

PENILAIAN STOK IKAN BERBASIS PANJANG DAN HISTORI NELAYAN PADA PERIKANAN YANG TIDAK MEMILIKI DATA STATISTIK PENANGKAPAN

Fish Stock Assessment Based on Length and Fishing History in Fisheries with Zero Statistics Catch Data

Hartono Nurlette^{1*}, Saiful Alimudi², Armina Mahelatu¹, Harisa Lipugena¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kehutanan Universitas Muhammadiyah Maluku

²Program Studi Perikanan Tangkap Fakultas Perikanan dan Kehutanan Universitas Muhammadiyah Maluku

Jl. KH. Ahmad Dahlan Wara Air Kuning, Ambon, Maluku – 97128

Email: 19hati05@gmail.com

Diserahkan tanggal 23 September 2024, Diterima tanggal 30 Januari 2025

ABSTRAK

Penipisan stok ikan pada perikanan dunia saat ini menjadi perhatian yang serius karena mengancam keberlanjutan sumberdaya tersebut. Penilaian stok ikan tidak pernah dilakukan karena data yang terbatas. Namun, permasalahan ini dapat diatasi dengan memahami aspek biologi ikan, khususnya parameter populasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi stok ikan pada perikanan yang minim data penangkapan untuk pengelolaan berkelanjutan. Data panjang ikan *Decapterus macarellus* sebagai tangkapan utama dikumpulkan untuk memperkirakan parameter pertumbuhan, mortalitas dan eksploitasi dengan Paket TropFishR yang dikembangkan pada program R sehingga cukup handal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stok berada pada kondisi *underfished*. Tingkat eksploitasi berada di angka ($E = 0,30$), mortalitas total sebesar ($Z = 1,52$), mortalitas alami sebesar ($M = 1,06$) dan mortalitas penangkapan sebesar ($F = 0,46$). Parameter pertumbuhan von Bertalanffy terdiri dari panjang asimptotik ($L_{\infty} = 30$ cm), koefisien pertumbuhan ($K = 0,7$), dan indeks kinerja pertumbuhan ($\Phi' = 2,81$). Tingkat eksploitasi saat ini masih rendah dibawah eksploitasi optimum ($E_{opt} = 0,53$) dan penangkapan optimum ($F_{opt} = 2,92$). Pemanfaatan masih mungkin ditingkatkan dengan selalu mengontrol masukan dan luaran serta penangkapan panjang dewasa pertama.

Kata kunci: Stok Ikan; TropFishR; Ikan Layang; Perikanan Berkelanjutan; Pulau Buano

ABSTRACT

*Fish stock depletion in global fisheries is now a serious concern because it threatens the sustainability of the resource. Fish stock assessments have never been conducted in some areas due to limited data. However, this problem can be overcome by understanding biology, especially population parameters. Therefore, this study aims to determine the condition of fish stocks in fisheries with no capture data for sustainable management. Length data of *Decapterus macarellus* as the main catch were collected to estimate growth, mortality, and exploitation parameters. The analysis in the study used the TropFishR package, which was developed in the R program, so it is quite reliable. The results showed that the stock was underfished. The exploitation rate was ($E = 0.30$), total mortality was ($Z = 1.52$), natural mortality was ($M = 1.06$), and fishing mortality was ($F = 0.46$). The von Bertalanffy growth parameters consisted of asymptotic length ($L_{\infty} = 30$ cm), growth coefficient ($K = 0.7$), and growth performance index ($\Phi' = 2.81$). The current exploitation rate is still low below the optimum exploitation ($E_{opt} = 0.53$) and optimum catch ($F_{opt} = 2.92$). Utilization can still be improved by always controlling inputs and outputs and first maturity length capture.*

Keywords: Fish Stock; TropFishR; *Decapterus macarellus*; Sustainable Fisheries; Buano Island

PENDAHULUAN

Perikanan berkelanjutan merupakan tujuan utama dalam pengelolaan perikanan. Menurut Hilborn *et al.*, (2015) untuk keberhasilan jangka panjang, pengelolaan perikanan berkelanjutan harus mempertimbangkan faktor ekologi dan sosio-ekologis. Penelitian Nilsson, Johnson, *et al.*, (2019) menyatakan bahwa perikanan berkelanjutan bergantung pada pemahaman biologi, karena sangat penting untuk mencapai keberhasilan. Meskipun memiliki banyak tantangan seperti penangkapan ikan berlebih, kerusakan habitat, perubahan iklim dan kurangnya keinginan politik (Nilsson, Fulton, *et al.*, 2019). Pengelolaan perikanan yang terkontrol dapat mengurangi risiko

penangkapan berlebihan dan penipisan stok, sekaligus memberikan manfaat ekonomi (Moore *et al.*, 2021).

Penipisan stok ikan dapat dikontrol dengan cara melakukan penilaian secara objektif. Penilaian stok ikan merupakan aspek penting dalam pengelolaan perikanan berkelanjutan (Hilborn, 2020; Neubauer *et al.*, 2018). Penilaian stok dapat membantu kontrol terhadap penangkapan ikan yang dapat disesuaikan dengan kondisi lingkungan, sehingga meningkatkan pengelolaan perikanan yang ekonomis (Bentley *et al.*, 2021). Melalui penilaian stok juga masukan secara ilmiah dapat diberikan dalam pengambilan keputusan (Dichmont *et al.*, 2016; Hilborn, 2020; Lorenzen, 2016). Secara umum penilaian stok dapat dilakukan dengan berbagai model diantaranya surplus produksi, empiris dan analitik

(Million Tesfaye & A. Getahun, 2021). Dichmont *et al.*, (2016) bahkan merinci ketiga model tersebut menjadi enam belas metode dengan kebutuhan data yang beragam. Sayangnya beberapa metode yang dikembangkan saat ini tidak bisa diterapkan pada semua taksa dan wilayah serta perikanan yang minim data.

Minimnya data penangkapan banyak terjadi pada perikanan kecil di dunia, terutama di wilayah tropis negara-negara berkembang berkepulauan kecil (Jeffers *et al.*, 2019; Komul Kalidin *et al.*, 2020; Kumar, 2016). Data yang dimilikipun banyak yang tidak akurat terutama pendaratan di lokasi terpencil (Noletto-Filho *et al.*, 2022). Minimnya data penangkapan, membatasi kemampuan kita untuk memahami stok ikan dan melakukan pengelolaan sumberdaya yang efektif (Blasco *et al.*, 2020; Maunder & Piner, 2015).

Maluku merupakan provinsi kepulauan dengan potensi sumberdaya perikanan yang melimpah karena terletak pada tiga wilayah pengelolaan perikanan (WPP) yaitu WPP 714, WPP 715 dan WPP 718. Potensi perikanan tangkap dari ketiga WPP tersebut mencapai 4,69 juta ton/tahun atau sebesar 37,5% kontribusi potensi perikanan di Indonesia (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022). Sayangnya terjadi tekanan penangkapan yang tinggi di laut Maluku (Retnoningtyas *et al.*, 2023), sehingga berdampak pada menurunnya jumlah stok ikan (Teniwut, 2016). Disisi lain, penilaian terhadap stok ikan pada perikanan skala kecil di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil di Maluku jarang dilakukan. Maka perlu disiasati dengan pengumpulan data yang inovatif dan partisipatif (Machado *et al.*, 2021; Pita *et al.*, 2016). Salah satu pendekatan ketika minimnya data statistik penangkapan adalah menggunakan data

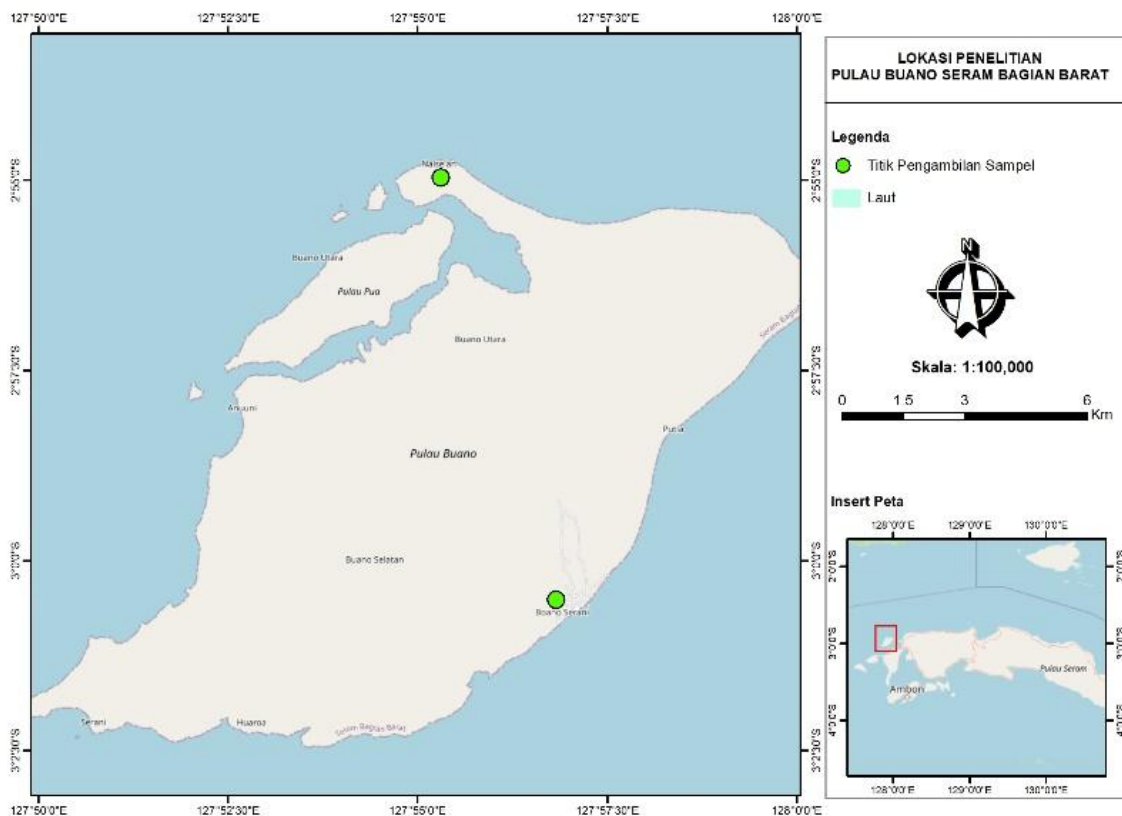
pengukuran panjang ikan (Froese *et al.*, 2018; Hommik *et al.*, 2020; Miethe *et al.*, 2019; Rudd & Thorson, 2018). Selain itu pelaku pemanfaatan atau nelayan juga dapat dimanfaatkan untuk memperoleh informasi yang andal serta hemat biaya (Machado *et al.*, 2021).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi stok ikan pada perikanan skala kecil di wilayah pesisir pulau-pulau kecil yang nihil data penangkapan. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi dasar kepada stakeholder terkait perumusan dan penerapan langkah-langkah dalam mewujudkan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan selama empat bulan mulai dari bulan Juni sampai September 2024. Empat bulan tersebut mewakili musim peralihan I dan musim timur. Periode ini merupakan musim hasil tangkapan yang relatif tinggi dibandingkan musim barat. Sampel sebanyak 732 individu ikan Layang Biru (*Decapterus macarellus*) segar yang didaratkan diukur selama penelitian. Ikan Layang Biru dipilih karena merupakan tangkapan utama yang didaratkan sepanjang tahun di lokasi penelitian. Penelitian dilaksanakan di Pulau Buano Kecamatan Huamual Belakang Kabupaten Seram Bagian Barat. Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada dua titik pendaratan ikan yaitu di Desa Buano Utara dan Dusun Naeselan. Lokasi penelitian dan titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Estimasi Parameter Pertumbuhan

Penilaian stok ikan Layang Biru (*D. macarellus*) di daerah yang minim data dilakukan dengan mengumpulkan data panjang ikan untuk memperkirakan parameter pertumbuhan, mortalitas, dan tingkat eksploitasi (Alam *et al.*, 2022). Adapun model pertumbuhan yang digunakan adalah fungsi Von Bertalanffy (VBGF) dengan rumus sebagai berikut:

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

Dimana L_t = panjang umur t (tahun); L_{∞} = panjang asimtotik (cm), K = koefisien pertumbuhan pada tahun⁻¹ dan t_0 adalah umur teoritis yang panjangnya nol.

Pada penelitian ini pertumbuhan musiman ikan tidak dikaji sehingga $S(t) - S(t_0)$ yang terdapat pada persamaan (1) diberikan nilai nol (Alam *et al.*, 2022). Hal ini disebabkan karena perbedaan suhu musiman di daerah tropis seperti Indonesia terlalu kecil, sehingga tidak memungkinkan untuk mendeteksi fluktuasi perubahan pertumbuhan ikan secara visual (Froese & Pauly, 2000). Faktor variasi musiman pada daerah tropis tidak terlalu berpengaruh ketika melakukan analisis parameter pertumbuhan (Liu *et al.*, 2021). Penelitian di daerah tropis umumnya menggunakan fungsi pertumbuhan von Bertalanffy (Baloch *et al.*, 2020; Faizah & Sadiyah, 2019; Nurdin *et al.*, 2023) sebagai berikut:

$$L_t = L_{\infty} \times (1 - e^{-K(t - t_0)}) \dots \dots \dots (2)$$

Adapun indeks kinerja pertumbuhan (Φ) dianalisis menggunakan persamaan berikut:

$$\Phi = \log_{10}(K) + 2 \log_{10} L_{\infty} \dots \dots \dots (3)$$

Estimasi parameter pertumbuhan pada penelitian ini menggunakan *Electronic Length Frequency Analysis* (ELEFAN) pada paket 'TropFishR' yang telah dikembangkan (Mildenberger *et al.*, 2017; Taylor & Mildenberger, 2017).

Tingkat Mortalitas dan Eksploitasi

Setelah analisis parameter pertumbuhan, dilanjutkan dengan analisis mortalitas dan tingkat eksploitasi. Mortalitas alami (M) diperkirakan dengan persamaan berikut (Then *et al.*, 2015):

$$M = 4.118 \times K^{0.73} \times L^{-0.23} \dots \dots \dots (4)$$

Adapun mortalitas total (Z) diperkirakan dengan mengonversi kurva hasil tangkapan yang dilinearkan. Analisis dilakukan dengan menggunakan regresi linear pada distribusi panjang ikan yang diperoleh, dengan pendekatan yang telah diimplementasikan dalam program R. Mortalitas penangkapan (F) dan Tingkat eksploitasi (E) kemudian dihitung dengan persamaan berikut:

$$F = Z - M \dots \dots \dots (5)$$

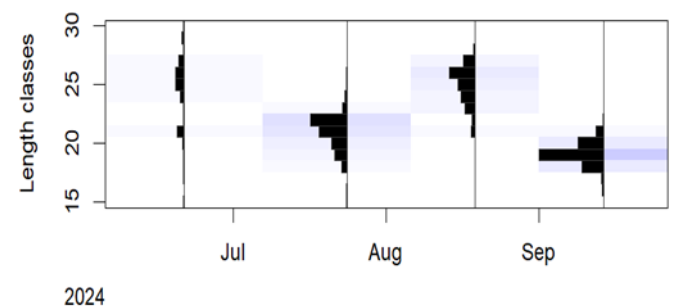
$$E = F / Z \dots \dots \dots (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Panjang Ikan

Panjang ikan bervariasi setiap bulannya. Pada bulan Juni mayoritas ikan berada pada ukuran 25-26 cm. Pada bulan Juli terjadi pergeseran modus mayoritas ikan berada pada ukuran 20-22 cm. Pada bulan Agustus mayoritas ikan berada

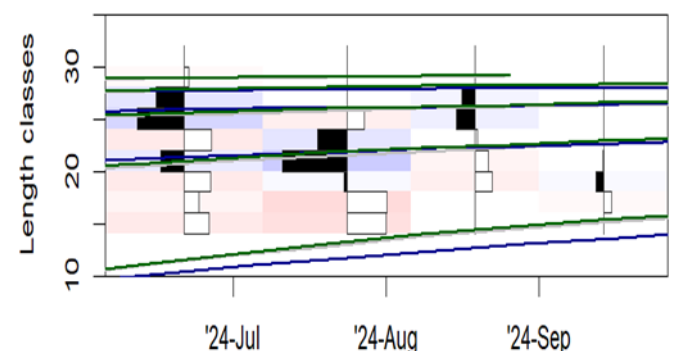
pada kisaran 25-26 cm. Sedangkan pada bulan September mayoritas panjang ikan berada di kisaran 19-20 cm. Secara keseluruhan panjang individu ikan *D. macarellus* antara 15-30 cm sebagaimana kelas distribusi terlihat pada gambar 2. Perubahan modus ukuran ikan, dipengaruhi oleh pola rekrutmen ke dalam stok. Hal ini didukung dengan hasil wawancara nelayan setempat menunjukkan bahwa pada bulan tertentu ukuran ikan yang tertangkap cukup besar, namun pada bulan lain ukuran ikan relatif kecil. Ukuran terbesar ikan pada penelitian ini relatif sama dengan penelitian (Herwaty *et al.*, 2024) dengan jenis yang sama pada daerah yang berbeda, walaupun teknik pengukuran kedua penelitian ini berbeda. Hasil wawancara dengan nelayan setempat menunjukkan bahwa ukuran terkecil yang pernah tertangkap di daerah ini bisa mencapai ± 10 cm, meskipun ukuran kecil yang tercatat dalam penelitian ini adalah 15 cm. Hal ini bisa terjadi karena tekanan terhadap populasi pada daerah penangkapan di daerah penelitian relatif kecil.



Gambar 2. Distribusi Frekuensi Panjang

Parameter Pertumbuhan

Kurva pertumbuhan von Bertalanffy menunjukkan pola yang sesuai dengan distribusi frekuensi panjang ikan. Kurva pertumbuhan sebenarnya, Kurva pertumbuhan hasil estimasi menggunakan model von Bertalanffy, ELEFAN_SA, dan ELEFAN_GA menunjukkan pola yang sejajar, mengindikasikan kecocokan dalam estimasi pertumbuhan. Secara umum, terdapat empat kelompok umur pada stok. Bergabungnya ikan muda dengan stok dimulai dari bulan September. Adapun kurva pertumbuhan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan Sebenarnya, ELEFAN_SA dan ELEFAN_GA

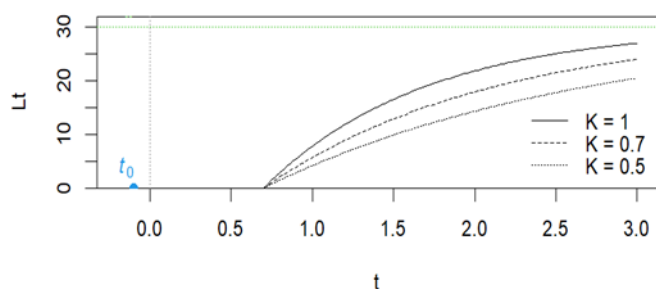
Hasil estimasi parameter pertumbuhan berdasarkan fungsi von Bertalanffy sebagaimana Gambar 3 menunjukkan nilai panjang asimtotik ($L_{\infty} = 30$ cm) dan koefisien pertumbuhan ($K = 0,7$ tahun⁻¹). Nilai asimtotik ini menunjukkan bahwa ikan Layang (*D. macarellus*) dapat

tumbuh hingga mencapai 30 cm. Nilai panjang asimptotik yang diperoleh dalam penelitian ini (30 cm) lebih kecil dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yang berada pada kisaran 38 cm (Bintoro *et al.*, 2020; Herwaty *et al.*, 2024; Retnoningtyas *et al.*, 2024). Perbedaan ini kemungkinan disebabkan perbedaan metode analisis yang digunakan, produktivitas ekosistem serta tekanan eksploitasi (Asiedu *et al.*, 2022). Adapun nilai koefisien pertumbuhan relatif sama berada pada kisaran 0.7-0.8 tahun⁻¹. Indeks kinerja (Φ') digunakan untuk membandingkan pertumbuhan antara spesies yang sama atau berbeda (Park *et al.*, 2013). Pada penelitian ini indeks kinerja pertumbuhan sejalan dengan penelitian lain dengan genus yang sama diantaranya (Asiedu *et al.*, 2022; Forson & Amponsah, 2020) dengan spesiesnya *D. punctatus* dan *D. rhonchus* di Ghana dengan nilai kinerja masing-masing 2.49 dan 2.37. Nilai parameter pertumbuhan lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Visualisasi nilai panjang asimptotik (L_{∞}) dan koefisien pertumbuhan (K) dapat dilihat pada Gambar 4. Garis putus-putus menunjukkan pertumbuhan ikan ketika nilai $K = 0,7$ sedangkan nilai $K = 1$ dan $K = 0,5$ digunakan sebagai asumsi untuk memodelkan berbagai kemungkinan skenario pertumbuhan guna memberikan gambaran yang komprehensif.

Tabel 1. Nilai Parameter Pertumbuhan Berdasarkan Fungsi Von Bertalanffy Ikan *Decapterus macarellus*

Parameter	Nilai
Panjang Asimptotik (L_{∞})	30 cm
Koefisien Pertumbuhan (K)	0,7 tahun ⁻¹
t_{anchor}	0,7
Indeks Kinerja pertumbuhan (Φ')	2,81
Nilai R_n	0,74



Gambar 4. Pemodelan Variasi Pertumbuhan dengan Berbagai Nilai Koefisien

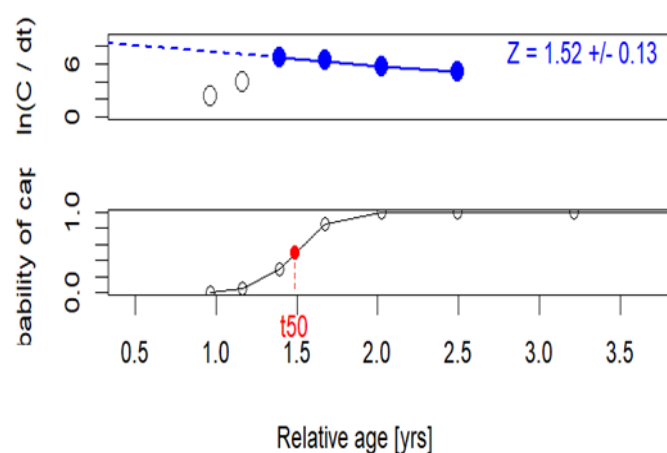
Tingkat Mortalitas

Analisis mortalitas alami (M) dapat dilakukan karena metode yang diterapkan oleh (Then *et al.*, 2015) membutuhkan nilai asimptotik (L_{∞}) dan koefisien pertumbuhan (K). Hasil analisis menunjukkan tingkat mortalitas alami (M) sebesar 1,06 tahun⁻¹. Untuk mendapatkan nilai mortalitas total (Z), maka kurva konversi panjang yang dilinearkan sebagaimana terlihat pada Gambar 5. Hasil luaran kurva yang dilinearkan menunjukkan tingkat mortalitas total (Z) sebesar 1,52 tahun⁻¹. Adapun mortalitas penangkapan (F) sebesar 0,46 tahun⁻¹ diperoleh dari nilai mortalitas total (Z) dikurangi nilai mortalitas alami (M). Menurut (Herwaty *et al.*, 2024) mortalitas penangkapa dikatakan (= pemanfaatan rendah jika $F < 1$; pemanfaatan tinggi jika $1 \leq F \leq 2$ dan pemanfaatan sangat

tinggi jika $F > 2$). Maka penelitian ini menunjukkan tingkat pemanfaatan yang masih rendah. Hal ini diperkuat dengan histori nelayan berkaitan dengan penangkapan yang dilakukan selama ini. Dimana pada beberapa tahun terakhir upaya penangkapan mengalami penurunan. Angka mortalitas alami (M) yang tinggi dibandingkan mortalitas penangkapan (F) juga mengindikasikan bahwa stok berada pada kondisi *underfishing*. Nilai tingkat mortalitas lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Mortalitas dan Eksploitasi

Parameter	Nilai
Mortalitas Alami (M)	1,06 tahun ⁻¹
Mortalitas Total = (Z)	1.52 tahun ⁻¹
Mortalitas Penangkapan (F)	0,46 tahun ⁻¹
Eksploitasi Saat ini (E)	0,30
Panjang pada Penangkapan Pertama (L_c)	19,7 cm



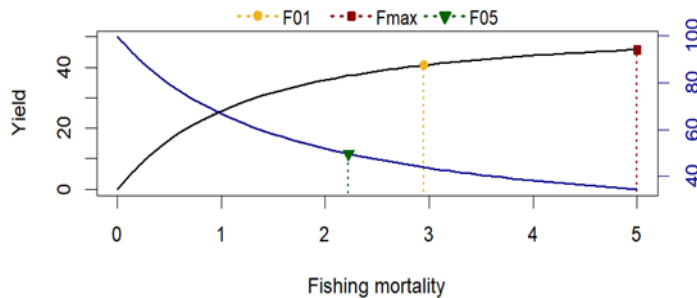
Gambar 5. Luaran TropFishR untuk Analisis Mortalitas Total (Z): Kurva Konversi Panjang yang Dilinearkan

Evaluasi Status Stok

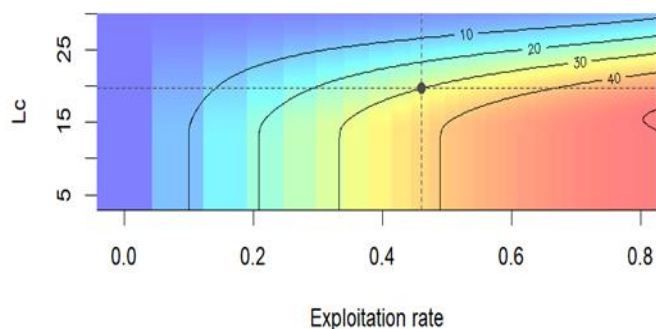
Panjang dewasa yang tertangkap pertama kali berada di angka 19,7 cm (Gambar 5 dan 7). Angka ini lebih rendah dari penelitian (Retnoningtyas *et al.*, 2024). Berdasarkan angka panjang dewasa tertangkap, maka tangkapan sebelum dewasa pada penelitian ini sebesar 30,46% dari sampel yang dinilai. Meskipun persentase yang ada belum sebesar penelitian (Herwaty *et al.*, 2024) namun perlu menjadi perhatian manajer perikanan, agar pemanfaatan yang dilakukan berkelanjutan.

Nilai ($E = 0,30$) saat ini masih kurang dari nilai optimum yang ditetapkan yaitu $E = 0,5$ (Korkmaz *et al.*, 2023). Nilai eksploitasi optimum pada pemodelan di Gambar 7 berada pada angka ($E_{01} = 0,53$). Hal ini menunjukkan eksploitasi yang dilakukan masih bisa ditingkatkan hingga mencapai titik optimum. Caranya melalui penigkatan jumlah armada saat ini (<10 unit), namun perlu kontrol terhadap masukan dan luaran dari manajer perikanan melalui regulasi. Regulasi dimaksud berkaitan dengan masukan yaitu jumlah armada yang diperbolehkan beroperasi pada daerah penangkapan dalam suatu waktu. Adapun regulasi berkaitan dengan luaran adalah ukuran dan kuota ikan yang boleh ditangkap. Ukuran ikan yang ditangkap idealnya harus lebih besar dari ukuran pertama kali matang gonad agar memberikan kesempatan untuk ikan bereproduksi. Jumlah armada yang diizinkan melakukan operasi penangkapan harus diberikan kuota, agar tidak

melakukan penangkapan secara berlebihan. Pemberian kuota penangkapan juga memberikan rasa keadilan kepada semua nelayan dan keuntungan ekonomi yang merata. Hal ini jika mungkin akan mewujudkan tujuan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, kebijakan terkait hal ini tertuang dalam peraturan pemerintah nomor 11 tahun 2023 tentang perikanan terukur. Sayangnya pemangku kepentingan lokal masih menolak kebijakan ini (Aprian *et al.*, 2023), sedangkan aturan tersebut dalam penerapannya membutuhkan dukungan semua pihak (Ngabalin, 2024).



Gambar 6. Model Thompson dan Bell dalam Mengestisasi Penangkapan



Gambar 7. Model Thompson dan Bell dalam Mengestisasi Hubungan Eksploitasi dengan Panjang Ikan yang Tertangkap Pertama

Berdasarkan Gambar 6 penangkapan optimum berada pada angka ($F_{01} = 2,95$), sedangkan penangkapan maksimum berada pada angka ($F_{max} = 5,0$). Indikator lain yang dapat menunjukkan hasil penangkapan yang dilakukan optimal atau berlebihan adalah dengan menghitung rasio dari F/F_{max} (Korkmaz *et al.*, 2023). Pada penelitian ini rasio dari $F/F_{max} = 0,09$, masih jauh dibawah level optimal yaitu 1. Hal ini menunjukkan penangkapan yang dilakukan terhadap stok tidak berlebihan. Pada Gambar 7 terlihat bahwa titik eksploitasi saat ini dengan panjang ikan pertama tertangkap. Visualisasi ini menggambarkan ukuran yang ditangkap dengan tingkat eksploitasi bersinggungan pada warna kuning kebiruan yang menunjukkan bahwa pemanfaatan yang dilakukan saat ini masih berkelanjutan. Ketika upaya penangkapan ditingkatkan, maka ukuran ikan tertangkap pertama (L_c) juga harus di tingkatkan agar keberlanjutan sumberdaya tetap terjaga. Sebaliknya upaya penangkapan ditingkatkan, namun ukuran ikan tertangkap pertama (L_c) tetap atau bahkan mengalami penurunan akan berdampak pada ketidakberlanjutan sumberdaya. Oleh karena itu, Para manager perikanan perlu menjaga agar menghindari praktek penangkapan maksimum dengan panjang ikan dibawah tangkapan pertama saat ini atau zona merah karena dapat mengancam stok sumberdaya ikan.

KESIMPULAN

Stok ikan *D. macarellus* pada perikanan yang minim data di Pulau Buano saat ini masih berada pada kondisi *underfished*. Mortalitas total ($Z = 1,52$), mortalitas alami ($M = 1,06$) dan mortalitas penangkapan ($F = 0,46$). Tingkat eksploitasi ($E = 0,30$) masih berada dibawah tingkat penangkapan optimum ($E = 0,53$). Stok ikan yang ditangkap juga mayoritas berada pada ukuran dewasa, namun perlu diperhatikan oleh manajer perikanan. Direkomendasikan agar pengambilan data panjang ikan dapat dilakukan setahun penuh sehingga analisis yang dilakukan lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan serta LLDIKTI XII atas pendanaan hibah penelitian 2024 Skema Penelitian Dosen Pemula Afirmasi ini dengan nomor kontrak:114/E5/PG.02.00.PL/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. S., Liu, Q., Schneider, P., Mozumder, M. M. H., Chowdhury, M. Z. R., Uddin, M. M., Monwar, M. M., Hoque, M. E., & 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), Article 2. <https://doi.org/10.3390/jmse10020213>
- Aprian, M., Adrianto, L., Boer, M., & Kurniawan, F. (2023). Re-thinking Indonesian marine fisheries quota-based policy: A qualitative network of stakeholder perception at fisheries management area 718. *Ocean & Coastal Management*, 243, 106766. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106766>
- Asiedu, B., Amponsah, S. K., Commey, N. A., & Failler, P. (2022). Assessing the Population Parameters of *Decapterus punctatus* (Cuvier 1829) from the Coastal Waters of Greater Accra, Ghana using TropFishR. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 26(4), 335–347. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2022.249881>
- Baloch, Zhang, K., Kalhor, M. A., Memon, . M., Kalhor, M. T., Buzdar, M. A., Shafi, M., Saeed, F., Sohail, M., & Razaaq. (2020). Preliminary Investigations on Stock Analysis of Tigertooth Croaker (otolithes Ruber) from Balochistan Coast, Pakistan. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 30(5). <https://doi.org/10.36899/JAPS.2020.5.0149>
- Bentley, J. W., Lundy, M. G., Howell, D., Beggs, S. E., Bundy, A., de Castro, F., Fox, C. J., Heymans, J. J., Lynam, C. P., Pedreschi, D., Schuchert, P., Serpetti, N., Woodlock, J., & Reid, D. G. (2021). Refining Fisheries Advice With Stock-Specific Ecosystem Information. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.602072>
- Bintoro, G., Lelono, T. D., & Ningtyas, D. P. (2020). Biological aspect of mackerel scad (*Decapterus macarellus* Cuvier, 1833) in Prigi waters Trenggalek Regency

- East Java Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 584(1), 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/584/1/012011>
- Blasco, G. D., Ferraro, D. M., Cottrell, R. S., Halpern, B. S., & Froehlich, H. E. (2020). Substantial Gaps in the Current Fisheries Data Landscape. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.612831>
- Dichmont, C. M., Deng, R. A., Punt, A. E., Brodziak, J., Chang, Y.-J., Cope, J. M., Ianelli, J. N., Legault, C. M., Methot, R. D., Porch, C. E., Prager, M. H., & Shertzer, K. W. (2016). A review of stock assessment packages in the United States. *Fisheries Research*, 183, 447–460. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.07.001>
- Faizah, R., & Sadiyah, L. (2019). Aspek Biologi Dan Parameter Pertumbuhan Ikan Layang (decapterus Russelli, Rupell, 1928) Diperaian Selat Malaka. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 11(3), 175. <https://doi.org/10.15578/bawal.11.3.2019.175-187>
- Forson, S., & Amponsah, S. K. (2020). Biological Parameters of False Scad (Decapterus Rhonchus) Encountered in the Coastal Waters of Elmina, Ghana. *Research in Agriculture Livestock and Fisheries*, 7(3), 507–515. <https://doi.org/10.3329/ralf.v7i3.51370>
- Froese, R., & Pauly, D. (2000). *FishBase 2000: Concepts, designs and data sources*. ICLARM. https://www.researchgate.net/publication/227641512_FishBase_2000_Concepts_designs_and_data_sources
- Froese, R., Winker, H., Coro, G., Demirel, N., Tsikliras, A. C., Dimarchopoulou, D., Scarcella, G., Probst, W. N., Dureuil, M., & Pauly, D. (2018). A new approach for estimating stock status from length frequency data. *ICES Journal of Marine Science*, 75(6), 2004–2015. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy078>
- Froese, R., Winker, H., Gascuel, D., Sumaila, U. R., & Pauly, D. (2016). Minimizing the impact of fishing. *Fish and Fisheries*, 17(3), 785–802. <https://doi.org/10.1111/faf.12146>
- Herwaty, S., Mallowa, A., Najamuddin, N., & Zainuddin, M. (2024). Population dynamic of mackerel scad (Decapterus macarellus Cuvier, 1833) in the Timor Sea. *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(2), 333–344. <https://doi.org/10.14710/jkt.v27i2.21918>
- Hilborn, R. (2020). Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(4), 2218–2224. <https://doi.org/10.1073/pnas.1909726116>
- Hilborn, R., Fulton, E. A., Green, B. S., Hartmann, K., Tracey, S. R., & Watson, R. A. (2015). When is a fishery sustainable? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72(9), 1433–1441. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0062>
- Hommik, K., Fitzgerald, C. J., Kelly, F., & Shephard, S. (2020). Dome-shaped selectivity in LB-SPR: Length-Based assessment of data-limited inland fish stocks sampled with gillnets. *Fisheries Research*, 229, 105574. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105574>
- Jeffers, V. F., Humber, F., Nohasariavelo, T., Botosoamananto, R., & Anderson, L. G. (2019). Trialling the use of smartphones as a tool to address gaps in small-scale fisheries catch data in southwest Madagascar. *Marine Policy*, 99, 267–274. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.10.040>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). *Kelautan dan Perikanan dalam Angka Tahun 2022: Vol. 1 Tahun 2022*. Pusat Data Statistik dan Informasi, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Buku_KPDA_2022_270522_FINAL_FIX_FP_SP.pdf
- Komul Kalidin, B., Mattone, C., & Sheaves, M. (2020). Barriers to effective monitoring and evaluation of small-scale fisheries in small island developing states: An example from Mauritius. *Marine Policy*, 118, 103845. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103845>
- Korkmaz, B., Bolat, Y., & Cilbiz, M. (2023). Length-based Stock Assessment for the Data-poor Crayfish Fishery from the Eğirdir Lake, Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(3). <https://doi.org/10.4194/TRJFAS22354>
- Kumar, P. (2016). Estimation of accumulated soil organic carbon stock in tropical forest using geospatial strategy. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 19(1), Article 1. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.12.003>
- Liu, Y., Zhang, C., Xu, B., Xue, Y., Ren, Y., & Chen, Y. (2021). Batasan | Akuntansi Pertumbuhan Musiman dalam Analisis Per-Rekrutmen: Studi Kasus Empat Perikanan Komersial di Pesisir Laut Cina. 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.567240>
- Lorenzen, K. (2016). Stock assessment in inland fisheries: A foundation for sustainable use and conservation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 26(3), 405–440. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9435-0>
- Machado, A. M. S., Giehl, E. L. H., Fernandes, L. P., Ingram, S. N., & Daura-Jorge, F. G. (2021). Alternative data sources can fill the gaps in data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 78(5), 1663–1671. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab074>
- Maunder, M. N., & Piner, K. R. (2015). Contemporary fisheries stock assessment: Many issues still remain. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 7–18. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu015>
- Miethe, T., Reece, Y., & Dobby, H. (2019). Reference points for the length-based indicator L_{max}5% for use in the assessment of data-limited stocks. *ICES Journal of Marine Science*, 76(7), 2125–2139. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz158>
- Mildenberger, T. K., Taylor, M. H., & Wolff, M. (2017). : 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>
- Million Tesfaye & A. Getahun. (2021). Review on fish stock assessments models with more emphasis on the use of empirical and analytical models for potential yield prediction. *Acta Entomology and Zoology*. <https://doi.org/10.33545/27080013.2021.V2.I2A.40>
- Moore, J. W., Connors, B. M., & Hodgson, E. E. (2021). Conservation risks and portfolio effects in mixed-

- stock fisheries. *Fish and Fisheries*, 22(5), 1024–1040. <https://doi.org/10.1111/faf.12567>
- Neubauer, P., Thorson, J. T., Melnychuk, M. C., Methot, R., & Blackhart, K. (2018). Drivers and rates of stock assessments in the United States. *PLOS ONE*, 13(5), e0196483. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196483>
- Ngabalin, A. M. (2024). Application of Measured Fishing Method in Kei Islands, Maluku Province. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*, 12(5), 1491–1498.
- Nilsson, J. A., Fulton, E. A., Johnson, C. R., & Haward, M. (2019). How to Sustain Fisheries: Expert Knowledge from 34 Nations. *Water*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/w11020213>
- Nilsson, J. A., Johnson, C. R., Fulton, E. A., & Haward, M. (2019). Fisheries sustainability relies on biological understanding, evidence-based management, and conducive industry conditions. *ICES Journal of Marine Science*, 76(6), 1436–1452. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz065>
- Noletto-Filho, E. M., Carvalho, A. R., Thomé-Souza, M. J. F., & Angelini, R. (2022). Reporting the accuracy of small-scale fishing data by simply applying Benford's law. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.947503>
- Nurdin, E., Kembaren, D. D., & Tirtadanu. (2023). Stock assessment and management strategies for shark fisheries in the Arafura Sea: A length-based analysis of *Carcharhinus sealei*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 49(2), 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2023.02.001>
- Park, J. M., Hashimoto, H., Jeong, J. M., Kim, H. J., & Baeck, G. W. (2013). Age and growth of the robust tonguefish *Cynoglossus robustus* in the Seto Inland Sea, Japan. *Animal Cells and Systems*, 17(4), 290–297. <https://doi.org/10.1080/19768354.2013.826281>
- Pita, A., Casey, J., Hawkins, S., Villarreal, M., & ... (2016). Conceptual and practical advances in fish stock delineation. *Fisheries ...*, Query date: 2022-08-06 12:04:16. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783615002507>
- Reis-Filho, J. A., Harvey, E. S., & Giarrizzo, T. (2019). Impacts of small-scale fisheries on mangrove fish assemblages. *ICES Journal of Marine Science*, 76(1), 153–164. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy110>
- Retnoningtyas, H., Agustina, S., Dhani, A. K., Wiryawan, B., Palm, H. W., Natsir, M., Hartati, I. D., 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(3). <https://doi.org/10.33997/j.afs.2023.36.3.005>
- Retnoningtyas, H., Agustina, S., Natsir, M., Ningtias, P., Hakim, A., Dhani, A. K., Hartati, I. D., Pingkan, J., Simanjuntak, C. P. H., Wiryawan, B., Taurusman, A. A., Purbayanto, A., Palm, H. W., Prasetya, R., & Yulianto, I. (2024). Reproductive biology of the mackerel scad, *Decapterus macarellus* (Cuvier, 1833), in the Sulawesi Sea, Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*, 69. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103300>
- Rudd, M. B., & Thorson, J. T. (2018). Accounting for variable recruitment and fishing mortality in length-based stock assessments for data-limited fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 75(7), 1019–1035. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2017-0143>
- Taylor, M. H., & Mildenerberger, T. K. (2017). Extending electronic length frequency analysis in R. *Fisheries Management and Ecology*, 24(4), 330–338. <https://doi.org/10.1111/fme.12232>
- Teniwut, W. A. (2016). *For sustainable revenue of fisheries sector in small islands: Evidence of Maluku, Indonesia*. https://www.semanticscholar.org/paper/For-sustainable-revenue-of-fisheries-sector-in-of-Teniwut/2160134b7e68d4a27dd0effdcdfa6cb5ff229cc2?utm_source=consensus
- Then, A. Y., Hoenig, J. M., Hall, N. G., Hewitt, D. A., & Handling editor: Ernesto Jardim. (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>