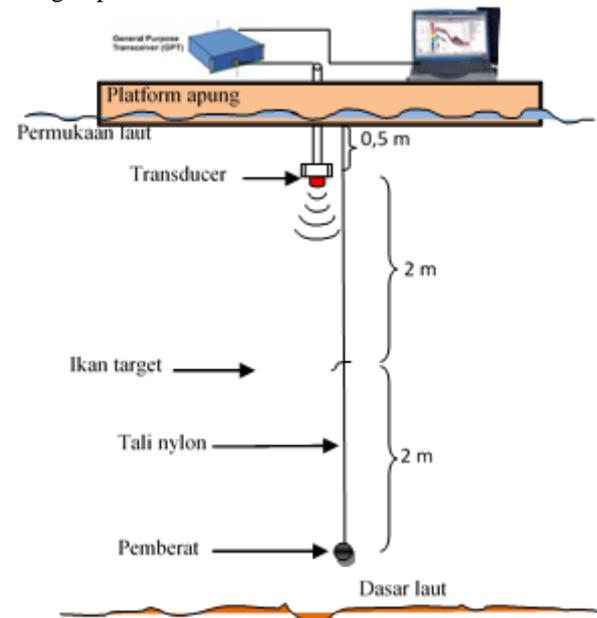
mana: L = diameter transduser; λ = panjang gelombang suara (Medwin dan Clay 1998). Berdasarkan persamaan (1) jarak daerah *near field* pada frekuensi 200 kHz sebesar 0,32 m (diameter transduser 0,05 m).

Tabel 1. Parameter dan Spesifikasi Alat Echosounder Simrad EK-15 yang Digunakan

| Parameter | Spesifikasi |
|-------------------------------|------------------|
| Frequency (kHz) | 200 |
| Transducer gain (dB) | 13,4 |
| Diameter transduser (cm) | 5 |
| Transmit Power (Watt) | 46 |
| Beam width (degree) | 28 |
| Pulse length (ms) | 0,08 |
| Sample interval (s) | 0,00002 |
| Absorption Coefficient (dB/m) | 0,05124 |
| Sound speed (m/s) | 1.549,45 |
| TS Standard (dB) | -42 |
| Diameter sphere (mm) | 38,1 |
| Jenis sphere | Tungsten carbide |

Perekaman data dilakukan selama 5 menit untuk tiap ikan kakaktua. Jumlah ikan yang diukur sebanyak 9 ekor dengan ukuran panjang baku (SL) berkisar antara 14 – 22 cm. Ukuran ini bervariasi karena sampel ikan diambil secara acak di habitat alaminya. Setiap ikan yang sudah disounding kemudian dilepaskan dari kaitannya untuk diukur panjang baku (*Standard Length*, SL). Untuk mengetahui kondisi gelembung

renang juga dilakukan pengukuran panjang gelembung renang dengan pembedahan.



Gambar 2. Rancangan Desain Pengambilan Data

Pengolahan data hambur balik akustik (*acoustic backscattering*) dilakukan dengan menggunakan *software ER 60* (Kongsberg Maritime) dan *software Echoview 8.0* (Myriax Soft. Pty. Ltd. 2016).

Analisis Data

Analisis hambur balik akustik

Nilai *target strength* tiap ikan (TS_i) diubah dalam bentuk linear menjadi *backscattering cross section* (σ_{bs}) dan dihitung nilai rata-rata *backscattering cross section* (<σ_{bs}>) sebagai berikut:

$$\sigma_{bsi} = 10^{(TS_i/10)} \dots\dots\dots (2)$$

$$\langle \sigma_{bs} \rangle = (\sum_{i=1}^n \sigma_{bsi})/n \dots\dots\dots (3)$$

$$\langle TS \rangle = 10 \log \langle \sigma_{bs} \rangle \text{ (dB)} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana: σ_{bsi} = nilai *backscattering cross section* untuk ikan ke-i; TS_i = nilai *target strength* untuk ikan ke-i; n = jumlah ikan, kemudian <σ_{bs}> = rata-rata *backscattering cross section* tiap ikan; <TS> = rata-rata *target strength* untuk tiap ikan.

Analisis hubungan TS dan panjang baku ikan

Analisis Regresi Linear Sederhana akan menghasilkan model hubungan linear antara TS sebagai peubah tak bebas dan ukuran panjang baku ikan (SL, *standard length*) sebagai peubah bebas. Model hubungan linear yang digunakan mengikuti persamaan Love (1971):

σ = aL^b, dalam bentuk logaritmik menjadi:

$$TS = b \log L_{SL} + a \text{ [dB]} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana: σ =lah ukuran panjang target; L_{SL} = ukuran panjang baku ikan; a = intersep dari persamaan regresi dan b adalah slope dari persamaan regresi. Model regresi yang telah diperoleh dari persamaan (5) kemudian diuji lebih lanjut menggunakan Analisis Varian (uji-F) pada taraf signifikan 95 % ($\alpha = 0,05$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Hambur Balik Akustik

Hasil pengukuran akustik pada sembilan ekor ikan kakaktua (*C. sordidus*) secara *ex situ* yang diukur pada frekuensi 200 kHz disajikan pada Tabel 2. Nilai rata-rata TS dari 9 ekor ikan kakaktua berkisar antara -50,73 dB sampai -47,83 dB sedangkan rata-rata seluruh ikan kakaktua -49,42 dB.

Tabel 2. Nilai Target Strength (TS) dan Hamburan Balik Akustik (σ_{bs})

| No. Ikan | Jumlah Data (Ping) | SL (cm) | Nilai TS (dB) | | | σ_{bs} (m ²) |
|------------------------------|--------------------|---------|---------------|--------|-----------|---------------------------------|
| | | | Min | Max | Rata-rata | |
| 1 | 346 | 20 | -55,75 | -40,34 | -49,09 | 1,234E-05 |
| 2 | 242 | 19 | -54,82 | -45,67 | -49,79 | 1,049E-05 |
| 3 | 161 | 19 | -54,58 | -37,89 | -49,66 | 1,080E-05 |
| 4 | 326 | 19 | -56,74 | -40,58 | -49,66 | 1,080E-05 |
| 5 | 428 | 22 | -56,44 | -37,69 | -47,83 | 1,648E-05 |
| 6 | 460 | 14 | -57,91 | -37,91 | -50,27 | 9,405E-06 |
| 7 | 492 | 19 | -57,91 | -36,74 | -49,41 | 1,145E-05 |
| 8 | 421 | 14 | -57,74 | -41,59 | -50,73 | 8,461E-06 |
| 9 | 380 | 20 | -56,36 | -42,52 | -49,03 | 1,250E-05 |
| Rata-rata, < σ_{bs} > | | | | | | 1,142E-05 |
| Rata-rata, <TS> | | | | | | -49,42 |

Nilai rata-rata TS tiap ikan yang diukur memiliki nilai yang berbeda berdasarkan pada ukuran panjang bakunya yang berkisar antara 14 sampai 22 cm sebagaimana diuraikan pada Tabel 2. Nilai rata-rata TS meningkat dengan bertambahnya ukuran panjang baku ikan. Kenyataan tersebut juga sesuai dengan hasil penelitian Gauthier dan Rose (2002) dimana pengukuran *in situ* ikan merah Atlantic (*Sebastes spp*) rata-rata panjang dengan kisaran 14.8 sampai 32.3 cm memiliki nilai TS berkisar antara -44,3 sampai -38,2 dB pada frekuensi 38 kHz. Demikian pula pada pengukuran ikan merah (*Sebastes spp*) secara *ex-situ* dengan kisaran 24,5 sampai 30 cm diperoleh nilai -41,42 sampai -37,67 dB (Gauthier dan Rose, 2001). Hal yang sama juga dikemukakan Setiawan *et al.* (2018) nilai TS cenderung meningkat dengan semakin panjangnya ukuran ikan selar tetengkek (*Megalaspis cordyla*). Frouzova *et al.* (2005) menjelaskan bahwa hamburan balik juga lebih tergantung pada area tubuh ikan yang bisa memantulkan beam akustik. Oleh karena itu, panjang tubuh dapat muncul secara statistik lebih penting hanya karena berkorelasi lebih dekat ke area tubuh.

Gambar 3 memperlihatkan echogram dari ikan kakaktua (*C. sordidus*) dengan pola aktifitas renang yang

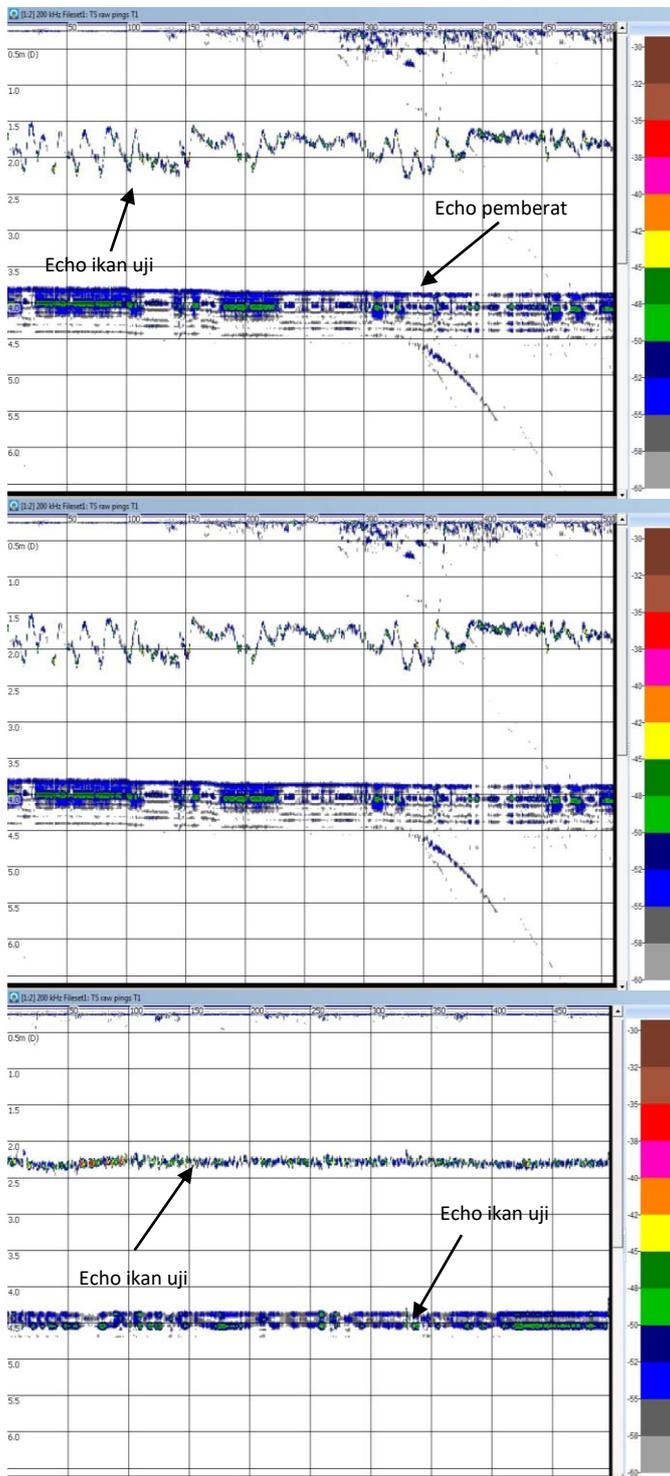
berbeda. Pada ikan kakaktua sampel no.1(Gambar 3 atas) dengan ukuran 20 cm bergerak aktif turun dan naik ini terlihat dari echo yang terekam membentuk garis yang bergelombang, sedangkan pada ikan kakaktua sampel no. 5 (Gambar 3.) dengan ukuran 22 cm cenderung lebih tenang terlihat dari echo yang terekam relatif membentuk garis lurus. Aktivitas renang yang bergerak naik dan turun mengakibatkan sudut orientasi ikan terhadap transduser akan berkurang sehingga akan mempengaruhi nilai hambur balik akustik. Hasil pengukuran TS memperlihatkan bahwa ikan sampel no. 1 yang bergerak aktif memiliki nilai rata-rata TS yang lebih rendah dari ikan sampel no. 5 yang relatif bergerak datar, meskipun hasil tersebut juga dipengaruhi oleh ukuran panjang yang berbeda

Horne *et al.* (2000) melaporkan bahwa amplitudo echo ikan lavnun (*Mirogrex terraesantae*) yang di-tethered dan diukur *in-situ* bervariasi hingga 20 dB. Fluktuasi ini disebabkan oleh pergerakan *tilt* atau *roll* ikan terhadap transduser di permukaan air atau kombinasi keduanya. Gerakan menggeliat ketika ikan dikaitkan (*tethered*) meningkatkan gerakan *roll* dan *tilt* oleh ikan relatif terhadap transduser dan akan mengubah sudut dan luas area permukaan tubuh dan gelembung renang yang terkena gelombang suara. Arah berenang ikan dapat memiliki pengaruh besar pada TS, ketika ikan bergerak menjauh dari sumbu akustik, arah berenang memiliki efek yang lebih besar pada TS. Perkiraan 11 dB (pada 38 kHz) dan 19 dB (pada 120 kHz) perubahan TS ikan disebabkan perubahan dalam yaw dan sudut beam pada pengukuran secara *in-situ* (Henderson *et al.* 2007).

Selain ukuran panjang ikan dan orientasi renang ikan, keberadaan gelembung renang (*swimbladder*) juga mempengaruhi kekuatan hambur balik akustik dari ikan. Gambar 4 (atas) memperlihatkan bentuk tubuh ikan kakaktua (*C. sordidus*) beserta ukuran panjang tubuhnya dan Gambar 4 (bawah) memperlihatkan bentuk gelembung renang (*swimbaldder*) ikan kakaktua (*C. sordidus*) beserta ukuran panjangnya. Ukuran panjang gelembung renang (*swimbaldder*) dari semua ikan yang diuji disajikan pada Tabel 3. Rasio antara ukuran panjang swimbladder terhadap panjang baku ikan kakaktua sebagaimana diuraikan pada Tabel 3 memperlihatkan rasio terendah sebesar 23,7 % pada ikan no. 2 dengan nilai TS sebesar -49,79 dB (Tabel 2) sedangkan rasio tertinggi sebesar 35,7 % pada ikan no. 8 dengan nilai TS sebesar -50,73 dB (Tabel 2).

Besarnya rasio ukuran swimbladder terhadap panjang tubuh ikan tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap nilai TS. Hal yang sama juga dilaporkan Sunardi *et al.* (2008) pada ikan selar (*Selar boops*) dengan panjang total 13 cm dan rasio swimbladder 28 % diperoleh nilai TS sebesar -43,96 dB sedangkan pada ikan tetengkek (*Megalaspis cordyla*) dengan panjang total 19 cm dan rasio swimbaldder 45 % memperoleh nilai TS yang hampir sama sebesar -43,06 dB. Bahkan Setiawan *et al.* (2018) pada ikan yang sama ikan tetengkek (*Megalaspis cordyla*) dengan panjang total 21,59 cm dan rasio swimbladder 25.4 % memperoleh nilai TS yang lebih rendah yaitu -58,04 dB. Horne *et al.* (2000) menjelaskan perubahan kepadatan tubuh karena pertumbuhan, volume swimbladder, dan perilaku renang ikan adalah semua faktor potensial yang dapat memengaruhi TS. Kemudian Frouzova *et al.* (2005) mengungkapkan bahwa hamburan balik akustik tidak tergantung pada volume tubuh. Sama halnya juga volume

swimbladder bukan indikator terbaik dari efek swimbladder terhadap TS. Benoit-Bird *et al.* (2003) juga mengemukakan bahwa perbedaan volume swimbladder dalam enam spesies ikan kakap tidak menyebabkan perbedaan pada TS.



Gambar 3. Echogram Hambur Balik Akustik Ikan Kakaktua (*C. sordidus*) yang Direkam pada Frekuensi 200kHz : Ikan Kakaktua no. 1 Ukuran Panjang Baku 20 cm (atas); Ikan Kakaktua no. 5 Ukuran Panjang Baku 22 cm (bawah)



Gambar 4. Salah Satu Ikan Kakaktua (*C. sordidus*) yang Diukur (atas) dan Bentuk Serta Ukuran Gelembung Renangnya (bawah)

Tabel 3. Ukuran Panjang Baku Ikan, Gelembung Renang dan Rasionya

| No. Ikan | SL (cm) | SB (cm) | Rasio SB/SL (%) |
|----------|---------|---------|-----------------|
| 1 | 20 | 5,5 | 27,5 |
| 2 | 19 | 4,5 | 23,7 |
| 3 | 19 | 5,5 | 28,9 |
| 4 | 19 | 5 | 26,3 |
| 5 | 22 | 7 | 3,8 |
| 6 | 14 | 4,5 | 32,1 |
| 7 | 19 | 5,5 | 28,9 |
| 8 | 14 | 5 | 35,7 |
| 9 | 20 | 6 | 30,0 |

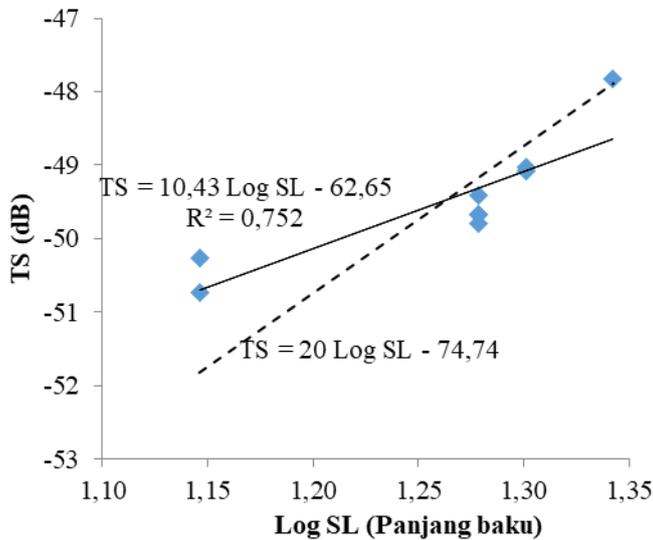
Keterangan: SL : standard length (panjang baku ikan),
 SB : swimbladder (panjang gelembung renang)

Hubungan TS dan Ukuran Panjang Baku Ikan

Hasil analisis ragam (uji F) hubungan ukuran panjang baku ikan terhadap nilai TS ikan kakaktua menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan secara statistik ($P(0,002) < 0,05$) sebagaimana tertuang pada Tabel 4. Model regresi yang diperoleh menggambarkan hubungan antara TS dan panjang baku ikan (Log SL) dengan persamaan $TS = 10,43 \text{ Log SL} - 62,65$ (Gambar 4).

Tabel 4. Hasil Analisis Ragam (Uji F) Hubungan TS dan Panjang Baku Ikan Kakaktua (*C. sordidus*)

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|--------|--------|-------|-------|
| Regression | 1 | 40,738 | 40,738 | 21,21 | 0,002 |
| Residual Error | 7 | 13,443 | 0,1920 | | |
| Total | 8 | 54,182 | | | |



Gambar 5. Hubungan Panjang Baku Ikan Terhadap Rata-rata TS Ikan Kakaktua (*C. sordidus*). Garis solid adalah Garis Persamaan Hasil Penelitian Ini; Garis Putus-putus adalah Garis Persamaan Menggunakan Rumusan Love (1977)

Gambar 5 menunjukkan adanya hubungan yang erat antara TS dan ukuran panjang baku ikan kakaktua dengan koefisien determinasi sebesar 0,752. Nilai koefisien determinasi ini menunjukkan bahwa 75,2 % variasi dari TS dapat ditentukan berdasarkan variasi dari nilai panjang baku ikan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor ukuran panjang ikan memiliki pengaruh yang besar terhadap perubahan nilai TS ikan kakaktua (*C. sordidus*).

Persamaan hubungan TS dengan panjang baku ikan kakaktua (*C. sordidus*) yang diperoleh menunjukkan ketidaksesuaian terhadap hasil perhitungan berdasarkan persamaan empiris Love (1977) yaitu $TS = 20 \text{ Log SL} - 74,74$ (Gambar 4). Love (1977) mengemukakan bahwa untuk seekor individu ikan pada pengukuran aspek dorsal, nilai σ_{bs} meningkat sebanding dengan kuadrat panjang ikan. Sehingga persamaan hubungan TS dengan panjang ikan memiliki slope sebesar 20 ($TS = 20 \text{ Log L} - b_{20}$). Namun McClatchie *et al* (1996) mengemukakan sebagian besar spesies tidak sesuai dengan ketergantungan kuadrat dari TS terhadap panjang ikan. Dua puluh dari 26 spesies memiliki slope kurang dari 20. Kemudian McClatchie *et al* (2003) menyimpulkan model $20 \text{ log}_{10} L$ tidak sesuai untuk ikan perairan dalam dimana lima dari 10 memiliki kemiringan yang berbeda secara signifikan dari nilai 20. Nilai kemiringan bervariasi antara 18,5 dan 41,6, dengan kemiringan tertinggi diperkirakan untuk ikan *Smooth oreo* (*Pseudocyttus maculatus*).

Hasil pengukuran karakteristik hambur balik akustik pada ikan kakaktua dapat dijadikan sebagai dasar dalam pendugaan kelimpahan ikan kakaktua. Nilai TS ini berguna sebagai faktor skala dalam memperkirakan kelimpahan dan biomassa ikan di suatu perairan (Simmonds & MacLennan 2005, Boswell *et al.* 2008, Tatrai *et al.*, 2008). Persamaan hubungan TS dan panjang ikan juga dapat digunakan sebagai alat untuk perkiraan distribusi frekuensi ukuran ikan dan perhitungan berat ikan (Godlewskaa *et al.* 2009) kemudian perkiraan akustik tersebut dikonversi menjadi kelimpahan absolut atau perkiraan biomassa (Woillez *et al.* 2016; Gastauer *et al.* 2017)

Implementasi dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengelolaan sumber daya ikan kakaktua untuk tujuan konservasi. Studi hidroakustik populasi ikan semakin banyak dilakukan di Eropa baik untuk estimasi stok oleh manajer perikanan dan untuk studi ekologi (Godlewskaa *et al.* 2009). Pendugaan akustik dapat diintegrasikan dengan pemodelan spasial sehingga memberikan pendekatan baru dan andal secara cepat mengidentifikasi lokasi agregasi ikan dan memprediksi kepadatan ikan. Pendekatan integratif ini akan membantu pengelola perairan untuk memprioritaskan lokasi, dan memfokuskan sumber daya ikan yang terbatas pada daerah yang memiliki nilai konservasi lebih tinggi (Costa *et al.*, 2014)

KESIMPULAN

Karakteristik hambur balik ikan kakaktua (*C. sordidus*) dapat dipresentasikan dari nilai target strength (TS) antara -50,73 sampai -47,83 dB (rata-rata -49,42 dB) pada ukuran panjang baku 14 sampai 22 cm. Faktor yang diduga mempengaruhi nilai TS pada ikan kakaktua adalah ukuran panjang tubuh, panjang gelembung renang dan aktifitas renang sedangkan perbedaan rasio ukuran panjang gelembung renang terhadap panjang tubuh belum menunjukkan keterkaitannya dengan nilai TS.

Hubungan panjang baku ikan kakaktua (*C. sordidus*) diformulasikan dalam persamaan $TS = 10,43 \text{ Log SL} - 62,65$ ($R^2 = 0,752$). Nilai slope (b) dari persamaan sebesar 10,43 menunjukkan hasil yang berbeda dengan ketentuan Love (1977) dimana hambur balik akustik dari ikan merupakan kuadrat dari ukuran panjang ikan yang ditetapkan dengan nilai slope (b) sebesar 20. Persamaan empiris hubungan panjang baku ikan kakaktua terhadap nilai hambur balik akustik (TS) dapat dijadikan sebagai acuan dalam pendugaan ukuran panjang ikan kakaktua serta kelimpahan di habitat alaminya untuk tujuan pengelolaan perikanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas biaya yang bersumber dari Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun Anggaran 2017, untuk itu diucapkan terimakasih atas biaya yang telah diberikan tersebut. Terimakasih juga kami sampaikan pada Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Maritim Raja Ali Haji Tanjungpinang atas penggunaan alat echosounder Simrad EK-15.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhtiar D, Djarnali A, Arifin Z, Sarwono T. (2012). Struktur Komunitas Ikan terumbu di Perairan Pulau Tikus Kota Bengkulu. Di dalam: Bakti D, Rosmayati, Putri LAP, Handarini R, Latifah S, Tafsir M, Razali, Sabrina T, Hanum H, Julianti E, Ginting J, Irmansyah T, Fauzi, editor. *Peningkatan Presisi Menuju Pertanian Berkelanjutan. Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2012*; 2012 April 3-5; Medan (ID): USU Pr. Volume 2:764-772
- Benoit-Bird K.J., Whitlow W.L.A., Christopher D.K., Christopher T. (2003). Acoustic backscattering by deepwater fish measured in situ from a manned submersible. *Deep-Sea Research I*, 50: 221–229
- Boswell KM, Kaller MD, Cowan JH Jr, Wilson CA. (2008). Evaluation of target strength–fish length equation choices for estimating estuarine fish biomass. *Hydrobiologia*. 610:113–123. DOI 10.1007/s10750-008-9425-x
- Choat J.H., Clements K.D., and Robbins W.D. (2002). The trophic status of herbivorous fishes on coral reefs. *Marine Biology*, 140: 613–623
- Choat J.H., Robertson D.R., Ackerman J.L., Posada J.M. (2003). An age-based demographic analysis of the Caribbean stoplight parrotfish *Sparisoma viride*. *Marine Ecology Progress Series*, 246: 265–277
- Costa B, Taylor JC, Kracker L, Battista T, Pittman S (2014) Mapping Reef Fish and the Seascapes: Using Acoustics and Spatial Modeling to Guide Coastal Management. *PLoS ONE* 9(1): e85555. doi:10.1371/journal.pone.0085555
- Damhudy D., Kamal M.M., dan Ernawati Y. (2011). Kondisi Kesehatan Terumbu Karang Berdasarkan Kelimpahan Ikan Herbivora di Kecamatan Pulau Tiga Kabupaten Natuna. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 17(1): 215-225
- Footo K.G., Knudsen H.P., Vestnes G.D., MacLennan N., Simmonds E.J. (1987). Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. *ICES Coop. Res. Rep.* 144, 1–69
- Frouzova J., Kubecka J., Balk H., Frouz J. (2005). Target strength of some European fish species and its dependence on fish body parameters. *Fish Res.* 75: 86–96.
- Gastauer S., Scouling B., and Parsons M. (2017). Towards acoustic monitoring of a mixed demersal fishery based on commercial data: The case of the Northern Demersal Scalefish Fishery (Western Australia). *Fisheries Research* 195: 91–104
- Gauthier, S., and Rose, G. A. (2001). The target strength of encaged Atlantic redfish (*Sebastes* spp.). *ICES Journal of Marine Science*, 58: 562–568.
- Gauthier, S., and Rose, G. A. (2002). In situ target strength studies on Atlantic redfish (*Sebastes* spp.). *ICES Journal of Marine Science*, 59: 805–815. doi:10.1006/jmsc.2002.1248
- Godlewska M, Colon M, Doroszcyka L, Długoszewski B, Verges C, Guillard J. 2009. Hydroacoustic measurements at two frequencies: 70 and 120 kHz – consequences for fish stock estimation. *Fish Res* 96 : 11–16
- Grimsditch G.D. dan Salm R.V. (2006). Coral Reef Resilience and Resistance to Bleaching. IUCN, Gland, Switzerland. 52 p.
- Henderson M.J., Horne J.K., Towler R.H. (2007). The influence of beam position and swimming direction on fish target strength. *ICES J Mar Sci.* 65:226–237
- Horne J.K., Walline P.D., and Jech J.M. (2000). Comparing acoustic model predictions to *in situ* backscatter measurements of fish with dual-chambered swimbladders. *Journal of Fish Biology*, 57:1105–1121. doi:10.1006/jfbi.2000.1372
- Kuiter R.H. and Tonzuka, T. (2001). Pictorial guide to Indonesian reef fishes. Zoonetics, Australia.
- Lestari D.P., Bambang A.N., Kurohman F. (2017). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Harga Ikan Kakatua (*Scarus Sp*) di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 6 (4) : 215-223
- Love R.H. (1971). Dorsal-aspect target strength of an individual fish. *J Acoust Soc Am.* 49(3): 816–823.
- Love R.H. (1977). Target strength of an individual fish at any aspect. *J. Acoust. Soc. Am.* 62 :1397-1403
- McClatchie S., Alsop J., Coombs R.F. (1996). A re-evaluation of relationships between fish size, acoustic frequency, and target strength. *ICES J Mar Sci.* 53:780–791.
- McClatchie S., Macaulay G.J., Coombs R.F. (2003). A requiem for the use of 20 log₁₀ Length for acoustic target strength with special reference to deep-sea fishes. *ICES J Mar Sci.* 60:419–428
- Medwin H dan Clay CS. (1998). Applied Ocean Acoustics: Fundamentals of Acoustical Oceanography. Academic Press, New York. 712 pp
- Patanda M., Rahmani U. (2018). Hubungan Panjang-Berat dan Pola Pertumbuhan Ikan Kakatua (*Chlorurus strongycephalus*) di Taman Nasional Wakatobi. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 9 (2): 115 – 121
- Rani C. (2003). Perikanan dan Terumbu Karang yang Rusak: Bagaimana Mengelolanya? *Jurnal Bionatura*, 5, (2) : 97 – 111
- Setiawan W., Jaya I., Hestirianoto T., Pujiati S., Priatna A., Ma'mun A. (2018). Empirical acoustic TS - Length relationship for Torpedo Scad (*Megalaspis cordyla*). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 176 (2018) 012027 doi :10.1088/1755-1315/176/1/012027
- Simmonds EJ, and MacLennan DN. 2005. Fisheries Acoustics, Theory and Practice. Blackwell Publishing, Oxford, 437pp
- Sunardi, Yudhana A., Din J., Hassan R.B.R. (2008). Swimbladder on Fish Target Strength. *TELKOMNIKA*, 6 (2) : 139 – 144
- Tátrai I., Specziár A., György A.I., Biró P. (2008). Comparison of fish size distribution and fish abundance estimates obtained with hydroacoustics and gill netting in the

open water of a large shallow lake *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.*, 44 (4), 231- 240

Wuillez, M., Walline, P.D., Ianelli, J.N., Dorn, M.W., Wilson, C.D., Punt, A.E., 2016. Evaluating total uncertainty

for biomass-and abundance-at-age estimates from eastern Bering Sea walleye pollock acoustic-trawl surveys. *ICES J. Mar. Sci. J. Cons.* 73, 2208–2226.