

Identifikasi Molekuler Dan Status Konservasi Hiu Dari Perdagangan Sirip Di Kota Manado Sulawesi Utara

(Molecular Identification And Conservation Status Of Sharks From The Fins Trade In Manado City North Sulawesi)

Maratade Mopay¹, Stenly Wullur², Hens Onibala³, Elvy Like Ginting², Inneke F.,M Rumengan², Calvyn F.,A Sondak², Deiske A, Sumilat².

¹Program Studi Magister Ilmu Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

² Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Unsrat Bahu. Manado 95115 Sulawesi Utara. Indonesia

³ Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi. Jl. Kampus Unsrat Bahu. Manado 95115 Sulawesi Utara. Indonesia

*Corresponding author: stenlywullur@gmail.com

Abstract

Sharks are a group of cartilaginous fish that are vulnerable to overfishing. Genetics approaches play an important role in shark conservation. Shark fishing has become the main activity of fishermen in several areas, including in North Sulawesi. This research is focused on the molecular aspects and conservation status of shark species obtained from the shark fin trade in Manado, North Sulawesi. COI gene was amplified using Fish BCL5 (for) and HCO219 (rev) primers. Nucleotide sequences of each sample were aligned with the closest sequences in the GenBank database using the BLAST (Basic Local Alignment and Search Tool) method. The conservation status of the shark species is carried through the IUCN (International Union for the conservation of nature red list) Red list website. Molecular identification results showed that the shark's fins from Manado had high similarity with *Carcharhinus falciformis* (HM1 and HM2) and *Carcharhinus melanopterus* (HM3). According to IUCN red list data, the *C. falciformis* and *C. melanopterus* were categorized as vulnerable to extinction (VU).

Keywords: Molekuler; COI; Shark; Manado and IUCN Red list .

Abstrak

Hiu merupakan kelompok ikan bertulang rawan yang sangat rentan terhadap dampak penangkapan secara berlebihan. Informasi terkait genetik hiu yang semakin terancam populasinya sangat berperan penting dalam upaya konservasi hiu. Penangkapan hiu telah menjadi aktivitas utama nelayan di beberapa daerah, termasuk di Sulawesi Utara. Penelitian ini difokuskan pada aspek molekuler dan penentuan status konservasi spesies hiu menggunakan sampel sirip yang di dapatkan dari perdagangan sirip hiu, di kota Manado. Amplifikasi gen COI dilakukan dengan menggunakan primer Fish BCL5 (for) dan HCO219 (rev). Sekuens nukleotida masing-masing sampel disejajarkan dengan nukleotida terdekat yang ada dalam database genbank menggunakan metode BLAST (Basic Local Alignment and Search Tool) Penentuan status konservasi dilakukan melalui penelusuran spesies rujukan di situs IUCN (International Union for the Conservation of Nature) Red list. Hasil identifikasi molekuler menunjukkan bahwa sampel sirip hiu dari kota Manado memiliki kemiripan yang tinggi dengan spesies : *Carcharhinus falciformis* (HM1 dan HM2) dan *C. melanopterus* (HM3). Menurut data IUCN Red list, *C. falciformis* dan *C. Melanopterus* merupakan jenis hiu dalam status konservasi rentan punah (VU).

Kata Kunci: Molekuler; COI; hiu; Manado dan IUCN Red list

PENDAHULUAN

Hiu merupakan kelompok ikan bertulang rawan yang sangat rentan terhadap dampak penangkapan secara berlebihan, karena umumnya kelompok ikan bertulang rawan ini memiliki

pertumbuhan yang lambat dan keterbatasan dalam berkembangbiak. Dilain pihak permintaan sirip hiu meningkat dalam beberapa tahun terakhir, yang dapat mengancam populasi hiu di alam (Griffin et al.,2008). Diperkirakan sekitar 26 hingga 73

juta ekor hiu dipanen setiap tahun untuk mendukung industri sirip ikan hiu global. Perdagangan sirip hiu biasanya dilakukan secara ilegal. Sehingga umumnya sirip hiu didapatkan dengan cara yang tidak lazim dimana setelah sirip dipotong tubuh hiu dibuang ke laut untuk mencegah identifikasi morfologi spesies (Mundy & Crook, 2013)

Di Indonesia, hiu pada awalnya merupakan hasil tangkapan sampingan. Namun saat ini penangkapan hiu telah menjadi aktivitas utama nelayan di beberapa daerah, termasuk di Sulawesi Utara. Hal ini ditandai dengan adanya perdagangan sirip hiu di daerah ini meskipun umumnya dilakukan secara ilegal. Sejauh ini belum banyak penelitian dan hasil publikasi ilmiah yang tersedia untuk diakses sebagai acuan penentuan kebijakan konservasi terkait hiu di daerah ini. Dalam upaya memberi gambaran awal terkait jenis hiu yang diperdagangkan di daerah Sulawesi Utara, telah dilakukan beberapa kajian terkait identifikasi hiu melalui perdagangan sirip diantaranya di kabupaten Minahasa Tenggara (Wehantouw et al., 2017) dan di kota Manado (Mopay et al., 2017).

Penelitian ini difokuskan pada upaya identifikasi dan penentuan status konservasi spesies hiu menggunakan sampel dari perdagangan sirip hiu yang ada di kota Manado. Dalam pelaksanaannya, sampel yang digunakan dalam proses identifikasi menggunakan sirip hiu yang sudah dalam bentuk kering. Adapun gen target identifikasi adalah gen Cytochrome oxidase subunit I (COI) (Holmes & Ward, 2008), sebagai gen standar identifikasi species yang diperkenalkan pertama kali oleh Hebert, (2003).

METODE PENELITIAN

Sampel sirip hiu didapatkan dari lokasi pengumpul sirip hiu di kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Proses pengumpulan sampel hingga identifikasi molekuler sirip hiu dari kabupaten Minahasa telah dilaporkan sebelumnya dalam Mopay et al., (2017). Sampel sirip hiu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sirip punggung. Pemilihan potongan sirip punggung dilakukan untuk

menghindari terjadinya kekeliruan pengambilan sampel pada individu yang sama. Selain itu, sirip punggung memiliki lebih banyak jaringan otot tersisa dibandingkan sirip yang lainnya.

Isolasi DNA dilakukan dengan mengikuti standar protokol The Dneasy Blood and Tissue Kit (Qiagen). Sampel dilisis menggunakan buffer ATL dan DNA total dari sampel dipisahkan dari protein dan debris menggunakan proteinase K dan buffer AL. DNA total dikoleksi menggunakan DNeasy mini spin kolom dilanjutkan dengan proses pemurnian DNA menggunakan buffer AW1 dan AW2 (Mopay dkk 2017). Primer yang digunakan dalam mengamplifikasi gen COI dari sirip hiu, adalah: primer Fish BCL5 (TCA ACY AAT CAY AAA GAT ATY GGC AC) dan primer HCO2198 (TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA) (Peloa dkk, 2015; Mopay dkk, 2017; Wehantouw dkk, 2017). Pengurutan DNA gen COI dilakukan menggunakan jasa layanan sekuensing DNA (First Base, Malaysia).

Kualitas Hasil sekuens dianalisis menggunakan program AB sequence (Sequence scanner). Penyusunan DNA konsesnus dilakukan dengan menggunakan program MEGA (Molecular Evolutinary Genetic Analysis). Identifikasi species dilakukan dengan menggunakan program identifikasi species berbasis sekuens nukleotida, dengan menggunakan metode BLAST (Basic Local Aligment and Search Tool) yang terintegrasi disitus NCBI (National Centre for Biotechnology Information) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) dan dengan menggunakan program identifikasi species di situs BOLDSYSTEMS (Barcode of Life Data System) (<http://www.boldsystems.org/>).

Hasil identifikasi dari masing-masing sampel menjadi acuan dalam penentuan status konservasi hiu dengan menggunakan rujukan dari data status konservasi spesies di situs IUCN (International union for the conservation of nature red list) (<http://www.iucnredlist.org/>) Ada beberapa kategori konservasi berdasarkan IUCN red list meliputi: extinct (EX; punah), extinct in the wild (EW; punah di alam liar), critically endangered (CR;

kritis), endangered (EN; genting atau terancam), vulnerable (VU; rentan), near threatened (NT; hampir terancam), least concern (LC; berisiko rendah), data deficient (DD; informasi kurang), dan not evaluated (NE; belum dievaluasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

DNA genom yang diperoleh dari hasil isolasi DNA masing-masing sampel sirip hiu telah digunakan sebagai DNA template pada proses amplifikasi gen COI menggunakan primer Fish BCL5 dan HCO2198. Hasil amplifikasi gen COI dari keseluruhan sampel sirip hiu menunjukkan adanya pita DNA pada panjang basa sekitar

600-700 bp. Adapun kualitas hasil sekuens dari masing-masing sampel sirip hiu dalam penelitian ini menunjukkan adanya kualitas hasil sekuens yang baik, dimana CRL (continuous read length) dan QV+20 (Quality value lebih besar dari nilai 20) adalah sebanyak 638 – 662 nukleotida. Banyaknya nukleotida yang berkualitas baik dari sebagian besar sampel yang disekuens dalam penelitian ini mengindikasikan kualitas analisis molekuler, mulai dari tahap ekstraksi hingga sekuensing telah berjalan dengan baik.

Hasil BLAST nukleotida gen COI di situs genbank menggunakan DNA consensus dari masing-masing sampel sirip hiu, ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil identifikasi sampel sirip hiu yang didapatkan dari perdagangan sirip hiu di kota Manado, menggunakan sekuens nukleotida gen COI menggunakan metode BLAST (Basic Local Alignment and Search Tool) yang terintegrasi di situs NCBI (National Center for Biotechnology Information) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>)

Sampel	Spesies	Max Score	Total Score	Query Cover	E Value	Perident	Accession
HM1	<i>Carcharhinus falciformis</i>	1157	1157	100%	0.0	100.00%	MN943498.1
	<i>C.falciformis</i>	1157	1157	100%	0.0	100.00%	NC042256.1
	<i>C.falciformis</i>	1157	1157	100%	0.0	100.00%	KF801102.1
	<i>Isurus oxyrinchus</i>	1157	1157	100%	0.0	100.00%	JQ654705.1
	<i>Lamna ditropis</i>	1146	1146	100%	0.0	99.68%	JQ654703.1
HM2	<i>Carcharhinus falciformis</i>	1238	1238	100%	0.0	100.00%	MN943498.1
	<i>C. falciformis</i>	1238	1238	100%	0.0	100.00%	NC042256.1
	<i>C.falciformis</i>	1238	1238	100%	0.0	100.00%	KF801102.1
	<i>Isurus oxyrinchus</i>	1238	1238	100%	0.0	100.00%	JQ654705.1
	<i>Lamna ditropis</i>	1223	1223	98%	0.0	100.00%	KM396932.1
HM3	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	1179	1179	97%	0.0	100.00%	KF590389.1
	<i>C.melanopterus</i>	1173	1173	97%	0.0	99.84%	KF793772.1
	<i>C.melanopterus</i>	1173	1173	97%	0.0	99.84%	KF590379.1
	<i>C.melanopterus</i>	1171	1171	99%	0.0	99.23%	KJ720818.1
	<i>C.melanopterus</i>	1168	1168	97%	0.0	99.69%	MG644346.1

Hasil BLAST yang ditampilkan pada Tabel 1, merupakan 5 hasil BLAST teratas dari masing-masing sampel. Sampel sirip HM1 menunjukkan adanya 3 spesies hiu pada posisi 5 teratas, yaitu *Carcharhinus falciformis*, *Isurus oxyrinchus* dan *Lamna ditropis*. Adapun nilai indikator BLAST seperti; max score, total score, query cover, dan percent identity dari *C. falciformis* dan *I. oxyrinchus* menunjukkan nilai yang sama,

yaitu; 1157, 1157, 100%, 0.0 dan 100%. Sedangkan *L. ditropis* menunjukkan nilai max. score, total score dan percent identity yang lebih rendah (1146, 1146 dan 99.68%) dibandingkan dengan spesies *C. falciformis* dan *I. oxyrinchus*. Sampel sirip HM2 menunjukkan kemiripan terhadap 3 spesies hiu yang sama dengan sampel HM1, yaitu *C. falciformis*, *I. oxyrinchus* dan *L. ditropis*. Adapun nilai indikator BLAST,

diantranya max. score, total score, query cover, e value dan percent identity dari spesies *C. falciformis* dan *I. oxyrinchus* menunjukkan nilai yang sama, yaitu masing-masing dengan nilai; 1238, 1238, 100%, 0.0, 100%. Adapun hasil terhadap spesies *L. ditropis* menunjukkan nilai max. score, total score dan query cover yang sedikit lebih rendah yaitu, masing-masing dengan

nilai: 1223, 1223 dan 98%. Sampel sirip HM3 menunjukkan kemiripan tertinggi dengan spesies *Carcharhinus melanopterus* dengan nilai indikator BLAST (max. score, total score, query cover, e value dan percent identity) yang bervariasi masing-masing antara; 1168-1179, 1168-1179, 97%, 0.0, dan 99.69-100%.

Tabel 2. Hasil identifikasi sampel sirip hiu yang didapatkan dari perdagangan sirip hiu di kota Manado, menggunakan sekuens nukleotida gen COI pada situs BOLDSYSTEMS (The Barcode of Life Data System) (<http://www.boldsystems.org/>).

Sampel	Taxonomic level	Taxonomic assignment	Probability of placement (%)
HM1	Phylum	<i>Chordata</i>	100
	Class	<i>Elasmobranchii</i>	100
	Order	<i>Carcharhiniformes</i>	100
	Family	<i>Carcharhinidae</i>	100
	Genus	<i>Carcharhinus</i>	100
	Species	<i>Carcharhinus falciformis</i>	100
HM2	Phylum	<i>Chordata</i>	100
	Class	<i>Elasmobranchii</i>	100
	Order	<i>Carcharhiniformes</i>	100
	Family	<i>Carcharhinidae</i>	100
	Genus	<i>Carcharhinus</i>	100
	Species	<i>Carcharhinus falciformis</i>	100
HM3	Phylum	<i>Chordata</i>	100
	Class	<i>Elasmobranchii</i>	100
	Order	<i>Carcharhiniformes</i>	100
	Family	<i>Carcharhinidae</i>	100
	Genus	<i>Carcharhinus</i>	100
	Species	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	100

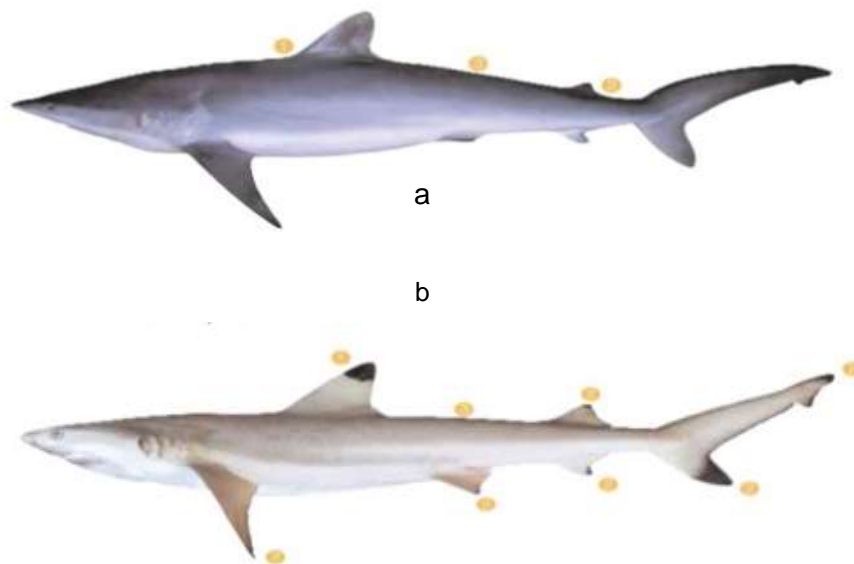
Hasil identifikasi sampel sirip hiu yang dilakukan di situs BOLDSYSTEMS ditampilkan pada Tabel 2. Hasil identifikasi keseluruhan sampel hiu yang diperoleh dari perdagangan sirip di kota Manado merujuk pada filum Chordata, kelas Elasmobranchii, ordo Carcharhiniformes, famili Carcharhinidae, genus Carcharhinus. Adapun sampel HM1 dan HM2 merujuk pada spesies *C. falciformis* sedangkan sampel HM3 pada spesies *C. melanopterus*.

Spesies hiu *C. falciformis* atau silky shark (hiu sutra) dikenal juga dengan nama lokal sebagai hiu lanjaman atau hiu kejen (Dharmadi et al., 2017; Chodriyah et al., 2018; Chari dan Lestari, 2019; Prihatiningsih dan Chodriyah, 2019). Ciri morfologi jenis hiu ini diantaranya adalah memiliki pangkal sirip punggung pertama

yang terletak dibelakang ujung paling belakang sirip dada, di antara sirip punggung tidak terdapat gurat, memiliki moncong yang agak panjang yang terlihat bulat menyempit dari arah bawah. Memiliki gigi atas berukuran kecil dengan lekukan di 1 sisi, dengan bentuk gigi bawah yang kecil, ramping dan tegak (White et al., 2006; Mundy & Crook, 2013). Joung et al., (2008) melaporkan bahwa jenis hiu ini memiliki umur maksimum sekitar 28,6 tahun (jantan) dan 35,8 tahun (betina), sedangkan Grant et al., (2017) melaporkan umur maksimum sekitar 23 tahun (jantan) dan 28 tahun (betina). Ukuran tubuh maksimum yang dapat dicapai spesies ini adalah 332 cm panjang total (Joung et al., 2008) atau sekitar 271 cm (jantan) dan 253 cm (betina) (Grant et al., 2018). Spesies ini dilaporkan memiliki umur matang

bereproduksi yang lama, yaitu sekitar 10 tahun (jantan) dan 12 tahun (betina) (Bonfil, 2008) atau sekitar 9.3 tahun (jantan) dan 8-10 tahun (betina) (Joung et al., 2008) bahkan mencapai 13-14 tahun (jantan) 14-16 tahun (betina) (Hall et al., 2012). Lebih

jauh lagi, Hall et al (2012) dan Galvan et al (2015) menerangkan bahwa jumlah telur atau embrio dalam uterus spesies hiu ini berkisar antara 2 – 14 embrio/telur dalam 1 siklus pembuahan selama kurun waktu 1 atau 2 tahun.



Gambar 1. Morfologi silky shark (hiu sutera) atau hiu lanjaman *C. falciformis* (a) dan blacktip reef shark (hiu karang sirip hitam) atau hiu mada dan klyuyu karang nama lokal di Indonesia *C. melanopterus* (b) (sumber: IUCN Redlist).

Spesies hiu *C. falciformis* merupakan spesies hiu yang terdistribusi dari Samudra Hindia hingga Pasifik dan merupakan salah satu spesies hiu yang umum dijumpai di perairan Indonesia, seperti: laut Banda, perairan sekitar pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua (White et al., 2006; Mundy & Crook, 2013; Dharmadi et al., 2017; Lezama et al., 2016). Spesies hiu ini merupakan spesies coastal pelagis, yang banyak ditemui di permukaan dekat pantai hingga kedalaman 500m lepas pantai, dengan suhu perairan sekitar 230C (Last and Stevens, 2009). Beberapa dekade terakhir ini, hiu *C. falciformis* telah menjadi sumber pendapatan utama komunitas tertentu, seperti; komunitas nelayan, pengumpul ataupun pengguna komoditas produk hiu ini. Trend penangkapan hiu ini bahkan telah berkembang dari metode penangkapan skala kecil menjadi skala

komersil dengan jenis hiu *C. falciformis* sebagai target utama, yang telah memberikan dampak positif secara ekonomi bagi komunitas ini. Akan tetapi, berbagai laporan memberikan indikasi yang kuat akan perlunya pengelolaan penangkapan hiu terutama jenis *C. falciformis*, yang intensitas penangkapannya sudah sangat tinggi dengan ukuran hiu yang ditangkap relatif kecil (Chari dan Lestari, 2019). Bahkan lebih jauh lagi, Oliver et al., (2015) melaporkan bahwa spesies hiu *C. falciformis* merupakan spesies hiu kedua terbanyak yang ditangkap secara global setelah spesies hiu biru (blue shark / *Prionca glauca*). Populasi spesies hiu ini telah mengalami penurunan yang signifikan karena adanya tekanan penangkapan yang tinggi terutama penangkapan terhadap ukuran tubuh hiu *C. falciformis* yang berukuran kecil (Chari dan Lestari, 2019).

Hasil penelusuran status konservasi spesies hiu *C. falciformis* di situs IUCN redlist menunjukkan bahwa spesies hiu ini telah berada dalam status rentan terhadap resiko kepunahan (vulnerable / VU) dengan trend populasi menurun. Ancaman resiko kepunahan akibat eksploitasi berlebihan terhadap spesies ini dilaporkan di berbagai belahan dunia, terutama dari negara-negara yang memiliki industri perikanan tangkap di Samudra Pasifik, Samudra Hindia maupun Atlantik (FAO, 2015; Oliver et al., 2015; Aires da Silva et al., 2014; Perez-Jamenez et al., 2005; Aruz et al., 2004; Clarke et al., 2015; Leroy et al., 2013). Menurut laporan IUCN, Indonesia mensuplai sekitar 13% dari total penangkapan hiu global, dimana 15% diantaranya merupakan spesies hiu *C. falciformis*, atau sekitar 15.943 ton hiu *C. falciformis* pertahun.

Spesies hiu *C. melanopterus* atau blacktip reef shark (hiu karang sirip hitam) merupakan spesies hiu yang memiliki ciri-ciri morfologi berupa ujung sirip punggung pertama berwarna hitam dengan warna putih di bawahnya, semua sirip beujung hitam, moncong sangat pendek, bulat melebar tampak dari arah bawah, jarak dari ujung moncong ke mulut hampir sama dengan jarak antara lubang hidung. Spesies hiu ini memiliki umur maksimal 10 tahun (jantan) dan 15 tahun (betina) dengan panjang total tubuh berkisar antara 54,3-139,0 cm (jantan) dan 51,4-160,0 cm (betina) (Chin et al., 2013) sedangkan Mourier et al., (2012) menyebutkan bahwa panjang total jantan berkisar antara 48-139 cm sedangkan betina antara 48 – 157 cm. Umur matang bereproduksi jenis spesies ini berkisar pada umur 4,2 tahun (jantan) sedangkan betina berkisar pada umur 8,5 tahun (Chin et al., 2013), dengan ukuran tubuh sekitar 111 cm (Mourier et al., 2012).

Adapun masa mengandung anak spesies hiu ini tergolong lama, yaitu antara 8-9 bulan dengan jumlah bayi yang dilahirkan antara 2-4 ekor. Spesies hiu ini banyak ditemui di hampir seluruh perairan dangkal di Indonesia terutama di permukaan perairan terumbu karang namun juga dilaporkan teramati pada

kedalaman sekitar 75 meter (Myers, 1999). Beberapa laporan menyebutkan bahwa jenis hiu ini sering juga dijumpai di daerah mangrove, muara-muara sungai bahkan hingga ke perairan tawar yang dekat dengan laut (Compagno and Niem, 1998). Sebaran jenis hiu ini diketahui sangat luas di hampir semua

perairan pantai tropis maupun sub tropis (Randal and Hoover, 1995). Jenis spesies ini merupakan salah satu jenis hiu yang ditangkap untuk mendapatkan sirip, daging dan minyaknya, meskipun jenis hiu ini kurang menjadi target tangkapan sehubungan dengan ukurannya yang kecil sehingga mengurangi nilai komersilnya. Ancaman kepunahan spesies ini sering dihubungkan dengan penurunan kualitas terumbu karang sebagai habitat hidupnya (Stevens et al., 2005; Walker 2002) serta pada karakter reproduksinya yang rendah.

Hasil penelusuran status konservasi spesies hiu *C. melanopterus* di situs IUCN redlist menunjukkan bahwa spesies hiu ini telah berada dalam status rentan terhadap resiko kepunahan (vulnerable / VU) dengan trend populasi menurun.

KESIMPULAN

Hasil identifikasi molekuler gen COI spesies hiu yang diperoleh dari perdagangan sirip hiu di kota Manado yaitu: *C. falciformis* dan *C. melanopterus*. Adapun hiu spesies *C. falciformis* dan *C. melanopterus* berada dalam status rentan punah (VU) dengan trend populasi menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts & Walter. P. 2008. Molecular biology of the cell (5th edition). Garland Science. New York.
- Ardani, B. N. & Yusuf, S., 2007. 'Aspek Biologi beberapa jenis ikan hiu dan pari (elasmobranchini) di pesisir Kota Waringin Barat' Journal of Tropical Fisheries, 2(2): 35-44.
- Aires-da-Silva, A., Lennert-Cody, C., Maunder, M.N. and Román-Verdesoto, M. 2014. Stock status indicators for silky sharks in the

- eastern Pacific Ocean. Document SAC-05-11a. Inter-American Tropical Tuna Commission Scientific Advisory Committee Fifth Meeting. 12-16 May 2014, La Jolla, California, USA [<http://www.iattc.org/Meetings/Meetings2014/MAYSAC/PDFs/SAC-05-11a-Indicators-for-silky-sharks.pdf>].
- Arauz, R.M., Cohen, Y., Ballester, J., Bolaños, A. and Pérez, M. 2004. Decline of shark populations in the Exclusive Economic Zone of Costa Rica. Proceedings of the International Symposium on Quantitative Ecosystem Indicators for Fisheries Management. Paris, France.
- Bonfil, R. (2008). The biology and ecology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*. Sharks of the open ocean: biology, fisheries and conservation, 114-127.
- Chari, N. A., & Lestari, N. D. (2019). SILKY SHARK TRUST: STRATEGI PENGELOLAAN KONSERVASI HIU KEJEN (*Carcharhinus falciformis*) DI PPP MUNCAR, BANYUWANGI. PROSIDING PUSAT RISET PERIKANAN, 1(1), 293-300.
- Chin, A., Simpfendorfer, C., Tobin, A., & Heupel, M. (2013). Validated age, growth and reproductive biology of *Carcharhinus melanopterus*, a widely distributed and exploited reef shark. Marine and Freshwater Research, 64(10), 965-975.
- Chodrijah, U., Jatmiko, I., & Sentosa, A. A. (2018). Parameter Populasi Hiu Kejen (*Carcharhinus falciformis*) di Perairan Selatan Nusa Tenggara Barat. BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap, 9(3), 175-183.
- Clarke, C.R., Karl, S.A., Horn, R.L., Bernard, A.M., Lea, J.S., Hazin, F.H., Proehl, P.A. and Shivji, M.S. 2015. Global mitochondrial DNA phylogeography and population structure of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*. Marine Biology 162(5): 945-955.
- Compagno, L.J.V. and V.H. Niem, 1998. *Carcharhinidae*. Requiem sharks. p. 1312-1360. In K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds.) FAO Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. FAO, Rome.
- Corkill, G. & Rapley, R. 2008. The Manipulation of Nucleic Acids: Basic Tools and Techniques. Molecular Biotechnology Handbook. 3-15
- Dharmadi, D., Fahmi, F., & Adrim, M. (2017). Distribusi frekuensi panjang, hubungan panjang tubuh, panjang klasper, dan nisbah kelamin cucut lanjaman (*Carcharhinus falciformis*). Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 13(3), 243-254.
- Fahmi dan Dharmadi (2013a). Pengenalan jenis-jenis hiu Indonesia. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta; 63 pp.
- Fahmi dan Dharmadi (2013b). Tinjauan status perikanan hiu dan upaya konservasinya di Indonesia. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta; 179 pp.
- Fahmi and Dharmadi (2015). Pelagic shark fisheries of Indonesia's eastern Indian Ocean fisheries management region. African journal of marine science. 37(2), 259-265.
- FAO. 2015. Species fact sheets: *Carcharhinus falciformis*. Available at: www.fao.org/fishery/species/2021/en
- Galván-Tirado, C., Galvan-Magaña, F., & Ochoa-Báez, R. I. (2015). Reproductive biology of the silky shark *Carcharhinus falciformis* in the southern Mexican Pacific. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 95(3), 561-567.
- Grant, M. I., Smart, J. J., White, W. T., Chin, A., Baje, L., & Simpfendorfer, C. A. (2018). Life history characteristics of the silky shark *Carcharhinus falciformis* from the central west Pacific. Marine and Freshwater Research, 69(4), 562-573.

- Griffin, E., K.L. Miller, B. Freitas, M. & Hirsfield, 2008. Predators as prey: Why healthy oceans need sharks. *Oceana*. Washington DC.
- Hall, N. G., Bartron, C., White, W. T., & Potter, I. C. (2012). Biology of the silky shark *Carcharhinus falciformis* (Carcharhinidae) in the eastern Indian Ocean, including an approach to estimating age when timing of parturition is not well defined. *Journal of Fish Biology*, 80(5), 1320-1341.
- Hebert, P.D., S. Ratnasingham, & Ward, R. D. 2003b. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Science*, 270(1), 596-599.
- Holmes, B. H., D. Steinke, & Ward, R. D. 2008. Identification of shark and rays fins using DNA Barcoding. *Fisheries Research*, 95(2), 280-288.
- Rahardjo, P. 2010. Status of shark and ray fisheries in Indonesia. ad-hoc meeting of shark experts in southeast asian region southeast asian fishers development center Thailand. *Laboratorium Fishers Resources*, : 1-42.
- Mundy, T.V., & Crook, V. 2013. Into the deep: Implementing CITES measures for commercially-valuable sharks and manta rays. Report prepared for the European Commission.
- Moraes, C.T., S. Srivastava, I. Kirkinezos, J. Oca-Cossio, C. vanWaveren, M. & Waischnick and F. Diaz. 2002. Mitochondrial DNA Structure and Function. *International Review of Neurobiology*, 53, 3-23.
- IUCN-SSC. 2001. IUCN Red list categories and criteria IUCN-The World Conservation Union Gland, Swizerland and Cambridge. viewed 7 Juli 2020, from <http://www.iucnredlist.org/>.
- Joung, S. J., Chen, C. T., Lee, H. H., & Liu, K. M. (2008). Age, growth, and reproduction of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, in northeastern Taiwan waters. *Fisheries Research*, 90(1-3), 78-85.
- Leroy, B., Phillips, J.S., Nicol, S., Pilling, G.M., Harley, S., Bromhead, D., Hoyle, S., Caillot, S., Allain, V. and Hampton, J. 2013. A critique of the ecosystem impacts of drifting and anchored FADs use by purse-seine tuna fisheries in the Western and Central Pacific Ocean. *Aquatic Living Resources* 26(1): 49-61.
- Lezama-Ochoa, N., Murua, H., Chust, G., Van Loon, E., Ruiz, J., Hall, M., ... & Villarino, E. (2016). Present and future potential habitat distribution of *Carcharhinus falciformis* and *Canthidermis maculata* by-catch species in the tropical tuna purse-seine fishery under climate change. *Frontiers in Marine Science*, 3, 34.
- Myers, R.F. (1999). *Micronesian reef fishes: a comprehensive guide to the coral reef fishes of Micronesia*. Barrigada. ISBN 0-9621564-5-0.
- Mundy, T.V., & Crook, V. 2013. Into the deep: Implementing CITES measures for commercially-valuable sharks and manta rays. Report prepared for the European Commission.
- Moraes, C.T., S. Srivastava, I. Kirkinezos, J. Oca-Cossio, C. vanWaveren, M. & Waischnick and F. Diaz. 2002. Mitochondrial DNA Structure and Function. *International Review of Neurobiology*, 53, 3-23.
- Mourier, J., Mills, S. C., & Planes, S. (2013). Population structure, spatial distribution and life-history traits of blacktip reef sharks *Carcharhinus melanopterus*. *Journal of fish biology*, 82(3), 979-993.
- Oliver, S., Braccini, M., Newman, S.J. and Harvey, E.S. 2015. Global patterns in the bycatch of sharks and rays. *Marine Policy* 54: 86-97.
- Peloa, A. Wullur S., & C. A, Sinjal 2015. Amplifikasi gen cytochrome oxidase subunit I (COI) dari sampel sirip ikan hiu dengan menggunakan beberapa pasangan primer. *Jurnal pesisir dan laut tropis* Vol.1.P. 37-42.

- Pérez-Jiménez, J.C., Sosa-Nishizaki, O., Furlong-Estrada, E., Corro-Espinosa, D., Venegas-Herrera, A. and Barragán-Cuencas, O.V. 2005. Artisanal Shark Fishery at "Tres Marias" Islands and Isabel Island in the Central Mexican Pacific. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 35(5): 333-343.
- Prihatiningsih, P., & Chodriyah, U. (2019). Komposisi jenis, hasil tangkapan per upaya, musim dan daerah penangkapan ikan hiu di perairan Samudera Hindia Selatan Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 24(4), 283-297.
- Rahardjo, P. 2010. Status of shark and ray fisheries in Indonesia. ad-hoc meeting of shark experts in southeast asian region southeast asian fishers development center Thailand. *Laboratorium Fishers Resources*, : 1-42.
- Randall, J.E. & J.P. Hoover (1995). *Coastal Fishes of Oman*. University of Hawaii Press. p. 33. ISBN 0-8248-1808-3.
- Yang, Z., & Rannala, B. 2012. Molecular phylogenetics: principles and practice. *Nature reviews genetics*. Vol. 13. P. 303-314.
- Ward, RD. 2009. Shark Fin Identification through DNA Barcoding. In *Endangered Species UPDATE Science, Policy & Emerging Issues* Vol. 26 No. 1 & 2. School of Natural Resources and Environment The University of Michigan. Pp 3-9. *Carcharhinus melanopterus*
- White W.T. 2007. Catch composition and reproductive biology of whaler sharks (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) caught by fisheries in Indonesia. *J Fish Biol*
- Wehantouw, A. Ginting. E. L, & Wullur. S. 2017. Identifikasi sirip hiu yang didapat dari pengumpul di Minahasa Tenggara menggunakan DNA Barcode. *Jurnal pesisir dan laut tropis* Vol.1.P. 62-68.