

Ukuran dan luka hiu paus, *Rhincodon typus* Smith, 1828 di Taman Nasional Teluk Cenderawasih

[Sizing and scarring of whale shark (*Rhincodon typus* Smith, 1828) in the Cenderawasih Bay National Park]

Yusup A. Jentewo¹, Roni Bawole², Tresia S. Tururaja², Mudjirahayu³, Zeth Parinding⁴, Hendrikus R. Siga, Muhammad Dailami⁵, Abdul Hamid A. Toha³✉

¹World Wildlife Fund-Indonesia region of Cenderawasih Bay
Rado, Wasior, Teluk Wondama 98362, Papua Barat, Indonesia

²Jurusan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua
Jl. Gunung Salju, Amban Manokwari 98314, Papua Barat, Indonesia

³Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua
Jl. Gunung Salju, Manokwari 98314, Papua Barat, Indonesia

⁴Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih,

Jl. Drs. Essau Sesa, Sowi Gunung, Manokwari 98315, Papua Barat, Indonesia

⁵Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

Diterima: 12 Mei 2021; Disetujui: 8 Oktober 2021

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis panjang total dan kondisi luka hiu paus (*Rhincodon typus*) di Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC), Papua-Indonesia. Identifikasi foto digunakan untuk menentukan identitas individu hiu paus berdasarkan pola bintik di balik celah insang terakhir masing-masing individu. Identifikasi juga menggunakan foto berdasarkan luka hiu paus. Panjang tubuh total hiu paus diperkirakan berdasarkan panjang seorang perenang snorkel (diasumsikan 1,6 m) yang berenang bersama hiu paus. Kami mengidentifikasi 21 individu hiu paus, 14 individu diantaranya adalah hiu paus baru, sedangkan tujuh individu lainnya merupakan hiu paus yang pernah tercatat dalam database koleksi foto sebelumnya. Hiu paus berukuran panjang total 2 sampai 5 m (rata-rata 3,78 m, $\pm 0,86$, $N = 21$). Berdasarkan ukurannya, semua individu hiu paus termasuk dalam kategori yuwana. Sebanyak 52% dari hiu paus yang diidentifikasi memiliki luka, 38% tidak memiliki luka dan 10% tidak teridentifikasi. Mayoritas hiu paus memiliki bekas luka potong (12 individu) dan luka lecet (tujuh individu). Lokasi luka paling sering terjadi pada sirip ekor dan sirip punggung, masing-masing lima dan empat individu. Informasi ini berguna untuk memahami potensi ancaman dan untuk merancang program pengelolaan yang lebih baik untuk konservasi *R. typus* di TNTC.

Kata penting: luka; panjang total; Papua, *R. typus*, TNTC

Abstract

This study aims to determine the total length and scar condition of the body of whale sharks (*Rhincodon typus*) in Cenderawasih Bay National Park (TNTC), Papua-Indonesia. Photo-identification was used to identify individuals of the whale shark *R. typus* based on spot patterns behind the last gill slit of each individual. Photo-identification was also used to determine the scar of the whale shark. The total length of whale sharks were estimated based on the length of a snorkeller (assumed to be 1.6 m) swimming alongside the whale shark. We identified 21 individuals of *R. typus*. Of these 21 individuals, 14 were new sightings and seven were re-sightings that have been recorded in the previous photo collection database. *R. typus* ranged in size from 2 to 5 m total length (average 3.78 m, ± 0.86 , $N = 21$). Based on their size, all individuals of whale shark were categorized as juvenile. 52% of *R. typus* identified had scars and 38% were not and 10% were unknown. The majority of whale sharks had amputation (12 individuals) and abrasion (7 individuals) scars. Scars occurred most often on the caudal fin and dorsal fin, five and four individuals respectively. This information is useful for understanding potential threats and designing better management programmes for *R. typus* conservation in TNTC.

Keywords: Papua, *R. typus*, scar, TNTC, total length

✉ Penulis korespondensi

Alamat surel: h.toha@unipa.ac.id

Pendahuluan

Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC) merupakan kawasan seluas 1.453.500 ha untuk pelestarian alam di Teluk Cenderawasih, Papua (Sadili *et al.* 2015) dan salah satu kawasan prioritas konservasi utama di Indonesia dan Papua secara khusus (Huffard *et al.* 2012a, 2012b). Taman nasional ini memiliki peran strategis termasuk untuk pengembangan ilmu pengetahuan, wahana pendidikan lingkungan, pengembangan budidaya tumbuhan dan satwa, wahana wisata, sumber plasma nutfah, dan melestarikan ekosistem (Toha *et al.* 2019). Taman nasional memiliki potensi biologi sumber daya pesisir dan laut yang besar, di antaranya karang, moluska, mamalia, jenis ikan, termasuk berbagai spesies endemik. Salah potensi sumber daya hayati yang menarik di TNTC adalah hiu paus (*R. typus*) (Stewart 2011, Suruan *et al.* 2017, Tania 2015, Toha *et al.* 2016, Toha *et al.* 2020). Taman nasional ini adalah salah satu *hotspot* penampakan hiu paus sepanjang tahun di Indonesia (Suruan *et al.* 2017, Tania 2015, Toha *et al.* 2020, Toha *et al.* 2016, Stewart 2011).

Hiu paus adalah salah satu spesies kharismatik (Cisneros-Montemayor *et al.* 2013) yang dapat berperan penting dalam struktur dan dinamika ekosistem pantai dan estuari dalam kapasitasnya sebagai planktivora dan ikan terbesar di dunia (CITES

2002). Hiu paus juga memiliki nilai ekonomi (Cisneros-Montemayor *et al.* 2013, Gallagher & Hammerschlag 2011) dengan menjadi spesies utama dalam industri pariwisata bahari (Craven 2012, Ziegler *et al.* 2012). Industri wisata hiu paus terdapat pada banyak lokasi di dunia (Penketh *et al.* 2021), juga di berbagai wilayah perairan Indonesia (Djunaidi *et al.* 2020) termasuk di TNTC (Balai Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih 2012, Balai Besar TNTC 2013) dan telah memberikan pendapatan yang besar bagi masyarakat lokal (Quiros 2007, Rowat & Engelhardt 2007). Potensi ini memberikan dampak kerentanan terhadap hiu paus termasuk penurunan populasi (Prihadi *et al.* 2017).

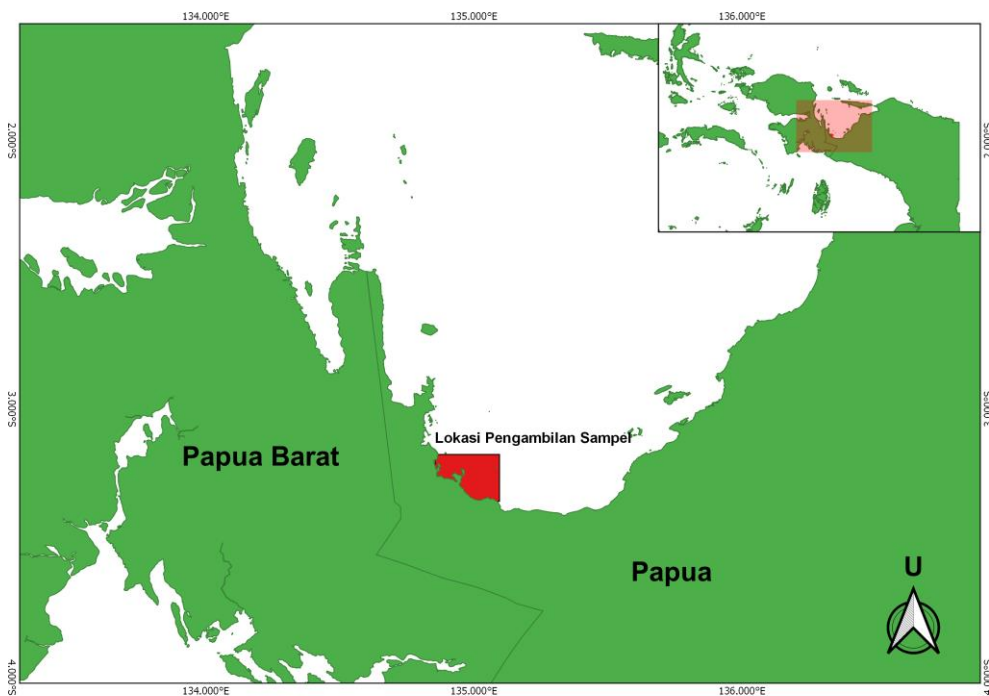
Spesies ini masuk dalam daftar Appendix II *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES) atau perdagangannya harus berdasarkan asas pemanfaatan berkelanjutan dan tidak akan mengancam kelestarian hiu paus di alam liar (CITES 2002). Hiu paus juga telah masuk dalam daftar Merah untuk spesies terancam *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) dengan status genting (*endangered*) yang artinya statusnya di alam akan menghadapi resiko kepunahan di masa yang akan datang bila tidak terdapat pengelolaan yang tepat (Pierce & Norman 2016). Hiu paus dilindungi secara teknis, namun menurut Li *et al.* (2012) penang-

kapannya tidak diawasi dan penegakannya masih belum optimal sehingga hiu paus tetap rentan mengalami kepunahan. Karena itu, negara kita telah menetapkan hiu paus sebagai jenis ikan yang dilindungi berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18/MEN-KP/2013 (KKP 2013).

Kepadatan hiu paus dan perahu wisata yang tinggi (baik yang bermotor maupun yang tidak bermotor) membuat hiu paus semakin berisiko terkena kontak dan berpotensi cedera (Penketh *et al.* 2021). Luka adalah salah satu potensi ancaman tersebut. Luka atau bekas luka dapat menjadi tanda-tanda suatu kejadian pemangsaan dan hantaman perahu (Penketh *et al.* 2021). Data luka penting untuk mengetahui status dan kondisi hewan laut (lihat Penketh *et al.* 2021), termasuk hiu paus. Banyak *R. typus* memiliki bekas luka di tubuh dan sirip (Meekan *et al.* 2006, Penketh *et al.* 2021, Tania 2015). Jenis luka sering berbeda dan dapat disebabkan oleh hantaman perahu atau oleh gigitan predator (Lester *et al.* 2020, Speed *et al.* 2008) atau praktik tandai-tangkap kembali non-invasif untuk monitoring (Penketh *et al.* 2021). Sementara itu, pengetahuan ukuran tubuh sangat penting karena merupakan penentu signifikan dari peran biologis organisme; dan ukuran adalah parameter kunci yang mendasari banyak persamaan alometrik yang memprediksi berbagai parameter fisiologis, anatomis, ekologis dan riwayat hidup (Calder 1984, Peters 1983). Data morfologi juga penting untuk menentukan

strategi mencari makan dan tidak mencari makan hiu paus (Nelson & Eckert 2007). Menurut Taheri (2020), fitur morfologi unik dikembangkan oleh spesies laut dengan konsekuensi hidrodinamik untuk mengatasi kebutuhan hidup selama jutaan tahun. Fitur morfologi ini menyeragamkan kandungan energi dari struktur vertikal yang berasal dari batang ekor melalui penekanan puncak energinya.

Dalam rangka menjaga kelestariannya, upaya pemantauan, pendidikan dan penelitian hiu paus dilakukan di TNTC, di antaranya adalah pelatihan dan lokakarya (Stewart 2011), pemantauan (Tania 2014a, 2014b, 2015, Tania *et al.* 2016) dan beberapa penelitian. Penelitian hiu paus di Teluk Cenderawasih dan TNTC terkait beberapa aspek, seperti genetik (Toha *et al.* 2015, 2020), komposisi jenis kelamin dan perilaku penampakan (Himawan *et al.* 2015), pola pergerakan (Meyers *et al.* 2020) dan berbagai aspek lain (lihat Toha *et al.* 2019). Sementara penelitian terkait ukuran dan luka hiu paus tergolong masih jarang dilakukan (Himawan *et al.* 2015). Penelitian ini bertujuan memantau kembali luka hiu paus dan menentukan karakteristik ukuran dan identitas setiap individu hiu paus di TNTC. Penelitian ini penting sebagai upaya mengatur tingkat paparan hiu paus terhadap interaksi yang ditimbulkan dari adanya kegiatan wisata hiu paus TNTC. Penelitian ini juga penting sebagai informasi tambahan untuk merancang strategi pengelolaan dan konservasi hiu paus di TNTC atau di Teluk Cenderawasih.



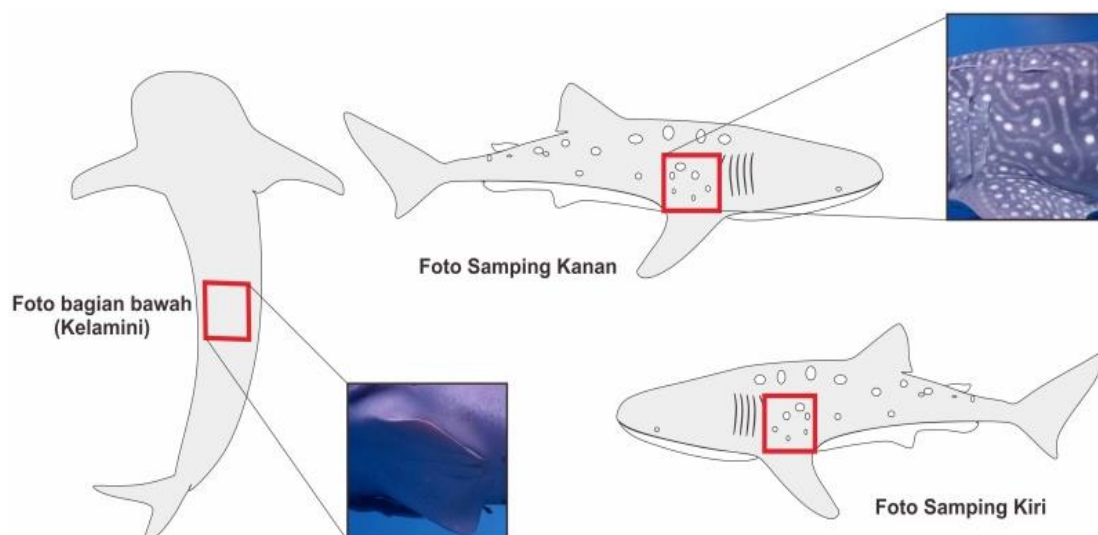
Gambar 1 Peta lokasi penelitian. Penelitian di Teluk Cenderawasih (*insert* kotak merah transparan) dan lokasi pengambilan sampel di TNTC atau tepatnya di Perairan Kampung Sowa Akudiomi, Kwatisore (kotak merah).

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2019 di Perairan Kampung Sowa, Akudiomi (Kwatisore), Napan Yaur Kabupaten Nabire, Provinsi Papua. Kwatisore adalah lokasi utama usaha bagan yang menjadi salah satu *hotspot* penampakan hiu paus sepanjang tahun di TNTC (Suruan *et al.* 2017, Tania 2015). Lokasi ini merupakan bagian area yang masuk dalam TNTC (Gambar 1). Pemantauan dan pengamatan hiu paus dilakukan pada pagi hari (07.00 WIT) hingga siang menjelang sore hari (15.00 WIT). Penyelaman dan pengambilan foto hiu paus dilakukan untuk menentukan identitas dan keberadaan (bekas) luka pada tubuh hiu paus.

Identifikasi individu dan ukuran panjang tubuh

Metode identifikasi individu hiu paus menggunakan *Photographic Identification (Photo-ID)* dengan perangkat lunak *Interactive Individual Identification System (I3S)* (Pierce 2007). Identitas hiu paus di TNTC mengikuti pemberian identitas yang telah dilakukan sebelumnya (Stewart 2014, Tania 2015). Identifikasi dilakukan dengan membandingkan pola totol-totol putih pada bagian kiri dan kanan insang kelima hingga pangkal sirip dada hiu paus. Estimasi ukuran panjang total tubuh setiap individu hiu paus dilakukan dengan cara membandingkan ukurannya dengan ukuran tubuh manusia yang berenang bersama. Jenis kelamin setiap hiu ditentukan



Gambar 2 Skema Pengambilan foto untuk Photo ID hiu paus (foto dan gambar asli)

berdasarkan ada atau tidaknya klasper. Morfologi klasper adalah cara yang andal dan non-invasif untuk menilai kematangan seksual pada hiu jantan (Joung & Chen 1995).

Identifikasi luka

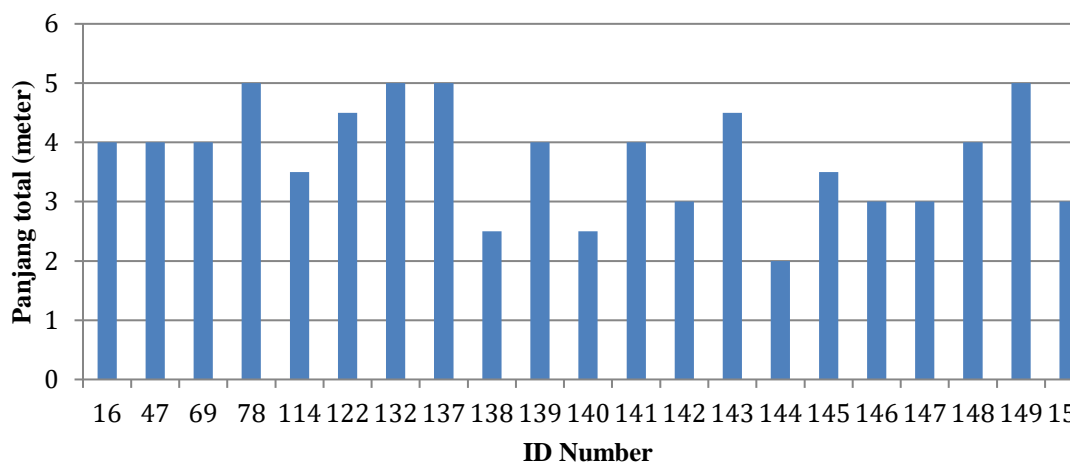
Identifikasi luka dilakukan dengan mengambil foto pada setiap luka yang terdapat pada seluruh tubuh hiu paus. Pengambilan foto sejajar dengan sirip hiu dan setiap foto yang dikumpulkan dianalisis lebih lanjut. Foto dikelompokkan berdasarkan individu, letak dan jenis luka, kemudian dideskripsikan kerentanan luka tersebut bagi kehidupan hiu paus. Kategori jenis luka hiu paus adalah lecet, tercabik, amputasi, trauma tumpul, gigitan, goresan, potongan, dan lain-lain (Speed *et al.* 2008). Karakteristik tersebut difoto menggunakan kamera bawah air pada jarak kurang lebih tiga meter.

Analisis data

Identifikasi individu hiu paus dianalisis melalui ciri pembeda dari setiap individu hiu paus yaitu pola total-total putih di sekitar tubuh hiu paus (Arzoumanian *et al.* 2005, Speed *et al.* 2008) menggunakan perangkat lunak *Interactive Individual Identification System (I3S)* (Pierce 2007). Panjang tubuh hiu paus yang terdata dianalisis secara deskriptif dengan analisis variasi dan distribusi ukurannya. Setiap luka yang difoto akan dikategorikan berdasarkan letak luka dan dianalisis secara sederhana dengan tabulasi. Jenis luka dikelompokkan dalam tujuh kategori (Speed *et al.* 2008). Sementara faktor untuk melihat kondisi kerentanan luka terhadap kehidupan hiu paus didasarkan pada dua kategori yaitu major dan minor (Speed *et al.* 2008).

Tabel 1 Identitas individu hiu paus yang baru di TNTC

No.	ID	No.	ID
1.	ID137	8.	ID144
2.	ID138	9.	ID145
3.	ID139	10.	ID146
4.	ID140	11.	ID147
5.	ID141	12.	ID148
6.	ID142	13.	ID149
7.	ID143	14.	ID150



Gambar 3 Panjang total individu hiu paus di TNTC

Hasil

Identitas dan ukuran tubuh individu

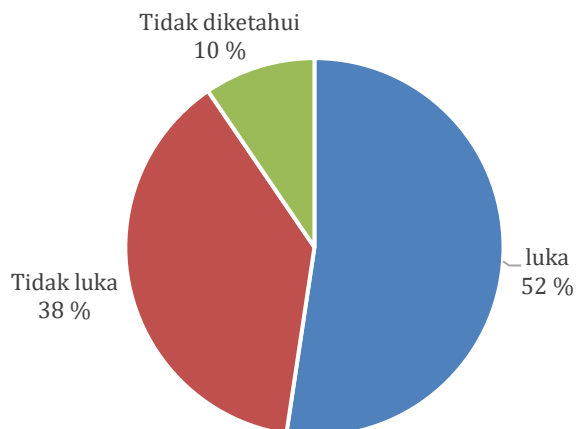
Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 21 individu hiu paus yang terdiri atas 14 individu baru dan tujuh individu lama. Identitas individu hiu paus yang baru ditemukan disajikan pada Tabel 1, sedangkan Tabel 2 menunjukkan identitas individu hiu paus yang pernah ditemukan sebelumnya di TNTC.

Panjang tubuh total hiu paus berkisar antara 2 sampai 5 meter dengan rata-rata 3,78 meter ($\pm 0,86$) (Gambar 3). Panjang total hiu

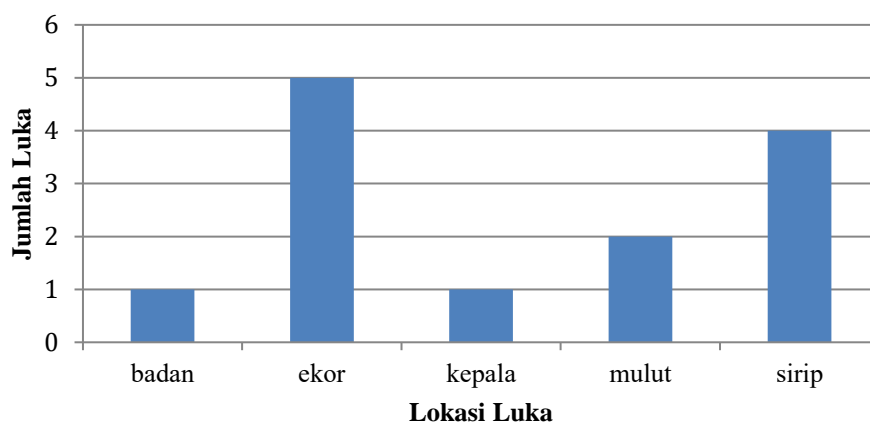
paus terbesar (5 meter) berasal dari individu dengan ID sebagai berikut: ID78, ID132 (individu lama), serta ID137 dan ID149 (individu baru), sedangkan panjang tubuh hiu paus terkecil (2 meter) berasal dari individu ID144 (individu baru). Seluruh hiu paus berkelamin jantan.

Keberadaan luka

Jumlah hiu paus yang memiliki luka disajikan pada Gambar 4. Umumnya hiu paus yang berada di TNTC memiliki luka.



Gambar 4 Persentase jumlah hiu paus yang memiliki luka di TNTC



Gambar 5 Lokasi luka pada bagian tubuh hiu paus di TNTC

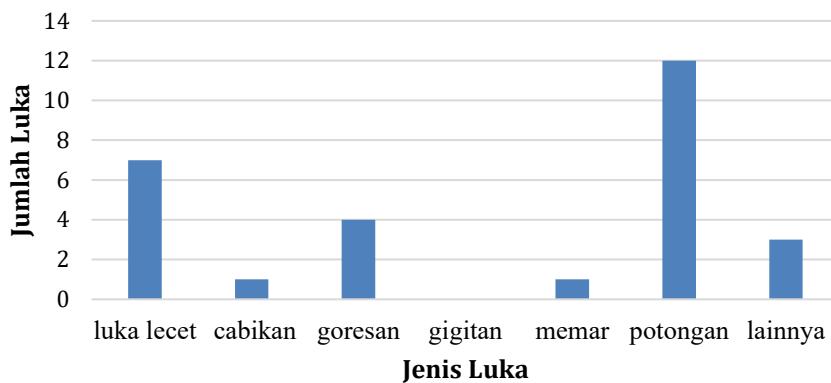
Penelitian ini menemukan 11 individu (52%) memiliki luka, delapan individu (38%) tidak memiliki luka dan dua individu (10%) tidak diketahui. Individu-individu yang masuk dalam kategori "tidak diketahui" merupakan hiu paus yang lama waktu berenang di permukaan relatif sebentar dan kembali ke perairan yang lebih dalam.

Letak luka pada bagian tubuh hiu paus di TNTC umumnya berada pada ekor (lima individu), disusul pada bagian sirip (empat

individu), mulut sebanyak dua individu dan sisanya pada bagian badan dan kepala (masing-masing satu individu) (Gambar 5).

Berdasarkan foto-foto pustaka, hiu paus TNTC memiliki tujuh kategori luka yaitu lecet, tercabik, amputasi, trauma tumpul, gigitan, goresan, potongan, dan lain-lain (Gambar 6).

Potongan merupakan jenis luka yang banyak ditemui pada hiu paus di TNTC yaitu



Gambar 6 Jenis luka pada hiu paus di TNTC

Tabel 2 Identitas individu hiu paus yang ditemukan kembali di TNTC

ID	Tahun temuan	Sumber
ID078	2014, 2015	Tania (2014a), Tania (2015)
ID122	2015, 2018	Tania (2015), Bawole <i>et al.</i> (2018)
ID069	< 2013, 2018	Stewart (2014), Bawole <i>et al.</i> (2018)
ID047	< 2013, 2014, 2015	Stewart (2014), Tania (2015)
ID132	> 2015, 2018	Stewart (2014), Bawole <i>et al.</i> (2018)
ID016	< 2013, 2015	Stewart (2014), Tania (2015)
ID144	> 2015, 2018	Stewart (2014), Bawole <i>et al.</i> (2018)

sebanyak 12 individu. Selain luka potong, luka lecet juga banyak dialami hiu paus (tujuh individu). Luka potong kebanyakan berada pada bagian sirip punggung, dada dan ekor, di mana dari bentuk potongan tersebut beberapa di antaranya diduga disebabkan oleh terjerat jaring atau tali pancing nelayan dan terpotong benda lainnya.

Pembahasan

Identitas dan ukuran tubuh individu

Identifikasi menggunakan foto ID telah dilakukan pada taksa laut lain oleh para peneliti (sebagai contoh lihat McCoy *et al.* 2018). Identifikasi serupa dilakukan di

perairan lain termasuk Gorontalo, dan Philipina, termasuk di Teluk Cenderawasih (Handoko *et al.* 2017, Meekan *et al.* 2006, Speeds *et al.* 2008, Stewart 2014, Tania 2015). Hiu paus memiliki pola warna “papan catur” yang unik berupa bintik-bintik terang dan garis-garis pada latar belakang gelap. Penandaan khas pada spesies epipelagis seperti hiu paus dapat dikaitkan dengan aktivitas sosial seperti tampilan postural dan proses pengenalan (Compagno *et al.* 2005). Menurut Rowat *et al.* (2009) dan Speed *et al.* (2007) pola totol putih *R. typus*, yang unik untuk setiap individu, dapat berfungsi sebagai tag alami yang efektif untuk identifikasi

individu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa identifikasi foto (*photo-identification*) (Arzoumanian *et al.* 2005, Speed *et al.* 2008) dapat digunakan untuk mengenali individu hiu paus di Teluk Cenderawasih.

Selama pemantauan hiu paus di Teluk Cenderawasih tercatat 126 penampakan pada periode Februari 2010 hingga April 2015 (Tania 2015) dan 150 penampakan pada 2018 (Bawole *et al.* 2018). Tujuh individu pada penelitian ini pernah terdata sebelumnya yaitu ID078, ID122, ID069, ID047, ID132, ID016 dan ID114. Menurut Stewart (2014) hiu paus dapat migrasi meninggalkan dan kembali lagi ke TNTC. Pola ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Tania 2015, Toha *et al.* 2016) yang menunjukkan keterkaitan hiu paus pada lokasi (*site fidelity*) dengan selalu kembali ke TNTC. Pola pergerakan hiu paus ini juga sesuai dengan pengungkapan melalui penandaan satelit jangka panjang yang dilakukan oleh Meyers *et al.* (2020). Menurut Meyers *et al.* (2020) periode tinggal hiu paus di Teluk Cenderawasih bervariasi dengan pola pergerakan horizontal individu yang mungkin sebagian besar akibat respons terhadap faktor abiotik dan biotik yang berbeda, termasuk kesediaan makanan.

Berdasarkan ukuran, umumnya hiu paus TNTC tergolong masih remaja, sesuai pernyataan Norman & Stevens (2007) bahwa *R. typus* tidak dewasa sampai mereka mencapai panjang total 8 m, meskipun ada yang dewasa dengan ukuran panjang total lebih rendah (lihat Ramírez-Macías *et al.* 2012). Menurut McClain *et al.* (2015) saat dewasa

hiu paus dapat mencapai ukuran panjang hingga 18 meter. Ukuran kecil dan ketiadaan hiu paus betina secara umum menunjukkan bahwa TNTC mungkin penting untuk mencari makan daripada berkembang biak (Toha *et al.* 2019).

Panjang total hiu paus pada penelitian ini tidak jauh berbeda dari hasil pemantauan rutin hiu paus di TNTC antara 2010 hingga 2015, yaitu berkisar antara 2 hingga 8 meter (Tania 2015). Hiu paus di Teluk Cenderawasih memiliki ukuran rata-rata $4,4 \pm 1,25$ m (Tania 2015, Bawole *et al.* 2018, Toha *et al.* 2019). Hiu paus yang belum dewasa dan kebanyakan jantan sering ditemukan di Teluk Cenderawasih (Tania *et al.* 2013, Tania 2014a, Tania 2014b, Bawole *et al.* 2018, Toha *et al.* 2015, 2016, 2018, 2019, 2020). Sementara itu kisaran panjang tubuh hiu paus di Cebu, Philipina, rata-rata sebesar 5,5 meter (Araujo *et al.* 2014). Hiu paus di Afrika Selatan yang terdata juga memiliki kisaran 4 sampai 7 meter (Cliff *et al.* 2007) yang tergolong dalam kategori hiu paus usia remaja (Norman & Stevens 2007, Ramírez-Macías *et al.* 2012). Perbedaan panjang rata-rata hiu paus antar lokasi dapat disebabkan oleh perubahan dalam kelimpahan kelas ukuran di kedua ujung distribusi (yaitu, keuntungan atau kerugian individu terbesar dan perubahan perekrutan ke agregasi yang mengakibatkan peningkatan atau penurunan jumlah hiu paus yang lebih kecil) (Sequeira *et al.* 2016).

Keberadaan luka

Menurut Meekan *et al.* (2006) kebanyakan *R. typus* memiliki bekas luka di tubuh dan sirip mereka. Bekas luka ini sering berbeda dan tampaknya disebabkan oleh benturan perahu (deretan bekas luka paralel di sepanjang permukaan punggung akibat benturan baling-baling kapal atau perahu) atau oleh gigitan (bagian setengah lingkaran dihilangkan dari sirip) oleh predator (Lester *et al.* 2020, Speed *et al.* 2008).

Persentase luka hiu paus ini lebih rendah dibandingkan temuan luka hiu paus di Philipina yaitu mencapai 97% (Penketh *et al.* (2021), dan Seychelles sebesar 67% (Speed *et al.*, 2008), namun lebih tinggi dibandingkan dengan luka pada hiu paus di Australia bagian barat, hanya 38,8% (Lester *et al.*, 2020). Hasil penelitian ini serupa dengan pemantauan luka hiu paus di TNTC sebelumnya (Tania 2015).

Hiu paus memiliki tingkat luka jauh lebih tinggi pada lokasi penyediaan (seperti bagan) dibandingkan dengan yang jarang ke lokasi penyediaan, menunjukkan hubungan sebab-akibat langsung antara interaksi penyediaan dan tingkat luka pada hiu paus. Selain itu, individu yang lama berada di lokasi penyediaan juga cenderung tidak menghindari kontak dengan perahu atau perenang snorkel (Schleimer *et al.*, 2015). Lebih lanjut disebutkan bahwa hiu paus sering mengikuti perahu pengumpan (misalnya bagan atau perahu turis) pada jarak 2 meter dalam jumlah mencapai 76,5% (n = 119 individu) selama kurun waktu 20 menit. Hal ini meningkatkan

prevalensi kontak dengan hiu paus dan berisiko terjadinya luka.

Banyaknya luka pada ekor dan sirip hiu paus diduga akibat tingginya tingkat fleksibilitas pergerakan pada bagian tubuh tersebut dan bagian tubuh terluar yang akan langsung bersentuhan bila terjadi kontak dengan sesuatu. Hal tersebut terlihat ketika hiu paus melakukan manuver memutar ataupun berenang ke bawah maka bagian sirip ekor dan sirip punggung yang paling berperan. Hasil penelitian ini mirip penelitian sebelumnya, di mana luka pada sirip punggung menempati urutan kedua bagian yang dominan ditemui pada hiu paus di TNTC (Tania 2015). Temuan luka yang dominan pada bagian sirip ekor dan sirip punggung juga mirip dengan lokasi luka hiu paus di Philipina (Penketh *et al.* 2021).

Luka pada sirip ekor di antaranya disebabkan oleh lilitan jaring atau tali pancing nelayan. Hal ini tampak dari pola luka berupa goresan pada dua sisi ekor. Luka pada sirip punggung kebanyakan disebabkan oleh benturan maupun gesekan benda-benda keras seperti perahu atau bagan milik nelayan. Luka pada sirip punggung juga disebabkan pemasangan *satelite tag* atau penanda satelit untuk memantau migrasi hiu paus di TNTC. Hasil ini berbeda dengan penelitian Tania (2015) yang menemukan luka dominan pada mulut dan bagian ekor hanya menempati urutan keempat dari keseluruhan individu yang terluka. Temuan luka pada bagian mulut juga ditemukan pada hiu paus di Philipina (Penketh *et al.* 2021).

Luka potong juga ditemukan pada hiu paus di Philipina (Penketh *et al.*, 2021). Luka lecet diasumsikan disebabkan gesekan dengan benda keras yang berada di atas hiu paus. Hal ini dikarenakan akibat letaknya kebanyakan pada bagian mulut dan sirip punggung. Luka gigitan tidak ditemukan sama sekali pada seluruh individu yang diamati. Hal ini mengartikan bahwa ancaman pesaing ataupun predator hiu paus belum atau tidak dijumpai di TNTC. Hasil ini berbeda dengan temuan Speed *et al.* (2008) dimana gigitan predator adalah sumber luka yang paling sering ditemukan (44%) dan 27% individu memiliki bekas luka yang konsisten dengan serangan predator terjadi di Ningaloo Reef.

Secara keseluruhan luka hiu paus di TNTC masih tergolong belum membahayakan (Tania *et al.* 2016). Speed *et al.* (2008) mengelompokkan luka mayor yang berpotensi mengancam nyawa hiu paus apabila terjadi amputasi lengkap atau hampir lengkap pada sirip punggung pertama, dada atau kuduk, goresan menembus lapisan subdermal, trauma tumpul di sekitar kepala atau insang dan gigitan hiu besar (> 300 mm). Luka pada hiu paus di TNTC tergolong luka minor dan tidak membahayakan karena lecet, amputasi parsial, goresan dan 'lainnya'. Hasil ini memberi informasi bahwa aktivitas manusia khususnya pada bagan nelayan atau perahu yang lewat ataupun sandar di bagan telah menyumbang luka pada individu hiu paus namun tidak membahayakan hiu paus. Hasil ini sejalan dengan penelitian Penketh *et*

al. (2021) bahwa tidak menemukan hubungan antara keberadaan bekas luka dan kemungkinan bertahan hidup. Hasil ini juga dikuatkan oleh Lester *et al.* (2020) dan Speed *et al.* (2008), menyimpulkan bahwa tidak ada efek yang signifikan pada kematian hiu paus. Meskipun demikian, sejauh mana dampak tidak mematikan pada kebugaran individu hiu paus, masih belum diketahui (Penketh *et al.* 2021) dan efek kematian terkait serangan kapal perlu diukur untuk membantu pengelolaan spesies hiu paus di masa mendatang.

Simpulan

Hiu paus di TNTC memiliki ukuran berkisar 2 sampai 5 meter dengan rata-rata 3,78 meter ($\pm 0,86$). Sebagian besar hiu paus memiliki luka dan dominan terletak pada bagian (sirip) ekor disusul pada bagian sirip punggung. Jenis luka yang teridentifikasi adalah luka potongan pada 12 individu dan luka lecet sebanyak tujuh individu. Luka hiu paus di TNTC masih tergolong kategori minor yang masih belum berbahaya. Adanya upaya untuk menjaga jarak antara perahu (bagan) dan hiu paus, kebijakan tanpa kontak selama interaksi, perluasan lokasi penyediaan, dan penerapan zona akses tanpa perahu di sekitar perimeter lokasi penyediaan, merupakan hal-hal yang perlu diterapkan untuk mengurangi potensi terjadinya luka pada hiu paus di TNTC. Hal ini sebagian besar telah dilakukan di TNTC.

Persantunan

Penelitian ini terselenggara atas kerja sama antara Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih (BBTNTC), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-Universitas Papua dan WWF-Indonesia kawasan Teluk Cenderawasih. Terima kasih kepada BBTNTC atas surat izin memasuki kawasan konservasi (SIMAKSI) untuk pengamatan hiu paus. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada WWF-Indonesia yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar pustaka

- Araujo G, Lucey A, Labaja J, So CL, Snow S, Ponzio A. 2014. Population structure and residency patterns of whale sharks, *Rhincodon typus* at a provisioning site in Cebu, Philippines. *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.543>
- Arzoumanian ZJ, Holmberg, Norman B. 2005. An astronomical pattern matching algorithm for computer aided identification of whale shark *Rhincodon typus*. *Journal of Applied Ecology*, 42. 999-1011
- Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. 2012. Laporan tahunan Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih 2012. Kementerian Kehutanan, Direktorat Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. 80 h.
- Balai Besar TNTC. 2013. Statistik Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Manokwari. 108 hal.
- Bawole R, Sala R, Suruan SS, Numberi A, Suhaemi. 2018. Perencanaan spasial whale shark sanctuary. *Laporan Penelitian*. WWF-Indonesia. 60 h.
- Calder WA. 1984. *Size, Function, and Life History*. Dover Publications, Inc. Mineola, New York
- Cisneros-Montemayor AM, Barnes-Mauthe M, Al-Abdulrazzak D, Navarro-Holm E, Sumaila UR. 2013. Global economic value of shark ecotourism: implications for conservation. *Oryx* 47 (3): 381 – 388.
- CITES. 2002. CITES Appendix II nomination of the Whale Shark, *Rhincodon typus*. Proposal 12.35. Santiago, Chile, CITES Resolutions of the conference of the parties in effect after the 12th Meeting.
- Cliff G, Anderson-Reade MD, Aitken AP, Charter GE, Peddemors VM. 2007. Aerial census of whale sharks (*Rhincodon typus*) on the northern KwaZulu-Natal coast, South Africa. *Fisheries Research*, 84 (1): 41–46.
- Compagno L, Dando M, Fowler S. 2005. *A Field Guide to the Sharks of the World*. Haper Collins Publishers Ltd. London.
- Craven S. 2012. *Whale shark of Oslob*. A report on the status of the whale shark watching tourist industry in Tan-awan, Oslob, Cebu. 48 pp.
- Djunaidi A, Jompa J, Nadiarti N, Bahar A, Tilahunga SD, Lilienfeld D, Hani MS. 2020. Analysis of two whale shark watching destinations in Indonesia: status and ecotourism potential. *Biodiversitas* 21(9): 4511-4523.
- Gallagher A, Hammerschlag N. 2011. Global shark currency: the distribution, frequency and economic value of shark ecotourism. *Current Issues in Tourism* 1: 1–16. doi:10.1080/13683500.2011.585227
- Handoko K, Sukmoputro IRA, Himawan MR, Tania C. 2017. Karakteristik populasi hiu paus (*Rhincodon typus*) dan pola perilaku tinggalnya di Pantai Botubarani, Bone, Bolango, Gorontalo. *Coastal and Ocean Journal* 1(2): 169–178.
- Himawan M, Tania C, Noor BA, Wijonarno A, Subhan B, Madduppa H. 2015. Sex and size range composition of whale shark (*Rhincodon typus*) and their Sighting Behaviour In Relation With

- Fishermen Lift-Net Within Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society*, 8(2): 123-133.
- Huffard CL, Erdmann MV, Gunawan TRP (Eds). 2012a. *Geographic Priorities for Marine Biodiversity Conservation in Indonesia*. Ministry of Marine Affairs and Fisheries and Marine Protected Areas Governance Program. Jakarta-Indonesia. 105 pp.
- Huffard CL, Wilson J, Hitipeuw C, Rotinsulu C, Mangubhai S, Erdmann MV, Adnyana W, Barber P, Manuputty J, Mondong M, Purba G, Rhodes K, Toha AHA. 2012b. Ecosystem based management in the Bird's Head Seascape Indonesia: turning science into action. Ecosystem Based Management Program: Conservation International, The Nature Conservancy, and WWF Indonesia. 41 p.
- Joung S-J, Chen C-T. 1995. Reproduction in the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in the waters of northeastern Taiwan. *Copeia* 1995(3): 659–665.
- KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan). 2013. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 18/MEN-KP/2013 tentang penetapan status perlindungan penuh ikan hiu paus (*Rhincodon typus*). 3 pp.
- Lester E, Meekan MG, Barnes P, Raudino H, Rob D, Waples K, Speed CW. 2020. Multi-year patterns in scarring, survival and residency of whale sharks in Ningaloo Marine Park, Western Australia. *Marine Ecology Progress Series* 634: 115-126.
- Li W, Wang Y, Norman B. 2012. A preliminary survey of whale shark *Rhincodon typus* catch and trade in China: an emerging crisis. *Journal of Fish Biology* 80(5): 1608–1618.
- McClain CR, Balk MA, Benfield MC, Branch TA, Chen C, Cosgrove J, Dove ADM, Gaskins L, Helm RR, Hochberg FG, Lee FB, Marshall A, McMurray SE, Schanche C, Stone SN, Thaler AD. 2015. Sizing ocean giants: patterns of intraspecific size variation in marine megafauna. *PeerJ* 3:e715. doi: 10.7717/peerj.715
- McCoy E, Burce R, David D, Aca EQ., Hardy J, Labaja J, Snow SJ, Ponzo A, Araujo G. 2018. Long-term photo-identification reveals the population dynamics and strong site fidelity of adult whale sharks to the coastal waters of Donsol, Philippines. *Frontier in Marine Science* <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00271>
- Meekan MG, Bradshaw CJA, Press M, McLean C, Richards A, Quashnichka S, Taylor JG. 2006. Population size and structure of whale sharks *Rhincodon typus* at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine Ecology Progress Series* 319: 275-285. doi:10.3354/meps319275
- Meyers MM, Francis MP, Erdmann M, Constantine R, Sianipar A. 2020. Movement patterns of whale sharks in Cenderawasih Bay, Indonesia, revealed through long-term satellite tagging. *Pacific Conservation Biology* 26(4): 353-364.
- Nelson JD, Eckert SA. 2007. Foraging ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de Los Angeles, Baja California Norte, Mexico. *Fisheries Research* 84(1): 47–64.
- Norman BM, Stevens JD. 2007. Size and maturity status of the whale shark (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef in Western Australia. *Fisheries Research* 84 (1): 81–86.
- Penketh L, Schleimer A, Labaja J, Snow S, Ponzo A, Araujo G. 2021. Scarring patterns of whale sharks, *Rhincodon typus*, at a provisioning site in the Philippines. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem* 31 (1): 99–111.
- Peters RH. 1983. *The Ecological Implications of Body Size*. Cambridge University Press. Cambridge

- Pierce SJ. 2007. Processing Photographic Identifications of Whale Sharks using the Interactive Individual Identification System (I3S). Manta Ray & Whale Shark Research Centre Tofo Beach, Mozambique
- Pierce SJ, Norman B. 2016. *Rhincodon typus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T19488A2365291. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T19488A2365291.en>. Downloaded on 27 April 2021.
- Prihadi DJ, Nuryana A, Lili W, Ihsan YN, Ihsan EN. 2017. Daya dukung lingkungan dan analisis kesesuaian pada wisata hiu paus (*Rhincodon typus*) di Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Kabupaten Nabire. *Jurnal Akuatika Indonesia* 2 (2): 172-186).
- Quiros A. 2007. Tourist compliance to a code of conduct and the resulting effects on whale shark (*Rhincodon typus*) behavior in Donsol, Philippines. *Fisheries Research* 84 (1): 102–108.
- Ramírez-Macías D, Meekan M, Parra-Venegas RDL, Remolina-Suárez F, Trigo-Mendoza M, Vázquez-Juárez R. 2012. Patterns in composition, abundance and scarring of whale sharks *Rhincodon typus* near Holbox Island, Mexico. *Journal of Fish Biology* 80(5): 1401–16.
- Rowat D, Engelhardt U 2007. Seychelles: a case study of community involvement in the development of whale shark ecotourism and its socio-economic impact. *Fisheries Research* 84 (1): 109 – 113.
- Rowat D, Speed CD, Meekan MG, Gore MA, Bradshaw CJA. 2009. Population abundance and apparent survival of the vulnerable whale shark *Rhincodon typus* in the Seychelles aggregation. *Oryx* 43 (4): 591–598.
- Sadili D, Dharmadi, Fahmi, Sarmintohadi, Ramli I, Tania C, Noor BA, Prabowo, Rasdiana H, Miasto Y, Puspitasari R, Terry N, Monintja M, Annisa S. 2015. *Pedoman umum monitoring hiu paus di Indonesia*. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. Ditjen Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 48 p.
- Schleimer A, Ramp C, Delarue J, Carpentier A, Bérubé M, Palsbøll PJ, Sears R, Hammond PS. 2015. Decline in abundance and apparent survival rates of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the northern Gulf of St. Lawrence. *Ecology and Evolution* 9(7): 4231-4244. <https://doi.org/10.1002/ece3.5055>.
- Sequeira AMM, Thums M, Brooks K, Meekan MG. 2016. Error and bias in size estimates of whale sharks: implications for understanding demography. *Royal Society Open Science* 3: 150668. <https://doi.org/10.1098/rsos.150668>
- Speed CW, Meekan MG, Bradshaw CJA. 2007. Spot the match – wildlife photo-identification using information theory. *Frontiers in Zoology*, 4(2): 1-11.
- Speed CW, Meekan MG, Rowat D, Pierce SJ, Marshall AD, Bradshaw CJA. 2008. Scarring patterns and relative mortality rates of Indian Ocean whale sharks. *Journal of Fish Biology* 72(6): 1488–1503.
- Stewart BS. 2011. Workshop and monitoring training for whale sharks in Cendrawasih Bay National Park, West Papua. 2–7 May 2011, Nabire, Papua. Hubbs-SeaWorld Research Institute Technical Report 2011-375: 1-27.
- Stewart BS. 2014. Whale sharks research ecological research and outreach in Teluk Cenderawasih, National Park West Papua and Papua Indonesia, November 2012 – November 2013. Hubbs Sea Worlds Research Institute Technical Report. 2013. 382 : 1- 18 pp.
- Suruan SS, Kamal MM, Kurnia R, Bawole R. 2017. Effect of lift net on piracy of whale shark (*Rhincodon typus*) in Kwatisore Waters, Cenderawasih Bay National Park (CTNP) Papua Province. *Journal of Marine and Coastal Science* 6 (2): 69-81.

- Taheri A. 2020. Hydrodynamic impacts of prominent longitudinal ridges on the 'whale shark' swimming. *Research in Zoology*, 10(1): 18-30.
- Tania C. 2014a. Pemantauan dan studi hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Laporan pemantauan dan studi tahun 2011-2013, WWF-Indonesia, Wasior
- Tania C. 2014b. Pemantauan dan studi hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Laporan pemantauan tahun 2013-2014. WWF-Indonesia, Wasior
- Tania C. 2015. Pemantauan dan studi hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Laporan pemantauan tahun 2014 – 2015 versi 1.1. Balai Taman Nasional Teluk Cenderawasih dan WWF-Indonesia. 21 h.
- Tania C, Blæsbjerg M, Himawan MR, Noor BA, Suruan SS, Pranata B, Stewart BS. 2016. Characteristics of whale sharks (*Rhincodon typus*) in Teluk Cenderawasih National Park, Indonesia. *QSCIENCE Proceedings*. (May): 5339.
- Tania C, Sumolang K, Wijonarno A. 2013. Pengamatan insidental di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Laporan Pengamatan Wasior.
- Toha AHA, Anwar S, Setiawan JB, Bawole R. (Eds.). 2018. Hiu paus Teluk Cenderawasih. Riset dan monitoring berbasis geografis, biologis, ekologis, industri, dan prospektif hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Manokwari.
- Toha AHA, Ambariyanto, Anwar S, Setiawan JB, Bawole R. 2019. Hiu paus Teluk Cenderawasih. Riset dan Monitoring. Penerbit Brainy Bee, Malang. 282 h.
- Toha AHA, Dailami M, Anwar S, Setiawan JB, Jentewo Y, Lapadi I, Sutanto S, Aryasari R, Ambariyanto, Runtuboi F, Madduppa H. 2020. The genetic relationships and Indo-Pacific connectivity of whale sharks (*Rhincodon typus*) with particular reference to mitochondrial COI gene sequences from Cendrawasih Bay, Papua, Indonesia. *Biodiversitas* 21 (5): 2159-2171
- Toha AHA, Madduppa HH, Tania C, Noor BA, Widodo N, Subhan B. 2015. Hiu paus di Taman Nasional Teluk Cenderawasih. Penerbit WWF Indonesia-Papua Program. 100 p. https://www.researchgate.net/publication/282807273_Hiu_Paus_di_Taman_Nasional_Teluk_Cenderawasih
- Toha AHA, Widodo N, Subhan B, Himawan R, Tania C, Noor BA, Stewart BS, Madduppa HH. 2016. Close genetic relatedness of whale sharks, *Rhincodon typus* in the Indo-Pacific region. *AACL Bioflux* 9 (3): 458-564.
- Ziegler J, Dearden P, Rollins R. 2012. But are tourist satisfied? importance-performance analysis of the whale shark tourism industry on Isla Holbox, Mexico. *Tourism management* 33 (3): 692-701.

