



ANALISIS PERBANDINGAN MODIFIKASI SIRIP *MUDSKIPPER*
Boleophthalmus boddarti DAN *Periophthalmus chrysopilos*

SKRIPSI

Oleh:

SITI YULI NURIL HIDAYAH
(21701061023)



JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2021

ANALISIS PERBANDINGAN MODIFIKASI SIRIP *MUDSKIPPER*
Boleophthalmus boddarti DAN *Periophthalmus chrysopilos*

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
(S-1) Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Malang

Oleh:

SITI YULI NURIL HIDAYAH

(21701061023)



JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2021

ABSTRAK

Siti Yuli Nuril Hidayah (NPM. 21701061023) Analisis Perbandingan Modifikasi Sirip *Mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos*.

Pembimbing (1) Drs. Hari Santoso, M.Biomed

Pembimbing (2) Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si

Salah satu jenis biota famili Gobiidae adalah ikan glodok (*mudskipper*) yang ada di kawasan hutan mangrove. Bagian tubuh ikan glodok mengalami modifikasi sehingga mampu bergerak, bernafas, dan bertahan hidup di daratan dalam jangka waktu yang cukup lama. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis dan membandingkan modifikasi sirip serta jumlah tulang sirip dada dan sirip ekor *mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos*. Metoda penelitian menggunakan deskriptif kualitatif, dengan teknik pengambilan sampel secara purposif. Hasil pewarnaan tulang menggunakan pewarna Alizarin red menunjukkan bahwa terdapat suatu tonjolan dan pemanjangan tulang pada sirip dada. Pemanjangan tulang sirip dada *P. chrysopilos* di bagian radial proksimal lebih panjang dibandingkan dengan *B. boddarti* sehingga ini dapat digunakan sebagai penyeimbang, tumpuan, dan mendukung pergerakan selama di darat. Modifikasi sirip ekor ditunjukkan dengan pelebaran di bagian *spina hemalis* dan *spina neuralis* kedua dan ketiga. Jumlah tulang sirip dada keduanya adalah 14 sinar sirip dada, 6 sinar sirip perut, dan 4 radial proksimal. Sedangkan Jumlah tulang sirip ekor *B. boddarti* adalah *os preural centrum*, dua *os epural*, *os parhypural*, lima *os hypural*, dan *lepidotrichia* dengan dua tipe jari-jari sirip, yaitu 3 jari-jari sirip tidak bersegmen dan tidak bercabang serta 17 jari-jari bersegmen dan bercabang. Pada *P. chrysopilos* terdapat delapan *os preural centrum*, dua *os epural*, *os parhypural*, lima *os hypural*, dan *lepidotrichia* dengan dua tipe jari-jari sirip ekor, yaitu 3 jari tidak bersegmen dan tidak bercabang serta 14 jari bersegmen dan bercabang.

Kata Kunci: modifikasi sirip, *Boleophthalmus boddarti*, *Periophthalmus chrysopilos*, jumlah tulang

ABSTRACT

Siti Yuli Nuril Hidayah (NPM. 21701061023) Comparative Analysis of Modified Mudskipper Fins of *Boleophthalmus boddarti* and *Periophthalmus chrysopilos*.

Supervisor (1) Drs. Hari Santoso, M.Biomed

Supervisor (2) Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si

*One of the species of the family Gobiidae is the glodok fish (mudskipper) which is in the mangrove forest area. There are modifications to their bodies so that they are possible to move, breathe, and survive on land for a long time. The purpose of this study was to analyze and compare the modification of the fin and the number of pectoral and caudal fin bones between *Boleophthalmus boddarti* and *Periophthalmus chrysopilos*. This research method using descriptive qualitative with purposive sampling technique. The results of bone staining using Alizarin red, showed that there was a bone protrusion and elongation on the pectoral fins. The proximal radial length of the *P. chrysopilos* pectoral fin is longer than *B. boddarti* so that it can be used as a balancing, supporting, and for their movement while on land. Modification of the caudal fin is shown by widening at second and third neural spine. The total number of pectoral fins are 14 pectoral fin rays, 6 pelvic fin rays, and 4 proximal radials. While the number of caudal fin bones of *B. boddarti* is the preural centrum os, 2 epural os, parhypural os, 5 hypural os, and lepidotrichia with two types of fin radius, there are 3 unsegmented and unbranched fin radius and 17 segmented and branched radius. In *P. chrysopilos*, there are 3 preural centrum bones, two epural os, parhypural os, five hypural os, and lepidotrichia with two types of caudal fin radius, there are 3 unsegmented and unbranched radius and 14 segmented and branched radius.*

Key words: *fin modification, *Boleophthalmus boddarti*, *Periophthalmus chrysopilos*, number of bones*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan mangrove memiliki kondisi basah dan kering dalam suatu waktu tertentu. Menurut Ramadhani (2014) kawasan hutan mangrove kondisinya selalu berubah-ubah dan biotanya mengadaptasikan kemampuannya untuk menyesuaikan diri pada keadaan tersebut. Salah satu biota yang dapat beradaptasi adalah ikan glodok.

Di Kecamatan Ujungpangkah terdapat ekosistem mangrove dengan luas 94, 82 km² dimana berperan penting untuk mendukung kehidupan makhluk hidup di sekitarnya, yakni sebagai habitat, tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan dan pembesaran (*nursey ground*) serta tempat pemijahan (*spawning ground*) bagi aneka biota perairan (Prasetyo, 2017).

Ikan glodok merupakan ikan bertulang sejati (Osteichthyes) family Gobiidae. Habitatnya di estuari dan area berlumpur, di kawasan mangrove pesisir pantai atau muara sungai. Ikan glodok dapat mempertahankan hidup pada daerah yang pasang surut. Pernafasannya menggunakan kulit tubuhnya yang berselaput lendir pada mulut dan area kerongkongan. Adaptasi yang dilakukan ikan glodok di hutan mangrove dengan cara menggali lubang lumpur lunak sebagai sarangnya (Al-behbehani, 2010).

Ikan glodok termasuk spesies ikan yang sangat toleran terhadap amonia dan dapat memperbaiki toksisitas amonia selama terpapar amonia lingkungan (Polgar dan Lim, 2011). Menurut Budi (2017) ikan glodok bersifat euryhaline yang dapat ditemukan pada berbagai tempat dengan salinitas berbeda. Modifikasi pada beberapa anggota tubuh menjadikan ikan glodok dapat melakukan gerak, bernafas, dan hidup dalam waktu yang cukup lama di daratan.

Ikan glodok dapat bergerak menggunakan siripnya sebagai bentuk adaptasi morfologi terhadap kondisi tempat tinggalnya. Menurut Chen (2016) ikan glodok memiliki sirip dada (*pectoral*) berotot kuat, dapat ditekuk, berfungsi bagaikan tungkai depan untuk bergerak maju, merayap, memanjat

akar-akar mangrove, merangkak naik ke darat, melompat dan berjalan di permukaan lumpur. Menurut Gibb (2011) *mudskipper* menggunakan sirip perut (*ventral*) dan sirip ekor (*caudal*) guna menjaga kestabilan tubuhnya.

Menurut Wicaksono (2016) karakteristik kimiawi, fisik, mekanik *mudskipper* sirip perut yang tidak menyatu (*Periophthalmus variabilis*) dapat memanjat pohon, dan sirip perut menyatu (*Boleophthalmus boddarti*) tidak dapat memanjat pohon. Ikan glodok spesies *mudskipper* genus *Periophthalmus* dapat melekat pada substrat vertikal, contohnya permukaan vertikal akuarium kaca. Genus *Periophthalmus* mempunyai luas permukaan kontak bagian bawah yang bersentuhan substrat cukup lebar. Adanya mukus (lendir) pada kulit ikan memfasilitasi perlekatan dengan permukaan kontak.

Ikan glodok (*mudskipper*) menjaga energi kinetiknya untuk lepas landas secara singkat (memantul) di atas permukaan air. Ikan glodok dapat mendarat di lumpur atau substrat horizontal maupun substrat vertikal (contohnya di bambu dermaga) sebagai mekanisme kabur bila dalam keadaan bahaya (Wicaksono, 2020). Menurut Polgar (2009) *Baleophthalmus boddarti* dewasa ditemukan pada substrat yang tidak bervegetasi, individu muda terdapat saat kondisi surut ditemukan di hutan dibagian bawah pasang surut sesaat.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Susanto dan Utari (2016), bagian sirip kaudal kompleks pada *Periophthalmus gracilis* terdiri atas struktur skeleton yang kuat dan terdapat adanya modifikasi serta fusi pada tulang penyusunnya sehingga ia mengadaptasikannya sebagai tumpuan dan penyeimbang ketika melakukan pergerakan di daratan. Menurut Sayer (2005) *mudskipper* menggunakan sirip dada, perut, dan ekornya sebagai alat pergerakan selama di darat. Selama bergerak di darat, bagian dada digunakan untuk merayap, merangkak, dan melompat di dataran berlumpur sedangkan sirip ekor akan meruncing dan sirip anal tidak menyentuh substrat guna mengurangi gesekan.

Kajian terkait struktur skeleton sirip dada dan sirip ekor pada *mudskipper* masih sedikit. Sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai analisis modifikasi sirip *mudskipper* dari dua spesies yang berbeda secara fisiologis yaitu *Boleophthalmus boddarti* dan

Periophthalmus chrysopilos dengan menggunakan pewarnaan Alizarin red. *Boleophthalmus boddarti* merupakan spesies *mudskipper* besar dan berat dengan sirip perut yang menyatu, sedangkan *Periophthalmus chrysopilos* merupakan spesies *mudskipper* yang lebih kecil dan ringan dengan sirip perut yang sepenuhnya bersatu tidak berlekuk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah ada perbedaan modifikasi sirip pada *mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos*?
2. Apakah terdapat perbedaan jumlah tulang sirip dada dan sirip ekor *mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis dan membandingkan modifikasi sirip *mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos*.
2. Untuk menganalisis dan membandingkan jumlah tulang sirip dada dan sirip ekor *mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam suatu penelitian terdapat manfaat yang diharapkan dapat tercapai. Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Sebagai sumber informasi dan pengetahuan baru khususnya di bidang keilmuan fisiologi hewan.
2. Sebagai informasi dasar untuk penelitian lanjutan terkait analisis modifikasi sirip pada ikan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penangkapan *mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos* dilakukan di perairan air payau.
2. Penelitian ini menggunakan pewarna Alizarin red (pengamatan tulang keras).
3. Analisis modifikasi sirip *mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos* meliputi sirip pectoral dan caudal.
4. Pengamatan dan perhitungan jumlah tulang sirip dada dan sirip ekor *mudskipper Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos*.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian adalah:

1. Terdapat modifikasi pada sirip dada *Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos* yang ditandai dengan adanya suatu tonjolan dan pemanjangan tulang di bagian radial proksimal *P. chrysopilos* lebih panjang dibandingkan dengan *B. boddarti*. Selain itu, terdapat perbedaan di bagian tulang rawan sirip dada *B. boddarti* terlihat sangat rapat dan sedikit. Sedangkan pada *P. chrysopilos* tulang rawannya terlihat renggang dan banyak. Selanjutnya, sirip ekor *mudskipper B. boddarti* dan *P. chrysopilos* mengalami modifikasi yang ditunjukkan dengan adanya pelebaran di bagian *spina hemalis* dan *spina neuralis* kedua dan ketiga.
2. Tidak terdapat perbedaan pada jumlah tulang sirip dada *Boleophthalmus boddarti* dan *Periophthalmus chrysopilos* dimana jumlah tulang sinar sirip dada keduanya adalah 14 dan 4 radial proksimal. Selanjutnya, terdapat perbedaan pada jumlah tulang sirip ekor *B. boddarti* dan *P. chrysopilos* di bagian *lepidotrichia B. boddarti*, terdiri atas 3 jari-jari sirip tidak bersegmen dan 17 jari-jari bersegmen. Sedangkan *lepidotrichia P. chrysopilos* terdiri atas 3 jari tidak bersegmen dan tidak bercabang dan 14 jari bersegmen dan bercabang.

5.2 Saran

Penelitian lanjutan diperlukan untuk menganalisis lebih dalam terkait otot-otot yang dapat menegakkan sirip dorsal, ventral, dan caudal pada *mudskipper*. Selain itu, terkait pemanfaatan kulit dari tubuh *mudskipper* untuk dibentuk kolagen guna penyembuhan luka pasca operasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-behbehani, B. E. dan Ebrahim, H. M. A. 2010. Environmental Studies on the Mudskippers in the Intertidal Zone of Kuwait Bay. *Journal of Nature and Science*, 8(5): 79-89
- Akmal Y, Zulfahmi I, Saifuddin F. 2018. Karakteristik Morfometrik dan Skeleton Ikan Keureling (*Tor tambroides* Bleeker 1854). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 2(1): 35-44
- Aspinall, V., Cappello, M. 2015. *Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology*. Elsevier Health Sciences. 252 p
- Beatty, R., D. Bright, & S. Robr. 2001. *Aquatic Life of the World*. Marshall Cavendish Corporation: New York
- Biewener, A. A. 2003. *Animal Locomotion*. Oxford: Oxford University Press
- Budi, A. S. 2017. Studi Jenis dan Perilaku Harian Ikan Glodok di Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret: Surakarta
- Chen, J., Chen, Q., Lu, X. J. & Chen, J. 2016. The Protection Effect of LEAP-2 on the Mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) Against *Edwardsiella tarda* Infection is Associated with its Immunomodulatory Activity on Monocytes/Macrophages. *Fish & Shellfish Immunology*, 59, p. 66-76
- Colbert, E. H., Morales, M. & Minkoff, E. C. 2004. *Colbert's Evolution of the Vertebrates. A History of the Backboned Animals Through Time. 5th edn*. New York: Wiley-Liss
- De, J. K. and Nandi, N. C. 1984. A note on the locomotory behaviour of the mudskipper *Boleophthalmus boddarti*. *Indian J. Fish.* 31, 407-409
- Flammang, B. E, Lauder, G. V. 2016. Functional morphology and hydrodynamics of backward swimming in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Zoology*, 119(5): 414-420

- Gibb, A. C., Ashley-Ross, M. A., Pace, C. M. and Long, J. H. 2011. Fish out of water: terrestrial jumping by fully aquatic fishes. *J. Exp. Zool. A Ecol. Genet. Physiol.*, 315(10), pp.649-653
- Graham, J. B. 1997. *Air-Breathing Fishes: Evolution, Diversity, and Adaptation*. Academic Press: California
- Goodrich, E. S. 1930. *Chapter II: The caudal fin. Studies on the Structure & Development of Vertebrates*. pp. 98–113, Dover Publications Inc
- Gordon, M. S., Boetius, I., Evans, D. H, McCarthy, R. and Oglesby L. C., 1969. Aspects of the physiology of terrestrial life in amphibious fishes. I. The mudskipper, *Periophthalmus sobrinus*. *Journal of Experimental Biology*, 50, pp. 141–149
- Gosline, W. A., 1997. Functional morphology of the caudal skeleton in teleostean fishes. *Ichthyological Research*, 44(2), pp. 137–141
- Harris, V. A. 1960. On the locomotion of the mudskipper *Periophthalmus koelreuteri* (Pallas) (Gobiidae). *Proc Zool Soc Lond*. 134: 107–35
- Helfman, G. S, Collete, B. B, Facey, D. E. and Bowen, B. W., 2009. *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*. A John Wiley & Sons, Ltd. Publication. Malaysia
- Hilton E. J. 2011. Bony fish skeleton. In: Farrell A. P. (ed.) *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment, volume 1*. Academic Press, San Diego. pp 434-448
- Ishimatsu, A., Yoshida, Y., Itoki, N., Takeda, T., Lee, H.J., Graham, J.B. 2007. Mudskippers Brood Their Eggs in Air but Submerge them for Hatching. *J. Exp. Biol.* 210, 3946–3954
- Ishimatsu, A., Graham, J. B. 2011. Roles of environmental cues for embryonic incubation and hatching in mudskippers. *Integr. Comput. Biol.* <http://dx.doi.org/10.1093/icb/icr018:111,11p>.<<http://icb.oxfordjournals.org/content/51/1/38.full.pdf+html>> (cited 2012 June)

- Jonathan, B. and Garth, H. 1998. *Handbook of Biomaterial Properties*. Chapman and Hall
- Lagler, K. F., Bardach, J. E. and Miller, R. R., 1962. *Ichthyology*. John Wiley & Sons, Inc. New York
- Lauder, G. V. 1989. Caudal fin locomotion in ray-finned fishes: historical and functional analyses. *American Zoologist*, 29, pp. 85–102
- Lauder, G. V. 2000. Function of the caudal fin during locomotion in fishes: Kinematics, flow visualization, and evolutionary patterns. *Integrative and Comparative Biology*, 40(1):101–122
- Maturbongs, M. R., Elviana, S., Sunarni, S. & deFretes, D. 2018. Studi Keanekaragaman Ikan Gelodok (Famili: Gobiidae) pada Muara Sungai Maro dan Kawasan Mangrove Pantai Kembapi, Merauke. *Depik: Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir, dan Perikanan*, 7(2): 177-186
- Metscher, B. D. & Ahlberg, P. E. 2001. *Origin of the teleost tail: phylogenetic frameworks for developmental studies*. In: *Major Events in Early Vertebrate Evolution*. (ed. A. PE). Florida: CRC press, pp. 333–349: CRC
- Moriyama, Y., Kawanishi, T., Nakamura, R., Tsukahara, T., Sumiyama, K., Suster, M. L., Kawakami, K., Toyoda, A., Fujiyama, A., Yasuoka, Y., Nagao, Y., Sawatari, E., Shimizu, A., Wakamatsu, Y., Hibi, M., Taira, M., Okabe, M., Naruse, K., Hashimoto, H., Shimada, A. & Takeda, H. 2012. *The medaka zic1/zic4 mutant provides molecular insight into teleost caudal fin evolution*. *Curr. Biol.* 22, 601–607
- Moriyama, Y. dan Takeda, H. 2013. Evolution and development of the homocercal caudal fin in teleosts. *Develop. Growth Differ.* doi: 10.1111/dgd.12088
- Muhtadi, A., Ramadhani, S. F. & Yunasfi. 2016. Identifikasi dan Tipe Habitat Ikan Gelodok (Famili : Gobiidae) di Pantai Bali Kabupaten Batu Bara Provinsi Sumatera Utara. *Biospecies*. Vol. 9 No. 2. Hal 1-6

- Mukharomah, E. 2016. Morfologi dan Variasi Interspesies Ikan Glodok (*Periophthalmus gracilis* dan *Periophthalmus variabilis*) di Wilayah Perairan Makarti Jaya dan Sungsang; dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA. Palembang. Vol.1 No. 1. ISSN: 2527-7553
- Murdy, E. O. 1988. *A Taxonomic Revision and Cladistic Analysis of the Oxudercine Gobies (Gobiidae: Oxudercinae)*. Smithsonian Institution: Washington
- Murdy, E. O. 1989. *A taxonomic revision and Cladistic analysis of the Oxudercine gobies (Gobiidae: Oxudercinae)*. Rec Aus Mus. Suppl 11:1–93
- Nugroho, A. E. 2011. *Evaluasi Pewarnaan Alcian blue Terhadap Sel Mast Jaringan Ikat dari Preparat Beku Jaringan Kulit Kaki Tikus*. (<http://jurnal.ump.ac.id> . Diakses 30 September 2020
- Okamoto, E., Mai, H. V., Ishimatsu, A. & Tanaka, M. 2018. Modification of pectoral fins occurs during the larva-to-juvenile transition in the mudskipper (*Periophthalmus modestus*). *Zoological Letters*. 4: 23
- Pace, C. M. dan Gibb, A. C. 2009. Mudskipper pectoral fin kinematics in aquatic and terrestrial environments. *The Journal of Experimental Biology*. 212, 2279-2286
- Patzner, R. A., J. L. V. Tassel, M. Kovacic & B. G. Kapoor. 2012. *The Biology of Gobies*. CRC Press: New York
- Prasetyo, A., Nyoto, S., & Lilik, B. P. 2017. Kerusakan Ekosistem Mangrove di Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol. 8 No. 2, 130-133
- Piper, R. 2007. *Extraordinary Animals*. Greenwood Press: London
- Polgar, G. & Crosa, G. 2009. Multivariate Characterization of the Habitats of Seven Species of Malayan Mudskippers (Gobiidae: Oxudercinae). *Journal of Marine Biology* 156, 1475-1486. doi: 10.1007/s00227-009-1187-0
- Polgar, G., Lim, R. 2011. *Mudskippers: human use, ecotoxicology and biomonitoring of mangrove and other soft bottom intertidal ecosystems*.

Institute of Biological Sciences, Institute of Ocean and Earth Sciences,
Faculty of Sciences, University of Malaya Kuala Lumpur, Malaysia

- Polgar, G., Zane, L., Babbucci, M., Barbisan, F., Patarnello, T., Ruber, L. & Papetti, C. 2014. Phylogeography and demographic history of two widespread Indo-Pacific mudskippers (Gobiidae: *Periophthalmus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **73**, 161–176. doi: 10.1016/j.ympev.2014.01.014
- Purwaningsih, S., Salamah, E. & Riviani. 2013. Perubahan Komposisi Kimia, Asam Amino, dan Kandungan Taurin Ikan Glodok (*Periophthalmodon schlosseri*). *Jurnal Pengolahan Hasil Pangan*, 16(1): 12-21
- Puspitasari, D., Johaness D B. & Gatot S. 2015 Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) Sebagai Pewarna Alternatif Pewarnaan Tulang Embrio Ayam (*Gallus gallus*). *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*. Vol.4 No.1 pp 827-831
- Puteri, D., Sitorus, H. & Muhtadi, A. 2017. Keragaman Ikan di Perairan Ekosistem Mangrove Desa Jaring Halus Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(2): 145-152. <https://doi.org/10.13170/depik.6.2.6656>
- Quang, D. M. 2014. A Preliminary Study On Length-Weight Relationship Of The Mudskipper *Boleophthalmus boddarti* In Soc Trang. *Tap Chi Sinh Hoc*, 36(1): 88-92
- Ramadhani, F. S., Yunasfi & Rangkuti. A. M. 2014. *Identifikasi dan Analisis Hubungan Panjang Bobot Ikan Glodok (Famili: Gobiidae) di Pantai Bali Desa Mesjid Lama Kecamatan Talawi Kabupaten Batu Bara Provinsi Sumatera Utara: 28-37*
- Ratmuangkhwang, S. 2012. *Contributed Fish Pictures to Fishbase*. Thailand: Kasetsart University Research and Development Institute
- Romer, A. S. & Parsons, T. S. 1977. *The Vertebrate Body*. 5th edn. Philadelphia: Saunders
- Saanin, H. 1968. *Taksonomi dan Identifikasi Ikan I dan II*. Binacipta: Bogor

- Sayer, M. D. J., 2005. Adaptations of amphibious fish for surviving life out of water. *Fish and Fisheries*, 6(3), pp.186-211
- Soejoko, D. S. & Sri W. 2002. Makara Seri Sains. 6: 117-120
- Standen, E. M. 2011. *Buoyancy, Locomotion, and Movement in Fishes, Paired Fin Swimming*. Elsevier Inc, McGill University, Canada. 564 p
- Stebbins, R. C. and Kalk, M. 1961. *Observations on the natural history of the mudskipper *Periophthalmus sobrinus**. *Copeia* 1961, 18-27
- Susanto, G. N., Utari, F. R. 2016. Struktur Skeleton Sirip Kaudal Kompleks *Periophthalmus gracilis*. *Biogenesis*, 4(1): 29 – 33
- Susanto, G. N. 2019. Struktur Tulang dan Otot Sirip Kaudal Kompleks Andamia heteroptera Bleeker (ikan amfibi). *Berita Biologi: Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*. 18(1)
- Walker, P. & Wood, E. 2005. *The Saltwater Wetland*. Facts on File: New York
- Wicaksono, A., Hidayat, S., Damayanti, Y., Jin, D.S.M., Sintya, E., Retnoaji, B., and Alam, P., 2016. The significance of pelvic fin flexibility for tree climbing fish. *Zoology*, 119(6), pp.511-517
- Wicaksono, A., Hidayat, S., Retnoaji, B. and Alam, P., 2020. The Water-Hopping Kinematics of the Tree-Climbing Fish, *Periophthalmus variabilis*. *Zoology*, 139, p.125750
- Yaszemskim, J., Richardg, P., Wilsonc, H., Robert, L. & Antonios, G.M. 1996. *Biomaterials*, 17. 175-185