

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/bawal>

e-mail: [bawal.puslitbangkan@gmail.com](mailto:bawal.puslitbangkan@gmail.com)

**BAWAL WIDYA RISET PERIKANAN TANGKAP**

Volume 8 Nomor 3 Desember 2016

p-ISSN: 1907-8226

e-ISSN: 2502-6410

Nomor Akreditasi: 620/AU2/P2MI-LIPI/03/2015



## **KARAKTERISTIK MORFOLOGI DAN HUBUNGAN MORFOMETRIK OTOLITH DENGAN UKURAN IKAN LEMURU (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) DI SELAT BALI**

### **MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC AND RELATIONSHIP BETWEEN OTOLITH MORPHOMETRIC AND FISH SIZE OF BALI SARDINELLA (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) IN THE BALI STRAIT**

**Arief Wujdi\*<sup>1</sup>, Prihatiningsih<sup>2</sup>, dan Suwarso<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Loka Penelitian Perikanan Tuna, Jl. Mertasari, No.140, Sidakarya, Denpasar, Bali. 80224. Indonesia

<sup>2</sup>Balai Penelitian Perikanan Laut, Komplek Pelabuhan Nizam Zachman, Jl. Muara Baru Ujung No.62, Jakarta Utara-14440, Indonesia

Teregistrasi I tanggal: 29 Nopember 2016; Diterima setelah perbaikan tanggal: 13 Desember 2016;

Disetujui terbit tanggal: 15 Desember 2016

#### **ABSTRAK**

*Otolith* telah digunakan secara luas untuk kajian taksonomi, pertumbuhan, umur dan kekerabatan populasi ikan dari perairan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan morfometrik *otolith* dan ukuran ikan lemuru serta karakteristik morfologi *otolith*. Sampel dikumpulkan dari Selat Bali pada April hingga Juli 2015. Pengujian statistik juga dilakukan menggunakan uji-t berpasangan dua arah pada selang kepercayaan 99% untuk menentukan signifikansi hasil pengukuran morfometrik antara *otolith* kanan dan kiri. Hubungan parameter morfometrik dan ukuran ikan dianalisis menggunakan persamaan regresi linear dan eksponensial. Karakteristik morfologi *otolith* disajikan secara deskriptif dan dipertegas dengan nilai indeks-indeks bentuk menggunakan 6 deskriptor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada pengukuran morfometrik *otolith* kiri dan kanan. Ukuran *otolith* memiliki korelasi isometrik dengan pertumbuhan ikan dimana panjang *otolith* ( $O_L$ ) menjadi indikator terbaik untuk mengestimasi ukuran individu ikan. *Otolith* ikan lemuru memiliki ciri-ciri morfologi yang konsisten seperti halnya ikan dari genus *Sardinella*, khususnya *sulcus acusticus*, *rostrum* dan *antirostrum*. Nilai indeks bentuk yang menegaskan ciri-ciri morfologi *otolith* juga dijelaskan.

**Kata Kunci:** Morfometri; morfologi; *otolith*; *Sardinella lemuru*; Selat Bali

#### **ABSTRACT**

*Otoliths* widely used to determine taxonomy, growth, age and population structure of fishes. This study aims to determine the relationship between *otolith* morphometric to fish sizes and morphological characteristic of *otolith*. Data were collected from April to July 2015 in Muncar, Bali Strait. The statistical tests using two tails t-test paired sample also implemented to examine differentiation between left and right *otolith* measurement. The linear regression and exponential equation used to examine *otolith* morphometric parameter to fish size. *Otolith* morphological characteristics presented descriptively and emphasized using 6 descriptors of shape indices. The results showed no significant differences between left and right *otolith*. The *otolith*-fish size relationship was isometric. An  $O_L$  (length of *otolith*) found as the best indicators to estimate the original size of fish. The *otolith* has specific morphological characteristics, in particular *sulcus acusticus*, *rostrum* and *antirostrum* were similar with other species from *Sardinella* genus. Shape indices also provided to confirm the morphological *otolith*.

**Keywords:** Morphometry; morphology; *otolith*; *Sardinella lemuru*; Bali Strait

Korespondensi penulis:

e-mail: [arief\\_wujdi@yahoo.com](mailto:arief_wujdi@yahoo.com)

Telp. (0361) 726201

## PENDAHULUAN

Setiap individu ikan *Teleostei* mempunyai *otolith* yang terletak di dalam rongga telinga sehingga seringkali disebut juga tulang telinga (Chulin & Chen, 2013; Jawad *et al.*, 2011; Valinassab *et al.*, 2012). *Otolith* merupakan organ yang berfungsi mengatur keseimbangan, pendengaran, koordinasi arah renang, dan orientasi (Bani *et al.*, 2013; Cabello *et al.*, 2014; Popper *et al.*, 2005; Valinassab *et al.*, 2012; Yilmaz *et al.*, 2014; Sadighzadeh *et al.*, 2014; Tuset *et al.*, 2003). *Otolith* ditemukan pada semua jenis ikan kecuali hiu, pari dan *lamprey* (Campana, 2004). *Otolith* tersusun dari kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) sebagai komponen utama, dimana pada umumnya berbentuk *aragonite* dan deposit garam yang tersusun sebagai materi protein anorganik (Cabello *et al.*, 2014; Sadighzadeh *et al.*, 2014; Valinassab *et al.*, 2012). *Otolith* menyajikan perekaman secara permanen terhadap sejarah hidup (*life history*) setiap individu ikan secara terus menerus (ICES, 2004) dan akan tetap tumbuh sepanjang hidup walaupun dalam kondisi stress (Mendoza, 2006)

*Otolith* terdiri dari 3 bagian yaitu *sagittae*, *lapillus* dan *asteriscus* (Campana, 2004; Tuset *et al.*, 2008), dimana *sagittae* mempunyai ukuran terbesar pada semua ikan, diikuti *asteriscus* dan *lapillus* sebagai yang terkecil (Jawad *et al.*, 2008; Seyfabadi *et al.*, 2014; Yilmaz *et al.*, 2015). *Sagittae* relatif lebih mudah dikumpulkan (Bani *et al.*, 2013) dan memiliki struktur yang lebih stabil dibanding *asteriscus* dan *lapillus*, serta memiliki ciri-ciri spesifik pada masing-masing spesies (Polito *et al.*, 2011). Oleh karena itu, *sagittae* telah digunakan secara luas untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik dalam studi taksonomi dan identifikasi spesies, sejarah hidup, pertumbuhan dan umur (Campana & Neilson, 1985; Sparre & Venema, 1999; Tuset *et al.*, 2003).

Ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) memegang peranan penting dalam komunitas ikan pelagis, yaitu termasuk dalam rangkaian jejaring makanan yang berperan sebagai pemangsa fitoplankton dan zooplankton (Himelda *et al.*, 2011; Pradini *et al.*, 2001). Ikan lemuru juga menjadi mangsa alami bagi jenis-jenis ikan yang lebih besar, seperti madidihang, tuna mata besar dan cakalang (Perera *et al.*, 2015; Setyadji *et al.*, 2012). Oleh karena itu, ikan lemuru dimanfaatkan sebagai umpan dalam pengoperasian rawai tuna yang beroperasi di Samudera Hindia (Barata *et al.*, 2011; Uktolseja, 1992; Uktolseja 1993).

Dalam studi isi alat pencernaan seringkali peneliti menemukan ikan yang telah hancur akibat proses pencernaan sebagai komposisi yang paling dominan, khususnya pada jenis tuna (Perera *et al.*, 2015; Setyadji *et al.*, 2012). Hal ini mengakibatkan kekosongan informasi jenis dan ukuran ikan yang dimangsa. Saat ini teknologi optik digital telah berkembang untuk mendukung

penelitian tentang *otolith*, khususnya pada bagian *sagittae*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara morfometrik *otolith* dan ukuran ikan lemuru serta ciri-ciri morfologi *otolith* dimana informasinya masih terbatas di Indonesia. Diharapkan melalui penelitian ini dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik dalam mengidentifikasi jenis dan ukuran riil individu ikan yang telah tercerna, khususnya dalam mendukung studi hubungan antara pemangsa dan mangsa dalam susunan rantai makanan.

## BAHAN DAN METODE

### Pengumpulan dan Penanganan Sampel

Pengumpulan sampel *otolith* khususnya bagian *sagittae* dilakukan pada April hingga Juli 2015 di Pelabuhan Perikanan Muncar, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Ikan lemuru dikumpulkan secara acak dari hasil tangkapan pukat cincin mini dan bagan tancap yang beroperasi secara harian di perairan Selat Bali. Hal ini dilakukan untuk memperoleh sebaran ukuran ikan yang mewakili populasi. Data yang dikumpulkan di lapangan meliputi panjang cagak (*fork length* atau FL) dalam satuan centimeter (cm), berat tubuh (*body weight* atau BW) dalam satuan gram, dan sampel *sagittae*.

Pengambilan *sagittae* dilakukan dengan metode “*up through the gill*” (Secor *et al.*, 1992), yaitu dengan cara memutar sisi ventral ikan ke bagian atas sehingga memungkinkan dilakukan pembersihan insang hingga sambungan ruas pertama tulang belakang mulai tampak (Lampiran 1). *Sagittae* dikumpulkan dengan menggunakan pinset berujung lancip dan tidak bergerigi, kemudian dibersihkan menggunakan aquadest (H<sub>2</sub>O) untuk menghilangkan sisa selaput dan lendir, selanjutnya dimasukkan ke dalam kapsul plastik yang telah diberi label, lalu dikeringkan dengan cara diangin-anginkan pada suhu ruangan.

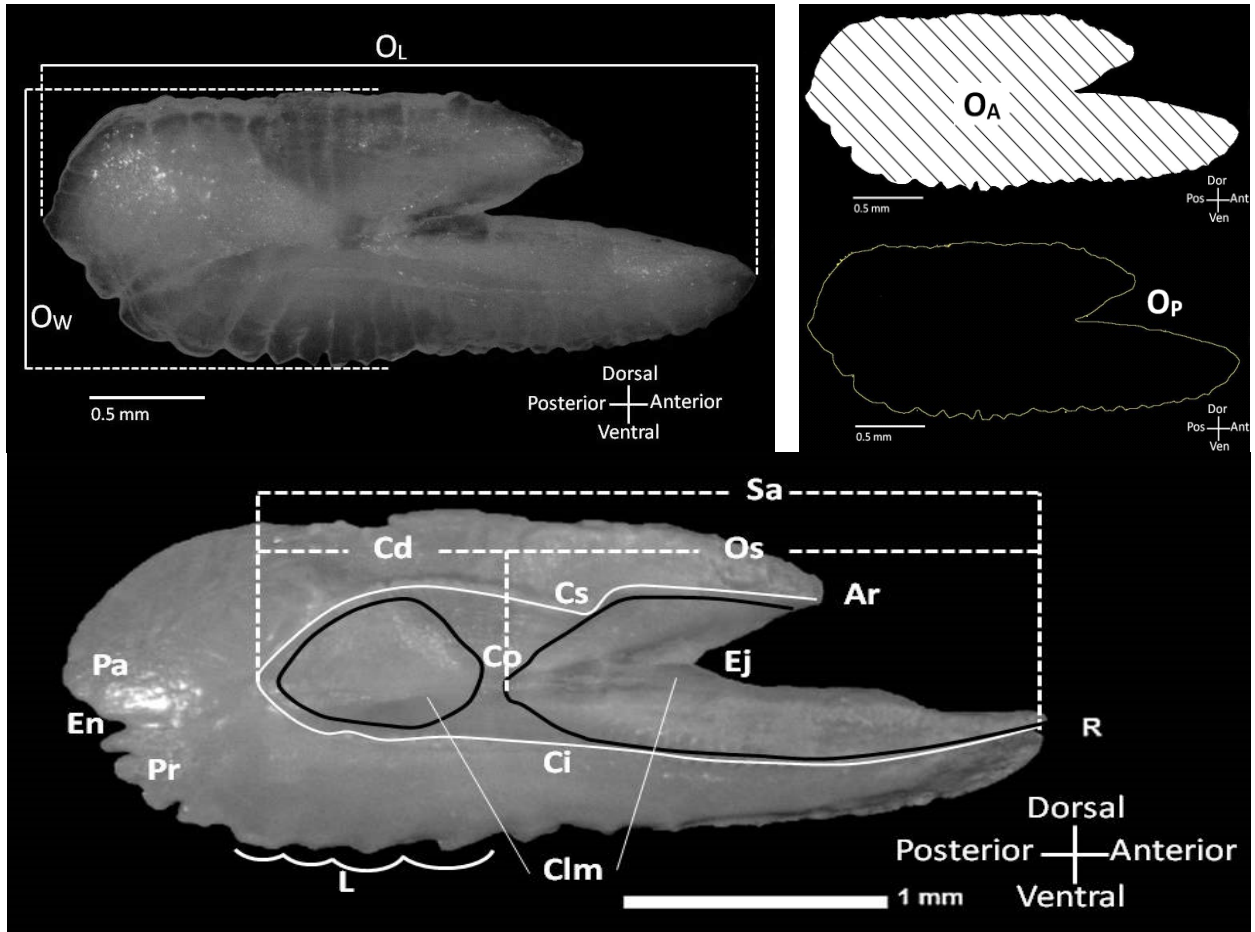
### Pengukuran Parameter Morfometrik dan Morfologi

*Otolith* khususnya bagian *sagittae* yang telah dikumpulkan kemudian disortir dan dipilih hanya yang utuh dan komplit (sepasang kiri dan kanan) untuk dianalisis lebih lanjut. Masing-masing *sagittae* kiri dan kanan ditimbang menggunakan timbangan mikro (OHAUS Adventurer AX223) dengan sensitivitas 0,0001 gram untuk mendapatkan data bobot *otolith* (*otolith mass* atau O<sub>M</sub>) dalam satuan gram. *Sagittae* difoto menggunakan stereo mikroskop (Carl Zeiss Stemi 2000C) yang terkoneksi dengan kamera digital (axioCam 5 MP) dengan latar belakang berwarna hitam dengan perbesaran 12,5 kali.

Data morfometrik *otolith* yang dikumpulkan meliputi panjang, lebar, keliling dan luasan area *otolith* (Gambar 1). Panjang *otolith* (*otolith length* atau O<sub>L</sub>, dalam satuan

mm) didefinisikan sebagai jarak mendatar terjauh antara bagian anterior dan posterior. Lebar *otolith* (*otolith width* atau  $O_w$ , mm) merupakan jarak terjauh secara vertikal antara bagian dorsal dan ventral. Keliling *otolith* (*otolith perimeter* atau  $O_p$ , mm) merupakan panjang total garis terluar yang mengelilingi *otolith*. Luas area *otolith* (*otolith area* atau  $O_A$ , mm<sup>2</sup>) didefinisikan sebagai luas keseluruhan

area/wilayah *otolith* yang dibatasi oleh garis terluar (Aguera & Brophy, 2011; Zischke *et al.*, 2016; Zorica *et al.*, 2010). Analisis morfometrik terhadap foto-foto *otolith* dilakukan dengan piranti lunak ImageJ versi 1.46 yang dapat diakses secara bebas pada laman <http://rsbweb.nih.gov/ij/>.



Keterangan/Remarks:

- |                      |                      |                   |                       |
|----------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|
| Ar : Antirostrum     | Co : Collum          | L : Lobes         | R : Rostrum           |
| Clm : Colliculum     | Cs : Crista superior | Os : Ostium       | Sa : Sulcus acusticus |
| Ci : Crista inferior | Ej : Excisura major  | Pa : Pararostrium |                       |
| Cd : Cauda           | En : Excisura minor  | Pr : Postrostrum  |                       |

Gambar 1. Penampakan sisi medial atau bagian dalam, sumbu pengukuran, dan nomenklatur morfologi *sagittae* ikan lemuru bagian kiri. Sumber: <http://www.cmima.csic.es/aforo/index.jsp>

Figure 1. Medial or inner face view, measurement axes, and morphological nomenclature of the left *sagittae* of Bali Sardinella. Source: <http://www.cmima.csic.es/aforo/index.jsp>

### Analysis Data

Data parameter morfometrik *otolith* kiri dan kanan ( $O_M$ ,  $O_L$ ,  $O_w$ ,  $O_A$ ,  $O_p$ ) ditabulasi kemudian dianalisis dengan uji t-berpasangan dua arah (*two tails*) pada taraf kepercayaan 99% untuk mengetahui signifikansi perbedaan kedua sampel. Apabila terdapat signifikansi ( $T_{hitung} > T_{tabel}$  dan  $P < 0,01$ ) pada kedua sampel *otolith* kanan dan kiri, maka diterapkan validasi dengan uji-F. Apabila tidak terdapat

signifikansi ( $T_{hitung} < T_{tabel}$  dan  $P > 0,01$ ), maka hipotesis awal diterima yaitu *otolith* kanan dan kiri adalah sama. Selanjutnya korelasi parameter morfometrik *otolith* ( $O_M$ ,  $O_L$ , dan  $O_w$ ) dan ukuran ikan lemuru (FL dan BW) ditentukan dari nilai rata-rata morfometrik *otolith* kanan dan kiri serta digambarkan dalam bentuk persamaan regresi linear ( $y=a+bx$ ) dan eksponensial ( $y=aX^b$ ) untuk memperoleh korelasi terbaik.

Tabel 1. Penghitungan indeks bentuk *otolith* menggunakan pengukuran morfometrik beserta formulanya  
 Table 1. The shape indices calculation using morphometric measurements and formulas

Indeks bentuk/ Shape index	Formula/ Equation	Kegunaan/ Application
$F_F$	$4\pi O_A/O_P^2$	Mengestimasi keteraturan pada permukaan <i>otolith</i> , dimana $F_F=1$ menunjukkan permukaan yang teratur seperti lingkaran. Sedangkan $F_F<1$ berarti tidak teratur
$R_O$	$4O_A/\pi O_L^2$	Membandingkan bentuk <i>otolith</i> terhadap bentuk lingkaran penuh, dimana $R_O=1$ menandakan bentuk lingkaran penuh.
C	$O_P^2/O_A$	Membandingkan bentuk <i>otolith</i> terhadap bentuk lingkaran penuh.
$R_t$	$O_A/(O_L \cdot O_W)$	Menggambarkan variasi panjang dan lebar <i>otolith</i> terhadap luas area, dimana $R_t=1$ menggambarkan <i>otolith</i> berbentuk persegi sempurna.
E	$\frac{O_L - O_W}{(O_L + O_W)}$	Mengindikasikan terjadinya perubahan sumbu secara proporsional.
$A_R$	$O_L/O_W$	Menunjukkan bentuk <i>otolith</i> , dimana nilai $A_R>1$ menandakan bentuk <i>otolith</i> yang cenderung memanjang.

Identifikasi ciri-ciri morfologi *otolith* ditentukan berdasarkan Gambar 1. Hasil pengamatan morfologi dianalisis secara deskriptif dalam tabel berdasarkan kelompok kelas panjang, yaitu sempenit (<11 cm), portolan (11-15 cm), lemuru (15-18 cm), dan lemuru kucing yang berukuran lebih dari 18 cm (Merta, 1992). Karakteristik morfologi *otolith* dipertegas kembali dengan nilai indeks-indeks bentuk (*shape indices*). Penentuan indeks bentuk *otolith* menggunakan 6 deskriptor meliputi *form factor* ( $F_F$ ), *roundness* ( $R_O$ ), *circularity* atau *compactness* (C), *rectangularity* ( $R_t$ ), *ellipticity* (E), dan *aspect ratio* ( $A_R$ ) berdasarkan formula yang disajikan pada Tabel 1 (Aguera & Brophy, 2011; Bani et al., 2013; Ponton, 2006; Sadighzadeh et al., 2012; Zengin et al., 2015; Zischke et al., 2016).

## HASIL DAN BAHASAN

### Hasil

#### Hubungan Morfometrik *Otolith* dan Ukuran Ikan Lemuru

Secara keseluruhan dikumpulkan 300 pasang *otolith* dalam kondisi utuh yang dikumpulkan dari ikan lemuru dengan ukuran panjang berkisar antara 10-20 cm FL dan bobot tubuh 11-96 gram. Hasil pengujian nilai rata-rata hasil pengukuran parameter morfometrik antara *otolith* kiri dan kanan menggunakan uji t-berpasangan secara dua arah menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata terhadap hasil pengukuran parameter morfometrik yaitu bobot *otolith* ( $O_M$ ), panjang ( $O_L$ ), lebar ( $O_W$ ), keliling ( $O_P$ ), dan luas area ( $O_A$ ) antara *otolith* kiri dan kanan dimana nilai  $T_{hitung} < T_{tabel}$  dan  $P > 0,01$  (Lampiran 2). Perbandingan nilai rata-rata parameter morfometrik *otolith* kiri dan kanan dideskripsikan dalam grafik *box plot* pada Gambar 2. Selanjutnya, pengukuran parameter morfometrik dilakukan

dengan menggunakan nilai rata-rata antara *otolith* kanan dan kiri seperti disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis parameter morfometrik *otolith* terhadap ukuran ikan (FL dan BW) menunjukkan bahwa  $O_L$ ,  $O_W$  dan  $O_M$  memiliki hubungan yang positif terhadap penambahan ukuran ikan ( $R^2 > 0,80$ ). Namun demikian,  $O_L$  menjadi parameter terbaik dalam merepresentasikan ukuran individu ikan. Hal ini ditunjukkan dimana  $O_L$  memiliki koefisien determinasi paling tinggi terhadap FL dan BW ( $R^2 > 0,86$  dan  $R^2 > 0,89$ ) diikuti oleh  $O_W$  dan  $O_M$  (Gambar 3).

#### Karakteristik Morfologi dan Indeks Bentuk *Otolith*

Sejak tidak ditemukannya perbedaan yang signifikan antara parameter morfometrik *otolith/sagittae* kanan dan kiri, maka penentuan karakteristik morfologi dilakukan berdasarkan *otolith/sagittae* kiri saja. Karakteristik morfologi *sagittae* ikan lemuru berdasarkan pengelompokan ukuran disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4. Bentuk *sagittae* ikan lemuru cenderung oval dan memanjang secara medial dan berbentuk cembung secara distal. Panjang *otolith* ( $O_L$ ) berkisar antara 2,2-2,8 kali lebih besar dari  $O_W$  dan ukuran  $O_L$  hanya 1,7-2,3% dari total ukuran FL. *Sagittae* ikan lemuru tidak tebal dan permukaan bagian dorsal berlekuk-lekuk dangkal, sedangkan permukaan bagian ventral berlekuk-lekuk dalam.

Bagian anterior terdiri dari *rostrum* dan *antirostrum* sehingga membentuk *excisura major*. Ukuran panjang bagian *rostrum* 32-42% lebih kecil dibandingkan ukuran  $O_L$ . Bagian ujung *rostrum* berbentuk bulat dan atau lancip. Ukuran panjang bagian *antirostrum* 11-17% lebih kecil dibandingkan  $O_L$ . Bagian ujung *antirostrum* berbentuk bulat dan atau lancip. Bagian posterior terdiri dari

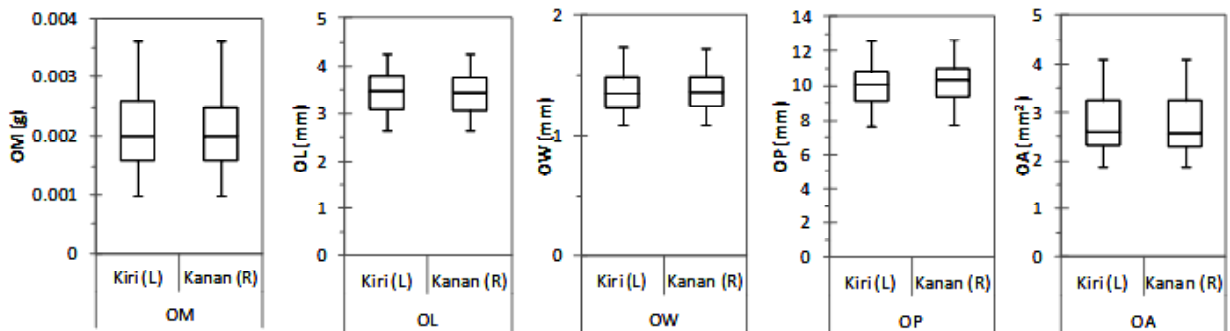
postrostrum dan parastrostrum sehingga membentuk *excisura minor*, namun demikian pada ikan-ikan berukuran kecil (sempenit) *postrostrum* dan *parastrostrum* belum

berkembang sehingga *excisura minor* belum tampak. Terdapat *sulcus acusticus* berupa cekungan kedalam dan memanjang melewati inti *otolith*.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter morfometrik otolith *S.lemuru*

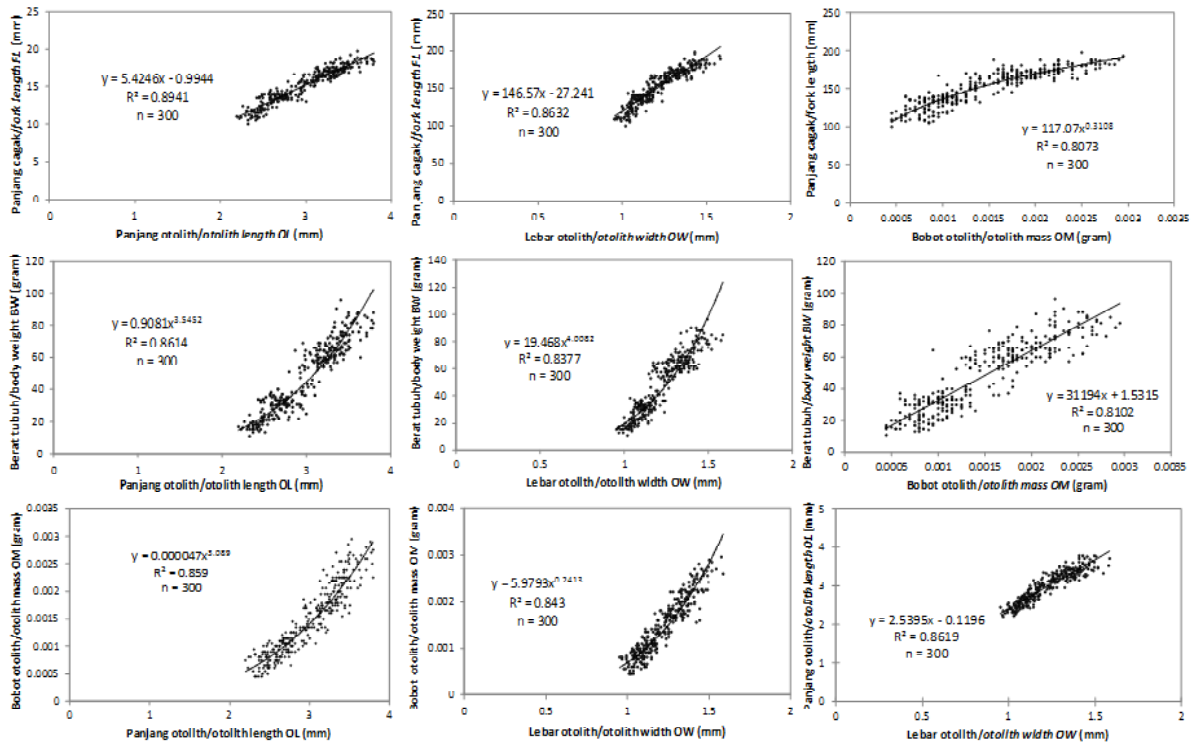
Table 2. The result of otolith morphometric parameters measurement of *S.lemuru*

Parameter / parameters	Minimum / minimum	Rata-rata±sd / average±sd	Maksimum / maximum
O <sub>M</sub> (gram)	0,0004	0,0015±0,0006	0,003
O <sub>L</sub> (mm)	2,194	2,981±0,3979	3,801
O <sub>W</sub> (mm)	0,954	1,225±0,1486	1,598
O <sub>A</sub> (mm <sup>2</sup> )	1,454	2,474±0,5806	3,724
O <sub>P</sub> (mm)	6,217	8,521±1,0486	11,139



Gambar 2. Perbandingan hasil pengukuran parameter morfometrik otolith kiri dan kanan ikan lemuru, meliputi bobot (O<sub>M</sub>), panjang (O<sub>L</sub>), lebar (O<sub>W</sub>), keliling (O<sub>P</sub>) dan luas area (O<sub>A</sub>).

Figure 2. Comparison between right and left sides of Bali Sardinella's otolith measurement, includes otolith mass (O<sub>M</sub>), length (O<sub>L</sub>), width (O<sub>W</sub>), perimeter (O<sub>P</sub>) and area (O<sub>A</sub>).



Gambar 3. Hubungan antara parameter morfometrik otolith (O<sub>M</sub>, O<sub>L</sub>, dan O<sub>W</sub>) dan ukuran ikan (FL dan BW) dalam persamaan regresi linier dan eksponensial

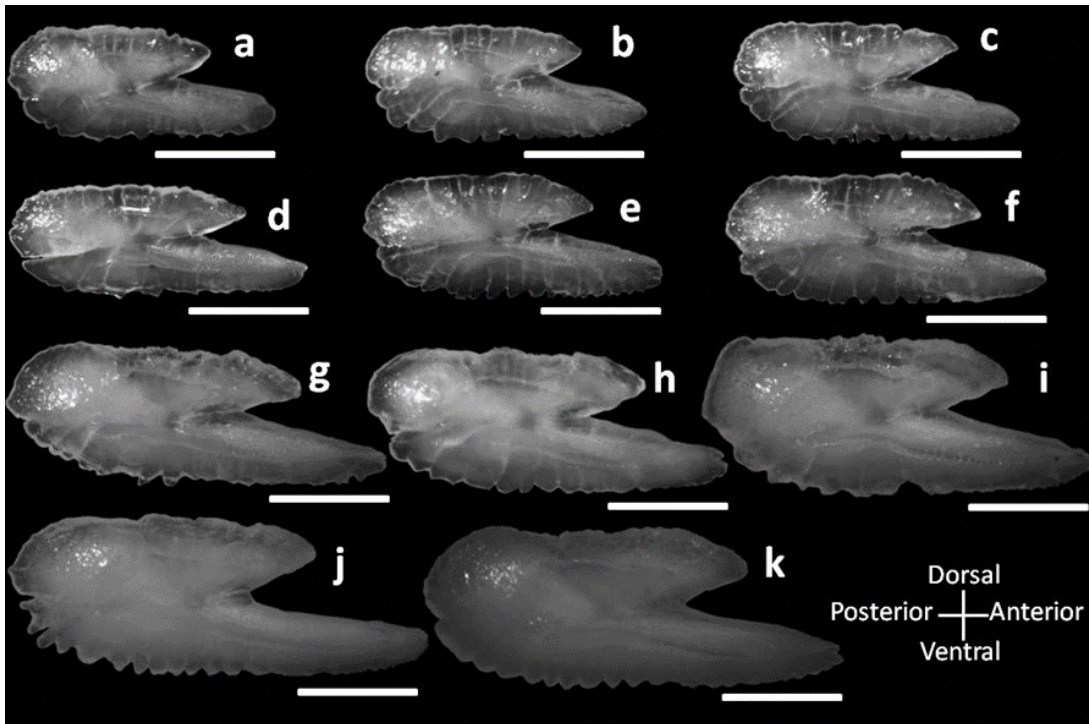
Figure 3. Relationship between otolith morphometric parameters (O<sub>M</sub>, O<sub>L</sub> and O<sub>W</sub>) and fish size (FL and BW) as described as linear regression and exponential equation

Tabel 3. Karakteristik morfologi *sagittae* dari *S. lemuru* berdasarkan 4 kategori kelas panjang  
 Table 3. *Characteristic of S. lemuru's sagittae based on four length class categories*

<b>Orolith karakteristik</b>	<b>Sempenit (&lt;11cm)</b> Oval	<b>Protolan (11-15cm)</b> Oval	<b>Lemuru (15-18cm)</b> Oval	<b>Lemuru Kucing (&gt;18cm)</b> Oval
Bentuk otolith	Oval	Oval	Oval	Oval
Dorsal margin	Permukaan berlekuk-lekuk dangkal, rata di bagian anterior	Permukaan berlekuk-lekuk dangkal, terkadang muncul punuk	Permukaan berlekuk-lekuk dangkal, terkadang muncul punuk	Permukaan berlekuk-lekuk dangkal, terkadang muncul punuk
Ventral margin	Permukaan tidak beraturan, berlekuk-lekuk besar dan dalam	Permukaan tidak beraturan, berlekuk-lekuk besar dan dalam	Permukaan tidak beraturan, berlekuk-lekuk besar dan dalam	Permukaan tidak beraturan, berlekuk-lekuk besar dan dalam
Posterior margin	Berlekuk-lekuk, postrostrum dan parastrostrum belum berkembang, excisura minor belum tampak	Permukaan berlekuk-lekuk, postrostrum dan parastrostrum hadir dengan excisura minor, beberapa belum tampak	Permukaan berlekuk-lekuk, postrostrum dan parastrostrum hadir dengan excisura minor	Permukaan bergelombang, postrostrum dan parastrostrum hadir dengan excisura minor
Bentuk rostrum	Panjang, lebar, bagian ujung membulat, permukaan dorsal dan ventral rata, namun terkadang tidak beraturan	Panjang, lebar, ujung membulat, lancip, terkadang terdapat cekungan, permukaan dorsal dan ventral tidak beraturan dan atau beraturan	Panjang, lebar, ujung membulat, lancip, terkadang terdapat cekungan, permukaan dorsal dan ventral tidak beraturan dan atau beraturan	Panjang, lebar, ujung membulat dan atau lancip, terkadang terdapat cekungan, permukaan dorsal dan ventral rata, namun terkadang tidak beraturan
Bentuk antirostrum	Pendek, lebar, ujung membulat terkadang runcing, permukaan dorsal dan ventral rata	Pendek, lebar, ujung membulat terkadang lancip, permukaan dorsal dan ventral tidak rata	Pendek, lebar, ujung membulat terkadang lancip, permukaan dorsal dan ventral tidak rata	Pendek, lebar, ujung membulat terkadang lancip, permukaan dorsal bergelombang, permukaan ventral rata
Rasio ukuran rostrum : antirostrum	2,1 : 1 hingga 3,2 : 1	1,9 : 1 hingga 3,2 : 1	2,3 : 1 hingga 3,6 : 1	2,4:1 hingga 3,3:1
Postrostrum	Belum berkembang, beberapa telah berkembang	Telah berkembang, beberapa belum berkembang	Telah berkembang	Telah berkembang
Parastrostrum	Belum berkembang, beberapa telah berkembang	Telah berkembang, beberapa belum berkembang	Telah berkembang	Telah berkembang
Excisura major	Hadir dengan membentuk sudut 28-99°	Hadir, membentuk sudut 19-96°	Hadir, membentuk sudut 27-95°	Hadir, membentuk sudut 48-100°
Excisura minor	Belum berkembang, apabila telah berkembang membentuk sudut 48-99°	Hadir, membentuk sudut 13-132°, beberapa belum berkembang	Hadir, membentuk sudut 16-137°	Hadir, membentuk sudut 29-132°

Karakteristik morfologi *sagittae otolith* juga dipertegas dengan nilai indeks-indeks bentuk menggunakan 6 deskriptor seperti disajikan pada Gambar

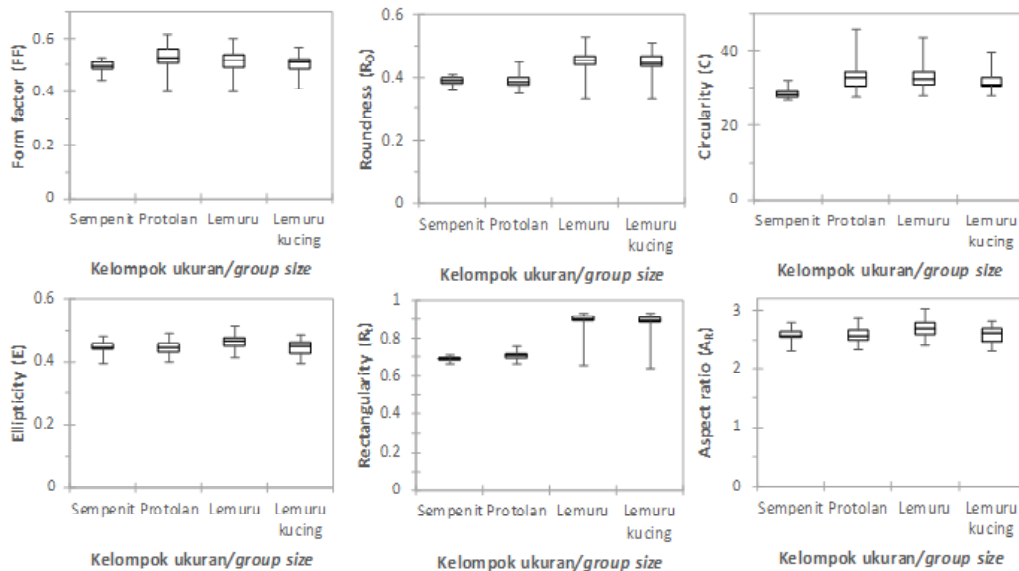
5. Hasil menunjukkan bahwa nilai indeks bentuk *otolith* cenderung stabil pada ukuran ikan lemuru yang berbeda.



Keterangan: Ukuran kelas panjang cagak: <sup>a)</sup> 9-10 cm; <sup>b)</sup> 10-11cm; <sup>c)</sup> 11-12cm; <sup>d)</sup> 12-13cm; <sup>e)</sup> 13-14cm; <sup>f)</sup> 14-15cm; <sup>g)</sup> 15-16cm; <sup>h)</sup> 16-17cm; <sup>i)</sup> 17-18cm; <sup>j)</sup> 18-19 cm; <sup>k)</sup> 19-20 cm

Remarks: Length of caudal fork class: <sup>a)</sup> 9-10 cm; <sup>b)</sup> 10-11cm; <sup>c)</sup> 11-12cm; <sup>d)</sup> 12-13cm; <sup>e)</sup> 13-14cm; <sup>f)</sup> 14-15cm; <sup>g)</sup> 15-16cm; <sup>h)</sup> 16-17cm; <sup>i)</sup> 17-18cm; <sup>j)</sup> 18-19 cm; <sup>k)</sup> 19-20 cm

Gambar 4. Morfologi sagittae kiri ikan lemuru berdasarkan kelas panjang. Skala batang berwarna putih = 1 mm  
 Figure 4. Left sagittae morphology of Bali *Sardinella* according to length class. White scale bar = 1mm



Gambar 5. Variasi nilai indeks bentuk *otolith* ikan lemuru pada berbagai kelompok ukuran panjang ikan (FL).  
 Figure 5. Shape indices variation of Bali *Sardinella*'s otolith on various group sizes (FL).

## Bahasan

*Sagittae otolith* telah digunakan secara luas dalam studi taksonomi untuk mengidentifikasi jenis ikan (Homayuni *et al.*, 2013; Reichenbacher & Reichard, 2014) karena *sagittae* memiliki ciri khas masing-masing pada setiap jenis ikan, meliputi bentuk, ukuran, berat, pola pertumbuhan, kontur dan komposisi kimia (Annabi *et al.*, 2013; Reichenbacher *et al.*, 2007; Nolf, 1985 dalam Zorica *et al.*, 2010). Dalam kaitannya dengan studi *predator-prey relationship*, *sagittae* juga digunakan untuk mengidentifikasi ikan yang telah tercerna karena seringkali masih tersisa di dalam perut pemangsa karena bersifat lebih tahan terhadap proses pencernaan (Aydin *et al.*, 2004). *Sagittae otolith* dapat ditemukan secara melimpah dalam bentuk fosil dan digunakan untuk studi paleontologi untuk rekonstruksi keanekaragaman ikan teleostei di masa lampau, zoogeografi, dan evolusinya (Girone & Nolf, 2009; Schwarzshans & Bratishko, 2011).

### Hubungan Morfometrik Otolith dan Ukuran Ikan Lemuru

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara signifikan antara ukuran *otolith* kiri dan kanan. Persamaan regresi linear dan eksponensial digunakan untuk menguji hubungan karakter morfometrik *otolith* dan ukuran ikan seperti dalam berbagai kajian sebelumnya (Battaglia *et al.*, 2010; Al-Anboori, 2016). Hal ini juga menggambarkan pola pertumbuhan ikan yang cenderung membentuk kurva sigmoid (Effendie, 1997).

Panjang *otolith* ( $O_L$ ), lebar ( $O_W$ ) dan bobot ( $O_M$ ) memiliki korelasi positif terhadap pertumbuhan *somatic* ikan. Berarti pertumbuhan *otolith* memiliki pola yang sama dengan pertumbuhan individu ikan. Hal ini ditunjukkan dimana  $O_L$  dan  $O_M$  semakin meningkat seiring dengan penambahan FL dan BW. Secara keseluruhan  $O_L$  memiliki korelasi yang paling tinggi sehingga  $O_L$  dapat merepresentasikan ukuran FL dan BW dengan validitas yang tinggi. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian sebelumnya pada keluarga Clupeidae seperti *Sardinella brasiliensis* di Teluk Brazil Bagian Tenggara (Perin & Santos, 2014), *Sardinella longiceps* di perairan Oman (Al-Anboori, 2016), 3 ikan genus *Sardinella* di Teluk Persia dan Oman (Valinassab *et al.*, 2012; Dehghani *et al.*, 2015), serta *Sardinop cagax* di perairan Australia Barat bagian selatan (Gaughan *et al.*, 2008) dimana telah dilaporkan bahwa  $O_L$  merupakan indikator terbaik dalam menggambarkan penambahan ukuran ikan.

Penelitian hubungan antara morfometrik *otolith* dan ukuran ikan sangat berguna untuk mengestimasi ukuran riil individu ikan yang telah tercerna, baik panjang dan beratnya, sebagai pendukung dalam kajian hubungan pemangsa dan mangsa (*predator and prey relationship*)

(Granadeiro & Silva, 2000; Skeljo & Ferri, 2012). Hubungan antara morfometrik *otolith* dan ukuran ikan dapat digunakan untuk penghitungan balik (*back-calculation*) ukuran ikan yang telah dimangsa/tercerna (Zan *et al.*, 2015).

### Karakteristik Morfologi dan Indeks Bentuk Otolith

Penelitian indeks bentuk *sagittae otolith* telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan deskriptor yang berbeda, diantaranya pada kelompok ikan genus *Serranus* di Kepulauan Canary, Spanyol menggunakan 6 deskriptor (Tuset *et al.*, 2003; Tuset *et al.*, 2006); tiga spesies *Caspian Goby* selatan di Pantai Anzali, Iran menggunakan 6 deksriptor (Bani *et al.*, 2013); dan 5 jenis ikan pelagis di Laut Adriatic, Kroasia menggunakan 3 deksriptor (Zorica *et al.*, 2010).

Indeks bentuk dapat menegaskan identifikasi jenis ikan berdasarkan morfologi *otolith*. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa permukaan *sagittae otolith* ikan lemuru secara umum tidak beraturan membentuk lekukan-lekukan yang ditunjukkan dengan nilai  $F_F < 1$  dan bersifat tetap pada seluruh ukuran panjang ikan dan *otolith*. Nilai  $R_O < 1$  dan C pada penelitian ini mendemonstrasikan *sagittae otolith* cenderung lebih berbentuk oval seperti telur daripada berbentuk bulat. Nilai  $R_t < 1$ , E dan  $A_R > 1$  menunjukkan bahwa *sagittae otolith* cenderung memanjang dimana rasio antara panjang dan lebar *otolith* yang cenderung stabil pada berbagai ukuran FL.

Hasil penelitian morfologi pada penelitian ini menunjukkan terdapat beberapa fitur yang secara konsisten terdapat pada *sagittae*, khususnya pada genus *Sardinella*. *Sagittae* ikan lemuru berbentuk oval jika dilihat dari sisi medial dan cembung jika dilihat dari sisi distal dan tergolong tidak tebal. Bentuk *sagittae* yang tidak tebal merupakan ciri khas yang membedakan ikan pelagis dan demersal, dimana ikan pelagis yang berenang secara aktif memiliki *sagittae* yang tipis, sedangkan ikan demersal yang hidup di dasar perairan memiliki *sagittae* yang tebal (Bani *et al.*, 2013; Gauldie & Crampton, 2002). Terdapat cekungan di tengah yang memanjang disebut *sulcus acusticus* dengan luas area kurang dari 1/3 bagian dari keseluruhan luas area *sagittae*. Bentuk *sagittae* ikan lemuru umumnya sama dengan *Sardinella gibbosa*, *Sardinella longiceps*, dan *Sardinella sidensis* (Homayuni *et al.*, 2013). Kelompok ikan dari satu genus memiliki pola *sulcus acusticus* yang khas dan konsisten (Nolf, 1985 dalam Homayuni *et al.*, 2013), seperti halnya pada genus *Sardinella* ini, dimana *sulcus acusticus* menjelaskan kemampuan pendengaran ikan (Popper *et al.*, 2005). Ikan yang hidup di dasar perairan memiliki rasio luas area *sulcus acusticus* dan *sagittae* secara keseluruhan yang lebih besar (Tuset *et al.*, 2003). Selain *sulcus acusticus*, bagian *rostrum* dan *antirostrum* dari genus *Sardinella* juga memiliki bentuk



yang khas. Namun demikian, belum diketahui apakah proporsi *rostrum* dan *antirostrum* juga menggambarkan kemampuan ikan, seperti kemampuan renang, manuver gerak, dan mencari makan (Popper *et al.*, 2005; Tuset *et al.*, 2003).

## KESIMPULAN

Tidak ditemukan perbedaan yang nyata nilai parameter morfometrik pada *otolith* kanan dan kiri. Parameter morfometrik *otolith* ( $O_L$ ,  $O_W$ , dan  $O_M$ ) memiliki hubungan positif terhadap ukuran ikan yang berarti pertumbuhan *otolith* bersifat isometrik dengan pertumbuhan *somatic* ikan. Panjang *otolith* ( $O_L$ ) menjadi indikator terbaik untuk mengestimasi panjang ukuran riil individu ikan yang telah tercerna, hal ini terkait kajian hubungan antara pemangsa dan mangsa (*predator and prey relationship*). Karakteristik morfologi *otolith* ikan lemuru berbentuk oval atau lonjong, dengan permukaan yang tidak beraturan, dan cenderung memanjang. Hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai indeks bentuk yang terdiri dari  $C$ ,  $R_O < 1$ ,  $F_F < 1$ ,  $R_T < 1$ ,  $E < 1$  dan  $A_R > 1$  dimana nilai indeks-indeks bentuk tersebut bersifat stabil pada berbagai ukuran panjang ikan.

## PERSANTUNAN

Karya Tulis Ilmiah ini merupakan kontribusi dari kegiatan penelitian yang berjudul "Penelitian Karakteristik Biologi Perikanan, Habitat Sumber Daya dan Potensi Produksi Sumber Daya Ikan di WPP 573 (Samudera Hindia Selatan Jawa)" yang dilaksanakan oleh Balai Penelitian Perikanan Laut (BPPL) yang didanai DIPAAPBN-P Tahun Anggaran 2015.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguera, A., & Brophy, D. (2011). Use of saggital otolith shape analysis to discriminate Northeast Atlantic and Western Mediterranean stocks of Atlantic saury, *Scomberesox saurus saurus* (Walbaum). *Fish. Res.*, 110(3), 465–471. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.06.003>
- Al-Anboori, I. S. (2016). Otolith dimension characteristics approaches of the Indian Oil Sardine, *Sardinella longiceps Valenciennes*, 1847 from Muscat, Sultanate of Oman. *Greener Jurnal of Biological Science*, 6 (1), 1–8. <http://doi.org/http://doi.org/10.15580/GJBS.2016.1.110115151>
- Annabi, A., Said, K., & Reichenbacher, B. (2013). Inter-population differences in otolith morphology are genetically encoded in the killifish *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontiformes). *Sci. Mar.*, 77(2), 269–279. <http://doi.org/10.3989/scimar.03763.02A>
- Aydin, R., Calta, M., Dursun, S., & Coban, M.Z. (2004). Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(9), 1550–1533. <http://doi.org/10.3923/pjbs.2004.1550.1553>
- Bani, A., Poursaeid, S., & Tuset, V.M. (2013). Comparative morphology of the sagittal otolith in three species of south Caspian gobies. *Journal of Fish Biology*, 82 (4), 1321–1332. <http://doi.org/10.1111/jfb.12073>
- Barata, A., Bahtiar, A., & Hartaty, H. (2011). Pengaruh perbedaan umpan dan waktu setting rawai tuna terhadap hasil tangkapan tuna di Samudera Hindia. *J. Lit. Perik. Ind.*, 17 (2), 133–138.
- Battaglia, P., Malara, D., Romeo, T., & Andaloro, F. (2010). Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy). *Scientia Marina*, 74 (3), 605–612. <http://doi.org/10.3989/scimar.2010.74n3605>
- Campana, S. E. (2004). *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean* (p.284). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences Vol. 133. Ottawa: NRC Research Press.
- Campana, S. E., & Neilson, J.D. (1985). Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 42, 1014–1032.
- Chulin, A. K., & Chen, H.M. (2013). Comparative morphological study of otoliths in Taiwanese anguilliformes fishes. *Journal of Marine Science and Technology*, 21 (Suppl): 77–85. <http://doi.org/10.6119/JMST-013-1220-3>
- Cabello, M.G, Barr, E.E., Solís, E.G.C., Gómez, M.P., & Boa, A.G. (2014). Morphometric analysis on sagittae, asteriscus and lapillus of Shortnose Mojarra *Diapterus brevirostris* (Teleostei: Gerreidae) in Cuyutlan coastal Lagoon, Colima, Mexico. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía*, 49 (2), 209–223. <http://doi.org/10.4067/S0718-19572014000200004>
- Dehghani, M., Kamrani, E., Salarpouri, A., & Kamali, E. (2015). Relationship between fish length and otolith dimentions (length, width) and otolith weight of *Sardinella sindensis*, as index for environmental studies, Persian Gulf, Iran. *Journal of Fisheries and Livestock Production*, 3 (2), 1–5. <http://doi.org/10.4172/2332-2608.1000134>

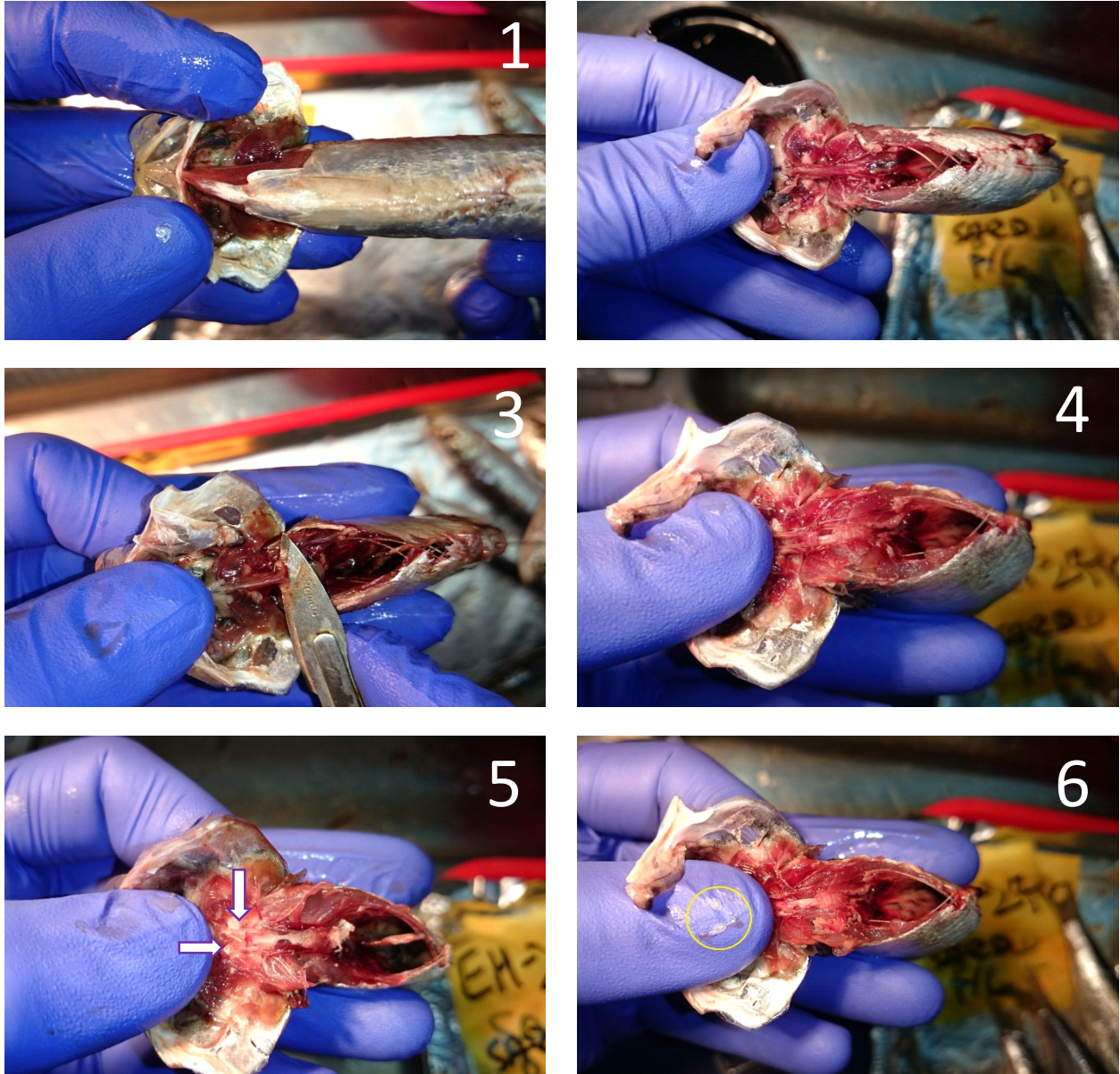
- Effendie, M.I. (1997). *Biologi Perikanan* (p.163). Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Gaughan, D., Craine, M., Stephenson, P., Leary, T., & Lewis, P. (2008). Regrowth of pilchard (*Sardinops sagax*) stocks off southern Western Australia following the mass mortality event of 1998/99. *Final report Fisheries Research and Development Corporation Project No. 2000/135*. Fisheries Research Report No. 176, Department of Fisheries, Western Australia, 82 p.
- Gauldie, R. W., & Crampton, J. S. (2002). An ecomorphological explanation of individual variability in the shape of the fish otolith: comparison of the otolith of *Hoplostethus atlanticus* with other species by depth. *J. Fish Bio.*, 60, 1204–1221. <http://doi.org/10.1006/jfbi.2002.1938>
- Girone, A., & Nolf, D. (2009). Fish otoliths from the Priabonian (Late Eocene) of North Italy and South-East France – Their paleobiogeographical significance. *Revue de Micropaleontologie*, 52, 195–218. <http://doi.org/10.1016/j.revmic.2007.10.006>
- Granadeiro, J. P., & Silva, M.A. (2000). The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish in predator-prey studies. *Cybiurn*, 24(4), 383–393.
- Himelda, Wiyono, E. S., Purbayanto, A., & Mustaruddin. (2011). Analisis sumber daya perikanan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Selat Bali. *Mar. Fish.*, 2(2), 165–166
- Homayuni, H., Marjani, M., & Sabet, H. M. (2013). Deskriptif key to otoliths of three *Sardinella* species (Pisces, Clupeidae) from the Northern Oman Sea. *AACL Bioflux*, 6(3), 211–221.
- ICES. (2004). *Recruitment studies: Manual precision and accuracy of tools* (p.35). ICES Techniques in Marine Environmental Sciences No.33. Copenhagen: International Council for the Exploration of the Sea.
- Jawad, L.A., Al-Jufaili, S.A., & Al-Shuhaily, S.S. (2008). Morphology of the otolith of the greater lizardfish *Saurida tumbil* (Pisces: Synodontidae). *Journal of Natural History*, 42 (35-36), 2321–2330. <http://doi.org/10.1080/00222930802130278>
- Jawad, L.A., Ambuali, A., Al-Mamry, J.M., & Al-Busaidi, H.K. (2011). Relationship between fish length and otolith length, width and weight of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) collected from the Sea of Oman. *Ribarstvo*, 69 (2), 51–61.
- Mendoza, R.P.R. (2006). Otoliths and their applications in fishery science. *Ribarstvo*, 64 (3), 89–102.
- Merta, I. G. S. (1992). Dinamika populasi ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853 (Pisces: Clupeidae) di perairan Selat Bali dan alternatif pengelolaannya. Thesis: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Perera, H.A.C.C., Maldeniya, R., Weerasekara, S.A., & Senadheera, S.P.S.D. (2015). Opportunistic dietary nature of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*): occurrence of polythene and plastic debris in the stomach. *IOTC-2015-WPTT17-19*. The 17<sup>th</sup> IOTC Working Party on Tropical Tunas, Montpellier, 23-28 October 2015. 10 p.
- Perin, S. & Santos, A.M.V.D. (2014). Morphometry and relative growth of the Brazilian Sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) in the Southeastern Brazilian Bight. *Arquivos de Zoologia*, 45, 63–72. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v45iespp63-72>
- Polito, M.J., Trivelpiece, W.Z., Karnovsky, N.J., Elizabeth, Ng., Patterson, W.P., & Emslie, S.D. (2011). Integrating stomach content and stable isotope analyses to quantify the diets of pygoscelid penguins. *PLoS ONE*, 6 (10), 1-10. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0026642>
- Ponton, D. (2006). Is geometric morphometrics efficient for comparing otolith shape of different fish species? *Journal of Morphology*, 267, 750–757. <http://doi.org/10.1002/jmor>
- Popper, A.N., Ramcharitar, J., & Campana, S.E. (2005). Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine and Freshwater Research*, 56(5), 497–504. <http://doi.org/10.1071/MF04267>
- Pradini, S., Rahardjo, M. F., & Kaswadji, R. (2001). Kebiasaan makanan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Muncar, Banyuwangi. *J. Iktio. Ind.*, 1(1), 41–45.
- Reichenbacher, B., & Reichard, M. (2014). Otoliths of five extant species of the annual killifish *Nothobranchius* from the East African savannah. *PLoS ONE*, 9(11), 1–12. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0112459>

- Reichenbacher, B., Sienknecht, U., Küchenhoff, H., & Fenske, N. (2007). Combined otolith morphology and morphometry for assessing taxonomy and diversity in fossil and extant killifish (*Aphanius*, †*Prolebias*). *J. Morph.*, 268(10), 898–915. <http://doi.org/10.1002/jmor.10561>
- Sadighzadeh, Z., Ferrer, J. L.O., Lombarte, A., Fatemi, M. R., & Tuset, V.M. (2014). An approach to unraveling the coexistence of snappers (Lutjanidae) using otolith morphology. *Scientia Marina*, 78 (3), 353–362. <http://doi.org/10.3989/scimar.03982.16C>
- Sadighzadeh, Z., Tuset, V. M., Valinassab, T., Dadpour, M. R., & Lombarte, A. (2012). Comparison of different otolith shape descriptors and morphometrics for the identification of closely related species of *Lutjanus* spp. from the Persian Gulf. *Mar. Bio. Res.*, 8(9), 802–814. <http://doi.org/10.1080/17451000.2012.692163>
- Schwarzahns, W., & Bratishko, A. (2011). The otoliths from the middle Paleocene of Luzanivka (Cherkasy district, Ukraine). *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.*, 261(1), 83–110. <http://doi.org/10.1127/0077-7749/2011/0154>
- Secor, D. H., Dean, J. M., & Laban, E.H. (1992). Otolith removal and preparation for microchemical examination. In *Otolith microstructure examination and analysis* (pp. 19-57). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences Vol. 117. Ottawa, Canada: NRC Research Press.
- Setyadji, B., Bahtiar, A. & Novianto, D. (2012). Stomach content of three tuna species in the eastern Indian Ocean. *Ind. Fish. Res. J.*, 18(2), 57–62.
- Seyfabadi, J., Afshari, M., & Valinassab, T. (2014). Note otolith morphology and body size relationships of *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) in the northern Oman Sea. *Indian Journal of Fisheries* 61(2), 112–117.
- Skeljo, F., & Ferri, J. (2012). The use of otolith shape and morphometry for identification and size-estimation of five wrasse species in predator-prey studies. *Journal of Applied Ichthyology*, 28(4), 524–530. <http://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01925.x>
- Sparre, P., & Venema, S.C. (1999). *Introduksi Pengkajian Ikan Tropis* (p. 438). Buku 1: Manual. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Tuset, V.M., Lombarte, A., & Assis, C.A. (2008). Otolith atlas for the Western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72 (72S1), 7–198. <http://doi.org/10.3989/scimar.2008.72s17>
- Tuset, V. M., Rosin, P. L., & Lombarte, A. (2006). Sagittal otolith shape used in the identification of fishes of the genus *Serranus*. *Fisheries Research*, 81, 316–325. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.06.020>
- Tuset, V. M., Lombarte, A., González, J. A., Pertusa, J. F., & Lorente, M.J. (2003). Comparative morphology of the sagittal otolith in *Serranus* spp. *Journal of Fish Biology*, 63, 1491–1504. <http://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2003.00262.x>
- Uktolseja, J. C. B. (1992). Pengaruh pemakaian umpan saury dan lemuru terhadap hasil tangkapan rawai tuna. *J.Lit.Kan.Lut*, 65, 79–100
- Uktolseja, J. C. B. (1993). Status perikanan ikan pelagis kecil dan kemungkinan pemanfaatannya sebagai ikan umpan hidup untuk perikanan rawai tuna di Prigi, Jawa Timur. *J.Lit.Kan.Lut*, 80, 18–45.
- Valinassab, T., Seifabadi, J., Homauni, H., & Bandpei, M.A.A. (2012). Relationships between fish size and otolith morphology in ten clupeids from the Persian Gulf and Gulf of Oman. *Cybium*, 36 (4), 505–509.
- Yilmaz, S., Yazicioglu, O., Yazici, R., & Polat, N. (2015). Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 39(3), 438–446. <http://doi.org/10.3906/zoo-1403-58>
- Yilmaz, S., Yazicioglu, O., Saygin, S., & Polat, N. 2014. Relationships of otolith dimensions with body length of European perch, *Perca fluviatilis* L., 1758 from Lake Ladik, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 46 (5), 1231–1238.
- Zan, X. X., Zhang, C., Xu, B. D., & Zhang, C.L. (2015). Relationships between fish size and otolith measurements for 33 fish species caught by bottom trawl in Haizhou Bay, China. *Journal of Applied Ichthyology*, 31 (3), 544–548. <http://doi.org/10.1111/jai.12751>

- Zengin, M., Saygin, S., & Polat, N. (2015). Otolith shape analyses and dimensions of the Anchovy *Engraulis encrasicolus* L in the Black and Marmara Seas. *Sains Malaysiana*, 44 (5), 657–662.
- Zischke, M. T., Litherland, L., Tilyard, B. R., Stratford, N. J., Jones, E. L., & Wang, Y. (2016). Otolith morphology of four mackerel species (*Scomberomorus* spp.) in Australia: Species differentiation and prediction for fisheries monitoring and assessment. *Fish. Res.*, 176, 39–47. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.12.003>
- Zorica, B., Sinovèiæ, G., & Èikeškeè, V. (2010). Preliminary data on the study of otolith morphology of five pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Acta Adriatica*, 51(1), 89–96.

Lampiran 1. Teknik pengumpulan sampel otolith menggunakan metode *up through the gill* untuk ikan sardine dan teri (Sumber: Denis Gasparevic [https://www.academia.edu/9960960/Otolith\\_extraction\\_for\\_sardine\\_and\\_anchovy](https://www.academia.edu/9960960/Otolith_extraction_for_sardine_and_anchovy))

Appendix 2. Otolith removal technique using *up through the gills* method for sardine and anchovy (Source: Denis Gasparevic [https://www.academia.edu/9960960/Otolith\\_extraction\\_for\\_sardine\\_and\\_anchovy](https://www.academia.edu/9960960/Otolith_extraction_for_sardine_and_anchovy))



Keterangan: (1) Buka operculum selebar mungkin untuk melepas insang; (2) bersihkan insang dengan menariknya; (3) lakukan pembersihan “lapisan permukaan” yang terdapat dibawah insang; (4) patahkan tepat diantara bagian leher dan ruas pertama tulang belakang; (5) *otolith* akan terdorong keluar dan akan tampak jelas; dan (6) keluarkan otolith dengan menggunakan pinset.

Lampiran 2. Hasil Uji T-Berpasangan terhadap parameter morfometrik *otolith* *S. lemuru*

Appendix 2. The result of statistical tests using two tails t-test paired sample for each morphometric parameters of *S. lemuru's otolith*

*Otolith mass (gram)*

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Otolith mass Left (gram)</i>	<i>Otolith mass Right (gram)</i>
Mean	0.00148	0.00148
Variance	0.00000	0.00000
Observations	300	300
Pearson Correlation	0.97	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	299	
t Stat	-0.452	
P(T<=t) one-tail	0.326	
t Critical one-tail	2.339	
P(T<=t) two-tail	0.652	
t Critical two-tail	2.592	

*Otolith length (mm)*

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Otolith length Left (mm)</i>	<i>Otolith length Right (mm)</i>
Mean	2.99	2.98
Variance	0.16	0.16
Observations	300	300
Pearson Correlation	0.99	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	299	
t Stat	2.453	
P(T<=t) one-tail	0.007	
t Critical one-tail	2.339	
P(T<=t) two-tail	0.015	
t Critical two-tail	2.592	

*Otolith width (mm)*

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Otolith Widht Left (mm)</i>	<i>Otolith Widht Right (mm)</i>
Mean	1.219	1.216
Variance	0.021	0.020
Observations	300	300
Pearson Correlation	0.98	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	299	
t Stat	2.244	
P(T<=t) one-tail	0.013	
t Critical one-tail	2.339	
P(T<=t) two-tail	0.026	
t Critical two-tail	2.592	

*Otolith area (mm<sup>2</sup>)*

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Otolith Area Left (mm2)</i>	<i>Otolith Area Right (mm2)</i>
Mean	2.34	2.34
Variance	0.30	0.31
Observations	300	300
Pearson Correlation	0.999	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	299	
t Stat	1.991	
P(T<=t) one-tail	0.024	
t Critical one-tail	2.339	
P(T<=t) two-tail	0.048	
t Critical two-tail	2.592	

*Otolith perimeter (mm)*

t-Test: Paired Two Sample for Means

	<i>Otolith Perimeter Left (mm)</i>	<i>Otolith Perimeter Right (mm)</i>
Mean	8.54	8.54
Variance	1.11	1.12
Observations	300	300
Pearson Correlation	0.95	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	300	
t Stat	-0.395	
P(T<=t) one-tail	0.346	
t Critical one-tail	2.339	
P(T<=t) two-tail	0.693	
t Critical two-tail	2.592	