

Dynamics of fish catch results from handline fishing gear and sustainable solutions for tuna fisheries in a rumpon area

Muh. Soghirun^{1*}, Arham Rumpa¹, Nurdin Kasim¹, Rafi Ohorella¹, Peggy Pontoh², A. Riza Baroqi³, Putra S. Timur³, Muh. Ikhsan Z. Runtukahu³, Novita A. Wulandari³

¹ Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone, Jalan Sungai Musi KM.9, Watampone, Kabupaten Bone, Prov. Sulawesi Selatan 92718, Indonesia

² Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung, Kota Bitung, Sulawesi Utara, Indonesia

³ Yayasan Masyarakat dan Perikanan Indonesia (MDPI)

* Corresponding author: oghisupm@gmail.com

Received: 12 October 2024 – Revised: 31 October 2024 – Accepted: 31 October 2024

ABSTRACT: Rumpon, as a fish-aggregating device, has long been used by tuna handline fishermen in Bone Bay, South Sulawesi Province, Indonesia. Information on the characteristics of tuna handline fishing in the area is very limited and is very much needed as study material for tuna fishing strategies and fisheries policies. This research aims to understand the results of handline catches and sustainable solutions for tuna fisheries in rumpon areas. The data used is the result of observations using 19 ships based at PPI Lonrae and data collection for 5 years (2018-2022). The results show that the composition of the main catch is dominated by yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), bigeye tuna (*Thunnus obesus*), and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*). In general, the size of fish that are not suitable for catching for the yellowfin tuna, bigeye tuna, and skipjack tuna, consecutively, is 54.0%, 45.1%, and 31.9%. This finding further clarifies that the percentage of tuna and skipjack tuna that are not suitable for catching is still very large. Continuous and large-scale fishing of juvenile tuna could cause fish resources to continue to decline in the future. Technically, what fishermen need to understand is, in addition to the strategy of lowering fishing gear deeper, the time of fishing and the type of bait used.

Keywords: handline fishing; fish aggregating devices; rumpon; tuna fishery; sustainable fishery

PENDAHULUAN

Peningkatan permintaan ketahanan pangan dunia, yang diiringi oleh peningkatan intensitas penangkapan ikan, mengakibatkan eksploitasi sumber daya ikan dunia dilakukan secara berlebihan (FAO, 2022), termasuk jenis ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) di Samudera Hindia (IOTC, 2021). Perikanan tuna secara global berkontribusi pada perikanan dunia menduduki posisi ke empat (FAO, 2022).

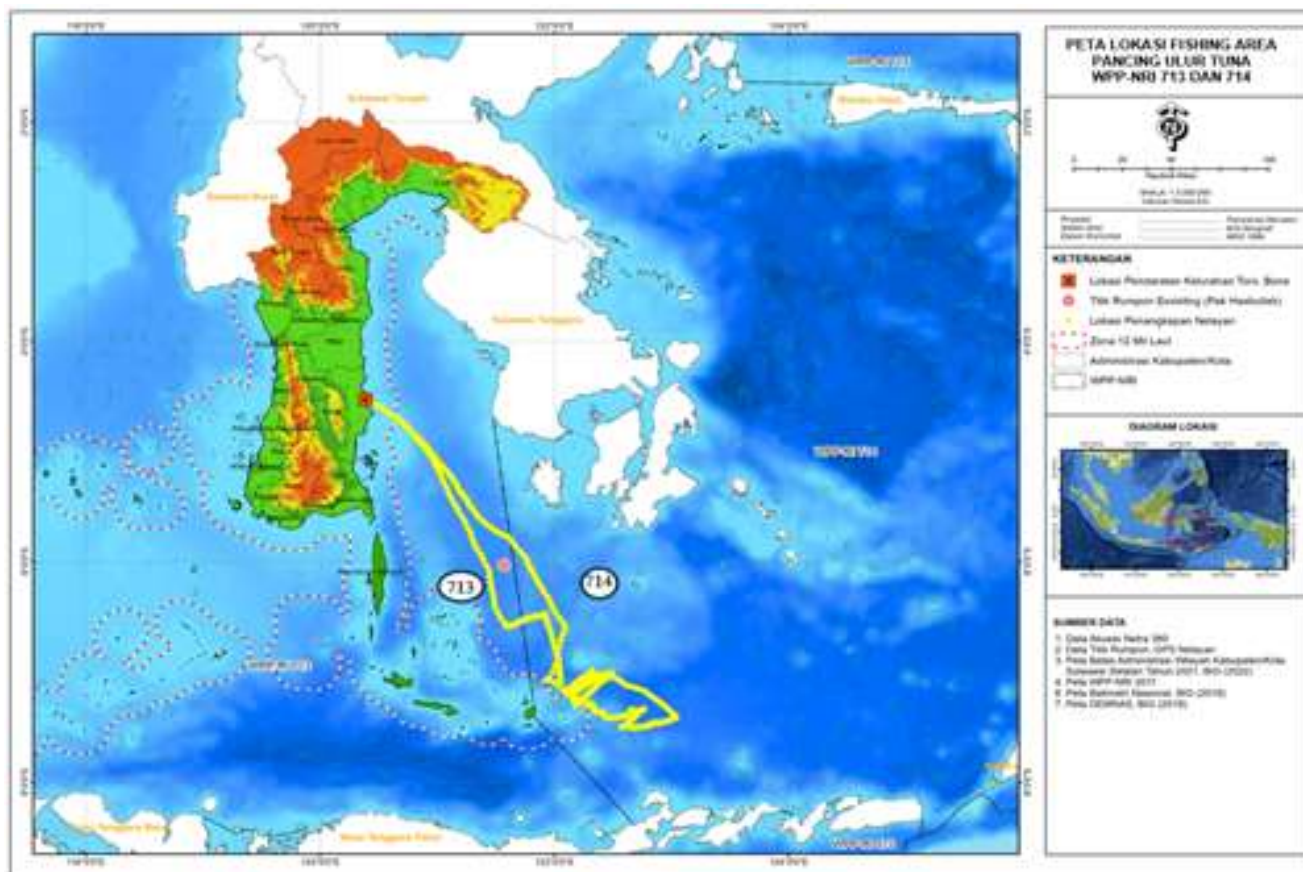
Ikan tuna (*T. albacares*), cakalang (*Katsuwonus pelamis*), dan tongkol (*T. tonggol*) (TCT) merupakan jenis ikan yang banyak di konsumsi dan diminati oleh masyarakat dan termasuk salah satu komoditas ekspor andalan Indonesia (Haruna *et al.*, 2019; Widodo *et al.*, 2020). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), nilai ekspor ikan tuna Indonesia pada tahun 2024 mencapai sekitar Rp15,8 triliun. Indonesia mengeksport sekitar 194.700 ton ikan tuna per tahun dengan produksi mencapai 18% dari produksi tuna dunia. Untuk daerah Provinsi Sulawesi Selatan (berada di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia/WPP-NRI 713), pada tahun 2022 hingga awal tahun 2023, menghasilkan ikan tuna terbesar di Indonesia. Produksi perikanan di daerah ini sudah *high value fish*, khusus pada penangkapan ikan tuna dengan indeks kenaikan di atas 30%, di mana capaian produksi TCT sebesar 79,534,3 ton

(359,132 ton secara nasional) pada tahun 2022 (DKP. Prov. Sulsel, 2023).

Pancing ulur (*handline*/HL), salah satu jenis alat tangkap utama untuk menangkap ikan tuna. Saat ini, HL tuna memberikan kontribusi yang signifikan terhadap total tangkapan ikan tuna di Indonesia; umumnya dioperasikan di Samudera Hindia, Samudera Pasifik, dan sebagian Laut Banda, termasuk perairan Teluk Bone (WPP-NRI 713). Basis terbesar hasil tangkapan ikan pelagis besar di Provinsi Sulawesi Selatan adalah Kabupaten Bone, yang di daratkan di Pelabuhan Perikanan (PPI) Lonrae.

Umumnya, peningkatan hasil produksi tangkapan ikan tuna tidak terlepas dari penggunaan alat bantu disebut rumpon, yang digunakan sebagai alat pengumpul ikan (*fish aggregation device*) sebelum dilakukan penangkapan. Oleh karena itu, perkembangan dan penyebaran rumpon di wilayah WPP-NRI 713 terjadi cukup pesat dalam hal jumlahnya, dan penyebarannya sudah sampai di WPP-NRI 714 dan 715.

Rumpon sangat efektif dan efisien digunakan, baik di daerah tropis maupun sub-tropis, untuk mengumpulkan berbagai jenis ikan, termasuk ikan tuna (Dempster and



Gambar 1. Peta lokasi pengumpulan data di WPP-NRI 713 dan 714

Taquet, 2004; Moreno *et al.*, 2016; Lopez *et al.*, 2017a; Tolotti *et al.*, 2020), sehingga mudah ditemukan dan mudah untuk ditangkap (Kefi *et al.*, 2013; Chaliluddin *et al.*, 2018; Cody *et al.*, 2018; Rumpa *et al.*, 2022a). Hal itu tidak terlepas dari fungsi rumpon, yaitu sebagai tempat berlindung dari jenis ikan predator, acuan titik referensi untuk bernavigasi, pusat pertemuan dan sekaligus sebagai penyedia sumber makanan (Sinopoli *et al.*, 2015; Capello *et al.*, 2012; Lopez *et al.*, 2017).

Walaupun rumpon cukup efektif dan efisien untuk mengumpulkan berbagai jenis ikan pada suatu perairan, namun penggunaannya yang berkembang sangat pesat dapat menimbulkan permasalahan, baik terkait dengan kelestarian sumber daya tuna maupun konflik sosial ekonomi di kalangan nelayan di wilayah tersebut. Beberapa isu permasalahan muncul di kalangan nelayan setelah rumpon berkembang pesat, baik jumlah maupun penyebarannya, antara lain, yaitu karena rumpon bersifat sebagai 'perangkap ekologi', yang dapat menyebabkan banyak ikan tuna berukuran kecil (*juvenile*) tertangkap. Berdasarkan hal itu, maka penelitian ini dilakukan, yang bertujuan untuk memahami dinamika hasil tangkapan HL dan merumuskan solusi keberlanjutan perikanan tuna pada areal rumpon.

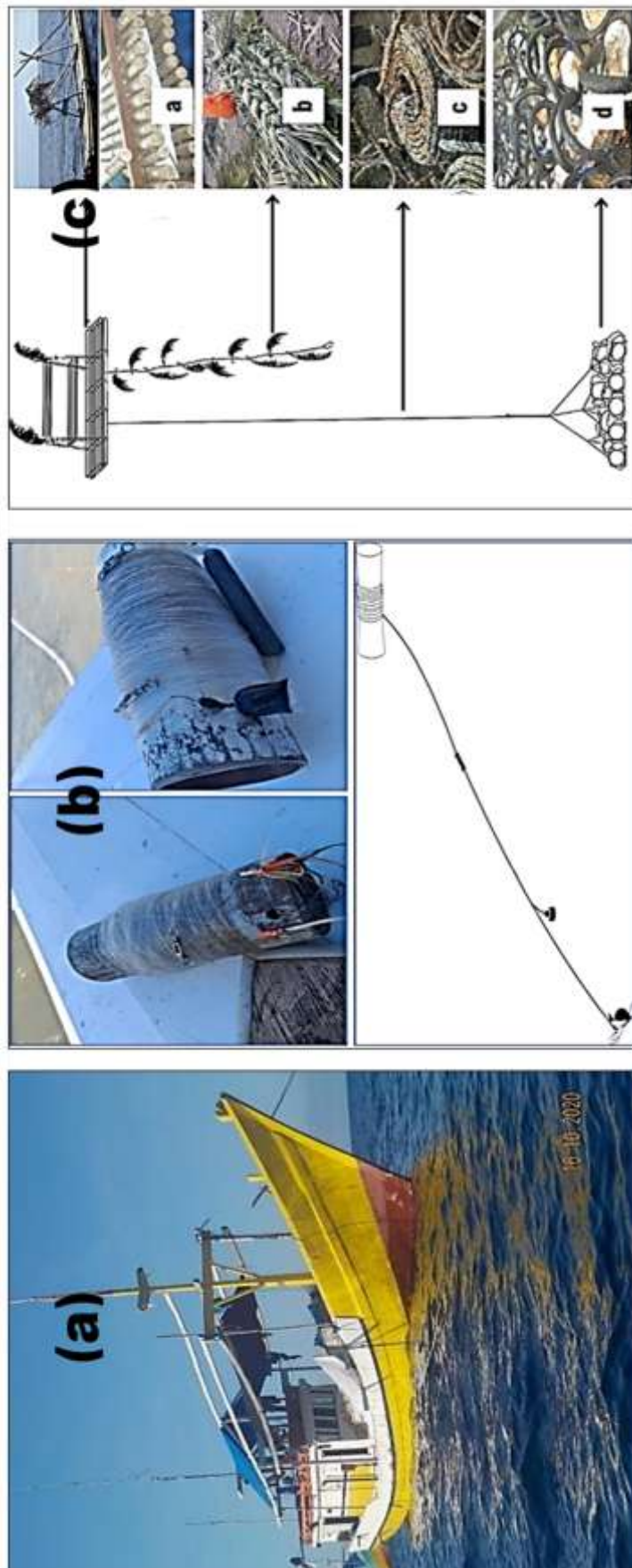
MATERIAL DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini menggunakan data hasil tangkapan ikan pancing ulur (*handline*/HL) tuna. Data tersebut merupakan hasil observasi menggunakan sembilan belas unit kapal HL yang berbasis di PPI Lonrae-Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Pengumpulan data dilakukan selama 5 tahun berturut-turut (2018-2022), dengan wilayah penangkapan ikan (*fishing ground*) di WPP-NRI 713 dan 714 (Gambar 1).

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data mengacu pada prosedur 'Protokol Sampling untuk Pancing Tuna Artisanal Indonesia', yang dikembangkan oleh USAID IMACS dan *Fishing and Living Program*. Pengumpulan data *fishing ground* menggunakan *vessel tracking device* HL yang dipasang di atas kapal dan dinyatakan dalam (N= trip); sedangkan setiap jenis hasil tangkapan ikan di rumpon pada masing-masing *fishing ground* dicatat dengan kode identifikasi dari FAO. Pengumpulan data 'panjang' ikan dilakukan pada setiap kapal skala kecil < 6-20 GT dengan alat tangkap HL. Jenis data yang dikumpulkan adalah komposisi hasil tangkapan dan distribusi ukuran 'panjang cagak' (*fork length*) tuna dan cakalang. Pengukuran panjang ikan menggunakan kaliper dan papan ukur. Komposisi ukuran sampel tuna berdasarkan rekomendasi Simonds and Robinson (2016), yang dikelompokkan menjadi dua stadium hidup, yaitu ukuran



Gambar 2. Model kapal dan alat tangkap yang digunakan dalam penelitian ini. (a) kapal *handline* (HL); (b) alat tangkap pancing ulur (HL); (c) rumpon

juvenil (20-99 cm) dan dewasa (≥ 100 cm). Sedangkan untuk jenis cakalang berdasarkan rekomendasi [Ashida et al. \(2009\)](#) di mana ukuran pertama kali matang gonad cakalang di Samudera Pasifik bagian tengah dan Barat berkisar 40 cm.

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif, meliputi karakteristik alat tangkap HL, komposisi dan jumlah hasil tangkapan, dan ukuran ikan yang tertangkap. Komposisi dan jumlah hasil tangkapan dinyatakan dalam persen, sedangkan sebaran frekuensi ukuran panjang ikan disajikan dalam bentuk grafik, yang selanjutnya dibandingkan dengan ukuran panjang pertama kali ikan memijah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal, Alat Tangkap Pancing Ulur (*Handline*/HL) Tuna, dan Rumpon

Kapal HL tuna yang berbasis di PPI Lonrae, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan, yang diobservasi dalam penelitian ini (Gambar 2a) terbuat dari bahan kayu; secara dimensional ukuran berkisar 7 s/d 20 GT, dioperasikan sebanyak 3-7 awak, dan lama operasi 7-15 hari/trip. Alat tangkap HL tuna yang digunakan dalam penelitian ini (Gambar 2b) terdiri dari penggulung (roll tali), tali pancing utama (*first line*), kili-kili (*swivel*), tali pancing kedua (*secondary line/leader line*), mata pancing, dan terkadang menggunakan tinta (atraktor) yang dibungkus kedalam kantong plastik.

Konstruksi rumpon (Gambar 2c) yang digunakan terdiri dari rakit penolong, atraktor ikan, tali jangkar, tali pemberat, dan pemberat. Konstruksi rakit rumpon terbuat dari bambu, dengan panjang rerata 5-6 m, lebar 1,2-1,5 m, terdiri dari beberapa anyaman bambu berjumlah 24-30 batang. Tali jangkar menggunakan tali alami (tali mandar) berukuran 1000 - 2500 m, tergantung kedalaman perairan. Tali atraktor berbahan alami (tali sisal) dengan atraktor ikan dari pelepah daun kelapa berjumlah 6-10 buah yang dipasang sampai pada kedalaman 5-10 m.

Jenis alat tangkap HL yang digunakan di perairan Teluk Bone berbasis di PPI Lonrae, Kabupaten Bone, adalah jenis untuk memancing ikan pelagis besar di daerah rumpon; pada umumnya, memiliki bahan dan ukuran yang relatif sama dengan HL nelayan di Pulau Ambon, Halmahera, Bitung, dan Lambata-NTT ([Tomasila et al., 2020](#); [Karyanto et al., 2020](#); [Irham et al., 2021](#); [Al Ayubi et al., 2023](#)). Sedangkan nelayan yang menggunakan alat tangkap HL tuna, khususnya di Perairan Teluk Bone, masih menggunakan rumpon tradisional dan masih mempertahankan bentuk konstruksi sederhana, seperti pelampung rakit rumpon terbuat dari batangan bambu ([Hamar and Bone, 2021](#)), dan atraktor di bawahnya terbuat dari pelepah daun kelapa ([Nurwahidin et al., 2016](#); [Rumpa et al., 2022b](#)). Alat tersebut dinamakan 'rompong mandar' oleh nelayan.

Menurut [Fréon and Dagom \(2000\)](#), terdapat dua tipe rumpon yang berkembang di dunia saat ini yaitu, rumpon hanyut (*free drifting FADs/dFADs*) dan rumpon berjangkar (*anchored FADs/aFADs*). Umumnya, nelayan HL di Teluk bone menggunakan rumpon berjangkar; sama dengan rumpon yang pada umumnya digunakan di wilayah perairan Indonesia ([Proctor et al., 2019](#)).

Menurut [Beverly et al., 2012](#) dan [Widodo et al., 2023](#), motivasi utama nelayan, khususnya nelayan artisanal, menggunakan rumpon adalah untuk meningkatkan efisiensi

penangkapan, meningkatkan CPUE, dan mengurangi biaya penangkapan, serta mengurangi biaya operasional umpan. Hal ini selaras dengan pendapat [Nugroho and Atmadja \(2013\)](#) yang mengungkapkan, bahwa penggunaan rumpon akan memberi kepastian dalam hal penentuan *fishing ground* dan dapat menekan biaya operasional, khususnya biaya BBM, sebesar 30%.

Komposisi Hasil Tangkapan Ikan

Kapal HL yang dioperasikan pada perairan Teluk Bone difokuskan untuk menangkap ikan tuna jenis madidihang (*T. albacares*) (dikenal secara internasional dengan nama *yellowfin tuna*/YFT), jenis mata besar (*T. obesus*) (*big eye tuna*/BET), dan cakalang (*K. pelamis*) (*skipjack tuna*/SKJ).

Gambar 3 menampilkan perkembangan volume dan persentase komposisi hasil tangkapan dominan pada periode tahun 2020-2022. Nampak, secara umum, hasil tangkapan didominasi oleh, berturut-turut, jenis YFT, BET, dan SKJ. Hasil tangkapan sampingan HL adalah ikan pedang (*sword fish*/SWO), marlin (*blue marlin*/BUM), setuhuk hitam (*black marlin*/BLM), mahi-mahi (*dolphin fish*/DOL), ikan layer (*sailfish*/SFA), hiu (*blue shark*/BSH dan *Silky shark*/FAL), barakuda (*great barracuda*/GBA), tenggiri (*wahoo*/WAH), gindara (*Escolar*/LEC), dan mujair laut (*tripletail*/LOB).

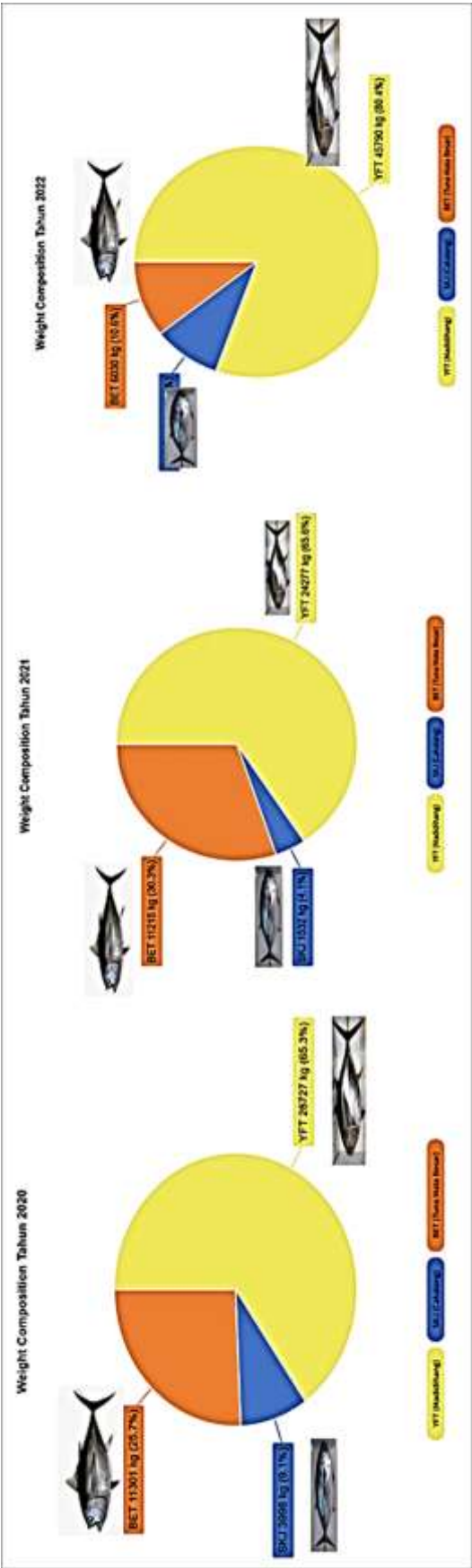
Komposisi hasil tangkapan di daerah rumpon tersebut di atas sama dengan yang ditemukan oleh [Tesen and Hutapea \(2020\)](#), [Haruna et al. \(2022\)](#), dan [Karyanto et al. \(2020\)](#). Mereka menyatakan, ikan tuna dan cakalang adalah target utama alat tangkap HL. Biasanya, jenis tangkapan sampingan (*discard*), yang ditemukan di daerah rumpon, berada dalam kondisi biomassa relatif rendah ([Orue et al., 2019](#)). Kondisi beragamnya jenis ikan di daerah rumpon tersebut di atas sesuai dengan temuan [Taquet et al. \(2007\)](#), yang menemukan 32 jenis di daerah ekuator dan 24 jenis di perairan tropis.

Ukuran Layak Tangkap Pancing Ulur (*Handline*/HL) di Daerah Rumpon

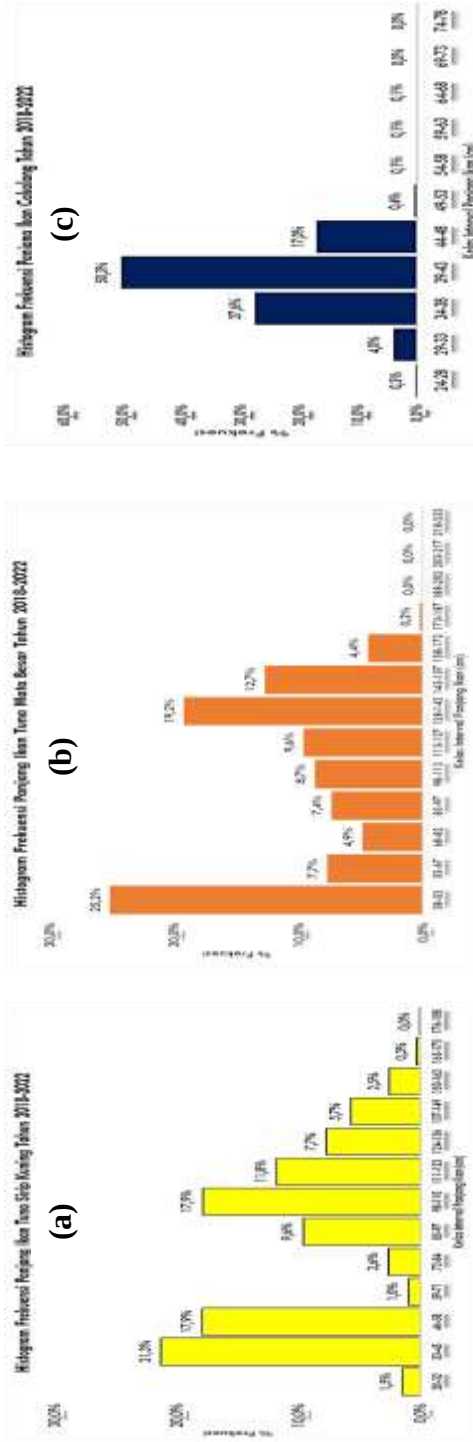
Gambar 4 menampilkan hasil tangkapan jenis ikan layak tangkap menggunakan HL di daerah rumpon dalam periode tahun 2018-2022. Untuk ikan tuna jenis YFT (total sampel sebanyak 6.481 ekor), jumlah yang layak tangkap sebesar 46,0 % di mana ukuran paling banyak tertangkap adalah pada kelas 33-45 cm (Gambar 4a). Untuk jenis BET (total sampel sebanyak 842 ekor), jumlah yang layak tangkap sebesar 54,9 % di mana ukuran paling banyak tertangkap adalah pada kelas 38-52 cm (Gambar 4b). Sedangkan untuk jenis SKJ (total sampel sebanyak 1.353 ekor), jumlah yang layak tangkap berkisar 68,1% di mana ukuran paling banyak tertangkap adalah pada kelas 39-43 cm (Gambar 4c). Hal ini merupakan kondisi sangat riskan bagi kelestarian sumber daya ikan, khususnya tuna dan cakalang yang berada di WPP-NRI 713 dan 714.

Mengenai penggunaan rumpon, [Fonteneau et al. \(2010\)](#) mengungkapkan, bahwa terdapat kecenderungan tingkah laku ikan tuna yang berasosiasi di daerah rumpon di mana ikan-ikan tersebut tidak dapat bergerak bebas. Hal tersebut juga dikemukakan oleh [Cayre \(1991\)](#), pergerakan ikan tuna madidihang dan cakalang terjadi secara vertikal pada kedalaman 70-110 m saat siang hari, dan 40-70 m pada malam hari.

Pemanfaatan rumpon sebagai alat bantu penangkapan ikan pada perikanan HL tuna belum memenuhi kriteria ramah lingkungan, karena masih banyak tertangkap ikan berukuran kecil yang dapat menyebabkan terjadinya *over fishing*



Gambar 3. Komposisi dan persentase jenis hasil tangkapan utama pancing ulur (*handline*/HL) di rumpun



Gambar 4. Persentase ukuran ikan layak dan tidak layak tangkap. (a) tuna mata besar; (b) tuna mata besar; (c) cakalang

(Rahardjo and Widagdo, 2015). Ukuran tangkapan ikan digunakan sebagai salah satu indikator terbaik untuk penggunaan rumpon; sebagian besar (~76%) yang tertangkap adalah jenis SKJ dan semua jenis YFT-BET yang tertangkap adalah remaja (Widodo et al., 2023). Hasil penelitian ini (Gambar 3) menunjukkan, telah terjadi penurunan ukuran panjang ikan, khususnya tuna dan cakalang, di mana rerata ukuran jenis tuna berkisar 20-175 cm. Di perairan Teluk Bone ditemukan berukuran lebih besar, berkisar 20-192 cm (Jalil et al., 2020) dan di Laut Banda berkisar 20-192 cm (Haruna et al., 2018).

Sebagian besar ikan yang ditangkap dengan HL tuna pada daerah rumpon berada dalam kondisi belum matang gonad. Di Samudera Pasifik bagian Barat, ukuran panjang pertama kali matang gonad (L_m) jenis madidihang di Samudera Pasifik bagian Barat adalah 104,6 cm (Itano, 2004); di perairan Teluk Tomini, berukuran 94,8 cm (Mardijah, 2017). Kondisi hasil tangkapan HL tuna di WPP-NRI 713 dan 714 sangatlah tidak ideal untuk menjaga kelestarian populasi ikan, karena ikan perlu memijah minimal satu kali untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Lappalainen et al., 2016). Jika jenis ikan tuna dan cakalang belum matang gonad banyak ditangkap pada areal rumpon, diperkirakan dalam beberapa tahun ke depan akan menimbulkan kerugian ekologis. Kerugian ekonomis juga dapat terjadi, karena hasil tangkapan ikan lebih kecil ukurannya dibandingkan dengan kondisi yang dapat dicapai secara optimal. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya *growth overfishing* adalah melakukan manajemen rumpon, seperti yang diamanahkan dalam Permen KP Nomor 18 tahun 2021 dan Kepmen KP Nomor 7 Tahun 2022.

Pengaturan teknis pengelolaan target hasil tangkapan untuk kelestarian SDI, seperti jenis TCT tuna, adalah seperti yang diamanahkan dalam peraturan (Permen KP Nomor 121 tahun 2021 untuk memperkuat Permen KP Nomor 4 Tahun 2015). Selain itu, perlu ada upaya sosialisasi kepada nelayan HL terkait strategi teknis penangkapan ikan yang dihubungkan dengan kedalaman penurunan alat tangkap, jenis umpan yang digunakan, dan waktu penangkapan untuk mendapatkan ukuran yang layak tangkap.

Dalam strategi penangkapan ikan di rumpon, tuna yang berukuran kecil umumnya berasosiasi dengan ikan cakalang di dekat rumpon (Matsumoto et al., 2016; Wudianto and Susanto, 2008) dan berada pada kelompok yang sama (Bach et al., 2012). Namun demikian, tidak semua ikan tuna yang tertangkap di sekitar rumpon berukuran kecil, penurunan alat tangkap HL pada lapisan perairan yang lebih dalam mampu menangkap ikan tuna berukuran lebih besar. Menurut Burhanis et al. (2017), bahwa perbedaan komposisi tangkapan dan jenis target ikan dipengaruhi oleh faktor kedalaman perairan tempat dilakukannya operasi penangkapan. Lan et al. (2012) mengungkapkan, bahwa tuna berukuran juvenil memiliki daerah renang berkisar 0-50 m, sedangkan yang dewasa pada kedalaman 50-200 m. Namun, Barata et al. (2011) melaporkan, tuna berada pada kisaran kedalaman > 150 meter. Menurut Widodo et al. (2020), tingkat kepadatan (agregasi) ikan di sekitar rumpon berbeda menurut kedalaman di mana agregasi tertinggi pada permukaan perairan hingga kedalaman ± 160 m; madidihang ukuran juvenil berkumpul dengan cakalang pada kedalaman kurang dari 50 m, dan madidihang dewasa ditemukan lebih dalam (berkisar 50-250 m). Josse et al. (2020) melaporkan, ikan tuna pada malam hari berada pada kedalaman 40-70 m dan siang hari pada 70-100 m.

Hubungan kedalaman perairan dengan strategi penurunan HL untuk mendapatkan tuna yang layak tangkap,

Kantun and Mallawa (2015) melaporkan, bahwa umpan yang terdiri dari ikan cenderung menunjukkan pola semakin dalam perairan maka semakin sedikit yang dimakan oleh tuna madidihang. Namun, sebaliknya untuk umpan yang terdiri dari cumi-cumi; sehingga disarankan, sebaiknya penurunan umpan yang terdiri cumi-cumi dilakukan pada kedalaman ≥ 52,5 m. Khusus untuk HL tuna, disarankan oleh Mardijah and Patria (2014), dioperasikan di perairan yang lebih dalam di mana pada lapisan kedalaman sekitar 300 m dapat diperoleh hasil tangkapan YFT berukuran 80-120 cm, dan sebagian ikan yang tertangkap tersebut telah melakukan pemijahan pada ukuran sekitar 103 cm.

Hubungan antara ukuran tuna layak tangkap dengan waktu penangkapan, Kantun et al. (2012) melaporkan, tuna madidihang berukuran kecil (belum matang gonad) dominan tertangkap pada waktu pagi hari, dan ukuran dewasa (matang gonad dan memijah dengan ukuran yang lebih besar) tertangkap pada waktu sore hari. Namun, Kantun et al. (2014) melaporkan, ukuran tuna madidihang yang melakukan pemijahan dominan tertangkap pada sore hari.

Dalam strategi penangkapan HL yang optimal di daerah rumpon, selain kedalaman penurunan alat tangkap, penggunaan jenis umpan dan waktu penangkapan adalah penting untuk dipahami, serta pengetahuan tentang *fishing ground* yang potensial berdasarkan pergerakan ikan pelagis besar. Walaupun rumpon telah terbukti mampu meningkatkan produksi ikan di suatu perairan, namun produktivitas penangkapan di sekitar rumpon tidak selalu lebih tinggi dibandingkan dengan produktivitas di daerah penangkapan lain yang tidak dipasang rumpon (Zainuddin et al., 2020; Syah et al., 2020).

KESIMPULAN

Komposisi hasil penangkapan ikan utama di daerah rumpon didominasi oleh tuna madidihang (*T. albacares*), tuna mata besar (*T. obesus*) dan cakalang (*K. pelamis*). Umumnya, ukuran ikan tidak layak tangkap untuk tuna madidihang, tuna mata besar, dan cakalang, berturut-turut, berkisar 54,0 %, 45,1%, dan 31,9%. Persentase ukuran TCT yang tidak layak tangkap masih besar, walaupun HL dikategorikan sebagai alat tangkap yang selektif. Dalam strategi penangkapan HL yang optimal di daerah rumpon, selain strategi penurunan alat tangkap ke perairan, waktu penangkapan, dan jenis umpan merupakan hal penting untuk diketahui.

Ucapan terima kasih. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam kegiatan pengumpulan data dan penyusunan naskah artikel ini. “*Kami menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan organisasi manapun mengenai bahan yang didiskusikan dalam naskah ini.*”

REFERENSI

- AYUBI, A., LIUFETO, F.C., SARI, K., YAHYAH and SANTOSO, P. (2023) Studi Penangkapan Tuna Oleh Nelayan di Desa Balauring, Kecamatan Omesuri, Kabupaten Lembata. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan*. 3(2), pp. 52-59. DOI: <https://doi.org/10.35726/jvip.v3i2.5375>.
- ASHIDA, H., TANABE, T. and SUZUKI, N. (2009) *Recent progress on reproductive biology of skipjack tuna in the tropical region of the Western and Central Pacific Ocean*.

- Scientific Committee Fifth Regular Session, WCPFC-SC5-2005/BI-WP-02. 16 pp.
- BACH, P., DRAGON, L., JOSSE, E., BARD, F.X., ABBES, R., BERTRAND, A. and MISSELIS, C. (2012) Experimental Research and Fish Aggregating devices (FADs) in France Polynesia. *SPC Fish Aggregating Device Information Bulletin*, 3, pp. 3-18.
- BARATA, A., NOVIANTO, D. and BAHTIAR, A. (2011) Sebaran ikan tuna berdasarkan suhu dan kedalaman di Samudera Hindia. *Ilmu Kelautan*, 16(3), pp. 165-170.
- BEVERLY, S., GRIFFITHS, D. and LEE, R. (2012) Anchored fish aggregating devices for artisanal fisheries in South and Southeast Asia: benefits and risks. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, RAP Publication 2012/20, 65 p.
- BURHANIS, JALIADI and RADMI, Z. (2017) Structure and Growth Pattern of Yellowfin Tuna *Thunnus albacares* (Bonnatere, 1788) in the Waters of Simeulue Islands, Aceh. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(6), pp. 264-268.
- CAPELLO, M., SORIA, M., COTEL, P., POTIN, G., DAGORN, L. and FREON, P. (2012) The heterogeneous spatial and temporal patterns of behavior of small pelagic fish in an array of Fish Aggregating Devices (FADs). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 430-431, pp. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.06.022>.
- CAYRE, P. (1991) Behaviour of yellow fin tuna (*Thunnus albacares*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) around FADs in the Comoros Islands as determined by ultrasonic tagging. *Aqua Living Resour*, pp. 1-12.
- CHALILUDDIN, M.A., APRILL, R.M., AFFAN, J.M., MUHAMMADAR, A., RAHMADANI, H., MISWAR, E. and FIRDUS F. (2018) Efektivitas Penggunaan Rumpon Sebagai Daerah Penangkapan Ikan Di Perairan Pusong Kota Lhokseumawe. *Depik*, 7(2), pp. 119-126.
- CODY, C.E.L., MORENO, G., RESTREPO, V., ROMAN, M.H. and MAUNDER, M.N. (2018) Recent purse-seine FAD fishing strategies in the eastern Pacific Ocean: What is the appropriate number of FADs at sea? *ICES Journal of Marine Science*, 75(5), pp. 1748-1757.
- FRÉON, P. and DAGORN, L. (2000) Review of fish associative behaviour: toward a generalisation of the meeting point hypothesis. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10(3), pp. 183-207. DOI: <https://doi.org/10.1023/A>.
- DEMPSTER, T. and TAQUET, M. (2004) Fish aggregation device (FAD) research: Gaps in current knowledge and future directions for ecological studies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14, pp. 21-42. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11160-004-3151-x>.
- DKP. PROV. SULSEL (2023) *Laporan Tahunan 2023*. Pemerintah Daerah Sulawesi Selatan.
- FONTENEAU, A., ARIZ, J., DAMIANO, A. and DE MOLINA, A.D. (2010) Analysis of purse seine set times for FAD and free school associations in the Atlantic and Indian oceans. *Collective Volume of Scientific Papers of the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*, 65(2), pp. 620-626. Available at: https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV065_2010/n_2/CV065020620.pdf.
- FAO (2022) *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc0461en>.
- HAMAR, B. and BONE, A.H. (2021) Utilization of FAD distribution in south buton waters as a fishing app by purse sein fisherman in kadatua District, Selatan Buton Regency. *Journal of Asian Multicultural Research for Social Sciences Study*, 2(3), pp. 125-131.
- HARUNA, A., MALLAWA, MUSBIR and ZAINUDDIN, M. (2018) Population Dynamic Indicator of the Yellow fin Tuna *Thunnus albacares* and Its Stock Condition in The Banda Sea Indonesia. *AACL Bioflux*, 11(4), pp. 1323-1333.
- HARUNA, TUPAMAHU, A. and MALLAWA, A. (2019) Minimizing the Impact of Yellowfin Tuna *Thunnus albacares* fishing in Banda Sea. *International Journal of Environment, Agriculture, and Biotechnology*, 4(1), pp. 99-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/4.1.16>.
- HARUNA, TAWARI, R.H.S., TUPAMAHU, A., SIAHAINE-NIA, S.R., TRISNADHI, A. and WAMNEBO, M.I. (2022) Eksplorasi Penangkapan Ikan dengan Pancing Ulur Tuna Madidihang Skala Kecil. *Jurnal Airaha*, 11(02), pp. 375-383.
- IOTC (2021) *Report of the 23rd Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas Virtual*. (October), pp. 1-59 pp.
- IRHAM, KARMAN, A. and IKSAN, K.H. (2021) Evaluasi Kinerja Usaha Perikanan Pancing Ulur Tuna Madidihang Di Pelabuhan Perikanan Pantai Bacan Kabupaten Halmahera Selatan. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan*, 14(2), pp. 713-724.
- ITANO, D.G. (2004) *The reproductive biology of yellowfin tuna (Thunnus albacares) in Hawaiian waters and the western tropical Pacific Ocean*. Project Summary. Joint Institute for Marine and Atmospheric Research (JIMAR), University of Hawaii, Honolulu. 69 pp.
- JALIL, MALLAWA, A., AMIR, F. and SAFRUDDIN (2020) Dynamics Population of Yellow fin Tuna *Thunnus albacares* in Bone Bay, Indonesia. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(4), pp. 10898-10908.
- JOSSE, E., DAGORN, L. and BERTRAND, A. (2000) Typology and behaviour of tuna aggregations around fish aggregating devices from acoustic surveys in French Polynesia. *Aquatic Living Resources*, 13(4), pp. 183-192.
- KANTUN, W. and MALLAWA, A. (2015) Respon Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*) Terhadap Umpan Dan Kedalaman Pada Perikanan Pancing ulur Di Selat Makassar. *Jurnal Perikanan*, XVII(1), pp. 1-9.
- KANTUN, W., ALI, S.A., MALLAWA, A. and TUWO, A. (2014) Potensi produksi tuna madidihang *Thunnus albacares* di Selat Makassar. *Prossiding Seminar Nasional Pengelolaan Perikanan Tuna Berkelanjutan*, pp. 142-155.
- KANTUN, W., ALI, S.A., MALLAWA, A. and TUWO, A. (2012) Ukuran pertama kali matang gonad dan nisbah kelamin tuna madidihang *Thunnus albacares* di Perairan Majene Selat Makassar. *Jurnal Balik Diwa*, II(2), pp. 1-6.
- KARYANTO, ARIFIN, M.Z. and KATILI, L. (2020) Teknik Pengoperasian Hand Line Tuna dengan Metode Umpan Hambur di Perairan Laut Maluku. *Frontiers: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(2), pp. 1-7.
- KEFI, O.S., KATIANDAGHO, E.M. and PARANSA, I.J. (2013) Sukses pengoperasian Purse seine Sinar Lestari 04 dengan alat bantu rumpon yang beroperasi di Perairan Lolak Provinsi Sulawesi Utara. *Journal of Capture Fisheries Science and Technology*, 1(3), pp. 69-75.
- LAN, K-W., NISHIDA, T., LEE, M-A., LU, H-J., HUANG, H-W., CHANG, S-K. and LAN, Y-C. (2012) Influence of the marine environment variability on the yellowfin tuna

- (*Thunnus albacares*) catch rate by the Taiwanese longline fishery in the Arabian Sea, with special reference to the high catch in 2004. *Journal of Marine Science and Technology*, 20(5), pp. 514-524. DOI: <https://doi.org/10.6119/JMST-011-0506-1>.
- LAPPALAINEN, A., SAKS, L., SUSTAR, M., HEIKINHEIMO, O., JURGENS, K., KOKKONEN, E., KURKILAHTI, M., VERLIIN, A. and VETEMAA, M. (2016) Length at maturity as a potential indicator of fishing pressure effects on coastal pikeperch (*Sander lucioperca*) stocks in the northern Baltic Sea. *Fisheries Research*, 174, pp. 47-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.08.013>.
- LOPEZ, J., MORENO, G., IBAIBARRIAGA, L. and DAGORN, L. (2017) Diel behaviour of tuna and non-tuna species at drifting fish aggregating devices (DFADs) in the Western Indian Ocean, determined by fishers' echo-sounder buoys. *Marine Biology*, 164(3), p. 10. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00227-017-3075-3>.
- LOPEZ, J., MORENO, G., LENNERT-CODY, C., MAUNDER, M., SANCRISTOBAL, I. and CABALLERO, A. (2017a) Environmental preferences of tuna and non-tuna species associated with drifting fish aggregating devices (DFADs) in the Atlantic Ocean, ascertained through fishers' echo-sounder buoys. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 140, pp. 127-138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.02.007>.
- MARDLIJAH, S. and PATRIA, M.P. (2014) Biologi Reproduksi Ikan Madidihang (*Thunnus Albacares* Bonnatere 1788) di Teluk Tomini. *Bawal*, 4(1), pp. 27-34.
- MARDLIJAH, S. (2017) Analisis Isi Lambung Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Dan Ikan Madidihang (*Thunnus Albacares*) yang Didaratkan Di Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 14(2), pp. 227. DOI: <https://doi.org/10.15578/jppi.14.2.2008.227-235>.
- MATSUMOTO, T., OKAMOTO, H. and TOYONAGA. (2016) Comparison of the behavior of skipjack (*Katsuwonus pelamis*), yellowfin (*Thunnus albacares*) and bigeye (*T. obesus*) tuna associated with drifting FADs in the equatorial central Pacific Ocean. *Fisheries Oceanography*, 25(6), pp. 565-581. DOI: <https://doi.org/10.1111/fog.12173>.
- MORENO, G., DAGORN, L., CAPELLO, M., LOPEZ, J., FILMALTER, J. and FORGET, F. (2016) Fish aggregating devices (FADs) as scientific platforms. *Journal of Fisheries Research*, 178, pp. 122-129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.09.021>.
- NUGROHO, D. and ATMAJA, S.B. (2013) Kebijakan rumponisasi perikanan pukat cincin Indonesia yang beroperasi di perairan laut lepas. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 5(2), pp. 97-106.
- NURWAHIDIN, MUSBIR and KURNIA, M. (2016) Analisis Produktivitas Purse Seine yang Menggunakan Alat Bantu Penangkapan Ikan Rumpon di Perairan Teluk Bone. *Jurnal IPTEKS PSP*, 3(6).
- ORUE, B., LOPEZ, J., MORENO, G. and SANTIAGO, J. (2019) Aggregation process of drifting fish aggregating devices (DFADs) in the Western Indian Ocean: Who arrives first, tuna or non-tuna species? *PLoS ONE*, 14(1), pp. 1-24. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210435>.
- PROCTOR, C.H., NATSIR, M., MAHISWARA, WIDODO, A.A., UTAMA, A.A., WUDIANTO, SATRIA, F., HARGIYATNO, I.T., SEDANA, I.G.B., COOPER, S.P., SADIYAH, L., NURDIN, E., ANGGAWANGSA, R.F. and SUSANTO, K. (2019) *Characterisation of FAD based tuna fisheries in Indonesian waters*. Final Report as output of ACIAR Project FIS/2009/059, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, ACT.
- RAHARDJO, P. and WIDAGDO, A. (2015) Evaluasi pengelolaan rumpon tuna (*Thunnus albacares*) dan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang ramah lingkungan. *Prosiding Simposium Nasional Pengelolaan Perikanan Tuna Berkelanjutan*. Bali, 10-11 Desember 2014. WWF-KKP: 1012-1016.
- RUMPA, A., NAJAMUDDIN, SAFRUDDIN and HAJAR, M.A.I. (2022a). Fish behavior based on the effect of variations in oceanographic condition variations in FADs Area of Bone Bay Waters, Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(4).
- RUMPA, A., NAJAMUDDIN, SAFRUDDIN and HAJAR, M.A.I. (2022b) Studying the relationship of immersion duration and characteristics of natural materials FAD to fish aggregation in the sea. *Biodiversitas*, 23(10), pp. 5481-5490. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231060>.
- SIMONDS, K. and ROBINSON, W.L. (2016) *Management Measures for Pacific Bigeye Tuna and Western and Central Pacific Yellowfin Tuna Amendment 14 to the Fishery Management Plan for Pelagics Fisheries of the Western Pacific Region including an Environmental Assessment*. 1164 Bishop St, Suite 1400 Honolulu, HI 96813, pp. 1-209.
- SINOPOLI, M., CATTANO, C., ANDALORO, F., SARA, G., BUTLER, C.M. and GRISTINA, M. (2015) Influence of fish aggregating devices (FADs) on anti-predator behaviour within experimental mesocosms. *Marine Environmental Research*, 112, pp. 152-159.
- SYAH, A.F., GAOL, J.L., ZAINUDDIN, M., APRILIYA, N.R., BERLIANTY, D. and MAHABROR, D. (2020) Detection of potential shing zones of Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) at profundity of 155 m in the eastern Indian Ocean. *Indonesian Journal of Geography*, 52(1), pp. 29-35.
- TAQUET, M., SANCHO, G., DAGORN, L., GAERTNER, J-C., ITANO, D., AUMEERUDDY, R., WENDLING, B. and PEIGNON, C. (2007) Characterizing fish communities associated with drifting fish aggregating devices (FADs) in the Western Indian Ocean using underwater visual surveys. *Aquatic Living Resources*, 20(4), pp. 331-341. DOI: <https://doi.org/10.1051/alr:2008007>.
- TESEN, M. and HUTAPEA, R.Y.F. (2020) Studi Pengoperasian Pancing Ulur Dan Komposisi Hasil Tangkapan Pada Km Jala Jana 05 Di Wpp 572. *Aurelia Journal*, 1(2), p. 91. DOI: <https://doi.org/10.15578/aj.v1i2.8950>.
- TOMASILA, L.A., SYAMSUDDIN, M. and 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), pp. 97-107.
- TOLOTTI, M.T., FORGET, F., CAPELLO, M., FILMALTER, J.D., HUTCHINSON, M., ITANO, D., HOLLAND, K. and DAGORN, L. (2020) Association Dynamics Of Tuna And Purse Seine Bycatch Species With Drifting Fish Aggregating Devices (Fads) in The Tropical Eastern Atlantic Ocean. *Fisheries Research*, 226, 105521, pp. 226. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105521>.
- WIDODO, A.A., WUDIANTO, SADIYAH, L., MAHISWARA, PROCTOR. C. and COOPER. S. (2020) Investigation on Tuna Fisheries Associated With Fish Aggregating

- Devices (FADs) In Indonesia FMA 572 and 573. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 26(2), pp. 97-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/ifrj.26.2.2020.97-105>.
- WIDODO, A.A., WILCOX, C., SADIYAH, L., SATRIA, F., WUDIANTO., FORD, J. and HARDESTY, B.D. (2023) Developing indicators to detect the use of fish-aggregating devices. *Marine and Freshwater Research*, 74(6), pp. 535-543. DOI: <https://doi.org/10.1071/MF22055>.
- WUDIANTO. and SUSANTO, K. (2008) *Pendugaan Pergerakan Ikan Tuna Di Sekitar Rumpon Dengan Metode Penandaan (Tagging)*. Semiloka Optimasi Pemanfaatan Rumpon di Pansela Jawa Barat. DJPT-Diskan Jabar-PPN Pelabuhan Ratu. pp. 59-68.
- ZAINUDDIN, M., HIDAYAT, R., PUTRI, A.R.S., RIDWAN, M., SAFRUDDIN and FARHUM, S.A. (2020) Seasonal Changes Of Potential Fishing Ground Formation For Skipjack Tuna In The Bone Gulf, Indonesia. *IOP Conference Series, Earth and Environmental Science*, 564, 012083. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/564/1/012083>.