

## STATUS PEMANFAATAN IKAN KAKAP (*Lutjanus spp.*) BERBASIS DATA PANJANG IKAN DI PERAIRAN TAMAN NASIONAL TAKA BONERATE

### *Length Based Stock Assessment of Snappers (*Lutjanus spp.*) in Taka Bonerate National Park Waters*

Alifah Fitam Rakhma Sari<sup>1\*</sup>, Asep Pranajaya<sup>2</sup>, Khoirul Anam<sup>2</sup>, Isnaini Marlina<sup>1</sup>, Sukmaraharja Aulia Tarigan<sup>1</sup>, Tasrif Kartawijaya<sup>1</sup>, Siska Agustina<sup>3</sup>, Duranta Diandria Kembaren<sup>4</sup>, Mohammad Natsir<sup>4</sup>, Rian Prasetya<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Wildlife Conservation Society, Bogor, 16128, Indonesia. asari@wcs.org; imarlina@wcs.org; starigan@wcs.org; tkartawijaya@wcs.org

<sup>2</sup> Balai Taman Nasional Taka Bonerate, Kabupaten Kepulauan Selayar, 92812, Indonesia. ajayjuve@gmail.com; manaanam96@gmail.com

<sup>3</sup> Yayasan Konservasi Alam Nusantara, Jakarta, 12160, Indonesia. agustinasiiskaa@gmail.com

<sup>4</sup> Pusat Riset Perikanan-Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bogor, 16915, Indonesia. dd.kembaren@gmail.com; moh.natsir@brin.go.id

<sup>5</sup> Yayasan Konservasi Indonesia, Jakarta, 12510, Indonesia. riprasetya@gmail.com

\*Correspondence: asari@wcs.org

Received: June 23<sup>th</sup>, 2023; Revised: December 1<sup>st</sup>, 2023; Accepted: December 13<sup>th</sup>, 2023

### ABSTRACT

Snappers (*Lutjanus spp.*) are the most common reef fish caught in Taka Bonerate National Park due to its high economic value and primarily targeted species. Without proper management measures, intensive fishing activities might result in unsustainable fish stocks. Therefore, in order to maintain sustainable utilization, it is important to understand the stock status of snapper fisheries. This study aimed to analyze the snappers' stock status in Taka Bonerate National Park's waters. Data were collected from January to December 2022 at three small-scale fisheries landing sites. The results showed that snappers are classified as slow-growing species with growth rates for species *L. bohar*, *L. quinquelineatus*, *L. gibbus* respectively 0,12, 0,39, and 0,35 per year to reach their respective asymptotic lengths of 83,41 cm, 29,5 cm, and 46,80 cm. The stock status of *L. gibbus* and *L. bohar* were indicated at overfished status where the exploitation rate ( $E$ ) was  $> 0.5$  and the SPR was  $< 0.3$ , hence a proper management measures is required. Furthermore, the species of *L. quinquelineatus* has a value of  $E$  is 0.5 and SPR is at 0.3, indicating that the utilization level of this species was at an optimal level.

**Keywords:** Snapper, Taka Bonerate, Fisheries Management.

### ABSTRAK

Kakap (*Lutjanus spp.*) merupakan ikan karang yang banyak ditangkap di Taman Nasional Taka Bonerate sebagai spesies target tangkapan. Hal ini dikarenakan nilai ekonominya yang tinggi. Aktivitas penangkapan ikan yang intensif dengan target tangkapan kakap dapat mengakibatkan kondisi stok ikan kakap yang tidak berkelanjutan apabila tanpa adanya tindakan pengelolaan yang tepat, terlebih di perairan taman nasional. Oleh karena itu, untuk mempertahankan pemanfaatan yang berkelanjutan, perlu dilakukan upaya pengelolaan. Upaya pengelolaan yang tepat dapat dilakukan apabila kondisi status stok perikanan diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis status stok ikan kakap spesies *L. gibbus*, *L. bohar*, dan *L. quinquelineatus* di perairan Taman Nasional Taka Bonerate. Pendataan dilakukan pada Januari hingga Desember 2022 di tiga lokasi pendaratan nelayan skala kecil. Hasil penelitian menunjukkan ikan kakap merupakan ikan dengan

pertumbuhan yang lambat dengan laju pertumbuhan spesies *L. bohar*, *L. quinquelineatus*, dan *L. gibbus* masing-masing 0,12/tahun, 0,39/tahun, dan 0,35/tahun untuk mencapai panjang asimtotik masing-masing 83,41 cm, 29,5 cm, dan 46,80 cm. Kondisi pada ikan *L. gibbus* dan *L. bohar* menunjukkan indikasi tangkap lebih dengan nilai  $E > 0,5$  dan SPR sebesar 0,23 dan 0,17. Dengan demikian, agar stok dapat pulih, perlu pengaturan lebih ketat terhadap spesies tersebut karena berada pada tingkat yang tidak berkelanjutan. Adapun jenis *L. quinquelineatus*, memiliki nilai  $E = 0,5$  dan SPR 0,3 yang mengindikasikan bahwa tingkat eksploitasi jenis ini masih dalam keadaan optimal.

**Kata kunci:** Kakap, Taka Bonerate, Pengelolaan Perikanan.

## PENDAHULUAN

Sektor perikanan menjadi kontributor yang memegang peranan penting dalam mendukung perekonomian Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari estimasi potensi perikanan karang di Indonesia yang diprediksi mencapai 829.051 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan 2022). Permintaan yang cukup tinggi pada sektor perikanan Indonesia juga diketahui dengan adanya peningkatan hasil tangkapan laut dari 4 juta ton pada awal tahun 2000-an menjadi lebih dari 6,7 juta ton pada tahun 2018 (FAO 2020). Ikan karang merupakan salah satu komoditas penting bagi perikanan komersial dan artisanal (Ault *et al.* 2019). Salah satu komoditas perikanan karang yang memiliki nilai ekonomis penting adalah ikan kakap (*Lutjanus* spp.) (Ernawati dan Budiarti 2020; Hilyana *et al.* 2021; Wahyuningsih *et al.* 2016). Berdasarkan data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi perikanan tangkap laut Indonesia pada tahun 2021 mencapai 6,7 juta ton dengan nilai produksi sebesar 1,79 triliun rupiah. Perikanan karang dari kelompok kakap berkontribusi sebesar 1,61% dari total nilai produksi perikanan di tahun 2021 (Pusdatin KKP 2023). Sejalan dengan hal tersebut, adanya permintaan pasar untuk memenuhi kebutuhan pangan yang bersumber dari laut tentu akan mendorong nelayan untuk melakukan kegiatan penangkapan setiap waktu (Pakro *et al.* 2020).

Taman Nasional (TN) Taka Bonerate yang dikenal dengan keunikan atoll terbesar ketiga dunia, menyimpan potensi ekosistem terumbu karang yang memiliki peranan penting sebagai habitat bagi sumber daya perikanan. Upaya pengelolaan kawasan telah dilakukan oleh Balai Taman Nasional melalui sistem zonasi untuk menjaga keberlanjutan ekosistem terumbu karang. Meskipun demikian pengelolaan ini tetap mempertimbangkan kepentingan masyarakat setempat, sehingga nelayan tetap dapat memanfaatkan sumber daya perikanan di zona yang telah ditentukan

yakni pada zona tradisional. Pemanfaatan yang dilakukan oleh nelayan Taka Bonerate masuk ke dalam kategori nelayan artisanal/skala kecil yang bergantung pada sumber daya perikanan di sekitar pesisir. Oleh karena itu, produksi perikanan di kawasan Taka Bonerate memberikan kontribusi ekonomi dan sosial yang signifikan bagi masyarakat karena menyediakan sumber mata pencaharian utama dan pangan (Suyasa *et al.* 2023).

Komoditas perikanan karang yang cukup penting di TN Taka Bonerate dan menjadi target utama tangkapan nelayan salah satunya adalah ikan kakap. Pemanfaatan ikan kakap yang dilakukan oleh nelayan seringkali kurang memperhatikan ukuran ikan yang tepat untuk ditangkap dan kegiatannya kerap dilakukan setiap hari. Hal ini menyebabkan kekhawatiran pada keberlanjutan sumberdaya perikanan kakap di kawasan. Dalam literatur ini sudah terdapat penelitian yang membahas mengenai kondisi stok ikan kakap di beberapa perairan Indonesia (Badrudin dan Aisyah 2017; Ernawati dan Budiarti 2020; Fauziyah *et al.* 2020; Hapsari *et al.* 2023; Nurulludin *et al.* 2019; Pakro *et al.* 2020; Wahyuningsih *et al.* 2016), namun belum ada penelitian yang membahas mengenai statusnya di kawasan perairan TN Taka Bonerate.

Selain itu karakteristik perikanan skala kecil di kawasan konservasi, berkontribusi signifikan terhadap penangkapan ikan yang tidak diatur dan pendaratan yang tidak dilaporkan karena tidak dicatat dalam statistik pemerintah (Halim *et al.* 2020; Amorim *et al.* 2018; Osio *et al.* 2015). Akibatnya keterbatasan informasi dan kualitas data hasil tangkapan nelayan yang masih rendah belum cukup memberikan basis data yang akurat dalam melakukan penilaian stok meskipun mereka memberikan kontribusi nilai perekonomian dalam produksi perikanan. Terbatasnya ketersediaan data menjadi kendala utama dalam menilai stok ikan di perairan untuk mengupayakan tindakan pengelolaan yang tepat (Purwanto *et al.* 2022).

Kendati demikian terdapat ancaman lain yang dihadapi oleh kegiatan pengelolaan di kawasan karena masih ditemukannya potensi penangkapan destruktif yang dilakukan oleh nelayan setempat sehingga menjadi penyebab kerusakan ekosistem di kawasan TN Taka Bonerate (Aspan 2015; Asri *et al.* 2019; Panuluh *et al.* 2020). Sementara itu adanya indikasi kecenderungan tekanan penangkapan yang cukup tinggi karena permintaan terhadap ikan bernilai ekonomis penting dan permintaan terhadap ukuran ikan dengan ‘ukuran piring’ yang berasal dari individu belum dewasa juga ditemukan di kawasan (Agustina *et al.* 2021; Fatma *et al.* 2021; Khasanah *et al.* 2019). Adanya praktik penangkapan destruktif serta tekanan penangkapan yang meningkat di kawasan perairan TN Taka Bonerate menimbulkan kekhawatiran terhadap kondisi perikanan di kawasan. Oleh sebab itu untuk menghindari risiko yang ditimbulkan dari adanya pemanfaatan yang tidak berkelanjutan bagi stok ikan dan ekosistem, perlu dilakukan pemantauan terhadap kegiatan pemanfaatan. Permasalahannya adalah belum ada status pemanfaatan ikan kakap di Perairan Taman Nasional Taka Bonerate yang dapat digunakan sebagai bahan masukan dalam mengembangkan strategi pengelolaan perikanan yang efektif dan berkelanjutan.

Pengumpulan data panjang ikan terhadap stok ikan yang dieksploitasi menjadi salah satu sumber informasi yang paling mudah diperoleh untuk perikanan dengan data terbatas sebagai bahan dalam penilaian status stok dan berkontribusi sebagai masukan dalam mendukung keputusan pengelolaan perikanan (Hordyk *et al.* 2015b). Metode data

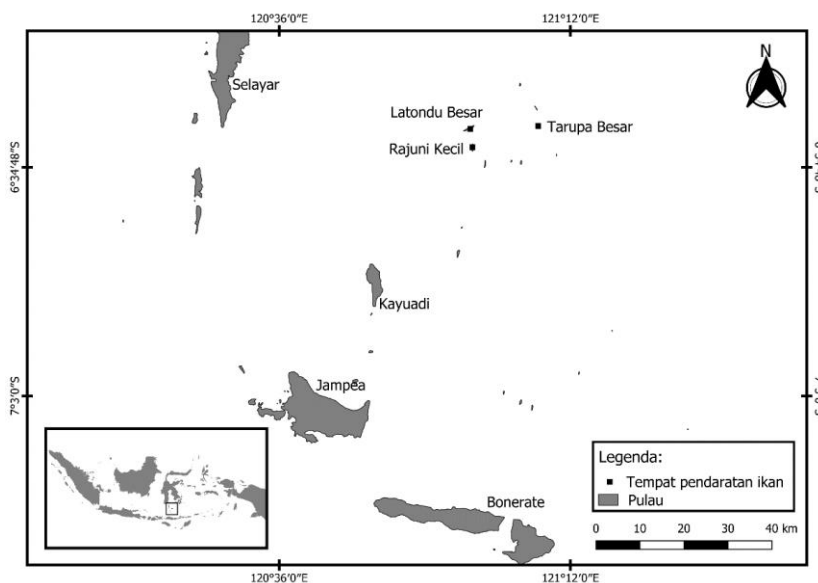
berbasis panjang ikan dapat digunakan sebagai tindakan awal dalam pengelolaan perikanan dengan data terbatas dengan menghasilkan estimasi yang tidak terlalu bias dan dapat diandalkan (Pons *et al.* 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter populasi dan kondisi stok perikanan kakap di kawasan TN Taka Bonerate dengan menggunakan pendekatan data panjang ikan sebagai upaya dalam mendukung pengelolaan sumber daya ikan kakap di kawasan.

## METODE

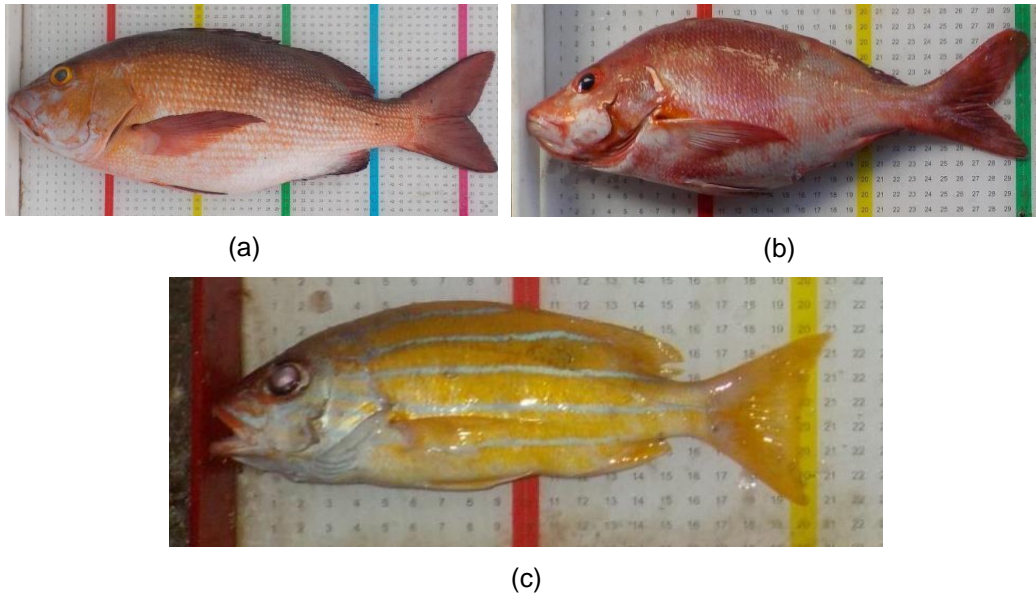
Penelitian dilaksanakan di kawasan Taman Nasional Taka Bonerate, Kabupaten Kepulauan Selayar, Provinsi Sulawesi Selatan – Indonesia. Penelitian dilaksanakan selama 12 bulan mulai dari Januari hingga Desember 2022.

### Prosedur penelitian

Penelitian menggunakan sampel berupa ikan kakap (*Lutjanus* spp.). Jenis ikan kakap yang diamati yakni *Lutjanus gibbus*, *Lutjanus bohar*, dan *Lutjanus quinquelineatus* yang dikumpulkan dari pendaratan nelayan di Pulau Tarupa Besar, Pulau Rajuni Kecil, dan Pulau Latondu Besar (Gambar 1). Sampel tersebut merupakan hasil tangkapan komersial dari nelayan pancing ulur, panah, rawai dasar, muro ami, bubu, dan pukat tarik pantai. Data yang dikumpulkan merupakan data panjang total ikan (*total length*) yang dikumpulkan selama 20–25 hari setiap bulannya menggunakan papan ukur dengan ketelitian 1 cm (Gambar 2).



Gambar 1 Pulau Tarupa Besar, Pulau Rajuni Kecil, dan Pulau Latondu Besar sebagai lokasi pengambilan data di Taman Nasional Taka Bonerate, Sulawesi Selatan-Indonesia



Gambar 2 Sampel spesies (a) *Lutjanus bohar*, (b) *Lutjanus gibbus*, dan (c) *Lutjanus quinquelineatus* yang ditangkap oleh nelayan di Taman Nasional Taka Bonerate, Sulawesi Selatan, Indonesia

**Analisis Data**

**Parameter pertumbuhan**

Estimasi nilai parameter pertumbuhan ( $L_{\infty}$ ,  $K$ , dan  $t_0$ ) dianalisis menggunakan metode ELEFAN pada paket “*TropFishR*” (Mildenberger *et al.* 2017). Hasil estimasi parameter pertumbuhan memperoleh model pola pertumbuhan *von Bertalanffy* sebagai berikut (Sparre dan Venema 1998):

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

dengan:  $L_t$  adalah panjang ikan saat umur  $t$  tahun (cm),  $L_{\infty}$  adalah panjang maksimum secara teoritis (cm),  $K$  adalah koefisien pertumbuhan (cm per satuan waktu),  $t$  adalah umur ikan,  $t_0$  adalah umur teoritis saat panjang ikan sama dengan nol.

**Mortalitas dan laju eksploitasi**

Parameter mortalitas terdiri atas mortalitas alami ( $M$ ), mortalitas penangkapan ( $F$ ), dan mortalitas total ( $Z$ ) (Sparre dan Venema 1998). Pendugaan mortalitas total ( $Z$ ) dilakukan dengan menggunakan kurva konversi tangkapan yang dilinearkan berdasarkan data komposisi panjang dan nilai estimasi parameter pertumbuhan sehingga diperoleh nilai tingkat kematian total ( $Z$ ) (Pauly 1980). Hasil pendugaan nilai  $Z$  diperoleh dari estimasi model kemiringan garis regresi kurva hasil tangkapan (*length converted catch curve*) pada paket *TropFishR* (Mildenberger *et al.* 2017; Sparre dan Venema 1998). Kemudian pendugaan mortalitas alami diestimasi

menggunakan persamaan berikut (Then *et al.* 2015):

$$M = 4.118 \times K^{0.73} \times L_{\infty}^{-0.33} \dots\dots\dots(2)$$

Selanjutnya mortalitas penangkapan ( $F$ ) ditentukan dengan persamaan berikut.

$$F = Z - M \dots\dots\dots(3)$$

Kemudian untuk mengetahui laju eksploitasi ( $E$ ) ditentukan dengan membandingkan mortalitas penangkapan ( $F$ ) dengan mortalitas total ( $Z$ ) (Pauly 1980):

$$E = \frac{F}{Z} \dots\dots\dots(4)$$

Nilai laju eksploitasi yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan acuan 0,5 yang diusulkan oleh Gulland (1971):

$E < 0.5$  atau  $F < M$  menunjukkan tingkat eksploitasi masih rendah (*under exploited*)

$E = 0.5$  atau  $F = M$  menunjukkan tingkat eksploitasi ikan optimum

$E > 0.5$  atau  $F > M$  menunjukkan tingkat eksploitasi ikan yang berlebih (*over exploited*)

Selanjutnya panjang optimal ikan ( $L_{opt}$ ) menjadi salah satu ukuran yang digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan perikanan untuk diterapkan dalam penangkapan ikan, nilai  $L_{opt}$  dihitung menggunakan persamaan empiris berikut (Froese dan Binohlan 2000):

$$\log L_{opt} = 1.0421 \times \log(L_{\infty}) - 0.2742 \dots(5)$$

### Length-Based Spawning Potential Ratio (LB-SPR)

Spawning Potential Ratio atau rasio potensi pemijahan (SPR) merupakan perbandingan antara proporsi potensi pemijahan sebelum dan setelah eksploitasi. Nilai SPR dianalisis menggunakan pendekatan data panjang (LB-SPR) yang dikembangkan oleh Hordyk et al. (2015a) sebagai fungsi penangkapan ikan relative (F/M). Parameter input yang digunakan sebagai masukan analisis LB-SPR yakni nilai  $L_{\infty}$ , M/K, dan  $L_{50}$ . Panjang pada saat kematangan seksual 50% ( $L_{50}$ ) diestimasi menggunakan persamaan empiris berikut (Froese dan Binohlan 2000):

$$\log L_{50} = 0.89979 \times \log L_{\infty} - 0.0782 \dots\dots(6)$$

Serta panjang pada saat kematangan seksual 95% ( $L_{95}$ ) yang dihitung dari persamaan (Prince et al. 2015)

$$L_{95} = 1.1 \times L_{50} \dots\dots\dots(7)$$

Selanjutnya analisis LB-SPR dilakukan dalam perangkat lunak R pada situs online *The Barefoot Ecologist's Toolbox Length-Based Spawning Potential Ratio* (<http://barefootecologist.com.au/lbspr>) (Hordyk et al. 2015a). Kondisi stok ikan diduga dari nilai SPR, menurut Ault et al. (2008) nilai SPR lebih kecil dari 30% diindikasikan pada kondisi *overexploited*. Pada perikanan data terbatas, SPR digunakan sebagai *biological reference point*, dimana 30% SPR dianggap sebagai *target reference point* dan 20% sebagai *limit reference point* (Badrudin 2015; Prince et al. 2015). Sehingga apabila diperoleh nilai SPR <20% maka laju rekrutmen akan menghadapi risiko penurunan (*declining*) yang menunjukkan perlunya tindakan pengelolaan untuk melindungi stok perikanan (Barua et al. 2022).

## HASIL

### Distribusi Frekuensi Panjang

Sebaran data panjang ikan kakap dominan yang teridentifikasi adalah jenis *Lutjanus bohar*, *Lutjanus quinquelineatus*, dan *Lutjanus gibbus* dengan jumlah data sebanyak 2.382 individu (Tabel 1). Sebaran frekuensi panjang menunjukkan modus pada sebagian besar individu spesies *L. bohar* berada pada panjang 21 cm, *L. quinquelineatus* berada

pada panjang 20 cm, dan *L. gibbus* banyak tertangkap pada ukuran 28 cm (Gambar 3).

### Parameter Life-history

Parameter *life-history* ikan terdiri dari panjang asimptotik ( $L_{\infty}$ ), koefisien pertumbuhan (K), umur ikan pada saat panjang 0 cm ( $t_0$ ), mortalitas (mortalitas total/Z, mortalitas alami/M, dan mortalitas penangkapan/F). Hasil estimasi pendugaan parameter pertumbuhan ikan kakap (*Lutjanus* spp.) di perairan Taman Nasional Taka Bonerate, menunjukkan bahwa nilai panjang asimptotik berkisar antara 29,51–83,41 cm dengan koefisien pertumbuhan (K) berkisar 0,12–0,39 per tahun. Hasil pendugaan nilai mortalitas dan laju eksploitasi yang dianalisis berdasarkan regresi kurva konversi hasil tangkapan yang dilinearkan berbasis data panjang, diketahui bahwa nilai dari masing-masing laju kematian total (Z), laju kematian alami (M), laju kematian akibat penangkapan (F), dan laju eksploitasi (E) yang diperoleh dari analisis disajikan pada Tabel 2.

### Panjang Rata-Rata Ikan Pertama Kali Tertangkap ( $L_c$ ), Panjang Pertama Kali Ikan Matang Gonad ( $L_{50}$ ), dan Panjang Optimal Ikan ( $L_{opt}$ )

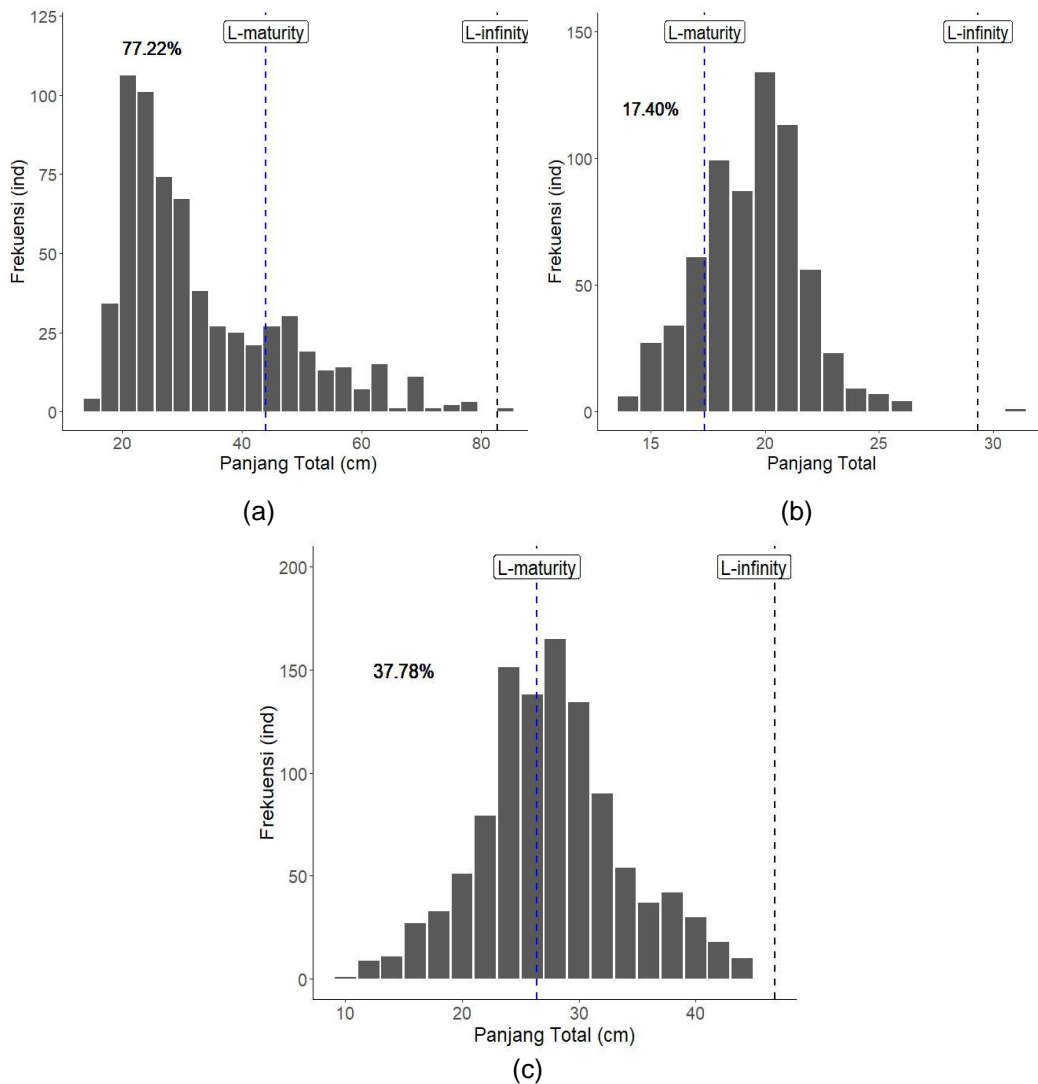
Hasil pendugaan ukuran panjang rata-rata ikan pertama kali tertangkap, ukuran saat pertama kali matang gonad, ukuran optimum, serta persentase ikan *immature* tertangkap dari ketiga spesies ikan kakap (*Lutjanus* spp.) di perairan Taman Nasional Taka Bonerate disajikan pada Tabel 3. Spesies *L. bohar* dan *L. gibbus* banyak tertangkap di ukuran kecil. Hal ini dilihat dari perkiraan kurva selektivitas yang berada di bawah kurva kematangan, sedangkan *L. quinquelineatus* tertangkap pada ukuran yang relatif lebih besar dari ukuran kematangannya (Gambar 4).

### Spawning Potential Ratio (SPR)

Nilai SPR merupakan parameter yang digunakan untuk menduga proporsi reproduksi alami atau yang tidak ditangkap yang masih tersisa di dalam stok di bawah tingkat eksploitasi saat ini (Hordyk et al. 2015b). Berdasarkan analisis model LB-SPR diperoleh hasil bahwa spesies *L. bohar* dan *L. gibbus* berada dalam kondisi stok yang tidak berkelanjutan, sedangkan *L. quinquelineatus* berada dalam pemanfaatan optimal yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1 Jumlah sampel ikan kakap (*Lutjanus* spp.)

Spesies	Jumlah individu	Kisaran Panjang (cm)	Panjang Rata-Rata (cm)
<i>Lutjanus bohar</i>	641	16–85	33,95±13,32
<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	661	14–31	19,54±2,26
<i>Lutjanus gibbus</i>	1080	11–45,5	28,35±6,24



Gambar 3 Distribusi frekuensi panjang ikan kakap spesies (a) *Lutjanus bohar*, (b) *Lutjanus quinquelineatus*, dan (c) *Lutjanus gibbus*

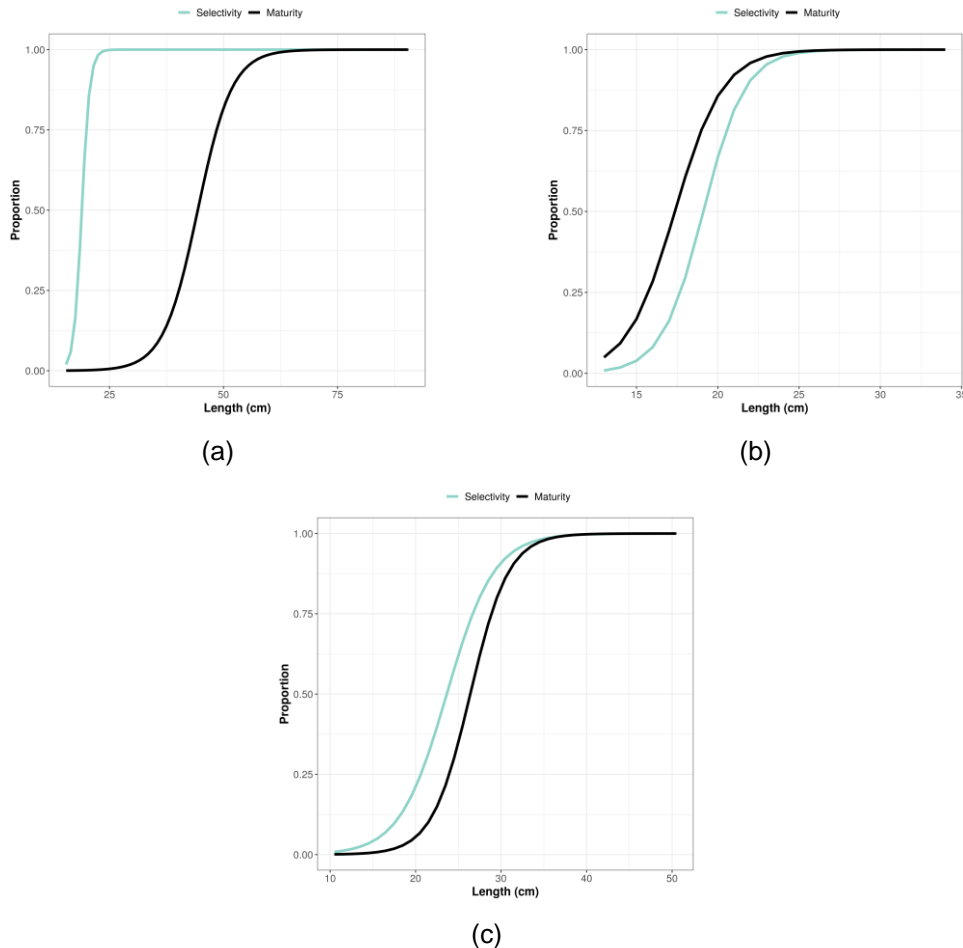
Tabel 2 Parameter populasi ikan kakap (*Lutjanus* spp.)

Spesies	Parameter Pertumbuhan				Mortalitas & Laju Eksploitasi			
	$L_{\infty}$ (cm)	K (/tahun)	$t_0$ (tahun)	M (/tahun)	F (/tahun)	Z (/tahun)	E (/tahun)	F/M
<i>L. bohar</i>	83,41	0,12	-1,04	0,2	0,48	0,68	0,71	2,4
<i>L. quinquelineatus</i>	29,51	0,39	-0,43	0,7	0,77	1,47	0,52	1,1
<i>L. gibbus</i>	46,80	0,35	-0,42	0,4	0,49	0,89	0,55	1,2



Tabel 3 Parameter panjang rata-rata ikan pertama kali tertangkap ( $L_c$ ), panjang pertama kali ikan matang gonad ( $L_m$  atau  $L_{50}$ ), panjang optimal ikan ( $L_{opt}$ ), dan % *immature* ikan kakap (*Lutjanus* spp.)

Spesies	$L_c$	$L_m$ atau $L_{50}$	$L_{opt}$	% <i>Immature</i>
<i>Lutjanus bohar</i>	19,27	44,35	53,44	77,22
<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	17,00	17,44	18,10	17,40
<i>Lutjanus gibbus</i>	20,47	26,40	29,27	37,78



Gambar 4 Kurva panjang pertama kali ikan matang gonad ( $L_m$  atau  $L_{50}$ ) dan panjang rata-rata ikan pertama kali tertangkap ( $L_c$ ) ikan kakap spesies (a) *Lutjanus bohar*, (b) *Lutjanus quinquelineatus*, dan (c) *Lutjanus gibbus*

Tabel 4 Nilai *Spawning Potential Ratio* ikan kakap (*Lutjanus* spp.)

Spesies	Input SPR				SPR	Status Stok
	M/K	$L_{\infty}$	$L_{m50}$	$L_{m95}$		
<i>Lutjanus bohar</i>	1,60	83,41	44,35	55,43	0,17	< 30%
<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	1,81	29,51	17,44	21,81	0,30	30%
<i>Lutjanus gibbus</i>	1,15	46,80	26,40	33	0,23	< 30%

## PEMBAHASAN

Ikan kakap (*Lutjanus* spp.) yang teridentifikasi dominan tertangkap oleh nelayan di kawasan Taman Nasional (TN)

Taka Bonerate yakni jenis *Lutjanus bohar*, *Lutjanus quinquelineatus*, dan *Lutjanus gibbus*. Sebaran ukuran panjang ikan yang tertangkap berkisar 11-85 cm, hal ini menunjukkan bahwa ikan kakap yang

tertangkap di perairan Taman Nasional Taka Bonerate tertangkap dari ukuran kecil hingga dewasa. Dari ketiga spesies yang diamati, *L. bohar* merupakan ikan yang dominan tertangkap pada ukuran muda. Hal ini dapat dilihat dari kecenderungan struktur ukuran ikan yang tertangkap didominasi oleh ikan berukuran kecil (Hoggarth 2006), kemudian berdasarkan informasi persentase ikan *immature* yang tertangkap pada tabel 3 spesies *L. bohar* memiliki nilai yang tinggi dan mengindikasikan bahwa spesies tersebut banyak tertangkap sebelum mengalami matang gonad. Berdasarkan distribusi frekuensi panjang dan parameter populasi, spesies *L. quinquelineatus* memiliki ukuran yang relatif lebih kecil dengan panjang asimptotik mencapai 29,51 cm. Hal ini dikarenakan *L. quinquelineatus* termasuk golongan spesies *Lutjanus* kecil yang memiliki ukuran kecil dan relatif berumur pendek (Araki dan Tachihara 2021).

Parameter *life history* merupakan masukan dasar dalam menganalisis status stok ikan untuk memberikan rekomendasi pengelolaan yang efektif (Alam *et al.* 2022). Ketiga spesies *Lutjanus* menunjukkan pola pertumbuhan yang bervariasi, hal ini dilihat dari koefisien laju pertumbuhan (K) ikan kakap di perairan Taman Nasional Taka Bonerate berada pada kisaran 0,12 – 0,39 per tahun. Nilai K yang relatif rendah menunjukkan bahwa ketiga spesies kakap termasuk dalam

spesies yang memiliki laju pertumbuhan yang lambat untuk mencapai panjang asimptotik. Ikan dengan koefisien pertumbuhan yang rendah umumnya memiliki umur yang relatif panjang (Pauly 1984). Studi lain dari beberapa perairan berbeda (Tabel 5) tentang ketiga spesies kakap (*Lutjanus* spp.) yang dikaji dalam penelitian ini menunjukkan parameter pertumbuhan yang beragam. Perbedaan parameter pertumbuhan dapat dipengaruhi variasi temporal dan spasial dalam pengumpulan sampel karena secara signifikan mempengaruhi distribusi ukuran dan tangkapan serta mempengaruhi visualisasi perkembangan kohort dalam analisis ELEFAN (Herrón *et al.* 2018) juga pada metode yang digunakan. Kondisi ini dikarenakan adanya ketidakpastian pada model prediksi yang digunakan untuk mengestimasi umur berdasarkan panjang (Pope *et al.* 2010). Selain itu perbedaan kondisi lingkungan perairan (Holloway *et al.* 2015) dan perubahan waktu maturasi akibat tekanan penangkapan (Jennings *et al.* 1999) juga dapat mempengaruhi laju koefisien pertumbuhan. Adanya kegiatan penangkapan ikan komersial tentunya mengurangi populasi stok ikan di alam; dan akan berdampak pada parameter populasi (Ernawati *et al.* 2021) karena kegiatan penangkapan yang dilakukan secara intensif tanpa memberikan peluang ikan untuk tumbuh lebih besar akan mempengaruhi panjang maksimal yang lebih kecil (Zamroni dan Ernawati 2019).

Tabel 5 Parameter pertumbuhan *Lutjanus* spp. di beberapa perairan berbeda di dunia

Species	Lokasi	$L_{\infty}$	K	Sumber
<i>L. bohar</i>	Papua New Guinea	81,7 cm FL	0,27	(Wright <i>et al.</i> 1986)
	Great Barrier Reef	63 cm FL	0,10	(Marriott <i>et al.</i> 2007)
	Sulawesi Selatan	83,41 cm TL	0,12	Penelitian ini
<i>L. quinquelineatus</i>	Okinawa, Japan	18,25 cm SL (M) 17,22 cm SL (F)	0,52 (J) 0,55 (B)	(Araki dan Tachihara 2021)
	Egypt	35,5 cm TL	0,35	(Mehanna <i>et al.</i> 2017)
	Sulawesi Selatan	29,51 cm TL	0,39	Penelitian ini
<i>L. gibbus</i>	Sulawesi Utara	27,4 cm FL	0,78	(Holloway <i>et al.</i> 2015)
	Okinawa, Japan	39,05 cm FL (M)	0,21 (J)	(Nanami <i>et al.</i> 2010)
		30,34 cm FL (F)	0,26 (B)	
		(Total)	(Total)	
	New Caledonia	38,88 cm FL (M)	0,20 (J)	(Moore 2019)
		31,46 cm FL (F)	0,31 (B)	
		35,13 cm FL	0,29	
	Maluku Utara	43,23 cm TL	0,33	(Ernawati <i>et al.</i> 2021)
	Seram Timur	46 cm TL	0,49	(Rumagia <i>et al.</i> 2020)
Sumbawa, NTB	54,38 cm TL	0,23	(Hilyana <i>et al.</i> 2021)	
Alor, NTT	59,43 cm TL	0,69	(Pakro <i>et al.</i> 2020)	
Sulawesi Selatan	46,80 cm TL	0,35	Penelitian ini	

FL: Fork Length, SL: Standard Length, TL: Total Length; J: Jantan, B: Betina



Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa ketiga spesies kakap memiliki nilai laju mortalitas penangkapan (F) cenderung lebih besar dibandingkan laju mortalitas alami (M) yang mengindikasikan bahwa kematian ikan di perairan lebih besar disebabkan oleh kegiatan penangkapan daripada kematian akibat faktor alam (kompetisi, predasi, kematian akibat umur, dan penyakit). Tingginya nilai laju mortalitas akibat penangkapan berpengaruh terhadap nilai laju eksploitasi yang tinggi pula, sehingga menyebabkan nilai laju eksploitasi melebihi batas optimum (Agustina *et al.* 2018). Nilai laju mortalitas akibat penangkapan dipengaruhi oleh jumlah alat tangkap dan intensitasnya, karena semakin tinggi nilai laju mortalitas maka intensitas dari kegiatan penangkapan yang dilakukan semakin banyak (Zamroni dan Ernawati 2019). Parameter mortalitas dapat digunakan untuk menjelaskan dampak penangkapan ikan terhadap stok (Beddington dan Kirkwood 2005). Hal ini dapat dilihat dengan adanya tekanan penangkapan yang berlebihan sehingga dapat memberikan dampak terhadap penurunan ukuran ikan dan mempengaruhi parameter populasi ikan di perairan. Selain itu dalam keadaan yang cukup ekstrim akan mengakibatkan berkurangnya populasi spesies target di perairan (Nugroho *et al.* 2017).

Nilai laju eksploitasi *L. bohar*, *L. quinquelineatus*, dan *L. gibbus* berturut-turut sebesar 0,71; 0,52; dan 0,55. Berdasarkan nilai tersebut *L. quinquelineatus* berada dalam batas optimal, sedangkan *L. gibbus* mengarah pada penangkapan berlebih dan *L. bohar* telah mengalami *over-exploited* karena melebihi batas optimumnya. Titik acuan target yang disarankan sebagai indikator untuk mengukur laju eksploitasi akibat tekanan pada suatu populasi penangkapan adalah sebesar 0,5 (Pauly 1984), dan apabila nilai  $F/Z$  atau  $E > 0,5$  maka stok dianggap *over-exploited* (Rochet & Trenkel 2003). Kondisi ini juga dapat dilihat apabila proporsi mortalitas alami dan mortalitas penangkapan memiliki nilai yang sama ( $E=0,5$ ) maka stok berada dalam keadaan sehat dan tereksploitasi secara optimal (Gulland 1971). Nilai  $E$  spesies *L. bohar* merupakan yang terbesar diantara yang lainnya, hal ini menunjukkan bahwa tekanan penangkapan terhadap spesies ini cukup tinggi. Karakteristik pola hidup *L. bohar* yang memiliki pola pertumbuhan lambat dan berumur panjang juga diduga menjadi penyebab kerentanan ikan terhadap penangkapan ikan berlebih (Jennings *et al.* 1998; Marriott *et al.* 2007). Selanjutnya

berdasarkan indikator relative F/M yang digunakan untuk menduga tekanan penangkapan ikan pada suatu populasi menunjukkan bahwa *L. bohar* telah melebihi batas *limit* F/M sedangkan *L. quinquelineatus* dan *L. gibbus* melebihi titik ambang batas namun masih berada di bawah titik batas. F/M dapat digunakan sebagai *biological reference point* dengan tingkatan target, ambang batas, dan titik referensi batas F/M berturut-turut adalah 0,67; 1; dan 1,5 (Williams *et al.* 2015).

Berdasarkan hubungan panjang ukuran rata-rata saat pertama kali tertangkap ( $L_c$ ) dan panjang rata-rata ikan saat pertama kali matang gonad ( $L_m$ ) (Tabel 3) menunjukkan bahwa spesies *L. bohar* dan *L. gibbus* tertangkap sebelum mengalami matang gonad ( $L_c < L_m$ ). Kondisi ini mengindikasikan bahwa ikan yang tertangkap dari perairan tersebut sebanyak 50% rentan tertangkap pada ukuran belum matang gonad. Sedangkan spesies *L. quinquelineatus* memiliki nilai  $L_c$  yang lebih kecil namun hampir mencapai nilai  $L_m$ , sehingga secara teori ikan sudah mencapai kematangan gonad sebelum ikan ditangkap sehingga tidak mengganggu proses rekrutmen. Sejalan dengan hal tersebut, ketika nilai  $L_c$  hampir mencapai ukuran  $L_m$  atau bahkan keduanya memiliki nilai hampir sama maka dapat diindikasikan bahwa proses rekrutmen sudah mulai terganggu (Zamroni dan Ernawati 2019). Apabila hal ini terus menerus terjadi akan menyebabkan terjadinya degradasi stok. Oleh sebab itu perlu untuk memperhatikan kondisi agar nilai  $L_c > L_m$ , sehingga dapat mengurangi penangkapan ikan yang belum dewasa dan memberikan kesempatan agar ikan tersebut tumbuh dewasa dan bereproduksi setidaknya sekali sumur hidup. Tujuannya dapat mengurangi dampak buruk dari penangkapan berlebih dan mempertahankan reproduksi stok dalam keadaan sehat agar dapat memastikan keberlanjutan stok ikan (Baldé *et al.* 2019).

Parameter lainnya yang dapat digunakan untuk melihat keberlanjutan stok ikan adalah persentase (proposisi) ikan *immature* yang tertangkap (Tabel 3) dimana *L. bohar* memiliki persentase hasil tangkapan *immature* yang paling tinggi yaitu sebesar 77,22%. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi ikan yang tertangkap sebagian besar adalah ikan muda yang belum mencapai ukuran matang gonad. Informasi ukuran rata-rata ikan saat pertama kali tertangkap, ukuran ikan saat mengalami matang gonad, dan persentase *immature* menjadi dasar yang

diperlukan sebagai saran dalam pengelolaan yang efektif untuk menjaga rekrutmen dalam keberlanjutan stok ikan. Menurut Fujita *et al.* (2012) indikator persentase *immature* yang tertangkap dengan target 10% atau kurang dianggap masuk akal untuk menjamin perikanan berkelanjutan. Perikanan dianggap sangat berisiko untuk dieksploitasi secara berlebihan ketika persentase ikan muda tertangkap lebih dari 50% (Froese *et al.* 2016).

Pemanfaatan sumber daya ikan yang dilakukan hendaknya memberikan kesempatan kepada ikan untuk minimal mengalami pemijahan sekali sebelum tertangkap untuk menjaga kelestariannya. Salah satu indikator kesehatan struktur stok ikan yakni tingginya proporsi ikan yang berukuran besar dan matang secara seksual yang tertangkap. Akan tetapi kegiatan penangkapan terhadap spesies target seiring berjalannya waktu cenderung mempengaruhi terjadinya perubahan struktur ukuran populasi di perairan (Retnoningtyas *et al.* 2023). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi perubahan struktur ukuran ikan menjadi lebih kecil yaitu melalui mekanisme acuan ukuran panjang optimal ( $L_{opt}$ ) yang sesuai untuk penangkapan. Upaya tersebut disarankan dalam pengelolaan untuk memperhatikan kelayakan ukuran yang ditangkap, misalnya dengan menerapkan ukuran panjang optimal untuk spesies *L. bohar* sebesar 53,44 cm, *L. quinquelineatus* sebesar 18,10 cm, dan *L. gibbus* 29,27 cm.

Ukuran panjang pertama kali matang gonad untuk spesies *L. bohar* pada penelitian ini (44,01 cm TL) lebih tinggi dari ukuran yang diperoleh di perairan Great Barrier Reef (Betina: 42,9 cm TL; Marriott *et al.* 2007). Spesies lainnya yaitu *L. quinquelineatus* memiliki ukuran panjang pertama kali matang gonad yang lebih tinggi (17,44 cm TL) dari ukuran yang diperoleh dari perairan Okinawa (Jantan: 12,95 cm SL; betina: 13,03 cm SL; Araki dan Tachihara 2021). Sedangkan ukuran pertama kali matang gonad spesies *L. gibbus* pada penelitian ini (26,40 cm TL) tidak berbeda jauh dengan ukuran panjang pertama kali matang gonad dari perairan New Caledonia (Jantan: 26,8 cm FL; Betina: 25,8 cm FL; Moore 2019) dan perairan Maluku Utara (25,35 cm TL; Ernawati *et al.* 2021). Perbedaan ukuran pertama kali matang gonad dari beberapa perairan berbeda diduga karena adanya pengaruh lingkungan perairan terhadap kondisi biologi ikan (Ghosh *et al.* 2016), adanya tekanan penangkapan yang tinggi juga berpengaruh terhadap perkembangan ukuran matang gonad yang

lebih kecil (Trippel *et al.* 1997) karena hal ini menjadi strategi bagi ikan untuk melakukan maturasi yang lebih cepat dalam mempertahankan populasinya. Selain daripada itu, persebaran setiap variasi spesies maupun spesies yang sama pada perbedaan garis lintang yang lebih besar dari lima derajat juga menjadi faktor perbedaan ukuran nilai  $L_m$  (Effendie 2002; Udupa 1986).

Selanjutnya untuk menduga kondisi pemanfaatan sumber daya ikan di perairan juga dapat diketahui melalui indikator *Spawning Potential Ratio* (SPR) atau rasio potensi pemijahan. SPR merupakan titik referensi biologis yang dapat memberikan masukan dalam menentukan keputusan pengelolaan untuk perikanan dengan data terbatas (Hordyk *et al.* 2015b). SPR memberikan gambaran perbandingan kemampuan populasi ikan yang dapat memijah dalam suatu populasi setelah kegiatan penangkapan dibandingkan dengan potensi yang dapat memijah sebelum adanya penangkapan. Indikator SPR menjadi referensi yang digunakan untuk menjaga reproduksi ikan dan memastikan populasi ikan dapat mempertahankan tingkat reproduksi yang cukup untuk mendukung kelangsungan populasi secara berkelanjutan. Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa kondisi rasio potensi pemijahan dari spesies *L. quinquelineatus* berada dalam kategori *under-exploited* dengan nilai SPR 30%, spesies *L. gibbus* berada dalam kondisi *fully-exploited* dengan nilai SPR 23%, dan spesies *L. bohar* berada pada kondisi *over-exploited* dimana nilai SPR berada di bawah *limit reference point* yakni 17%. Kondisi tersebut menunjukkan spesies *L. bohar* mengalami tekanan penangkapan yang tinggi dan berada dalam tingkatan yang tidak berkelanjutan, spesies *L. gibbus* berada dalam kondisi yang relatif stabil, sedangkan spesies *L. quinquelineatus* berada dalam kondisi populasi yang berkembang dan terjadi pertumbuhan.

Nilai SPR menunjukkan kemampuan stok pemijahan untuk mendukung kelimpahannya di alam berada di bawah kapasitas biologis untuk menghasilkan kelompok dewasa dalam struktur populasinya (Nugroho *et al.* 2017). Selain itu, nilai SPR juga dapat digunakan untuk mengukur pengurangan proporsional dalam potensi reproduksi akibat adanya kegiatan penangkapan dan menggambarkan kondisi stok ikan serta kondisi pemanfaatannya. SPR menjadi salah satu indikator *biological reference point* yang penting dalam mempertimbangkan langkah pengelolaan perikanan (Badrudin 2015). Nilai

SPR yang lebih rendah dari 30% dapat menurunkan kemampuan biomassa stok pemijahan untuk menghasilkan stok dewasa dalam struktur populasi (Ault *et al.* 2008), sehingga mengindikasikan bahwa kegiatan penangkapan berada dalam kondisi yang tidak berkelanjutan. Apabila nilai SPR secara terus menerus melewati nilai kurang dari 20% (*limit reference point*) tanpa adanya tindak lanjut pengelolaan untuk meningkatkan nilai SPR, maka laju rekrutmen akan menghadapi risiko penurunan (*declining*) (Badrudin 2015).

Tindakan pengelolaan untuk menjaga kondisi stok berdasarkan parameter populasi ikan kakap tentunya dengan meningkatkan nilai SPR diatas ambang batas (>30%). Upaya yang dapat dilakukan yakni mengurangi tekanan penangkapan pada *Lutjanus bohar* dan *Lutjanus gibbus* dengan ketat, serta mengoptimalkan penangkapan pada *Lutjanus quinquelineatus*. Hal ini dapat dilakukan melalui mekanisme pengurangan intensitas penangkapan, pengaturan waktu penangkapan, dan pengaturan ukuran minimum ikan yang layak ditangkap. Memastikan tingkat mortalitas yang disebabkan oleh penangkapan lebih kecil dari laju mortalitas alami dan menyesuaikan ukuran penangkapan sedemikian rupa sehingga panjang ikan tertangkap berada di atas panjang optimal ( $L_{opt}$ ) (Froese *et al.* 2016). Intervensi tindakan pengelolaan diperlukan untuk memulihkan kembali stok ikan kakap di perairan TN Taka Bonerate agar memastikan perikanan yang berkelanjutan. Menunda implementasi pengelolaan secara signifikan akan mengurangi potensi pemanfaatan yang berdampak pada aspek sosial-ekonomi dan biologi dari pengelolaan yang lebih baik (Mangin *et al.* 2018). Pengelolaan perikanan yang efektif dapat membantu mengurangi tekanan degradasi stok, namun memerlukan tindakan seperti kapasitas pengelolaan yang memadai, kebijakan yang baik, dan data perikanan yang akurat (Yulianto *et al.* 2023). Upaya pendataan dalam penilaian kesehatan stok tetap perlu dilakukan, mengingat data memiliki peran yang cukup penting dalam mendukung penilaian kesehatan stok, yang hasilnya akan menjadi pengembangan saran pemanfaatan dan pengelolaan perikanan di kawasan. Oleh sebab itu kerjasama antara pemangku kepentingan diperlukan untuk memastikan bahwa tindakan pengelolaan dapat diterapkan dengan baik (Tirtadanu *et al.* 2023). Walaupun kondisi stok ikan yang hidup di ekosistem perairan yang kompleks dan saling terkait dengan variasi alami yang cukup besar sehingga tidak ada proses ekologi yang

diketahui secara sempurna. Keterbatasan informasi ilmiah tidak boleh menjadi alasan untuk menunda tindakan konservasi dan pengelolaan perikanan. Namun sebaliknya, ketidakpastian informasi ilmiah ini perlu dipertimbangkan secara eksplisit selama melakukan pengkajian stok, analisis risiko, dan pengelolaan perikanan (Uusitalo *et al.* 2015).

## KESIMPULAN

Ikan kakap (*Lutjanus spp.*) merupakan spesies yang memiliki laju pertumbuhan relatif lambat untuk mencapai panjang asimptotiknya. Oleh sebab itu apabila mengalami tekanan penangkapan yang tinggi ikan tersebut cukup rentan karena membutuhkan waktu lama untuk mencapai ukuran panjang yang layak ditangkap. Kondisi stok pada spesies *L. bohar* dan *L. gibbus* berada dalam tingkatan tidak berkelanjutan dengan indikasi laju eksploitasi mengalami kondisi lebih tangkap ( $E > 0,5$ ) dan nilai  $SPR < 30\%$ . Sedangkan kondisi stok pada spesies *L. quinquelineatus* masih dalam batas optimal dengan nilai  $E = 0,5$  dan  $SPR = 30\%$ . Oleh sebab itu dalam kerangka pengelolaan, kegiatan pemanfaatan sumber daya perikanan yang terindikasi mengalami *fully-over exploited* yaitu spesies *L. bohar* dan *L. gibbus* menjadi target utama yang harus dikelola melalui pengaturan ketat agar memastikan keberlanjutan sumberdaya tersebut. Sedangkan ikan dengan *under exploited* yaitu *L. quinquelineatus* dapat dioptimalkan kegiatan penangkapannya.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pendugaan stok perikanan kakap ini, kegiatan pengumpulan data perikanan berbasis pendaratan terutama bagi perikanan skala kecil menjadi elemen yang cukup penting dalam mendukung strategi pengelolaan yang efektif. Oleh sebab itu memperkuat kegiatan pengumpulan yang dilakukan secara kontinu tetap perlu dilakukan agar dapat meningkatkan ketepatan penilaian kesehatan stok ikan sehingga memberikan kontribusi dalam pemantauan, evaluasi, serta pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bloomberg Philanthropies atas

dukungan dana dalam penelitian ini dan enumerator di tiga desa (Tarupa Besar, Rajuni Kecil, dan Latondu Besar) atas bantuan dan kerjasamanya dalam pengumpulan data penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Balai Taman Nasional dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang telah mengizinkan peneliti melakukan penelitian di Taman Nasional Taka Bonerate.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina S, Hartati ID, Gunar ANF, Sudarman, Muchtar I, Rimayanti R, Kartawijaya T. 2021. Laporan Teknis Kondisi Perikanan Karang di Taman Nasional Taka Bonerate [Technical Report]. Bogor: Wildlife Conservation Society - Indonesia Program.
- Agustina S, Natsir M, Boer M, Purwanto, Yulianto I. 2018. Parameter Populasi Kerapu Sunu (*Plectropomus* sp.) dan Opsi Pengelolaannya di Perairan Karimunjawa. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*. 9(2): 119-131. <https://doi.org/10.29244/jmf.9.2.119-131>
- Alam MS, Liu Q, Schneider P, Mozumder MM, Chowdhury MZ, Uddin MM, Monwar MM, Hoque ME, Barua S. 2022. Length-Based Stock Assessment for the Data-Poor Bombay Duck Fishery from the Northern Bay of Bengal Coast, Bangladesh. *Journal of Marine Science and Engineering*. 10(2): 213. <https://doi.org/10.3390/jmse10020213>
- Amorim P, Sousa P, Westmeyer M, Menezes GM. 2018. Generic Knowledge Indicator (GKI): A tool to Evaluate the State of Knowledge of Fisheries Applied to Snapper and Grouper. *Marine Policy*. 89: 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.030>
- Araki K, Tachihara K. 2021. Age, Growth, and Reproductive Biology of the Five-Lined Snapper *Lutjanus quinquelineatus* Around Okinawa-Jima Island, Southern Japan. *Fisheries Science*. 87(4): 503-512. <https://doi.org/10.1007/s12562-021-01520-x>
- Aspan Z. 2015. Perlindungan Hukum Terhadap Terumbu Karang di Taman Nasional Taka Bonerate (TNT). *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*. 2(2): 73-94. <https://doi.org/10.38011/jhli.v2i2.26>
- Asri M, Wahyuni ES, Satria A. 2019. Destructive Fishing Practices. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*. 7(1): 25-33. <https://doi.org/10.22500/sodality.v7i1.24782>
- Ault JS, Smith SG, Bohnsack JA, Luo J, Stevens MH, DiNardo GT, Johnson MW, Bryan DR. 2019. Length-Based Risk Analysis for Assessing Sustainability of Data-Limited Tropical Reef Fisheries. *ICES Journal of Marine Science*. 76(1): 165-180. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy123>
- Ault JS, Luo J, Monaco M, Appeldoorn R. 2008. Length-Based Assessment of Sustainability Benchmarks for Coral Reef Fishes in Puerto Rico. *Environmental Conservation*. 35(3): 221-231. <https://doi.org/10.1017/S0376892908005043>
- Badrudin B, Aisyah A. 2017. Separate Stocks of Red Snapper Exploitation and Management in the Indonesian Sector of the Arafura Sea. *Indonesian Fisheries Research Journal*. 15(1): 81-88. <https://doi.org/10.15578/ifrj.15.1.2009.81-88>
- Badrudin M. 2015. Pedoman Teknis Estimasi Spawning Potential Ratio (SPR) dalam Protokol Pengkajian Stok Sumber Daya Ikan: Komisi Nasional Pengkajian Stok Sumber Daya Ikan. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. 65-80.
- Baldé BS, Fall M, Kantoussan J, Sow FN, Diouf M, Brehmer P. 2019. Fish-Length Based Indicators for Improved Management of the Sardinella Fisheries in Senegal. *Regional Studies in Marine Science*. 31: 100801. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100801>
- Barua S, Liu Q, Alam MS, Schneider P, Mozumder MMH. 2022. Application of Length-Based Assessment Methods to Elucidate Biological Reference Points of Black Pomfret Stock in the Bay of

- Bengal, Bangladesh. *Fishes*. 7(6): 384.  
<https://doi.org/10.3390/fishes7060384>
- Beddington JR, Kirkwood GP. 2005. The Estimation of Potential Yield and Stock Status Using Life-History Parameters. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 360(1453): 163-170.  
<https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1582>
- Effendie MI. 2002. *Fisheries Biology*. Yayasan Pustaka Nusantara.
- Ernawati T, Agustina S, Kembaren D, Yulianto I, Satria F. 2021. Life History Parameters and Spawning Potential Ratio of Some Reef Fish Species in Fisheries Management Area 715 of Indonesia. *AACL Bioflux*. 14(5): 3092-3103.  
<https://www.researchgate.net/journal/AACL-Bioflux-1844-9166>
- Ernawati T, Budiarti TW. 2020. Life History and Length Base Spawning Potential Ratio (LBSPR) of Malabar Snapper *Lutjanus malabaricus* (Bloch & Schneider, 1801) in Western of South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 404(1): 012023.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012023>
- FAO. 2020. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Rome.  
<https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Fatma F, Mallawa A, Najamuddin N, Zainuddin M, Ayyub FR. 2021. A Study of Brown-Marbled Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) Population Dynamics in Takabonerate National Park Waters, South Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 22(10): 4298-4307.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d221022>
- Fauziyah, Purwiyanto AIS, Agustriani F, Putri WAE, Ermatita, Putra A. 2020. Determining the Stock Status of Snapper (*Lutjanus* sp.) Using Surplus Production Model: A Case Study in Banyuasin Coastal Waters, South Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 404(1): 012009.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012009>
- Froese R, Winker H, Gascuel D, Sumaila UR, Pauly D. 2016. Minimizing the Impact of Fishing. *Fish and Fisheries*. 17(3): 785-802. <https://doi.org/10.1111/faf.12146>
- Froese R, Binohlan C. 2000. Empirical Relationships to Estimate Asymptotic Length, Length at First Maturity and Length at Maximum Yield per Recruit in Fishes, with a Simple Method to Evaluate Length Frequency Data. *Journal of Fish Biology*. 56(4): 758-773.  
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x>
- Fujita R, Karr K, Apel A, Mateo I. 2012. Guide to the Use of Froese Sustainability Indicators to Assess and Manage Data-Limited Fish Stocks. *Oceans Program, Environmental Defense Fund. Research and Development Team*.
- Ghosh S, Rao MVH, Mahesh VU, Satish KM, Rohit P. 2016. Fishery, Reproductive Biology and Stock Status of the Indian Mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817), Landed Along the North-East Coast of India. *Indian Journal of Fisheries*. 63(2): 33-41.  
<http://eprints.cmfri.org.in/id/eprint/10935>
- Gulland JA. 1971. The Fish Resources of the Ocean. *Fishing News (Books) Ltd*.  
<https://www.fao.org/3/al937e/al937e.pdf>
- Halim A, Loneragan NR, Wiryawan B, Fujita R, Adhuri DS, Hordyk AR, Sondita MF. 2020. Transforming Traditional Management into Contemporary Territorial-Based Fisheries Management Rights for Small-Scale Fisheries in Indonesia. *Marine Policy*. 116: 103923.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103923>
- Hapsari AD, Zairion KMM, Kosasih G, Saputra A. 2023. Population Dynamic Parameters and Length Based Spawning Potential Ratio (LB-SPR) of Red Snapper (*Lutjanus malabaricus*) in the Eastern Java Sea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1137(1): 012062.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1137/1/012062>

- Hilyana S, Gigentika S, Rafandi MT, Hernawati. 2021. Assessment of Grouper and Snapper Fisheries with EAFM Approach and Sustainable Strategy Management in Sumbawa-Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 712(1): 012049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/712/1/012049>
- Herrón P, Mildenerger TK, Díaz JM, Wolff M. 2018. Assessment of the Stock Status of Small-Scale and Multi-Gear Fisheries Resources in the Tropical Eastern Pacific Region. *Regional Studies in Marine Science*. 24: 311-323. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2018.09.008>
- Hoggarth DD. 2006. Stock Assessment for Fishery Management: A Framework Guide to the Stock Assessment Tools of the Fisheries Management and Science Programme. *Food & Agriculture Org*.
- Holloway C, Bucher D, Kearney L. 2015. A Preliminary Study of the Age and Growth of Paddletail Snapper *Lutjanus gibbus* (Forsskal 1775) in Bunaken Marine Park, North Sulawesi, Indonesia. *Asian Fisheries Science*. 28: 186-197. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2015.28.4.005>
- Hordyk A, Ono K, Valencia S, Loneragan N, Prince J. 2015a. A Novel Length-Based Empirical Estimation Method of Spawning Potential Ratio (SPR), and Tests of Its Performance, for Small-Scale, Data-Poor Fisheries. *ICES Journal of Marine Science*. 72(1): 217-231. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>
- Hordyk AR, Loneragan NR, Prince JD. 2015b. An Evaluation of an Iterative Harvest Strategy for Data-Poor Fisheries Using the Length-Based Spawning Potential Ratio Assessment Methodology. *Fisheries Research*. 171: 20-32. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.12.018>
- Jennings S, Reynolds JD, Mills SC. 1998. Life History Correlates of Responses to Fisheries Exploitation. *Proceedings: Biological Sciences*. 265(1393): 333-339. <https://doi.org/10.1098/rspb.1998.0300>
- Jennings S, Reynolds JD, Polunin NVC. 1999. Predicting the Vulnerability of Tropical Reef Fishes to Exploitation with Phylogenies and Life Histories. *Conservation Biology*. 13(6): 1466-1475. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98324.x>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2022. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2022 Tentang Estimasi Potensi Sumber Daya Ikan, Jumlah Tangkapan Ikan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DitJaskel/peraturan/Kepmen%20KP%20Nomor%2019%20Tahun%202022%20tentang%20Estimasi%20Potensi%20C%20JTB%20dan%20Tingkat%20Pemanfaatan%20SDI%20di%20WPPNRI.pdf>
- Khasanah M, Nurdin N, de Mitcheson YS, Jompa J. 2019. Management of the Grouper Export Trade in Indonesia. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 28(1):1-15. <https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1542420>
- Mangin T, Cisneros-Mata MÁ, Bone J, Costello C, Gaines SD, McDonald G, Rodriguez L, Strauss CK, Zapata P. 2018. The Cost of Management Delay: The Case for Reforming Mexican Fisheries Sooner Rather than Later. *Marine Policy*. 88: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.042>
- Marriott RJ, Mapstone BD, Begg GA. 2007. Age-Specific Demographic Parameters, and Their Implications for Management of the Red Bass, *Lutjanus bohar* (Forsskal 1775): A Large, Long-Lived Reef Fish. *Fisheries Research*. 83(2): 204-215. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.09.016>
- Mehanna SF, Baker TS, Soliman FM, Soliman HA. 2017. Some Biological Aspects and Population Dynamics of the Five-Lined

- Snapper, *Lutjanus quinquelineatus* (Family: Lutjanidae) from Red Sea off Hurghada, Egypt. *Int J Fish Aquat Stud.* 5(5): 321-326.
- Mildenberger TK, Taylor MH, Wolff M. 2017. TropFishR: An R Package for Fisheries Analysis with Length-Frequency Data. *Methods in Ecology and Evolution.* 8(11): 1520-1527. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12791>
- Moore BR. 2019. Age-Based Life History of Humpback Red Snapper, *Lutjanus gibbus*, in New Caledonia. *Journal of Fish Biology.* 95(6): 1374-1384. <https://doi.org/10.1111/jfb.14142>
- Nanami A, Kurihara T, Kurita Y, Aonuma Y, Suzuki N, Yamada H. 2010. Age, Growth and Reproduction of the Humpback Red Snapper *Lutjanus gibbus* off Ishigaki Island, Okinawa. *Ichthyological Research.* 57: 240-244. <https://doi.org/10.1007/s10228-010-0160-8>
- Nugroho D, Patria MP, Supriatna J, Adrianto L. 2017. The Estimates Spawning Potential Ratio of Three Dominant Demersal Fish Species Landed in Tegal, North Coast of Central Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity.* 18(2): 844-849. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180257>
- Nurulludin N, Amri K, Lestari P. 2019. Parameter Populasi Ikan Kakap Merah (*Lutjanus malabaricus*) di Perairan Laut Cina Selatan. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT).* 2(1): 41-47. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v2i1.7407>
- Osio GC, Orio A, Millar CP. 2015. Assessing the Vulnerability of Mediterranean Demersal Stocks and Predicting Exploitation Status of Un-assessed Stocks. *Fisheries Research.* 171: 110-121. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105576>
- Pakro A, Mallawa A, Sudirman, Amir F. 2020. Population Dynamic of Red Snapper (*Lutjanus gibbus*) at Alor Waters East Nusa Tenggara Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 492(1): 012091. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/492/1/012091>
- Panuluh GD, Refah B, Arifin M, Tavo MH, Yulianto ES, Sukandar M, Wiadnya D. 2020. Pengelolaan Kawasan Konservasi: Studi Kasus Pulau Jinato Taman Nasional Taka Bonerate. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan.* 8(1): 126-130. <http://prosiding-semnas.fpk.ub.ac.id/index.php/prosempik/article/view/21>
- Pauly D. 1980. A selection of Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks [Report]. *FAO.* <https://digitalarchive.worldfishcenter.org/handle/20.500.12348/3637>
- Pauly D. 1984. Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators. *Monographs.* <https://ideas.repec.org/b/wfi/wfbook/12311.html>
- Pons M, Kell L, Rudd MB, Cope JM, Lucena FF. 2019. Performance of Length-Based Data-Limited Methods in a Multifleet Context: Application to Small Tunas, Mackerels, and Bonitos in the Atlantic Ocean. *ICES Journal of Marine Science.* 76(4): 960-973. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz004>
- Pope KL, Lochmann SE, Young MK. 2010. Methods for Assessing Fish Populations *dalam Inland Fisheries Management in North America* (4th ed). *American Fisheries Society.* 325-351. <https://digitalcommons.unl.edu/ncfwrustaff/74>
- Prince J, Victor S, Kloulchad V, Hordyk A. 2015. Length Based SPR Assessment of Eleven Indo-Pacific Coral Reef Fish Populations in Palau. *Fisheries Research.* 171: 42-58. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.06.008>
- Purwanto, Franklin EC, Mardiani SR, White A. 2022. Stock Assessment and Overexploitation Risk of Small Pelagic Fish in Fisheries Management Area 715 of Indonesia. *Asian Fisheries Science.* 35(1): 76-89. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2022.35.1.007>



- Pusdatin KKP. 2023. Produksi Perikanan Tangkap Laut – Kementerian Kelautan dan Perikanan [Internet]. [diunduh 2023 Agustus 31]. Tersedia pada: [https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=prod\\_ikan\\_prov&i=2](https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=prod_ikan_prov&i=2)
- Retnoningtyas H, Agustina S, Dhani AK, Wiryawan B, Palm HW, Natsir M, Hartati ID, Prasetya R, Yulianto I. 2023. Impact of Fishing Pressure on Reproductive Biology of Mackerel Scad, *Decapterus macarellus* (Cuvier, 1833) in Sulawesi Sea and Maluku Sea, Indonesia. *Asian Fisheries Science*. 36: 164-170. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2023.36.3.005>
- Rochet MJ, Trenkel VM. 2003. Which Community Indicators Can Measure the Impact of Fishing? A Review and Proposals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 60(1): 86-99. <https://doi.org/10.1139/f02-164>
- Rumagia AG, Mosse JW, Ongkers OTS. 2020. Parameter Populasi Beberapa Spesies Ikan Karang di Perairan Kecamatan Seram Timur. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*. 12(2): 360-368. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.2.360-368>
- Sparre P, Venema SC. 1998. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment - Part 1: Manual. FAO. <https://www.fao.org/publications/card/fr/c/9bb12a06-2f05-5dcb-a6ca-2d6dd3080f65/>
- Suyasa IN, Sari AFR, Agustina S, Prasetya R, Suharti R, Ruchimat T, Wiryawan B, Yulianto I. 2023. Length-Based Stock Assessment of the Pacific Yellowtail Emperor in the Southern Sulawesi, Indonesia. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 26(3): 216-223. <https://doi.org/10.47853/FAS.2023.e18>
- Then AY, Hoenig JM, Hall NG, Hewitt DA, Handling editor: Jardim E. 2015. Evaluating the Predictive Performance of Empirical Estimators of Natural Mortality Rate Using Information on Over 200 Fish Species. *ICES Journal of Marine Science*. 72(1): 82-92. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu136>
- Tirtadanu, Prihatiningsih, Yusuf HN, Zamroni A, Amri Khairul, Chodrijah U. 2023. Assessing the Stock Status of Areolate Grouper (*Epinephelus areolatus*) in Java Sea, Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*. 66: 103116. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103116>
- Trippel EA, Kjesbu OS, Solemdal P. 1997. Effects of Adult Age and Size Structure on Reproductive Output in Marine Fishes dalam *Early Life History and Recruitment in Fish Populations*. Dordrecht: Springer Netherlands. 31-62. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-1439-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-009-1439-1_2)
- Udupa KS. 1986. Statistical Method of Estimating the Size at First Maturity in Fishes. *Fishbyte*. 4(2): 8-10.
- Uusitalo L, Lehtikoinen A, Helle I, Myrberg K. 2015. An Overview of Methods to Evaluate Uncertainty of Deterministic Models in Decision Support. *Environmental Modelling and Software*. 63: 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.09.017>
- Wahyuningsih W, Prihatiningsih P, Ernawati T. 2016. Parameter Populasi Ikan Kakap Merah (*Lutjanus malabaricus*) di Perairan Laut Jawa Bagian Timur. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*. 5(3): 175-179. <https://doi.org/10.15578/bawal.5.3.2013.175-179>
- Williams AJ, Newman SJ, Wakefield CB, Bunel M, Halafih T, Kaltavara J, Nicol SJ. 2015. Evaluating the Performance of Otolith Morphometrics in Deriving Age Compositions and Mortality Rates for Assessment of Data-Poor Tropical Fisheries. *ICES Journal of Marine Science*. 72(7): 2098-2109. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv042>
- Wright A, Dalzell PJ, Richards AH. 1986. Some Aspects of the Biology of the Red Bass, *Lutjanus bohar* (Forsskal), from the Tigak Islands, Papua New Guinea. *Journal of Fish Biology*. 28(5): 533-544. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1986.tb05191.x>
- Yulianto I, Retnoningtyas H, Yuwandana DP, Hartati ID, Agustina S, Natsir M, Riyanto M, Ruchimat T, Gigentika S,

Prasetia R, Wiryawan B. 2023. Introduction of hook size as a tool for management measures of harvest control rules to improve grouper stock in Indonesia. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 26(10): 612-627. <https://doi.org/10.47853/FAS.2023.e53>

Zamroni A, Ernawati T. 2019. Population Dynamic and Spawning Potential Ratio

of Short Mackerel (*Rastrelliger brachysoma* Bleeker, 1851) in the Northern Coast of Java. *Indonesian Fisheries Research Journal*. 25(1): 1-10. <https://doi.org/10.15578/ifrj.25.1.2019.1-10>