

Profil Populasi Tuna Madidihang (*Thunnus albacares* Bonnaerre, 1880) yang Tertangkap pada Perikanan Handline di Perairan Nusa Tenggara Timur dan sekitarnya

**Anthoinette Rosaline Fransisca Anakotta^{1,2}, Suradi Widjaya Saputra^{3*},
Aristi Dian Purnama Fitri⁴, Aninditia Sabdaningsih³, A. Riza Baroqi⁵,
Putra Satria Timur⁵, Beatrix M. Rehatta²**

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

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana
Jl. Adi Sucipto Oesapa, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

³Departemen Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

⁴Departemen Perikanan Tangkap, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275, Indonesia

⁵Yayasan Masyarakat dan Perikanan Indonesia

Jl Kembang Matahari I. No. 147, Sumerta, Denpasar Timur, Denpasar, Bali, 80235, Indonesia

Email: suradi@lecturer.undip.ac.id

Abstract

Population Profile of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares* Bonnaerre, 1880) Caught in Handline Fisheries in the Waters of East Nusa Tenggara

Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) is the main target of capture fisheries in various tropical waters, including Indonesia, owing to its high economic value. Global market demand increases the rate of exploitation; therefore, the size of the catch is not considered. The increasing number of fishing units led to declines in tuna stocks, catches exceeding the limit, and a dominance of catch sizes smaller than the mature gonad size ($L_c < L_m$), resulting in a decrease in the biomass of spawning stocks. This study aimed to examine the profile of the yellowfin tuna population in the waters of East Nusa Tenggara (NTT) by analyzing its size structure, size-at-first-catch (L_c), mortality, recruitment patterns, production trends, and Catch Per Unit Effort (CPUE). Length and weight data were obtained from I-Fish (Indonesian Fisheries Information System) initiated by YMDPI. The analysis showed that the yellowfin tuna caught ranged in size from 78 to 173 cm and were dominated by the 94-125 cm size group (82.86%). The catch consisted of 99.99% adult fish and 0.01% juveniles. The L_c value ranged from 103.34–106.55 cm, fishing mortality ($F=1.44$) was higher than natural mortality ($M = 0.71$) and the exploitation rate (E) was 0.67, indicating overfishing. Recruitment occurred throughout the year, peaking in June. Production increases in April, June, and October. CPUE ranged from 0.45-0.80 tons/trip, most fish weighed 17-23 kg (38.32%) and fish weighed more than 45 kg <1%. Overall, this condition emphasizes the importance of sustainable management based on periodic data to maintain the sustainability of the tuna population and the fisheries industry.

Keywords: *Thunnus albacares*; population structure; L_c ; CPUE; East Nusa Tenggara

Abstrak

Tuna madidihang (*Thunnus albacares*) merupakan target utama perikanan tangkap di berbagai perairan tropis, termasuk Indonesia, karena bernilai ekonomi tinggi. Pemintaan pasar global meningkatkan laju eksploitasi, sehingga ukuran tangkap tidak diperhatikan. Penurunan stok tuna disebabkan oleh, meningkatnya jumlah unit penangkapan, volume tangkapan yang melebihi batas serta dominasi ukuran tangkapan lebih kecil dari ukuran matang gonad ($L_c < L_m$), menyebabkan biomassa stok memijah berkurang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji profil populasi tuna madidihang di perairan Nusa Tenggara Timur (NTT) melalui analisis struktur ukuran, ukuran pertama kali tertangkap (L_c), mortalitas, pola rekrutmen, tren produksi dan Catch Per Unit Effort (CPUE). Data panjang dan berat diperoleh dari I-Fish (Indonesian Fisheries Information System) yang diinisiasi oleh YMDPI. Hasil analisis menunjukkan, tuna madidihang yang tertangkap berukuran 78-173 cm, didominasi oleh kelompok ukuran 94-125 cm (82,86 %). Komposisi tangkapan terdiri dari 99,99% ikan dewasa dan 0,01% juvenil. Nilai L_c besar dari 103,34–106,55 cm, mortalitas penangkapan ($F=1,44$) lebih tinggi dari mortalitas alami ($M = 0,71$) dan laju eksploitasi (E) sebesar 0,67, mengindikasikan terjadinya overfishing. Rekrutmen terjadi hampir sepanjang tahun, puncaknya pada bulan Juni. Produksi meningkat pada bulan April, Juni dan Oktober. CPUE berkisar antara 0,45-0,80 ton/trip, sebagian besar ikan berbobot 17-23 kg (38,32%) dan ikan berukuran lebih dari 45 kg < 1%. Secara keseluruhan kondisi ini menegaskan pentingnya pengelolaan berkelanjutan berbasis data periodik untuk menjaga kelestarian populasi dan industri perikanan tuna.

Kata kunci: *Thunnus albacares*; struktur populasi; L_c ; CPUE; Nusa Tenggara Timur

PENDAHULUAN

Tuna madidihiang (*Thunnus albacares*), adalah spesies ikan pelagis besar yang bermigrasi dan umumnya ditemukan di perairan tropis termasuk ke perairan Nusa Tenggara Timur (Nurani *et al.*, 2016; Nurani *et al.*, 2017; Jatmiko *et al.*, 2019). Spesies ini menjadi target utama industri perikanan tangkap karena nilai ekonominya yang tinggi dan permintaan pasar global yang meningkat. Pada tahun 2018, produksi tuna global mencapai 5,1 juta ton dan 95% diantaranya merupakan tuna tropis (ISSF, 2022), namun berkurang 1% (1.237.600 ton) pada tahun 2023 dibandingkan tahun sebelumnya (ISSF, 2025).

Sekitar 30% tangkapan tuna dunia berasal dari Samudera Hindia, dan tuna madidihiang (*T. albacares*), salah satu dari tiga spesies tuna tropis yang dikelola *Indian Ocean Tuna Commission* (IOTC), dinyatakan mengalami overfishing pada tahun 2020 (Blue Marine Foundation, 2020; Eighani *et al.*, 2021). Penurunan produksi tuna global, termasuk di Nusa Tenggara Timur, disebabkan oleh praktek penangkapan yang tidak berkelanjutan, seperti penangkapan ikan belum matang gonad dan peningkatan unit penangkapan (Gigentika *et al.* 2017; Blue Marine Foundation, 2020), sehingga pengawasan terhadap ukuran dan produksi tangkapan penting, untuk mengetahui kondisi riil populasi dan langkah pengelolaannya,

Data ukuran dan produksi tangkapan tuna madidihiang yang dievaluasi secara periodik, memberikan gambaran struktur populasi, dinamika stok dan tingkat eksploitasi (Muñoz-Abril, 2024). Ukuran ikan menggambarkan kesehatan stok, sehat atau telah mengalami overfishing, sebaliknya produksi berperan sebagai acuan dalam menentukan tingkat pemanfaatan yang optimal dan berkelanjutan (Zahra *et al.*, 2023; Shen & Song, 2024; Lelono *et al.*, 2024).

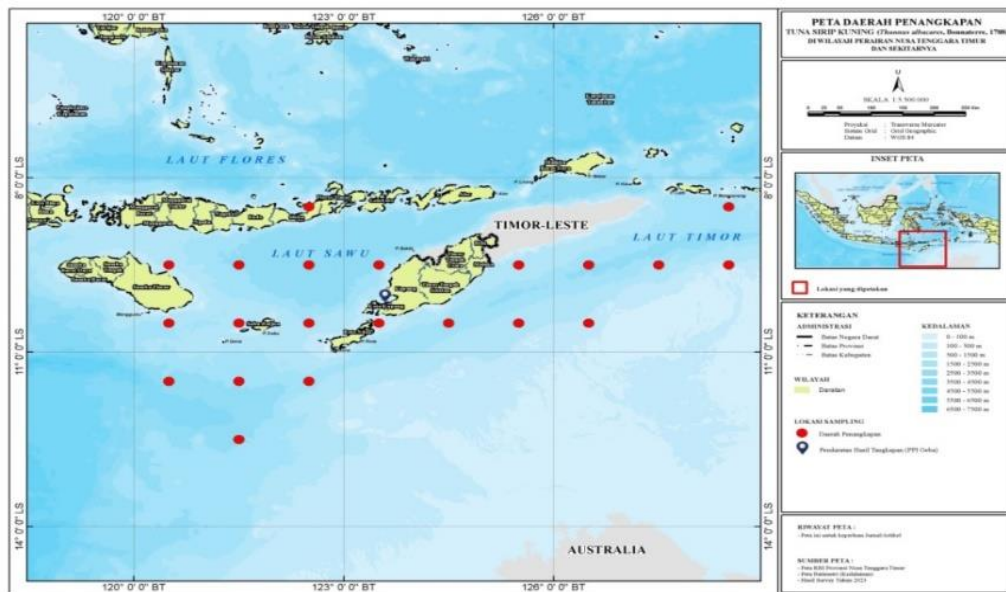
Studi terkini menunjukkan bahwa integrasi data biologis dan hasil tangkapan secara kontinyu, sangat efektif mendukung pengelolaan adaptif yang responsif terhadap perubahan stok dan tekanan penangkapan (Bastardie *et al.*, 2022; Monllor-Hurtado *et al.*, 2017; Nimit *et al.*, 2020). Li *et al.* (2022) menyatakan bahwa *Stock Synthesis* adalah model penilaian stok berbasis data lengkap dengan pendekatan populasi (struktur umur, panjang ikan, CPUE, dan rekrutmen) untuk memproyeksikan skenario pengelolaan, berarti pemantauan sistematis terhadap ukuran dan produksi ikan menjadi dasar strategi konservasi dan pemanfaatan tuna madidihiang secara berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji profil populasi tuna madidihiang (*Thunnus albacares*) dari perikanan tuna handline di perairan Nusa Tenggara Timur dengan` fokus pada struktur ukuran, ukuran pertama kali tertangkap (Lc), mortalitas, rekrutmen, tren produksi, dan *Catch Per Unit Effort* (CPUE). Hasil penelitian diharapkan menjadi rujukan untuk pengelolaan perikanan tuna yang berkelanjutan di wilayah Nusa Tenggara Timur

MATERI DAN METODE

Data pada penelitian ini bersumber dari I-Fish (*Indonesian Fisheries Information System*) yang diinisiasi oleh Yayasan Masyarakat dan Perikanan Indonesia (MDPI). Data tersebut merupakan hasil tangkapan dari armada *tuna handline* yang beroperasi di perairan NTT dan sekitarnya, pada Tahun 2018-2020 dan didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Oeba, Kota Kupang (Gambar 1).

Data yang diperoleh dari MDPI berupa titik kordinat daerah penangkapan, ukuran panjang cagak dan berat total. Panjang cagak diukur menggunakan kaliper dari ujung rahang atas hingga pangkal cabang ekor untuk ikan dengan ukuran ≥ 10 kg dan dibulatkan ke bawah, ke satuan cm terdekat, sebaliknya untuk ikan yang berukuran lebih kecil diukur dengan papan ukur yang panjangnya 60 cm. Berat total ikan didapat dengan pembulatan ke kilogram berat terdekat (MDPI, 2018; 2019)



Gambar 1. Lokasi Penangkapan Tuna Madidihang di Perairan NTT dan Sekitarnya

Berdasarkan data panjang dan berat dianalisis beberapa parameter yakni distribusi ukuran panjang ikan menggunakan metode ELEFAN I dalam aplikasi FISAT II (Gayanilo *et al.*, 2005) untuk mengetahui pola struktur ukuran populasi. Ukuran panjang pertama kali tertangkap (L_c) dihitung dengan metode logistik standar dari Sparre dan Venema (1998) sebagai indikator ukuran saat ikan tertangkap.

Mortalitas total (Z) diestimasi menggunakan kurva tangkapan yang dikonversi ke panjang (*Length Converted Catch Curve*) berdasarkan Pauly *et al.* (1984). Mortalitas alami (M) dihitung dengan rumus Pauly (1980), dan mortalitas penangkapan (F) diperoleh dari selisih antara mortalitas total dan mortalitas alami ($Z-M$). Laju eksploitasi (E) dihitung untuk menilai tingkat pemanfaatan stok menggunakan persamaan Pauly (1980) melalui aplikasi FISAT II dengan kriteria $E > 0,5$ (status perikanan yang dieksploitasi secara berlebihan), $E = 0,5$ (status perikanan tergolong optimal dan $E < 0,5$ (status perikanan yang kurang dieksploitasi).

Pola rekrutmen diprediksi menggunakan model Beverton-Holt (1996) untuk memperkirakan waktu dan jumlah individu baru yang masuk ke populasi. Tren produksi tangkapan dianalisis dengan grafik histogram tahunan, dan *Catch Per Unit Effort* (CPUE) dihitung sebagai indikator kelimpahan stok dan efisiensi penangkapan (Noija *et al.*, 2014)

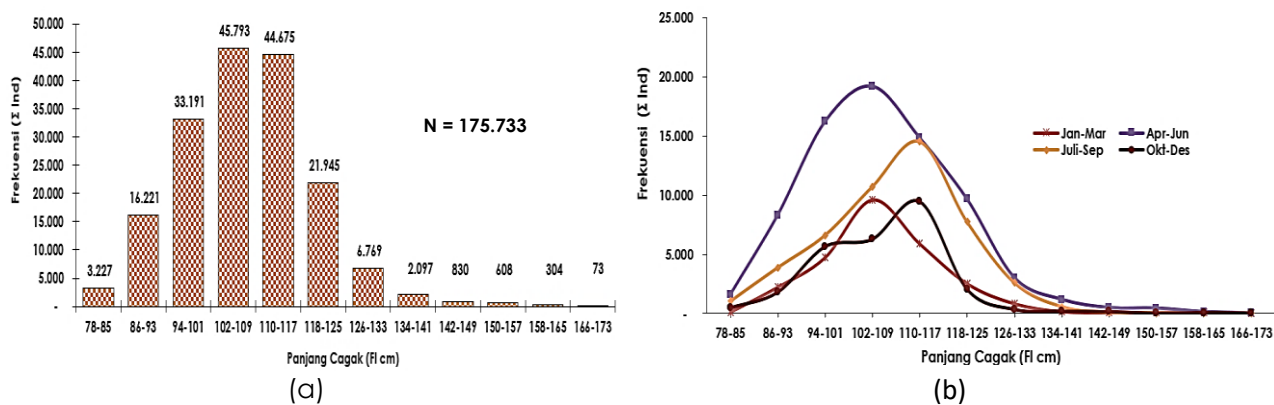
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 175.733 individu tuna madidihang (Yellowfin tuna) telah tertangkap pada perikanan tuna *handline* selama 3 tahun (2018-2020), dengan ukuran 78-173 cm. Hasil tangkapan didominasi oleh kelompok ukuran 94-125 cm (82,86%), diikuti ukuran 78-93 cm (11,07 %) dan ukuran 126-173 cm hanya 6,07 % (Gambar 2). Pola ukuran yang tertangkap menunjukkan konsistensi, namun frekuensinya berkurang pada bulan Juli-Desember hingga Maret dan terjadi pergeseran ukuran selama 3 tahun.

Gambar 2b menunjukkan, jumlah tangkapan tertinggi pada musim timur (April-Juni), didominasi ukuran > 100 cmFL. Kurniawan *et al.* (2020) juga menemukan hasil yang sama di Perairan Selatan Nusa Tenggara, sebaliknya periode Januari-Maret dan Oktober-Desember, jumlah tangkapannya sedikit meskipun masih didominasi ukuran dewasa (> 100 cmFL), berbeda dengan Kurniawan *et al.* (2020) yang menemukan lebih banyak juvenil (< 50 cm FL). Ukuran tuna madidihang pada penelitian ini juga lebih besar dibanding lokasi penangkapan lain di Indonesia (Tabel 1).

Tabel 1. Ukuran Panjang Tuna Madidihiang Pada Beberapa Perairan di Indonesia

Ukuran (FL cm)	Lokasi	Sumber
15,0 - 156,0	didaratkan di Pelabuhan Ratu	Agustina <i>et al.</i> , 2019
21,0 - 115,0	Pelabuhan Ratu	Nurdin <i>et al.</i> , 2017
22,4 - 175,2	Perairan Sendang Biru	Tumulyadi <i>et al.</i> , 2019
26,5 - 163,5	Teluk Bone	Mallawa <i>et al.</i> , 2021
39,0 - 104,0	Perairan Simuele aceh	Burhanis <i>et al.</i> , 2018
78,0 - 173,0	Perairan Nusa Tenggara Timur	Penelitian ini 2018-2020

**Gambar 2.** (a) Distribusi Frekuensi Panjang dan (b) Pola Ukuran Tuna Madidihiang yang Tertangkap pada Perikanan Tuna Handline Per Tri Wulan di Perairan Nusa Tenggara Timur

Hasil analisis distribusi frekuensi panjang menggunakan metode ELEFAN I dalam aplikasi FiSAT II menunjukkan, terjadinya pergeseran atau perubahan struktur ukuran (Gambar 3). Perubahan atau pergeseran struktur ukuran tangkapan tuna madidihiang diduga berkaitan dengan (1) suhu permukaan laut dan perilaku migrasi vertikal harian maupun musiman ikan serta waktu penangkapan, (2) tuna madidihiang ukuran besar dan dewasa yang tertangkap dalam jumlah yang banyak pada musim penangkapan sebelumnya, menyebabkan kelompok ukuran tersebut lebih sedikit ditemukan pada musim penangkapan berikutnya (Heidrich *et al.*, 2023; Syamsinar *et al.*, 2023)

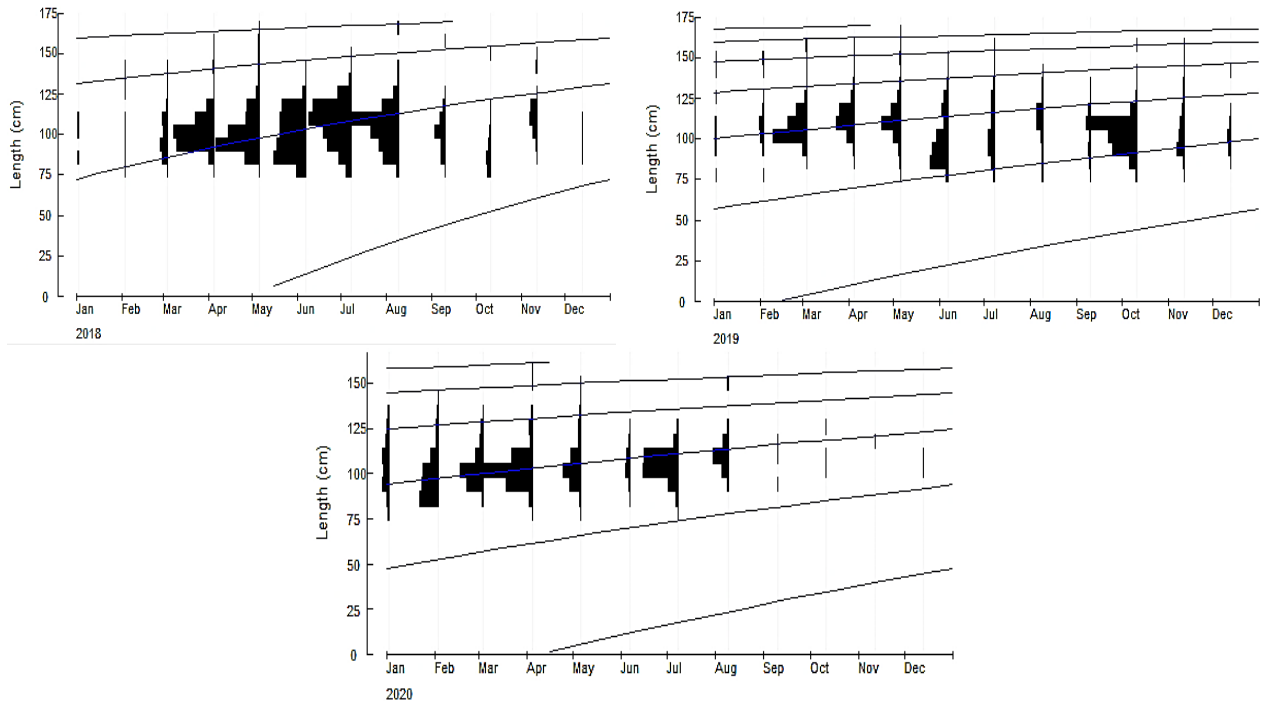
Pergeseran ukuran seperti ini dapat mengancam keberlanjutan populasi karena ketersediaan stok ikan yang siap memijah lebih sedikit (Syamsinar *et al.*, 2023), rekrutmen menjadi terbatas dan mengganggu kesehatan populasi tuna madidihiang di tahun berikutnya (Lelono *et al.*, 2024). Berdasarkan Burhanis *et al.* (2018) dan Hidayati *et al.* (2019), kelompok umur populasi tuna madidihiang yang tertangkap dalam penelitian ini terdiri dari juvenil (≤ 78 cm) sebanyak 0,01% (17 ind) dan dewasa (86-173 cm) sebanyak 99,99%.

Ukuran Pertama Kali Tertangkap (L_c)

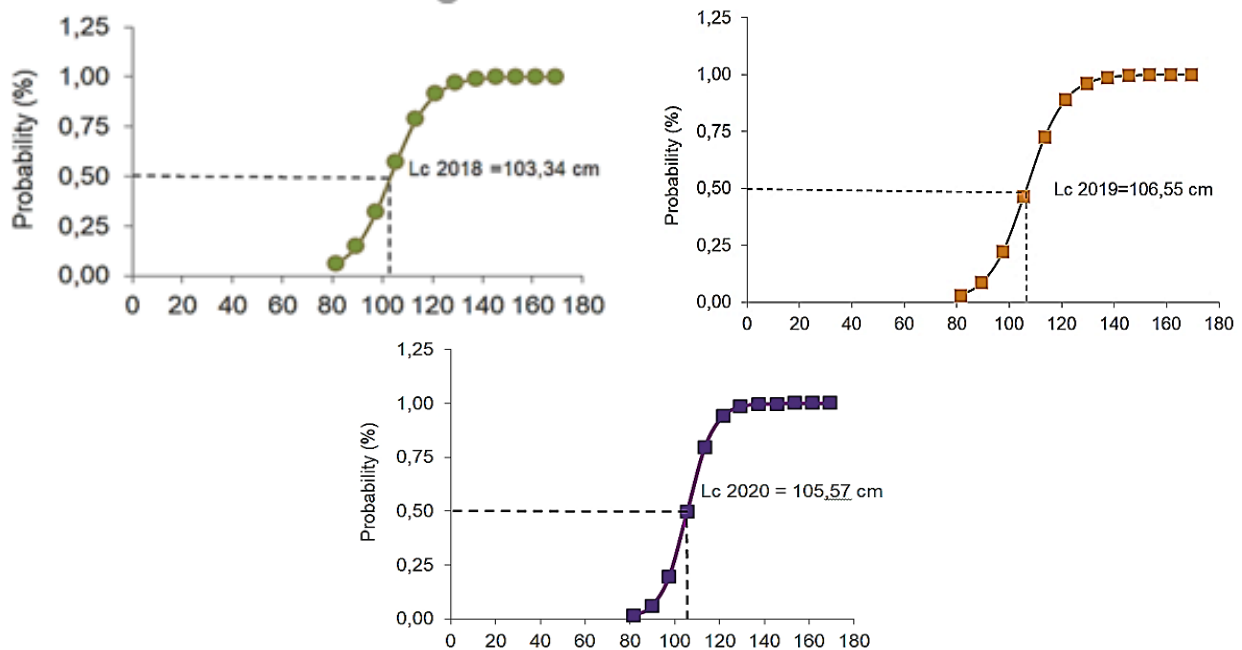
Ukuran tuna madidihiang pertama kali tertangkap selama 3 tahun berkisar antara 103,34-106,55 cm (Gambar 4). Nilai ini lebih kecil dari penelitian Amri *et al.* (2021) (107,2 cm), tetapi lebih besar dari penelitian Damayanti *et al.* (2023) (65,7 cm) dan Burhanis *et al.* (2024) ($L_c = 56,43$ cm).

Nilai L_c tuna madidihiang pada perikanan tuna handline dapat bervariasi pada wilayah dan musim penangkapan yang sama, karena penggunaan ukuran mata pancing bersifat selektif terhadap ukuran ikan target. Damayanti *et al.* (2023) menemukan, tuna madidihiang berukuran >10 kg tertangkap dengan mata pancing nomor 3 dan 4, sebaliknya ukuran <10 kg, tertangkap dengan mata pancing nomor 9 dan 10.

Zhu *et al.* (2008) menyatakan ukuran pertama kali matang gonad (Lm) tuna madidihiang adalah 100-110 cm. Berdasarkan nilai tersebut, maka 30,09 % (52.878 ind) dari total tangkapan dalam penelitian ini diduga telah matang gonad dan pernah memijah.



Gambar 3. Plot Von Bertallany Tuna Madidihiang yang Tertangkap di Perairan NTT dan Sekitarnya Tahun 2018-2020



Gambar 4. Lc Tuna Madidihiang yang Tertangkap di Perairan NTT dan Sekitarnya (Tahun 2018, 2019 dan 2020)

Tabel 2 menunjukkan 70,25 % (70.574 ind) dari total tangkapan, mempunyai panjang cagak ≥ 100 cm. 40,16%, (70.574 ind) diduga telah matang gonad dan pernah memijah lebih dari satu kali dan 29,75% (52.281 ind) belum layak tangkap secara biologis (< 100 cm).

Menurut Setyadji *et al.* (2019), pengelolaan perikanan tuna berkelanjutan, jika nilai $L_c \geq L_m$. Pada ukuran tersebut, minimal ikan telah memijah satu kali dalam siklus hidupnya (Zedta & Maddupa, 2021). Eighani *et al.* (2021) mengemukakan, untuk menjamin keberlanjutan populasi tuna madidihang idealnya harus ada 20% dari biomassa stok yang mencapai ukuran umur memijah sebagai ambang batas kritis untuk mencegah penangkapan berlebihan.

Mortalitas dan Tingkat Eksploitasi

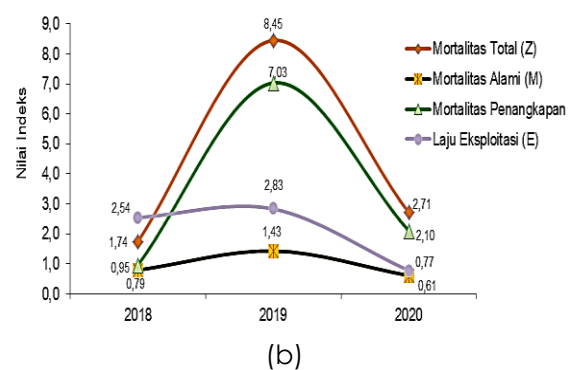
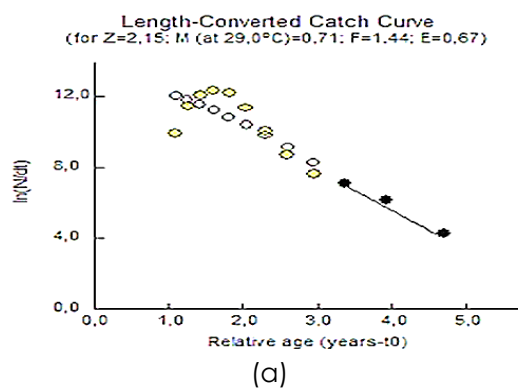
Menganalisis mortalitas ikan akibat penangkapan maupun mortalitas alami sangatlah penting untuk mengetahui kondisi dinamika populasi ikan (Tangke *et al.*, 2024) serta mengidentifikasi tren penurunan stok dan memprediksi tingkat pemulihannya (Heidrich *et al.*, 2023). Hasil analisis menggunakan FISAT II, sub menu *mortality estimation* yakni *Length Converted Catch Curve* diperoleh mortalitas total (Z) tuna madidihang di perairan NTT sebesar 2,15, mortalitas alami (M) 0,71, dan mortalitas penangkapan (F=Z-M) sebesar 1,44 (Gambar 5a).

Nilai $F > M$ sejalan dengan laju eksploitasi yaitu sebesar 0,67, yang mengindikasikan bahwa spesies ini telah dieksploitasi secara berlebihan ($E > 0,50$) di Perairan NTT, nilai rasio $F/M > 1$ (2,0282) atau 102,82% tingkat pemanfaatan, menegaskan over eksploitasi terjadi. (Zhang *et al.*, 2025; Björnsson *et al.*, 2022). Blanz *et al.* (2024) bahkan menyatakan stok signifikan beresiko kolaps tanpa jeda waktu. Jika F yang terlalu tinggi dibanding M, tidak segera ditangani. Burhanis *et al.* (2024) menyatakan bahwa sumberdaya ikan akan berkelanjutan jika nilai $F=M$ atau tingkat eksploitasinya (E)=0,5.

Tabel 2. Prakiraan Komposisi (%) Populasi Tuna Madidihang Berdasarkan L_m Teoritis

Tahun	Jumlah Ikan	$< L_m$ teoritis (< 100 cm)	L_m teoritis *) (100 – 110 cm)	$> L_m$ teoritis (> 110 cm)
2018	70.770	29,66	32,27	38,07
2019	70.157	19,47	34,11	46,42
2020	34.806	50,63	17,57	31,80
Total	175.733	29,75	30,09	40,16

Keterangan: *) Berdasarkan Zhu *et al.* (2008)



Gambar 5. (a) Kurva Tangkapan Tuna Madidihang yang dikonversi ke Panjang 2018-2020; (b) Fluktuasi Nilai Indeks Mortalitas dan Eksploitasi Per Tahun

Over eksploitasi mengindikasikan bahwa pengaturan upaya penangkapan, jumlah ikan yang boleh ditangkap (JTB) maupun ukuran layak tangkap perlu dievaluasi dengan ketat, sebagai upaya untuk mempertahankan keberlanjutan sumber daya tuna madidihang di wilayah ini.

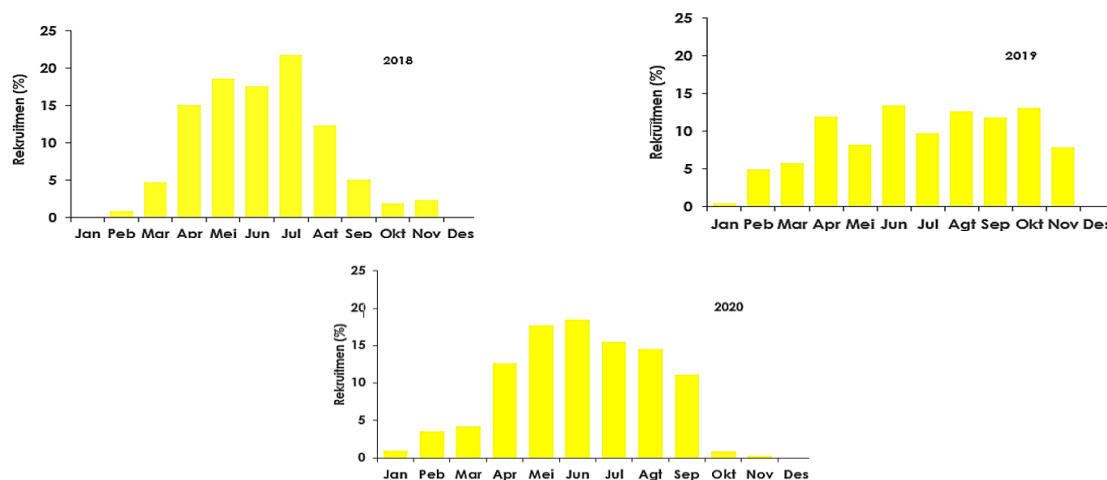
Rekrutmen

Rekrutmen adalah masuknya individu baru tuna madidihang yang dapat dimanfaatkan ke dalam stok. Hasil analisis menunjukkan bahwa rekrutmen terjadi hampir sepanjang tahun, kecuali di bulan Desember dan puncak rekrutmen terjadi pada bulan Mei-Juli (Gambar 6).

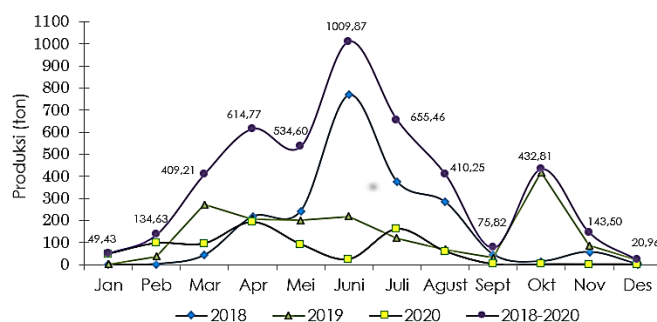
Pola dan waktu rekrutmen tuna madidihang pada penelitian ini mirip dengan penelitian Dwigita *et al.* (2022). Pola rekrutmen yang berbeda sepanjang tahun berkaitan dengan beberapa variabel seperti suhu permukaan laut yang menentukan keberadaan ikan pada suatu wilayah (Semedi *et al.*, 2025), waktu pemijahan yang berlangsung beberapa bulan dalam setahun (Tridjoko *et al.*, 2020), ketersediaan fitoplankton di perairan baik kualitas maupun kuantitas, untuk mendukung kelangsungan hidup larva tuna (Wang *et al.*, 2024), sehingga stok rekrutmen yang bisa dimanfaatkan berbeda pada periode waktu tertentu.

Trend Produksi Tuna Madidihang Pada Perikanan Tuna Handline

Produksi tuna madidihang berfluktuasi sepanjang tahun, dengan peningkatan produksi pada bulan April, Juni, dan Oktober. Pola ini sedikit berbeda pada tahun 2020, diduga akibat menurunnya aktivitas penangkapan selama pandemi Covid-19 (Gambar 7).



Gambar 6. Pola Rekrutmen Tuna Maddihang di Perairan NTT dan Sekitarnya Tahun 2018-2020



Gambar 7. Tren Produksi Tuna Madidihang pada Perikanan Tuna Handline di NTT

Fluktuasi puncak produksi tangkapan tuna madidihiang menunjukkan variabilitas geografis daerah penangkapan yang spesifik, dan dipengaruhi oleh kondisi iklim regional dan kondisi oseanografi (Kurniawan *et al.*, 2020; Wiryawan *et al.*, 2020; Hou *et al.*, 2022; Kim & Na, 2022). Hal ini berarti bahwa pola produksi hasil tangkapan tahunan di wilayah perairan NTT dapat berbeda dengan wilayah geografis yang lain.

Komposisi hasil tangkapan tuna madidihiang didominasi oleh kelompok ukuran 17-23 kg (38,32%) dari total produksi tangkapan (4.491.321 kg) diikuti kelompok ukuran 24-30 kg (25,96%) dan ukuran 10-16 kg (21,75%). Kelompok ukuran 31-44 kg (<10 %), sebaliknya ukuran 45-86 kg (< 1%) (Gambar 8).

Rata-rata ukuran berat tuna madidihiang dewasa menurut IOTC (2022) adalah 35-45 kg dengan panjang 95-105 FLcm, hampir sama dengan Hare *et al.* (2025) yakni 30-45 kg dengan panjang 100 FLcm. Jika demikian, ukuran dewasa pada penelitian ini berdasarkan berat, sebanyak ± 13 % dari total tangkapan.

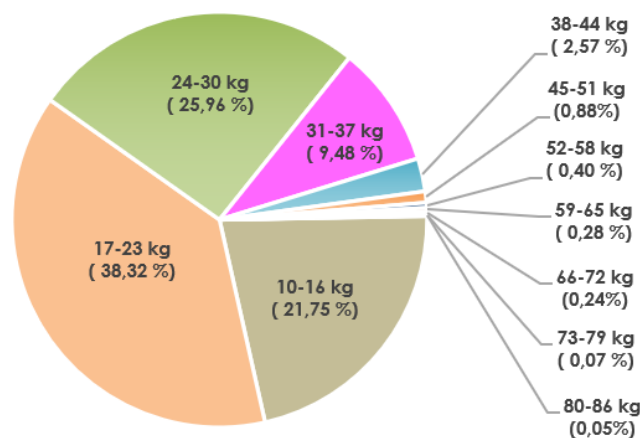
Komposisi berat tuna seperti ini sangat mungkin terjadi, selain karena penggunaan ukuran mata pancing yang bervariasi sifatnya selektif, sehingga ukuran yang tertangkap juga bervariasi, (Damayanti *et al.*, 2023), kondisi suhu permukaan laut yang sangat dominan mempengaruhi distribusi dan kelimpahan tuna madidihiang (Shi *et al.*, 2022) serta asosiasi tuna yang berkumpul di rumpun dengan lama waktu tinggal yang berbeda (Govinden *et al.*, 2021) diduga berdampak pada pertumbuhan tuna madidihiang karena kompetisi ruang maupun makanan.

Merujuk pada Indo Aquatic Trade (2025), tentang standar kualitas ekspor internasional tuna madidihiang berdasarkan berat, maka populasi tuna madidihiang yang tertangkap di perairan NTT periode 2018-2020 termasuk dalam grade AAA (>60 kg) dan AA (40-59 kg) persentasenya sangat kecil, sebaliknya grade A (20-39 kg) dan B (10-19 kg) $\pm 96,51$ % (Gambar 8).

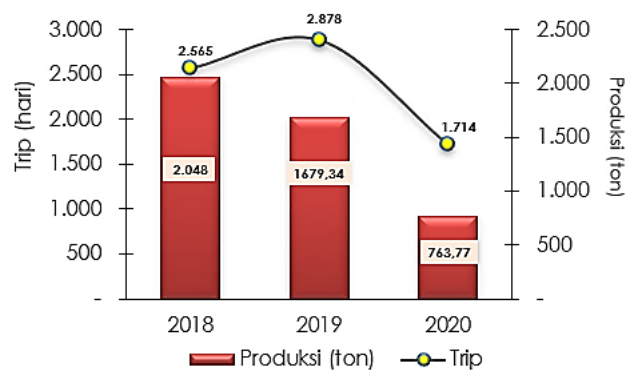
Hubungan Trip Penangkapan dan Produksi

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan, adanya hubungan yang kuat antara Jumlah trip penangkapan dengan produksi tangkapan, karena nilai $r_{hitung} (0,822) > r_{tabel} (0,632)$ dengan db=10 pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) (Gambar 9).

Kondisi yang berbeda terjadi di tahun 2019, jumlah trip tangkapan tidak sebanding dengan produksi, diduga berkaitan dengan kondisi stok yang makin berkurang hingga tahun 2020 dan terindikasi overfishing. Blanz *et al.* (2024) menyatakan bahwa meningkatnya upaya penangkapan tanpa peningkatan hasil merupakan sinyal terjadinya *stock collapse*.



Gambar 8. Persentase Kelompok Ukuran Berat Tuna Madidihiang yang Tertangkap di Perairan Nusa Tenggara Timur dan Sekitarnya



Gambar 9. Trip Penangkapan dan Produksi Tangkapan

Catch Per Unit Effort (CPUE)

Hasil perhitungan CPUE menunjukkan bahwa jumlah tangkapan per trip penangkapan setiap tahun mengalami penurunan dari tahun sebelumnya. Tahun 2019 (26,93%) dan tahun 2020 menjadi 23,63 %. Nilai rerata CPUE selama 3 tahun adalah 0,63 ton/trip. Nilai ini lebih kecil dibanding hasil penelitian Posundu *et al.* (2024) di perairan Maluku (1,65-1,99 ton/trip) dan Sulawesi (1,50-1,67) pada periode yang sama (2018-2020).

Preferensi daerah penangkapan bisa menjadi faktor pembatas kehadiran tuna madidiang (Zainuddin *et al.*, 2023; Matsubara *et al.*, 2024), kombinasi dengan tekanan penangkapan maka nilai CPUE makin merosot meskipun upaya ditingkatkan. Nilai CPUE yang makin menurun pada penelitian ini relevan dengan indikasi *overfishing* karena laju rekrutmen $>0,50$, mortalitas penangkapan 1,44 dan rasio $F/M >1$.

KESIMPULAN

Ukuran panjang cagak tuna madidiang yang tertangkap pada perikanan tuna handline di perairan NTT adalah 78–173 cm, didominasi oleh ukuran 94–125 cm (82,86%). Ikan dewasa (99,99%), dan juvenil (0,01%). Ukuran pertama kali tertrangkap (L_c) 103,34–106,55 cm, lebih besar dari L_m teoritis sebanyak 30,09% dari total tangkapan. Rekrutmen terjadi hampir sepanjang tahun, puncaknya antara bulan Mei-Juli. Ukuran berat tuna madidiang ekspor tertinggi (>45 kg) kurang dari 1%. Sebagian besar tuna madidiang yang tertangkap adalah ikan dewasa, tetapi kondisi stok di perairan NTT terindikasi *overfishing* dengan laju eksploitasi ($E=0,67$), mortalitas penangkapan ($F=1,44$), nilai rasio $F/M >1$ (2,0282), tren produksi tidak sebanding dengan upaya dan nilai CPUE yang makin menurun. Fakta ini memerlukan perhatian dan keseriusan untuk merumuskan kebijakan pengelolaan yang tepat berbasis data yang komprehensif (biologis, lingkungan) untuk keberlanjutan stok dan industri perikanan tuna, spesifik tuna madidiang di NTT.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, M., Setyadji, B., Prawira, D., & Tampubolon, A. R. P. (2019). Perikanan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares* Bonnaterre, 1788) pada armada tonda di Samudera Hindia selatan Jawa. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*, 11(3), 161–173.
- Amri, K., Setyadji, B., & Rahmat, E. (2021). Some biological parameters of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the handline fishery in the Eastern Part of the Banda Sea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 934(1), p.012019. doi: 10.1088/1755-1315/934/1/012019
- Beverton, R. J. H., & Holt, S. J. (1966). Manual of Methods for Fish Stock Assessment: Part II, Tables of Yield Functions. In *FAO Fisheries Technical Papers* (FAO).

- Blanz, B., Cormier, R., Swain, D., & Held, H. (2024). Adding the risk of stock collapse over time to stock assessments and harvest allocation decisions. *ICES Journal of Marine Science*, 81(7), 1234–1246. doi: 10.1093/icesjms/fsae084
- Burhanis, B., Alaudin, A., Fadhilah, R., Zulfadhli, Z., Edwarsyah, E., & Munandar, R. A. (2024). Pola Pertumbuhan Dan Mortalitas Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*) di PPI Ujong Baroh. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(2), 271–278. doi: 10.14710/buloma.v13i2.58680
- Burhanis, B., Bengen, D. G., & Baskoro, M. S. (2018). Karakter morfometrik dan asosiasi tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) dan tuna bambulo *Gymnosarda unicolor* (Ruppell) di Perairan Simeulu, Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(2), 455–466.
- Damayanti, A. A., Buhari, N., Gigentika, S., Baroqi, R. A., Timur, P. S., Rustandi, S., & Umam, M. (2023). The biological characteristics of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Indian Ocean, south of Nusa Tenggara (FMA 573), Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 16(5), 2419–2433.
- Dwigita, A. W., Tumulyadi, A., & Lelono, T. D. (2022). Analisis Dinamika Populasi tuna sirip Kuning (*Thunnus albacares*) yang Didaratkan di TPI Pondokdadap Sendangbiru, Malang, Jawa Timur. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Kelautan dan Perikanan Tahun 2022*, 5587, 38–47.
- Eighani, M., Cope, J. M., Raoufi, P., Naderi, R. A., & Bach, P. (2021). Understanding fishery interactions and Stock Trajectory of Yellowfin tuna Exploited by Iranian Fisheries in the Sea of Oman. *ICES Journal of Marine Science*, 78(7), 2420–2431. doi: 10.1093/icesjms/fsab114
- Gayanilo F. C., Sparre P., Pauly D. 2005. Stock assesment tools II. Review version. FAO ICLARM. FAO United Nation, Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome, 2005
- Govinden, R., Capello, M., Forget, F., Filmalter, J. D., & Dagorn, L. (2021). Behavior of skipjack (*Katsuwonus pelamis*), yellowfin (*Thunnus albacares*), and bigeye (*T. obsesus*) tunas associated with drifting fish aggregating devices (dFADs) in the Indian Ocean, assessed through acoustic telemetry. *Fisheries Oceanography*, 30(5), 542–555. doi: 10.1111/fog.12536
- Hare, S. R., Vidal, T., Castillo Jordán, C., Day, J., Hamer, P. A., Macdonald, J., Magnusson, A., Peatman, T., Scott, R. D., Senina, I., Teears, T., & Pilling, G. M. (2025). The western and central Pacific tuna fishery: 2023 overview and status of stocks. In Pacific Community.
- Heidrich, K. N., Meeuwig, J. J., Juan-Jordá, M. J., Palomares, M. L. D., Pauly, D., Thompson, C. D. H., Friedlander, A. M., Sala, E., & Zeller, D. (2023). Multiple lines of evidence highlight the dire straits of yellowfin tuna in the Indian Ocean. *Ocean and Coastal Management*, 246, 106902. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2023.106902
- Hidayati, D., Oclandhi, B., Maulidinia, N., Sa'Adah, N. N., & Nurhayati, A. P. D. (2019). The species and body size composition of pelagic fishes that caught by troll line in the fish landing of Sendang Biru, East Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(6), 1764–1769. doi: 10.13057/biodiv/d200638
- Hilborn, R., Agostini, V. N., Chaloupka, M., Garcia, S. M., Gerber, L. R., Gilman, E., & Fitchett, M. (2021). Area-based management of blue water fisheries current knowledge and research needs. John Wiley & Sons, Inc. doi: 10.1111/faf.12629
- International Seafood Sustainability Foundation (ISSF). (2022). Status of the world fisheries for tuna. Mar. 2022. ISSF Technical Report 2022-04 (Issue March). https://fisheryprogress.org/sites/default/files/documents_actions/ISSF-2022-04-Status-of-the-World-Fisheries-for-Tuna-March-2022.pdf
- International Seafood Sustainability Foundation. (2025). Status of the world fisheries for tuna: March 2025. Scientific Reports, Technical Reports 2025-10, <https://www.issf-foundation.org/about-issf/what-we-publish/issf-documents/issf-2025-01-status-of-the-world-fisheries-for-tuna-march-2025/>
- IOTC. (2022). Report of the 24th session of the IOTC working party on Tropical tunas. In FAO. https://fisheryprogress.org/sites/default/files/documents_actions/IOTC-2022-WPTT24-RE_FINAL.pdf
- Jatmiko, I., Zedta, R. R., Agustina, M., & Setyadji, B. (2019). Genetic diversity and demography of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) In southern and western part of Indonesian Waters. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 24(2), 61–68. doi: 10.14710/ik.ijms.24.2.61-68
- Kim, J., & Na, H. (2022). Interannual Variability of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and bigeye tuna (*Thunnus obsesus*) catches in the southwestern Tropical Indian Ocean and its relationship to climate variability. *Frontiers in Marine Science*, 9, 857405. doi: 10.3389/fmars.2022.857405
- Kurniawan, R., Setyadji, B., Catur Nugroho, S., Teja, D., & Wibawa, A. (2020). Spatio-temporal variations of yellowfin tuna caught by handline in the Indian Ocean, south of Nusa Tenggara. Indonesian. *Journal of Fisheries Science and Technology Available*, 16(3), 187.

- Lelono, T. D., Bintoro, G., Setyanto, A., Sutjipto, D. O., Tumulyadi, A., Adhihapsari, W., Sari, W. K., Rihmi, M. K., Aliviyanti, D., Isdianto, A., & Putri, A. D. R. (2024a). Evaluating growth and exploitation dynamics of *Thunnus albacares* for sustainable fisheries in fishery landed in Bali's Benoa Harbor. *Biodiversitas*, 25(9), 2858–2869. doi: 10.13057/biodiv/d250905
- Li, Y., Zhu, J., Dai, X., Fu, D., & Chen, Y. (2022). Using data-limited approaches to assess data-rich Indian Ocean bigeye tuna: Data quantity evaluation and critical information for management implications. *Marine Biology*, 41, 11–23. doi: 10.1007/s13131-021-1933-9
- Mallawa, A., Amir, F., & Halid, I. (2021). Comparison of the catch of two fishing technologies for yellowfin tuna (*Thunnus albacares* Bonnaterre 1788) in Bone Bay waters, South Sulawesi Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 718(1), 012077. doi: 10.1088/1755-1315/718/1/012077
- Matsubara, N., Aoki, Y., Aoki, A., & Kiyofuji, H. (2024). Lower thermal tolerance restricts vertical distributions for juvenile albacore tuna (*Thunnus alalunga*) in the northern limit of their habitats. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1353918. doi: 10.3389/fmars.2024.1353918
- MDPI. (2018). Protokol Pengumpulan Data untuk Perikanan Handline Skala Kecil Indonesia. [https://www.ifish.id/e-library/library/protocol/2018/20180410_ProtokolPengumpulan Data_Tuna Handline.pdf](https://www.ifish.id/e-library/library/protocol/2018/20180410_ProtokolPengumpulan%20Data_Tuna%20Handline.pdf)
- MDPI. (2019). Data collection protocol for small-scale handline tuna fisheries of Indonesia. [https://www.ifish.id/e-library/library/protocol/2020/20191213_Data_collection_ proto col_Handline_tuna_ENG_PT.pdf](https://www.ifish.id/e-library/library/protocol/2020/20191213_Data_collection_protocol_Handline_tuna_ENG_PT.pdf)
- Monllor-Hurtado, A., Pennino, M. G., & Sanchez-Lizaso, J. L. (2017). Shift in tuna catches due to ocean warming. *PLOS ONE*, 12(6), e0178196. doi: 10.1371/journal.pone.0178196
- Muñoz-Abril, L. J. (2024). *Biology and connectivity of yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean* (Doctoral dissertation, University of South Alabama). University of South Alabama
- Nimit, K., Masuluri, N. K., Berger, A. M., Bright, R. P., Prakash, S., TVS, U., T, S. K., Rohit, P., A, T., Ghosh, S., & Varghese, S. P. (2020). Oceanographic preferences of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in warm stratified oceans: A remote sensing approach. *International Journal of Remote Sensing*, 41(15), 5785–5805. doi: 10.1080/01431161.2019.1707903
- Noija, D., Martasuganda, S., Murdiyanto, B., & Taurusman, A. A. (2014). Potensi dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Demersal di Peraoran Pulau Ambon Provinsi Maluku. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 5(1), 55–64.
- Nurani, T. W., Wahyuningrum, P. I., Wisudo, S. H., Arhatin, R. E., & Gigentika, S. (2016). The dynamics of fishing season and tuna fishing in the Indian Ocean waters (FMA 573). *International Journal of Development Research*, 6(7), 8288–8294.
- Nurani, T. W., Gigentika, S., Wisudo, S. H., & Haluan, J. (2017). The EAFM approach for tuna utilization in the waters of Nusa Tenggara. *Proceedings of the 7th AIC-ICMR on Health and Life Sciences: The Annual International Conference 2017, Banda Aceh, Indonesia*. Syiah Kuala University.
- Nurdin, E. Sondita, Fedi, M. A., Yusfiandayani, R., & Baskoro, M. S. (2017). Rumpon sebagai alat perikanan tuna berkelanjutan, Sirip kuning (*Thunnus albacares*). Repository IPB University.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES journal of Marine Science*, 39(2), 175–192.
- Pauly, D., Ingles, J., & Neal, R. (1984). Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEVAN I and II). *ICLARM*, 122, 220–234 <https://digitalarchive.worldfishcenter.org/server/api/core/bitstreams/fedfd0b9-a8b8-45ff-832f-fa617e60f15f/content>
- Posundu, R. S. A., Nurani, T. W., Baskoro, M., Solihin, I., & Mustaruddin. (2024). Production and fishing season of tuna landed at the Bitung Ocean Fishing Port (PPS). *AACL Bioflux*, 17(5), 1837–1851. <https://bioflux.com.ro/docs/2024.1837-1851.pdf>
- Setyadi, B., Jatmiko, I., Sulistyaningsih, R.K, Wujdi, A., Rochman, F., Hartaty, H., Renenda, G.L., Nugroho, S. C., Zedta, R.R., Agustina, M., Kurniawan, R., & Tampubolon, P. (2019). *Biologi dan Perikanan Tuna Sirip Kuning (edisi Pertama)*. AMAFRAD Press-Badan Riset dan Sumber daya Manusia Kelautan dan Perikanan.
- Semedi, B., Diza, N. F., Sari, S. H. J., Wiadnya, D. G. R., Lelono, T. D., Setyohadi, D., Harlyan, L. I., Rahman, M. A., & Lee, M.A. (2025). Habitat suitability modeling based on oceanographic factors

- for yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) fishing grounds in the southern waters of Java. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 30(2), 163–173. doi: 10.14710/ik.ijms.30.2.163-173
- Shen, H., & Song, L. (2024). Bridging the Gap between Electronic Monitoring Policy and Practice: From the Perspective of Chinese Tuna Longliners. *Fishes*, 9(10), 384. doi: 10.3390/fishes9100384
- Shi, X., Zhang, J., Wang, X., Wang, Y., Li, C., & Shi, J. (2024). Reproductive biology of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the tropical western and central Pacific Ocean. *Journal of Fisheries of China*, 48(6), 069306-1. doi: 10.11964/jfc.20211013134
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Pt. 1: Manual.- Pt. 2: Exercises. In Introduction to tropical fish stock assessment. Pt. 1: Manual.- Pt. 2: Exercises. 306, 1–423.
- Tangke, U., Deni, S., & Laisouw, R. (2022). Estimation of population parameters and exploitation rate of the yellowfin tuna in West Morotai Island waters, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 26(2), 107–117. doi: 10.21608/EJABF.2022.224929
- Trade, I. A. (2025a). The Complete Breakdown: Quality standards for export-grade yellowfin tuna. Indo Aquatic Trade. <https://indoaquatictrade.com/blogs/yellowfin-tuna-quality-standards>
- Tumulyadi, A., Sunardi., Bintoro, G., Abiseka, H. T., & Prasetyo, A. T. (2019). Studi Laju dan pola pertumbuhan ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) di Samudera Hindia (kasus penangkapan selatan Kabupaten Malang). *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan VI*, pp. 19–26.
- Wang, Y., Zhang, Y., Geng, Z., & Zhu, J. (2024). Impacts of phytoplankton availability on bigeye tuna (*Thunnus obesus*) recruitment in the Indian Ocean. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1392273. doi: 10.3389/fmars.2024.1392273
- Wiryawan, B., Loneragan, N., Mardhiah, U., Kleinertz, S., Wahyuningrum, P. I., Pingkan, J., Wildan, Timur, P. S., Duggan, D., & Yulianto, I. (2020). Catch per unit effort dynamic of yellowfin tuna related to sea surface temperature and chlorophyll in Southern Indonesia. *Fishes*, 5(3), 1–16. doi: 10.3390/fishes5030028
- Wright, S. R., Righton, D., Naulaerts, J., Schallert, R. J., Griffiths, C. A., Chapple, T., Madigan, D., Laptikhovsky, V., Bendall, V., Hobbs, R., Beare, D., Clingham, E., Block, B., & Collins, M. A. (2021). Yellowfin Tuna Behavioural Ecology and Catchability in the South Atlantic: The Right Place at the Right Time (and Depth). *Frontiers in Marine Science*, 8, 1–12. doi: 10.3389/fmars.2021.664593
- Zahra, S. A., Ghofar, A., & Solichin, A. (2023). Optimum 946Status Perikanan Ikan Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*) Yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Cilacap. *Management of Aquatic Resources Journal*, 10, 1–10. doi: 10.14710/marj.v9i2.27419
- Zedta, R. R., & Madduppa, H. (2021). Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Madidihang (*Thunnus albacares*) di Samudra Hindia dengan Pendekatan Analisis Spawning Potential Ratio. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 27(1), 33–41.
- Zhang, K., Su, L., Chen, Z., & Qiu, Y. (2025). An extensive assessment of exploitation indicators for multispecies fisheries in the South China Sea to inform more practical and precise management in China. *Ecological Indicators*, 173, 113363. doi: 10.1016/j.ecolind.2025.113363
- Zhu, G., Xu, L., Zhou, Y., & Song, L. (2008). Reproductive biology of yellowfin tuna *T. albacares* in the west-central Indian Ocean. *Journal of Ocean University of China*, 7(3), 327–332. doi: 10.1007/s11802-008-0327-3