

PENDUGAAN STATUS STOK DAN INDIKATOR BIOEKONOMI PERIKANAN KERAPU DI TELUK SALEH, NUSA TENGGARA BARAT

*Estimating Stock Status and Bioeconomic Indicator of Grouper Fishery in Saleh Bay,
West Nusa Tenggara*

Oleh:

Diding Sudira Efendi^{1*}, Karyoto¹, Andi Irawan¹, Hermawan Gatot Priyadi¹,
Muhammad Nur Misuari¹, Nunik Mulyandari¹

¹Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan, Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta.
Jl. Raya Pasar Minggu, RT.1/RW.9, Jati Padang, Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta
12520. diding.efendi@kkp.go.id; karyoto.pdhn@gmail.com; andi.irawan.sh@gmail.com;
hermawangp.aup2023@gmail.com; nnm4ry@gmail.com; nunikmul28@gmail.com.

* Korespondensi: diding.efendi@kkp.go.id

Diterima: 1 Juni 2023; Direvisi: 2 September 2023; Disetujui: 11 September 2023

ABSTRACT

*One of the challenges in managing small-scale fisheries with limited data is the need for indicators to estimate the stock status and the total allowable catch for sustainable utilization of fish resources. This study aims to estimate the stock status, catch, and optimal fishing effort of the grouper fishery in Saleh Bay, West Nusa Tenggara Province by using the Length-based Spawning Potential Ratio analysis, production surplus model, and bioeconomic approach. Based on the results of this study, it is known that *Plectropomus leopardus* and *Epinephelus coioides* are in overexploited condition, while *Plectropomus maculatus* is in fully exploited status. This study also shows that with a bioeconomic approach, optimal conditions for grouper fisheries in these waters are achieved when the catch is 3,862.1 tonnes per year. The results of this study underline the importance of maximum economic yield-based management as a framework for a fishing quota-based system as an additional instrument in implementing sustainable fishery management in the future. The success of applying the quota system and the total allowable effort is determined by the accuracy of the catch data of small vessels around Saleh Bay under regulatory provisions, supervision and effective law enforcement, the socio-cultural conditions of local communities and the level of compliance with regulations.*

Keywords: *fishing effort, grouper, overfished, quota system.*

ABSTRAK

Salah satu tantangan dalam pengelolaan perikanan skala kecil dengan data terbatas adalah belum tersedianya indikator untuk mengestimasi status stok sumber daya ikan. Padahal pemanfaatan sumber daya ikan yang berkelanjutan sudah semestinya didasarkan pada estimasi status stok dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan. Studi ini bertujuan untuk menduga status stok, hasil tangkapan dan upaya penangkapan optimal perikanan kerapu di Teluk Saleh, Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan analisis *Length-based Spawning Potential Ratio*, model surplus produksi dan pendekatan bioekonomi. Berdasarkan hasil studi ini diketahui bahwa *Plectropomus leopardus* dan *Epinephelus coioides* berada pada kondisi *overexploited*, sedangkan *Plectropomus maculatus* berada pada status *fully exploited*. Studi ini juga menunjukkan bahwa dengan pendekatan bioekonomi, kondisi optimal perikanan kerapu di perairan tersebut dicapai pada saat hasil tangkapan sebesar 3.862,1 ton per tahun. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya pembatasan hasil tangkapan berdasarkan *maximum economic yields-based management* sebagai

kerangka pembatasan hasil penangkapan dengan menggunakan sistem kuota penangkapan ikan sebagai instrumen tambahan dalam menerapkan pengelolaan penangkapan ikan terukur secara berkelanjutan di masa yang akan datang. Keberhasilan penerapan *quota system* ditentukan oleh akurasi pencatatan hasil tangkapan kapal berukuran kecil di sekitar Teluk Saleh sesuai dengan ketentuan regulasi, pengawasan dan penegakan hukum yang efektif, kondisi sosiokultural komunitas lokal dan tingkat kepatuhan terhadap aturan.

Kata kunci: kuota, penangkapan berlebih, upaya penangkapan.

PENDAHULUAN

Pengelolaan perikanan kerapu di Indonesia pada umumnya berupa perikanan skala kecil (Halim *et al.* 2019; Khasanah *et al.* 2019a; Achmad *et al.* 2022) yang dapat memanfaatkan kuota nelayan lokal. Perikanan kerapu Teluk Saleh memberikan kontribusi signifikan terhadap perikanan karang Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) (Natsir *et al.* 2019). Pada tahun 2021, diperkirakan 60 persen hasil tangkapan ikan kerapu di Provinsi NTB berasal dari Teluk Saleh (KKP 2023). Kegiatan penangkapan ikan kerapu telah menjadi tumpuan bagi 5.800 nelayan yang bermukim di sepanjang pesisir teluk tersebut (Natsir *et al.* 2022) dan perekonomian Provinsi NTB (Efendi *et al.* 2021). Keberadaan usaha perikanan kerapu di Teluk Saleh menjadi tulang punggung perekonomian dan tumpuan penghidupan bagi tidak kurang dari). Hal ini disebabkan ikan kerapu, terutama kerapu sunu, dikenal sebagai komoditas *seafood* ekonomis penting yang permintaannya terus meningkat baik di pasar domestik maupun internasional (Khasanah *et al.* 2019b; Efendi *et al.* 2021).

Namun, akibat masifnya kegiatan penangkapan ikan yang tidak terkendali telah berdampak pada semakin rendahnya hasil tangkapan jenis ikan kerapu yang mengarah pada terjadinya *overfishing* di perairan tersebut (Efendi *et al.* 2021). Kondisi ini menjadi ancaman utama bagi keberlangsungan sektor penangkapan ikan secara keseluruhan, sehingga tanpa tindakan pengelolaan yang tepat akan menyebabkan kepunahan (Khasanah *et al.* 2019b). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jenis *Plectropomus areolatus* (kerapu sunu hitam) dan *Epinephelus fuscoguttatus* kondisinya rentan (*vulnerable*) terhadap ancaman kepunahan (Rhodes 2018, Sadovy de Mitcheson *et al.* 2020).

Dalam rangka menjaga keberlanjutan perikanan, pemerintah melalui Peraturan Gubernur (PERGUB) NTB Nomor 32 tahun

2018 tentang Rencana Aksi Pengelolaan Perikanan Kerapu dan Kakap Berkelanjutan di Teluk Saleh, Teluk Cempi, Teluk Waworada, dan Perairan Sape Tahun 2018-2023 telah mengatur aspek teknis penangkapan ikan kerapu skala kecil (Efendi *et al.* 2020). Penangkapan kerapu di Provinsi NTB sebelumnya tidak diatur (*un-regulated*) karena didominasi perikanan skala kecil dengan karakter *multispecies*, *multigear*, berdomisili di *remote area*, dan pada umumnya hasil dan kegiatan penangkapannya tidak dilaporkan dengan baik (Efendi 2021).

Permasalahan dalam pengelolaan perikanan yang dihadapi nelayan kecil secara umum berupa data terbatas (Pita *et al.* 2019) sehingga belum mampu memenuhi tingkat akurasi penghitungan stok ikan (Harlyan 2011). Walaupun perikanan kerapu memiliki nilai ekonomis penting, status stok ikan jenis ini tidak diketahui, khususnya pada kasus perikanan skala kecil pada negara berkembang dengan sistem pendataan yang terbatas (Amorim *et al.* 2019). Kondisi ini juga dihadapi perikanan kerapu di Provinsi NTB. Informasi populasi dan kelimpahan stok ikan demersal dan ikan karang di Provinsi NTB juga masih terbatas, tidak tersedianya data hasil tangkapan dan upaya per spesies secara runtun waktu, dan pada umumnya ditangkap oleh nelayan kecil *multispecies*, dan *multiple gears* (Agustina *et al.* 2019). Keadaan ini tidak jauh berbeda dengan situasi saat ini. Menurut Hilyana *et al.* (2023), ketersediaan informasi mengenai status stok ikan kerapu di perairan Sumbawa termasuk di Teluk Saleh tergolong sangat minim. Ketiadaan data akan menyulitkan pemerintah NTB memutuskan strategi pengelolaan perikanan kerapu yang tepat di perairan Sumbawa termasuk di Teluk Saleh. Begitupun halnya dalam konteks penghitungan kuota nelayan lokal, tanpa disertai data dan sistem pemantauan yang efektif termasuk pada nelayan kecil, akan sulit dilakukan penerapan alokasi kuota penangkapan ikan sebagai instrumen pengendalian penangkapan (Ramdhani *et al.*

2022). Demikian halnya dalam kerangka penyusunan strategi pengelolaan perikanan kerapu, langkah penting yang perlu dilakukan adalah menentukan status stok (Yildiz dan Ulman 2020) dan indikator perikanan kerapu yang dikelola. Pada situasi data terbatas, akan sulit melakukan kajian pendugaan stok sebagai *reference point* dalam penyusunan pengelolaan dengan menggunakan pemodelan berbasis kuantitatif (Garcia et al. 2013) yang pada umumnya terjadi pada perikanan skala kecil, termasuk pada perikanan kerapu di Teluk Saleh.

Berdasarkan kondisi faktual di atas, maka penelitian mengenai status stok kerapu ini sangat penting untuk memastikan keberlanjutan pengelolaan perikanan di area ini dalam jangka panjang. Penelitian tentang aspek biologi (pendugaan status, parameter populasi, hubungan panjang - berat, dan status pemanfaatan) kerapu di perairan Indonesia telah banyak dilakukan. Sementara itu, beberapa penelitian pendugaan status stok ikan kerapu dengan menggunakan *spawning potential ratio* (SPR) telah dilakukan oleh Agustina et al. (2018), Patanda et al. (2017), Amorim et al. (2020), Efendi et al. (2020), Halim et al. (2020), Dimarchopoulou et al. (2021), Sudarmo et al. (2022), dan Hilyana et al. (2023). Namun penelitian yang fokus pada aspek penilaian indikator ekonomi belum banyak dilakukan karena pada umumnya terkendala keterbatasan data (Tilley et al. 2018). Beberapa penelitian perikanan kerapu di Indonesia telah menggunakan pendekatan bioekonomi konvensional yang memadukan aspek dinamika stok dan perilaku ekonomi untuk memperkirakan hasil tangkapan dan upaya penangkapan optimal secara berkelanjutan (Najamuddin et al. 2016, Baso et al. 2017). Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji status stok dan indikator bioekonomi perikanan kerapu di perairan Teluk Saleh. Kedua indikator tersebut akan menjadi bahan pertimbangan efektivitas penerapan sistem kuota. Studi ini menggunakan berbagai sumber informasi secara kuantitatif untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang status stok kerapu dan parameter bioekonomi yang dapat digunakan sebagai indikator pemanfaatan ikan kerapu di Teluk Saleh pada tingkat optimum. Data stok ikan dan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan (JTB) dapat diadopsi dan dijadikan bahan pertimbangan dalam penghitungan kuota penangkapan ikan dan strategi pengelolaan perikanan kerapu secara berkelanjutan.

METODE

Pengumpulan data dalam penelitian ini berlangsung sejak Januari-Desember 2019. Lokasi penelitian mencakup perairan Teluk Saleh di Provinsi NTB sebagaimana terlihat pada peta pada Gambar 1. Perairan Teluk Saleh merupakan bagian dari WPP-NRI 713 yang meliputi perairan Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores dan Laut Bali yang kaya akan sumber daya ikan kerapu. Teluk Saleh adalah teluk besar yang terletak di sebelah utara pulau Sumbawa Provinsi NTB dengan total area seluas 1.910 km² dan memiliki kedalaman 0 hingga 324 meter (Yulius et al. 2018).

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder dan data primer (Tabel 1). Data sekunder (*un-publish data*) yang digunakan untuk analisis *Spawning Potential Ratio* berupa data panjang ikan yang dikumpulkan enumerator Wildlife Conservation Society di lima lokasi pusat kegiatan pendaratan utama kapal penangkap ikan kerapu, yaitu Labuan Kuris, Labuan Sanggoro, Labuan Jambu, Labuan Sumbawa, dan Soro. Data tersebut kemudian diolah menghasilkan *life history* parameter ikan kerapu di Teluk Saleh. Sedangkan tiga spesies kerapu terpilih yang memiliki nilai ekonomis penting dan dominan tertangkap nelayan (di atas 200 sampel), yaitu *Plectropomus leopardus*, *Plectropomus maculatus*, dan *Epinephelus coioides*. Distribusi frekuensi panjang dibuat dengan interval kelas 2.

Adapun data sekunder yang digunakan dalam analisis bioekonomi berupa data hasil tangkapan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sumbawa dan BPS Kabupaten Dompu serta laporan statistik dari Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Provinsi, Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Sumbawa dan Dinas Perikanan Kabupaten Dompu. Selain itu, dikumpulkan pula data *time series* (10 tahun) berupa data produksi dan *effort* yang bersumber dari BPS Kabupaten Sumbawa dan BPS Kabupaten Dompu, serta data indeks harga konsumen (IHK) berasal dari data yang disajikan BPS Pusat.

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus. Fenomena yang dikaji secara mendalam dalam penelitian ini adalah titik acuan dalam menentukan status sumber daya ikan kerapu di Teluk Saleh, yaitu apakah terjadi *overexploited* dan/atau *overfishing* baik secara biologi maupun ekonomi. Pengumpulan data biaya operasional dilakukan melalui wawancara terhadap 50 responden nelayan yang dipilih secara purposif (*purposive*

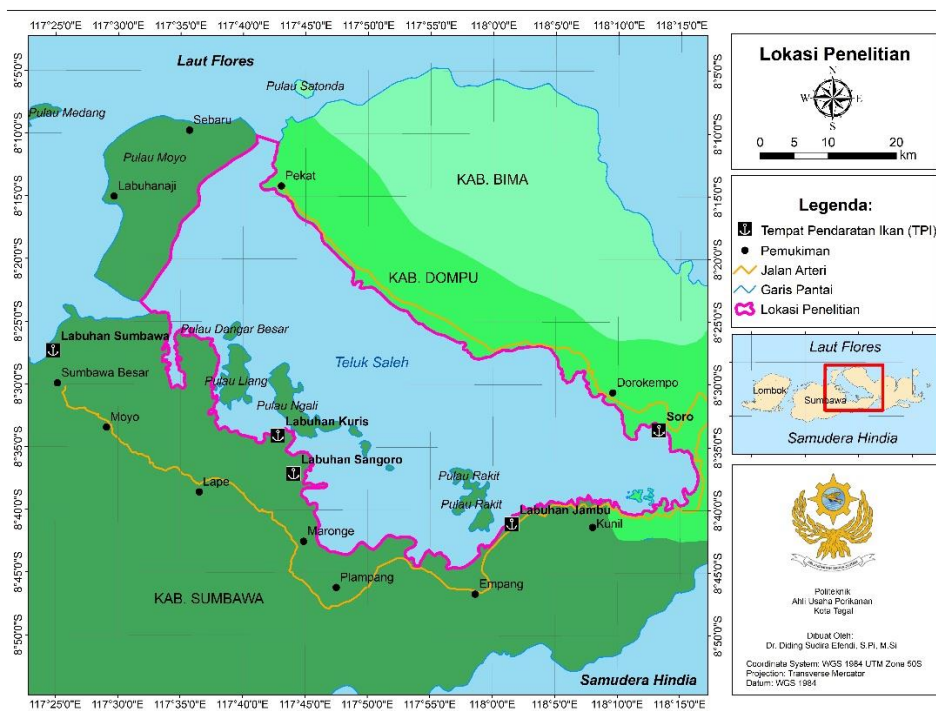
sampling). Penentuan jumlah sampel berdasarkan formula Krejcie dan Morgan (1970) pada taraf kepercayaan 90%.

Analisis pendugaan *spawning potential ratio* (SPR) dilakukan dengan analisis *Length-based Spawning Potential Ratio* (LBSPR) yang tersedia secara online pada situs www.barefootecologist.com.au/lbspr (Hordyk *et al.* 2015). Metode ini dapat digunakan untuk menghitung *size selectivity* dalam konteks perikanan skala kecil di Indonesia (Prince *et al.* 2020) berdasarkan *life history parameters* seperti data panjang asimtotik (L_{∞}), koefisien pertumbuhan (k), tingkat kematian alami (M) berdasarkan hasil analisis Efendi (2021). Analisis LBSPR mampu menghasilkan *reference points* (Prince dan Hordyk 2018) dan dapat membantu dalam mengambil keputusan pengelolaan perikanan dengan prinsip kehati-hatian (Sadovy de Mitcheson *et al.* 2020) karena model tersebut memiliki asumsi dan keterbatasan yang tergantung pada parameter populasi.

Selain menggunakan nilai SPR sebagai indikator menduga stok ikan, penelitian ini juga menggunakan *Surplus Production Model*. Model tersebut merupakan salah satu model yang paling sederhana dan paling mudah dijelaskan dan diterima oleh pengelola perikanan dengan menggunakan analisis *catch* dan *effort* dalam menentukan titik *maximum sustainable yields* (MSY) dan upaya penangkapan optimum di suatu perairan (Badrudin 2015).

Analisis *Surplus Production Model* digunakan karena selain dapat dihitung jumlah produksi maksimum lestari dan upaya tangkap optimum yang diperlukan, analisis ini dapat diketahui juga nilai konstanta pertumbuhan alami (*intrinsic growth* atau disimbolkan "r"), kemampuan alat tangkap (*catchability* atau "q") dan daya dukung perairan (*carrying capacity* atau "K"). Model yang digunakan adalah Model Schaefer (1954). Sementara itu, model bioekonomi dapat dihitung dengan formula sebagaimana tertera pada Tabel 2.

Pada penelitian ini menggunakan model bioekonomi statik Copes (1972) dalam Fauzi (2010) dengan menggunakan kerangka dasar biologi Model Schaefer. Model ini mengaitkan harga dan biaya total merupakan fungsi dari output (hasil tangkapan). Titik keseimbangan pada kondisi MEY diperoleh dari perpotongan antara kurva permintaan dengan kurva penawaran, sehingga titik maksimum dicapai pada saat harga sama dengan biaya marjinal. Sementara itu, pada kondisi *open access*, keseimbangan harga dapat dicapai pada saat kurva permintaan sama dengan kurva penawaran pada model Schaefer seperti pada Tabel 2. Adapun rente ekonomi bisa ditulis dalam bentuk persamaan: $\pi = p[aEbE^2] - cE$. Estimasi harga ikan (p) dikonversi ke nilai riil dengan menggunakan indeks harga konsumen (IHK) yang berlaku di lokasi penelitian (Fauzi dan Anna 2005).



Gambar 1 Peta lokasi penelitian. Perairan Teluk Saleh di Provinsi NTB.

Tabel 1 Jenis dan Sumber Data Penelitian

| Jenis Data | Data yang dikumpulkan | Sumber Data |
|---------------|--|---|
| Data sekunder | Ukuran panjang ikan Hasil tangkapan dan upaya penangkapan | Wildlife Conservation Society (WCS) Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sumbawa dan BPS Kabupaten Dompu, DKP Kabupaten Sumbawa dan DKP Kabupaten Dompu |
| | Indeks harga konsumen (IHK) Harga ikan | BPS Pusat (Indeks Harga Konsumen 90 Kota di Indonesia) BPS Pusat (Statistik Harga Produsen Pertanian Subsektor Peternakan dan Perikanan) |
| Data primer | Biaya penangkapan ikan | Wawancara nelayan |

Tabel 2 Formulasi penentuan indikator bioekonomi pada setiap kondisi pengelolaan

| Kondisi pengelolaan | Indikator bioekonomi | Persamaan |
|---------------------|-------------------------------|--|
| MSY | Upaya (E_{MSY}) | $E_{MSY} = \frac{r}{2q}$ |
| | Hasil tangkapan (h_{MSY}) | $h_{MSY} = \frac{rK}{4}$ |
| | Biomasa ikan (X_{MSY}) | $X_{MSY} = \frac{K}{2}$ |
| MEY | Upaya (E_{MEY}) | $E_{MEY} = \frac{r}{2q} \left(1 - \frac{c}{pqK}\right)$ |
| | Hasil tangkapan (h_{MEY}) | $h_{MEY} = \frac{rK}{4} \left(1 + \frac{c}{pqK}\right) \left(1 - \frac{c}{pqK}\right)$ |
| | Biomasa ikan (X_{MEY}) | $X_{MEY} = \frac{K}{2} \left(1 + \frac{c}{pqK}\right)$ |
| Open access | Upaya (E_{OA}) | $E_{OA} = \frac{r}{q} \left(1 - \frac{c}{pqK}\right)$ |
| | Hasil tangkapan (h_{OA}) | $h_{OA} = \frac{rc}{pq} \left(1 - \frac{c}{pqK}\right)$ |
| | Biomasa ikan (X_{OA}) | $E_{OA} = \frac{c}{pq}$ |

Dengan: r = pertumbuhan intrinsik (per tahun), q = koefisien daya tangkap (per alat per tahun), K = daya dukung (ton), c = biaya (Rp per ton per trip), p = harga (Rp per ton)
(Sumber: Fauzi 2010)

HASIL

Spawning Potential Ratio (SPR)

Menurut Brooks *et al.* (2010) dan Hordyk *et al.* (2015), *Spawning Potential Ratio* (SPR) adalah salah satu titik acuan biologi yang direkomendasikan bagi kondisi perikanan yang memiliki keterbatasan data. SPR dapat menjadi indikator dalam pendugaan status stok ikan dalam populasi (Natsir *et al.* 2022) dan metode ini dapat diterapkan dalam mengelola *size selectivity* pada banyak perikanan skala kecil di Indonesia. SPR dapat dinyatakan sebagai biomassa stok pemijahan per rekrut atau *spawning stock biomass per recruit* (SSBR) dari stok ikan yang ditangkap dibagi dengan SSBR stok sebelum ditangkap (Badrudin 2015). Konsep ini menggunakan parameter pertumbuhan Von Bertalanffy serta

mortalitas alami sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 4, nilai SPR ikan kerapu diperoleh nilai rata-rata berkisar 0,15-0,25. Nilai median SPR *Plectropomus leopardus* sebesar 0,19 dengan rentang nilai SPR persentil ke-2,5 dan persentil ke-97,5 sebesar 0,16 dan 0,23. Menurut Prince dan Hordyk (2018) dan Badrudin (2015), nilai SPR di bawah 20% mengindikasikan bahwa status stok ikan kerapu tersebut mengalami *overfished*. Hal yang sama juga terjadi pada *Epinephelus coioides* dengan nilai rata-rata SPR sebesar 0,15 yang menggambarkan kondisi pemanfaatan *overexploited*. Sementara itu, status stok spesies *Plectropomus maculatus* berada pada kondisi yang lebih baik.

Surplus Production Model

Estimasi parameter biologi dari kelompok kerapu dengan menggunakan *surplus production model* secara ringkas disajikan dalam Tabel 5. Hasil perhitungan model Gordon-Schaefer diperoleh nilai parameter biologi dengan tingkat pertumbuhan intrinsik (r) ikan kerapu sebesar 1,19 yang bermakna bahwa pertumbuhan alami ikan kerapu di Teluk Saleh sebesar 1,19 ton per tahun. Sementara koefisien daya tangkap (q) diketahui sebesar $6,64 \times 10^{-7}$ yang menunjukkan bahwa setiap peningkatan satuan upaya penangkapan ikan akan berpengaruh pada hasil tangkapan sebesar $6,64 \times 10^{-7}$ ton per trip. Sedangkan nilai K sebesar 13.142 ton berarti daya dukung lingkungan perairan Teluk

Saleh (K) sebagai habitat ikan kerapu sebesar 13.142 ton.

Optimasi Bioekonomi

Dalam pengelolaan perikanan model bioekonomi merupakan salah satu *tools* yang digunakan untuk mengevaluasi *trade-offs* antara tujuan ekologi dengan ekonomi (Purwanto *et al.* 2023). Analisis ini juga dapat dipakai dalam menghitung dan mengevaluasi kuota penangkapan ikan di suatu perairan tertentu. Untuk melihat tingkat penggunaan input (upaya penangkapan) dan hasil tangkapan yang optimal pada berbagai rezim pengelolaan yaitu MSY, MEY, dan *open access* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 3 Parameter *life history* ikan kerapu di Teluk Saleh

| Spesies | Linf (cm) | K (1/tahun) | M (1/tahun) | t0 (tahun) | Lm50 (cm) | M/K | Life-span (tahun) | Lm/Linf |
|-------------------------------|-----------|-------------|-------------|------------|-----------|------|-------------------|---------|
| <i>Plectropomus leopardus</i> | 75,1 | 0,23 | 0,32 | -0,57 | 40,4 | 1,39 | 14 | 0,54 |
| <i>Plectropomus maculatus</i> | 78,4 | 0,15 | 0,21 | -0,88 | 42 | 1,40 | 21 | 0,53 |
| <i>Epinephelus coioides</i> | 103 | 0,1 | 0,14 | -1,21 | 53,6 | 1,40 | 30 | 0,52 |

(Sumber: Efendi (2021), diolah)

Tabel 4 Perkembangan nilai rata-rata panjang ikan tertangkap, rasio kematian dan SPR ikan kerapu di Teluk Saleh

| Spesies | Rata-rata panjang ikan tertangkap (cm) | | Rasio kematian (F/M) | | Nilai <i>spawning potential ratio</i> (SPR) | |
|-------------------------------|--|-----------|----------------------|-----------|---|---------------------|
| | 2017 | 2018/2019 | 2017 | 2018/2019 | 2017* | 2018/2019 |
| <i>Plectropomus leopardus</i> | 37 | 41 | 1,63 | 1,44 | 0,24 | 0,19 (0,16-0,23) |
| <i>Plectropomus maculatus</i> | 40 | 47 | 1,13 | 0,70 | 0,21 | 0,25 (0,18-0,31) |
| <i>Epinephelus coioides</i> | 53 | 58 | 1,13 | 1,07 | 0,22 | 0,15 (0,13-0,18) |

*Retnongtyas *et al.* (2021)

Angka dalam kurung menunjukkan rentang nilai SPR persentil ke-2,5 dan persentil ke-97,5

Tabel 5 Parameter biologi model Schaefer perikanan kerapu

| Parameter | Simbol | Satuan | Nilai |
|--|-----------|---------------|-----------------------|
| Daya tangkap (<i>catchability</i>) | q | | $6,64 \times 10^{-7}$ |
| Daya dukung (<i>carrying capacity</i>) | K | ton | 13.142 |
| Pertumbuhan intrinsik | r | | 1,19 |
| Produksi lestari | h_{MSY} | ton per tahun | 3.927,8 |
| Biomasa ikan MSY | B_{MSY} | ton per tahun | 6.571,0 |
| Upaya MSY | E_{MSY} | hari | 900.000 |
| R^2 | | | 0,642* |

*signifikan pada α 1% dan menggunakan software R studio package TropFishR

Tabel 6 Optimasi bioekonomi dalam berbagai rezim pengelolaan perikanan kerapu di Teluk Saleh

| Indikator bioekonomi | Rezim pengelolaan | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | Optimal MSY | Optimal MEY | Open Access |
| Upaya penangkapan (trip per tahun) | 900.000* | 797.198 | 1.619.588 |
| Biomasa ikan (ton per tahun) | 6.571,0 | 7.296,1 | 1.265,5 |
| Hasil tangkapan (ton per tahun) | 3.927,8 | 3.862,1 | 1.360,9 |
| Rente ekonomi (Rp milyar per tahun) | 104,0 | 106,0 | 0 |

* trip dihitung berdasarkan jumlah hari melaut dalam setahun, yaitu jumlah kapal x trip perbulan x jumlah bulan dalam setahun

PEMBAHASAN

Sebagai langkah awal yang perlu dilakukan dalam menerapkan kebijakan penangkapan ikan terukur termasuk perikanan kerapu adalah dengan menentukan status stok sumber daya ikan tersebut di perairan Teluk Saleh dan selanjutnya mengatur dan menentukan jumlah ikan yang boleh ditangkap berdasarkan model surplus produksi. Informasi perikanan kerapu secara spesifik tidak termasuk dalam hasil kajian Komisi Nasional Pengkajian Sumber Daya Ikan, tetapi masuk dalam kelompok ikan karang.

Berdasarkan hasil penelitian ini, pendugaan nilai SPR pada *Plectropomus leopardus* dan *Epinephelus coioides* berada pada kondisi *overexploited*. Sementara itu, *Plectropomus maculatus* berada pada status *fully exploited* (moderate), yaitu pada rentang di atas batas 20 persen (*limit reference point*) (Hordyk et al. 2015) namun di bawah batas 30 persen (*target reference point*). Nilai SPR yang tinggi menggambarkan kesehatan populasi ikan, karena ikan dengan kondisi matang cukup tersedia melakukan reproduksi (Agustina et al. 2018).

Sementara itu, nilai SPR *Plectropomus leopardus* mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun 2017 sebesar 0,24 dan kini status stoknya berada pada kondisi *overexploited* yang menunjukkan ikan tersebut mulai banyak ditangkap sebelum mencapai usia dewasa. Demikian halnya dengan *Epinephelus coioides* yang mengalami penurunan nilai SPR dari 0,22 (moderat) ke 0,15 (*overexploited*). Hal ini selaras dengan tingginya tingkat eksploitasi ($E > 0,5$) bagi kedua komoditas tersebut. Jika dibandingkan dengan SPR ikan kerapu jenis *P. leopardus* di Karimunjawa masing-masing sebesar 0,22 (Agustina et al. 2018) menunjukkan status *P. leopardus* lebih baik dibanding dengan kondisi di Teluk Saleh. Berdasarkan hasil studi Hilyana et al. (2021), kondisi kedua stok ikan kerapu sunu di Teluk

Saleh tersebut juga lebih sehat dibandingkan di perairan Teluk Cempai, Teluk Waworada dan Perairan Sape. Rendahnya nilai SPR dan tingginya nilai tingkat eksploitasi pada jenis kerapu sunu halus memberikan indikasi semakin masifnya tekanan penangkapan jenis ini (Prince et al. 2015). Apabila tidak didukung tindakan pengelolaan dan konservasi yang tepat maka spesies ini rentan mengalami *overfishing* (Bawole et al. 2017). Sementara itu, pada spesies *P. maculatus* mengalami peningkatan nilai SPR yang mengindikasikan bahwa bentuk intervensi pengaturan ukuran tangkap (*legal size limit*) yang dilakukan di Teluk Saleh cukup berdampak terhadap pola penangkapan nelayan, khususnya berkurangnya tekanan penangkapan akibat berkurangnya penggunaan alat tangkap panah (Efendi et al. 2021; Agustina et al. 2019).

Terjadinya penangkapan berlebih sebagian besar spesies kerapu di Teluk Saleh terkonfirmasi dengan data total produksi perikanan kerapu yang sejak tahun 2013 telah melewati kondisi produksi lestari (MSY), yaitu sebesar 3.927,8 ton per tahun, kecuali tahun 2016. Kondisi ini dipicu dengan kenaikan upaya (trip) penangkapan sepanjang periode tersebut dan melewati titik upaya MSY sejak tahun 2017, yaitu sebesar 900.000 hari. Apabila upaya tersebut terus ditingkatkan tanpa pengendalian hingga melewati kondisi E_{MSY} , maka perikanan kerapu di Teluk Saleh akan mengarah pada *overfishing*. Penurunan produksi tersebut juga diduga disebabkan berkurangnya jumlah biomas ikan kerapu di Teluk Saleh. Nilai biomas ikan kerapu di perairan tersebut cenderung menurun hingga di bawah titik B_{MSY} (6.571,0 ton per tahun) pada tahun 2018 dan tahun 2019.

Nilai produksi lestari, biomas ikan, upaya tangkapan optimum yang diperoleh dari perhitungan ini dapat dijadikan angka acuan yang penerapannya perlu mempertimbangkan prinsip kehati-hatian. Kondisi produksi lestari (MSY) perikanan

kerapu di Teluk Saleh tercapai pada saat E_{MSY} sebesar 900.000 trip per tahun dan hasil tangkapan pada kondisi MSY (h_{MSY}) sebesar 3.927,8 ton per tahun. Berdasarkan nilai tersebut diperoleh rente ekonomi (selisih penerimaan dengan biaya) sebesar Rp104,0 milyar per tahun. Apabila upaya tersebut terus ditingkatkan hingga melampaui titik E_{MSY} , maka total penerimaan justru akan semakin berkurang sementara total biaya penangkapan terus mengalami peningkatan. Berdasarkan analisis bioekonomi, diketahui besarnya rente ekonomi pada kondisi *maximum economic yield* (MEY) akan menghasilkan profit maksimum, yaitu mencapai Rp106,0 milyar per tahun. Keuntungan tersebut tercapai pada tingkat upaya penangkapan (E_{MEY}) sebesar 797.198 trip per tahun dengan hasil produksi (h_{MEY}) sebesar 3.862,1 ton per tahun. Pada titik keseimbangan MEY ini, jumlah biomas ikan mencapai titik lebih tinggi dibandingkan pada kondisi MSY.

Peningkatan upaya penangkapan di tengah tingkat kompetisi yang semakin ketat dan kondisi memburuknya stok sumber daya ikan akan menambah beban biaya operasi penangkapan sehingga pada gilirannya rente ekonomi yang diperoleh nelayan penangkap kerapu akan semakin kecil. Kegiatan penangkapan ikan akan berhenti pada saat tidak ada lagi insentif pelaku usaha (*zero profit*) dan tersedianya pekerjaan lain yang lebih menguntungkan (Trenggono 2023). Tanpa adanya regulasi, upaya penangkapan ikan yang berlebihan akan terus menggerus stok sumber daya ikan.

Pengelolaan perikanan kerapu berbasis MEY ini bisa secara operasional diterapkan melalui pembatasan input atau output, tergantung pada kondisi sosial ekonomi masyarakat. Dalam rancangan penghitungan kuota penangkapan ikan termasuk untuk nelayan kecil, pemerintah mengacu pada nilai JTB yang diturunkan dari nilai estimasi potensi sumber daya ikan (MSY) sebagaimana ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022. Dalam kasus perikanan kerapu di Teluk Saleh, jumlah kuota nelayan lokal disarankan dihitung berdasarkan nilai hasil tangkapan pada titik MEY atau sebesar 3.862,1 ton per tahun atau sebesar 98,3 persen dari total MSY.

Pembatasan hasil tangkapan dapat dilakukan dengan membagi nilai produksi optimal pada rezim MEY dengan jumlah armada atau alat tangkap yang tersedia secara proporsional (Anna *et al.* 2017). Dari

total kuota tersebut, kemudian didistribusikan kepada nelayan/koperasi (*individual quota* atau *individual transferable quota*/ITQ). Pembagian kuota untuk setiap individu nelayan seyogianya mempertimbangkan rata-rata hasil tangkapan individu nelayan secara *time series*, jumlah dan ukuran kapal, serta alat penangkapan ikan.

Namun demikian, praktik penerapan kuota dalam kerangka menjaga keberlanjutan stok ikan ini harus didukung dengan kepatuhan nelayan, *monitoring*/pengawasan, penegakan hukum yang efektif, serta evaluasi agar realisasi kuota tidak melampaui dari besaran kuota yang diberikan. Hal ini diperlukan agar praktik perikanan *illegal* dan *underreported* bisa diantisipasi. Salah satunya melalui penguatan *monitoring program* dan mengoptimalkan peran Forum Ilmiah Perikanan Kerapu dan Kakap Berkelanjutan (FIP2B) dalam menyediakan rekomendasi ilmiah sebagai dasar kebijakan pengelolaan kerapu berbasis kuota (*science-based policy*). Oleh karena itu, penyediaan data yang handal dan akurat diperlukan dalam membuat keputusan rasional dan ilmiah sebagai dasar penilaian indikator dan penghitungan kuota penangkapan ikan, sehingga nilai *reference* tersebut dapat diterima dengan baik oleh pelaku usaha.

KESIMPULAN

Secara umum kondisi perikanan kerapu di Teluk Saleh mengindikasikan terjadinya *overexploited* baik berdasarkan nilai SPR maupun bioekonomi. Indikator tersebut mendorong perbaikan pengelolaan perikanan kerapu melalui penyusunan rencana aksi atau tindakan pengelolaan perikanan kerapu di Teluk Saleh. Studi ini merekomendasikan bahwa langkah pengelolaan perikanan yang tepat adalah dengan pembatasan hasil tangkapan (*catch limit*) melalui penerapan kuota penangkapan ikan berdasarkan MEY-based management. Pada kondisi tersebut, nelayan secara agregat memperoleh profit maksimal yaitu sebesar Rp106,0 Milyar dengan pembatasan hasil tangkapan (h_{MEY}) sebesar 3.862,1 ton per tahun yang dicapai melalui upaya penangkapan sebesar 797.198 trip. Namun demikian penilaian indikator stok tersebut perlu dicermati dengan hati-hati karena selalu dikaitkan dengan beberapa isu tentang ketidakpastian data sebagai dasar pengelolaan, ketersediaan data yang berkualitas, *underreported* dan *unreported*.

SARAN

Dalam rangka mengevaluasi PERGUB NTB Nomor 32 Tahun 2018 dan implementasi kebijakan Penangkapan Ikan Terukur, strategi penyediaan data pendugaan stok dan indikator bioekonomi (hasil tangkapan optimal) yang berkualitas harus menjadi prioritas utama. Oleh karena itu, perbaikan pendataan dengan melibatkan semua pemangku kepentingan menjadi hal yang krusial karena data tersebut dapat digunakan sebagai basis informasi pengelolaan perikanan berbasis kuota penangkapan ikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pertama mengucapkan terima kasih kepada *Wildlife Conservation Society* Program Indonesia dan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Sumbawa atas dukungan data yang menjadi basis analisis dalam penelitian ini. Penulis juga menghaturkan ucapan terima kasih kepada M. Aris Setiawan Indrianto atas bantuannya dalam pembuatan peta lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad DS, Gani S, Ardiansyah W, Mokoginta MM, Achmad N. 2022. [Population Dynamics of Reef Fish in the Kwandang Bay, Sulawesi Sea, Indonesia](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.10.5576). *Biodiversitas*. 23(10): 5217-5226. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231030>
- Agustina S, Natsir M, Boer M, Yulianto I. 2018. Parameter Populasi Kerapu Sunu (*Plectropomus* sp.) dan Opsi Pengelolaannya di Perairan Karimunjawa. *Marine Fisheries*. 9(2): 119-131. DOI: <https://doi.org/10.29244/jmf.9.2.119-131>
- Agustina S, Retnoningtyas H, Yulianto I. 2019. *Evaluasi Implementasi Rencana Aksi Pengelolaan Perikanan Kerapu dan Kakap Berkelanjutan (P2K2B) Tahun ke-1*. Bogor: Wildlife Conservation Society.
- Amorim P, Sousa P, Jardim E, Azevedo M, Menezes GM. 2020. Length-Frequency Data Approaches to Evaluate Snapper and Grouper Fisheries in the Java Sea. *Fisheries Research*. 229: 105576. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.10.5576>
- Amorim P, Sousa P, Jardim E, Menezes GM. 2019. Sustainability Status of Data-Limited Fisheries: Global Challenges for Snapper and Grouper. *Frontiers in Marine Science*. 6(654): 1-17. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00654>
- Anna Z, Suryana AAH, Maulina I, Rizal A, Hindayani P. 2017. Biological Parameters of Fish Stock Estimation in Cirata Reservoir (West Java, Indonesia): A Comparative Analysis of Bio-Economic Models. *Biodiversitas*. 18(4): 1468-1474. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180423>
- Badrudin M. 2015. Analisis Data Catch dan Effort untuk Pendugaan Maximum Sustainable Yield (MSY). Di dalam: Ghofar A, Martosubroto P, Wudianto, editor. *Protokol Pengkajian Stok Sumber Daya Ikan Komisi Nasional Pengkajian Sumber Daya Ikan*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. hlm 81-93.
- Baso A, Najamuddin, Sajriawati. 2017. Bioeconomic Analysis of Grouper Fish (*Plectropomus leopardus*) Utilization in Selayar Archipelago Regency. *IJBAS-IJENS*. 16(5): 23-28
- Bawole R, Rahayu, Rembet UNWJ, Ananta AS, Runtuboi F, Sala R. 2017. Growth and Mortality Rate of the Napan-Yaur Coral Trout, *Plectropomus leopardus* (Pisces: Serranidae), Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. *Biodiversitas*. 18(2): 758-764. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180241>
- Brooks EN, Powers JE, Cortes E. 2010. Analytical Reference Points for Age-Structured Models: Application to Data-poor Fisheries. *ICES Journal of Marine Science*. 67: 165-175
- Dimarchopoulou D, Mous PJ, Firmana E, Wibisono E, Coro G, Humphries AT. 2021. Exploring the Status of the Indonesian Deep Demersal Fishery Using Length-based Stock Assessments. *Fisheries Research*. 243:106089. DOI: 243:106089.

- <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.106089>
- Efendi DS. 2021. Evaluasi Strategi Pengelolaan Perikanan Kerapu Skala Kecil: Studi Kasus di Teluk Saleh, Provinsi Nusa Tenggara Barat [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Efendi DS, Adrianto L, Yonvitner, Wardiatno Y, Agustina S. 2020. The Performance of Stock Indicators of Grouper (Serranidae) and Snapper (Lutjanidae) Fisheries in Saleh Bay, Indonesia. *AACL Bioflux*. 13(5): 2431-2444.
- Efendi DS, Adrianto L, Yonvitner, Wardiatno Y. 2021. An Evaluation of Grouper and Snapper Fisheries Management Policy in Saleh Bay, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 744: 012013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/744/1/012013>
- Fauzi A. 2010. *Ekonomi Perikanan Teori, Kebijakan, dan Pengelolaan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fauzi A, Anna S. 2005. *Pemodelan Sumber Daya Perikanan dan Kelautan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Garcia D, Urtizberea A, Diez G, Gil J, Marchal P. 2013. Bio-economic Management Strategy Evaluation of Deepwater Stocks Using the FLBEIA Model. *Aquatic Living Resources*. 26(4): 365-379. DOI: <https://doi.org/10.1051/alr/2013069>
- Halim A, Loneragan NR, Wiryawan B, Hordyk AR, Sondita MFA, Yulianto I. 2020. Evaluating Data-limited Fisheries for Grouper (Serranidae) and Snapper (Lutjanidae) in the Coral Triangle, eastern Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*. 38: 101388. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101388>
- Halim A, Wiryawan B, Loneragan NR, Hordyk A, Sondita MFA, White AT, Koeshendrajana, S, Ruchimat T, Pomeroy RS, Yuni C. 2019. Developing a Functional Definition of Small-Scale Fisheries in Support of Marine Capture Fisheries Management in Indonesia. *Marine Policy*. 100: 238-248. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2018.11.044>
- Harlyan LI. 2011. Pengelolaan Perikanan Berdasarkan Sistem Kuota Tangkap Sumber Daya Perikanan di Kawasan Asia Tenggara. *Jurnal STP (Teknologi dan Penelitian Terapan)*. 3: 1-7
- Hilyana S, Gigentika S, Kartawijaya T, Hernawati, Damayanti AA, Wasposito S, Amir S. 2023. Grouper and Snapper Fisheries Dynamics in Sumbawa Waters-Indonesia as a Database for Sustainable Fisheries Management. *AACL Bioflux*. 16(3): 1220-1230.
- 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 Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 712: 012049. DOI: <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/712/1/012049>
- Hordyk A, Ono K, Valencia S, Loneragan N, Prince J. 2015. 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. DOI: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2023. Produksi Perikanan [internet]. [diunduh 2023 Juli 12]. Tersedia pada: <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=total&i=2>
- Khasanah M, Kadir NN, Jompa J. 2019a. Reproductive Biology of Three Important Threatened/Near-Threatened Groupers (*Plectropomus leopardus*, *Epinephelus polyphekadion* and *Plectropomus areolatus*) in Eastern Indonesia and Implications for Management. *Animals*. 9(9): 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9090643>
- Khasanah M, Nurdin N, Sadovy de Mitcheson Y, Jompa J. 2019b. Management of the Grouper Export Trade in Indonesia. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 28(1): 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1542420>
- Krejcie R, Morgan D. 1970. Determining Sample Size for Research Activities. Educational and Psychological

- Measurement. 30: 607-610. DOI: <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Najamuddin, Baso A, Arfiansyah R. 2016. Bio-economic Analyses of Coral Trout Grouper Fish in Spermonde Archipelago, Makassar, Indonesia. *International Journal of Oceans Oceanography*. 10(2): 247-264. https://www.ripublication.com/ijoo16/ijoo_v10n2_14.pdf
- Natsir M, Ruchimat T, Yulianto I, Agustina S. 2019. Application of Global Positioning System Tracker to Detect the Fishing Ground Location and Effective Effort in Artisanal Fishery. *Sensors and Materials*. 31(3): 803-814. DOI: <https://doi.org/10.18494/sam.2019.2238>
- Natsir M, Herdiana Y, Agustina S, Darmono OP, Gigentika S, Rafandi T, Hartati ID, Rosdiana A, Yulianto I. 2022. Strategi Pembangunan Kembali Stok Kakap Merah (*Lutjanus malabaricus*) dan Kerapu Sunu (*Plectropomus leopardus*) di Teluk Saleh, WPPNRI 713 [Internet]. [diunduh 2023 Agustus 21]. Tersedia pada: <https://perikanan.org/storage/publication/s/2M2NbMWTwuvjPBMkKLCPEltCphBVve4rFkHzeF1.pdf>.
- Patanda M, Wisudo SH, Monintja DR, Wiryawan B. 2017. Sustainability for Reef Fish Resource Based on Productivity and Susceptibility in Wangi-Wangi Island, Southeast Sulawesi, Indonesia. *AAFL Bioflux*. 10(4): 861-874.
- Peraturan Gubernur Provinsi Nusa Tenggara Barat Nomor 32 Tahun 2018 tentang Rencana Aksi Pengelolaan Perikanan Kerapu dan Kakap Berkelanjutan di Teluk Saleh, Teluk Cempi, Teluk Waworada, dan Perairan Sape Tahun 2018-2023 [Internet]. [diunduh 2023 Juni 11]. Tersedia pada: https://jdih.ntbprov.go.id/sites/default/files/produk_hukum/BD%20Pergub%20Nomor%2032%20tahun%202018.pdf
- Pita C, Villasante S, Pascual-Fernández J. 2019. Managing Small-scale Fisheries Under Data Poor Scenarios: Lessons from Around The World. *Marine Policy*. 101: 154-157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.02.008>
- Prince J, Hordyk A, Valencia S. R, Loneragan N, Sainsbury K. 2015. Revisiting the Concept of Beverton–Holt Life-History Invariants with the Aim of Informing Data-Poor Fisheries Assessment. *ICES Journal of Marine Science*. 72(1): 194-203. DOI: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu011>
- Prince J, Creech S, Madduppa H, Hordyk A. 2020. Length Based Assessment of Spawning Potential Ratio in Data-poor Fisheries for Blue Swimming Crab (*Portunus* spp.) in Sri Lanka and Indonesia: Implications for Sustainable Management. *Regional Studies in Marine Science*. 36: 101309. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101309>
- Prince J, Hordyk A. 2018. What to Do When You Have Almost Nothing: A Simple Quantitative Prescription for Managing Extremely Data-poor Fisheries. *Fish and Fisheries*. 20(2): 224-238. DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12335>
- Purwanto, Franklin EC, White A, Mardiani SR. 2023. Multiple-goal Bioeconomic Programming to Address Conflicting Management Objectives in Indonesian Small Pelagic Fisheries. *Marine Policy*. 150: 105519. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105519>
- Ramdhani NM, Sondita MFA, Nurani. 2022. Strategi Pengembangan Sistem Pemantauan Kuota Penangkapan pada Perikanan Indonesia. *Marine Fisheries*. 13(1): 15-29. DOI: <https://doi.org/10.29244/jmf.v13i1.36354>
- Retnoningtyas H, Yulianto I, Soemodinoto A, Herdiana Y, Kartawijaya T, Natsir M, Haryanto JT. 2021. Stakeholder Participation in Management Planning for Grouper and Snapper Fisheries in West Nusa Tenggara Province, Indonesia. *Marine Policy*. 128: 104452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104452>
- Rhodes KL. 2018. *Plectropomus areolatus* (Errata Version Published in 2021) [Internet]. [diunduh 2023 Agustus 20]. Tersedia pada: <https://www.iucnredlist.org/species/64411/192479585>.

- Sadovy de Mitcheson YI, Linardich C, Barreiros JP, Ralph GM, Aguilar-Perera A, Afonso P, Erisman BE, Pollard DA, Fennessy ST, Bertocini AA, Nair RJ, Rhodes KL, Francour P, Brulé T, Samoily MA, Ferreira BP, Craig MT. 2020. Valuable but Vulnerable: Over-fishing and Under-management Continue to Threaten Groupers so What Now? *Marine Policy*. 116: 103909. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103909>
- Schaefer MB. 1954. Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the Management of the Commercial Marine Fisheries. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*. 1(2): 23-56. <http://hdl.handle.net/1834/21257>
- Sudarmo AP, Patanda M, Gigentika S. 2022. Status of Black Sunu (*Plectropomus areolatus*) at Wakatobi National Park. *AAFL Bioflux*. 15(5): 2421-2428.
- Tilley A, Herrón P, Espinosa S, Angarita JL, Box S. 2018. Predicting Vulnerability to Management Changes in Data-limited, Small-scale Fisheries. *Marine Policy*. 94: 39-45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.04.013>
- Trenggono SW. 2023. Penangkapan Ikan Terukur Berbasis Kuota untuk Keberlanjutan Sumber Daya Perikanan di Indonesia. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*. 1: 1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12057>
- Yildiz T, Ulman A. 2020. Analyzing Gaps in Policy: Evaluation of the Effectiveness of Minimum Landing Size (MLS) Regulations in Turkey. *Marine Policy*. 115: 103829. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103829>
- Yulius, Ramdhan M, Ardiansyah. 2018. Karakteristik Pesisir Teluk Saleh. *Jurnal Segara*. 14(2): 117-125. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v14i2.6609>