

PENGARUH *ELECTRO SHIELD SYSTEM* (EES) PADA *BOTTOM SET GILL NET* TERHADAP HASIL TANGKAPAN *ELASMOBRANCHII* DI PERAIRAN TANJUNG PANDAN, KEPULAUAN BANGKA BELITUNG

The Effect of Electro Shield System (ESS) for Bottom Set Gill net on Elasmobranch in The Tanjung Pandan Waters of the Bangka-Belitung Islands

Aristi Dian Purnama Fitri*¹, Herry Boesono¹, Kukuh Eko Prihantoko¹, Dwi Yoga Gautama², Desca E. Dewi¹, Fajar Adiyanto¹

¹Departemen Perikanan Tangkap, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

²World Wildlife Fund for Nature Foundation, Indonesia

E-mail: aristidian.undip@gmail.com

Diserahkan tanggal 30 April 2019, Diterima tanggal 17 Juni 2019

ABSTRAK

Electro Shield System (ESS) adalah suatu perangkat elektronik sebagai alat bantu untuk mencegah tertangkapnya biota *elasmobranchii* yang umumnya sebagai *bycatch* pada saat operasi penangkapan *bottom set gill net*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh frekuensi ESS (*Electro Shield System*) sebesar 55 Hz dan 100 Hz selama operasi penangkapan pada jaring insang dasar (*bottom set Gill net*) terhadap biota *elasmobranch*. Metode penelitian adalah *experimental fishing*, dilakukan di perairan Tanjung Pandan, Bangka. Kepulauan Belitung di Indonesia dari bulan Maret hingga Mei, 2017. Variabel perlakuan adalah operasi penangkapan *bottom set gill net* yang dipasang alat ESS frekuensi ESS 55 Hz dan 100 Hz dibandingkan dengan *bottom set gill net* tanpa dipasang ESS (kontrol) untuk mengetahui hasil tangkapan *elasmobranchii*. Tangkapan *Elasmobranch* pada *bottom set Gill net* dengan ESS 55 Hz lebih rendah jumlahnya (5,26%) dibandingkan dengan tangkapan dengan ESS 100 Hz (6,21%) dan tanpa ESS (7,08%). Analisis statistik ANOVA (tanda 0,05) menunjukkan perbedaan yang signifikan antara *bottom set gill net* dengan dan tanpa ESS 55 Hz dan 100 Hz. Hal ini menunjukkan bahwa ESS dengan frekuensi 55 Hz dapat dideteksi oleh biota *elasmobranch* dalam organ *ampullae lorenzini*, sehingga tidak terperangkap pada *bottom set Gill net*.

Kata kunci: ESS (*Electro Shield System*); *Elasmobranch*; Frekuensi; Perairan Tanjung Pandan

ABSTRACT

Electro Shield System (ESS) was an electronic device as a tool to prevent the capture of common *elasmobranchii* biota as a by-catch during a *bottom set gill net* capture operation. The aim of research was analysed the effect of ESS (*Electro Shield System*) frequency of 55 Hz and 100 Hz during the capture operation on *bottom set Gill net* against *elasmobranch* biota. The research method was an *experimental fishing*, conducted in the Tanjung Pandan waters of the Bangka. Belitung Islands in Indonesia from March to May, 2017. The treatment variable was the *bottom set gill net* capture operation that is installed ESS 55 Hz and 100 Hz frequency compared to without ESS (control) to find out the *elasmobranch* catch. *Elasmobranch* catches on set *bottom set Gill nets* with ESS 55 Hz were lower (5.26%) compared to catches with 100 Hz (7.08%) and without ESS (7.08 %). Statistical analysis of ANOVA (sign 0.05) shows a significant difference between *bottom set Gill nets* with and without ESS 55 Hz and 100 Hz. This indicates that an *Electro Shield System* with a frequency of 55 Hz can be detected by *elasmobranch* biota in the organs of *ampullae lorenzini*, so as not to be caught on the *bottom set Gill net*.

Keywords: ESS *Electro Shield System*; *Elasmobranch*; Frequency; Tanjung Pandan waters

PENDAHULUAN

Kepulauan Bangka Belitung (107°35'-108°18' BT dan 2°30'-3°15' LS) merupakan salah satu wilayah kepulauan di bagian Barat Indonesia. Perairan Tanjung Pandan merupakan bagian dari perairan Pulau Belitung dengan potensi perikanan laut tangkap terbesar dibandingkan perairan Manggar, Sungai Padang dan Selat Nasik (Sawon, 2007). Hiu dan ray sebagai biota hasil tangkapan sampingan yang banyak tertangkap dengan set *Gill net*, hal tersebut disebabkan habitat hiu dan ray banyak terdapat di perairan Tanjung Pinang, antara lain jenis *Jenkins whipray*, *Bleeker's whipray*, *White-spotted Shovelnose*

Ray dan *Rhincodon sp* (Purnomo and Priliani, 2007; Fitri et al., 2018; Yusuf et al., 2018).

Kelompok *elasmobranchii* (hiu dan pari) dikategorikan biota ETP (Endangered, Threatened, and Protected) dan termasuk pada daftar spesies Terancam Punah International Union for Conservation of Nature (IUCN). Tahun 2013, biota ETP dimasukkan dalam Appendix II Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). Dampak dengan adanya hiu dan pari menjadi biota *bycatch* saat operasi penangkapan, akan membahayakan kelestarian sumberdaya biota tersebut, terlebih lagi hiu dan pari salah satu biota yang berperan penting dalam

siklus hidup perairan pesisir (pustaka, Indonesian Institute of Science, 2015; Fahmi and Dharmadi, 2005).

Gill net termasuk set *Gill net* (Liongbon) adalah alat tangkap pasif yang diizinkan dioperasikan di Indonesia (Peraturan Menteri Kelautan Perikanan Indonesia nomor 76/KEPMEN/2016), namun beberapa *by catch* yang berpeluang dapat tertangkap dengan alat tersebut. Salah satu biota yang dikategorikan sebagai *bycatch* dengan peluang tertinggi tertangkap pada *Gill net* adalah hiu dan pari sebesar 50% (Zainudin, 2011). *By catch* menjadi perhatian yang penting karena dapat memberikan dampak terhadap ketersediaan stok sumberdaya perikanan karena alat tangkap yang kurang selektif (Fitri *et al.*, 2017a; Fitri *et al.*, 2017b)

Electro Shield System (ESS) merupakan alat bantu penangkapan ikan yang dapat mereduksi *bycatch* (hiu dan pari). Organ *ampullae lorenzini* yang dimiliki biota *elasmobranchii* memberikan sensitivitas gelombang listrik dan magnet (Porsmoguer *et al.*, 2015; Wilkens *et al.*, 2002). Sama seperti jenis ikan lainnya yang memiliki sensor dominan yang berbeda setiap jenisnya (Fitri *et al.*, 2018a). Kemampuan mendeteksi gelombang listrik tersebut dapat menyebabkan respons negatif pada hiu sehingga dapat dimanfaatkan untuk menakuti (Mello, 2009). ESS adalah alat bantu dengan sumber listrik yang diharapkan merespon hiu untuk dihindari. Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengkaji *Electro Shield System* (ESS) pada set *Gill net* di perairan Tanjung Pandan, Kepulauan Bangka Belitung dengan perbedaan frekuensi sumber listrik untuk menimbulkan efek negative dan

menjauhkan hiu dan pari dari alat tangkap sebagai hasil tangkapan sampingan

METODE PENELITIAN

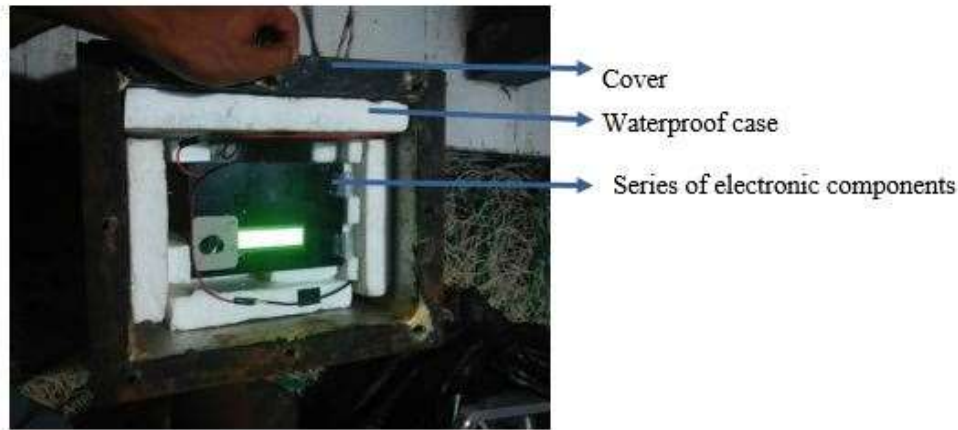
Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode *eksperimental fishing*. Penelitian dilakukan pada Bulan April – Mei 2017 di perairan Tanjung Pandan, Kepulauan Bangka Belitung. Lokasi pengambilan data dilihat pada Gambar 1. Alat tangkap yang digunakan adalah set *Gill net*, dengan aplikasi ESS pada frekuensi 55 Hz dan 100 Hz. Sebagai variabel kontrol dari penelitian ini adalah data *bycatch* hiu dan pari saat setting set *Gill net* tanpa menggunakan ESS.

Spesifikasi *Electro Shield System* (ESS) terdiri dari rangkaian komponen elektronik dan cover terbuat dari besi dengan tujuan sebagai pelindung terhadap air dan sebagai pemberat saat ditempatkan pada bagian set *Gill net* kedalaman ± 30 m di bawah permukaan laut. Antena sebanyak 2 buah pada bagian luar cover ESS berfungsi sebagai penghantar frekuensi elektrik. Konstruksi ESS beserta alur listriknya dapat dilihat pada Gambar 2.

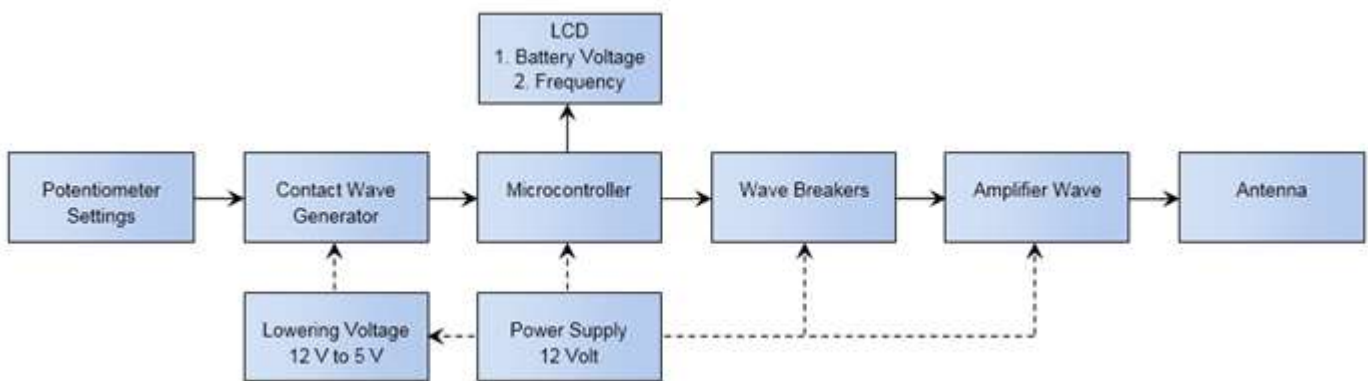
Penempatan ESS saat setting set *Gill net* terdiri di bagian ujung set *Gill net selvedges* atas, bagian tengah *webbing* set *Gill net* dan bagian ujung set *Gill net selvedge* bawah. Posisi penempatan ESS pada bottom set *Gill net* dapat dilihat pada gambar 3. *Immersing* set *Gill net* selama 6-12 jam, dan ESS memancarkan gelombang elektrik melalui antena dengan pola 1 menit on dan 1 menit off.



Gambar 1. Perairan Tanjung Pandan, Kepulauan Bangka Belitung

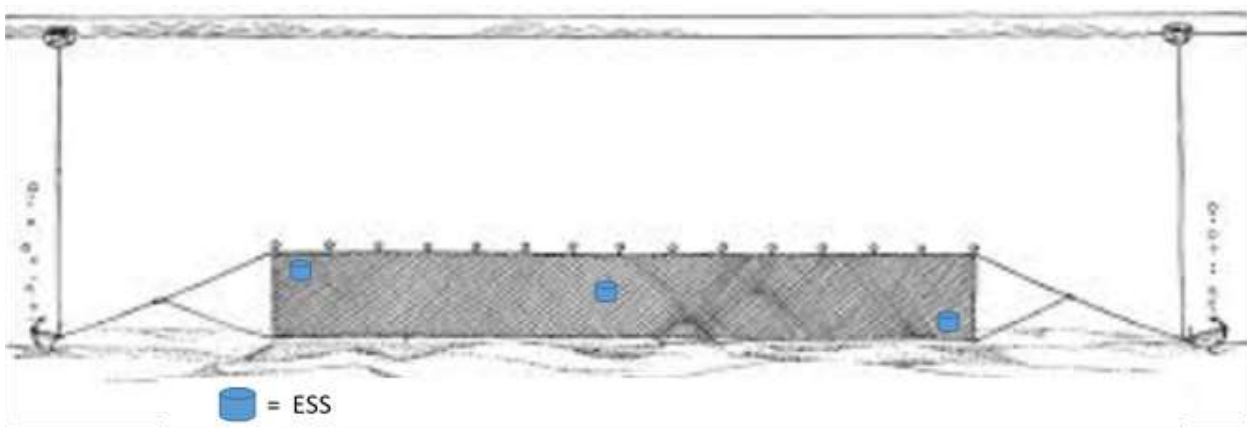


(a) Konstruksi ESS



(b) Alur elektronik ESS

Gambar 2. (a) Konstruksi Electro Shield System (ESS); (b) Alur elektronik Electro Shield System (ESS)



Gambar 3. Penempatan ESS pada *bottom set Gill net*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil menunjukkan bahwa jumlah total bycatch adalah 537 ikan dengan berat total 3.128,34 kg. Ini terdiri dari elasmobranch, dan ikan teleost masing-masing dengan 477 ikan (2.525,66 kg), 29 ikan (522,24 kg), dan 31 ikan (80,44 kg). Sementara itu, jumlah elasmobranch yang ditangkap setelah perlakuan adalah 204 ikan (1.334,66 kg) pada kontrol (tanpa ESS), 100 ikan (600,54 kg) dengan ESS pada 55 Hz,

dan 202 ikan (1.112,70 kg) dengan ESS pada 100 Hz . Komposisi jenis dan jumlah elasmobranch dan dengan menangkap biota (teleost) dari setiap perlakuan dalam penelitian ini diberikan pada Tabel 1.

Persentase tangkapan kelompok elasmobranch (hiu dan pari) dan non-elasmobranch (teleostei) dari setiap perlakuan, dengan atau tanpa ESS (kontrol) diberikan pada Gambar 4.

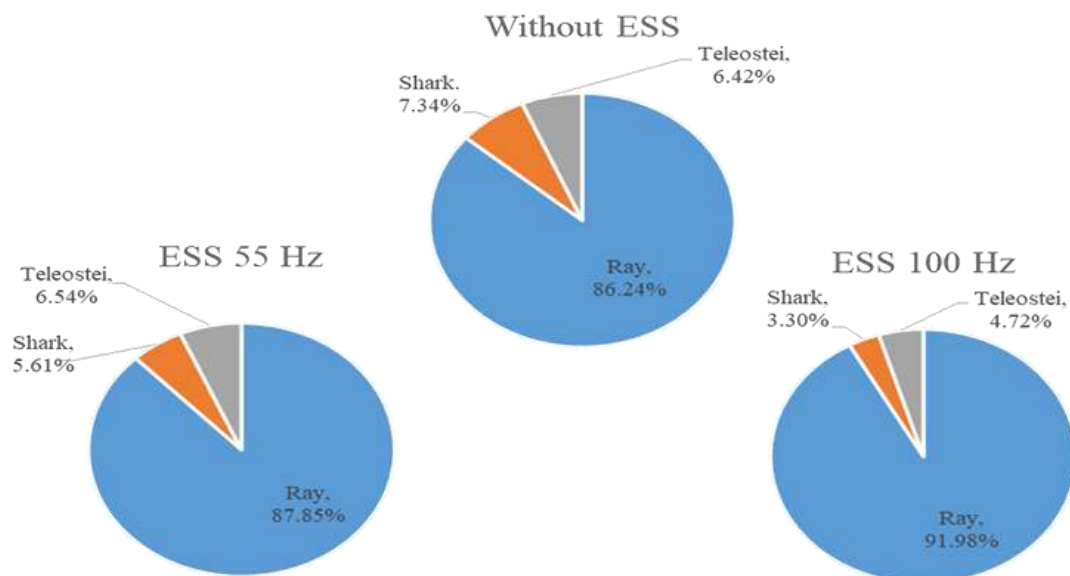
Tabel 1. Hasil tangkapan selama penelitian

No.	Species	Jumlah (ekor)		
		Control	ESS 55 Hz	ESS 100 Hz
1	<i>Rhincodon</i> sp	4	0	0
2	<i>Rhincobatus australiae</i>	12	6	7
3	<i>Gymnura</i> sp	16	10	22
4	<i>Aetomulaeus nichofii</i>	19	8	18
5	<i>Himantura uarnacoides</i>	32	15	36
6	<i>Himantura jenkinsii</i>	121	61	119
7	<i>Formio niger</i>	4	3	3
9	<i>Lutjanus</i> sp	2	1	1
10	<i>Arius thalassinus</i>	8	3	6
Total		218	107	212
Mean		24.22	11.89	23.56
Standard Deviation		37.49	19.02	37.69

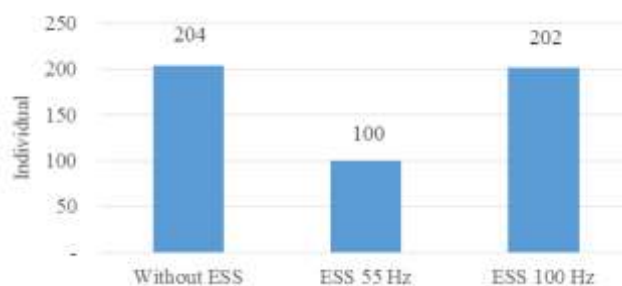
Analisis Electro Shiled System (ESS).

Komposisi tangkapan tanpa ESS (control), dengan ESS 55 Hz dan 100 Hz pada jenis elasmobranches, dan teleost (Gambar 5). Jenis biota elasmobranch meliputi hiu (shark) dan pari (ray). Penangkapan dengan ESS pada 55 Hz menghasilkan tangkapan 100 elasmobranch, dan 7 teleost. Sementara itu, penangkapan dengan ESS pada 100 Hz menghasilkan tangkapan 202 elasmobranches dan 10 teleosts. Angka-angka itu mengungkapkan bahwa elasmobranches sangat sensitif terhadap gelombang elektromagnetik (Myrberg, 2001; Clarke, *et al.*, 2015; Richards, *et al.*, 2018). Penangkapan dengan bantuan ESS pada 55 Hz memberikan tangkapan elasmobranch paling sedikit, dibandingkan dengan perawatan lainnya. Oleh karena itu, frekuensi ESS sebesar 55 Hz adalah frekuensi yang

paling optimal yang dapat diterima secara sensitive pada organ *ampulla lorenzii*. Menurut Myrberg (2001), elasmobranch, baik hiu (shark) dan pari (ray) tertarik pada suara dalam rentang frekuensi yang lebih rendah yaitu 10 Hz - 50 Hz, ketika ikan berjuang untuk hidup mereka atau mereka yang terluka memancarkan frekuensi dalam kisaran itu. Tes lain menunjukkan bahwa elasmobranches paling sensitif terhadap rentang frekuensi 40 Hz hingga 800 Hz. Namun, gelombang elektromagnetik ESS pada frekuensi lebih dari 55 Hz tidak mampu mengusir elasmobranch, sebagaimana dibuktikan dengan meningkatnya jumlah tangkapan, dibandingkan dengan mereka yang tidak menggunakan ESS (kontrol), dan pada 55 Hz ESS.



Gambar 4. Komposisi hasil tangkapan saat penelitian



Gambar 5. Hasil tangkapan *Elasmobranchii* (hiu dan pari) (control, ESS 55 Hz dan ESS 100 Hz)

ANOVA analisis menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang nyata pada hasil tangkapan hiu dan pari antara perlakuan kontrol, menggunakan ESS 55 Hz dan ESS 100 Hz (*sign* 0.05). Hal tersebut mengindikasikan bahwa alat ESS berpengaruh terhadap respon elektromagnetik kelompok *elasmobranch*.

Hasil tangkapan secara keseluruhan menunjukkan bahwa anggota pari elasmobranch mendominasi hasil tangkapan di perairan Tanjung Pandan. Ini mendukung hasil oleh Sembiring *et al.* (2015) yang menemukan bahwa pari adalah anggota elasmobranch yang lebih dominan di perairan Tanjung Pandan, dibandingkan dengan hiu. Kedua anggota biota ini berasal dari ekosistem yang sama, meskipun mereka tidak memiliki hubungan simbiosis (White dan Cavanagh, 2007).

Electro Shield System (ESS) memancarkan gelombang elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh elasmobranch di perairan Tanjung Pandan. Ini dibuktikan dengan semakin sedikit jumlah elasmobranch yang ditangkap selama operasi penangkapan ikan dengan bottom gillnets dasar yang dilengkapi dengan ESS. Secara khusus, ESS menghasilkan 10 tangkapan ikan lebih rendah pada 55 Hz dan 1 tangkapan ikan lebih tinggi pada 100 Hz. Angka ini tarif lebih baik untuk elasmobranch dengan 94 tangkapan ikan lebih rendah pada 94 Hz. Organ ampullae lorenzini di elasmobranch yang berfungsi sebagai sensor listrik memungkinkan mereka untuk merespon sinyal listrik (Richards, *et al.*, 2018; O'Connell, *et al.*, 2012; Myrberg, 2001). Kombinasi morfologis distribusi diperpanjang ampullae Lorenzini dan bentuk tubuh dapat mewakili adaptasi spesies ini dengan cara hidup mereka (Schäfer *et al.*, 2012).

Electroreception menyediakan cara yang efektif untuk menemukan mangsa tersembunyi tersebut dengan merasakan bidang bioelektrik mereka (Douglas *et al.*, 2007). Meskipun demikian, ESS yang ditetapkan pada 100 Hz tidak memiliki dampak yang signifikan dalam mengurangi jumlah tangkapan elasmobranch. Ada 7 hiu dan 195 pari tertangkap pada frekuensi ini. Ini berarti bahwa ada peningkatan jumlah hiu (1 ikan) dan pari (101 ikan) yang ditangkap. Ini juga berarti bahwa anggota keluarga elasmobranch hanya sensitif secara optimal terhadap gelombang elektromagnetik pada frekuensi 55 Hz. Grubbs dan Kraus (2010) menjelaskan bahwa *ampullae lorenzini* berfungsi sebagai radar aktif yang mampu mendeteksi medan listrik lemah yang terjadi secara alami di perairan. Sistem elektro sensorik cenderung memediasi deteksi medan magnet secara tidak langsung melalui induksi medan listrik. Ini terdeteksi oleh electroreception, modalitas sensorik yang

sangat khusus dari elasmobranch yang memungkinkan deteksi sinyal listrik kecil dan potensi bioelektrik dalam lingkungan (Westlake *et al.*, 2018; Robbins *et al.*, 2011; Jordan *et al.*, 2011). Electroreception bersifat multifungsi, memfasilitasi deteksi mangsa dan predator, pengenalan dan navigasi dan orientasi yang sama (Kempster *et al.*, 2012). Elasmobranch juga dikenal mampu mendeteksi impuls listrik rendah 5 nV cm⁻¹ (Baker dan Carlson, 2018). Ini berarti bahwa impuls ESS yang lebih rendah pada 55 Hz lebih baik diterima oleh organ ampullae lorenzini untuk respon lebih lanjut terjadi, dibandingkan dengan impuls ESS yang lebih tinggi pada 100 Hz.

KESIMPULAN

Elasmobranch yang ditangkap menggunakan *bottom set Gill net* menggunakan ESS 55 Hz (5,26%) lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan ESS 100 HZ (6,21%) dan tanpa menggunakan ESS (7,08%). Analisis ANOVA (tanda 0,05) yang menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan dalam penangkapan elasmobranch tanpa menggunakan ESS, menggunakan ESS 55 Hz dan ESS 100 Hz. Ini menunjukkan bahwa alat tangkap bottom set *Gill net* menggunakan ESS 55 Hz dapat mengurangi atau menghindari tangkapan elasmobranch

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada The World Wadlife Fund for Nature Foundation (WWF) Indonesia atas hibah penelitiannya. Kami juga ingin berterima kasih kepada Romi Dwi Nanda, Galih Dandung, dan Ali Dhofir untuk desain ESS, serta Agus Rosadi untuk pengumpulan data

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, C. A, and Carlson, B. A. 2018. Electric Signals. Encyclopedia of Animal Behavior 2nd edition. 1-13 Pp. doi:10.1016/B978-0-12-809633-8.01105-5
- Clarke, S.E., A. Longtin, L. Maler. 2015. Contrast coding in the electro sensory system: Parallels with visual computation. Nat. Rev. Neurosci. 16 : 733-744. <http://doi.org/10.1038/nrn4037>
- Colling, S.P.; R.M. Kempster; K.E. Yopak. 2015. Physiology of Elasmobranch Fishes: Structure and Interaction with

- Environment: Volume 34A (Fish Physiology). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-801289-5.00002-X>
- Drymon, J. M., and S. B. Scyphers. 2017. Attitudes And Perceptions Influence Recreational Angler Support For Sharkconservation Andfisheries Sustainability. *Marine Policy* 81:153–159. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.001>.
- Douglas, R. F, D.F. Kyle, C. F. Melanie. 2007. Semiconductor Gel in Shark Sense Organs?. *Neuroscience Letters* 426:166–170. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.08.064>
- Fahmi and Dharmadi. (2005). Shark Fishery Status and the Management Aspects. *Oseana* 30(1), 1-8.
- Fitri, A.D.P., Boesono, H, Sabdono, A and Adlina, N. (2017a). Resources Management Strategy for Mud Crabs (*Scylla* spp.) in Pemalang Regency. In Hadiyanto (Eds.), *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (pp. 1-6). Institute of Research and Community Services, Diponegoro University, Indonesia, 576 pp.
- Fitri, A.D.P., Boesono, H, Sabdono, A, Supadminingsih, F.N. and Adlina, N. (2017b). The Mud Crab (*Scylla serrata*) Behavior in Different Inclination Angles of Funnel and Escape Vent for Trap Net. *AAFL Bioflux* 10(2), 191-199.
- Fitri, A.D.P., Boesono, H., Prihantoko, K.E., Gautama, D.Y. (2018). Electro Shield System Applications on Set *Gill net* as Efforts to Preserve Shark Resources. *Journal of Physics: Conference Series* 1025(1), 012022
- Grubbs, R.D., and Kraus, R.T. (2010). Animal Behaviour. In Michael D. Breed and Janice Moore (Eds.). *Fish Migration* (pp. 715-724). Copyright Elsevier Ltd. All rights reserved. Academic Press., 2672 pp.
- Indonesia Institute of Science. 2015. Review the status of shark fishery and its conservation efforts in Indonesia. Directorate of Area Conservation and Type of Fish, Ministry of Marine Affairs and Fisheries. 179 pages. ISSN / ISBN / IBSN: 978-602-7913-09-7.
- Jordan, L.K., Mandelman, J.W., Kajiura, S.M., 2011. Behavioural responses to weak electric fields and a lanthanide metal in two shark species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 409, 345–350.
- Kempster, R.M., McCarthy, I.D., Collin, S.P., 2012. Phylogenetic and ecological factors influencing the number and distribution of electroreceptors in elasmobranchs. *J. Fish Biol.* 80, 2055–2088.
- Myrberg, A. (2001). The Acoustic Biology of Elasmobranchs. *Environmental Biology of Fishes*, 60(1), 31-46. <https://doi.org/10.1023/A:1007647021634>
- O’Connell, C.P, E.R. Stround and P. He. (2012). The Emerging Field of Electro Sensory and Semi Chemical Shark Repellents: Mechanisms of Detection, Overview of Past Studies, and Future Directions. *Ocean and Coastal Management*, 30, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.11.005>
- Porsmoguer, Sebastian Biton; D B’anaru.; C. F. Boudouresque.; van Dekeyser.; and C. Almarcha. (2015). Hooks Equipped with Magnets Can Increase Catches of Blue Shark (*Prionace glauca*) By Long line Fishery. *Fisheries Science*, 172, 345-351. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.07.016>.
- Purnomo, A.H. & T. Apriliani. 2007. Nilai Ekonomi Perikanan Cucut dan Pari dan Implikasi Pengelolaannya. *Jurnal Kebijakan dan Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, Vol. 2 No. 2.
- Richards, R.J., V. Raoult, D.M. Powter, and T.F. Gaston. 2018. Permanent Magnets Reduce Bycatch Of Benthic Sharks In An Ocean Trap Fishery. *Fisheries Research* 208: 16–21. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.07.006>
- Robbins W.D., V.M. Peddemors, S.J. Kennelly. 2011. Assessment Of Permanent Magnets And Electropositive Metals To Reduce The Line-Based Capture Of Galapagos Sharks, *Carcharhinus Galapagensis*. *Fisheries Research* 109:100–106. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.01.023>.
- Sawon. (2007). Vertical Line Characteristics Operated in Bangka Belitung Waters. *Engineering Research Bulletin*, 5(1), 33-40.
- Schäfer T. B., C. E. Malavasi, P. O. Favaron, C. E. Ambrósio, M.A. Miglino, F. D. Amorim, G. Rici . 2012. Morphological observations of ampullae of lorenzini in squatina guggenheim and s. Occulta (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Squatinidae). *Microsc. Res. Tech.* 75, 1213–1217. doi: 10.1002/jemt.22051
- Sembiring, A.; Pertiwi, N.P.D.; Mahardini, A.; Wulandari, R.; Kurniasih, E.M.; Kuncoro, A.W.; Cahyani, N.K.D.; Anggoro, A.W.; Ulfa, M.; Madduppa, H.; Carpenter, K.E.; Barber, P.H.; and Mahardika, G.N. (2015). DNA Barcoding Reveals Targeted Fisheries for Endangered Sharks in Indonesia. *Fisheries Research*, 164, 130–134. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.11.003>
- Westlake, E.L., M. Williams, N. Rawlinson. 2018. Behavioural Responses Of Draughtboard Sharks (*Cephaloscyllium Laticeps*) To Rare Earth Magnets: Implications For Shark Bycatch Management Within The Tasmanian Southern Rock Lobster Fishery. *Fisheries Research* 200: 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.01.001>.
- White, W.T., and Cavanagh, R.D. 2007. Whale Shark Landings in Indonesian Artisanal Shark and Ray Fisheries. *Fisheries Research* 84:128–131. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.11.022>.
- Wilkens, Lon A.; M. H. Hofmann; W. Wojteneka. (2002). The Electric Sense of the Paddlefish: A Passive System For The Detection And Capture Of Zooplankton Prey. *Journal of Physiology*, 96, 363-377. [https://doi.org/10.1016/S0928-4257\(03\)00015-9](https://doi.org/10.1016/S0928-4257(03)00015-9).
- Zainudin, I. M. 2011. Pengelolaan Perikanan Hiu Berbasis Ekosistem di Indonesia. Tesis. Universitas Indonesia, Depok. 93.pp
- Zimmerhackel, J. S., A. A. Rogers, M. G. Meekan, K. Ali, D. J. Pannell, and M. E. Kragt. 2018. How Shark Conservation In The Maldives Affects Demand For Dive Tourism. *Tourism Management* 69:263–271. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.06.009>