

**ASPEK BIOLOGI DAN KELIMPAHAN HIU MAKO SIRIP PENDEK
(*Isurus oxyrinchus*) DI SAMUDRA HINDIA BAGIAN TIMUR**

**BIOLOGICAL ASPECT AND ABUNDANCE OF THE SHORTFIN MAKO SHARK
(*Isurus oxyrinchus*) IN THE EASTERN INDIAN OCEAN**

Arief Wujdi^{*1}, Benaya M. Simeon², Bram Setyadji¹ dan Ririk K. Sulistyarningsih¹

¹Loka Riset Perikanan Tuna, Jl. Mertasari, No. 140. Sidakarya, Denpasar Selatan, Bali, Indonesia. 80223

²Fisheries Resource Center of Indonesia, Bogor, Jawa Barat

Teregistrasi I tanggal: 11 Mei 2021; Diterima setelah perbaikan tanggal: 10 Agustus 2021;

Disetujui terbit tanggal: 12 Agustus 2021

ABSTRAK

Hiu mako sirip pendek (*Isurus oxyrinchus*) termasuk kedalam Famili Lamnidae dan banyak dieksploitasi sehingga telah dimasukkan ke dalam daftar merah IUCN serta Apendiks II CITES sejak 2019. Penangkapan dan perdagangannya perlu dipantau secara global untuk menghindari kepunahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji laju tangkap, kelimpahan, dan estimasi ukuran hiu mako yang tertangkap perikanan rawai tuna. Pengumpulan data dilakukan dengan menempatkan tenaga observer ilmiah diatas kapal penangkap ikan yang berbasis di empat pelabuhan utama rawai tuna pada rentang waktu tahun 2015 hingga 2019. Bobot tubuh ikan diestimasi dari ukuran panjang cagaknya berdasarkan persamaan hubungan panjang dan bobot dari penelitian-penelitian sebelumnya. Hasil penelitian mengungkap bahwa terjadi peningkatan upaya rawai tuna seiring dengan peningkatan cakupan sampling. Laju tangkap mencapai puncaknya pada tahun 2017 (0,2 ekor/1000 pancing), kemudian mengalami penurunan seiring dengan peningkatan upaya penangkapan. Secara spasial, hiu mako tersebar di wilayah perairan tropis dan subtropis, khususnya kurang dari 10° Lintang Selatan. Pertumbuhan hiu mako bersifat isometrik dengan ukuran panjang cagak berkisar antara 50-211 cm. Rata-rata ukuran hiu yang tertangkap cenderung semakin besar dari tahun ke tahun sehingga dimungkinkan memiliki implikasi pada upaya pengelolaan dan konservasinya jenis yang terancam punah ini.

Kata Kunci: Laju tangkap; spesies langka; Apendiks II CITES; *Isurus oxyrinchus*; Samudra Hindia

ABSTRACT

Shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) belongs to the Family Lamnidae and is widely exploited so it has been included in the IUCN red list as well as Appendix II CITES since 2019. Hence, its capture and trade need to be monitored globally to avoid extinction. This study aimed to investigate the catch rate, abundance, and size estimation of the shortfin mako shark caught by tuna longline. Data collection was conducted through the on-board scientific observer program on the fishing vessel at four main tuna longline ports during the period of 2015 to 2019. The whole-body weight was estimated by its length and weight relationship revealed from previous studies. The results showed that there was an increase in fishing efforts along with an increased sampling coverage. The catch rates peaked in 2017 (0.2 fish/1000 hooks), then, it decreased due to increased fishing efforts. Shortfin mako sharks were distributed spatially in both tropic and subtropic waters, mostly caught in area below than 10-degree South. An isometric growth was identified with the length size ranged between 50-211 cm. The average size of harvested fish tends to rise every year that may have implications to the establishment of management and conservation strategies for the endangered species.

Keywords: Catch rates; endangered species; Appendix II CITES; *Isurus oxyrinchus*; Indian Ocean

Korespondensi penulis:

e-mail: ariefwujdi@kcp.go.id

PENDAHULUAN

Sebagai kelompok ikan bertulang rawan, hiu memiliki kerentanan yang disebabkan oleh tingginya tekanan penangkapan, kemampuan reproduksi yang rendah, pola pertumbuhan yang lambat dan kerusakan habitat (Dulvy *et al.*, 2014). Di sisi lain, hiu selalu menjadi perhatian utama bagi pegiat konservasi karena sering berinteraksi dengan banyak tipe perikanan, salah satunya adalah perikanan tuna (Rigby *et al.*, 2019). Jenis-jenis hiu oseanik merupakan salah satu grup spesies yang paling terdampak oleh tingginya intensitas penangkapan tuna. Kesamaan preferensi habitat ditengarai menjadi salah satu faktor pendukung tingginya interaksi hiu dengan perikanan tuna, dimana salah satu yang sering berinteraksi adalah jenis hiu dari famili Lamnidae (Fahmi & Dharmadi, 2015).

Hiu mako sirip pendek (*Isurus oxyrinchus*) merupakan salah satu jenis hiu dari famili Lamnidae yang sering berinteraksi dengan perikanan tuna. Sebagai predator puncak, jenis hiu ini terdistribusi secara luas dari perairan pesisir hingga lepas pantai dan tergolong sebagai salah satu ikan laut tercepat di dunia, dengan kemampuan renang mencapai 70 km per jam (Compagno, 2001). Seperti halnya jenis hiu dari famili Lamnidae lainnya, tingkat regenerasinya tergolong rendah karena bersifat *oophagy*, yaitu embrio yang berkembang akan memakan embrio lainnya yang tidak berkembang selama proses kehamilan di dalam uterus (Ebert *et al.*, 2013). Konsekuensinya, jumlah anakan yang dihasilkan oleh indukan betina cukup rendah, yaitu hanya berkisar antara 2 hingga 18 ekor (Ebert *et al.*, 2013; Mollet & Cailliet, 2002). Rendahnya tingkat regenerasi ditambah dengan karakteristik pertumbuhan yang lambat dan umur yang panjang mencapai lebih dari 30 tahun, mengakibatkan jenis hiu ini sangat rentan terhadap tekanan penangkapan yang berlebih (Campana *et al.*, 2005).

Status konservasi hiu mako sirip pendek secara global menurut daftar merah IUCN diketahui dalam kondisi *Endangered*, bahkan di beberapa perairan telah dikategorikan dalam *Critically Endangered* (Rigby *et al.*, 2019). Hasil tangkapan hiu mako sirip pendek tahun 2019 di Samudra Hindia sebesar 1.087 ton dengan rata-rata tangkapan selama kurun waktu 5 tahun terakhir sebesar 1.789 ton (IOTC, 2020). Meskipun saat ini status stoknya di Samudra Hindia belum diketahui (IOTC, 2020), besarnya tekanan penangkapan terhadap perikanan tuna dan ikan pelagis lainnya, dimana hiu mako sirip pendek seringkali menjadi tangkapan sampingan, diperkirakan menjadi salah satu aspek yang mengancam keberlanjutan populasi hiu mako sirip pendek. Daging hiu mako sirip pendek juga diketahui menjadi komoditas ekonomis penting di beberapa negara Eropa dan Amerika (Dent & Clarke, 2015)

sehingga menyebabkan tahun 2019 telah masuk dalam Apendiks II CITES dan aktivitas perdagangan internasionalnya perlu dikelola. Indonesia sebagai negara anggota CITES juga perlu melakukan kajian Non-Detriments Findings (NDF) guna menilai apakah tekanan perikanan hiu mako sirip pendek di Indonesia masih menjamin keberlangsungan populasinya di alam (Oktaviyani *et al.*, 2019).

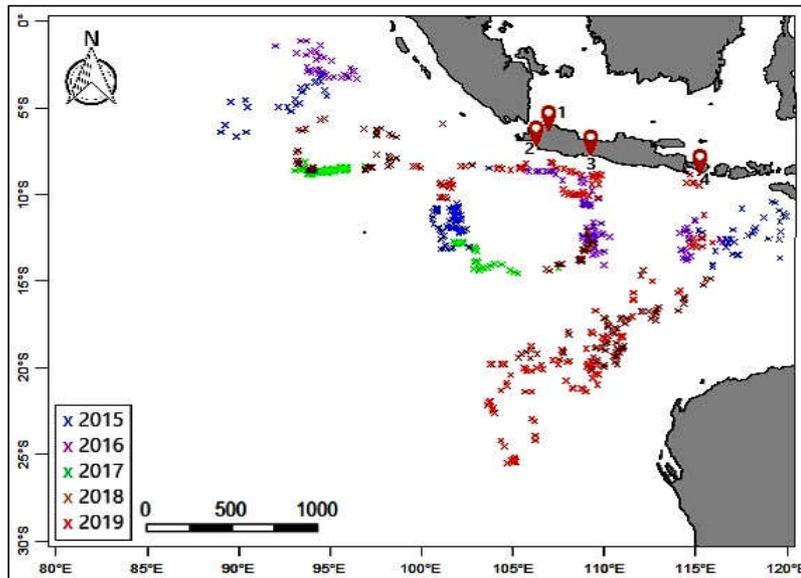
Indonesia merupakan salah satu negara yang mengeksploitasi sumber daya tuna di Samudera Hindia dengan tingginya probabilitas tertangkapnya hiu mako sirip pendek sebagai tangkapan sampingan, baik dalam perikanan skala artisanal (Dharmadi *et al.*, 2013; Sembiring *et al.*, 2015; White *et al.*, 2006) dan industri (Setyadji & Nugraha, 2012). Hingga saat ini penyusunan dokumen rencana aksi pengelolaan jenis hiu ini masih mengacu pada hasil penelitian yang dilakukan di perairan lainnya seperti Samudra Pasifik, Samudra Atlantik, dan Laut Mediterania (Rigby *et al.*, 2019). Ditengah-tengah keterbatasan informasi ilmiah tentang aspek biologi, penangkapan, dan eksploitasinya, upaya pengelolaan dan konservasi jenis hiu mako sirip pendek sangat diperlukan untuk menghindari penurunan populasi yang dapat mengakibatkan kepunahan dalam jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan informasi aspek biologi seperti ukuran dan nisbah kelamin, serta kelimpahan hiu mako sirip pendek yang berasal dari pemantauan langsung di atas armada rawai tuna skala industri berbendera Indonesia yang beroperasi di Samudra Hindia bagian timur. Diharapkan informasi tersebut dapat menjadi basis ilmiah dalam penyusunan rencana pengelolaan dan konservasi jenis hiu yang mulai langka ini, khususnya di wilayah perairan Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Pengumpulan Data

Penelitian dilaksanakan sejak Januari 2015 hingga Desember 2019 melalui program observer ilmiah, yaitu pemantauan langsung di atas armada penangkap rawai tuna di Samudra Hindia bagian timur. Kapal rawai tuna berukuran antara 30-120 GT dan beroperasi disekitar 0-27° LS and 88-120° BT atau di perairan antara Indonesia dan Australia (Gambar 1). Tenaga observer ilmiah ditempatkan pada armada rawai tuna yang berbasis di Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Nizam Zachman, DKI Jakarta, PPS Cilacap, Jawa Tengah, Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu, Jawa Barat, dan Pelabuhan Benoa, Bali. Data yang dikumpulkan meliputi spesifikasi teknis armada dan alat penangkap ikan, seperti jumlah mata pancing, jumlah pelampung, koordinat lokasi penangkapan ikan (lintang dan bujur), ukuran panjang cagak (*fork length*) dan total (*total length*) menggunakan modifikasi kaliper dengan ketelitian 1 cm, dan identifikasi

jenis hasil tangkapan ikan menurut White *et al.* (2006). *clasper* pada ikan jantan dan *cloaca* pada ikan betina. Jenis kelamin ditentukan secara visual dari penampakan Rekapitulasi program observer ilmiah tersaji pada Tabel 1.



Gambar 1. Lokasi pemasangan alat tangkap rawai tuna berdasarkan data GPS yang terdokumentasi oleh program observer ilmiah dari tahun 2015 hingga 2019. Basis pelabuhan kapal rawai tuna meliputi: (1) Jakarta, (2) Palabuhanratu, (3) Cilacap, dan (4) Benoa.

Figure 1. Setting location of tuna longliners based on GPS data which were recorded by scientific observer program from 2015 to 2019. Tuna longliners port base includes: (1) Jakarta, (2) Palabuhanratu, (3) Cilacap, and (4) Benoa.

Tabel 1. Ringkasan program observer ilmiah yang dilakukan oleh Loka Riset Perikanan Tuna selama periode 2015-2019

Table 1. Summaries of scientific observer program conducted by Research Insitute for Tuna Fisheries during 2015 – 2019 period

Tahun	Lokasi pelabuhan	Jumlah Trip	Jumlah Setting	Total Pancing	Rerata jumlah pancing per setting
2015	Jakarta, Palabuhanratu, Cilacap, Benoa	5	150	170.966	1.140
2016	Jakarta, Cilacap, Benoa	3	130	175.209	1.348
2017	Cilacap, Benoa	4	136	166.164	1.222
2018	Cilacap, Benoa	5	190	251.651	1.324
2019	Palabuhanratu, Cilacap, Benoa	9	169	222.866	1.319
	Total	26	775	986.856	

Analisis Data

Beberapa ukuran panjang hiu mako sirip pendek tercatat dengan panjang total (TL) sehingga dikonversi ke dalam panjang cagak (FL) menggunakan formula menurut (Mas *et al.*, 2014). Konversi dari TL ke FL bertujuan untuk mengestimasi bobot keseluruhan (*whole weight*) menurut persamaan hubungan panjang cagak dan bobot menurut (Groeneveld *et al.*, 2014). Hubungan panjang dan bobot ditentukan dengan formula menurut (King, 2007):

$$W = aL^b \dots\dots\dots (1)$$

dimana W adalah bobot tubuh (kg), L adalah panjang cagak (cm), serta a dan b adalah konstanta. Pola pertumbuhan ditentukan dengan menggunakan uji-T terhadap nilai b. Hipotesis awal (H_0) pada studi ini adalah secara statistik $b = 3$. Hal ini berarti bahwa pola pertumbuhan bersifat isometrik yaitu pertambahan panjang dan bobot adalah seimbang. Sedangkan Hipotesis alternatif (H_1) adalah $b \neq 3$, yaitu pertumbuhan bersifat alometrik dimana panjang dan bobot bertambah secara tidak seimbang.

Nisbah kelamin hiu mako jantan dan betina diuji secara statistik dengan uji *chi-square* (X^2) pada tingkat

kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$; db = 1; dan $\chi^2_{tabel} = 3,84$). Hipotesis (H_0) adalah nisbah jenis kelamin jantan dan betina adalah seimbang (1:1). Sedangkan Hipotesis alternatif (H_1) adalah nisbah kelamin tidak dalam kondisi seimbang.

Hasil tangkapan per satuan upaya atau laju tangkap dihitung berdasarkan formula menurut (Klawe, 1980):

$$U = (C/f) \times 1000 \dots \dots \dots (2)$$

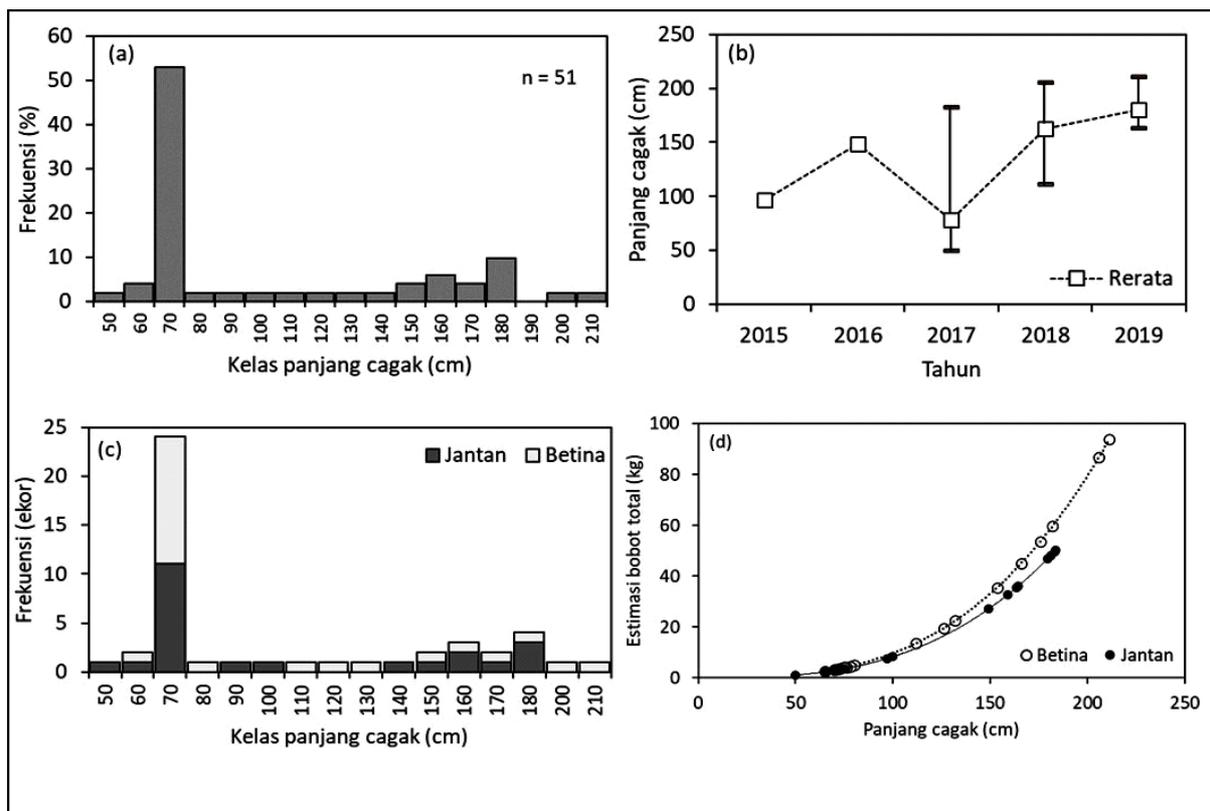
dimana C adalah jumlah individu ikan yang tertangkap, f adalah jumlah pancing yang dipasang, dan U adalah hasil tangkapan per satuan upaya atau laju tangkap per 1000 pancing. Informasi kelimpahan secara spasial disajikan kedalam peta tematik menurut grid 5x5° dengan program R versi 3.6.3 (R Core Team, 2020).

HASIL DAN BAHASAN
Hasil

Hiu mako sirip pendek yang tertangkap armada rawai tuna pada tahun 2015-2019 memiliki panjang cagak berkisar antara 50 – 211 cm dengan estimasi bobot tubuh berkisar

antara 1,0 – 93,9 kg. Rata-rata ukuran panjang cagak hiu mako yang tertangkap setiap tahunnya cenderung semakin besar. Ukuran panjang cagak terkecil ditemukan pada tahun 2017, sedangkan panjang cagak terbesar tertangkap pada tahun 2019. Dari 51 ekor ikan hiu yang tertangkap, 47 diantaranya dapat diidentifikasi jenis kelaminnya, yaitu 23 ekor jantan dan 24 ekor betina. Berdasarkan uji *chi-square*, secara statistik nisbah kelamin berada dalam kondisi seimbang (1:1), yaitu dengan nilai $X^2_{hitung} = 0,021$ ($X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$).

Rata-rata ukuran hiu jantan dan betina pada penelitian ini adalah tidak berbeda nyata, yaitu 107 cmFL. Namun demikian, ikan hiu betina yang tertangkap berukuran lebih besar daripada jantan. Secara keseluruhan, hubungan panjang cagak dan bobot dapat digambarkan dengan persamaan $W = 9 \times 10^{-6} FL^{2,999}$. Hubungan panjang dan bobot ikan hiu betina membentuk persamaan $W = 8 \times 10^{-6} FL^{3,041}$, sedangkan ikan jantan membentuk persamaan $W = 1 \times 10^{-5} FL^{2,96}$. Hasil dari uji-T terhadap nilai b menunjukkan bahwa pola pertumbuhan hiu mako jantan dan betina bersifat isometrik dengan nilai b berkisar antara 2,941 hingga 3,055. Hal ini berarti penambahan bobot dan panjang cagak berjalan seimbang (Gambar 2).

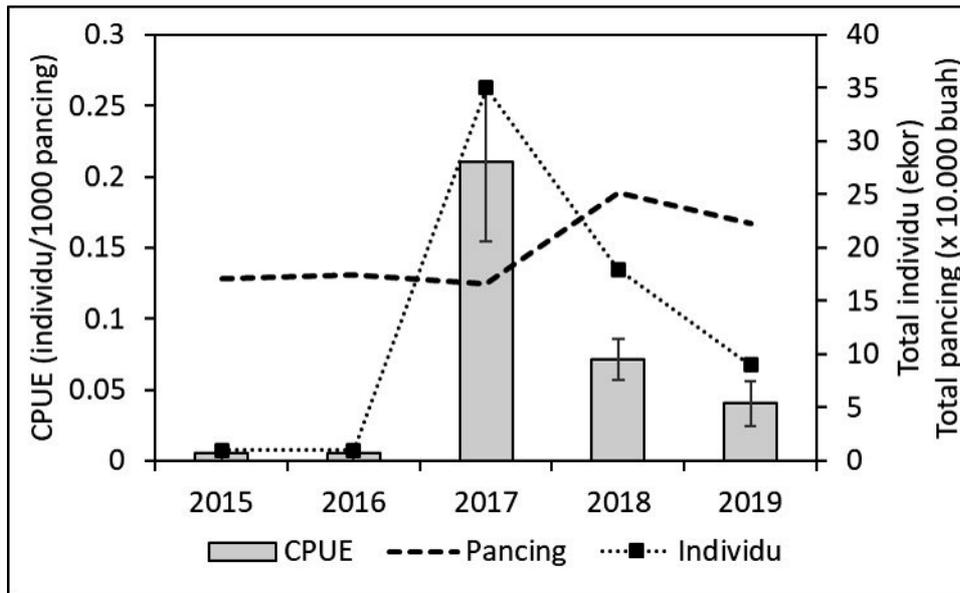


Gambar 2. (a) Sebaran ukuran panjang cagak, (b) tren tahunan ukuran, (c) nisbah jenis kelamin per kelas panjang, dan (d) estimasi hubungan panjang dan bobot hiu mako sirip pendek. Error bar menunjukkan ukuran minimum dan maksimum.

Figure 2. (a) Fork length distribution, (b) annual trend of size, (c) sex ratio at length class, and (d) estimation of length and weight relationship of the shortfin mako shark in the eastern Indian Ocean. Error bar showed a minimum and maximum size.

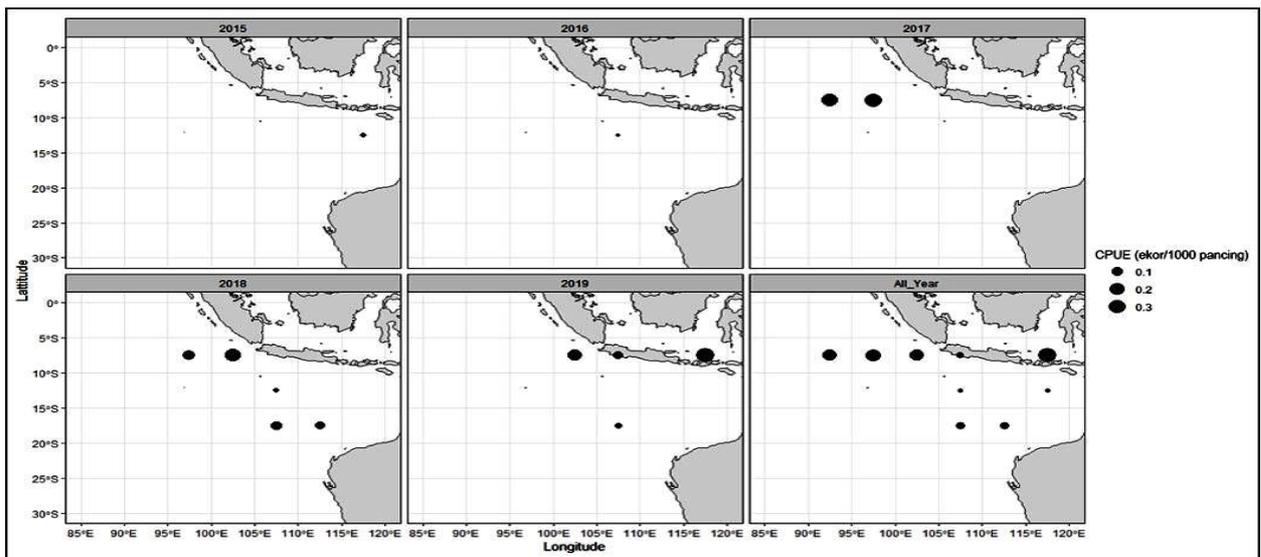
Hasil pemantauan oleh program observer ilmiah selama periode 2015-2019 menunjukkan bahwa cakupan upaya penangkapan rawai tuna yang terdokumentasi cenderung meningkat. Peningkatan cakupan ini ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah trip, setting, dan jumlah mata pancing yang diamati. Namun demikian, rata-rata mata pancing yang dipasang dalam setiap setting cenderung tetap yaitu berkisar antara 1300-an mata pancing. Secara keseluruhan, rata-rata laju tangkap hiu mako di Samudra Hindia adalah 0,06 ekor/1000 pancing. Laju tangkap menunjukkan variasi

dengan tren meningkat setiap tahunnya. Laju tangkap tertinggi terjadi pada tahun 2017 yaitu 0,21 ekor/1000 pancing. Namun demikian, laju tangkap kemudian mengalami penurunan seiring dengan peningkatan jumlah upaya penangkapan, khususnya pada rentang waktu tahun 2018 hingga 2019 (Gambar 3). Secara keseluruhan, sebaran hiu mako secara spasial ditemukan pada perairan tropis dan sub tropis. Hiu mako lebih sering tertangkap di perairan Selatan Jawa, khususnya pada area tidak lebih dari 10° Lintang Selatan (Gambar 4).



Gambar 3. Perkembangan tahunan hasil tangkapan hiu mako sirip pendek (ekor), upaya penangkapan rawai tuna (pancing), dan laju tangkap (ekor/1000 pancing) selama tahun 2015-2019.

Figure 3. The annual trend of total catch (in individual), fishing effort (hooks), and catch rate (fish/1000 hooks) during 2015 and 2019 period.



Gambar 4. Sebaran spasial CPUE hiu mako sirip pendek (ekor/1000 pancing) di Samudra Hindia bagian timur pada 2015 hingga 2019.

Figure 4. The spatial-distribution of the shortfin mako CPUE (fish/1000 hooks) in the eastern Indian Ocean from 2015 to 2019.

Bahasan

Penelitian ini menyajikan informasi baru dalam rangka penguatan pendataan jenis hiu mako sirip pendek di Samudra Hindia bagian timur. Temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa ukuran hiu mako yang tertangkap rawai tuna adalah berkisar antara 50 – 211 cmFL, tercatat ikan betina berukuran lebih besar dibandingkan jantan. Hal ini senada dengan penelitian sebelumnya oleh Groeneveld *et al.* (2014) dan (Megalofonou *et al.*, 2005). Hal ini mengindikasikan ciri-ciri seks dimorfisme yang khas pada hiu mako, dimana hiu mako betina berukuran lebih besar bahkan hingga ukuran 3,7 meter dan berat 600 kg (Compagno, 2001). Menurut Groeneveld *et al.* (2014), rata-rata ukuran hiu mako mencapai kedewasaannya adalah 190,2 cmFL (kisaran 182,4 – 198,0 cmFL) untuk hiu jantan dan 249,8 cmFL (241,3 – 256,8 cmFL) untuk hiu betina. Sedangkan hiu mako berukuran d'100 cmTL atau 88 cmFL diestimasi berumur 1 tahun didefinisikan sebagai juvenil (Lyons *et al.*, 2013). Jika dibandingkan dengan ukuran hiu mako pada penelitian ini, maka sebagian besar atau 96% hiu mako yang tertangkap belum dewasa baik, yaitu masih tergolong juvenil maupun remaja (*sub adult*).

Rentang ukuran hiu mako dalam penelitian ini adalah 50 – 211 cmFL merupakan yang terkecil jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, yaitu 88 – 264 cmTL atau 78 – 234 cmFL di Samudra Atlantik (Mas *et al.*, 2014), 70 – 362 cmTL atau 62 – 321 cmFL di Samudra Pasifik sekitar ZEE Meksiko (Carreón-Zapiain *et al.*, 2018), dan 103 – 350 cmTL atau 91,5 – 311,3 cmFL di Samudra Hindia bagian barat (Groeneveld *et al.*, 2014). Perbedaan rentang komposisi ukuran tangkapan hiu dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti aspek penggunaan alat tangkap maupun aspek biologi hiu mako sirip pendek. Dalam hal ini, perbedaan faktor spesifikasi teknis alat tangkap dapat dijelaskan dalam penelitian ini. Rawai tuna Indonesia pada umumnya tergolong kedalam rawai tuna laut dalam (*deep longline*) dengan jangkauan kedalaman kurang dari 450 meter (Nugraha *et al.*, 2010). Menurut Groeneveld *et al.* (2014), pemasangan tali cabang pada kolom perairan 40 – 400 meter tidak menangkap hiu mako dewasa yang berukuran lebih besar.

Nisbah kelamin hiu mako sirip pendek yang dilaporkan pada penelitian ini berada dalam kondisi yang seimbang. Hasil ini senada dari penelitian-penelitian sebelumnya di Laut Mediterania (Megalofonou *et al.*, 2005) dan Samudra Hindia bagian barat (Groeneveld *et al.*, 2014). Perbedaan nisbah kelamin ini dapat disebabkan oleh karakter tingkah laku antara ikan jantan dan betina, dimana keduanya memiliki pola segregasi yang khas pada setiap jenis hiu. Selain itu, kondisi lingkungan, dan faktor penangkapan juga mempengaruhi perolehan nisbah jenis kelamin pada hiu (Tampubolon *et al.*, 2016).

Laju pancing atau laju tangkap seringkali didefinisikan sebagai informasi kunci yang dapat merepresentasikan kelimpahan relatif sumberdaya ikan di suatu perairan (Campbell, 2004). Secara temporal, laju tangkap hiu mako berfluktuasi setiap tahunnya dan menunjukkan tren penurunan seiring dengan peningkatan upaya penangkapan rawai tuna yang terdokumentasi oleh program observasi ilmiah pada kapal rawai tuna. Namun demikian, hasil ini dipengaruhi oleh minimnya persentase cakupan program observer, dimana setiap anggota IOTC diwajibkan melaksanakan pemantauan setidaknya 5% dari jumlah total upaya penangkapan (IOTC, 2020). Nilai laju pancing keseluruhan pada periode 2015-2019 adalah 0,06 ekor/1000 pancing yang berarti kemungkinan tertangkapnya seekor hiu mako sirip pendek adalah 6% dari setiap pemasangan (*setting*) 1000 mata pancing. Kelimpahan relatif pada penelitian ini serupa dengan penelitian sebelumnya di Laut Mediterania, yaitu 0,05 – 0,07 ekor/1000 (Megalofonou *et al.*, 2005), dan Samudra Pasifik, yaitu 0,062 ekor/1000 pancing (Widodo *et al.*, 2011). Nilai laju tangkap hiu mako dalam penelitian ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan jenis-jenis hiu pelagis lainnya yang menjadi hasil tangkapan sampingan rawai tuna. Rendahnya laju tangkap tersebut mengindikasikan rendahnya kelimpahan serta menunjukkan penurunan biomassa hiu mako di alam.

Temuan lain dalam penelitian ini adalah sebaran spasial hiu mako terfokus pada perairan yang secara geografis berada kurang dari 10° Lintang Selatan. Hasil penelitian ini mendukung hipotesis penelitian sebelumnya bahwa hiu mako juvenil dan remaja seringkali memiliki preferensi habitat di perairan tropis, karena perairan tropis lebih produktif dan memiliki makanan yang melimpah dibandingkan perairan subtropis (Preti *et al.*, 2012; Rogers *et al.*, 2015). Persebaran spasial hiu mako dimungkinkan berkaitan dengan migrasi ikan-ikan pelagis kecil sebagai mangsa dan ikan hiu berperan sebagai predator puncak dalam rantai makanan di ekosistem laut. Migrasi ikan-ikan pelagis berhubungan erat dengan terjadinya kenaikan masa air laut (*upwelling*) di sekitar pantai yang menyediakan sumber nutrisi yang melimpah. Oleh karena itu, hiu mako juvenil dan remaja lebih terkonsentrasi di perairan pantai daripada di perairan lepas pantai (Groeneveld *et al.*, 2014). *Upwelling* di perairan selatan Indonesia berkembang dari arah timur menuju barat sepanjang bulan April hingga November (Ratnawati *et al.*, 2016) yang ditandai dengan rendahnya suhu permukaan laut dan meningkatnya konsentrasi klorofil-a yang mempengaruhi kelimpahan ikan-ikan pelagis (Hendiarti *et al.*, 2005). Pemetaan daerah mencari makan (*feeding ground*) dan asuhan (*nursery ground*) hiu mako perlu diidentifikasi guna mengetahui pola persebaran hiu mako di perairan Indonesia.

Isu meningkatnya tangkapan hiu sebagai hasil tangkapan sampingan (HTS) pada perikanan rawai tuna telah menarik perhatian pemerhati lingkungan sejak tahun 1990-an. Peningkatan eksploitasi hiu dikhawatirkan dapat mengganggu kelestarian perikanan global dan ekologi laut mengingat hiu merupakan pemangsa puncak dalam ekosistem laut (Ebert *et al.*, 2013). Hiu mako merupakan jenis yang rawan punah karena pertumbuhannya yang lambat dan fekunditas yang rendah (Dulvy *et al.*, 2013). Kondisi yang memprihatinkan ini belum didukung dengan penerbitan status perlindungan hiu mako oleh otoritas pengelola (*management authority*), dalam hal ini Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Hingga saat ini, status perlindungan terhadap hiu telah diterbitkan dalam berbagai Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2013 hingga 2018, seperti: hiu paus (*Rhincodon typus*), hiu martil (*Sphyrna lewini*, *Sphyrna mokarran*, dan *Sphyrna zygaena*), hiu koboi (*Carcharhinus longimanus*), dan hiu tikus (*Alopias pelagicus* dan *Alopias superciliosus*).

Mengingat jenis hiu merupakan peruyau jauh dan telah dikategorikan kedalam jenis yang rawan punah secara global, maka upaya pengelolannya harus dilaksanakan secara bersama-sama oleh negara-negara yang berdekatan dalam satu kawasan regional. Organisasi pengelolaan perikanan regional atau *Regional Fisheries Management Organization* (RFMO) utama yang mengelola perikanan tuna dan sejenisnya (*tuna-like species*) di kawasan Samudra Hindia adalah Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). Hingga saat ini, status stok hiu mako belum diketahui mengingat keterbatasan data, seperti hasil tangkapan, upaya, dan kajian aspek biologi (IOTC, 2020). Namun demikian, dalam pengkajian risiko ekologi (*ecological risk assessment* atau ERA), IOTC menempatkan hiu mako sebagai jenis yang paling rentan (peringkat 1) terhadap alat tangkap rawai tuna dan peringkat 4 terhadap alat tangkap pukut cincin (IOTC, 2020).

IOTC telah menerbitkan beberapa resolusi untuk mengatasi tingginya ketidakpastian dalam pemanfaatan hiu dan memperbaiki basis data ilmiah sebagai landasan pengelolaan hiu yang berkelanjutan. IOTC mendorong setiap negara anggota untuk melaporkan hasil tangkapan tuna dan sejenisnya, khususnya hasil tangkapan sampingan, sebagaimana tercantum dalam Resolusi IOTC 05/05. Indonesia sebagai salah satu negara anggota IOTC seyogyanya memperkuat pencatatan hasil tangkapan sampingan di pelabuhan-pelabuhan yang menjadi basis utama perikanan tuna. Pencatatan data hiu perlu ditingkatkan akurasi di masa mendatang. Pada umumnya hiu yang didaratkan sudah dalam kondisi tidak utuh akibat praktek pengambilan sirip hiu (*shark finning*) sehingga estimasi ukuran hiu secara utuh (panjang dan bobot) perlu dilakukan. Program penempatan observer

pada kapal penangkap dan kapal pengangkut juga perlu ditingkatkan. Hal ini merupakan salah satu mandat bagi setiap anggota IOTC dalam mendukung upaya pengelolaan dan konservasi yang tertuang dalam Resolusi IOTC 11/04 dan 08/02.

Hasil penelitian ini menggarisbawahi bahwa cakupan sampling program observer ilmiah mengalami peningkatan dalam 5 tahun terakhir. Namun demikian, cakupan sampling yang telah dilakukan masih dibawah standar IOTC, yaitu 5% dari total jumlah kapal yang terdaftar dalam IOTC. Oleh karena itu, sinergitas antar *stakeholders* sangat diperlukan untuk meningkatkan ketersediaan data ilmiah terkait aspek perikanan, eksploitasi, dan biologi hiu mako sirip pendek serta hiu-hiu rawan punah lainnya dalam mendukung upaya pengelolaan dan konservasi di tingkat nasional dan regional. Upaya sosialisasi tentang pengenalan jenis dan status perlindungan hiu juga perlu ditingkatkan secara masif melalui media massa dan digital sehingga masyarakat dapat meningkatkan pemahamannya tentang pentingnya konservasi hiu bagi terciptanya ekosistem laut yang sehat.

KESIMPULAN

Hiu mako sirip pendek yang tertangkap di Samudra Hindia bagian timur didominasi oleh hiu juvenil hingga remaja. Ukuran hiu betina lebih besar daripada jantan yang merupakan penanda dimorfisme seksual yang khas pada hiu mako sirip pendek. Pola pertumbuhan jenis hiu ini diestimasi bersifat isometrik dimana penambahan ukuran bobot dan panjangnya berjalan secara seimbang. Nisbah kelamin berada pada kondisi seimbang (1:1). Walaupun tergolong rendah, kelimpahan relatif hiu mako secara spasial lebih melimpah pada perairan pantai tropis di sekitar 10° Lintang Selatan. Secara temporal, kelimpahannya berfluktuasi dan cenderung mengalami penurunan dalam 5 tahun terakhir. Penguatan basis data ilmiah sangat diperlukan dimasa mendatang guna menentukan status perlindungan dan konservasi hiu mako agar terhindar dari penurunan populasi yang dapat mengakibatkan kepunahan dalam jangka panjang.

PERSANTUNAN

Penelitian ini didanai dari DIPA kegiatan riset Loka Riset Perikanan Tuna (LRPT) pada tahun 2015-2019. Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim observer ilmiah LRPT serta pemilik kapal penangkap rawai tuna yang tergabung dalam Asosiasi Tuna Longline Indonesia (ATLI) dan Asosiasi Tuna Indonesia (ASTUIN) yang berbasis di PPS Nizam Zachman, PPN Palabuhanratu, PPS Cilacap, dan Pelabuhan Benoa atas bantuannya dalam pengumpulan data penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada Bapak Fahmi, S.Pi., M.Phil atas masukan yang diberikan dalam acara Simposium Hiu dan

Pari Ke-3 hingga tersusunnya artikel ini. Arief Wujdi dan Benaya M. Simeon mempunyai kontribusi yang sejajar sebagai kontributor utama selama penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Campana, S. E., Marks, L., & Joyce, W. (2005). The biology and fishery of shortfin mako sharks (*Isurus oxyrinchus*) in Atlantic Canadian waters. *Fisheries Research*, 73(3), 341–352. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.01.009>
- Campbell, R. A. (2004). CPUE standardisation and the construction of indices of stock abundance in a spatially varying fishery using general linear models. *Fisheries Research*, 70(2-3), 209–227. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.026>
- Carreón-Zapiain, M. T., Favela-Lara, S., González-Pérez, J. O., Tavares, R., Leija-Tristán, A., Mercado-Hernández, R., & Compeán-Jiménez, G. A. (2018). Size, age, and spatial-temporal distribution of shortfin mako in the Mexican Pacific Ocean. *Marine and Coastal Fisheries*, 10(4), 402–410. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10029>
- Compagno, L. J. V. (2001). *FAO Species Catalogue Vol. 2: Sharks of the World - Bullhead, Mackerel and Carpet Sharks* (p. 250). Rome: FAO.
- Dent, F., & Clarke, S. (2015). *State of The Global Market for Shark Products* (p. 187). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 590. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Dharmadi, D., Faizah, R., & Sadiyah, L. (2013). Shark longline fishery in Tanjungluar-East Lombok. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 19(1), 39-46. <https://doi.org/10.15578/ifrj.19.1.2013.39-46>
- Dulvy, N. K., Fowler, S. L., Musick, J. A., Cavanagh, R. D., Kyne, P. M., Harrison, L. R., Carlson, J. K., Davidson, L. N., Fordham, S. V., Francis, M. P., Pollock, C. M., Simpfendorfer, C. A., Burgess, G. H., Carpenter, K. E., Compagno, L. J., Ebert, D. A., Gibson, C., Heupel, M. R., Livingstone, S. R., Sanciangco, J. C., Stevens, J. D., Valenti, S., & White, W. T. (2014). Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *ELife*, 3, 1-34. <https://doi.org/10.7554/elife.00590>
- Ebert, D. A., Fowler, S., & Compagno, L. (2013). *Sharks of the World. A Fully Illustrated Guide* (p. 528). Plymouth, UK: Wild Nature Press.
- Fahmi, & Dharmadi. (2015). Pelagic shark fisheries of Indonesia's Eastern Indian Ocean Fisheries Management Region. *African Journal of Marine Science*, 37(2), 259–265. <https://doi.org/10.2989/1814232X.2015.1044908>
- Groeneveld, J. C., Cliff, G., Dudley, S. F. J., Foulis, A. J., Santos, J., & Wintner, S. P. (2014). Population structure and biology of shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, in the south-west Indian Ocean. *Marine and Freshwater Research*, 65(12), 1045–1058. <https://doi.org/10.1071/MF13341>
- Hendiarti, N., Suwarso, Aldrian, E., Amri, K., Andiastruti, R., Sachoemar, S. I., & Wahyono, I. B. (2005). Seasonal variation of pelagic fish catch around Java. *Oceanography*, 18(SPL.ISS. 4), 114–123. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.12>
- IOTC (Indian Ocean Tuna Commission). (2020). *Report of the 23rd Session of the IOTC Scientific Committee* (p. 211). Seychelles, 7–11 December 2020. IOTC–2020–SC23–R[E]
- King, M. (2007). *Fisheries Biology, Assessment and Management. Second Edition* (p.381). Oxford, England: Blackwell Science.
- Klawe, W. (1980). *Long lines catches of tunas within the 200 miles economic zones of the Indian and Western Pacific Ocean* (p. 83). Development report (Indian Ocean Fishery Commission. Indian Ocean Programme). Rome: FAO – Fisheries Department.
- Lyons, K., Carlisle, A., Preti, A., Mull, C., Blasius, M., O'Sullivan, J., Winkler, C., & Lowe, C. G. (2013). Effects of trophic ecology and habitat use on maternal transfer of contaminants in four species of young of the year lamniform sharks. *Marine Environmental Research*, 90, 27–38. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.05.009>
- Mas, F., Forselledo, R., & Domingo, A. (2014). Length-length relationships for six pelagic shark species commonly caught in the southwestern Atlantic Ocean. *Collection Volume on Scientific Paper of ICCAT*, 70(5), 2441–2445.
- Megalofonou, P., Yannopoulos, C., Damalas, D., De Metrio, G., Deflorio, M., De La Serna, J. M., & Macias, D. (2005). Incidental catch and estimated discards of pelagic sharks from the swordfish and tuna fisheries in the Mediterranean Sea. *Fishery Bulletin*, 103(4), 620–634.
- Mollet, H. F., & Cailliet, G. M. (2002). Comparative population demography of elasmobranchs using life history tables, Leslie matrices and stage-based matrix models. *Marine and Freshwater Research*, 53(2), 503–516. <https://doi.org/10.1071/MF01083>

- Nugraha, B., Wahju, R. I., Sondita, M. F. A., & Zulkarnain. (2010). Estimasi kedalaman mata pancing tuna longline di samudera hindia: metode yoshihara dan minilog. *J.Lit.Perikan.Ind*, 16(3), 195–203. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.16.3.2010.195-203>
- Oktaviyani, S., Simeon, B. M., Dharmadi, Prasetyo, A. P., Sudarisman, R., Prabowo, Muttaqin, E., Setiono, Ichsan, M., Sari, R. P., Giyanto, Fahmi, & Suharsono. (2019). *Panduan Penyusunan Non-Detriment Findings (NDF) untuk Jenis Hiu di Indonesia (p. 59)*. Bogor: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Preti, A., Soykan, C. U., Dewar, H., Wells, R. J. D., Spear, N., & Kohin, S. (2012). Comparative feeding ecology of shortfin mako, blue and thresher sharks in the California Current. *Environmental Biology of Fishes*, 95(1), 127–146. <https://doi.org/10.1007/s10641-012-9980-x>
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Diakses pada laman <https://www.r-project.org/>
- Ratnawati, H. I., Hidayat, R., Bey, A., & June, T. (2016). Upwelling di Laut Banda dan pesisir selatan Jawa serta hubungannya dengan ENSO dan IOD. *Omni-Akuatika*, 12(3), 119-130. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2016.12.3.134>
- Rigby, C. L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M. P., Jabado, R. W., Liu, K. M., Marshall, A., Pacoureaux, N., Romanov, E., Sherley, R. B., & Winker, H. (2019). *Isurus oxyrinchus*, shortfin mako. Supplementary Information for *Isurus oxyrinchus*. *The IUCN Red List of Threatened Species™*, 8235, 1–9. <https://www.iucnredlist.org/species/39341/2903170#assessment-information>
- Rogers, P. J., Huvneers, C., Page, B., Goldsworthy, S. D., Coyne, M., Lowther, A. D., Mitchell, J. G., & Seuront, L. (2015). Living on the continental shelf edge: Habitat use of juvenile shortfin makos *Isurus oxyrinchus* in the Great Australian Bight, southern Australia. *Fisheries Oceanography*, 24(3), 205–218. <https://doi.org/10.1111/fog.12103>
- 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., & 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>
- Setyadji, B., & Nugraha, B. (2012). Hasil tangkap sampingan (HTS) kapal rawai tuna di Samudera Hindia yang berbasis di Benoa. *J.Lit.Perikan.Ind*, 18(1), 43–51. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15578/jppi.18.1.2012.43-51>
- Tampubolon, P. A. R. P., Novianto, D., & Barata, A. (2016). Beberapa aspek penangkapan, sebaran ukuran, dan nisbah kelamin hiu buaya *Pseudocarcharias kamoharai* (Matsubara, 1936) pada perikanan rawai tuna di Samudra Hindia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2), 115–124. <https://doi.org/10.32491/jii.v16i2.34>
- White, W. T. (2007). Biological observations on lamnoid sharks (Lamniformes) caught by fisheries in eastern Indonesia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(3), 781–788. <https://doi.org/10.1017/S0025315407056391>
- White, W. T., Last, P. R., Stevens, J. D., Yearsley, G. K., Fahmi, & Dharmadi. (2006). *Economically Important Sharks and Rays of Indonesia (Hiu dan Pari yang Bernilai Ekonomis Penting di Indonesia) (p. 329)*. ACIAR monograph series; no. 124. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Widodo, A. A., Prisantoso, B. I., & Mahulette, R. T. (2011). Hasil tangkap sampingan (HTS) pada perikanan rawai tuna di Samudera Pasifik. *J.Lit.Perikan.Ind*, 17(4), 265–276. <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.17.4.2011.265-276>