

Distribusi ukuran dan pola penangkapan musiman ikan tuna (*Katsuwonus pelamis* dan *Thunnus albacares*) pada perikanan pancing tonda di PPN Ambon, Indonesia

*Size distribution and seasonal fishing patterns of tuna (*Katsuwonus pelamis* and *Thunnus albacares*) in troll line fisheries at PPN Ambon, Indonesia*

Friesland Tuapetel^{1,*}, Frentje D. Silooy¹, and Yusran Aly Tualepe²

AFILIASI

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon

²Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Universitas Pattimura, Ambon

*Korespondensi:

friesland.tuapetel@lecturer.unpatti.ac.id

Diterima : 03-03-2025

Disetujui : 29-05-2025

ABSTRACT

Tuna fisheries in Indonesia, particularly in the Ambon region, represent a vital sector that supports food security and the local economy; however, information on size distribution and seasonal fishing patterns in troll line fisheries remains limited. This study aims to analyze the size distribution, fishing season, and fishing grounds of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught using troll lines and landed at the Nusantara Fisheries Port (PPN) Ambon. Troll lines are traditional fishing gear effective for catching pelagic fish, especially tuna, as they are operated during the day in accordance with the feeding behavior of the fish. The study was conducted from September 2024 to February 2025 using catch recording methods, field observations, and interviews with fishermen. The data were analyzed descriptively and presented in graphs and tables. The results showed that the size of skipjack ranged from 46.1 to 56.3 cm, with the maximum size recorded in November and the minimum in December. The peak fishing season for skipjack occurred between September and November. The yellowfin tuna caught were classified as baby tuna, ranging in size from 46.9 to 60.7 cm, with the largest size recorded in November and the smallest in October. The peak fishing season for yellowfin tuna was from October to December. Most of the fishing activities took place in the Arafura Sea compared to the Banda Sea. These findings provide valuable information for fishers and stakeholders in designing effective and responsible fishing strategies, as well as preventing the capture of undersized fish.

KEYWORDS: Trolling line, Skipjack tuna, Yellowfin tuna, Sustainable utilization

ABSTRAK

Perikanan tuna di Indonesia, khususnya di wilayah Ambon, merupakan salah satu sektor penting yang mendukung ketahanan pangan dan ekonomi lokal, namun informasi terkait distribusi ukuran dan pola penangkapan musiman pada perikanan pancing tonda masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi ukuran, musim, dan area penangkapan ikan madidihang (*Thunnus albacares*) dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang ditangkap menggunakan pancing tonda dan didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Ambon. Pancing tonda merupakan alat tangkap tradisional yang efektif untuk menangkap ikan pelagis, terutama tuna, karena dioperasikan pada siang hari sesuai dengan perilaku makan tersebut. Studi dilaksanakan pada periode September 2024 hingga Februari 2025 melalui metode pencatatan hasil tangkapan, observasi lapangan, dan wawancara dengan nelayan. Data dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Hasil menunjukkan bahwa ukuran cakalang berkisar antara 46,1–56,3 cm, dengan ukuran maksimum pada bulan November dan minimum pada bulan Desember. Musim puncak penangkapan cakalang terjadi antara September hingga November. Madidihang yang tertangkap tergolong *baby tuna* dengan ukuran 46,9–60,7 cm, terbesar pada bulan November dan terkecil pada Oktober. Musim puncak penangkapan madidihang berlangsung dari

Oktober hingga Desember. Lokasi penangkapan sebagian besar berada di Perairan Laut Aru dibandingkan Laut Banda. Temuan ini memberikan informasi penting bagi nelayan dan pemangku kepentingan dalam merancang strategi penangkapan yang efektif dan bertanggung jawab, serta mencegah penangkapan ikan di bawah ukuran layak tangkap.

KATA KUNCI: Pancing tonda, Cakalang, Madidihang, Pemanfaatan berkelanjutan

1. PENDAHULUAN

Provinsi Maluku memiliki potensi sumber daya perikanan yang tinggi, khususnya di perairan Laut Banda dan sekitarnya. Hal ini ditunjukkan oleh banyaknya armada penangkapan yang beroperasi di wilayah tersebut. Pada tahun 2018, tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di Maluku mencapai 543.447 ton (Haris, 2021). Namun, eksplorasi yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang berkelanjutan dapat berdampak negatif terhadap kelestarian sumber daya ikan. Oleh karena itu, penerapan pengelolaan berbasis bukti ilmiah sesuai dengan CCRF menjadi langkah penting untuk menjaga keberlanjutan perikanan (Bryndum-Buchholz et al., 2021). Sejak tahun 1960-an, penangkapan tuna di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan, terutama pada 1980-an. Namun, dalam dekade terakhir, produksi tangkapan tuna menunjukkan tren penurunan dibandingkan periode sebelumnya (Coulter et al., 2020). Salah satu aspek penting dalam pengelolaan perikanan tuna adalah memahami komposisi ukuran ikan yang tertangkap. Informasi mengenai distribusi ukuran ikan target sangat diperlukan untuk mencegah *recruitment overfishing*, yaitu kondisi di mana stok induk tidak mencukupi untuk regenerasi populasi ikan (Widodo, et al. 2016; Pakidi, 2023). Selain itu, indeks musim penangkapan merupakan parameter penting dalam menentukan periode optimal untuk operasi penangkapan (Nurhayati et al., 2018; Hoyle et al., 2024), sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemanfaatan sumber daya ikan (Monika, et al. 2021; Leiwakabessy, et al. 2021; Waileruny, et al. 2023; Situmorang, et al. 2024; Abrahamsz et al., 2024; Tuapetel, et al. 2025).

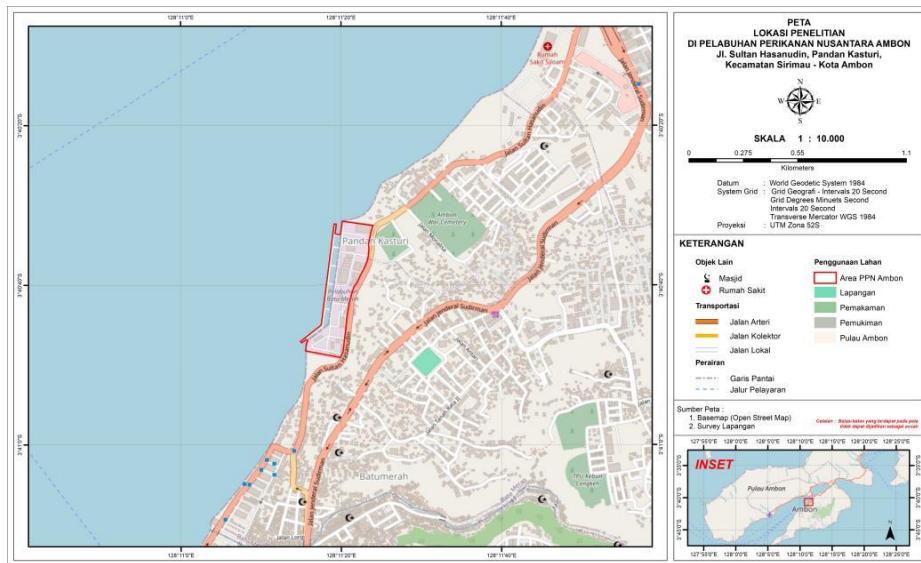
Faktor oseanografi, seperti suhu permukaan laut, kandungan klorofil-a, dan arus laut, turut berperan dalam menentukan daerah penangkapan tuna (Zainuddin et al., 2023). Sayangnya, sebagian besar nelayan masih mengandalkan pengalaman dan metode coba-coba dalam menentukan lokasi penangkapan, yang berisiko menyebabkan ineffisiensi dalam pemanfaatan sumber daya (Sari & Nurainun 2022). Selain itu, perubahan pola penangkapan akibat variabilitas musim semakin memperumit upaya optimalisasi daerah penangkapan (Liu et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian terkait eksplorasi penangkapan yang meliputi distribusi ukuran, area, dan musim penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan Madidihang (*Thunnus albacares*) sangat diperlukan untuk mendukung pengelolaan perikanan yang lebih baik. Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Ambon merupakan salah satu pusat pendaratan ikan di Indonesia Timur yang melayani armada perikanan skala besar (>30 GT) dan kapal kecil (<30 GT) di wilayah perairan Pulau Ambon (Soumokil et al., 2020; Muawanah et al., 2021) dan Maluku (Radjak et al., 2021; Haruna et al., 2022). Pancing tonda merupakan salah satu alat tangkap yang dominan digunakan dalam penangkapan madidihang dan cakalang di wilayah ini. Alat tangkap ini dioperasikan pada siang hari dan memiliki tingkat selektivitas yang relatif baik (Gonzalez et al., 2021), menjadikannya pilihan utama bagi nelayan dalam menangkap ikan pelagis besar seperti tuna dan cakalang (Zakariah & Buamona, 2022). Namun, keberlanjutan operasi penangkapan dengan pancing tonda sangat bergantung pada informasi yang akurat mengenai ukuran, musim dan daerah penangkapan yang optimal. Penelitian tentang distribusi ukuran dan pola penangkapan musiman ikan tuna, khususnya cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dan madidihang (*Thunnus albacares*), menggunakan alat tangkap pancing tonda di PPN Ambon masih sangat terbatas. Padahal, alat tangkap ini dikenal bersifat selektif dan ramah lingkungan, namun belum banyak dikaji secara ilmiah dalam konteks perikanan skala lokal. Penelitian ini menawarkan pendekatan yang inovatif dan komprehensif dengan mengkaji hasil tangkapan kedua jenis tuna tersebut melalui pancing tonda, serta mengintegrasikan tiga aspek penting dalam pengelolaan perikanan yaitu: ukuran ikan, musim penangkapan, dan lokasi penangkapan. Lokasi penelitian difokuskan di PPN Ambon, yang merupakan pusat pendaratan tuna di Ambon. Fokus ini menjadikan hasil penelitian sangat strategis untuk mendukung kebijakan pengelolaan perikanan berbasis data lokal, yang hingga kini masih minim diterapkan. Beberapa penelitian sebelumnya belum sepenuhnya mengisi celah tersebut: Zainuddin et al. (2023) mengkaji pemodelan oseanografi dan keterkaitannya dengan keberadaan tuna, namun tidak menyoroti peran alat tangkap seperti pancing tonda maupun distribusi ukuran ikan di PPN Ambon. Saranga et al. (2018) fokus pada isu *overfishing* berdasarkan distribusi ukuran ikan, tetapi belum mengkaji dinamika spesifik pancing tonda dan karakteristik lokal PPN

Ambon. Nugraeni (2023) membahas *recruitment overfishing*, namun tidak mempertimbangkan data lokasi tangkap dan musim penangkapan secara lokal, khususnya untuk perairan sekitar Ambon. Nurhayati et al. (2018) meneliti indeks musim penangkapan tuna, namun tidak mengaitkan secara integratif antara musim, ukuran ikan, dan wilayah tangkap, serta tidak spesifik menggunakan data dari PPN Ambon. Berdasarkan kesenjangan informasi tersebut, penelitian ini dirancang untuk memberikan kontribusi nyata dalam pengelolaan perikanan tuna di wilayah Ambon melalui dua tujuan yakni menganalisis distribusi ukuran ikan cakalang dan madidihang, dan menganalisis area serta musim penangkapan kedua spesies tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan, yaitu dari bulan September 2024 hingga Februari 2025. Lokasi penelitian berada di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Ambon, yang terletak di Jalan Sultan Hasanuddin (Pandan Kasturi), Kelurahan Tantui, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon, dengan koordinat geografis $3^{\circ}41'45.4''$ Lintang Selatan dan $128^{\circ}12'45.7''$ Bujur Timur.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (PPN Ambon)

2.2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi plastik hitam yang berfungsi sebagai latar belakang saat pengambilan foto ikan, serta alat tulis seperti pena dan kertas untuk mencatat hasil pengukuran panjang ikan. Sementara itu, alat yang digunakan antara lain mistar untuk mengukur panjang ikan dan kamera digunakan untuk mengambil gambar ikan sebagai dokumentasi visual (Fuatkait et al., 2024). Data jumlah hasil tangkapan perbulan dari bulan September 2024 sampai dengan bulan Februari 2025 merupakan data sekunder diperoleh dari hasil pencatatan jumlah ikan cakalang yang didaratan di PPN Ambon.

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Stratified Random Sampling*, yang dipilih berdasarkan pertimbangan keragaman karakteristik populasi hasil tangkapan tuna yang didaratan di PPN Ambon, meliputi variasi jenis alat tangkap, musim pendaratan, dan lokasi penangkapan (Marrington et al., 2023). Untuk melengkapi metode ini, dilakukan pula observasi langsung terhadap hasil tangkapan pancing tonda yang didaratan di lokasi penelitian (Hehanussa et al., 2024). Pengukuran panjang cagak (*fork length/FL*) ikan dilaksanakan secara rutin setiap bulan sepanjang periode penelitian. Proporsi sampel yang diambil sebesar 10% dari total hasil tangkapan, dengan jumlah individu yang diukur dan dianalisis sebanyak 665 ekor, sesuai pendekatan yang diadaptasi dari Tuapetel et al. (2022a, 2022b). Pendekatan ini diterapkan untuk menjamin keterwakilan data dan mendeskripsikan variasi alami hasil tangkapan secara periodik. Selain pengumpulan data ukuran ikan, dilakukan wawancara semi-terstruktur dengan nelayan dan nakhoda kapal untuk memperoleh informasi tambahan terkait lokasi dan musim penangkapan. Pada saat wawancara, responden diberikan peta dasar perairan dan diminta untuk mengarsir area penangkapan yang biasa mereka gunakan, sebagaimana dijelaskan oleh Santos et al. (2019). Teknik ini dinilai efektif dalam memperoleh data spasial yang akurat serta berbasis pengalaman empiris di lapangan.

2.3. Analisis Data

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk mengidentifikasi distribusi panjang cagak (*Fork Length - FL*) ikan hasil tangkapan pancing tonda serta menentukan tren musim penangkapan cakalang dan madidihang yang didaratkan di PPN Ambon. Metode analisis deskriptif digunakan untuk memahami pola distribusi ukuran ikan (Tuapetel, et al. 2017; Pattikawa, et al. 2023; Tawari et al., 2024). Hasil analisis pola musim dan area penangkapan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik guna memvisualisasikan distribusi ikan, musim dan area penangkapan (Tawari et al., 2023; Paillin et al., 2023; Fauziyanto et al., 2024). Formula menghitung Indeks Musim Penangkapan (Batubara et al., 2022) sebagai berikut:

$$IMP_i = RRB_i / FK \quad (1)$$

Keterangan:

IMP_i = Indeks musim penangkapan bulan ke-*i*,

RRB_i = Rasio rata-rata untuk bulan ke-*i*,

FK = Faktor koreksi.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pancing Tonda

Pancing tonda merupakan alat penangkapan ikan yang dioperasikan secara aktif dengan cara ditarik oleh perahu motor atau kapal kecil (Wambiji et al., 2022). Dalam pengoperasiannya, alat ini menggunakan satu atau lebih tali pancing yang dilengkapi umpan buatan (Wursing et al., 2023) dan ditarik di belakang kapal yang sedang bergerak (Khikmawati et al., 2023). Umpan tersebut biasanya memiliki warna mencolok atau dirancang menyerupai ikan kecil, sehingga dapat menarik perhatian ikan predator untuk menyambarnya (Afonso et al., 2021). Di wilayah perairan Maluku, pancing tonda merupakan salah satu alat tangkap yang umum digunakan untuk menangkap ikan tuna (Waileruny et al., 2024). Alat ini dinilai cukup efektif dalam mendukung pengelolaan sumber daya perikanan karena bersifat ramah lingkungan dan selektif, yakni hanya menangkap ikan dengan ukuran yang sesuai dengan mata pancing yang digunakan (Czarkowski et al., 2023; Tracey et al., 2023). Mengingat tingginya potensi ikan pelagis besar di perairan Maluku (Hermawan et al., 2023), keberadaan kapal dan alat tangkap pancing tonda yang efektif sangat dibutuhkan guna mendukung pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya perikanan secara berkelanjutan (Hiariey et al., 2019). Ilustrasi kapal dan konstruksi alat pancing tonda ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kapal Pancing Tonda sementara berlabuh di PPN Ambon (a), konstruksi unit pancing tonda yang digunakan nelayan (b).

Secara teoritis, konstruksi pancing tonda memiliki kesamaan dengan jenis pancing konvensional, yakni terdiri dari tali senar utama (*main line*), kili-kili (*swivel*), dan mata pancing (*hook*). Berdasarkan temuan lapangan di PPN Ambon, terdapat dua tipe unit pancing tonda yang digunakan. Pertama, unit tunggal dengan satu rangkaian yang terdiri dari tiga mata pancing yang disatukan. Kedua, unit majemuk dengan 11–30 mata pancing tunggal. Tali senar utama umumnya berbahan monofilamen berukuran nomor 120, sedangkan tali cabang menggunakan ukuran nomor 80. Mata pancing yang digunakan berkisar pada ukuran nomor 6–8, dan kail menggunakan ukuran 3, 6, 7, dan 8. Untuk membantu pengoperasian, digunakan alat bantu seperti layang-layang (*kite*) dan pemberat, tergantung pada respon ikan terhadap umpan buatan, hal serupa juga diungkapkan oleh Anggawangsa et al. (2023).

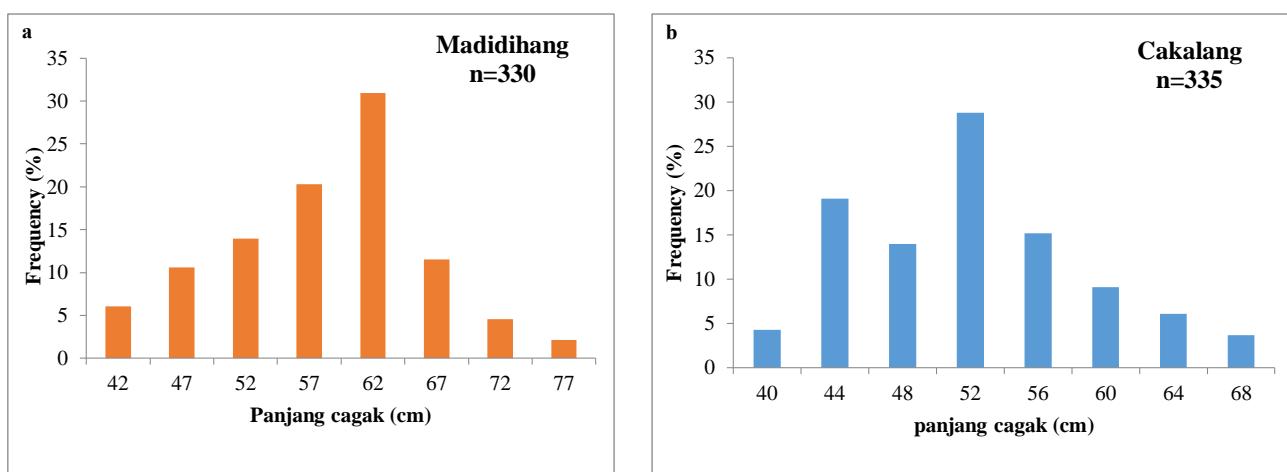
Operasi pancing tonda biasanya dilakukan dengan perahu kecil yang diawaki oleh 4–6 orang, termasuk seorang nakhoda (yang juga berperan sebagai *fishing master*), seorang juru mesin, serta 2–4 ABK yang masing-masing menangani satu atau lebih alat pancing. Waktu operasi mengikuti pola makan ikan, yakni pagi hari pukul 05.00–10.00 WIT atau sore hari pukul 13.00–17.00 WIT. Panjang senar yang digunakan dalam operasi berkisar 15–20 meter dan bisa dipasang di tiang samping kapal atau dipegang langsung oleh nelayan. Dalam satu trip, kapal dapat beroperasi selama 5–18 hari, tergantung pada persediaan. Penentuan lokasi pemancingan (*fishing ground*) umumnya dilakukan di sekitar rumpon, karena area tersebut menjadi tempat berkumpulnya ikan untuk berlindung dan mencari makan (Sinopoli et al., 2019). Proses penangkapan diawali dengan casting atau melempar mata pancing ke laut, kemudian pancing diturunkan satu per satu agar posisi masing-masing pancing dapat diatur dengan baik dan tidak saling kusut. Proses penarikan dilakukan dengan cepat oleh ABK setelah ikan menyambut umpan, lalu pancing segera diturunkan kembali untuk pengulangan operasi, pendapat yang sama juga dikemukakan oleh He et al. (2021).

Konstruksi dan cara kerja pancing tonda yang dijelaskan di atas sejalan dengan beberapa literatur sebelumnya. Misalnya, menurut Afonso et al. (2021) dan Khikmawati et al. (2023), pancing tonda umumnya terdiri atas tali pancing utama, cabang, dan mata pancing yang dilengkapi umpan tiruan berwarna cerah untuk menarik ikan predator. Komponen-komponen seperti layang-layang dan pemberat juga lazim digunakan untuk menyesuaikan kedalaman dan posisi pancing di laut. Secara umum, spesifikasi teknis dan metode pengoperasian pancing tonda cenderung seragam di berbagai daerah perikanan tropis, terutama di wilayah Indonesia timur (Thomas et al., 2024). Namun demikian, beberapa variasi mungkin terjadi tergantung pada jenis ikan target, kondisi oseanografi lokal, serta tradisi nelayan setempat. Sebagai contoh, di daerah Sulawesi atau Bali, ukuran mata pancing atau jumlah pancing per unit bisa berbeda karena menyesuaikan dengan spesies ikan pelagis dominan yang ditangkap, seperti cakalang atau tongkol (Istnaeni et al., 2023). Dengan demikian, konstruksi dan penggunaan pancing tonda di lapangan pada dasarnya konsisten dengan teori dan praktik umum di wilayah perairan Indonesia, meskipun tetap terdapat variasi minor tergantung konteks lokal.

3.2. Distribusi Panjang Madidihang dan Cakalang

Secara teoritis, ukuran panjang cagak (*fork length*) ikan *madidihang* (*Thunnus albacares*) dewasa dapat mencapai lebih dari 150 cm, dengan ukuran minimum pertama kali matang gonad (*size at first maturity*) berkisar antara 90–100 cm tergantung lokasi dan kondisi lingkungan (Itano, 2000). Sementara itu, *cakalang* (*Katsuwonus pelamis*) umumnya memiliki panjang maksimum sekitar 100 cm, dan matang gonad pertama kali pada kisaran 40–45 cm (Nugraha et al., 2020). Berdasarkan hasil penelitian, madidihang yang tertangkap didominasi oleh dua kelas panjang, yaitu 57 cm dan 62 cm (Gambar 3a). Ukuran ini tergolong kecil dan secara biologis belum mencapai ukuran matang gonad. Oleh karena itu, kelompok ukuran ini masuk dalam kategori pra-dewasa dan sering disebut "baby tuna". Penangkapan ikan madidihang pada ukuran ini belum layak secara biologis karena ikan belum sempat bereproduksi, yang berpotensi berdampak negatif terhadap kelestarian stok. Sebaliknya, untuk ikan cakalang, dominasi kelas panjang pada 44 cm dan 52 cm (Gambar 3b) menunjukkan bahwa sebagian besar ikan yang tertangkap sudah berada dalam kategori dewasa atau mendekati dewasa. Ukuran ini telah melewati ambang kematangan gonad pertama sehingga lebih layak secara biologis untuk ditangkap. Dengan demikian, dari sisi konservasi, penangkapan cakalang oleh pancing tonda lebih ramah lingkungan dibandingkan madidihang dalam konteks hasil penelitian ini.

Berdasarkan hasil analisis panjang cagak madidihang yang disajikan (Tabel 1a), terdapat indikasi kuat bahwa ukuran ikan yang tertangkap antar bulan pengamatan berbeda secara signifikan. Hal ini terlihat dari perbedaan rata-rata panjang tubuh ikan yang cukup mencolok antar bulan (dari 46,9 cm di Oktober hingga 60,7 cm di November), serta adanya variasi standar deviasi yang tinggi pada bulan-bulan tertentu (misalnya, SD = 13,6 cm di November). Variasi yang besar dalam panjang tubuh dan rentang ukuran menunjukkan adanya distribusi ukuran yang lebar, yang dapat dikaitkan dengan keberadaan kelompok umur yang berbeda dalam populasi ikan yang tertangkap. Menurut Gebremedhin et al. (2021) distribusi ukuran ikan dapat menjadi indikator tidak langsung untuk menentukan struktur umur dalam populasi, di mana distribusi yang lebar sering kali mencerminkan keberadaan beberapa kohort umur. Hal ini diperkuat oleh Arkhipkin et al. (2021), yang menyebutkan bahwa variasi dalam ukuran (*length frequency*) antar waktu dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan kohort dan pola rekrutmen dalam stok perikanan. Bulan November, dengan ukuran rata-rata tertinggi dan standar deviasi terbesar, menunjukkan keberadaan individu dari berbagai kelompok umur, termasuk yang lebih tua dan berukuran besar. Sebaliknya, bulan Oktober dan Desember dengan standar deviasi yang rendah menunjukkan struktur ukuran yang homogen, kemungkinan diduga didominasi oleh satu kelompok umur.



Gambar 3. Distribusi panjang cagak Madidihang (a) dan Cakalang (b)

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis panjang cagak ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang menunjukkan variasi bulanan dalam ukuran tangkapan (Tabel 1b), diduga Ukuran ikan yang lebih besar pada bulan Oktober dan November, serta variasi ukuran yang tinggi pada Oktober (SD tertinggi 10,6 cm), mengindikasikan kemungkinan masuknya kelompok ikan dari daerah populasi berbeda (heterogen) ke wilayah penangkapan. Hal ini diduga berkaitan dengan pola migrasi musiman cakalang yang mengikuti perubahan suhu, arus, dan ketersediaan makanan di perairan tropis. Menurut Schaefer & Fuller (2019), cakalang dikenal bermigrasi dalam kelompok besar dengan struktur ukuran yang berbeda tergantung daerah asalnya, yang dapat menyebabkan variasi ukuran saat musim migrasi puncak. Selanjutnya Ukuran rata-rata yang lebih kecil pada bulan Desember (46,1 cm) serta SD yang rendah (6,6 cm) menunjukkan dominasi kelompok umur muda atau hasil rekrutmen baru dalam tangkapan. Ini sejalan dengan hasil Zhang et al., (2021) yang mencatat bahwa cakalang menunjukkan puncak rekrutmen pada akhir tahun di beberapa wilayah Pasifik barat, yang dapat menjelaskan dominasi ikan kecil dan seragam di bulan tersebut. Kenaikan rata-rata panjang dari bulan Desember (46,1 cm) ke Februari (54,7 cm) menunjukkan kemungkinan pertumbuhan alami individu yang tertangkap dalam kurun waktu tersebut. Ini didukung oleh studi Soukotta et al. (2024), yang menyatakan bahwa peningkatan ukuran dalam periode pendek dapat mencerminkan proses pertumbuhan alami pada kelompok umur muda yang sebelumnya mendominasi populasi. Tingginya variasi ukuran pada bulan Oktober dan Januari juga bisa dihubungkan dengan penggunaan berbagai jenis alat tangkap atau penangkapan di wilayah yang berbeda, yang menghasilkan komposisi ukuran yang lebih bervariasi. Menurut Swimmer et al. (2020), variasi teknik penangkapan seperti *pole and line*, *handline*, atau *purse seine* dapat mempengaruhi ukuran hasil tangkapan.

Tabel 1. Distribusi Panjang Madidihang (a) dan Cakalang (b)

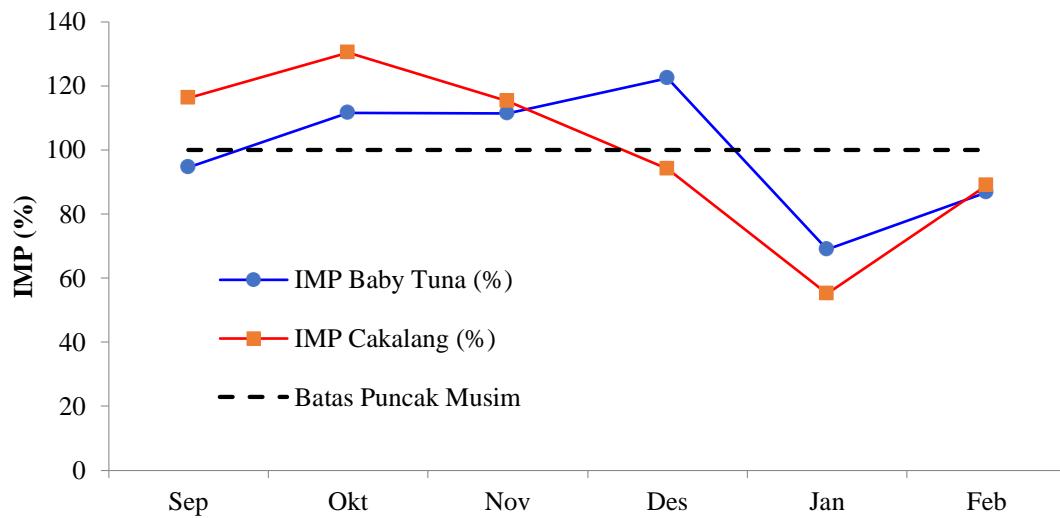
Bulan	Madidihang (a)				Cakalang (b)			
	Σ (ind)	Ukuran (cm)			Σ (ind)	Ukuran (cm)		
		Rerata	S. Dev.	Min		Rerata	S. Dev.	Min
Sep	60	49,9	8,3	41,6	58,2	60	52,2	5,0
Okt	70	46,9	3,6	43,2	50,5	70	55,9	10,6
Nov	45	60,7	13,6	47,1	74,3	45	56,3	7,9
Des	65	48,7	3,4	45,3	52,1	65	46,1	6,6
Jan	40	54,5	8,1	46,4	62,6	40	53,9	8,4
Feb	50	55,6	8,8	46,8	64,4	55	54,7	7,95
Σ (ind)	330					335		46,7

Hasil penelitian ini menunjukkan beragam ukuran tangkapan madidihang (*Thunnus albacares*) dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di PPN Ambon, dengan puncak ukuran madidihang terjadi pada bulan November dan peningkatan ukuran cakalang dari bulan Desember hingga Februari. Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang mengamati pola fluktuasi ukuran ikan berdasarkan musim, migrasi, dan tingkat eksploitasi. Sebagai perbandingan, studi tentang madidihang di perairan Indonesia bagian timur menunjukkan bahwa variasi ukuran tangkapan erat kaitannya dengan siklus migrasi ikan. Pada kasus madidihang di perairan Indonesia timur, pola migrasi sangat dipengaruhi oleh dinamika oseanografi seperti suhu permukaan laut, arus, dan ketersediaan makanan. Pergerakan ikan ini menyebabkan variasi

ukuran dalam hasil tangkapan karena kelompok umur dan ukuran yang berbeda akan menempati wilayah yang berbeda pula sepanjang tahun. Misalnya, ikan muda cenderung menetap di daerah tertentu untuk mencari makan, sedangkan ikan dewasa bermigrasi untuk memijah di tempat yang sesuai (Mallawa & Zainuddin 2018). Ikan berukuran lebih besar cenderung tertangkap pada periode puncak musim penangkapan, yang sering kali berkaitan dengan kondisi oseanografi, seperti suhu permukaan laut dan ketersediaan pakan (Erauskin-Extramiana et al., 2019). Penelitian sebelumnya juga menemukan bahwa standar deviasi yang lebih tinggi, seperti yang tercatat pada bulan November dalam penelitian ini, menunjukkan keberadaan kelompok umur ikan yang lebih beragam dalam tangkapan. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa ikan dari berbagai kelompok kohort tertangkap secara bersamaan akibat perubahan pola migrasi (Syajidah et al., 2024). Hasil penelitian cakalang juga menunjukkan kecendrungan serupa dengan penelitian terdahulu yang melaporkan bahwa rata-rata panjang cakalang di Atlantik barat daya meningkat menjelang akhir tahun hingga awal tahun berikutnya (Soares et al., 2019). Beberapa studi menyebutkan bahwa peningkatan ini dapat dikaitkan dengan pertumbuhan alami individu dalam populasi serta pola migrasi yang menyebabkan pergeseran komposisi ukuran ikan yang tertangkap (Ijima et al., 2019; Griffiths et al., 2020). Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mendukung teori bahwa pola musim penangkapan serta migrasi ikan diduga berperan penting dalam menentukan komposisi ukuran ikan yang tertangkap. Namun, diperlukan kajian lebih lanjut mengenai faktor oseanografi dan dinamika stok ikan di perairan Ambon untuk memahami lebih dalam variasi ukuran ikan dalam tangkapan tahunan.

3.3. Musim Penangkapan

Penentuan musim penangkapan ikan akan memberikan gambaran mengenai keberadaan ikan di suatu perairan, sehingga operasi penangkapan dapat diarahkan pada saat musim banyak ikan. Hal ini merupakan salah satu cara meningkatkan produksi nelayan, dimana peluang untuk memperoleh hasil tangkapan akan lebih besar. Perhitungan pola musim penangkapan dihitung berdasarkan data tangkapan dan upaya tangkapan perbulan dalam kurun waktu penelitian tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Indeks Musim Penangkapan Madidihang dan Cakalang

Analisis indeks musim penangkapan (Gambar 4) menunjukkan bahwa nilai IM madidihang tertinggi pada Desember (122,4), mengindikasikan bulan tersebut sebagai periode optimal untuk penangkapan. IM terendah terjadi pada Januari (68,9), menandakan bulan tersebut kurang ideal untuk penangkapan. Sedangkan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) menunjukkan IM tertinggi pada Oktober (130,4), menandakan puncak musim penangkapan. IM terendah terjadi pada Januari (55,1), menunjukkan hasil tangkapan paling rendah pada bulan tersebut. Studi yang dilakukan oleh Suhermat et al., (2022) mengidentifikasi bahwa musim puncak penangkapan cakalang di wilayah Indonesia timur (Samudra Pasifik) berlangsung dari Oktober hingga Maret, dengan puncaknya pada November dan Desember. Hal ini sejalan dengan penelitian ini yang menunjukkan IM tinggi pada Oktober hingga Desember. Selanjutnya Penelitian di perairan Palabuhanratu menunjukkan bahwa musim penangkapan cakalang berlangsung dari Juli hingga November (Nurani et al., 2021), meskipun lokasi geografis berbeda, pola musim penangkapan yang tinggi pada paruh kedua tahun ini konsisten dengan temuan ini. Sedangkan hasil penelitian Cakalang di Perairan Ace, menunjukkan bahwa

musim puncak penangkapan cakalang terjadi pada Mei, Agustus, dan Oktober, dengan musim rendah pada November dan Desember (Simbolon et al., 2024). Ini menunjukkan variasi regional dalam pola musim penangkapan, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Menurut Hilborn et al. (2020), upaya penangkapan (*effort*) yang terlalu besar dapat berdampak buruk bagi kondisi hasil tangkapan atau stok sumberdaya ikan yang terdapat di perairan karena ketidakseimbangan antara upaya penangkapan dan kondisi sumberdaya ikan yang tersedia. Selanjutnya menurun dan meningkatnya suatu upaya Penangkapan tidak diikuti peningkatan produksi begitu pula sebaliknya. Ini menunjukkan peningkatan jumlah penangkapan bukan satu-satunya penyebab penurunan hasil tangkapan tetapi dipengaruhi faktor seperti musim penangkapan dan perubahan cuaca dapat berpengaruh terhadap kelimpahan ikan (Apituley, et al. 2018; Townhill et al., 2019; Tuapetel, 2021; Rahim & Hastuti 2023; Tuapetel, et al. 2024; Rumbara, et al. 2024).

Menurut Yadav et al. (2020) CPUE adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan hasil jumlah produksi perikanan laut. Produksi perikanan di suatu daerah mengalami kenaikan atau penurunan produksi dapat diketahui dari hasil CPUE. Kesamaan yang di dapat yaitu, Kedua ikan memiliki musim puncak yang hampir sama, yaitu Oktober dan November. Januari merupakan bulan dengan hasil tangkapan paling rendah untuk kedua ikan. Perbedaan yang di dapat yaitu, Puncak musim madidihang terjadi lebih lama (Oktober - Desember), sementara Cakalang lebih awal (September - November). Madidihang memiliki CPUE tertinggi pada bulan Desember, sementara Cakalang pada bulan Oktober. Indeks musim Cakalang pada Oktober (130.4) lebih tinggi dibandingkan madidihang pada bulan Desember (122.4), yang menunjukkan bahwa Oktober adalah bulan terbaik untuk menangkap Cakalang, sedangkan Desember terbaik untuk Madidihang.

Penelitian ini menunjukkan bahwa musim tangkapan madidihang (*Thunnus albacares*) dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) berbeda, meskipun puncaknya berdekatan pada Oktober dan November. Madidihang memiliki musim puncak lebih panjang (Oktober–Desember) dibandingkan cakalang (September–November) karena pola migrasi dan pertumbuhannya yang berbeda. CPUE madidihang tertinggi pada Desember, sedangkan cakalang pada Oktober, yang menunjukkan dinamika populasi unik. Cakalang lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan, sehingga musim tangkapannya lebih awal. Temuan ini menegaskan bahwa musim penangkapan optimal tiap spesies diduga dipengaruhi oleh faktor oceanografi dan migrasi ikan, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk memahami variabilitas musim tangkapan yang lebih akurat dan detail.

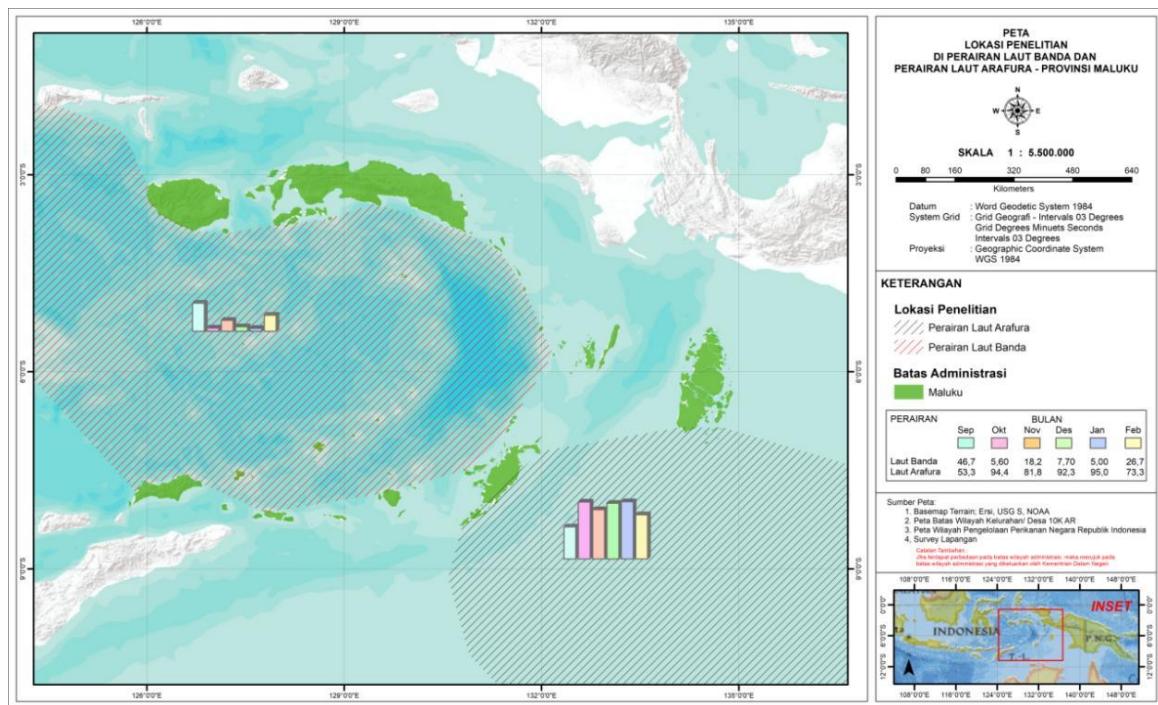
3.4. Area Penangkapan

Hasil pada Gambar 5 menunjukkan distribusi lokasi penangkapan ikan oleh armada kapal pancing tonda di Laut Banda dan Laut Aru selama periode penelitian. Pada bulan September, sebanyak 20 kapal beroperasi, dengan distribusi tangkapan sebesar hampir setengahnya di Laut Banda dan sisanya di Laut Aru. Pada bulan Oktober, jumlah kapal yang beroperasi sedikit berkurang menjadi 18 kapal, dengan dominasi tangkapan di Laut Aru yang mencapai lebih dari sembilan puluh persen. Tren serupa berlanjut pada bulan November, ketika hanya 13 kapal yang beroperasi, dengan mayoritas hasil tangkapan berasal dari Laut Aru. Memasuki bulan Desember, jumlah kapal meningkat menjadi 15 kapal, dengan proporsi tangkapan di Laut Aru tetap dominan. Pada bulan Januari, jumlah kapal yang beroperasi menurun menjadi 10 kapal, dengan proporsi tangkapan di Laut Aru mencapai angka tertinggi selama periode penelitian. Bulan Februari mencatat 11 kapal beroperasi, dengan persentase tangkapan di Laut Aru masih lebih besar dibandingkan Laut Banda.

Secara keseluruhan, Laut Banda mencatat persentase tangkapan tertinggi pada bulan September, sedangkan persentase terendah terjadi pada bulan Januari. Sebaliknya, Laut Aru menunjukkan tren yang berlawanan, dengan persentase tertinggi terjadi pada bulan Januari dan terendah pada bulan September. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan pola distribusi lokasi penangkapan ikan di kedua perairan sepanjang musim penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan pola distribusi penangkapan ikan dengan dominasi tangkapan di Laut Aru dibandingkan Laut Banda, terutama pada bulan-bulan akhir penelitian. Pola ini sejalan dengan beberapa studi sebelumnya mengenai distribusi ikan pelagis besar di perairan Indonesia Timur. Menurut studi Wiryawan et al. (2020), pergerakan dan distribusi ikan pelagis, termasuk cakalang dan madidihang, dipengaruhi oleh perubahan lingkungan laut seperti suhu permukaan, ketersediaan pakan, dan arus laut. Studi tersebut menunjukkan bahwa perairan Laut Aru cenderung menjadi lokasi penangkapan utama selama musim penghujan karena peningkatan produktivitas perairan yang menarik ikan pelagis besar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, yang menemukan bahwa Laut Aru memiliki persentase tangkapan

tertinggi pada bulan Januari, hal ini diduga karena ketersediaan makanan (Ahkam & Tarya 2023; Nurdin & Kembaren 2023; Purba et al., 2024).

Data hasil tangkapan dua spesies ikan yang dikumpulkan selama periode penelitian di Laut Banda dan Laut Aru menunjukkan adanya variasi spasial dalam intensitas penangkapan. Informasi pada Gambar 5 memperlihatkan distribusi lokasi penangkapan oleh kapal pancing tonda yang menunjukkan bahwa sebagian besar kegiatan penangkapan terpusat di Laut Aru, terutama pada bulan Oktober hingga Februari, dengan proporsi tangkapan yang sangat dominan dibandingkan Laut Banda. Namun, data ini belum secara eksplisit membedakan hasil tangkapan dua spesies ikan berdasarkan area penangkapan. Pemisahan data hasil tangkapan per spesies berdasarkan area penangkapan menjadi penting untuk dilakukan oleh sebab itu dibutuhkan penelitian lanjutan. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah terdapat perbedaan ukuran individu masing-masing spesies antara Laut Banda dan Laut Aru. Jika ditemukan perbedaan ukuran yang signifikan, maka hal ini dapat mengindikasikan adanya perbedaan kondisi lingkungan, struktur populasi, atau bahkan potensi keberadaan sub-populasi tersendiri di masing-masing wilayah. Temuan perbedaan ini akan menjadi dasar penting untuk merekomendasikan penelitian lanjutan yang lebih mendalam, terutama melalui pendekatan morfometrik dan analisis genetik. Tujuannya adalah untuk mengkonfirmasi apakah dua populasi ikan tersebut di Laut Banda dan Laut Aru merupakan populasi yang berbeda secara biologis atau masih termasuk dalam satu populasi yang sama. Hasil penelitian lanjutan ini akan sangat relevan bagi strategi pengelolaan sumber daya ikan yang berbasis wilayah (*spatial-based fisheries management*), serta perlindungan terhadap potensi keragaman genetik antar populasi.



Gambar 5. Area penangkapan ikan yang di tangkap dengan kapal pancing tonda yang di daratkan di PPN Ambon

Berdasarkan hasil penelitian ini, belum dapat dipastikan apakah dua spesies ikan yang diamati membentuk populasi yang berbeda antara Laut Banda dan Laut Aru, ataukah keduanya berasal dari satu populasi yang bermigrasi dengan pola tertentu. Namun, terdapat dua kemungkinan yang dapat dianalisis berdasarkan data yang diperoleh. Pertama, dominasi penangkapan di Laut Banda pada awal musim (September–Oktober) dan di Laut Aru pada akhir musim (November–Februari) mendukung hipotesis bahwa terdapat satu populasi ikan yang bermigrasi antara kedua perairan. Pola migrasi ini diduga dipengaruhi oleh dinamika lingkungan, seperti perubahan suhu permukaan laut dan arus musiman (Lubis et al., 2024; Tomasila et al., 2020), di mana ikan bergerak mengikuti kondisi lingkungan yang lebih optimal, misalnya ketersediaan pakan atau suhu yang lebih sesuai (Ahkam & Tarya, 2023). Kendati demikian, apabila pada penelitian lanjutan ditemukan perbedaan signifikan dalam ukuran individu, ciri morfometrik, atau karakter genetik antara hasil tangkapan dari dua wilayah tersebut, hal ini dapat mengindikasikan adanya sub-populasi yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut melalui pendekatan morfometrik, analisis

genetik, serta studi tagging untuk memahami pola migrasi dan struktur populasi secara lebih akurat. Implikasi dari temuan ini sangat penting dalam upaya mempertahankan keberlanjutan stok madidihang dan cakalang. Pemahaman yang akurat mengenai struktur populasi dan pola migrasi akan membantu merancang strategi pengelolaan yang berbasis wilayah (*spatial-based management*), sehingga tindakan konservasi seperti penentuan musim penangkapan, pembatasan wilayah tangkap, atau penerapan zona perlindungan dapat disesuaikan dengan dinamika alami populasi ikan tersebut (Tuapetel & Rahman, 2025).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis distribusi panjang cagak, ikan madidihang (*Thunnus albacares*) dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Laut Banda dan Laut Arafura menunjukkan keberadaan lebih dari satu kohort, ditandai oleh variasi ukuran tubuh yang besar, terutama pada bulan Oktober dan November. Hal ini mengindikasikan adanya struktur umur beragam serta pola rekrutmen dan migrasi musiman. Perbedaan ukuran dan waktu dominasi panjang tubuh menunjukkan bahwa kedua spesies kemungkinan membentuk populasi berbeda di masing-masing wilayah. Madidihang sebagian besar tertangkap dalam pra-dewasa (57–62 cm), yang belum mencapai kematangan gonad (90–100 cm), sedangkan cakalang umumnya tertangkap dalam ukuran layak tangkap (44–52 cm). Dominasi ikan yang belum matang seksual ini mengancam keberlanjutan stok, khususnya madidihang. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan berbasis ukuran dan musim, termasuk pembatasan ukuran tangkap, pengaturan musim, pembatasan areal, serta peningkatan selektivitas alat tangkap seperti pancing tonda yang perlu distandarisasi dan dikontrol operasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada nelayan pancing tonda dan otoritas PPN Ambon atas dukungan dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahamsz, J., Lainata, M. C., Tetelepta, J. M., Pattikawa, J. A., & Tuapetel, F. (2024). Strategi Pengembangan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Dobo Di Kabupaten Kepulauan Aru. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 20(2), 113-122.
- Afonso, A. S., Mourato, B., Hazin, H., & Hazin, F. H. (2021). The effect of light attractor color in pelagic longline fisheries. *Fisheries Research*, 235, 105822.
- Ahkam, M. F., & Tarya, A. (2023). Estimation ff The Potential of Large Pelagic Fish Fisheries Using Satellite Data in The Banda and Arafura Seas. *Devotion: Journal of Research & Community Service*, 4(12).
- Ahkam, M. F., & Tarya, A. (2023). Estimation Of The Potential Of Large Pelagic Fish Fisheries Using Satellite Data In The Banda And Arafura Seas. *Devotion: Journal of Research & Community Service*, 4(12).
- Anggawangsa, R. F., Kurniawati, V. R., & Wiyono, E. S. (2023). Fishing strategies of troll line fisheries in Palabuhanratu Fishing Port, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 16(6), 2900-2911.
- Apituley, Y. M., Bawole, D., Savitri, I. K., & Tuapetel, F. (2018). Pemetaan rantai nilai ikan pelagis kecil di Kota Ambon. *Papalele (Jurnal Penelitian Sosial Ekonomi Perikanan dan Kelautan)*, 2(1), 15-21.
- Arkhipkin, A. I., Hendrickson, L. C., Payá, I., Pierce, G. J., Roa-Ureta, R. H., Robin, J. P., & Winter, A. (2021). Stock assessment and management of cephalopods: advances and challenges for short-lived fishery resources. *ICES Journal of Marine Science*, 78(2), 714-730.
- Batubara, R. W., Suherman, A., & Mudzakir, A. K. (2022). Pola musim penangkapan ikan kembung yang didaratkan di pelabuhan perikanan Pantai Asemtoyong pemalang. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 27(4), 203-215.
- Bryndum-Buchholz, A., Tittensor, D. P., & Lotze, H. K. (2021). The status of climate change adaptation in fisheries management: Policy, legislation and implementation. *Fish and Fisheries*, 22(6), 1248-1273.
- Coulter, A., Cashion, T., Cisneros-Montemayor, A. M., Popov, S., Tsui, G., Le Manach, F., Schillere, L., Lourdes M., Palomaresa, D., Zellerf, D., & Pauly, D. (2020). Using harmonized historical catch data to infer the expansion of global tuna fisheries. *Fisheries Research*, 221, 105379.

- Czarkowski, T. K., Kupren, K., Hakuć-Błażowska, A., & Kapusta, A. (2023). Fish hooks and the protection of living aquatic resources in the context of recreational catch-and-release fishing practice and fishing tourism. *Water*, 15(10), 1842.
- Erauskin-Extramiana, M., Arrizabalaga, H., Hobday, A. J., Cabré, A., Ibaibarriaga, L., Arregui, I., Murua, H. & Chust, G. (2019). Large-scale distribution of tuna species in a warming ocean. *Global change biology*, 25(6), 2043-2060.
- Fauziyanto, R., Haruna, H., Hehanussa, K. G., & Tuhumury, J. (2024). Pengaruh Atraktor Tali Rafia Dan Pita Polypropylene Terhadap Komposisi Jenis Dan Kehadiran Ikan Pada Rumah Ikan Di Teluk Ambon. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 13(2), 89-104.
- Fuatkait Selwanus , D., Baesardy, E. J., & Batlajery, A. (2024). Komposisi Ukuran Dan Pola Pertumbuhan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Di Perairan Kepulauan Tanimbar. *Amanisal: J. Teknologi dan Manajemen Per. Tangkap*, 13(2), 77-88.
- Gebremedhin, S., Bruneel, S., Getahun, A., Anteneh, W., & Goethals, P. (2021). Scientific methods to understand fish population dynamics and support sustainable fisheries management. *Water*, 13(4), 574.
- Gonzalez, G. M., Wiff, R., Marshall, C. T., & Cornulier, T. (2021). Estimating spatio-temporal distribution of fish and gear selectivity functions from pooled scientific survey and commercial fishing data. *Fisheries Research*, 243, 106054.
- Griffiths, S. P., Leadbitter, D., Willette, D., Kaymaram, F., & Moazzam, M. (2020). Longtail tuna, *Thunnus tonggol* (Bleeker, 1851): a global review of population dynamics, ecology, fisheries, and considerations for future conservation and management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 30(1), 25-66.
- Haris A. 2021. Potensi dan pengelolaan perikanan pelagis di Provinsi Maluku. In: Rahardjo MF, Tuapetel F (Editor). Pengelolaan dan Konservasi Sumber daya ikan pelagis Perairan Maluku Lumbung Ikan Nasional. Masyarakat Iktiologi Indonesia, Cibinong, pp 1-20.
- Haruna, H., Kayadoe, D. A., Paillin, J. B., & Sabandar, A. M. (2022). Pola Pertumbuhan Dan Ukuran Pertama Kali Tertangkap Ikan Cakalang Yang Didaratkan Di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Ambon. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 11(1), 12-18.
- He, P., Chopin, F., Suuronen, P., Ferro, R. S., & Lansley, J. (2021). Classification and illustrated definition of fishing gears. *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper*, (672), I-94.
- Hehanussa, K. G., Tuapetel, F., & Sanduan, R. H. (2024). Productivity of Purse Seine Fishing Tools Operating in The Waters of Outer Ambon Bay, Maluku. *Jurnal Perikanan Unram*, 14(3), 1244-1254.
- Hermawan, M., Hutajulu, J., Syamsuddin, S., Sudrajat, D., Nugraha, E., Saputra, A., Suharti. R., Maulita, M., & Setiawan, F. (2023). Skipjack tuna's (*Katsuwonus pelamis*) biology and its fisheries status in the Banda Sea, Maluku, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 16(3), 1605-1617.
- Hiariey, J., Matakupan, H., Tupamahu, A., & Baskoro, M. (2019). Potential, production and utilization level of pelagic fish resource in Ambon City. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 339(1), 012016.
- Hilborn, R., Amoroso, R. O., Anderson, C. M., Baum, J. K., Branch, T. A., Costello, C., de Moord C. L., Faraje, A., Hivelya, D., Jensenf, O. P., Kurotag, Hiroyuki., Littleh L. R., Macei P., McClanahanj, Melnychuka T. M. C., Mintok C., Osiol G. C., Parman, A. M., Ponsa M., Seguradoo S., Szuwalskic C. S., Wilsonc, J. R., & Yeq, Y. (2020). Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(4), 2218-2224.
- Hoyle, S. D., Campbell, R. A., Ducharme-Barth, N. D., Grüss, A., Moore, B. R., Thorson, J. T., Boyer, L. T., Winker H., Zhou, S. & Maunder, M. N. (2024). Catch per unit effort modelling for stock assessment: A summary of good practices. *Fisheries Research*, 269, 106860.
- Ijima, H., Jusup, M., Takada, T., Akita, T., Matsuda, H., & Klanjscek, T. (2019). Effects of environmental change and early-life stochasticity on Pacific bluefin tuna population growth. *Marine environmental research*, 149, 18-26.

- Istnaeni, Z. D., Gaol, J. L., Zainuddin, M., & Fitrianah, D. (2023). Implementation of the Pelagic Hotspot Index in detecting the habitat suitability area for bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Indian Ocean. *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 24(9).
- Itano, D. G. (2000). *The reproductive biology of yellowfin tuna (Thunnus albacares) in Hawaiian waters and the western tropical Pacific Ocean: project summary* (p. 69). Hawaii: University of Hawaii, Joint Institute for Marine and Atmospheric Research.
- Khikmawati, L. T., Jaya, M. M., Nugraha, B. K., & Iman, A. (2023). Pengoperasian Pancing Tonda KMN Harapanku di Perairan Prigi. *Jurnal Akuatiklestari*, 6, 99-107.
- Leiwakabessy, B., Tupamahu, A., & Tuapetel, F. (2021). Rantai Pasok Ikan Layang (*Decapterus Spp*) di Kota Ambon. *Papalele (Jurnal Penelitian Sosial Ekonomi Perikanan dan Kelautan)*, 5(1), 28-38.
- Liu, S., Zhang, L., Wang, R., Song, P., Miao, X., Li, H., Li, Y., & Lin, L. (2024). The effect of climate oscillations on skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the Indian Ocean. *Journal of Marine Systems*, 242, 103939.
- Lubis, M. Z., Simanjuntak, A. V., Riama, N. F., Pasma, G. R., Dwinovantyo, A., Atmadipoera, A. S., Ansari, K., & Jamjareegulgarn, P. (2024). Numerical simulation of hydrodynamics and measurement in the Northwest Banda Sea. *Egyptian Journal of Aquatic Research*.
- Mallawa, A., & Zainuddin, M. (2018). Population dynamic indicator of the yellowfin tuna *Thunnus albacares* and its stock condition in the Banda Sea, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 11(4), 1323-1333.
- Marrington, J. Z., March, E., Murray, S., Jeffries, C., Machin, T., & March, S. (2023). An exploration of trolling behaviours in Australian adolescents: An online survey. *Plos one*, 18(4), e0284378.
- Monika, N. S., Wairara, S. S., & Sunarni, S. (2021). Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Dari Limbah Ikan Non Target Hasil Tangkapan Nelayan. *Agricola*, 11(2), 115-121.
- Muawanah, U., Arthatiani, F. Y., Soedjarwo, P. A., Kurniasari, N., Sari, Y. D., Zulham, A., Koeshendra, J., & Hikmah, H. (2021). Small scale tuna fisheries profiles in the Indonesia archipelagic waters. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 869(1), 012017.
- Nugraha, E., Gunawan, R., Danapraja, S., Kusdinar, A., Waluyo, A. S., Hutajulu, J., Prayitno, H., Halim, S., & Sutisna, D. H. (2020). The sea surface temperature effect on the length and size of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) catches in the Banda Sea, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 13(1), 1-18.
- Nugraeni, B. R. (2023). Sebuah Analisis Aspek Dinamika Populasi Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Yang Didararkan Di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Pondokdadap Sendangbiru Kabupaten Malang, Jawa Timur: Analisis Aspek Dinamika Populasi Ikan Cakalang (*K. pelamis*). *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 12(2), 175-185.
- Nurani, T. W., Wahyuningrum, P. I., Iqbal, M., Khoerunnisa, N., Pratama, G. B., & Widianti, E. A. (2021). Dinamika musim penangkapan ikan cakalang dan tongkol di Perairan Palabuhanratu. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 12(2), 149-160.
- Nurhayati, M., Wisudo, S. H., & Purwangka, F. (2018). Produktivitas dan pola musim penangkapan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) di Wilayah Pengelolaan Perikanan 573. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3(2), 127-135.
- Nurdin, E., & Kembaren, D. D. (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.
- Paillin, J. B., Tuapetel, F., & Siahainen, S. R. (2023). Hasil Tangkapan Mini Pure Seine Di Perairan Teluk Ambon Luar Dan Selatan Pulau Ambon. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 12(2), 71-77.
- Pakidi, C. S. (2023). Hasil Tangkapan dan Tingkat Kematangan Gonad Ikan Sembilang (*Plotosus canius*). *Agricola*, 13(1), 42-49.
- Pattikawa, J. A., Tuapetel, F., & La Ima, T. (2023). Size distribution and growth pattern of shortfin scad (*Decapterus macrosoma*) from Banda Islands, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 16(1), 572-578.

- Purba, N. P., Pratama, B. B., Dewanti, L. P., Harahap, S. A., Febriani, C., Ilmi, M. H., Mahendra, M. R. A., Madihah, J. S., & Khan, A. M. (2024). Examining fishing activities based on in-situ tracking and oceanographic characteristics in Aru Sea and surroundings. *Journal of Sea Research*, 202, 102535.
- Rahim, A., & Hastuti, D. R. (2023). Factors that influence catch production and fishing decisions of small-scale fishers during extreme weather. *AACL Bioflux*, 16(6), 3365-3377.
- Radjak, S. A., Tupamahu, A., Tuapetel, F., Haruna, H., & Tawari, R. H. (2021). Utilization and surveillance of Fisheries Tuna Resources as a Basis for Prevention of IUU Fishing in Seram Sea. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 14(1), 135-140.
- Rumbara, M. E., Sunarni, S., & Merly, S. L. (2024). The growth patterns, condition factors, and feeding habits of trichogaster sp. in Rawa Blorep Merauke Regency. *Agricola*, 14(1), 33-43.
- Santos, R. O., Rehage, J. S., Kroloff, E. K. N., Heinen, J. E., & Adams, A. J. (2019). Combining data sources to elucidate spatial patterns in recreational catch and effort: fisheries-dependent data and local ecological knowledge applied to the South Florida bonefish fishery. *Environmental Biology of Fishes*, 102, 299-317.
- Saranga, R., Asia, Manengkey, J., & Arifin, M. Z. (2018). Dinamika Populasi *Selar crumenophthalmus* di Perairan Sekitar Bitung. *Buletin Matric*, 15, 1.
- Sari, C. P. M., & Nurainun, N. (2022). Analisis Bioekonomi Dan Potensi Lestari Ikan Cakalang Di Provinsi Aceh. *Jurnal Ekonomi Pertanian Unimal*, 5(1), 22-27.
- Schaefer, K. M., & Fuller, D. W. (2019). Spatiotemporal variability in the reproductive dynamics of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the eastern Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 209, 1-13.
- Simbolon, D., Wahju, R. I., & Purwangka, F. (2024). Produktivitas dan Pola Musim Penangkapan Cakalang di Wilayah Pengelolaan Perikanan 572. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 30(2), 99-109.
- Sinopoli, M., Lauria, V., Garofalo, G., Maggio, T., & Cillari, T. (2019). Extensive use of Fish Aggregating Devices together with environmental change influenced the spatial distribution of a tropical affinity fish. *Scientific reports*, 9(1), 4934.
- Situmorang, G. G., Amir, A., & Pakidi, C. S. (2024). Partisipasi pemangku kepentingan dalam pengelolaan perikanan darat berbasis ekosistem di Rawa Blorep Kabupaten Merauke. *Agricola*, 14(1), 44-50.
- Soares, J. B., Monteiro-Neto, C., da Costa, M. R., Martins, R. R. M., dos Santos Vieira, F. C., de Andrade-Tubino, M. F., Bastosd, A. L., & de Almeida Tubino, R. (2019). Size structure, reproduction, and growth of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught by the pole-and-line fleet in the southwest Atlantic. *Fish. research*, 212, 136-145.
- Soukotta, I. V., Moniharpon, D. L., Supusepa, J., & Tuapetel, F. (2024). Biologi Populasi Ikan Layang Putih (*Decapterus macrosoma*) Yang Didaratkan di Desa Waai, Maluku Tengah. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 20(2), 88-97.
- Soumokil, L. C., Tuapetel, F., Kesaulya, T., Hehanussa, K. G., & Tuhumury, J. (2023). Hasil Tangkapan Bottom Gill Net Berdasarkan Waktu Penangkapan di Perairan Dusun Seri Pulau Ambon. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 12(1), 49-55.
- Suhermat, M., Dimyati, M., & Nurlatifah, A. (2022). Changes in potential distribution and abundance of skipjack tuna (*K. pelamis*) in the southern waters of West Java, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 15(6), 2910-2920.
- Swimmer, Y., Zollett, E. A., & Gutierrez, A. (2020). Bycatch mitigation of protected and threatened species in tuna purse seine and longline fisheries. *Endangered Species Research*, 43, 517-542.
- Syajidah, H., Munir, A. M. S., & Hadinata, F. W. 2024. Dinamika Populasi Ikan Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol*) Yang Didaratkan Di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pemangkat. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(2), 402-412.
- Tawari, R. H., Siahainenia, S. R., Paillin, J. B., & Sarimolle, J. S. (2023). Penerbitan SKPI sebagai Indikator Ekspor Hasil Tangkapan Madidiang di PPN Ambon. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 12(2), 56-63.

- Tawari, R. H., Tuapetel, F., Hehanussa, K. G., Tuhumury, J., Sangadji, S., & Kasmin, K. (2024). Karakteristik ikan kerapu di Pasar Arumbai Ambon. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 13(1), 35-45.
- Thomas, F., Livio, F. A., Ferrario, F., Pizza, M., & Chalaturnyk, R. (2024). A review of subsidence monitoring techniques in offshore environments. *Sensors*, 24(13), 4164.
- Tomasila, L. A., Syamsuddin, M., & Polhaupessy, R. (2020). Proses penangkapan Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*) dengan alat tangkap pancing ulur (hand line) di Pulau Ambon. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 16(2), 97-107.
- Townhill, B. L., Radford, Z., Pecl, G., van Putten, I., Pinnegar, J. K., & Hyder, K. (2019). Marine recreational fishing and the implications of climate change. *Fish and Fisheries*, 20(5), 977-992.
- Tracey, S. R., Pepperell, J., & Wolfe, B. (2023). Post release survival of swordfish (*Xiphias gladius*) caught by a recreational fishery in temperate waters. *Fisheries Research*, 265, 106742.
- Tuapetel, F. (2021). Reproduction biology of Abe's flyingfish, *Cheilopogon abei* Parin, 1996 in Geser East Seram Strait Waters. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(2), 167-184.
- Tuapetel, F., Kadarusman, K., Syahailatua, A., Boli, P., Indrayani, I., & Wujdi, A. (2024). Stock structure of flying fish (*Cypselurus poecilopterus*) in the Eastern Indonesia water based on morphometric and meristic variation. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 15(3), 109-119.
- Tuapetel, F., Nessa, N., Ali, S. A., Hutubessy, B. G., & Mosse, J. W. (2017, October). Morphometric relationship, growth, and condition factor of flyingfish, *Hirundichthys oxycephalus* during spawning season. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 89(1), 012001. IOP Publishing.
- Tuapetel, F., Pattikawa, J. A., & Wally, D. A. (2022). Reproduksi ikan lalosi (*Pterocaesio tile*) di perairan Tulehu, Pulau Ambon. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 18(2), 73-83.
- Tuapetel, F., Silooy, F. D., & Rizki, R. (2022). Monitoring of Beach Seine Catching Inner Ambon Bay. *Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan*, 15(2), 460-468.
- Tuapetel, F., & Rahman, R. (2025). Utilization of Fish Resources and Conservation Efforts in Ambon Bay, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology*, 29(1), 1425-1435.
- Tuapetel, F., Tupan, C. I., & Lailossa, G. W. (2025). Pemberdayaan Nelayan Talaga Ratu Melalui Diversifikasi Alat Tangkap dan Desiminasi Teknologi Bale-Bale. *Bakira: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 01-12.
- Waileruny, W., Matratty, D. D., Kesaulya, T., Nanlohy, A. C., & Tuapetel, F. (2023). Pengembangan Usaha Perikanan Skala Kecil Melalui Penentuan Daerah Penangkapan Ikan Potensial Dan Manajemen Usaha. *BALOBE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 50-57.
- Waileruny, W., Wiyono, E. S., Sarimane, S., & Matratty, D. D. (2024). Evaluation of Applied Tuna-Jacket, a Post-Harvest Technology of Tuna Handlines in Maluku Waters, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 28(5).
- Wambiji, N., Kadagi, N. I., Everett, B. I., Temple, A. J., Kiszka, J. J., Kimani, E., & Berggren, P. (2022). Integrating long-term citizen science data and contemporary artisanal fishery survey data to investigate recreational and small-scale shark fisheries in Kenya. *Aqu. Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems*, 32(8), 1306-1322.
- Widodo, M. H., Melmambessy, E. H., & Masiyah, S. (2016). Potensi Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) di Sungai Kumbe Distrik Malind Kabupaten Merauke. *Agricola*, 6(1), 31-39.
- 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), 28.
- Wursing, P. R., Hutubessy, B. G., & Sangadji, S. (2023). Perbedaan warna umpan dan ukuran mata pancing pada penangkapan ikan layang (*Decapterus* sp) dengan pancing ulur. *Amanisal: Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Tangkap*, 12(1), 33-41.
- Yadav, V. K., Jahageerdar, S., & Adinarayana, J. (2020). Use of different modeling approach for sensitivity analysis in predicting the Catch per Unit Effort (CPUE) of fish. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 49(11), 1729-1741.

- Zainuddin, M., Safruddin, S., Farhum, A., Budimawan, B., Hidayat, R., Selamat, M. B., Wiyono, E. S., Ridwan, M., Syamsuddin, M., & Ihsan, Y. N. (2023). Satellite-Based ocean color and thermal signatures defining habitat hotspots and the movement pattern for commercial skipjack tuna in Indonesia Fisheries Management Area 713, Western Tropical Pacific. *Remote Sensing*, 15(5), 1268.
- Zakariah, M. I., & Buamona, F. (2022). Strategi Pengembangan Alat Tangkap Pancing Ulur di Kabupaten Buru:(Strategy for Development of Hands Fishing Tools in Burus District). *Uniqbu Journal of Exact Sciences*, 3(3), 26-40.
- Zhang, H., Yang, S. L., Fan, W., Shi, H. M., & Yuan, S. L. (2021). Spatial analysis of the fishing behaviour of tuna purse seiners in the western and central Pacific based on vessel trajectory data. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(3), 322.