

**STATUS STOK HIU LANJAMAN *Carcharhinus sorrah* (Valenciennes 1839), YANG DIDARATKAN
DI PELABUHAN PERIKANAN SAMUDERA CILACAP
STOCK STATUS OF LANJAMAN SHARK, *Carcharhinus sorrah* (Valenciennes, 1839), LANDED
IN THE CILACAP OCEAN FISHING PORT**

Anis Kholila^{*}, Ita Widowati, dan Diah Permata Wijayanti

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275. Indonesia

Teregisterasi tanggal : 02 Juli 2025; Diterima setelah perbaikan tanggal 19 Januari 2026;

Disetujui terbit tanggal : 03 Februari 2026

ABSTRAK

Hiu Lanjaman (*Carcharhinus sorrah*) merupakan spesies yang rentan terhadap eksploitasi berlebih karena telah dikategorikan sebagai *Near Threatened* dalam Daftar Merah IUCN dan termasuk dalam Apendiks II CITES. Penelitian ini bertujuan menilai status stok *C. sorrah* yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Cilacap berdasarkan data panjang dan tangkapan tahunan. Penggunaan kedua data tersebut dilakukan untuk memperoleh estimasi stok yang lebih akurat. Data panjang digunakan untuk menganalisis panjang pertama tertangkap (L_c), panjang matang gonad (L_m), parameter pertumbuhan, serta mortalitas, sedangkan data tangkapan tahunan digunakan dalam analisis CMSY untuk mengestimasi status stok. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Pengambilan sampel dilakukan secara terarah pada spesies *Carcharhinus sorrah*. Pengukuran panjang tubuh dilakukan pada kondisi utuh menggunakan panjang standar. Sebanyak 42 individu diukur panjang, berat, dan kematangan gonadnya selama tahun 2023. Data tangkapan tahunan (2014–2023) diperoleh dari statistik produksi perikanan PPS Cilacap. Hasil menunjukkan L_c 92,93 cm dan L_m 76,6 cm. Laju pertumbuhan (K) 0,51 tahun⁻¹ dan panjang asimtotik (L_∞) 145,91 cm. Mortalitas total (Z) 1,83 tahun⁻¹, alami (M) 0,73 tahun⁻¹, dan mortalitas akibat penangkapan (F) 1,1 tahun⁻¹. Tingkat eksploitasi (E) 0,60 mengindikasikan eksploitasi berlebih. Rasio biomassa (B/B_{MSY}) tahun 2023 sebesar 0,822 menunjukkan biomassa yang menipis. Diperlukan pengaturan ukuran tangkap, kuota penangkapan, dan pemantauan berkelanjutan untuk menjaga keberlanjutan stok *C. sorrah*.

Kata Kunci: *Carcharhinus sorrah*; CMSY; eksploitasi; pertumbuhan

ABSTRACT

The Lanjaman Shark (*Carcharhinus sorrah*) is vulnerable to overexploitation, as it is listed as *Near Threatened* on the IUCN Red List and included in Appendix II of CITES. This study aims to assess the stock status of *C. sorrah* landed at the Cilacap Oceanic Fishing Port (PPS Cilacap) using standard length data and annual catch data. The use of both data types provides more accurate stock estimation. Length data were used to determine the length at first capture (L_c), length at first maturity (L_m), growth parameters, and mortality rates, while annual catch data were applied in a CMSY-based stock assessment approach. A total of 42 individuals were measured for standard length, weight, and gonad maturity during 2023. Annual catch data (2014–2023) were obtained from the PPS Cilacap fisheries production statistics. Results showed L_c of 92.93 cm and L_m of 76.6 cm. The growth coefficient (K) was 0.51 year⁻¹ with an asymptotic length (L_∞) of 145.91 cm. Total mortality (Z) was 1.83 year⁻¹, natural mortality (M) 0.73 year⁻¹, and fishing mortality (F) 1.1 year⁻¹. The exploitation rate (E) of 0.60 indicates overexploitation. The biomass ratio (B/B_{MSY}) in 2023 was 0.822, suggesting stock depletion. Implementation of size limits, catch quotas, and continuous monitoring is necessary to ensure the sustainability of *C. sorrah* stock.

Keywords: *Carcharhinus sorrah*; CMSY; exploitation; growth

Korespondensi penulis:

e-mail: a.aniskholila@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.18.1.2026.01-12>

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penangkap dan penghasil hiu serta pari terbesar di dunia, menempati peringkat ketiga sebagai eksportir setelah China dan Thailand (Sianturi & Amir, 2023). Aktivitas penangkapan hiu di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data FAO (2023) dan Kementerian Kelautan dan Perikanan (2021), total pendaratan hiu nasional tercatat berkisar 85.000–93.000 ton per tahun dalam periode 2015 hingga 2020, dengan tren relatif stabil tinggi hingga mencapai sekitar 90.000 ton pada tahun 2022. Seiring dengan itu, ekspor hiu dan pari juga menunjukkan tren kenaikan selama 2015–2020, dengan total ekspor hiu mencapai 39.561 ton atau rata-rata 6.593,5 ton per tahun (Raharjo *et al.*, 2024). Penangkapan ini salah satunya menargetkan spesies hiu dari Famili *Carcharhinidae*, baik sebagai tangkapan utama dalam perikanan Rawai Hiu, maupun sebagai tangkapan sampingan pada perikanan tuna (Rizkina *et al.*, 2024; Booth *et al.*, 2018). Salah satu spesies yang dominan tertangkap dan memiliki nilai ekonomi penting adalah *Carcharhinus sorrah*.

C. sorrah tersebar luas di Samudra Hindia dan Samudra Pasifik bagian barat, mulai dari Laut Merah dan pantai timur Afrika hingga wilayah Filipina, serta dari Tiongkok dan Taiwan hingga perairan Australia (Joung *et al.*, 2022). Di Indonesia, spesies ini banyak ditemukan di sepanjang pesisir selatan Pulau Jawa yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia (Tatanagara *et al.*, 2022). *C. sorrah* memiliki ciri morfologis khas berupa ujung sirip berwarna hitam pada sirip punggung kedua, sirip dada, dan bagian bawah sirip ekor (Rizkina *et al.*, 2024). Habitat utamanya berada di perairan dangkal di sekitar terumbu karang dan perairan berlumpur pada kedalaman 80 hingga 140 meter, sebagaimana ditemukan di perairan Australia (Giles *et al.*, 2014). Saat ini, *C. sorrah* dikategorikan sebagai *Near Threatened* dalam Daftar Merah IUCN dan masuk dalam Appendix II CITES, yang menunjukkan bahwa spesies ini menghadapi tekanan penangkapan yang tinggi dan memerlukan pengelolaan berkelanjutan (CITES, 2023).

Sejumlah penelitian mengenai *C. sorrah* telah dilakukan di Indonesia, terutama yang mengenai aspek biologi dan morfometrik. Rizkina *et al.* (2024) mengkaji karakteristik biologi *C. sorrah* yang tertangkap di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Nizam Zachman, sedangkan Lelono *et al.* (2021) menganalisis hubungan panjang-berat *C. sorrah* dan *C. falciformis* di perairan Prigi, Jawa Timur. Meskipun demikian, kajian mengenai status stok dan tingkat eksploitasi *C. sorrah*, khususnya di wilayah selatan Jawa seperti PPS Cilacap, masih sangat terbatas. Padahal wilayah ini merupakan salah satu sentra pendaratan hiu penting di Indonesia (Raharjo *et al.*, 2024). Selain itu, perikanan hiu di Indonesia umumnya dikategorikan sebagai *data-limited fisheries*, yang berarti keterbatasan data biologi dan statistik perikanan menjadi tantangan dalam melakukan evaluasi stok secara akurat.

BAHAN DAN METODE

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pengambilan sampel dilakukan secara target pada spesies *Carcharhinus sorrah*. Data yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa identifikasi morfologi, morfometri, dan penentuan jenis kelamin *C. sorrah* berdasarkan White *et al.* (2006) yang dilakukan pada Oktober 2024 di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Cilacap, Jawa Tengah. Data sekunder meliputi data panjang tangkapan dari 42 individu *C. sorrah* yang didaratkan di PPS Cilacap pada Maret–November 2023, mencakup panjang baku/*standard length* (SL) (cm), jumlah individu (individu), dan tingkat kematangan seksual jantan sesuai pedoman pencatatan perikanan hiu dan pari (Nugraha *et al.*, 2020). Selain itu, data *time series* tangkapan tahunan *C. sorrah* selama tahun 2014–2023 diperoleh dari laporan statistik PPS Cilacap untuk menganalisis biomassa dan status stok.

Analisis Data

Analisis data primer *C. sorrah* dilakukan dengan cara validasi jenis morfologi, morfometri, dan penentuan jenis kelamin (Bhagawati *et al.*, 2017). Kemudian analisis data sekunder tahun 2023 diawali dengan menganalisa sebaran distribusi panjang *C. sorrah*.

Distribusi Panjang

Data panjang *C. sorrah* diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas untuk analisis deskriptif. Jumlah dan interval kelas ditentukan berdasarkan rumus distribusi frekuensi menurut Walpole (1995), sebagai berikut:

1. Penentuan range atau jangkauan
Range = nilai terbesar – nilai terkecil (1)
2. Penentuan jumlah kelas
Jumlah Kelas (K) = $1+3,3 \text{ Log } n$ (2)
n = jumlah data
3. Penentuan panjang kelas atau interval
Interval (i) = range/jumlah kelas(3)

Ukuran Pertama Kali Tertangkap (Lc)

Rata-rata ukuran pertama kali tertangkap (Lc) dihitung menggunakan metode Sparre & Venema (1999) sebagai berikut:

$$SL = \frac{1}{a + \exp(a - bL)} \dots\dots\dots 4$$

Keterangan:

SL = Selektivitas alat tangkap pada panjang L

a = Intercept

B = Slope

Nilai Lc diperoleh dari titik perpotongan antara kurva dengan 50% frekuensi kumulatif, yang dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Lc = \frac{-a}{b} \dots\dots\dots(5)$$

Ukuran Pertama Kali Matang Gonad (Lm)

Penentuan rata-rata ukuran pertama kali matang gonad pertama (Lm) dalam penelitian ini dilakukan hanya pada individu jantan yang diketahui berdasarkan tingkat kematangan klasper dan dianalisis menggunakan metode Sparre & Venema (1998) sebagai berikut:

$$P(L) = \frac{1}{a + \exp(a - bL)} \dots\dots\dots (6)$$

$$L = L_m = a/b \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- P_(L) = Proporsi individu yang telah matang pada panjang L
- a dan b = Parameter regresi logistik yang diturunkan dari data biologis
- L = Panjang ikan

Analisis Tingkat Eksploitasi Berdasarkan Data Panjang Laju Pertumbuhan

Persamaan pertumbuhan dihitung dengan metode non-parametrik ELEFAN I dalam FISAT II, menggunakan data interval panjang dalam format lfq. Nilai t* diperoleh dari persamaan Pauly (1984) yaitu:

$$\text{Log}(-t_0) = -0,3952 - 0,2752 \text{ Log } L_\infty - 1,038 \text{ Log } K \dots\dots (8)$$

Keterangan:

- L'' = Panjang infiniti (cm)
- K = Koefisien pertumbuhan Von Bertalanffy
- t₀ = Umur teoritis ikan pada panjang 0

Laju pertumbuhan diduga dengan persamaan Von Bertalanffy, Beverton & Holt (1956) dengan rumus sebagai berikut:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

- L_t = Panjang ikan pada umur t (cm)
- L_∞ = Panjang infiniti (cm)
- e = Bilangan natural (Neperian)

Analisis Laju Mortalitas Dan Laju Eksploitasi

Nilai Z (mortalitas total) dihitung menggunakan metode kurva tangkapan yang dikonversi ke panjang dalam FISAT II. Perhitungannya didasarkan pada persamaan Pauly (1983):

$$Z = K [(L_\infty - \hat{L}) / (\hat{L} - \hat{L}')] \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

- Z = mortalitas total
- K = indeks kurva pertumbuhan von Bertalanffy
- L_∞ = panjang infiniti
- Ĥ = rata-rata panjang ikan dalam kelompok umur tertentu
- Ĥ' = panjang ikan terkecil dalam sampel

M (mortalitas alami) dihitung berdasarkan rumus empiris Pauly (1984) dengan memasukkan parameter K per tahun, L'' (cm), dan T (rata-rata suhu permukaan air tahunan dalam derajat Celcius). Rumus empiris Pauly adalah sebagai berikut:

$$\text{Log } M = -0,0066 - 0,279 \text{ Log } L_\infty + 0,6543 \text{ Log } K + 0,4634 \text{ Log } T \dots (11)$$

Keterangan:

- M = Koefisien mortalitas alami
- L_∞ = Panjang infiniti (cm)
- K = Koefisien pertumbuhan Von Bertalanffy
- T = Suhu rata-rata perairan Samudra Hindia diasumsikan 28°C

Suhu perairan sebesar 28°C digunakan dalam perhitungan mortalitas alami (M) berdasarkan rumus Pauly, yang merepresentasikan suhu permukaan laut rata-rata perairan tropis Samudera Hindia. Penggunaan nilai ini dianggap representatif karena variasi suhu regional relatif sempit dan pengaruhnya terhadap estimasi M bersifat moderat.

Mortalitas penangkapan (F) dapat dihitung dengan mengurangkan mortalitas total (Z) terhadap mortalitas alami (M), dengan rumus di bawah ini:

$$Z = F + M, \text{ menjadi: } F = Z - M \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

- Z = Koefisien mortalitas total
- F = Koefisien mortalitas penangkapan
- M = Koefisien mortalitas alami

Berdasarkan nilai dugaan laju mortalitas akibat penangkapan (F) dibagi dengan laju mortalitas total (Z), maka laju eksploitasi (E) dapat diduga dengan rumus berikut:

$$E = F / Z \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

- E = Laju eksploitasi
- F = Mortalitas penangkapan
- Z = Mortalitas total

Jika nilai E = 0,5 menunjukkan bahwa nilai tersebut optimum (Eopt), hal ini didasarkan pada asumsi bahwa hasil berimbang adalah optimum bila F=M

Analisis CMSY

Analisis tingkat eksploitasi dilakukan dengan metode *Catch-based Maximum Sustainable Yield* (CMSY) oleh Froese et al. (2017) untuk memperkirakan biomassa (B), tingkat eksploitasi, dan MSY. Metode ini mengestimasi biomassa berdasarkan hasil tangkapan (C) dan produktivitas (r dan k). Jika dua variabel diketahui, variabel ketiga dapat dihitung. Pendekatan ini menggunakan model produksi Schaefer (1991) sebagai berikut:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t (1 - B_t/k) - Ct \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

- B_{t+1} = Biomassa pada tahun t + 1
- r = tingkat pertumbuhan intrinsik populasi
- k = carrying capacity (daya dukung) B_t
- C_t = biomassa dan tangkapan pada tahun t

Berdasarkan persamaan diatas, perlu diketahui terlebih dahulu rentang nilai r-k, Adapun tahapan analisis CMSY

adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Rentang Nilai $r - k$

Nilai r dapat ditentukan berdasarkan tingkat resiliensi spesies, yang dapat dilihat pada situs Fishbase, dimana nilai resiliensi jenis *C. sorrah* yaitu “rendah” sehingga nilai r berkisar 0,05 – 0,5 (Tabel 1).

Tabel 1. Rentang Nilai Parameter r

Table 1. Range of Parameter r Values

Rentang Nilai r	Resilien
0,6 – 1,5	Tinggi
0,2 – 0,8	Medium
0,05 – 0,5	Rendah
0,015 – 0,1	Sangat Rendah

Selanjutnya nilai k bisa dicari dengan persamaan dibawah ini (Froese *et al.*, 2017):

$$k_{low} = \max(C)/r_{high}, k_{high} = 4\max(C)/r_{low} \dots\dots\dots (15)$$

$$k_{low} = 2\max(C)/r_{high}, k_{high} = 12\max(C)/r_{low} \dots\dots\dots (16)$$

Persamaan (2) digunakan jika tren data hasil tangkapan di tahun terakhir menurun, sedangkan persamaan (3) digunakan jika tren data hasil tangkapan di tahun terakhir mengalami kenaikan. Berdasarkan data yang diperoleh, tren penangkapan *C. sorrah* di tahun terakhir mengalami penurunan, sehingga digunakan persamaan (2)

2. Estimasi Penentuan Nilai Pasangan r dan k yang Layak

Pasangan nilai r dan k digunakan untuk memperkirakan biomassa melalui persamaan (1). Selanjutnya, pendekatan Monte Carlo diterapkan untuk menentukan pasangan nilai $r-k$ yang “layak,” yaitu yang menghasilkan estimasi biomassa tidak kurang dari 1% dari nilai k dan tidak melebihi nilai k , serta berada dalam rentang biomassa sesuai dengan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan (Tabel 2).

Tabel 2. Rentang Nilai Biomassa Berdasarkan Kondisi Pemanfaatan Sumberdaya Ikan

Table 2. Range of Biomass Values Based on Fish Resource Utilization Conditions

Pemanfaatan			
Sangat tinggi	Tinggi	Medium	Rendah
0,01 – 0,2	0,01 – 0,4	0,2 – 0,6	0,4 – 0,8

Berdasarkan data kondisi pemanfaatan sumberdaya ikan, diketahui pemanfaatan *C. sorrah* termasuk

“pemanfaatan tinggi”. Nilai prior r dan k dalam analisis CMSY ditentukan berdasarkan karakteristik biologis *C. sorrah* sebagai spesies elasmobranch dengan tingkat eksploitasi tinggi, mengacu pada rekomendasi Froese *et al.* (2017). Oleh karena itu, nilai r dan k yang layak digunakan untuk menentukan nilai referensi status perikanan, yaitu $MSY = r-k/4$, mortalitas penangkapan yang menghasilkan MSY (FMSY) = 0,5 r , dan biomassa yang menghasilkan MSY (BMSY) = 0,5 k . Analisis CMSY ini dilakukan menggunakan software R versi 4.2.2 dengan kode CMSY analisis yang diunduh pada <http://oceanrep.geomar.de/33076/> diakses pada 28 Oktober 2024.

Hasil perhitungan tangkapan lestari total Ikan Hiu *C. sorrah* menggunakan metode CMSY memberikan gambaran jumlah maksimum ikan yang dapat ditangkap tanpa mengancam kelestarian stok. Nilai MSY ini juga menggambarkan potensi tangkapan berkelanjutan untuk spesies tersebut dan dapat dijadikan acuan dalam penentuan status pemanfaatannya.

HASIL DAN BAHASAN

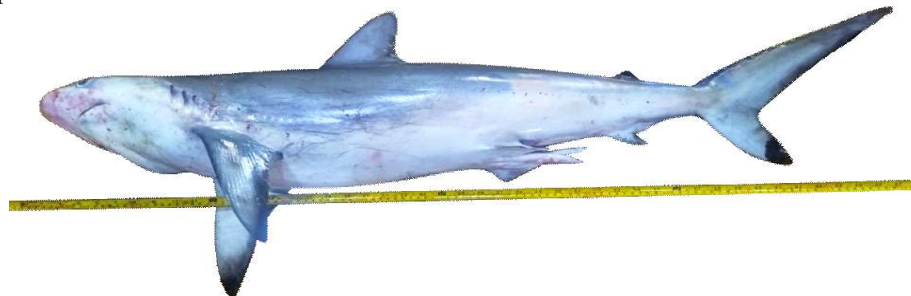
Hasil

Validasi Jenis *Carcharhinus sorrah*

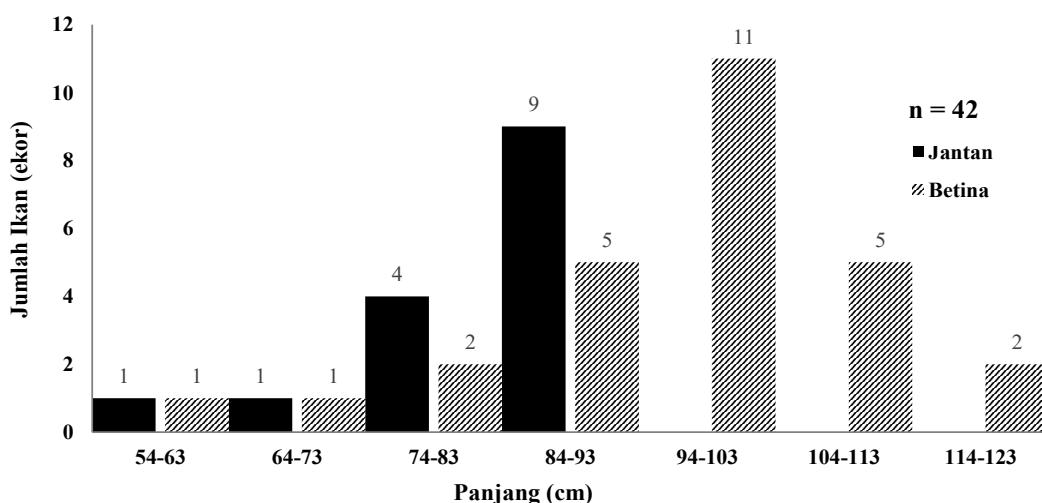
Tangkapan utuh *C. sorrah* (Gambar 1) yang didaratkan selama penelitian memiliki ciri khas ujung hitam pada sirip punggung kedua, sirip dada, dan bagian bawah sirip ekor (Rizkina *et al.*, 2024). Moncongnya panjang dan runcing dengan mata besar, sementara gigi atas segitiga bergerigi dan gigi bawah lebih kecil serta ramping (Tatanagara *et al.*, 2022). Hasil validasi 3 individu jantan *C. sorrah* sudah matang gonad dengan kondisi berisi penuh zat kapur (*full calcification*) serta memiliki ukuran panjang baku/SL berkisar 92–100 cm, panjang cagak/FL 102-109 cm, dan panjang total/TL 125-139 cm.

Distribusi Ukuran *C. sorrah*

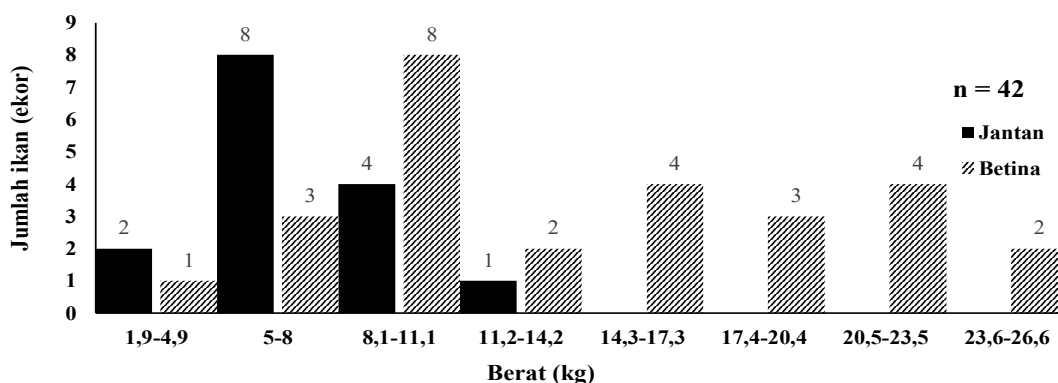
Sebanyak 42 ekor *C. sorrah* tercatat dari data sekunder tahun 2023 yang didaratkan di PPS Cilacap, terdiri dari 15 individu jantan dan 27 betina. Hiu jantan diketahui lebih lincah dan cepat, sehingga cenderung lebih sulit tertangkap dibandingkan betina (Anjayanti *et al.*, 2018). Distribusi panjang baku menunjukkan tujuh kelas interval dengan rentang 54–123 cm SL, dengan dominansi tertinggi pada kelas 84–93 cm SL (Gambar 2). Hasil ini sejalan dengan White *et al.* (2006). yang melaporkan panjang



Gambar 1. Morfologi Tangkapan Utuh *C. sorrah*
Figure 1. Morphology of the Whole Catch of *C. sorrah*



Gambar 2. Distribusi Frekuensi Panjang Baku *C. sorrah*
 Figure 2. Frequency Distribution of Standard Length of *C. sorrah*



Gambar 3. Distribusi Frekuensi Berat *C. sorrah* yang Didaratkan di PPS Cilacap Tahun 2023
 Figure 3. Frequency Distribution of Body Weight of *C. sorrah* Landed at PPS Cilacap in 2023

maksimum *C. sorrah* dapat mencapai 160 cm, ukuran dewasa jantan 103–115 cm, betina 110–118 cm, serta ukuran saat lahir 50–55 cm. Sedangkan distribusi berat ikan menunjukkan kisaran 1,9–26,6 kg (Gambar 3), dengan kelompok terbanyak pada kelas berat 8,1–11,1 kg yang didominasi individu betina. Ukuran tubuh hiu betina umumnya lebih besar dibandingkan jantan karena faktor reproduksi (Rizkina et al., 2024). Pola distribusi ini memberikan gambaran awal mengenai komposisi ukuran panjang dan berat berdasar lokasi penelitian.

Ukuran Pertama Kali Tertangkap (Lc) dan Pertama Kali Matang Gonad (Lm)

Ukuran rata-rata pertama kali tertangkap *C. sorrah* pada penelitian ini sebesar $L_c = 92,93$ cm SL (Gambar 4), ukuran tersebut berada pada interval 94–103 cm SL. Sedangkan ukuran rata-rata pertama kali matang gonad (Lm) *C. sorrah* sebesar $L_m = 76,6$ cm (Gambar 5) ukuran tersebut berada pada interval 74–83. Hasil menunjukkan rata-rata ukuran pertama kali matang gonad (Lm) lebih kecil dari ukuran rata-rata pertama kali tertangkap (Lc). Kondisi tersebut menggambarkan sebagian besar hiu yang tertangkap

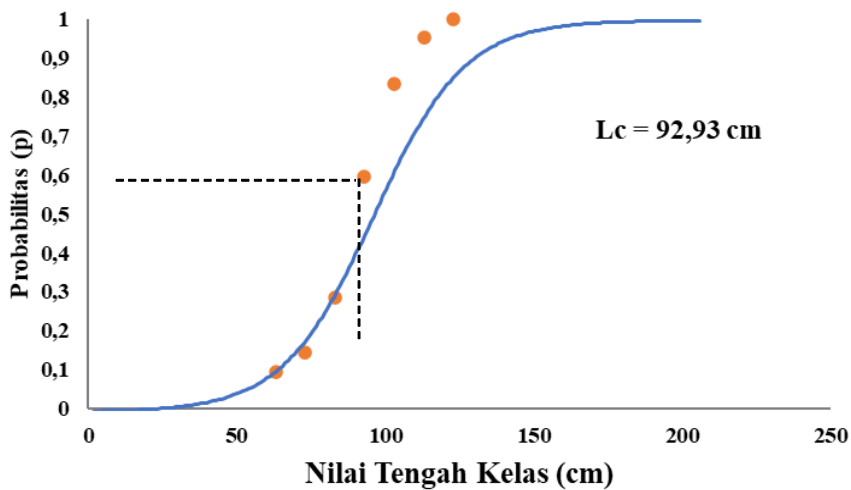
sudah matang gonad dan melakukan pemijahan.

Analisis Pertumbuhan

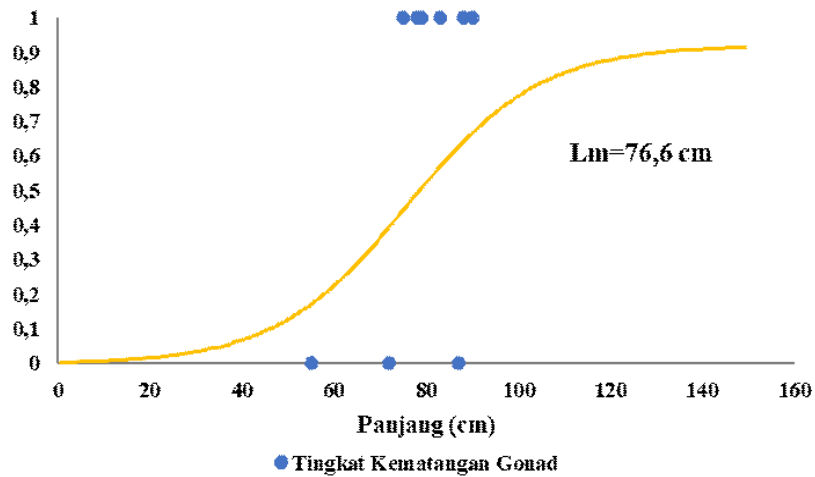
Berdasarkan analisis pertumbuhan menggunakan model *Von Bertalanffy* pada FISAT II, sebaran panjang *C. sorrah* menunjukkan adanya beberapa kohort pertumbuhan. Dominasi individu berukuran 75–110 cm SL pada Juli–September menandakan fase pertumbuhan aktif, sementara keberadaan individu berukuran lebih kecil di awal dan akhir tahun mengindikasikan perekrutan baru (Gambar 6). Parameter pertumbuhan yang diperoleh meliputi panjang asimtotik (L_∞) sebesar 145,91 cm SL dan koefisien pertumbuhan (K) 0,51 per tahun. Kurva pertumbuhan menunjukkan laju pertumbuhan cepat dalam tiga tahun pertama sebelum melambat mendekati panjang maksimum, dengan pertumbuhan mendekati titik asimtotik pada usia enam hingga tujuh tahun (Gambar 7).

Analisis Laju Mortalitas dan Laju Eksploitasi

Hasil pengoperasian FISAT II berdasarkan metode *Length-Converted Catch Curve* diperoleh pendugaan nilai mortalitas alami sebesar $M = 0,73$, mortalitas



Gambar 4. Ukuran Pertama Kali Tertangkap *C. sorrah* di PPS Cilacap Tahun 2023
 Figure 4. Length at First Capture of *C. sorrah* at PPS Cilacap in 2023



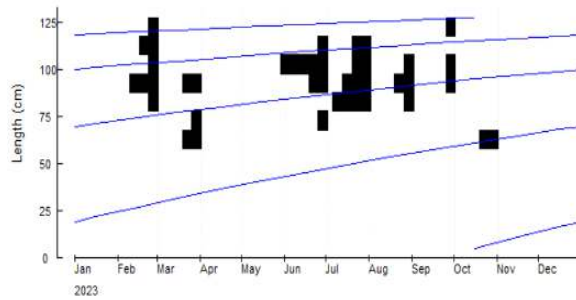
Gambar 5. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad *C. sorrah* di PPS Cilacap Tahun 2023
 Figure 5. Size at First Sexual Maturity of *C. sorrah* Landed at PPS Cilacap in 2023

penangkapan sebesar $F = 1,1$ dan mortalitas total $Z = 1,83$ (Gambar 8). Nilai mortalitas penangkapan (F) lebih besar dibandingkan dengan mortalitas alami, yang mengindikasikan kematian *C. sorrah* sebagian besar diakibatkan dari aktivitas penangkapan (Fauzi *et al.*, 2022). Laju eksploitasi *C. sorrah* sebesar $E = 0,6$ per tahun. Berdasarkan kriteria Pauly (1984), angka eksploitasi optimal sebesar $0,50$ /tahun. Laju eksploitasi *C. sorrah* lebih besar daripada laju eksploitasi optimal ($E > E_{opt}$). Merujuk pada angka eksploitasi optimal, maka laju eksploitasi *C. sorrah* telah mengalami eksploitasi berlebih (*overexploited*).

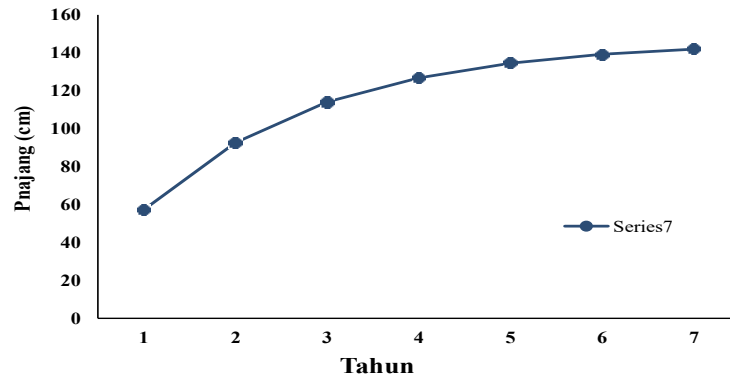
Estimasi Biomassa dan Status Stok *C. sorrah* Berdasar Data Tangkapan

Estimasi biomassa dan status stok *C. sorrah* dilakukan berdasarkan data tangkapan (Gambar 9) dan resiliensi (Tabel 1) menghasilkan *output* CMSY (Tabel 3) menunjukkan bahwa biomassa pada tahun terakhir tercatat

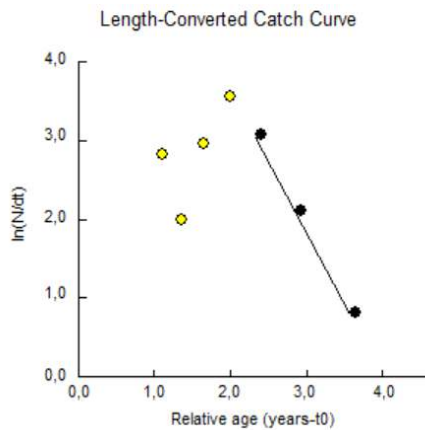
sebesar 125 ton, yang setara dengan $82,2\%$ dari B_{MSY} ($B/B_{MSY} = 0,822$). Nilai ini menunjukkan bahwa stok berada di bawah nilai optimum ($B/B_{MSY} < 1$), tetapi belum masuk dalam kondisi yang sangat kritis. Hal ini diperkuat Chen *et al.* (2024), bahwa $B/B_{MSY} = 1$ menandakan stok berada pada tingkat keberlanjutan maksimum, sedangkan nilai di bawah 1 menunjukkan populasi yang terancam. Tekanan penangkapan juga relatif rendah dengan nilai eksploitasi F/F_{MSY} sebesar $0,124$, yang menunjukkan bahwa laju penangkapan masih berada jauh di bawah ambang batas maksimum yang berkelanjutan ($F/F_{MSY} > 1$). Kondisi stok juga ditunjukkan oleh *Kobe plot* bahwa *MSY* mulai tahun 2019-2023 stok masuk pada zona kuning. Tingkat eksploitasi ini menunjukkan bahwa stok belum sepenuhnya mengalami penangkapan berlebih, tetapi kondisi biomasanya mengalami penipisan (Ferragut-Parelo *et al.*, 2023).



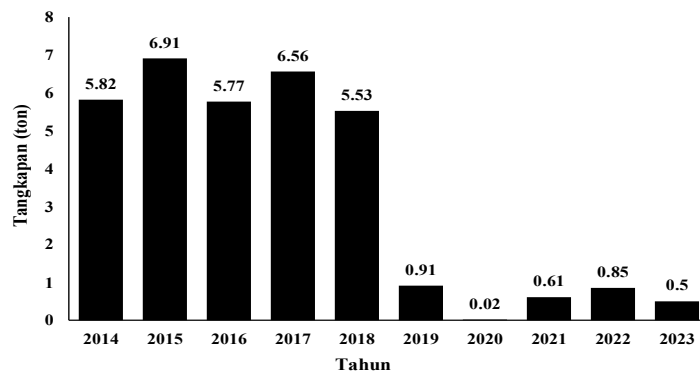
Gambar 6. Sebaran Frekuensi Panjang Standar Kurva Pertumbuhan *C. sorrah* di Cilacap
 Figure 6. Standard Length Frequency Distribution of *C. sorrah* Growth Curve in Cilacap



Gambar 7. Kurva Pola Pertumbuhan Von Bertalanffy *C. sorrah* di Cilacap
 Figure 7. Von Bertalanffy Growth Curve of *C. sorrah* Observed in Cilacap



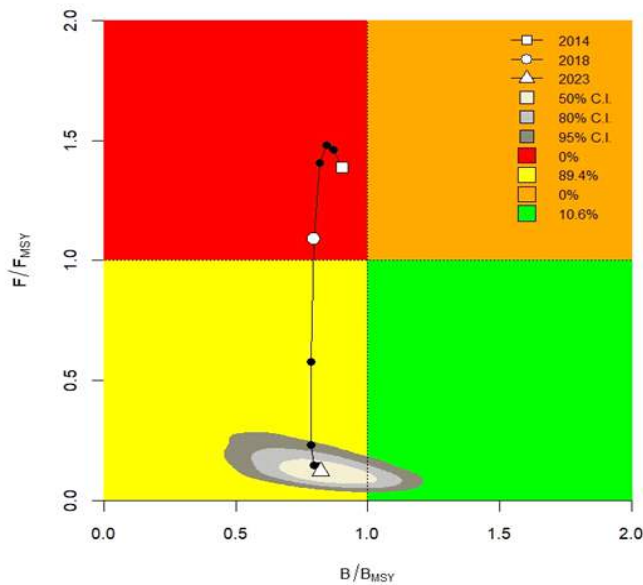
Gambar 8. Kurva Hasil Tangkapan Pendugaan Nilai Mortalitas dan Eksploitasi *C. sorrah*
 Figure 8. Catch Curve Estimation of Mortality and Exploitation Rates of *C. sorrah*



Gambar 9. Tangkapan tahunan *C. sorrah* dari 2014-2023
 Figure 9. Annual Catch of *C. sorrah* from 2014-2023
 (Statistik Produksi Perikanan PPS Cilacap, 2014-2023)

Tabel 3. Hasil Analisis CMSY *C. sorrah*
 Table 3. CMSY Analysis Results for *C. sorrah*

Parameter	<i>C. sorrah</i>
	Nilai
F_{MSY} (tahun ⁻¹)	3.7
MSY (ton)	5
B_{MSY} (ton)	136
Biomassa tahun terakhir (ton)	125
B/ B_{MSY} tahun terakhir	0.822
Fishing mortality tahun terakhir (ton)	0.5
Eksplorasi F/F_{MSY}	1.24



Gambar 10. Kobe Plot Tingkat Eksploitasi dan Biomassa *C. sorrah*
 Figure 10. Kobe Plot of Exploitation Rate and Biomass of *C. sorrah*

PEMBAHASAN

Ikan hiu yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Cilacap merupakan hasil tangkapan sampingan (*bycatch*) yang umum tertangkap pada perikanan tuna. Bhagawati *et al.* (2017), menyatakan bahwa sebagian besar hiu berasal dari alat tangkap Rawai Tuna dan Pukat di perairan Cilacap. Perbedaan alat tangkap dan lokasi penangkapan dapat memengaruhi ukuran ikan yang tertangkap, sehingga menyebabkan variasi dalam distribusi panjangnya. Data panjang ikan digunakan dalam analisis data panjang yang meliputi estimasi L_c , L_m , laju Pertumbuhan, laju mortalitas alami, laju mortalitas penangkapan, dan tingkat eksploitasi. Sedangkan penggunaan data tangkapan digunakan untuk mengestimasi upaya tangkapan lestari dan estimasi biomassa stok hiu.

Penelitian ini menyajikan informasi baru mengenai estimasi status populasi Hiu Lanjaman (*Carcharhinus sorrah*) yang didukung dengan pendekatan data panjang dan data tangkapan tahunan untuk perikanan hiu yang berkelanjutan. Penelitian ini menunjukkan bahwa *C.*

sorrah yang tertangkap dan didaratkan di PPS Cilacap tahun 2023 sebanyak 42 ekor, terdiri dari 15 ekor jantan dan 27 ekor betina. Pendaratan terjadi antara Maret–November, dengan tangkapan tertinggi pada Juli–Agustus, mengindikasikan pengaruh musim kemarau terhadap kelimpahan hiu. Joung *et al.* (2022) juga melaporkan pola serupa di Teluk Taiwan pada musim panas. Sementara itu, tangkapan menurun pada November–Februari, sesuai dengan Raharjo *et al.* (2024), yang mengaitkan rendahnya pendaratan hiu pada periode ini dengan musim angin barat yang menghambat penangkapan.

Analisis panjang *C. sorrah* dilakukan menggunakan panjang standar (SL). Pada penelitian ini tercatat estimasi ukuran panjang *C. sorrah* berkisar 54-123 cm SL. Estimasi ukuran panjang dapat berbeda karena pengaruh wilayah penangkapannya. Pada penelitian Rizkina *et al.* (2024) di PPS Nizam Zachman, panjang tubuh *C. sorrah* ditemukan 64-141 cm TL. Dharmadi *et al.* (2016) di Perairan Sumatera Barat melaporkan estimasi panjang tubuh *C. sorrah* berkisar 54-152 cm TL. Hasil tangkapan *C. sorrah* di Laut

Arab memiliki kisaran 47-150 cm TL (Spaet & Berumen, 2015). Sedangkan pada penelitian Arunrugstichai *et al.* (2018) di Laut Andaman dilaporkan panjang tubuh *C. sorrah* berkisar 60-162 cm TL. Panjang tubuh *C. sorrah* menurut White *et al.* (2006) dapat mencapai 160 cm TL. Panjang tubuh *C. sorrah* jantan pada penelitian ini tercatat memiliki panjang tubuh yang lebih kecil dibandingkan dengan panjang tubuh hiu betina.

Ukuran pertama kali tertangkap (L_c) dan matang gonad (L_m) merupakan parameter krusial dalam menilai keberlanjutan sumber daya ikan, yang dapat bervariasi antar wilayah bergantung pada faktor lingkungan, tekanan penangkapan, dan ketersediaan makanan. Penelitian ini mencatat L_c *Carcharhinus sorrah* di PPS Cilacap sebesar 92,93 cm SL, lebih besar dibandingkan temuan Rizkina *et al.* (2024) di PPSNZ yang melaporkan L_c 86,8 cm. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh variasi ekosistem dan pola eksploitasi di masing-masing lokasi. Sementara itu, Ukuran matang gonad pertama (L_m) merupakan parameter biologis penting yang mencerminkan kemampuan individu untuk mulai berkontribusi terhadap reproduksi dan sering digunakan sebagai dasar dalam evaluasi status stok serta penentuan ukuran tangkap minimum guna menjamin keberlanjutan sumber daya perikanan (King, 2007; Froese & Binohlan, 2000). Pada kelompok elasmobranch, termasuk *C. sorrah*, parameter ini menjadi semakin krusial mengingat karakteristik biologinya yang ditandai oleh laju pertumbuhan lambat, fekunditas rendah, dan umur matang gonad yang relatif panjang, sehingga sangat rentan terhadap tekanan penangkapan berlebih (Walker, 2005). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ukuran matang gonad pertama (L_m) *C. sorrah* jantan yang didaratkan di PPS Cilacap sebesar 76,6 cm TL, lebih kecil dibandingkan nilai L_m sebesar 87,1 cm TL yang dilaporkan oleh Dharmadi *et al.* (2016). Perbedaan nilai L_m tersebut diduga dipengaruhi oleh variasi kondisi lingkungan, ketersediaan makanan, serta intensitas penangkapan. Nilai L_m yang lebih kecil dapat mengindikasikan adanya respons adaptif populasi terhadap tekanan eksploitasi, di mana individu cenderung mencapai kematangan gonad pada ukuran yang lebih kecil. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar *C. sorrah* yang tertangkap di PPS Cilacap telah mencapai kematangan gonad, namun juga mengindikasikan adanya tekanan penangkapan yang perlu menjadi perhatian dalam pengelolaan berkelanjutan sumber daya hiu di wilayah tersebut.

Kurva pertumbuhan *C. sorrah* di Cilacap dianalisis menggunakan model *Von Bertalanffy*, pada tahun pertama, panjangnya mencapai 57,231 cm SL. Ukuran ini hampir mirip dengan penelitian Harry *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa panjang *C. sorrah* pada tahun pertama sebesar 55,3 cm untuk betina dan 49,5 cm untuk jantan dan terus bertambah hingga mendekati panjang asimtotik (L_∞). Pada penelitian ini, panjang asimtotik *C. sorrah* sebesar $L_\infty = 145,91$ cm SL. Artinya, secara teoritis,

pertumbuhan panjang ikan akan berhenti pada ukuran tersebut meskipun usianya terus bertambah. Sebagai perbandingan, penelitian Joung *et al.* (2022) melaporkan bahwa panjang asimtotik *C. sorrah* di Selat Taiwan sebesar $L_\infty = 158,6$ cm untuk betina dan $L_\infty = 170,2$ cm untuk jantan. Seiring bertambahnya usia, pertumbuhan panjang melambat karena energi dialokasikan untuk pematangan gonad dan fungsi fisiologis.

Koefisien pertumbuhan (K) yang diperoleh sebesar 0,51 per tahun, Sementara itu, Davenport and Stevens (1988), melaporkan bahwa koefisien pertumbuhan *C. sorrah* sebesar $K = 1,170$. Sedangkan Joung *et al.* (2022) menyatakan bahwa nilai K yang diperoleh untuk *C. sorrah* sebesar 0,146 untuk jantan dan 0,235 untuk betina. Pada penelitian ini koefisien pertumbuhan *C. sorrah* berada diantara penelitian sebelumnya, yang menunjukkan laju pertumbuhan relatif cepat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Munira *et al.* (2010), bahwa semakin besar nilai K , maka ikan lebih cepat mencapai panjang maksimumnya. Pada tiga tahun pertama, *C. sorrah* mengalami pertumbuhan pesat, tetapi melambat pada usia empat hingga enam tahun saat mendekati panjang asimtotik. Parameter ini menjadi aspek biologis penting dalam memahami dinamika pertumbuhan dan usia ikan hiu dalam ekosistemnya. Laju mortalitas alami *Carcharhinus sorrah* dalam penelitian ini tercatat sebesar $M = 0,73$ per tahun, yang mencerminkan interaksi spesies ini dengan kondisi lingkungan perairan. Setyowati (2016), menyatakan bahwa mortalitas alami dipengaruhi oleh faktor seperti penyakit, stres, pemijahan, kelaparan, usia tua, dan predasi. Sementara itu, mortalitas akibat penangkapan (F) mencapai 1,1 yang lebih tinggi dibandingkan mortalitas alami, menunjukkan bahwa sebagian besar kematian *C. sorrah* disebabkan oleh aktivitas penangkapan. Mortalitas total (Z) yang diperoleh sebesar 1,83 digunakan untuk menghitung estimasi laju eksploitasi. Hasil analisis menunjukkan laju eksploitasi *C. sorrah* di Cilacap sebesar $E = 0,60$. Berdasarkan kriteria Pauly (1980), nilai ini mengindikasikan kondisi *overexploited*, karena telah melampaui batas keberlanjutan yang ditetapkan ($E < 0,5$) sebagaimana dinyatakan oleh Tangke (2014). Temuan ini mengonfirmasi bahwa *C. sorrah* di perairan Cilacap mengalami tekanan penangkapan berlebih (*overfishing*) yang dapat berdampak serius terhadap stok populasi dan keseimbangan ekosistem laut.

Estimasi biomassa dan status stok *C. sorrah* dilakukan berdasarkan data tangkapan (Gambar 9) dan resiliensi (Tabel 1) menghasilkan *output* CMSY (Tabel 3) menunjukkan bahwa biomassa pada tahun terakhir tercatat sebesar 125 ton, yang setara dengan 82,2% dari B_{MSY} ($B/B_{MSY} = 0,822$). Nilai ini menunjukkan bahwa stok berada di bawah nilai optimum ($B/B_{MSY} < 1$), tetapi belum masuk dalam kondisi yang sangat kritis (Ferragut-Parelló *et al.*, 2023). Hal ini diperkuat Chen *et al.* (2024), bahwa $B/B_{MSY} = 1$ menandakan stok berada pada tingkat keberlanjutan maksimum, sedangkan nilai di bawah 1 menunjukkan

populasi yang terancam. Tekanan penangkapan juga relatif rendah dengan nilai eksploitasi F/F_{MSY} sebesar 0,124, yang menunjukkan bahwa laju penangkapan masih berada jauh di bawah ambang batas maksimum yang berkelanjutan. Tingkat eksploitasi ini menunjukkan bahwa stok belum sepenuhnya mengalami penangkapan berlebih, tetapi kondisi biomasnya mengalami penipisan. Penipisan biomassa dapat diakibatkan oleh penangkapan yang tinggi pada tahun-tahun sebelumnya dan belum sempat untuk mengalami pemulihan.

Kobe plot menunjukkan bahwa stok *C. sorrah* telah berkurang sejak 2014 yang ditandai dengan stok masuk zona merah akibat eksploitasi berlebihan (Gambar 10). Kemudian pada tahun 2019 hingga tahun 2023, stok yang diteliti masuk ke dalam zona kuning. Zona kuning menandakan stok mengalami pengurangan tekanan penangkapan, tetapi dalam kondisi biomasnya yang masih rendah (Fara *et al.*, 2024). Kondisi stok yang berada di zona kuning diduga turut dipengaruhi oleh dampak positif dari penurunan intensitas penangkapan ikan selama pandemi COVID-19. Hamzah (2021) menyatakan bahwa pandemi COVID-19 berdampak pada sektor perikanan, termasuk penurunan harga ikan, kendala dalam distribusi hasil tangkapan, perubahan frekuensi aktivitas penangkapan, serta berkurangnya jumlah awak kapal penangkap ikan. Perbedaan hasil antara analisis berbasis panjang dan analisis CMSY tidak menunjukkan kontradiksi, melainkan mencerminkan perbedaan pendekatan dalam mengevaluasi status stok. Analisis berbasis panjang menggambarkan struktur populasi dan selektivitas penangkapan, sementara CMSY mengevaluasi dinamika biomassa stok berdasarkan deret waktu tangkapan. Kondisi di mana sebagian besar individu tertangkap pada ukuran di atas L_m namun biomassa tetap terdepleksi merupakan karakteristik umum stok yang telah mengalami eksploitasi berlebih dalam jangka panjang, khususnya pada spesies elasmobranch dengan laju pemulihan yang rendah (Froese *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Hiu Lanjaman (*Carcharhinus sorrah*) yang didaratkan di PPS Cilacap memiliki ukuran rata-rata pertama kali tertangkap lebih besar dibandingkan ukuran pertama kali matang gonad. Pertumbuhan *C. sorrah* relatif cepat pada tiga tahun pertama dan melambat mendekati panjang asimtotik. Mortalitas akibat penangkapan lebih besar dibandingkan mortalitas alami, yang menunjukkan tekanan penangkapan tinggi. Berdasarkan analisis CMSY, hasil tangkapan berkelanjutan maksimum diperkirakan sebesar 5 ton per tahun. Secara keseluruhan, berdasarkan parameter pertumbuhan, mortalitas, tingkat eksploitasi, dan biomassa stok, status stok *C. sorrah* di Cilacap berada pada kondisi *overexploited* dengan biomassa yang telah mengalami penipisan. Oleh itu, diperlukan pengaturan ukuran tangkap minimum dan kuota tangkapan maksimum sebagai upaya pengelolaan stok secara berkelanjutan.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Loka Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut (LPSPL) Serang serta Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap atas bantuan mereka dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. S., Liu, Q., Rashed-Un-Nabi, M., & Al-Mamun, Md. A. (2021). Fish Stock Assessment for Data-Poor Fisheries, with a Case Study of Tropical Hilsa Shad (*Tenualosa ilisha*) in the Water of Bangladesh. *Sustainability*. 13(1), 1–23. :<https://doi.org/10.3390/sul3073604>
- Anjayanti, L., Abdul, G., & Anhar. S. (2018). Beberapa Aspek Biologi dan Produksi Hiu Pahitan (*Alopias superciliosus*) Di Perairan Selatan Jawa Tengah. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. 6(2), 137-146.
- Anwar, N., Raharjo, B., Solihin, D., Chairani, A. A., Muslim, A., Permana, D. D., Setyorini, R., Sasono, F. D., & Riandala, A. K. (2021). Analisis Proksimat dan Kandungan Kimia Pada Kulit Kering Ikan Hiu (*Carcharhinus brevipinna*) dan Pari (*Maculabatis gerrardi*). *Symposium on Sharks and Rays in Indonesia*.
- Arunrugstichai, S., True, J. D., & White, W. T. (2018). Catch Composition and Aspects of the Biology of Sharks Caught by Thai Commercial Fisheries in the Andaman Sea. *Journal of Fish Biology*. 92(5), 1487-1504.
- Beverton, R. J. H. & S.J. Holt. (1956). A Review of Methods for Estimating Mortality Rates in Exploited Fish Populations, with Special Reference to Sources of Bias in Catchsampling. *Rapp. P-V.Reun CIEM*. 140, 67-83.
- Bhagawati, D., Tri, N., & Muh, N. A. (2017). Species, Performance and Sex Ratio of Shark Landed in Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 2(17), 185-200.
- Booth, H., Muttaqin, E., Simeon, B., Ichsan, M., Siregar, U., Yulianto, I., & Kassem, K. (2018). Shark and Ray Conservation and Management in Indonesia: Status and Strategic Priorities 2018-2023. *Wildlife Conservation Society*. Bogor, Indonesia, 74.
- CITES. 2023. *Carcharhinus sorrah – Appendix II listing*. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). Retrieved from Checklist of CITES species
- Chen, L., Ju, P., Lu, Z., Liang, C., Chen, B., Du, J., & Li, P. (2024). Assessments of 12 Commercial Species Stocks in a Subtropical Upwelling Ecosystem Using the CMSY and BSM Methods. *Fishes*. 9(9), 332.
- Davenport, S., & Stevens, J. D. (1988). Age and growth of two commercially imported sharks (*Carcharhinus tilstoni* and *C. sorrah*) from Northern Australia. *Marine and Freshwater Research*. 39(4), 417-433.
- Dharmadi, D., Mahiswara, M., & Kasim, K. (2016). Catch Composition and Some Biological Aspects of Sharks

- in Western Sumatera Waters of Indonesia. *Indonesian fisheries research journal*, 2(22): 99-108.
- FAO (2023). Global capture production (1950–2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/fishery/statistics-query/en/capture/capture_quantity.
- Fauzi, M., Eko, P., Andri, H., Bintal, A., Yudho, H., & Ani, S. (2022). Laju Pertumbuhan dan Tingkat Eksploitasi Ikan Motan Pada Danau Putus Musiman Desa Lubuk Siam Riau. SEMNASKAN-UGM XIX, July.
- Fara, M. E., B. Raharjo., & S. Nugroho. (2024). Status Stok Hiu Biru (*Prionace glauca*) yang Didaratkan Di Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap Provinsi Jawa Tengah. Simposium Hiu dan Pari Indonesia.
- Ferragut-Perello, F., Ramírez-Amaro, S., Tsikliras, A. C., Petit-Marty, N., Dimarchopoulou, D., Massuti, E., & Ordines, F. (2023). Exploitation and conservation status of the thornback ray (*Raja clavata*) in the Balearic Islands (western Mediterranean). *Fishes*, 8(2), 117.
- Froese, R., & Binohlan, C. (2000). Empirical Relationships to Estimate Asymptotic Length, Length at First Maturity and Length at Maximum Yield Per Recruit In Fishes. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 758–773. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x>
- Froese, R., Demirel, N., Coro, G., Kleisner, K.M., dan Winker, H. (2017). Estimating Fisheries Reference Points from Catch and Resilience. *Fish and Fisheries*. 18, 506-526. <https://doi.org/10.1111/faf.12190>
- Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A. C., Dimarchopoulou, D., Giuseppe, S., Maria, L. D. P., Manuel, D., & Pauly, D. (2020). Estimating Stock Status from Relative Abundance and Resilience. *ICES Journal of Marine Science*. 2(77), 527-538.
- Giles, J. L., Ovenden, J. R., AlMojil, D., Garvilles, E., Khampetch, K. O., Manjibrayakath, H., dan Riginos, C. (2014). Extensive Genetic Population Structure in the Indo–West Pacific Spot-Tail Shark, *Carcharhinus sorrah*. *Bulletin of Marine Science*. 1(90), 427-454.
- Hamzah, A. (2021). Fishermen’s Adaptation Strategy during the Covid-19 Pandemic at the Karangantu Fishing Port. *Indonesian Aquatic Journal*. 6(1), 25–30.
- Harry, A. V., Tobin, A. J., & Simpfendorfer, C. A. (2013). Age, Growth and Reproductive Biology of The Spot-Tail Shark, *Carcharhinus sorrah*, and the Australian Blacktip Shark, *C. tilstoni*, from the Great Barrier Reef World Heritage Area, North-Eastern Australia. *Marine and freshwater research*. 64(4), 277-293.
- Joung, S. J., Hsu, Z. Y., Su, K. Y., dan Liu, K. M. (2022). Age and Growth of the Spot-Tail Shark, *Carcharhinus sorrah*, in the Taiwan Strait. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(3), 413.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2021). *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia Tahun 2020*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap.
- King, M. (2007). *Fisheries Biology, Assessment and Management* (2nd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Lelono, T. D., G. Bintoro, D. Setyohadi, and Risky, M. (2021) The Length–Weight Relationships and Clasper Maturity of Two Shark (*Carcharhinus sorrah*, *Carcharhinus falciformis*) of Landed in Prigi Coastal fishing Port Trenggalek East Jawa. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 860 (1), p. 012111. IOP Publishing.
- Nugraha, B., Prasetyo, A. P., dan Muttaqin, E. (2020). Pedoman Pendataan Perikanan Hiu dan Pari di Lokasi Pendaratan. [Guidelines for Recording Shark and Ray Fisheries at Landing Sites]. *Ministry of Marine Affairs and Fisheries*. <https://www.researchgate.net/publication/342956861>.
- Pauly, D. (1983). Some simple methods in tropical fish stock assessment. *FAO Fisheries Technical Paper*. Abb. Rome. (234):52p
- Pauly, D., & Munro, J. (1984). Once More on the Comparison of Growth in fish and Invertebrates. *Fishbyte*. 2(21).
- Raharjo, B., Hartati, R., dan Redjeki, S. (2024). Population Status of Thresher Shark Listed in Appendix II CITES of Southern Java Seas, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. 260-266.
- Rifki, M., Lelono, T. D., Bintoro, G., Setyohadi, D., dan Yulianto, E. S. (2022). Komposisi Hasil Tangkapan Hiu dan Pari di Tiga Wilayah Pengelolaan Perikanan di Indonesia. In *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan* (pp. 38-46). Malang, Indonesia: Departemen Pemanfaatan Sumber daya Perikanan, Universitas Brawijaya.
- Rizkina, N., Diah, P., & Sri, R. (2024). Aspek Biologi Hiu Lanyam, *Carcharhinus sorrah* (Valenciennes, 1839), yang Didaratkan Di Pelabuhan Perikanan Samudera Nizam Zachman (Ppnz) Jakarta. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 16(2): 88-99.
- Schaefer, M. (1991). Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the Management of the Commercial Marine Fisheries. *Bulletin of Mathematical Biology*, 53: 253–279. [https://doi.org/10.1016/s0092-8240\(05\)80049-7](https://doi.org/10.1016/s0092-8240(05)80049-7)
- Setiyowati, D. (2016). Kajian Stok Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Laut Jawa, Kabupaten Jepara. *Jurnal disprottek*, 7(1): 84-97.
- Sianturi, R., dan Amir, A. (2023). The Perspective of Wendu Coastal Fishermen’s on The Presence of Sawfish (*Pristis spp.*). *Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan*, 16(1): 141-145.
- Spaet JLY & Berumen M. L. (2015). Fish Market Surveys Indicate Unsustainable Elasmobranch Fisheries in the Saudi Arabian Red Sea. *Fisheries Research*, 161: 356-364.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1999). *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis*. Buku I. Manual (p. 438). Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Statistik Pelabuhan Perikanan Samudra Cilacap. 2014-2023. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Kementerian

- Kelautan dan Perikanan.
- Tangke U. 2014. Monitoring Dynamic Parameters of Inflatable Fish Population (*Rastrelliger* sp) in the Coastal Waters of Ternate Island, North Maluku Province. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*,7(2):8-14.
- Tatanagara, Muhammad, I., Bintal. A., & Joko S. (2022). Morphology, Morphometrics, and Shark Conservation Status at TPI Sibolga City, North Sumatra Province. *Journal Coastal Ocean Science*, 3(1): 192-200.
- Udupe, K. S. (1986). Statistical Method of Estimating the Size at First Maturity in Fishes. *Fishbyte*, 4(2), 8-10.
- Walker, T. I. (2005). Reproduction in fisheries science. In W. C. Hamlett (Ed.), *Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids and Chimaeras* (pp. 81–127). Enfield, NH: Science Publishers.
- Walpole (1995). *Pengantar Statistika*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- White, W. T., Last, P. R., Stevens, J. D., & Yearsly, G. K. (2006). *Economically Important Sharks and Rays of Indonesia* (p. 338). Australia: National Library of Australia Cataloging-in-Publication entry.