

Biometrik Otolit Ikan Kardinal Banggai *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 Di Bolaang Mongondow Selatan Dan Selat Lembeh Bitung

(*Otolith Biometrics of Banggai Cardinal Fish, *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 In the Front Waters of Dudepo, South Bolaang Mongondow Regency and in the Lembeh Strait, Bitung City*)

Melani Hellen¹, Ari B. Rondonuwu², J. R. R. Sangari², Fransine B. Manginsela², Silvester B. Pratasik², Suzanne L. Undap²

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

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

*Corresponding author: arirondonuwu@unsrat.ac.id

Abstract

The study aims to determine the Banggai cardinal fish biometric otoliths comparison based on sex and locations in the Waters Front of TPI Dudepo, South Bolaang Mongondow Regency, and Lembeh Strait, Bitung City. Data collection using survey method. Fishing by snorkeling, that is 50 individuals representing each size class using "Sibu" fishing gear. The differences in otoliths in male and female sexes have seven different otolith characters in otolith length (OL), otolith width (OW), otolith area (OA) and otolith perimeter (OP), roundness (Rnd), ellipticity (Ell) and aspect ratio (Ar), and three characters that do not show significant differences, namely form factor (Ff), circularity (Cir), rectangularity (Rec). The differences in otoliths based on location in front of the Dudepo and Lembeh Strait have been seven different otolith characters in otolith length (OL), otolith width (OW), otolith area (OA) and otolith perimeter (OP), roundness (Rnd), ellipticity (Ell), and aspect ratio (Ar), and three characters that do not show significant differences, form factor (Ff), circularity (Cir), and rectangularity (Rec).

Keywords: *Otolith, characteristics, sex, location*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biometrik otolit ikan kardinal banggai berdasarkan jenis kelamin dan mengetahui perbandingan biometrik otolit pada dua lokasi di Perairan Depan TPI Dudepo Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan di Selat Lembeh Kota Bitung. Pengambilan data di lapangan menggunakan metode survei. Penangkapan ikan dilakukan dengan penyelaman snorkling, penangkapan minimal 50 individu yang mewakili setiap kelas ukuran dengan alat tangkap Sibu. Perbedaan otolit pada jenis kelamin jantan dan jenis kelamin betina memiliki tujuh perbedaan karakter otolit pada panjang otolit (OL), lebar otolit (OW), area otolit (OA) dan perimeter otolit (OP), roundness (Rnd), ellipticity (Ell) dan aspect ratio (Ar), dan tiga karakter yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, yaitu form factor (Ff), circularity (Cir), rectangularity (Rec). Perbedaan otolit berdasarkan lokasi di depan TPI Dudepo dan di Selat Lembeh memiliki tujuh perbedaan karakter otolit pada panjang otolit (OL), lebar otolit (OW), area otolit (OA) dan perimeter otolit (OP), roundness (Rnd), ellipticity (Ell) dan aspect ratio (Ar), dan tiga karakter tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, yaitu form factor (Ff), circularity (Cir), rectangularity (Rec).

Kata kunci: *Otolit, karakteristik, kelamin, lokasi*

PENDAHULUAN

Wilayah laut Indonesia termasuk dalam kawasan segi tiga karang atau Coral Triangle Center dengan keanekaragaman karang dan ikan karang yang sangat tinggi (Veron *et al.*, 2009). Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem yang subur

dan paling produktif di lautan, hal ini disebabkan oleh kemampuan terumbu untuk menahan nutrisi dalam sistem dan berperan sebagai kolam untuk menampung segala masukan dari luar. Di wilayah perairan Kepulauan Banggai Sulawesi Tengah, terdapat ikan karang dari famili

Apogonidae, jenis *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 yang dikenal dengan nama umum *Banggai Cardinalfish* dan nama lokal Ikan Capungan Banggai (Vagelli, 2008). Ikan kardinal banggai ini merupakan ikan laut endemik di Kepulauan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah, dan tidak ditemukan di tempat lain di dunia.

Penyebaran ikan kardinal banggai bermula saat terjadi perdagangan di kawasan Perairan Banggai (Banggai, Banggai Kepulauan dan Banggai Laut), sebagian kecil juga terdapat di Selat Lembeh (Sulawesi Utara) dan ditemukan juga di Perairan Desa Dudepo Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dengan luas wilayah yang cukup besar dengan jumlah populasi yang cukup banyak (Pongajouw *et al.*, 2022). Selat Lembeh merupakan wilayah perairan sempit dan memanjang yang memisahkan daratan utama Pulau Sulawesi dengan Pulau Lembeh. Secara geografi terletak di antara 1°23'-1°33' LU dan 125°7' - 125°17' BT dan secara administratif masuk dalam wilayah kota Bitung, Sulawesi Utara. Oksigen pada Perairan Selat Lembeh yaitu 4,64-5,85 mg/L, salinitas 32-34 ppt, temperatur perairan 27,5–28,4°C, pH 7,5–8,4 pada kondisi ini masih baik untuk kehidupan organisme laut, khususnya ikan. Perairan Selat Lembeh berada di antara laut Maluku yang dipengaruhi oleh massa air dari lautan Pasifik dan laut Sulawesi dipengaruhi oleh massa air dari lautan Hindia. Karena letaknya di daerah indo-pasifik tropis, maka kawasan pesisir dan laut di perairan ini memiliki keanekaragaman hayati (biodiversity) yang sangat tinggi (Patty, 2015). Di lokasi Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Dudepo Kecamatan Bolaang Uki, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki salinitas dari 31 – 33 ppt kisaran salinitas pada lokasi depan TPI Dudepo ini masih bisa di toleransi oleh biota terumbu karang termasuk ikan banggai kardinal, oksigen terlarut di atas 3,5 mg/L kadar oksigen terlarut yang diperoleh di depan TPI Dudepo masih dalam kondisi alamiah dan mendukung perkembangan terumbu karang yang secara tidak langsung akan menyediakan habitat bagi ikan banggai

kardinal, pH di perairan depan TPI Dudepo berkisar antara 7,70 – 7,79 di mana, masih berada pada kondisi alamiah bagi pertumbuhan ikan banggai kardinal (Pongajouw *et al.*, 2022).

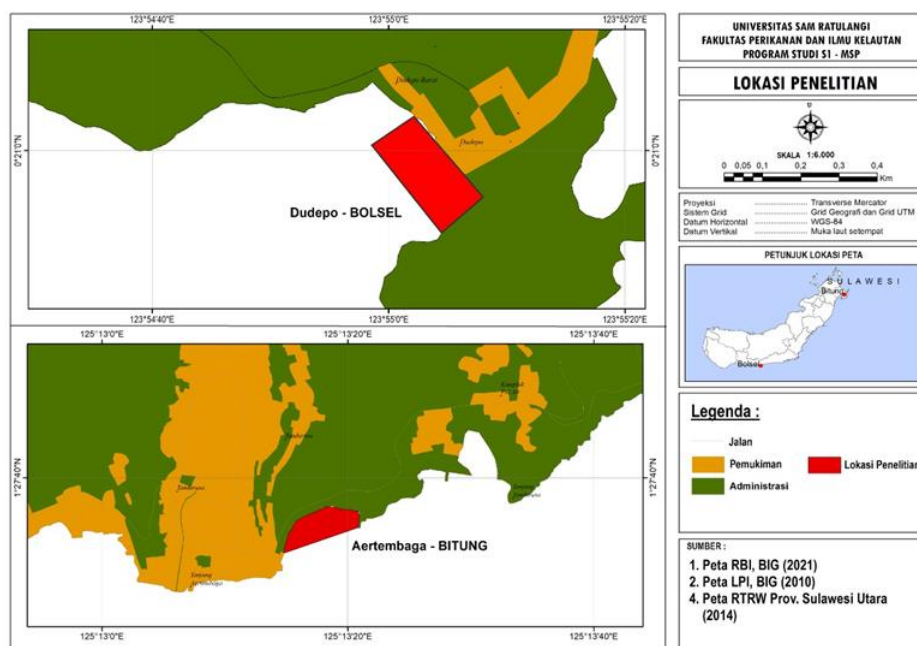
Seperti pada umumnya ikan bertulang sejati (Teleostei), ikan kardinal banggai memiliki otolit (sagita). Otolit terletak di dalam telinga sehingga sering kali disebut juga batu telinga (Jawad *et al.*, 2011). Otolit merupakan organ yang berfungsi untuk mengatur keseimbangan, pendengaran, koordinasi arah renang, dan orientasi pada semua ikan bertulang sejati (Bani *et al.*, 2013; Popper *et al.*, 2005; Yilmaz *et al.*, 2014; Tuset *et al.*, 2003). Otolit tersusun dari kalsium karbonat (CaCO₃) sebagai komponen utama, yang umumnya berbentuk aragonit dan deposit garam (Valinassab *et al.*, 2012, Cabello *et al.*, 2014, Sadighzadeh *et al.*, 2014).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perbedaan biometrik otolit jenis kelamin jantan dan betina, dan perbedaan lokasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan, di perairan Depan TPI Dudepo Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan di Selat Lembeh Kota Bitung (Gambar 1). Pengambilan data lapangan di perairan Depan TPI Dudepo Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan di Selat Lembeh menggunakan metode survei jelajah. Penangkapan ikan dilakukan dengan snorkling di setiap mikrohabitat yang ditemukan, masing-masing minimal 50 individu yang mewakili setiap kelas ukuran dengan alat tangkap Chang net/Sibu. Pengambilan otolit menggunakan pisau bedah dan pinset, Setiap sampel otolit difoto menggunakan perangkat lunak Dino Capture Ver 2.0. Selanjutnya dilakukan pengukuran karakter biometrik otolit ikan banggai kardinal menggunakan aplikasi Fiji ImageJ.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Analisis Data

Foto yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak Fiji ImageJ untuk menentukan ukuran otolit: panjang otolit (OPan), lebar otolit (OLeb), Area otolit (OAr) dan perimeter atau keliling otolit (OPar). Panjang otolit (PO) didefinisikan sebagai jarak mendatar terjauh antara bagian anterior dan posterior. Lebar otolit (OW) merupakan jarak terjauh secara vertikal antara bagian dorsal dan ventral. Perimeter otolit merupakan panjang total garis terluar yang mengelilingi otolit. Luas area otolit didefinisikan sebagai luas keseluruhan area otolit yang dibatasi oleh garis terluar (Aguera and Brophy 2011, Zischke *et al.*, 2016, Wudji *et al.*, 2018). Berdasarkan ukuran otolit ditentukan 6 indeks bentuk otolit dalam tabel 1. (Tuset *et al.*, 2003; Mérigot *et al.*, 2007; Burke, *et al.*, 2008; Agüera dan Brophy, 2011; Longmore *et al.*, 2010; Pavlov, 2016; Avigliano, 2017; Landroit *et al.* 2017; Wudji, 2018).

Untuk membandingkan bentuk dan ukuran otolit di dua lokasi yang berbeda, di Perairan Depan Dudepo Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan di Selat Lembeh,, dilakukan uji statistik parametrik sampel berpasangan. Sedangkan antar seks atau antar kelompok dianalisis

dengan menggunakan uji statistik parametrik sampel bebas dengan atau tidak dengan mengasumsikan kesamaan varians. Data biometrik dianalisis dengan perangkat lunak (IBM SPSS Statistics 26) dan dalam penelitian ini, untuk analisis biometrik selanjutnya digunakan nilai rata-rata seperti yang dilakukan Wujdi *et al.* (2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Otolit Berdasarkan Jenis Kelamin

Otolit utuh yang terkumpul dari 2 lokasi berbeda berjumlah 225 pasang, terdiri dari 118 pasang berjenis kelamin jantan dan 107 pasang berjenis kelamin betina. Hasil analisis indeks bentuk otolit *Pterapogon kauderni* dimana rata-rata indeks *form factor* (Ff), *circularity* (Cir), *rectangularity* (Rec) yang memperlihatkan bahwa otolit berkelamin jantan memiliki perbedaan yang tidak signifikan dengan otolit berkelamin betina.

Dari sepuluh karakter yang di uji, tujuh di antaranya memiliki perbedaan yang signifikan (table 2), yaitu panjang otolit (OL), lebar otolit (OW), area otolit (OA) dan perimeter otolit (OP), *roundness* (Rnd), *ellipticity* (Ell) dan *aspect ratio* (Ar). tiga

karakter yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$), yaitu *form factor* (Ff), *circularity* (Cir), *rectangularity* (Rec).

Bose *et al.*, (2017) menyatakan bahwa otolith jantan dan betina memiliki bentuk otolith yang berbeda. Penjelasan

umum untuk perbedaan jenis kelamin dalam bentuk otolith adalah bahwa jenis kelamin mungkin berbeda dalam hal tingkat pertumbuhan somatik (tubuh) dan fisiologi (Campana dan Casselman, 1993; Begg dan Brown, 2000; Cardinale *et al.*, 2004).

Tabel 1. Indeks Bentuk Otolit

Simbol Indeks	Formula	Kriteria
<i>FF</i>	$\frac{4\pi AO}{\pi O^2}$	Mengestimasi keteraturan pada permukaan otolith, di mana $FF=1$ menunjukkan permukaan yang teratur seperti lingkaran. Sedangkan $F_{ben} < 1$ berarti tidak teratur.
<i>Rnd</i>	$\frac{4AO}{\pi PO^2}$	Membandingkan bentuk otolith terhadap bentuk lingkaran penuh, di mana $Rnd=1$ menandakan bentuk lingkaran penuh
<i>Cir</i>	$\frac{\pi O^2}{AO}$	Membandingkan bentuk otolith terhadap bentuk lingkaran penuh
<i>Rec</i>	$\frac{OA}{(\pi O \cdot LO)}$	Menggambarkan variasi panjang dan lebar otolith terhadap luas area, di mana $Rec = 1$ menggambarkan otolith berbentuk persegi sempurna
<i>EII</i>	$\frac{PO-LO}{(PO+LO)}$	Mengindikasikan terjadinya perubahan sumbu secara proporsional
<i>Ar</i>	$\frac{PO}{LO}$	Menunjukkan bentuk otolith, di mana nilai $Ar > 1$ menandakan bentuk otolith yang cenderung memanjang.

Tabel 2. Nilai rata-rata sepuluh karakter otolith berdasarkan jenis kelamin jantan dan betina

Karakter	Jenis Kelamin	n	Rata-rata	Nilai Sig	Kesimpulan
OL	Jantan	118	3,58	0,000	Signifikan
	Betina	107	2,95	0,000	
OW	Jantan	118	3,24	0,000	Signifikan
	Betina	107	2,54	0,000	
OA	Jantan	118	9,87	0,000	Signifikan
	Betina	107	6,22	0,000	
OP	Jantan	118	13,09	0,000	Signifikan
	Betina	107	10,48	0,000	
Ff	Jantan	118	0,715	0,916	Tidak Signifikan
	Betina	107	0,720	0,916	
Rnd	Jantan	118	0,381	0,000	Signifikan
	Betina	107	0,520	0,000	
Cir	Jantan	118	18,57	0,687	Tidak Signifikan
	Betina	107	18,74	0,692	
Rec	Jantan	118	0,803	0,298	Tidak Signifikan
	Betina	107	0,795	0,302	
EII	Jantan	118	0,053	0,000	Signifikan
	Betina	107	0,074	0,000	
Ar	Jantan	118	1,11	0,000	Signifikan
	Betina	107	1,16	0,000	

Perbandingan otolith berdasarkan dua lokasi

Secara keseluruhan didapatkan 225 pasang otolith ikan kardinal banggai pada 2

lokasi yang berbeda (table 3) di antaranya yang berlokasi di depan TPI Dudepo berjumlah 89 pasang dan lokasi di Selat Lembeh berjumlah 136 pasang. Hasil

pengujian terhadap normalitas data biometrik otolit (OL, OW, OP, OA, Ff, Rnd, Cir, Rec, Ell, Ar) dengan uji Kolmogorov-Smirnov menunjukkan bahwa data biometrik otolit tersebar secara normal dan homogen ($P > 0,05$). Dengan hasil ini, untuk melihat perbandingan karakter biometrik otolit dua lokasi yang berbeda maka dilakukan uji statistik parametrik T-test.

Hasil analisis menunjukkan dari sepuluh karakter ukuran biometrik otolit, tujuh karakter di antaranya menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$), dan

hanya tiga karakter yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara otolit yang berasal dari Perairan TPI Dudepo dan di Selat Lembeh. Variasi ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi lingkungan perairan (Campana dan Neilson 1985, Campana dan Casselman 1993), ketersediaan makanan dan suhu perairan (Cardinale *et al.* 2004, Vignon 2012), ontogenetik (Cardinale *et al.* 2004), serta perbedaan demografi seperti jenis kelamin, umur, dan populasi (Nielsen *et al.* 2010, Bostanci *et al.* 2015).

Tabel 3. Nilai rata-rata sepuluh karakter otolit berdasarkan lokasi

Karakter	Lokasi	n	Rata-rata	Nilai Sig	Kesimpulan
OL	Dudepo	89	3,71	0,000	Signifikan
	Lembeh	136	3,00	0,000	
OW	Dudepo	89	3,49	0,000	Signifikan
	Lembeh	136	2,53	0,000	
OA	Dudepo	89	10,9	0,000	Signifikan
	Lembeh	136	6,32	0,000	
OP	Dudepo	89	13,87	0,000	Signifikan
	Lembeh	136	10,53	0,000	
Ff	Dudepo	89	0,681	0,230	Tidak
	Lembeh	139	0,741	0,141	Signifikan
Rnd	Dudepo	89	0,367	0,000	Signifikan
	Lembeh	136	0,597	0,000	
Cir	Dudepo	89	18,7	0,833	Tidak
	Lembeh	136	18,62	0,823	Signifikan
Rec	Dudepo	89	0,803	0,509	Tidak
	Lembeh	136	0,798	0,451	Signifikan
Ell	Dudepo	89	0,029	0,000	Signifikan
	Lembeh	136	0,085	0,000	
Ar	Dudepo	89	1,063	0,000	Signifikan
	Lembeh	136	1,192	0,000	

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sebagian besar karakter yang ada di otolit ikan banggai kardinal pada jenis kelamin jantan dan betina di dua lokasi pada umumnya berbeda signifikan. Karakter yang berbeda yaitu otolit pada panjang otolit (OL), lebar otolit (OW), area

otolit (OA) dan perimeter otolit (OP), roundness (Rnd), ellipticity (Ell) dan aspect ratio (Ar), dan tiga karakter yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, yaitu form factor (Ff), circularity (Cir), rectangularity (Rec).

Karakter biometrik antar dua lokasi yang berbeda umumnya menunjukkan perbedaan yang signifikan yaitu perbedaan

karakter otolit pada panjang otolit (OL), lebar otolit (OW), area otolit (OA) dan perimeter otolit (OP), roundness (Rnd), ellipticity (Ell) dan aspect ratio (Ar), dan tiga karakter yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, yaitu form factor (Ff), circularity (Cir), rectangularity (Rec).

Saran

Perlu adanya kajian yang lebih lanjut tentang biologi ikan dari ikan banggai kardinal yang berlokasi di Perairan Dudepo.

Perlu melakukan penelitian tentang morfometrik dan dilanjutkan dengan pengujian genetik pada ikan banggai kardinal antar populasi yang berbeda lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agüera, A. & D. Brophy, 2011. *Use of saggital otolith shape analysis to discriminate Northeast Atlantic and Western Mediterranean stocks of Atlantic saury, Scomberesox saurus saurus (Walbaum)*. Elsevier - Fisheries Research 110 465–471.
- Avigliano, E.; A. Domanico; S. Sánchez and A.V. Volpedo, 2017. *Otolith elemental fingerprint and scale and otolith morphometry in Prochilodus lineatus provide identification of natal nurseries*. Elsevier - Fisheries Research 186 : 1–10
- 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.
- Begg, G. A., & Brown, R. W. 2000. Stock identification of haddock *Melanogrammus aeglefinus* on Georges Bank based on otolith shape analysis. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129(4), 935-945.
- Bose, A. P., Adragna, J. B., & Balshine, S. 2017. Otolith morphology varies between populations, sexes and male alternative reproductive tactics in a vocal toadfish *Porichthys notatus*. *Journal of Fish Biology*, 90(1), 311-325.
- Bostanci, D., Polat, N., Kurucu, G., Yedier, S., Konaş, S., & Darçin, M. 2015. Using otolith shape and morphometry to identify four *Alburnus* species (*A. chalcoides*, *A. escherichii*, *A. mossulensis* and *A. tarichi*) in Turkish inland waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(6), 1013-1022.
- Burke, N.; D. Brophy & P.A. King, 2008. *Shape analysis of otolith annuli in Atlantic herring (Clupea harengus); a new method for tracking fish populations*. Elsevier- Fisheries Research 91 133–143.
- Campana, S. E., & Casselman, J. M. 1993. Stock discrimination using otolith shape analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50(5), 1062-1083.
- Campana, S. E., & Neilson, J. D. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(5), 1014-1032.
- Cardinale, M., Doering-Arjes, P., Kastowsky, M., & Mosegaard, H. 2004. Effects of sex, stock, and environment on the shape of known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(2), 158-167.
- Illahude Delyuzar., Raharjo Purnomo., Wahib Abdul., Mirayosi., Yuningsih Ai., Syahril Moh. Andri., Suprijo Totok., & Lubis Subaktian. 2017 *Geologi Selat Lembeh yang Unik dan Mempesona*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL). <https://mgi.esdm.go.id/content/geologi-selat-lembeh-yang-unik-dan-mempesona> Akses 25 Mei 2022 pukul 19.00 WITA
- Jawad, L. A., Ambuali, A., Al-Mamry, J. M., & Al-Busaidi, H. K. 2011. Relationships between fish length and otolith length, width and weight of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) collected from the Sea of Oman. *Croatian Journal of Fisheries*, 69(2), 51-61.

- Landroit, Y.; C.O. Maolagain & P.L. Horn. 2017. *An investigation of otolith shape analysis as a tool to determine stock structure of ling (Genypterus blacodes)*. New Zealand Fisheries Assessment Report 2017/24. Ministry for Primary Industries, Manatu Ahu Matua, New Zealand Government. Growing and Protecting New Zealand.
- Longmore, C.; K. Fogarty; F. Neat; D. Brophy; C. Trueman; A. Milton and S. Mariani, 2010. *A comparison of otolith microchemistry and otolith shape analysis for the study of spatial variation in a deep-sea teleost, Coryphaenoides rupestris*. Environ Biol Fish 89:591–605.
- Me´rigot, B.; Y. Letourneur and R. Lecomte-Finiger, 2007. *Characterization of local populations of the common sole Solea solea (Pisces, Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis*. Mar Biol 151:997–1008.
- Patty, S. I. 2015. Karakteristik fosfat, nitrat dan oksigen terlarut di perairan selat lembeh, sulawesi utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(2), 1-7
- Pavlov, D.A., 2016. *Differentiation of Three Species of the Genus Upeneus (Mullidae) Based on Otolith Shape Analysis*. *ournal of Ichthyology*. Vol. 56, No. 1, pp. 37–51
- Pongajouw, O. P., Rondonuwu, A. B., Bataragoa, N. E., Kalesaran, O., Lohoo, A. V., & Salaki, M. S. 2022. Distribution of Size Banggai Fish Cardinal Pterapogon Kauderni Koumans, 1933 in the Front Waters of Dudepo, South Bolaang Mongondow Regency. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(1), 161-167.
- Popper, A. N., & Fay, R. R. 2011. Rethinking sound detection by fishes. *Hearing research*, 273(1-2), 25-36.
- Tuset, V.M., Lombarte, A., González, J.A., Pertusa, J. F., & Lorente, M.J. 2003. *Comparativemorphology of the sagittal otolith in Serranus spp. Journal of Fish Biology*, 63, 1491–1504.
- Veron, J. E., Devantier, L. M., Turak, E., Green, A. L., Kininmonth, S., Stafford-Smith, M., & Peterson, N. 2009. Delineating the coral triangle. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 11(2), 91-100.
- Vignon, M. 2012. Ontogenetic trajectories of otolith shape during shift in habitat use: Interaction between otolith growth and environment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 420, 26-32.
- Wujdi, A.; M. Agustina dan I. Jatmiko, 2018. *Indeks bentuk otolit ikan cakalang, Katsuwonus pelamis (Linnaeus, 1758) dari Samudra Hindia*. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 151-163.
- Yilmaz, S., Yazicioglu, O., Saygin, S. A., & 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.
- Zischke, M.T.; L. Litherland; B.R. Tilyard; N.J. Stratford; E.L. Jones and Y.G. Wang, 2016. *Otolith morphology of four mackerel species (Scomberomorus spp.) in Australia: Species differentiation and prediction for fisheries monitoring and assessment*. Elsevier - Fisheries Research 176: 39–47.