



# ACTIVITY REPORT RED SNAPPER FISHERY IN THE ARAFURA SEA

This report is prepared by Kamaluddin Kasim, Casandra Tania, Suprpto, Deti Triani, and Handoko Adi Susanto for the Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase II (ATSEA-2) Project.  
July 2024

# Activity Report – Red Snapper Fishery in the Arafura Sea

Copyright © 2024 Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase II (ATSEA-2) Project

Authors:

Kamaluddin Kasim, Casandra Tania, Suprpto, Deti Triani, and Handoko Adi Susanto

Suggested Citation:

Kasim, K., C. Tania, Suprpto, D. Triani, and H. A. Susanto. 2024. Activity Report – Red Snapper Fishery in the Arafura Sea. Report to the Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase 2 (ATSEA-2) Project, Bali, Indonesia. 52 pp.

This report is dedicated to the memory of **Dr. Wijopriono** from the Center for Fisheries Research, Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Indonesia, who passed away on 8 November 2021. A strong supporter of the ATSEA-2 Project, he made significant contributions by establishing the foundation for red snapper fisheries enumeration.

Disclaimer:

ATSEA-2 Project has published the information contained in this publication to assist public knowledge and discussion, and to help improve the sustainable management of the Arafura and Timor Seas (ATS) region. The contents of this publication do not necessarily reflect the views or policies of ATSEA-2 implementing partners and its other participating organizations. The designation employed and the presentation do not imply expression of opinion whatsoever on the part of ATSEA-2 concerning the legal status of any country or territory, its authority or the delimitation of its boundaries.

Published by:

ATSEA-2 Regional Project Management Unit  
Jl. Mertasari No. 140 Sidakarya,  
Denpasar 80224, Bali, Indonesia  
Telephone: +62 361 448 4147  
Email: [infoatsea2@pemsea.org](mailto:infoatsea2@pemsea.org)  
Website: <https://atsea-program.com/>

Cover Image: Red snapper biological sampling in Probolinggo, Indonesia

Printed in Denpasar, Bali, Indonesia

# Laporan Kegiatan – Perikanan Kakap Merah di Laut Arafura

Hak Cipta © 2024 Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase 2 (ATSEA-2) Project

Penulis:

Kamaluddin Kasim, Casandra Tania, Suprpto, Deti Triani, dan Handoko Adi Susanto

Kutipan yang Disarankan:

Kasim, K., C. Tania, Suprpto, D. Triani, dan H. A. Susanto. 2024. Laporan Kegiatan – Perikanan Kakap Merah di Laut Arafura. Laporan untuk Proyek Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase 2 (ATSEA-2), Bali, Indonesia. 52 hal.

Laporan ini didedikasikan untuk mengenang **Dr. Wijopriono** dari Pusat Riset Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, Indonesia, yang meninggal dunia pada tanggal 8 November 2021. Sebagai pendukung kuat Proyek ATSEA-2, beliau memberikan kontribusi yang signifikan karena telah menetapkan landasan enumerasi perikanan kakap merah.

Penafian:

Proyek ATSEA-2 telah menerbitkan informasi yang dimuat dalam publikasi ini untuk disumbangkan bagi pengetahuan dan diskusi publik, serta untuk membantu meningkatkan pengelolaan berkelanjutan wilayah Laut Arafura dan Timor (LAT). Isi publikasi ini tidak serta-merta mencerminkan pandangan ataupun kebijakan mitra pelaksana ATSEA-2 maupun berbagai organisasi lain yang turut andil. Penyebutan yang digunakan maupun penyajiannya tidak menyiratkan pernyataan pendapat apa pun dari pihak ATSEA-2 mengenai status hukum suatu negara atau wilayah, kewenangannya, ataupun penetapan batas wilayahnya.

Diterbitkan oleh:

ATSEA-2 Regional Project Management Unit

Jl. Mertasari No. 140 Sidakarya,

Denpasar 80224, Bali, Indonesia

Telepon: +62 361 448 4147

Email: [infoatsea2@pemsea.org](mailto:infoatsea2@pemsea.org)

Website: <https://atsea-program.com/>

Gambar Sampul: Pengambilan sampel biologis ikan kakap merah di Probolinggo, Indonesia

Dicetak di Denpasar, Bali, Indonesia

## EXECUTIVE SUMMARY

The Arafura and Timor Seas (ATS) are rich in marine resources, including diverse ecosystems, major fisheries, oil and gas reserves, and critical populations of migratory and endangered species. Bordered by Indonesia, Timor-Leste, Papua New Guinea, and Australia, the region faces several transboundary environmental challenges, particularly unsustainable fishing practices.

Red snapper fishery is an important economic resource in the region. In 2019, the ATS region accounted for 2.76% of the global snapper catch, with Indonesia as the largest exporter. Despite varied stock conditions across the region, with some areas overfished and others sustainable, the Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase II (ATSEA-2) Project has focused its efforts to improve the red snapper stock status in the Arafura Sea or Fisheries Management Area (FMA) 718 in Indonesia which was considered to be overfished despite its largest contribution to Indonesia's snapper production. Four species from the red snapper group were selected to represent the red snapper group in the region (i.e., saddletail snapper, goldband snapper, red emperor, and crimson snapper).

Hence, the ATSEA-2 Project supported the Ministry of Marine Affairs and Fisheries of the Republic of Indonesia to conduct fisheries enumeration in Probolinggo, East Java and Merauke, South Papua, Indonesia, including biological sampling between 2021 and 2023. The two landing sites, especially Probolinggo, are the main landing sites for red snapper from the Arafura Sea.

The Spawning Potential Ratio (SPR) was used as a proxy to indicate the status of the four species stocks in the Arafura Sea. The current SPR values derived from the data collection were compared with SPR values derived from previous study conducted by the Yayasan Konservasi Alam Nusantara or YKAN (Mous et al., 2020). A quick comparison shows that two species SPR values improved (i.e. saddletail snapper from 2% to 17% and red emperor from 2% to 22%, both representing 1.96% of red snapper global catch), while the other two declined (i.e., goldband snapper from 16% to 7% and crimson snapper from 63% to 37%, both representing 0.58% of global catch).

Despite efforts to manage red snapper fishery, populations of three key species (i.e., saddletail snapper, goldband snapper, and red emperor) have fallen to critically low levels, dropping below the essential SPR threshold of 20%. The crimson snapper is only slightly above this threshold. Other signs of overfishing, including changes in species composition and elevated fishing mortality rates, highlight the intense pressure these species are experiencing.

The results highlight the urgent need for effective management to ensure the long-term sustainability of the snapper fishery in the ATS region and prevent the collapse of this valuable resource. Effective management by adopting sustainable practices will not only safeguard the environment but also deliver lasting economic benefits to local communities. To aid recovery, it is imperative to implement science-based management strategies, such as setting fishing quotas, establishing protected areas, and creating monitoring programs. These measures will ensure a sustainable fishery for future generations and adhere to international conservation standards.

## RINGKASAN EKSEKUTIF

Laut Arafura dan Timor (LAT) kaya akan sumber daya laut, termasuk ekosistem beragam, perikanan utama, serta cadangan migas. Wilayah yang berbatasan dengan Indonesia, Timor-Leste, Papua Nugini, dan Australia ini menghadapi tantangan lingkungan lintas batas, terutama penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan.

Perikanan kakap merah merupakan sumber ekonomi penting di wilayah ini. Pada tahun 2019, wilayah LAT menyumbang sebesar 2,76% dari tangkapan kakap global, dengan Indonesia sebagai eksportir terbesar. Meskipun kondisi stok bervariasi di seluruh wilayah, dengan beberapa area yang mengalami penangkapan berlebih dan area lainnya berkelanjutan, Proyek ATSEA-2 memfokuskan upayanya untuk meningkatkan status stok kakap merah di Laut Arafura atau Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 718 di Indonesia yang dianggap mengalami penangkapan berlebih meskipun merupakan penyumbang terbesar produksi kakap di Indonesia. Empat spesies dari kelompok kakap merah dipilih untuk mewakili kelompok ini di wilayah tersebut (yaitu kakap bambangan, kakap anggoli, kakap bongkok, dan kakap sawo).

Oleh karena itu, Proyek ATSEA-2 membantu Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Republik Indonesia untuk melakukan enumerasi perikanan di Probolinggo, Jawa Timur, dan Merauke, Papua Selatan, Indonesia, termasuk pengambilan sampel biologis antara tahun 2021 dan 2023. Kedua lokasi pendaratan ini, terutama Probolinggo, merupakan lokasi pendaratan utama kakap merah dari Laut Arafura.

Rasio Potensi Pemijahan (*Spawning Potential Ratio*–SPR) digunakan sebagai proksi untuk menunjukkan status stok keempat spesies tersebut di Laut Arafura. Nilai SPR saat ini, yang diperoleh dari pengumpulan data, kemudian dibandingkan dengan nilai SPR dari studi sebelumnya yang dilakukan oleh Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN) (Mous *et al.*, 2020). Perbandingan cepat menunjukkan bahwa nilai SPR dari dua spesies meningkat (yaitu kakap bambangan dari 2% menjadi 17% dan kakap bongkok dari 2% menjadi 22%; keduanya mewakili 1,96% dari tangkapan kakap global). Sementara itu, nilai SPR dua spesies lainnya menurun (yaitu kakap anggoli dari 16% menjadi 7% dan kakap sawo dari 63% menjadi 37%; keduanya mewakili 0,58% dari tangkapan global).

Meski ada upaya pengelolaan perikanan kakap merah, populasi tiga spesies utama (yaitu kakap bambangan, kakap anggoli, dan kakap bongkok) menurun hingga ke tingkat kritis, yakni di bawah ambang batas SPR esensial sebesar 20%. Kakap sawo hanya sedikit di atas ambang batas ini. Tanda-tanda penangkapan berlebih lainnya, termasuk perubahan komposisi spesies dan peningkatan tingkat mortalitas akibat penangkapan, menyiratkan adanya tekanan intens yang dialami oleh berbagai spesies ini.

Hasil ini menunjukkan perlunya pengelolaan yang efektif untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang perikanan kakap di wilayah LAT dan mencegah kepunahan sumber daya yang berharga ini. Pengelolaan yang efektif dengan mengadopsi praktik-praktik berkelanjutan tidak hanya akan melindungi lingkungan tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang berkelanjutan bagi masyarakat lokal. Untuk mendukung pemulihan, sangat penting untuk menerapkan strategi pengelolaan berbasis sains, misalnya dengan menetapkan kuota penangkapan ikan, membentuk kawasan yang dilindungi, dan membuat program pemantauan. Langkah-langkah ini akan memastikan adanya perikanan yang berkelanjutan bagi generasi mendatang dan sesuai dengan standar konservasi internasional.

# TABLE OF CONTENTS

Executive summary .....	iii
Contents .....	v
List of tables .....	ix
List of figures.....	xi
I. Introduction.....	1
II. Material and methods.....	3
II.1. Data collection .....	3
II.2. Biological sampling.....	3
II.2.1. Species identification .....	3
II.2.2 Sex differentiation and gonad maturity .....	7
III. Results and discussion .....	10
III.1. Overview of red snapper fishery in the Arafura Sea .....	13
III.2. Catch/landing data.....	16
III.3. Fishing operation system .....	21
III.4. Handling.....	23
III.5. Fish landing and recording system.....	23
III.6. Fishing fleets.....	25
III.7. Fishing gears .....	25
III.7.1. Bottom longline .....	25
III.7.2. Bottom gillnet .....	25
III.8. Landing data, types, and composition of catch .....	27
III.9. Biological data .....	33
III.9.1. Saddletail snapper .....	33
III.9.2. Goldband snapper.....	39
III.9.3. Red emperor .....	47
III.9.4. Crimson snapper .....	57
III.10. Estimating the steady-state biomass.....	65
III.10.1. Saddletail snapper.....	65
III.10.2. Goldband snapper.....	69
III.10.3. Red emperor .....	71
III.10.4. Crimson snapper .....	73
IV. Conclusion .....	77

References .....	79
Appendices.....	81
Appendix 1. Fisheries biological sampling form.....	81
Appendix 2. Daily form 1 on daily ship landing.....	83
Appendix 3. daily form 2 on general information .....	88
Appendix 4. Daily form 3 on fish measurement.....	90
Appendix 5. Documentation.....	91

## DAFTAR ISI

Ringkasan eksekutif.....	iv
Daftar isi.....	vii
Daftar tabel .....	X
Daftar gambar.....	xii
I. Pendahuluan .....	2
II. Bahan dan metode.....	4
II.1. Pengumpulan data .....	4
II.2. Pengambilan sampel biologis .....	4
II.2.1. Identifikasi spesies.....	4
II.2.2 Sex differentiation and gonad maturity .....	7
II.2.2 Diferensiasi jenis kelamin dan kematangan gonad .....	8
III. Hasil dan pembahasan.....	14
III.1. Tinjauan tentang perikanan kakap merah di Laut Arafura .....	14
III.2. Data tangkapan/pendaratan .....	18
III.3. Sistem operasional penangkapan ikan.....	22
III.4. Penanganan .....	24
III.5. Pendaratan ikan dan sistem pencatatan .....	24
III.6. Armada penangkap ikan .....	26
III.7. Alat tangkap .....	26
III.7.1. Rawai dasar.....	26
III.7.2. Jaring insang dasar .....	26
III.8. Data pendaratan, jenis, dan komposisi tangkapan .....	28
III.9. Data biologis .....	34
III.9.1. Kakap bambangan .....	34
III.9.2. Kakap anggoli .....	40
III.9.3. Kakap bongkok.....	48
III.9.4. Kakap sawo.....	58
III.10. Memperkirakan biomassa pada keadaan tunak .....	66
III.10.1. Kakap bambangan .....	66
III.10.2. Kakap anggoli .....	70
III.10.3. Kakap bongkok.....	72
III.10.4. Kakap sawo .....	74



IV. Kesimpulan.....	78
References .....	79
Appendices.....	81
Appendix 1. Fisheries biological sampling form .....	81
Appendix 2. Daily form 1 on daily ship landing .....	83
Appendix 3. Daily form 2 on general information.....	88
Appendix 4. Daily form 3 on fish measurement.....	90
Appendix 5. Documentation .....	91

## LIST OF TABLES

Table 1. Number of fish sampled for length frequency analysis and gonad measurement for each species .....	3
Table 2. Gonadal development stage of red snapper .....	9
Table 3. Total catch of the four red snapper species from FMA 718 in 2019 (Mous et al. 2020 in Knuckey et al. 2021).....	13
Table 4. Names of commercial fishing agencies/companies in Probolinggo and their fish catch/production from the Arafura Sea from January to August 2021 .....	15
Table 5. Number of fish species caught from the Arafura Sea from January to August 2021 and landed in Probolinggo .....	27
Table 6. The number of fish samples collected from December 2021 to October 2023 at Mayangan Port in Probolinggo, East Java and Merauke Port in South Papua .....	33
Table 7. The SPR value, selectivity at 50 and 95%, the ratio of fishing pressure (F) to natural mortality (M), and the values for 50 and 95% gonadal maturity of saddletail snapper .....	39
Table 8. The SPR value, selectivity at 50 and 95%, the ratio of fishing pressure (F) to natural mortality (M), and the values for 50 and 95% gonadal maturity of goldband snapper .....	47
Table 9. The SPR value, selectivity at 50 and 95%, the ratio of fishing pressure (F) to natural mortality (M), and the values for 50 and 95% gonadal maturity of red emperor.....	55
Table 10. The SPR value, selectivity at 50 and 95%, the ratio of fishing pressure (F) to natural mortality (M), and the values for 50 and 95% gonadal maturity of crimson snapper .....	63
Table 11. The growth and population parameters of the four dominant species used for the Virtual Population Analysis.....	65
Table 12. Estimated steady-state biomass, catch, and population of saddletail snapper with different fishing mortality rate.....	66
Table 13. Estimated steady-state biomass, catch, and population of goldband snapper with different fishing mortality rate rate.....	68
Table 14. Estimated steady-state biomass, catch, and population of red emperor with different fishing mortality rate .....	71
Table 15. Estimated steady-state biomass, catch, and population of crimson snapper with different fishing mortality rate.....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jumlah sampel ikan untuk analisis frekuensi panjang dan pengukuran gonad setiap spesies .....	4
Tabel 2. Tahap perkembangan gonad kakap merah.....	10
Tabel 3. Total tangkapan keempat spesies kakap merah dari WPP 718 pada tahun 2019 (Mous et al. 2020 dalam Knuckey et al. 2021) .....	14
Tabel 4. Nama agen/perusahaan penangkapan ikan komersial di Probolinggo dan tangkapan/produksi ikan dari Laut Arafura dari bulan Januari hingga Agustus 2021 .....	16
Tabel 5. Jumlah spesies ikan yang ditangkap di Laut Arafura dari bulan Januari hingga Agustus 2021 dan didaratkan di Probolinggo.....	28
Tabel 6. Jumlah sampel ikan yang dikumpulkan dari bulan Desember 2021 hingga Oktober 2023 di Pelabuhan Mayangan, Probolinggo, Jawa Timur, dan Pelabuhan Merauke, Papua Selatan.....	34
Tabel 7. Nilai SPR, selektivitas saat 50 dan 95%, rasio tekanan penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), dan nilai saat 50 dan 95% kakap bambangan matang gonad .....	40
Tabel 8. Nilai SPR, selektivitas saat 50 dan 95%, rasio tekanan penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), dan nilai saat 50 dan 95% kakap anggoli matang gonad ...	48
Tabel 9. Nilai SPR, selektivitas saat 50 dan 95%, rasio tekanan penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), dan nilai saat 50 dan 95% kakap bongkok matang gonad ..	56
Tabel 10. Nilai SPR, selektivitas saat 50 dan 95%, rasio tekanan penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), dan nilai saat 50 dan 95% kakap sawo matang gonad .....	64
Tabel 11. Parameter pertumbuhan dan populasi dari keempat spesies dominan yang digunakan untuk Analisis Populasi Virtual (VPA) .....	66
Tabel 12. Estimasi biomassa pada keadaan tunak, hasil tangkapan, dan populasi kakap bambangan dengan berbagai tingkat mortalitas penangkapan ikan .....	68
Tabel 13. Estimasi biomassa pada keadaan tunak, hasil tangkapan, dan populasi kakap anggoli dengan berbagai tingkat mortalitas penangkapan ikan .....	70
Tabel 14. Estimasi biomassa pada keadaan tunak, hasil tangkapan, dan populasi kakap bongkok dengan berbagai tingkat mortalitas penangkapan .....	72
Tabel 15. Estimasi biomassa pada keadaan tunak, hasil tangkapan, dan populasi kakap sawo dengan berbagai tingkat mortalitas penangkapan .....	74

## LIST OF FIGURES

Figure 1. Saddletail Snapper ( <i>Lutjanus malabaricus</i> ) .....	5
Figure 2. Crimson snapper ( <i>Lutjanus erythropterus</i> ).....	5
Figure 3. Red emperor ( <i>Lutjanus sebae</i> ) .....	7
Figure 4. Goldband snapper ( <i>Pristipomoides multidentis</i> ).....	7
Figure 5. Landing port and fishing ground in FMA 718 .....	15
Figure 6. Total catch per species landed by the bottom longliners from the Arafura Sea.....	17
Figure 7. Fish catch composition by top 10 major species across 2020-2021 .....	19
Figure 8. The nine main fish species dominating the longline and gillnet catches in the Arafura Sea from January to August 2021.....	29
Figure 9. The family of fish caught in the Arafura Sea .....	29
Figure 10. Composition of snapper species caught in the Arafura Sea.....	31
Figure 11. Dominant species caught by bottom longline in the Arafura Sea .....	31
Figure 12. Dominant species caught by gillnet in the Arafura Sea.....	33
Figure 13. Length at first maturity of saddletail snapper from the Arafura Sea .....	35
Figure 14. LBSPR of saddletail snapper from the Arafura Sea.....	37
Figure 15. Length at first maturity of goldband snapper from the Arafura Sea .....	41
Figure 16. Distribution of the lengths of goldband snapper caught in the Arafura Sea from December 2021 to October 2023 .....	43
Figure 17. SPR value of goldband snapper from the Arafura Sea .....	45
Figure 18. Length at first maturity of red emperor from the Arafura Sea .....	49
Figure 19. SPR value of red emperor from the Arafura Sea.....	51
Figure 20. The size at first capture (blue line) and the size at first gonadal maturity (black line) of red emperor from the Arafura Sea .....	57
Figure 21. Length at first maturity of crimson snapper from the Arafura Sea.....	59
Figure 22. SPR value of crimson snapper from the Arafura Sea.....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kakap Bambang (Lutjanus malabaricus) .....	6
Gambar 2. Kakap Sawo (Lutjanus erythropterus).....	6
Gambar 3. Kakap Bongkok (Lutjanus sebae) .....	8
Gambar 4. Kakap Anggoli (Pristipomoides multidens) .....	8
Gambar 5. Pelabuhan pendaratan dan daerah penangkapan ikan di WPP 718.....	16
Gambar 6. Total tangkapan berdasarkan spesies yang ditangkap menggunakan rawai dasar dari Laut Arafura .....	18
Gambar 7. Komposisi tangkapan ikan berdasarkan 10 spesies utama teratas tahun 2020–2021 .....	20
Gambar 8. Sembilan spesies ikan utama yang mendominasi tangkapan rawai dan jaring insang di Laut Arafura dari bulan Januari hingga Agustus 2021.....	30
Gambar 9. Famili ikan yang ditangkap di Laut Arafura .....	30
Gambar 10. Komposisi spesies kakap yang ditangkap di Laut Arafura.....	32
Gambar 11. Spesies dominan yang ditangkap dengan menggunakan rawai dasar di Laut Arafura.....	32
Gambar 12. Spesies dominan yang ditangkap dengan menggunakan jaring insang di Laut Arafura.....	34
Gambar 13. Ukuran pertama kali matang gonad kakap bambangan dari Laut Arafura .....	36
Gambar 14. LBSPR kakap bambangan dari Laut Arafura.....	38
Gambar 15. Ukuran pertama kali matang gonad kakap anggoli dari Laut Arafura .....	42
Gambar 16. Sebaran panjang kakap anggoli yang ditangkap di Laut Arafura dari Desember 2021 hingga Oktober 2023 .....	44
Gambar 17. Nilai SPR kakap anggoli dari Laut Arafura.....	46
Gambar 18. Ukuran pertama kali matang gonad kakap bongkok dari Laut Arafura .....	50
Gambar 19. Nilai SPR kakap bongkok dari Laut Arafura .....	52
Gambar 20. Ukuran pertama kali ditangkap (garis biru) dan ukuran pertama kali matang gonad (garis hitam) pada kakap bongkok dari Laut Arafura .....	58
Gambar 21. Ukuran pertama kali matang gonad kakap sawo dari Laut Arafura.....	60
Gambar 22. Nilai SPR kakap sawo dari Laut Arafura .....	62

## I. INTRODUCTION

The Arafura and Timor Seas (ATS) boast an abundance of marine resources, encompassing diverse ecosystems such as major fisheries, substantial oil and gas reserves, expansive coastal and marine habitats, and globally significant populations of migratory, rare, threatened, and endangered marine species. These semi-enclosed seas, bordered by Indonesia, Timor-Leste, Papua New Guinea, and Australia, face various transboundary environmental challenges. The Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase 2 (ATSEA-2) Project launched in 2019, is primarily aimed at addressing these environmental concerns, with a specific emphasis on mitigating unsustainable fisheries practices.

As a crucial shared fishery in the ATS region and a source of income and livelihoods, the sustainability and transboundary management of snapper fisheries have been key focal points for the ATSEA-2 Project. According to Food and Agriculture Organization (FAO) statistics from 2021, the ATS region accounted for 2.76% or 13,604 tonnes of the estimated global Lutjanid (snapper) catch in 2019, primarily sourced from Indonesia and Australia. Notably, Indonesia stands as the largest snapper exporter, with its catch steadily increasing in recent years (Knuckey et al., 2022).

Recognising the significance of the snapper fishery in the region, ATSEA-2 is actively engaged in enhancing transboundary fisheries management for red snapper, with a specific focus on saddletail snapper (*Lutjanus malabaricus*), crimson snapper (*L. erythropterus*), red emperor (*L. sebae*), and goldband snapper (*Pristipomoides multidens*). These four species were chosen as management targets due to their prominence as the most frequently landed species within the region. A baseline review conducted by ATSEA-2 in 2020-2021 revealed the diversity of snapper fisheries in the ATS, ranging from small to industrial scales. The stock status of these species varies, with Australia's stock considered sustainable, Indonesia's being overfished, and the status for both Timor-Leste and Papua New Guinea remaining undefined (Knuckey et al., 2021; 2022). Cawthorn and Mariani (2017) demonstrate, based on FAO data from 2016-2019, that Indonesia contributed 45% of globally traded snapper, with catch levels steadily increasing.

Given that red snapper in Indonesian waters of the ATS region are less sustainable compared to other ATS countries, ATSEA-2 has directed its efforts towards understanding the current red snapper stock status in Fisheries Management Area (FMA) 718, also known as the Arafura Sea. In 2018, FMA 718 emerged as the largest snapper contributor, accounting for 25.41% of Indonesia's annual production (Kepmen KP No. 123/2021). Demersal fish, comprising snapper and grouper, also represent the largest stock biomass (33.24% or 876,722 tonnes) compared to other fish groups (Kepmen KP No. 19/2022).

To gain insights into the current stock status and landing and catch data from FMA 718, the ATSEA-2 Project supported the Ministry of Marine Affairs and Fisheries (MMAF) in biological sampling/enumeration of Red Snapper at major landing sites within FMA 718. The results are also instrumental in assessing how interventions supported by the ATSEA-2 Project impact the red snapper population status in FMA 718.

## I. PENDAHULUAN

Laut Arafura dan Timor (LAT) memiliki kekayaan sumber daya laut yang melimpah, yang mencakup beragam ekosistem seperti perikanan utama, cadangan migas yang substansial, habitat pesisir dan laut yang luas, dan populasi spesies laut migrasi, langka, terancam, dan hampir punah yang signifikan secara global. Laut semi-tertutup yang berbatasan dengan Indonesia, Timor-Leste, Papua Nugini, dan Australia ini menghadapi berbagai tantangan lingkungan lintas batas. Proyek Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase 2 (ATSEA-2) yang diluncurkan pada tahun 2019, bertujuan untuk mengatasi berbagai masalah lingkungan ini, dengan penekanan khusus pada mitigasi praktik perikanan yang tidak berkelanjutan.

Karena perikanan kakap merupakan perikanan bersama yang sangat penting di wilayah LAT sekaligus sumber pendapatan dan mata pencaharian, keberlanjutan dan pengelolaan lintas batas perikanan kakap ini menjadi fokus utama Proyek ATSEA-2. Menurut data statistik Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) tahun 2021, wilayah LAT menyumbang 2,76% atau sebesar 13.604 ton dari perkiraan tangkapan kakap global pada tahun 2019, yang sebagian besar berasal dari Indonesia dan Australia. Secara khusus, Indonesia merupakan eksportir kakap terbesar, dengan jumlah tangkapan yang terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir (Knuckey *et al.*, 2022).

Menyadari pentingnya perikanan kakap di wilayah ini, ATSEA-2 secara aktif terlibat dalam peningkatan pengelolaan perikanan lintas batas untuk kakap merah, dengan fokus khusus pada kakap bambangan (*Lutjanus malabaricus*), kakap sawo (*L. erythropterus*), kakap bongkok (*L. sebae*), dan kakap anggoli (*Pristipomoides multidens*). Keempat spesies ini dipilih sebagai target pengelolaan karena merupakan spesies yang paling sering ditangkap di wilayah ini. Tinjauan dasar yang dilakukan oleh ATSEA-2 pada tahun 2020–2021 mengungkapkan keragaman perikanan kakap di LAT, mulai dari skala kecil hingga skala industri. Status stok dari keempat spesies ini bervariasi: stok Australia dianggap berkelanjutan, stok Indonesia mengalami penangkapan berlebih, dan status stok untuk Timor-Leste dan Papua Nugini masih belum ditetapkan (Knuckey *et al.*, 2021; 2022). Cawthorn dan Mariani (2017) menunjukkan bahwa, berdasarkan data FAO dari tahun 2016–2019, Indonesia menyumbang sebesar 45% dari kakap yang diperdagangkan secara global, dengan tingkat tangkapan yang terus meningkat.

Mengingat bahwa kakap merah di perairan Indonesia di wilayah LAT kurang berkelanjutan dibandingkan dengan negara-negara LAT lainnya, ATSEA-2 mengarahkan upayanya untuk mempelajari status stok kakap merah saat ini di WPP 718, yang juga dikenal sebagai Laut Arafura. Pada tahun 2018, WPP 718 muncul sebagai penyumbang kakap terbesar, yakni sebesar 25,41% dari produksi tahunan Indonesia (Kepmen KP No. 123/2021). Ikan demersal, yang terdiri dari kakap dan kerapu, juga merupakan biomassa stok paling besar (33,24% atau 876.722 ton) jika dibandingkan dengan kelompok ikan lainnya (Kepmen KP No. 19/2022).

Untuk memperoleh wawasan tentang status stok saat ini sekaligus data pendaratan dan tangkapan dari WPP 718, Proyek ATSEA-2 membantu Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) dalam pengambilan sampel/enumerasi biologis kakap merah di lokasi-lokasi pendaratan utama di WPP 718. Hasil dari kegiatan ini juga berperan penting dalam penilaian mengenai bagaimana pengaruh intervensi yang didukung oleh Proyek ATSEA-2 terhadap status populasi kakap merah di WPP 718.

## II. MATERIAL AND METHODS

### II.1. DATA COLLECTION

Daily monitoring was carried out by fisheries enumerators at two primary landing sites for red snapper within FMA 718. These sites, situated in Probolinggo, East Java Province, and Merauke, South Papua Province, exhibit distinct characteristics despite targeting the same species. In Probolinggo, the fishing activities are predominantly undertaken by larger vessels ( $\geq 30$  GT), whereas in Merauke, smaller vessels ( $< 30$  GT) are the norm. The enumeration spanned from February 2021 to December 2023 in Probolinggo and from February 2021 to June 2022 in Merauke. Furthermore, additional data from Marine Fisheries Research Institute (BRPL) and Probolinggo Fisheries Agency of Probolinggo was utilised to enrich the data and information.

### II.2. BIOLOGICAL SAMPLING

The fish samples landed at Probolinggo and Merauke ports were systematically measured for length and weight from December 2021 to December 2023. Upon landing, the fish were inspected by enumerators, who separated the sample fish for precise weighing and measurement. The target species for measurement and sampling included the saddletail snapper, goldband snapper, red emperor, and crimson snapper. The fish length was determined using a measuring ruler, while the weight was recorded using a digital scale with an accuracy of 1 gram. The data was recorded using KoboToolbox application. Table 1 below displays the number of sampled fish for length frequency analysis and length at first maturity analysis that require gonadal maturity observation.

Table 1. Number of fish sampled for length frequency analysis and gonad measurement for each species

Species	Number of Fish Samples (N) for Length Frequency Analysis	Number of Fish Samples (N) for Gonad Measurement
Saddletail snapper ( <i>L. malabaricus</i> )	1,527	60
Goldband snapper or <i>anggoli</i> ( <i>P. multidentis</i> )	771	37
Red snapper, <i>kakap bongkok</i> , or <i>seto</i> ( <i>L. sebae</i> )	560	47
Crimson snapper, <i>kakap krimson</i> or <i>sawo</i> ( <i>L. erythropterus</i> )	156	60
Grand Total	3,014	204

#### II.2.1. Species identification

The type of red snapper fish studied belongs to the family Lutjanidae with four target species consisting of: saddletail snapper, crimson snapper, red emperor, and goldband snapper (Figures 1 - 4). Species identification was carried out by observing and manually describing the shape, morphological structure, color, and size of the fish body in general, based on several taxonomic references: Carpenter et al. (1999); Nakabo (2000).



## II. BAHAN DAN METODE

### II.1. PENGUMPULAN DATA

Enumerator perikanan melakukan pemantauan harian di dua lokasi pendaratan utama kakap merah di WPP 718. Kedua lokasi pendaratan ini, yang terletak di Probolinggo, Provinsi Jawa Timur, dan Merauke, Provinsi Papua Selatan, memiliki karakteristik yang berbeda meskipun menargetkan spesies yang sama. Di Probolinggo, kegiatan penangkapan ikan sebagian besar dilakukan oleh kapal-kapal besar ( $\geq 30$  GT), sementara di Merauke, penangkapan ikan lebih umum dilakukan kapal-kapal kecil ( $< 30$  GT). Enumerasi berlangsung dari Februari 2021 hingga Desember 2023 di Probolinggo dan dari Februari 2021 hingga Juni 2022 di Merauke. Selain itu, data tambahan dari Balai Riset Perikanan Laut (BRPL) dan Dinas Perikanan Probolinggo juga digunakan untuk memperkaya data dan informasi.

### II.2. PENGAMBILAN SAMPEL BIOLOGIS

Sampel ikan yang didaratkan di pelabuhan Probolinggo dan Merauke secara sistematis diukur panjang dan beratnya dari bulan Desember 2021 hingga Desember 2023. Setelah didaratkan, ikan diperiksa oleh enumerator yang memilah sampel ikan untuk ditimbang dan diukur secara akurat. Spesies target untuk pengukuran dan pengambilan sampel meliputi kakap bambangan, kakap anggoli, kakap bongkok, dan kakap sawo. Panjang ikan diukur menggunakan penggaris, sedangkan beratnya ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketepatan 1 gram. Data yang diperoleh kemudian dicatat menggunakan aplikasi KoboToolbox. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan jumlah sampel ikan yang digunakan untuk analisis frekuensi panjang dan analisis ukuran pertama kali matang gonad yang memerlukan observasi terhadap kematangan gonad.

Tabel 2. Jumlah sampel ikan untuk analisis frekuensi panjang dan pengukuran gonad setiap spesies

Spesies	Jumlah Sampel Ikan (N) untuk Analisis Frekuensi Panjang	Jumlah Sampel Ikan (N) untuk Pengukuran Gonad
Kakap bambangan ( <i>L. malabaricus</i> )	1.527	60
Kakap anggoli ( <i>P. multidentis</i> )	771	37
Kakap bongkok ( <i>L. sebae</i> )	560	47
Kakap sawo ( <i>L. erythropterus</i> )	156	60
Total Keseluruhan	3.014	204

#### II.2.1. Identifikasi spesies

Jenis ikan kakap merah yang diteliti termasuk dalam keluarga Lutjanidae dengan empat spesies target yang terdiri dari kakap bambangan, kakap sawo, kakap bongkok, dan kakap anggoli (Gambar 1–4). Identifikasi spesies dilakukan dengan mengamati dan secara manual mendeskripsikan bentuk, struktur morfologi, warna, dan ukuran tubuh ikan secara umum, berdasarkan beberapa referensi taksonomi, yakni Carpenter *et al.* (1999); Nakabo (2000).

Several biological parameters used in the analysis of fish structure and stock assessment include: total fish length, fish weight, gonads, and the gonad maturity level. The length of the fish is measured horizontally from the tip of the upper jaw to the tip of the tail, using a measuring tape, while the weight of the fish is measured using an analytical scale in grams.

Based on Allen (1985), saddletail snapper can be recognized by its relatively deep body, large mouth, and distinctive coloration. It has 11 dorsal spines, 12-14 dorsal soft rays, 3 anal spines, and 8-9 anal soft rays. Other distinguishing features include a triangular vomerine tooth patch, poorly developed preopercular notch and knob, and truncate caudal fin. The back and sides are typically red or red-orange, with juveniles displaying additional color patterns including a broad band of brown or black and reddish horizontal lines on the sides (Figure 1).



Figure 1. Saddletail Snapper (*Lutjanus malabaricus*)

With 11 dorsal spines, 12-14 dorsal soft rays, 3 anal spines, and 8-9 anal soft rays, crimson snapper is characterized by its deep body and sloped dorsal profile of the head. The upper jaw is shorter than the distance between the base of the last dorsal and anal rays, and the preorbital bone is typically narrower than the eye diameter. Notably, the preopercular notch and knob are poorly developed. Scale rows on the back rise obliquely above the lateral line. Juveniles feature an oblique band extending from the mouth to the beginning of the dorsal fin and a black spot at the caudal peduncle. The body depth measures 2.5-3.0 times in standard length (Figure 2).



Figure 2. Crimson snapper (*Lutjanus erythropterus*)

Beberapa parameter biologis yang digunakan dalam analisis struktur ikan dan penilaian stok meliputi panjang total ikan, berat ikan, gonad, dan tingkat kematangan gonad. Panjang ikan diukur secara horizontal dari ujung rahang atas hingga ujung ekor menggunakan penggaris, sementara berat ikan diukur menggunakan timbangan analitik dalam satuan gram.

Berdasarkan Allen (1985), kakap bambangan dapat dikenali dari tubuhnya yang relatif dalam, mulut besar, dan warna khas. Ikan ini memiliki 11 duri dorsal, 12–14 jari lunak dorsal, 3 duri anal, dan 8–9 jari lunak anal. Fitur pembeda lainnya termasuk tonjolan gigi vomerin berbentuk segitiga, takik dan tonjolan preoperkulum yang kurang berkembang, serta sirip ekor berpinggiran tegak (*truncate*). Bagian punggung dan sisi biasanya berwarna merah atau merah-oranye, dengan pola warna tambahan pada ikan muda termasuk pita lebar berwarna coklat atau hitam dan gurat sisi kemerahan di sisi tubuhnya (Gambar 1).



Gambar 3. Kakap Bambangan (*Lutjanus malabaricus*)

Dengan 11 duri dorsal, 12–14 jari lunak dorsal, 3 duri anal, dan 8–9 jari lunak anal, kakap sawo dicirikan dengan tubuhnya yang dalam dan profil dorsal kepala yang miring. Rahang atas lebih pendek daripada jarak antara pangkal jari lunak dorsal terakhir dan jari lunak anal, dan tulang preorbital biasanya lebih sempit dari diameter mata. Takik dan tonjolan preoperkulum kurang berkembang. Baris sisik di punggung naik secara miring di atas gurat sisi. Ikan muda memiliki pita miring yang memanjang dari mulut ke awal sirip dorsal dan bintik hitam di pangkal ekor. Kedalaman tubuh berukuran 2,5–3,0 kali panjang standar (Gambar 2).



Gambar 4. Kakap Sawo (*Lutjanus erythropterus*)

Red emperor, characterized by 11 dorsal spines, 15-16 dorsal soft rays, 3 anal spines, and 10 anal soft rays, features a steeply sloped dorsal profile of the head. Its broad preorbital bone and moderately developed preopercular notch and knob distinguish it. Scale rows on the back rise obliquely above the lateral line. Typically red or pink, with a darker shade on the back, and red fins except for the pink pectorals. Juveniles and small adults display a dark red band extending from the first dorsal spine through the eye to the tip of the snout, a second band from the mid-dorsal fin to the pelvic fin, and a third band from the base of the last dorsal spine to the caudal peduncle. In contrast, large adults become uniformly red. The body depth measures 2.6-3.0 times in standard length (Figure 3).



Figure 5. Red emperor (*Lutjanus sebae*)

With 10 dorsal spines, 11 dorsal soft rays, 3 anal spines, and 8 anal soft rays, goldband snapper is recognized by its flat interorbital space and slightly protruding lower jaw. The bases of the dorsal and anal fins lack scales, with their last soft rays extending into short filaments. Pectoral fins are long, reaching the level of the anus, and scale rows on the back run parallel to the lateral line. The side of the snout and cheek feature two golden stripes bordered with blue, while the top of the head displays a series of chevron-shaped yellow bands (Figure 4).



Figure 6. Goldband snapper (*Pristipomoides multidentis*)

## II.2.2 Sex differentiation and gonad maturity

Observation of sex and Gonadal Maturity Level (TKG) was conducted by examining the results of the dissection of the sample fish's abdomen. Determination of the sex and changes in the gonad maturity stage (TKG) of the fish is carried out visually based on changes in the morphology, color, size, and diameter of the gonads, referring to Holden and Raitt (1974) (Table 2). Moreover, the data was recorded using Kobo Toolbox (Appendix 1).

Kakap bongkok memiliki 11 duri dorsal, 15–16 jari lunak dorsal, 3 duri anal, dan 10 jari lunak anal dengan profil dorsal kepala yang sangat miring. Tulang preorbital yang lebar sementara takik dan tonjolan preoperculum yang berkembang moderat merupakan ciri pembedanya. Baris sisik di punggung naik secara miring di atas gurat sisi. Biasanya berwarna merah atau merah muda, dengan warna yang lebih gelap di bagian punggung, dan sirip merah kecuali sirip pektoral yang berwarna merah muda. Ikan muda dan ikan dewasa kecil memiliki pita merah tua yang memanjang dari duri dorsal pertama melewati mata hingga ujung moncong, pita kedua dari tengah sirip dorsal ke sirip perut, dan pita ketiga dari pangkal duri dorsal terakhir ke pangkal ekor. Sementara itu, ikan dewasa besar memiliki warna merah seragam. Kedalaman tubuh berukuran 2,6–3,0 kali panjang standar (Gambar 3).



Gambar 7. Kakap Bongkok (*Lutjanus sebae*)

Dengan 10 duri dorsal, 11 jari lunak dorsal, 3 duri anal, dan 8 jari lunak anal, kakap anggoli dapat dikenali karena ruang interorbitalnya yang datar dan rahang bawah yang sedikit menonjol. Pangkal sirip dorsal dan sirip anal tidak bersisik, dengan jari lunak terakhir memanjang menjadi filamen pendek. Sirip pektoral panjang, mencapai tingkat anus, dan baris sisik di punggung sejajar dengan gurat sisi. Sisi moncong dan pipi memiliki dua garis emas yang berbatas biru, sedangkan bagian atas kepala menampilkan serangkaian pita kuning berbentuk chevron (Gambar 4).








Gambar 8. Kakap Anggoli (*Pristipomoides multidens*)






### II.2.2 Diferensiasi jenis kelamin dan kematangan gonad



Pengamatan jenis kelamin dan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) dilakukan dengan memeriksa hasil pembedahan perut sampel ikan. Penentuan jenis kelamin dan perubahan tingkat kematangan gonad (TKG) ikan dilakukan secara visual berdasarkan perubahan morfologi, warna, ukuran, dan diameter gonad yang merujuk pada Holden dan Raitt (1974) (Tabel 2). Selain itu, data dicatat menggunakan Kobo Toolbox (Lampiran 1).

Table 3. Gonadal development stage of red snapper



Maturity State	Status	Ovary	Testis
I	Immature	<p>Small ovary, size up to 1/3 of the length of the body cavity. Clear reddish-pink color (translucent), egg grains (ova) not yet visible.</p> 	<p>Small testis, 1/3 of the size of the body cavity. Whitish red colour.</p> 
II	Developing	<p>The ovary size is about 1/2 the length of the body cavity. Red-orange color, translucent; approximately symmetrical. Egg grains are not visible to the naked eye.</p> 	<p>The testis size is about 1/2 the length of the body cavity. Clearer white color; approximately symmetrical.</p> 
III	Maturing/Ripening	<p>The ovary size is about 2/3 of the body cavity. Yellow-orange color. Visible egg grains. The ovary has blood vessels on its surface. There are no transparent/translucent eggs yet. The eggs are still opaque (dark).</p> 	<p>The testis size is about 2/3 of the body cavity. Creamy white color.</p>

Tabel 4. Tahap perkembangan gonad kakap merah

Tingkat Kematangan	Status	Ovarium	Testis
I	Belum matang	<p>Ovarium kecil, ukuran hingga 1/3 panjang rongga tubuh. Warna merah muda tembus cahaya (translusen), butir telur (ova) belum terlihat.</p> 	<p>Testis kecil, 1/3 ukuran rongga tubuh. Warna merah keputihan.</p> 
II	Berkembang	<p>Ukuran ovarium sekitar 1/2 panjang rongga tubuh. Warna merah-jingga, tembus cahaya (translusen); kurang lebih simetris. Butir telur tidak terlihat oleh mata telanjang.</p> 	<p>Ukuran testis sekitar 1/2 panjang rongga tubuh. Warna putih lebih jernih; kurang lebih simetris.</p> 
III	Pematangan	<p>Ukuran ovarium sekitar 2/3 rongga tubuh. Warna kuning-jingga. Butir telur terlihat. Ovarium memiliki pembuluh darah di permukaannya. Tidak ada telur yang transparan atau tembus cahaya. Telur masih buram (gelap).</p> 	<p>Ukuran testis sekitar 2/3 rongga tubuh. Warna putih krem.</p>

IV	Ripe	<p>The ovary size is about 2/3 to completely filling the body cavity. Orange-pink in color with blood vessels on its surface. Large, transparent/translucent, ripe eggs are visible.</p> 	<p>The testis size is about 2/3 to completely filling the body cavity. The testis is creamy white and soft.</p>
V	Spent	<p>The ovary size shrinks to about 1/2 of the body cavity. The walls are thick. Inside the ovary, there may still be opaque and ripe eggs undergoing disintegration due to resorption, appearing dark or translucent.</p> 	<p>The testis size shrinks to less than 1/2 of the body cavity. The walls are thick and soft.</p>



IV	Matang	<p>Ukuran ovarium sekitar 2/3 hingga sepenuhnya mengisi rongga tubuh. Warna merah muda-jingga dengan pembuluh darah di permukaannya. Besar, transparan/tembus cahaya, telur matang terlihat.</p> 	<p>Ukuran testis sekitar 2/3 hingga sepenuhnya mengisi rongga tubuh. Testis berwarna putih krem dan lembut.</p>
V	Salin	<p>Ukuran ovarium menyusut hingga sekitar 1/2 rongga tubuh. Dindingnya tebal. Di dalam ovarium kemungkinan masih ada telur yang buram dan matang sedang mengalami disintegrasi karena resorpsi, sehingga tampak gelap atau tembus cahaya.</p> 	<p>Ukuran testis menyusut hingga kurang dari 1/2 rongga tubuh. Dindingnya tebal dan lembut.</p>

### III. RESULTS AND DISCUSSION

#### III.1. OVERVIEW OF RED SNAPPER FISHERY IN THE ARAFURA SEA

The red snapper fishery in the Arafura Sea is a significant source of economic value, both for local communities and industrial fisheries. This fishery faces challenges related to overfishing, shared stock management, and environmental impacts. Industrial fishing, including bottom longlining, fish trawling, and shrimp trawling, has significantly impacted red snapper populations, leading to changes in size and catch composition (Nuraini & Ernawati, 2017).

In 2019, the total catch of snapper species from FMA 718 amounted to 12,499 tonnes. Among these, the saddletail snapper represented the highest number of catch (71%), followed by the goldband snapper (22%). The red emperor was in the third place (7%), while the crimson snapper was in the last (1%). This distribution highlights the dominance of saddletail snapper in the catch, emphasizing its significant presence in the fishery.

Table 5. Total catch of the four red snapper species from FMA 718 in 2019 (Mous et al. 2020 in Knuckey et al. 2021)

Species	Catch (tonnes) (% total)
Saddletail snapper	8,826 (70.61%)
Goldband snapper	2,705 (21.64%)
Red emperor	813 (6.50%)
Crimson snapper	155 (1.24%)
<b>Total</b>	<b>12,499</b>

One of the efforts to utilize fish resources in FMA 718 that has continued to grow and still exists today is commercial fishing by large capital entrepreneurs based in Probolinggo. This business has been conducted since long ago (around 1994), even before the fishing moratorium policy was implemented in the Arafura region by the MMAF. In running their businesses, these entrepreneurs form agencies or companies in the form of CVs, PTs, or individual enterprises headquartered in Probolinggo, which receive permits to fish in the Arafura Sea. Most of the fishing fleets and gear come from Tanjung Balai Karimun and Bagan Siapi-api, under annual contract agreements (8-10 months/year) between ship owners and entrepreneurs. The vessels used range from 30-70GT, and the fishing gear mainly consists of bottom longlines and gill-nets.

The fish caught are not landed near the fishing grounds in the Arafura Sea but are instead landed around the Coastal Fishing Port area in Mayangan District, Probolinggo City, East Java). The fish are then distributed or marketed fresh or frozen, both as export commodities and to meet local market demands.

Probolinggo is relatively far from the fishing grounds (Figure 5), but according to the entrepreneurs, it is a strategic location for marketing distribution needs and offers adequate operational fishing facilities compared to other locations near the Arafura fishing grounds. Consequently, the entrepreneurs have planned all the technical aspects of handling the fish on the ship to ensure good quality and still achieve a sufficient margin.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### III.1. TINJAUAN TENTANG PERIKANAN KAKAP MERAH DI LAUT ARAFURA

Perikanan kakap merah di Laut Arafura merupakan sumber nilai ekonomi yang signifikan, baik bagi masyarakat lokal maupun perikanan industri. Perikanan ini menghadapi berbagai tantangan terkait penangkapan ikan berlebih, pengelolaan stok bersama, dan dampak lingkungan. Penangkapan ikan industri, termasuk dengan menggunakan rawai dasar, pukot ikan, dan pukot udang, telah secara signifikan memengaruhi populasi kakap merah sehingga menyebabkan perubahan ukuran dan komposisi tangkapan (Nuraini & Ernawati, 2017).

Pada tahun 2019, total tangkapan spesies kakap dari WPP 718 mencapai 12.499 ton. Di antara tangkapan tersebut, kakap bambangan merupakan jumlah tertinggi (71%), diikuti oleh kakap anggoli (22%). Kakap bongkok berada di urutan ketiga (7%), sedangkan kakap sawo di posisi terakhir (1%). Distribusi ini menunjukkan dominasi kakap bambangan dalam tangkapan yang menekankan kehadirannya yang signifikan dalam perikanan kakap ini.

Tabel 6. Total tangkapan keempat spesies kakap merah dari WPP 718 pada tahun 2019 (Mous *et al.* 2020 dalam Knuckey *et al.* 2021)

Spesies	Tangkapan (ton) (% total)
Kakap bambangan	8.826 (70,61%)
Kakap anggoli	2.705 (21,64%)
Kakap bongkok	813 (6,50%)
Kakap sawo	155 (1,24%)
<b>Total</b>	<b>12.499</b>

Salah satu upaya pemanfaatan sumber daya ikan di WPP 718 yang terus berkembang dan masih ada hingga saat ini adalah penangkapan ikan komersial oleh pengusaha besar berbasis modal di Probolinggo. Bisnis ini telah dilakukan sejak lama (sejak 1994), bahkan sebelum kebijakan moratorium penangkapan ikan diterapkan di wilayah Arafura oleh KKP. Para pengusaha ini membentuk agen atau perusahaan dalam bentuk CV, PT, atau usaha perseorangan yang berkantor pusat di Probolinggo dan mendapatkan izin untuk menangkap ikan di Laut Arafura. Sebagian besar armada dan alat tangkap berasal dari Tanjung Balai Karimun dan Bagan Siapi-api, dengan perjanjian kontrak tahunan (8–10 bulan/tahun) antara pemilik kapal dan pengusaha. Kapal-kapal yang digunakan memiliki bobot 30–70 GT, dengan alat tangkap utama rawai dasar dan jaring insang.

Ikan yang ditangkap tidak didaratkan di dekat lokasi penangkapan di Laut Arafura, tetapi didaratkan di sekitar area Pelabuhan Perikanan Pantai di Kecamatan Mayangan, Kota Probolinggo, Jawa Timur. Ikan-ikan ini kemudian didistribusikan atau dipasarkan dalam keadaan segar ataupun beku, baik sebagai komoditas ekspor maupun untuk memenuhi permintaan pasar lokal.

Probolinggo relatif jauh dari daerah penangkapan ikan (Gambar 5), tetapi menurut para pengusaha, lokasi ini strategis untuk memenuhi kebutuhan distribusi pemasaran dan menawarkan fasilitas operasional perikanan yang memadai dibandingkan dengan lokasi-lokasi lain yang dekat dengan daerah penangkapan ikan di Arafura. Maka dari itu, para pengusaha telah merencanakan semua aspek teknis dalam penanganan ikan di kapal untuk memastikan kualitas yang baik dan tetap mencapai margin laba yang cukup.

Observations during the 2010-2020 period showed that the number of active entrepreneurs opening agencies in Probolinggo reached 29 units, although the number fluctuated and tended to increase each year. In 2020, there were a total of 19 active agencies. From the production landing data collected from all agencies in Probolinggo from January to August 2021, 14 agencies recorded a total production of 4,428.6 tons during that period. The highest production was achieved by the International Ocean Nature (ION) agency, amounting to 1,029.3 tons (Table 4). This information indicates that the commercial fishing business in the Arafura Sea is growing rapidly and remains active to this day.

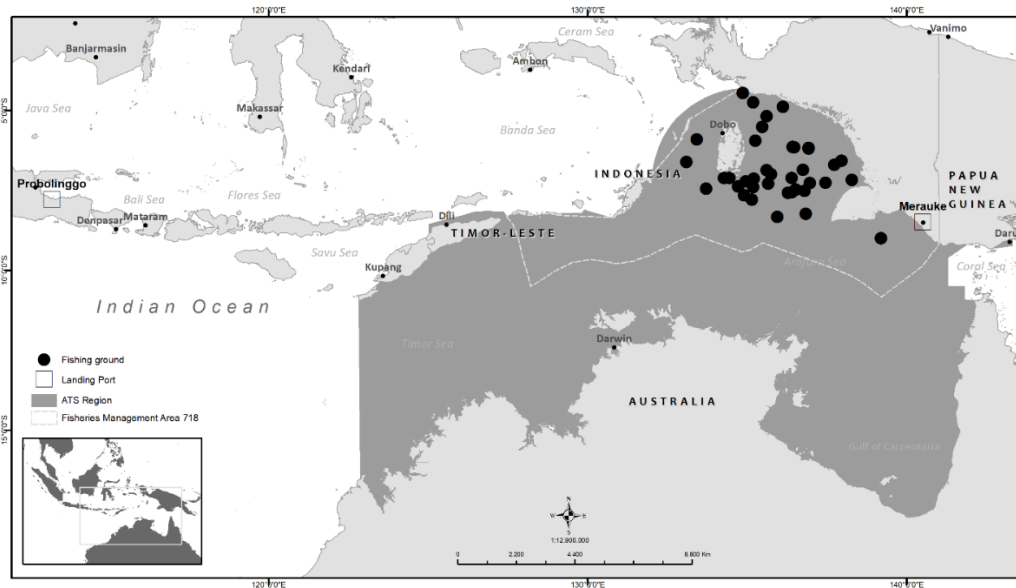
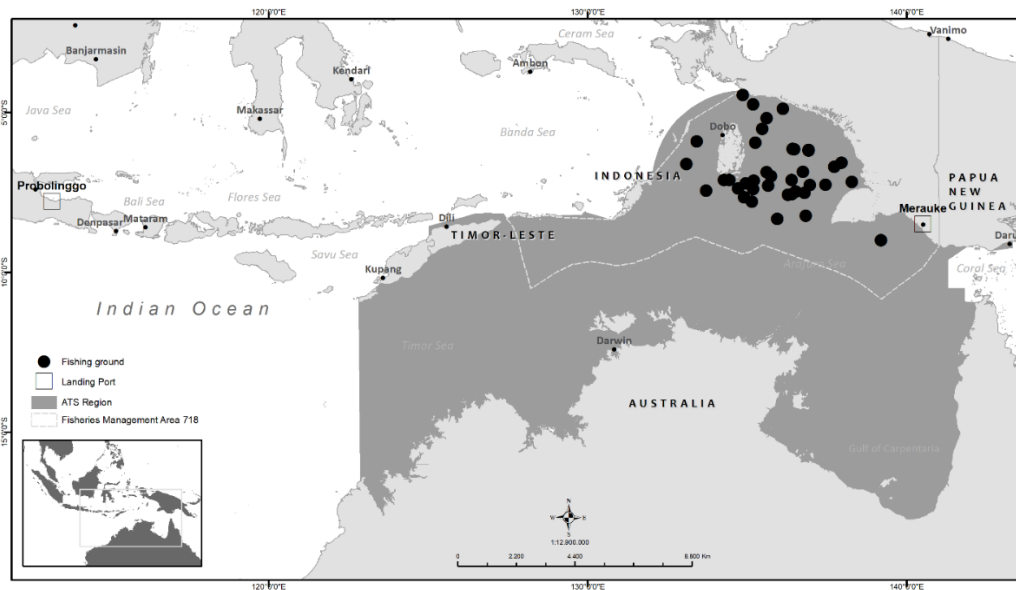


Figure 9. Landing port and fishing ground in FMA 718

Table 7. Names of commercial fishing agencies/companies in Probolinggo and their fish catch/production from the Arafura Sea from January to August 2021

No.	Agent name	Production (tonnes)
1	Alim Jaya Makmur	54.6
2	Bayu Sentosa Lestariindo	53.5
3	Imanuel	77.6
4	International Ocean Nature (ION)	1,029.3
5	Karya Samudra (KS)	431.5
6	Laut Berlian Indah (LBI)	346
7	Lautan Inti Makmur (LIM)	913
8	Lautan Jaya	55.4
9	Napoli	8.7
10	SBJK	445.4
11	SMS	12.1
12	Sumber Laut	507.5
13	Utara Jaya	5.6
14	Wongikel Papua	488.5

Pengamatan yang dilakukan selama periode 2010–2020 menunjukkan bahwa jumlah pengusaha aktif yang membuka agen di Probolinggo mencapai 29 unit, meskipun jumlah tersebut berfluktuasi dan cenderung meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2020, terdapat total 19 agen aktif. Berdasarkan data pendaratan produksi yang dikumpulkan dari semua agen di Probolinggo dari bulan Januari hingga Agustus 2021, sejumlah 14 agen mencatat total produksi sebesar 4.428,6 ton selama periode ini. Produksi tertinggi dicapai oleh agen International Ocean Nature (ION), yakni sebesar 1.029,3 ton (Tabel 4). Informasi ini menunjukkan bahwa usaha perikanan komersial di Laut Arafura berkembang pesat dan tetap aktif hingga saat ini.



Gambar 10. Pelabuhan pendaratan dan daerah penangkapan ikan di WPP 718

Tabel 8. Nama agen/perusahaan penangkapan ikan komersial di Probolinggo dan tangkapan/produksi ikan dari Laut Arafura dari bulan Januari hingga Agustus 2021

No.	Nama Agen	Produksi (ton)
1	Alim Jaya Makmur	54,6
2	Bayu Sentosa Lestariindo	53,5
3	Imanuel	77,6
4	International Ocean Nature (ION)	1.029,3
5	Karya Samudra (KS)	431,5
6	Laut Berlian Indah (LBI)	346
7	Lautan Inti Makmur (LIM)	913
8	Lautan Jaya	55,4
9	Napoli	8,7
10	SBJK	445,4
11	SMS	12,1
12	Sumber Laut	507,5
13	Utara Jaya	5,6
14	Wongikel Papua	488,5

### III.2. CATCH/LANDING DATA

Most of the fishing gears used in the Arafura Sea that targets bottom-dwelling fish consists of bottom longliners, while gillnets also capture these fish as incidental catch. Based on catch records gathered from Mayangan Port-Probolinggo, red snapper ranks as the fifth most harvested species by weight from 2010 to 2020, following yellow tail conger, spotted croakers, giant catfish, and leaflet croakers. Most of the fishing gear operated in the Arafura Sea that targeted demersal fish is bottom longliners while gillnet catch the demersal as by catch. According to the landing data that collected from the Mayangan Port, the red snapper is the fifth largest species that exploited during the period of 2020, as in total weigh sum, red snapper is the major species group caught by bottom longliners, as shown by the Figure 6 below.

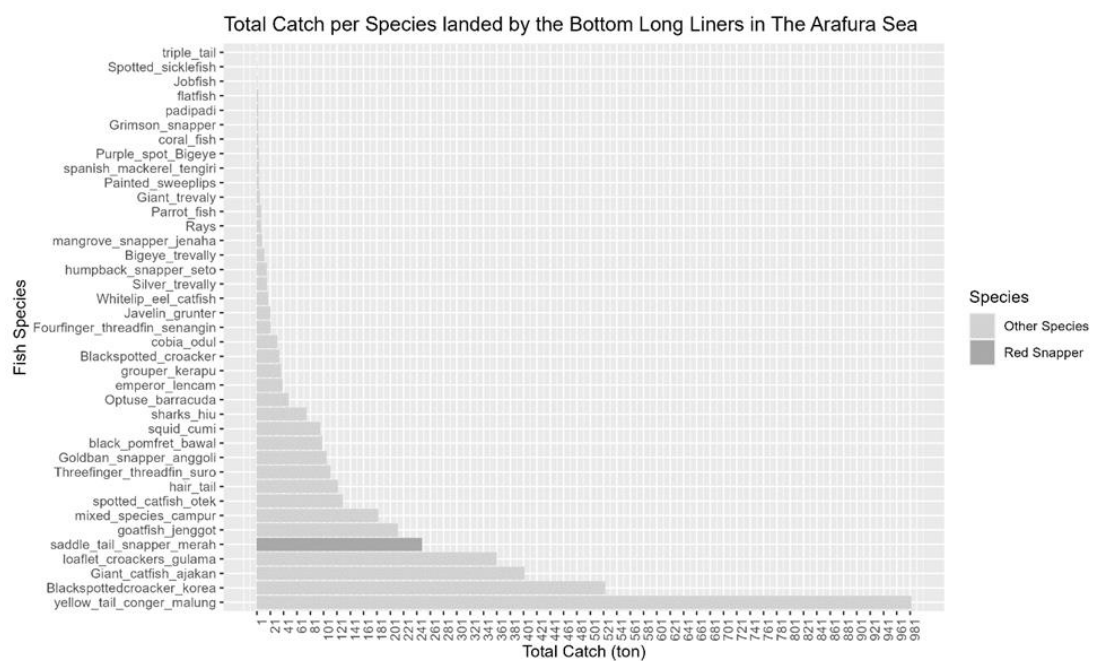
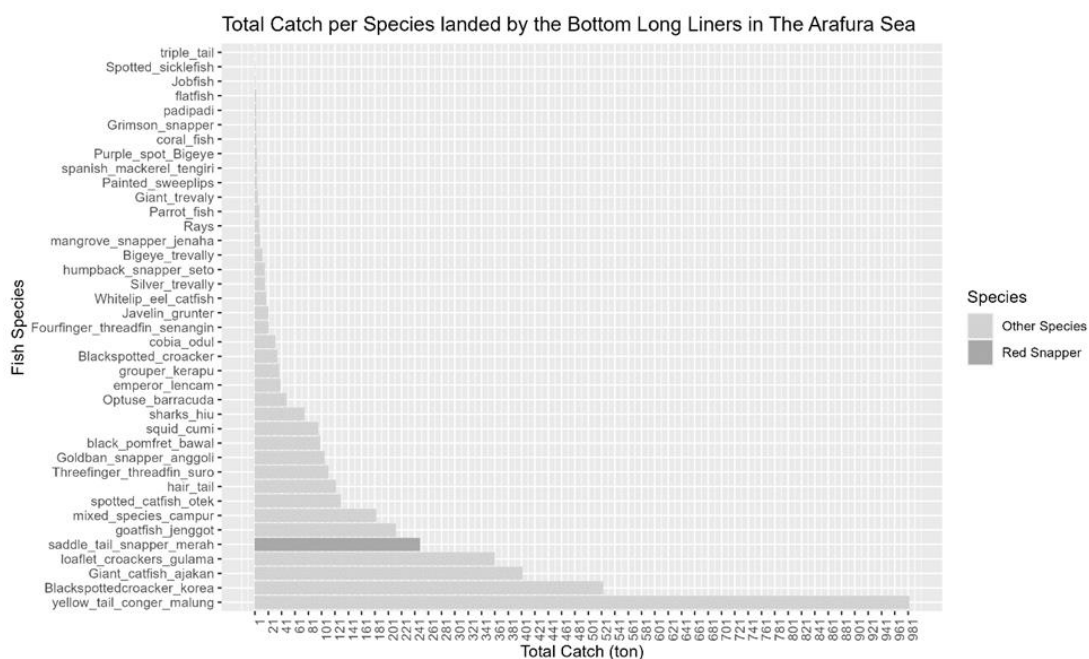


Figure 11. Total catch per species landed by the bottom longliners from the Arafura Sea

The above figure shows the catch composition of bottom longliners in the Arafura Sea indicates a targeted approach to fishing, with red snapper being one of the significant species exploited due to its economic importance, as shown in the graph above. Research by Nuraini and Ernawati (2017) has documented that red snappers are a target species for industrial fisheries using bottom longline, traps, and nets in the Arafura Sea, reflecting the species' prominence in catch volumes (Nuraini & Ernawati, 2017). Furthermore, a study by Badrudin et al. (2017) discusses the practice and development of bottom longline fisheries over the last two decades in the Arafura Sea, indicating the long-term engagement and potentially substantial impact of this fishing method on the marine ecosystem (Badrudin, Wiadnyana, & Wibowo, 2017). However, the catch composition per species is changed over time (Figure 7).

### III.2. DATA TANGKAPAN/PENDARATAN

Sebagian besar alat tangkap yang digunakan di Laut Arafura untuk menangkap ikan yang hidup di dasar perairan terdiri dari rawai dasar, sedangkan jaring insang juga menangkap ikan-ikan ini sebagai tangkapan insidental. Berdasarkan catatan tangkapan yang dikumpulkan dari Pelabuhan Mayangan-Probolinggo, kakap merah menduduki peringkat kelima spesies yang paling banyak ditangkap berdasarkan berat dari tahun 2010 hingga 2020, setelah malung, conggek, ajakan, dan gulama. Sebagian besar alat tangkap yang dioperasikan di Laut Arafura yang menargetkan ikan demersal adalah rawai dasar, sementara jaring insang menangkap ikan demersal sebagai tangkapan sampingan. Menurut data pendaratan yang diperoleh dari Pelabuhan Mayangan, kakap merah merupakan spesies kelima terbesar yang dieksploitasi selama tahun 2020, berdasarkan total berat. Selain itu, kakap merah merupakan kelompok spesies utama yang ditangkap menggunakan rawai dasar, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 12. Total tangkapan berdasarkan spesies yang ditangkap menggunakan rawai dasar dari Laut Arafura

Gambar di atas menunjukkan komposisi tangkapan rawai dasar di Laut Arafura yang mengindikasikan adanya pendekatan bertarget dalam penangkapan ikan, dengan kakap merah sebagai salah satu spesies yang signifikan dieksploitasi karena nilai penting ekonominya, sebagaimana ditunjukkan dalam grafik di atas. Penelitian yang dilakukan oleh Nuraini dan Ernawati (2017) mencatat bahwa kakap merah merupakan spesies target pada perikanan industri yang ditangkap menggunakan rawai dasar, perangkap, dan jaring di Laut Arafura, yang mencerminkan keunggulan spesies ini dalam volume tangkapan (Nuraini & Ernawati, 2017). Selain itu, sebuah studi yang dilakukan Badrudin *et al.* (2017) membahas praktik dan perkembangan perikanan rawai dasar selama dua dekade terakhir di Laut Arafura, yang menunjukkan keterlibatan jangka panjang dan dampak substansial yang mungkin terjadi terhadap ekosistem laut akibat metode penangkapan ini (Badrudin, Wiadnyana, & Wibowo, 2017). Namun demikian, komposisi tangkapan per spesies berubah seiring waktu (Gambar 7).

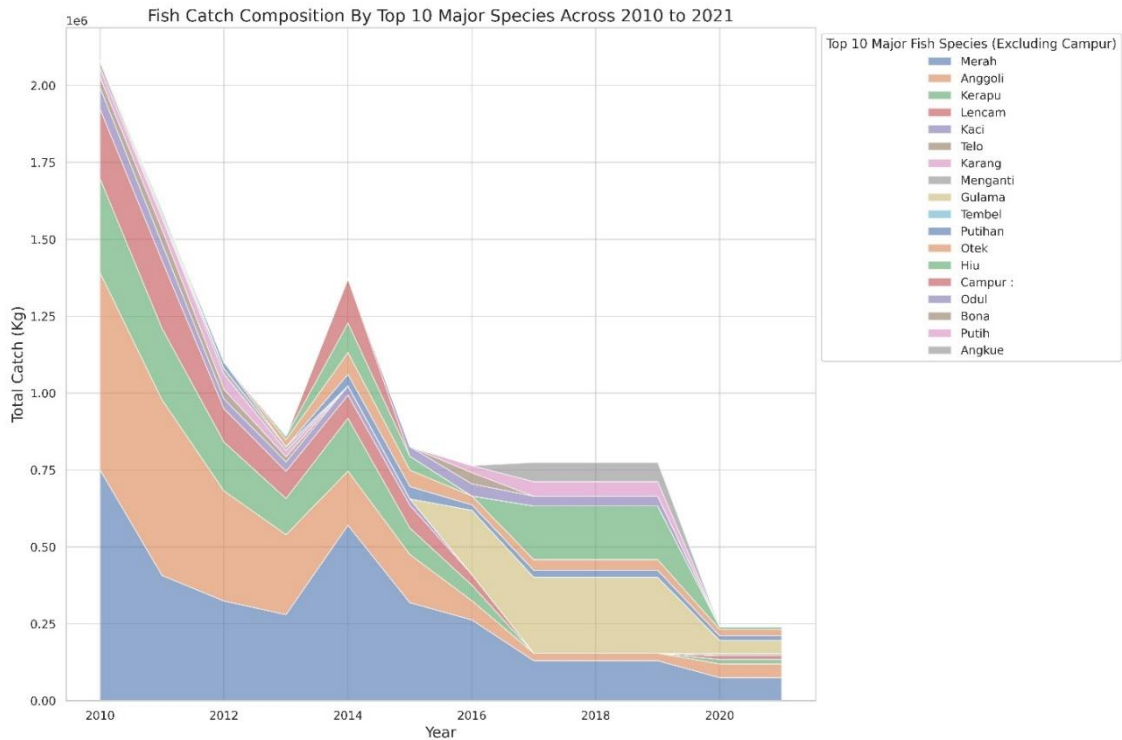


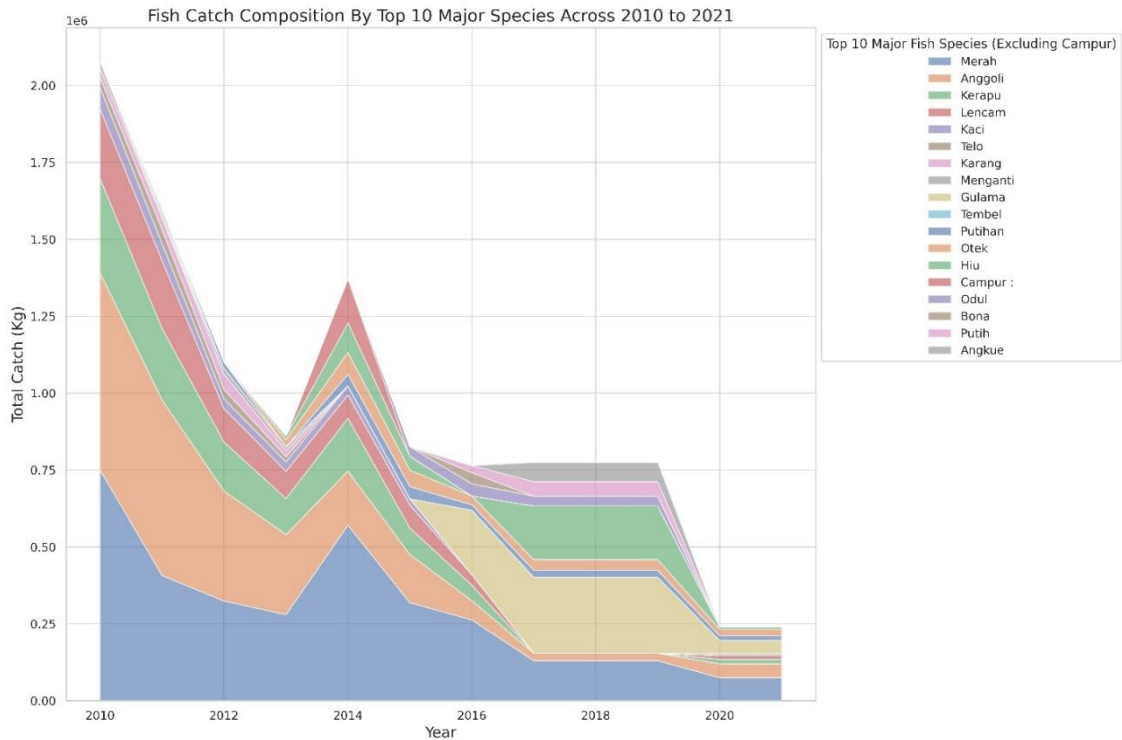
Figure 13. Fish catch composition by top 10 major species across 2020-2021

The catch/landing data was collected regularly using 3 forms 1) Daily Ship Landing (Appendix 2), 2) General Information (Appendix 3), and 3) Fish Measurement (Appendix 4) whenever there was a fishing vessel landed its catch. The enumerator mainly collected data about the vessels, their activities, and landed fish and recorded the data using KoboToolbox.

The data collected from Daily Form 1 - Daily Ship Landing includes detailed information about ship landing activities at several locations, such as Probolinggo, Merauke, and others. This includes details about the landing location, including the name of the location and the name of the ship involved. Additionally, the form also requests information about the origin of the ship, the type of fishing gear used, and details about the catch, such as the number of hooks, the length of the net, and so on. The collected data also includes estimates of the total catch for various identified fish species, and the form also allows for recording the local names of fish species that are not yet listed. All this information is presented in the form of a daily form available online through the provided link.

Data collected from Daily Form 2 - General Information includes various details related to activities occurring at multiple locations, such as Probolinggo, Merauke, and other relevant sites. This includes the general location of the activity, such as TPI Mayangan and PPN Merauke, as well as identification of the data recorder and measurer involved in the recording process. The date and time of recording are also noted to indicate when the information was collected. The name of the vessel involved in the activity is also recorded, along with the possibility to upload photos of the activities taking place. Additionally, the form records information about the position and name of witnesses present at the time of recording, and requests their signature as approval or testimony to the recorded information.





Gambar 14. Komposisi tangkapan ikan berdasarkan 10 spesies utama teratas tahun 2020–2021

Data tangkapan/pendaratan dikumpulkan secara rutin menggunakan tiga formulir: 1) Pendaratan Kapal Harian (Lampiran 2), 2) Informasi Umum (Lampiran 3), dan 3) Pengukuran Ikan (Lampiran 4) setiap kali ada kapal penangkap ikan yang mendaratkan tangkapannya. Aktivitas utama enumerator yaitu mengumpulkan data tentang kapal, aktivitas kapal, dan ikan yang didaratkan, serta mencatat data menggunakan KoboToolbox.

Data yang dikumpulkan menggunakan Formulir Harian 1 - Pendaratan Kapal Harian mencakup informasi rinci tentang aktivitas pendaratan kapal di beberapa lokasi, seperti Probolinggo, Merauke, dan lokasi lainnya. Data ini mencakup rincian tentang lokasi pendaratan, seperti nama lokasi dan nama kapal yang terlibat. Selain itu, formulir ini juga meminta informasi tentang asal kapal, jenis alat tangkap yang digunakan, dan rincian tentang tangkapan, seperti jumlah mata pancing, panjang jaring, dan sebagainya. Data yang dikumpulkan juga mencakup perkiraan total tangkapan untuk berbagai spesies ikan yang teridentifikasi, dan formulir ini juga memungkinkan dilakukan pencatatan nama-nama lokal spesies ikan yang belum terdaftar. Semua informasi ini disajikan dalam bentuk formulir harian yang tersedia secara daring melalui tautan yang disediakan.

Data yang dikumpulkan menggunakan Formulir Harian 2 - Informasi Umum mencakup berbagai perincian terkait segala aktivitas yang terjadi di berbagai lokasi, seperti Probolinggo, Merauke, dan lokasi terkait lainnya. Data ini mencakup lokasi umum dari aktivitas tersebut, seperti TPI Mayangan dan PPN Merauke, dan identifikasi pencatat data dan pengukur yang terlibat dalam proses pencatatan. Tanggal dan waktu pencatatan juga dicatat untuk menunjukkan kapan informasi ini dikumpulkan. Nama kapal yang terlibat dalam aktivitas juga dicatat, bersama dengan kemungkinan dapat mengunggah foto mengenai aktivitas yang terjadi. Selain itu, formulir ini juga mencatat informasi tentang posisi dan nama saksi yang hadir saat pencatatan, dan meminta tanda tangan mereka sebagai bukti persetujuan atau kesaksian atas informasi yang dicatat.

Data collected from Daily Form 3 - Fish Measurement includes various details related to the measurement of fish species onboard a vessel. This includes recording the name of the vessel undergoing measurement and its seal mark for accurate identification. Moreover, the form captures information about the species of fish being measured, such as saddletail snapper, goldband snapper/anggoli, red emperor/seto, crimson snapper/sawo, and others. There is also the option to upload a photo of the measured fish species. The recorded measurements include the length of the fish in centimeters and its weight in grams. All this information is gathered through the daily form and utilized for recording relevant fish measurement data.

### **III.3. FISHING OPERATION SYSTEM**

The operational system for fishing at sea, as reported in previous survey results conducted by Center for Fisheries Research of MMAF, indicates that most fishing vessels are sourced from Tanjungbalai Karimun and are based at the Mayangan Probolinggo Fishing Port. These vessels are used for fishing in the Arafura Sea. All supplies and equipment for the first fishing trip are prepared at the Mayangan-Probolinggo Fishing Port. The ships then sail to the fishing areas in the Arafura Sea, a journey that takes about 10-15 days. Upon reaching the designated fishing location (tracked via GPS), fishing activities (setting and hauling) begin immediately, and the catch is collected and stored in the hold. This process is repeated at different locations to maximize the catch, depending on the availability of supplies.

The daily setting/hauling frequency varies for each fleet; longline vessels typically operate 3-4 times per day, while gill-net vessels operate 2-3 times per day. The operational duration of a vessel on a single fishing trip can last from 1 to 2 months, depending on the supplies brought along. Currently, trips can last up to 2 months, supported by cool storage facilities in the fish holds. All the catch from a trip is transported to the nearest transit point (1 to 1.5 days of sailing) for transshipment to a carrier vessel, which then transports the catch to Probolinggo. The current transit points are near the fishing ports of Dobo, Avona, Benzena, Merauke, and Mimika. In the past 3-4 years, transit points before shipping to Probolinggo were in Tanimbar and Kupang.

In addition to carrier vessels, sometimes the fishing vessels themselves, along with their crews, would bring the catch directly to Probolinggo, especially around Chinese New Year (January-February) and Eid al-Fitr (May-June). However, with the current situation, fishing vessels sometimes return to Probolinggo only once every 9-10 months.

The transfer of fish from the fishing vessel's hold to the carrier vessel's hold in the Arafura Sea is done directly without weighing or sorting the fish first, usually taking 1-2 days per fishing vessel. The fishing vessels then prepare supplies and operational equipment (taking about one day) for the next fishing trip.

Considering the relatively long operational system, it can be concluded that the effective fishing days for vessels in the Arafura Sea within a one-year contract period are only around 8-10 months, with the number of trips ranging from 3-4 times.

Sementara itu, data yang dikumpulkan menggunakan Formulir Harian 3 - Pengukuran Ikan mencakup berbagai perincian terkait pengukuran spesies ikan di atas kapal. Data ini mencakup pencatatan nama kapal tempat pengukuran dan tanda segelnya guna identifikasi yang akurat. Selain itu, formulir ini juga mencakup informasi tentang spesies ikan yang diukur, seperti kakap bambangan, kakap anggoli, kakap bongkok, kakap sawo, dan lainnya. Ada juga opsi untuk mengunggah foto spesies ikan yang diukur. Pengukuran yang dicatat ini mencakup panjang ikan dalam sentimeter dan beratnya dalam gram. Semua informasi ini dikumpulkan melalui formulir harian dan digunakan untuk mencatat data pengukuran ikan yang relevan.

### III.3. SISTEM OPERASIONAL PENANGKAPAN IKAN

Sistem operasional penangkapan ikan di laut, sebagaimana telah dilaporkan dalam hasil survei sebelumnya yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Perikanan KKP, menunjukkan bahwa sebagian besar kapal penangkap ikan berasal dari Tanjungbalai Karimun dan berbasis di Pelabuhan Perikanan Mayangan Probolinggo. Kapal-kapal ini digunakan untuk menangkap ikan di Laut Arafura. Semua pasokan dan peralatan untuk perjalanan pertama menangkap ikan disiapkan di Pelabuhan Perikanan Mayangan-Probolinggo. Kapal-kapal tersebut kemudian berlayar ke area penangkapan ikan di Laut Arafura, yang memakan waktu sekitar 10–15 hari. Setibanya di lokasi penangkapan yang ditentukan (dilacak melalui GPS), aktivitas penangkapan (penurunan alat tangkap dan penarikan alat tangkap) segera dimulai, dan tangkapan dikumpulkan serta disimpan di dalam palka. Proses ini diulang di berbagai lokasi lain untuk memaksimalkan tangkapan, tergantung pada ketersediaan pasokan.

Frekuensi harian *setting/hauling* bervariasi untuk setiap armada; kapal rawai biasanya beroperasi 3–4 kali per hari, sementara kapal jaring insang beroperasi 2–3 kali per hari. Durasi operasional kapal pada satu perjalanan penangkapan ikan dapat berlangsung dari 1 hingga 2 bulan, tergantung pada pasokan yang dibawa. Saat ini, perjalanan penangkapan ikan dapat berlangsung hingga 2 bulan, yang didukung dengan fasilitas penyimpanan dingin di dalam palka ikan. Semua tangkapan dari satu perjalanan penangkapan ikan diangkut ke titik transit terdekat (1 hingga 1,5 hari pelayaran) untuk memindahkan muatan (*transshipment*) ke kapal pengangkut, yang kemudian mengangkut tangkapan ke Probolinggo. Titik-titik transit yang ada saat ini berada di dekat pelabuhan perikanan Dobo, Avona, Benzena, Merauke, dan Mimika. Pada 3–4 tahun lalu, sebelum ikan diangkut ke Probolinggo, titik transit berada di Tanimbar dan Kupang.

Selain kapal pengangkut, terkadang kapal penangkap ikan itu sendiri, bersama dengan anak buah kapal (ABK) mereka, akan membawa tangkapan langsung ke Probolinggo, terutama sekitar Tahun Baru Imlek (Januari–Februari) dan Idul Fitri (Mei–Juni). Namun demikian, dalam situasi sekarang, kapal-kapal penangkap ikan terkadang hanya kembali ke Probolinggo setiap 9–10 bulan sekali.

Pemindahan ikan dari palka kapal penangkap ikan ke palka kapal pengangkut di Laut Arafura dilakukan langsung tanpa menimbang atau menyortir ikan terlebih dahulu. Proses pemindahan ini biasanya memakan waktu 1–2 hari per kapal penangkap ikan. Kapal-kapal ini kemudian menyiapkan pasokan dan peralatan operasional (memakan waktu sekitar satu hari) untuk perjalanan penangkapan ikan berikutnya.

Mengingat sistem operasional yang relatif panjang, dapat disimpulkan bahwa hari efektif penangkapan ikan untuk kapal-kapal di Laut Arafura dalam periode kontrak satu tahun hanya sekitar 8–10 bulan, dengan jumlah perjalanan penangkapan ikan sekitar 3–4 kali.

### **III.4. HANDLING**

The fish catch is stored in the ship's hold, which is designed to keep the fish fresh and frozen, ensuring high quality and longevity. Most of the catch is then shipped to Probolinggo using carrier vessels, although sometimes the fishing vessels themselves will bring the catch back directly to Probolinggo.

Each agency or company typically owns one or two carrier vessels for transporting the fish. Agencies that do not own these vessels will either rent or share transport vessels. These carrier vessels are relatively large, usually over 100 GT, made primarily of wood combined with iron, and have 10-15 hold compartments with a total capacity of 100-150 tons of frozen fish. These vessels can accommodate the catch from 10-15 fishing boats.

The carrier vessels belonging to each agency depart from Mayangan-Probolinggo Fishing Port to the Arafura Sea almost every month. The round trip takes about 20-25 days, indicating that the fish landed in Probolinggo is typically caught in the Arafura Sea about a month earlier. This information is crucial for understanding that the recorded data of fish landings in Probolinggo reflects catches made in the Arafura Sea from the previous month.

### **III.5. FISH LANDING AND RECORDING SYSTEM**

At the Mayangan Coastal Fishing Port in Probolinggo, the carrier vessels unload fish catches almost daily throughout the year, typically starting at 8 AM and continuing until the afternoon. The tasks include sorting the fish by size and then weighing each size group. There are four main size categories:

- Large Size Group ('B'): Fish weighing between 1.5 and 3 kg each.
- Medium Size Group ('S'): Fish weighing between 1 and 1.5 kg each.
- Small Size Group ('K'): Fish weighing between 0.5 and 0.8 kg each.
- Mixed Group: Various types of fish weighing less than 0.5 kg each.

All data about the fish are recorded on forms by the weighers from the agencies or companies, accompanied by weighers from the Mayangan Fish Landing Base. At the end of the day, the data is compiled and validated jointly by the weighers and then reported and processed further at the respective agency offices and the local TPI office.

The data processing at the TPI uses a detailed form that includes the unloading date, the name of the agency or company, the name of the fishing vessel, the local names of the fish in each group, and the weight of each fish group.

The fish sorted by size, particularly those of good quality and relatively large, are usually sent to fish processing factories in Denpasar, Pasuruan, and Surabaya using refrigerated container trucks (cold storage) for processing and distribution in domestic and international markets. Fish of lower quality and smaller size are typically bought by local traders to be sold in local markets.

### III.4. PENANGANAN

Tangkapan ikan disimpan di palka kapal yang dirancang untuk menjaga ikan tetap segar dan beku sehingga kualitasnya tetap tinggi dan daya tahannya lama. Sebagian besar tangkapan kemudian dikirim ke Probolinggo menggunakan kapal pengangkut, meskipun terkadang kapal penangkap ikan sendiri yang membawa tangkapan langsung kembali ke Probolinggo.

Setiap agen atau perusahaan biasanya memiliki satu atau dua kapal pengangkut untuk mengangkut ikan. Agen yang tidak memiliki kapal seperti ini akan menyewa ataupun menggunakan kapal pengangkut bersama-sama. Kapal-kapal pengangkut ini relatif besar, biasanya lebih dari 100 GT yang dibuat terutama dari kayu dengan kombinasi besi, dan memiliki 10–15 kompartemen palka dengan total kapasitas 100–150 ton ikan beku. Kapal-kapal ini dapat menampung tangkapan dari 10–15 kapal penangkap ikan.

Kapal pengangkut milik masing-masing agen hampir setiap bulan berangkat dari Pelabuhan Perikanan Mayangan-Probolinggo ke Laut Arafura. Perjalanan pulang-pergi memakan waktu sekitar 20–25 hari, yang menunjukkan bahwa ikan yang didaratkan di Probolinggo biasanya ditangkap di Laut Arafura sekitar sebulan sebelumnya. Informasi ini sangat penting untuk memahami bahwa data pendaratan ikan yang dicatat di Probolinggo mencerminkan tangkapan yang dilakukan di Laut Arafura pada bulan sebelumnya.

### III.5. PENDARATAN IKAN DAN SISTEM PENCATATAN

Di PPP Mayangan-Probolinggo, kapal pengangkut menurunkan tangkapan ikan hampir setiap hari sepanjang tahun, biasanya dimulai pukul 8 pagi dan berlanjut hingga sore hari. Kegiatan ini mencakup penyortiran ikan berdasarkan ukuran dan kemudian menimbang setiap kelompok ukuran. Ada empat kategori ukuran utama.

- Kelompok Ukuran Besar ('B'): Ikan dengan berat masing-masing antara 1,5 dan 3 kg.
- Kelompok Ukuran Sedang ('S'): Ikan dengan berat masing-masing antara 1 dan 1,5 kg.
- Kelompok Ukuran Kecil ('K'): Ikan dengan berat masing-masing antara 0,5 and 0,8 kg.
- Kelompok Campur: Berbagai jenis ikan dengan berat kurang dari 0,5 kg.

Semua data tentang ikan dicatat pada formulir oleh para penimbang dari agen atau perusahaan yang didampingi oleh penimbang dari Pangkalan Pendaratan Ikan Mayangan. Pada akhir hari, data dikompilasi dan divalidasi bersama-sama oleh para penimbang, kemudian dilaporkan dan diproses lebih lanjut di kantor badan usaha masing-masing dan kantor Tempat Pelelangan Ikan (TPI) setempat.

Pengolahan data di TPI menggunakan formulir terperinci yang mencakup tanggal bongkar muatan, nama badan usaha atau perusahaan, nama kapal penangkap ikan, nama lokal ikan dalam setiap kelompok, dan berat setiap kelompok ikan.

Ikan yang disortir berdasarkan ukuran, terutama yang berkualitas baik dan berukuran relatif besar, biasanya dikirim ke pabrik pengolahan ikan di Denpasar, Pasuruan, dan Surabaya menggunakan truk kontainer berpendingin (*cold storage*) untuk diolah dan didistribusikan ke pasar domestik dan internasional. Ikan dengan kualitas lebih rendah dan ukuran lebih kecil biasanya dibeli oleh pedagang lokal untuk dijual di pasar lokal.

### III.6. FISHING FLEETS

Based on interviews with captains and crew members of fishing vessels, validated with SLO vessel data at Mayangan Coastal Fishing Port, it shows that most fishing vessels are made primarily of wood, although some vessels are made from a combination of fiber and wood. Generally, these vessels are built by craftsmen from the areas of Bagan Siapi-api and Tanjung Balai Karimun. The size of the fishing vessels varies, with weights ranging from 34 to 65 GT, lengths ranging from 19 to 25 meters, widths from 4.7 to 5.8 meters, and depths from 1.3 to 2.0 meters. The vessels are powered by "Hino" or "Mitsubishi" engines with a power range of 220-360 HP. In terms of navigation equipment, the fishing vessels are quite advanced, being equipped with radar, fish-finders, GPS, line haulers, and SSB radio communications.

### III.7. FISHING GEARS

#### III.7.1. Bottom longline

The bottom longline fishing gear operated in the Arafura Sea and based at Mayangan Port, Probolinggo, East Java, is used to exploit demersal fish and a small portion of pelagic fish. The main catch predominantly consists of relatively large fish such as red snapper, croaker, gurnard, jack, grouper, and emperor.

A unit of bottom longline consists of main components, namely the main line, branch lines, hooks, weights, and floats. The length of the main line in one piece usually reaches 150 meters, made from nylon line with a size of number 1000. In its construction, around 50 branch lines (made from nylon size number 100) are tied along the main line at intervals of 3 meters. Each branch line has a hook (size number 5 to 8) attached to its end, each equipped with a swivel and a weight. To facilitate transportation on the vessel and operation at sea, the longline units are neatly arranged and packaged in baskets, each basket usually containing 3 pieces of fishing gear units with 50 hooks each, thus totaling 150 hooks per basket. During a fishing trip, the vessel usually carries 8 to 10 baskets.

In operation (setting), each hook is baited with fresh dead fish such as mackerel, scad, and others. The longline units are then deployed using a line hauler at a water depth of about 75 to over 100 meters, with the setting position recorded using GPS. After waiting for about 20-30 minutes, the lines are hauled, and each caught fish is wrapped in a plastic bag and stored in an insulated hold. In one day, fishermen typically manage to operate the fishing gear 5-8 times.

#### III.7.2. Bottom gillnet

Initially, gillnet fishing gear was not as popular as longline fishing gear, which was widely used by fishing vessels based in Probolinggo. However, in recent years, gillnets have developed quite rapidly and are now widely used because they catch various types of fish.

### III.6. ARMADA PENANGKAP IKAN

Berdasarkan wawancara dengan kapten dan ABK kapal penangkap ikan, yang divalidasi dengan menggunakan data standar laik operasi (SLO) kapal di PPP Mayangan, sebagian besar kapal penangkap ikan terbuat terutama dari kayu, meskipun beberapa kapal terbuat dari kombinasi serat dan kayu. Umumnya, kapal-kapal ini dibuat oleh para pengrajin dari daerah Bagan Siapi-api dan Tanjung Balai Karimun. Ukuran kapal penangkap ikan bervariasi, dengan bobot berkisar antara 34 hingga 65 GT, panjang 19 hingga 25 meter, lebar 4,7 hingga 5,8 meter, dan kedalaman 1,3 hingga 2,0 meter. Kapal-kapal ini menggunakan mesin “Hino” atau “Mitsubishi” dengan daya antara 220 hingga 360 HP. Untuk peralatan navigasi, kapal-kapal penangkap ikan sudah cukup maju karena dilengkapi dengan radar, *fish-finder*, GPS, *line hauler*, dan komunikasi radio SSB.

### III.7. ALAT TANGKAP

#### III.7.1. Rawai dasar

Alat tangkap rawai dasar yang dioperasikan di Laut Arafura dan berbasis di Pelabuhan Mayangan, Probolinggo, Jawa Timur, digunakan untuk mengeksploitasi ikan demersal dan sebagian kecil ikan pelagis. Tangkapan utama sebagian besar terdiri dari ikan-ikan besar seperti kakap merah, gulama, anjang-anjang, kuwe, kerapu, dan lencam.

Satu unit rawai dasar terdiri dari komponen utama berupa tali utama, tali cabang, mata pancing, pemberat, dan pelampung. Panjang tali utama dalam satu unit biasanya mencapai 150 meter yang terbuat dari tali nilon dengan ukuran nomor 1000. Dalam pembuatannya, sekitar 50 tali cabang (terbuat dari nilon ukuran nomor 100) diikat di sepanjang tali utama dengan interval 3 meter. Setiap tali cabang memiliki satu mata pancing (ukuran nomor 5 hingga 8) yang dilengkapi dengan kili-kili (*swivel*) dan pemberat. Untuk memudahkan transportasi pada kapal dan operasi di laut, unit-unit rawai disusun rapi dan dikemas dalam keranjang yang masing-masing berisi 3 unit alat tangkap dengan 50 mata pancing per unit, sehingga totalnya 150 mata pancing per keranjang. Selama perjalanan penangkapan ikan, kapal biasanya membawa 8 hingga 10 keranjang.

Dalam operasinya (*setting*), setiap mata pancing dipasang umpan ikan segar mati seperti kembung, ikan layang, dan lainnya. Unit-unit rawai kemudian ditebar menggunakan *line hauler* pada kedalaman air sekitar 75 hingga lebih dari 100 meter, dan posisi *setting* ini dicatat menggunakan GPS. Setelah menunggu sekitar 20–30 menit, tali-tali rawai ditarik, dan setiap ikan yang tertangkap dibungkus dalam kantong plastik dan disimpan dalam palka berinsulasi. Dalam satu hari, para nelayan biasanya mengoperasikan alat tangkap ini sebanyak 5–8 kali.

#### III.7.2. Jaring insang dasar

Pada awalnya, jaring insang tidak sepopuler rawai yang banyak digunakan oleh kapal penangkap ikan yang berbasis di Probolinggo. Namun demikian, dalam beberapa tahun terakhir, jaring insang telah berkembang cukup pesat dan kini banyak digunakan karena dapat menangkap berbagai jenis ikan.

The nets used are made of PE monofilament with 8-inch mesh. Each fishing vessel uses 100 sets of nets and 3,000-5,000 weights. The length of each net set is 30 meters with a height of 5 meters. Each net set has concrete weights shaped like plates, each weighing 1.5 kg. The fishing fleet is equipped with radio contact, satellite phones, and radar. Each day, the nets are set once, remaining in the water for about 10 hours. The target catch includes kuro, barramundi, and croaker.

The duration of a trip is 2-3 months, with effective fishing days being 20 days per month. Each vessel typically undertakes 5-8 trips per year. In a single trip, the catch can reach up to 75 tons of fish.

### III.8. LANDING DATA, TYPES, AND COMPOSITION OF CATCH

Observations of landing data recorded by weighing officers show about 54 local fish names. After identification based on scientific names, many species were found to be listed under different local names. The identification of fish species from landing data collected by all active agents during the period from January to August 2021 revealed that over 43 species of fish were caught, belonging to 28 families (Table 5). These fish were 86% dominated by demersal species and a small portion (14%) by pelagic species.

Table 9. Number of fish species caught from the Arafura Sea from January to August 2021 and landed in Probolinggo

Taxa	Amount of Taxa per fish group		Total
	Demersal	Pelagic	
Family	24	4	28
Species	37	6	43

The nine species that dominate the catch weight are as follows: belut remang (*Muraenosox* sp), manyung (*Arius* spp), saddletail snapper, gulama/tigawaja (*Pennahia* spp), goldband snapper, kuro (*Eleutheronema* spp), kakap/gebel jenggot (*Rhinoprenes pentanemus*), putian/kuwe (*Caranx* spp), and lencam (*Lethrinus* spp) (Figure 8).



Jaring yang digunakan terbuat dari monofilamen PE dengan mata jaring berukuran 8 inci. Setiap kapal penangkap ikan menggunakan 100 set jaring dan 3.000–5.000 pemberat. Panjang setiap set jaring adalah 30 meter dengan tinggi 5 meter. Setiap set jaring memiliki pemberat beton berbentuk pelat, masing-masing seberat 1,5 kg. Armada penangkap ikan dilengkapi dengan kontak radio, telepon satelit, dan radar. Setiap hari, jaring dipasang sekali, dan dibiarkan di dalam air selama sekitar 10 jam. Target tangkapan mencakup kuro, baramundi, dan gulama.

Durasi untuk satu kali perjalanan penangkapan ikan yakni 2–3 bulan, dengan hari penangkapan efektif sekitar 20 hari per bulan. Setiap kapal biasanya melakukan 5–8 kali perjalanan penangkapan ikan per tahun. Dalam satu kali perjalanan, tangkapan ikan dapat mencapai hingga 75 ton.

### III.8. DATA PENDARATAN, JENIS, DAN KOMPOSISI TANGKAPAN

Pengamatan terhadap data pendaratan yang dicatat oleh petugas penimbang menunjukkan bahwa ada sekitar 54 nama ikan lokal. Setelah identifikasi berdasarkan nama ilmiah, banyak spesies ditemukan terdaftar menggunakan nama lokal yang berbeda-beda. Identifikasi spesies ikan dari data pendaratan yang dikumpulkan oleh semua agen aktif selama periode bulan Januari hingga Agustus 2021 menunjukkan bahwa ikan-ikan yang ditangkap berasal dari 43 spesies yang termasuk dalam 28 famili (Tabel 5). Ikan-ikan ini 86% didominasi oleh spesies demersal dan sebagian kecil (14%) oleh spesies pelagis.

Tabel 10. Jumlah spesies ikan yang ditangkap di Laut Arafura dari bulan Januari hingga Agustus 2021 dan didaratkan di Probolinggo

Taksa	Jumlah taksa per kelompok ikan		Total
	Demersal	Pelagis	
Famili	24	4	28
Spesies	37	6	43

Sembilan spesies yang mendominasi bobot tangkapan adalah sebagai berikut: belut remang (*Muraenosox* sp.), manyung (*Arius* spp.), kakap bambangan, gulama/tigawaja (*Pennahia* spp.), kakap anggoli, kuro (*Eleutheronema* spp.), kakap/gebel jenggol (*Rhinoprenes pentanemus*), putian/kuwe (*Caranx* spp.), dan lencam (*Lethrinus* spp.) (Gambar 8).

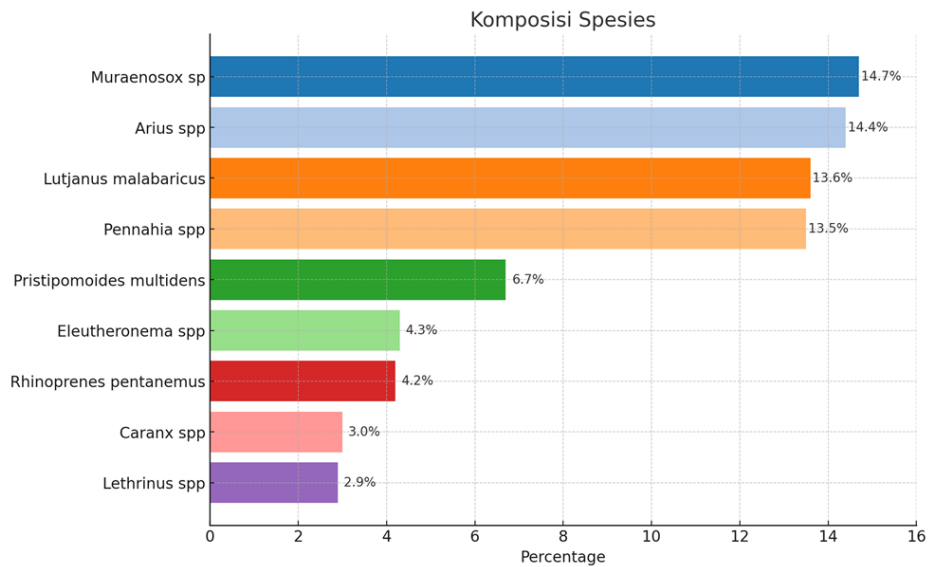


Figure 15. The nine main fish species dominating the longline and gillnet catches in the Arafura Sea from January to August 2021

The composition of the catch based on data from January to August 2021 shows that the belut remang (*Muraenosox* sp, Family Muraenesocidae) dominated the catches. This dominance has been observed for the past two years and is expected to change as data analysis continues through the end of 2021. Generally, the dominant fish species in the catch from year to year include red snapper (Family Lutjanidae), manyung (Ariidae), lencam (Lethrinidae), gulama (*Pennahia* spp), kuro (*Eleutheronema* spp), and *Muraenosox* sp, among others.

Based on the evaluation of fish landing data from January to August 2021, it shows that the snapper fish group (Family Lutjanidae) was caught in relatively high volumes (28%) compared to other fish groups (Figure 9). This group consists of 8 species, with the highest catch composition being saddletail snapper (Figure 10).

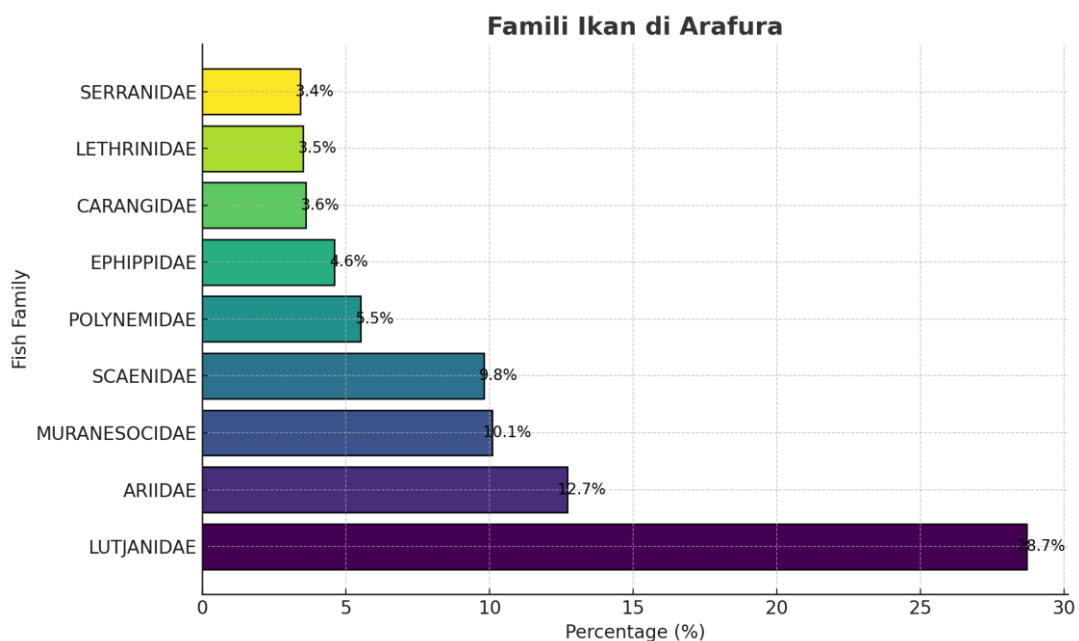
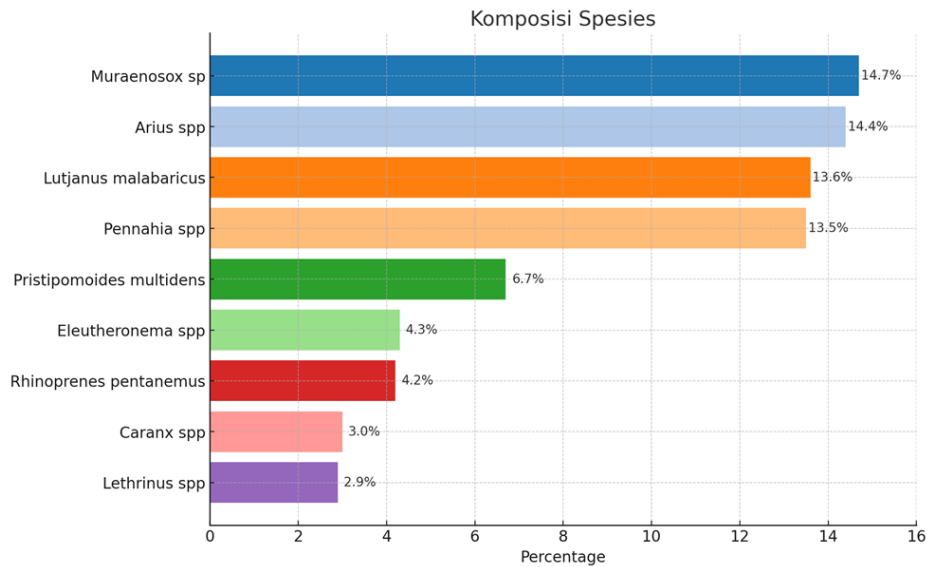


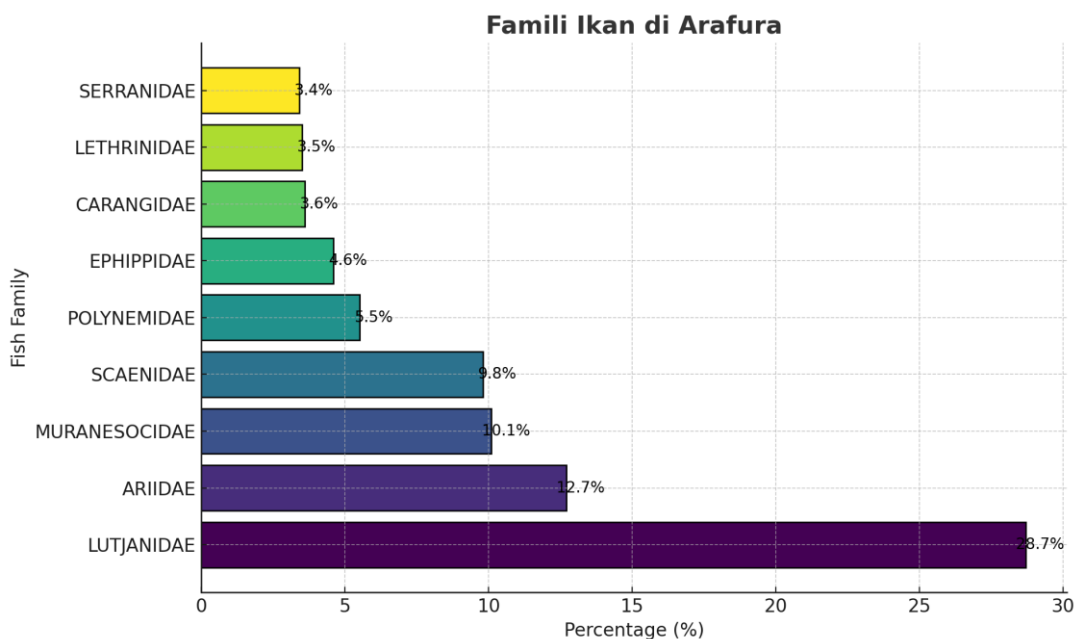
Figure 16. The family of fish caught in the Arafura Sea



Gambar 17. Sembilan spesies ikan utama yang mendominasi tangkapan rawai dan jaring insang di Laut Arafura dari bulan Januari hingga Agustus 2021

Komposisi tangkapan berdasarkan data dari bulan Januari hingga Agustus 2021 menunjukkan bahwa belut remang (*Muraenosox* sp., Famili Muraenesocidae) mendominasi tangkapan. Dominasi ini telah diamati selama dua tahun terakhir dan diharapkan berubah seiring berlanjutnya analisis data hingga akhir 2021. Secara umum, spesies ikan yang dari tahun ke tahun mendominasi tangkapan mencakup antara lain kakap merah (Famili Lutjanidae), manyung (Ariidae), lencam (Lethrinidae), gulama (*Pennahia* spp.), kuro (*Eleutheronema* spp.), dan *Muraenosox* sp.

Evaluasi data pendaratan ikan dari bulan Januari hingga Agustus 2021 menunjukkan bahwa kelompok ikan kakap (Famili Lutjanidae) ditangkap dalam volume yang relatif tinggi (28%) dibandingkan dengan kelompok ikan lainnya (Gambar 9). Kelompok ini terdiri dari 8 spesies, dengan kakap bambangan sebagai komposisi tangkapan tertinggi (Gambar 10).



Gambar 18. Famili ikan yang ditangkap di Laut Arafura

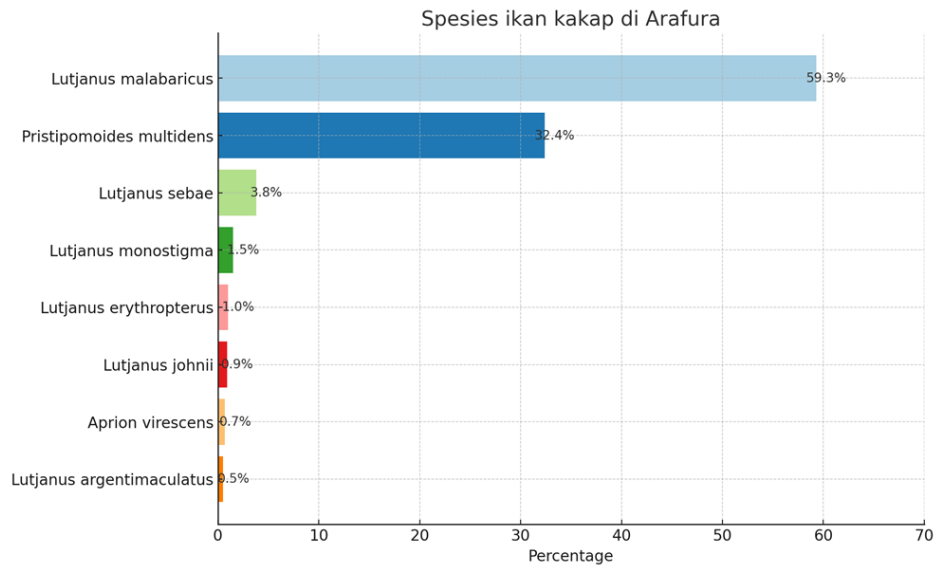


Figure 19. Composition of snapper species caught in the Arafura Sea

The fish caught were actually harvested using two different fishing gears: gillnets and bottom longlines. The variety of fish species caught shows almost the same diversity between these two gears (Figures 11 and 12). Although gillnets usually target pelagic fish, they also catch a significant volume of demersal fish, though not as much as the bottom longlines, which specifically target demersal fish. This indicates that the operation of gillnets reaches the bottom waters (bottom gillnets).

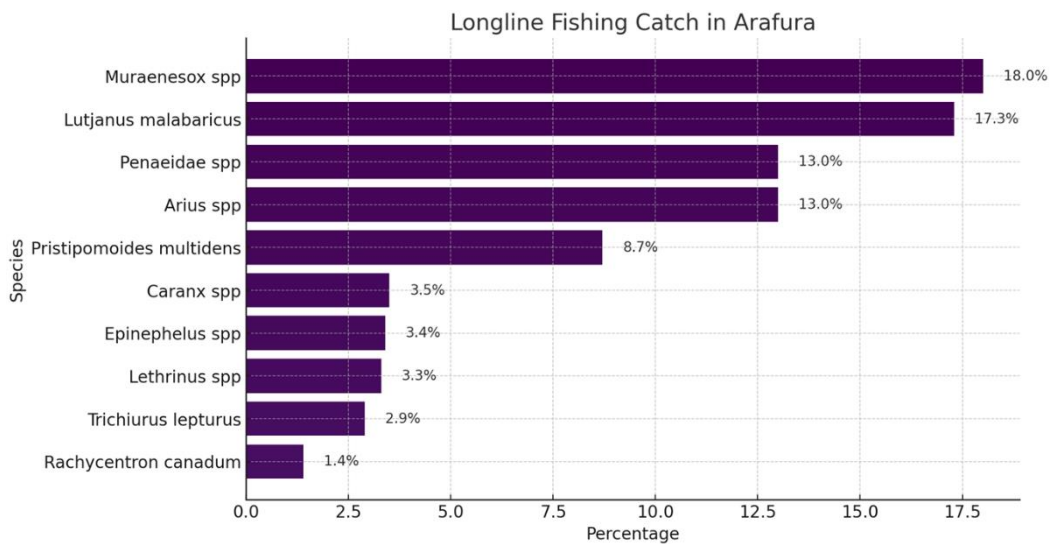
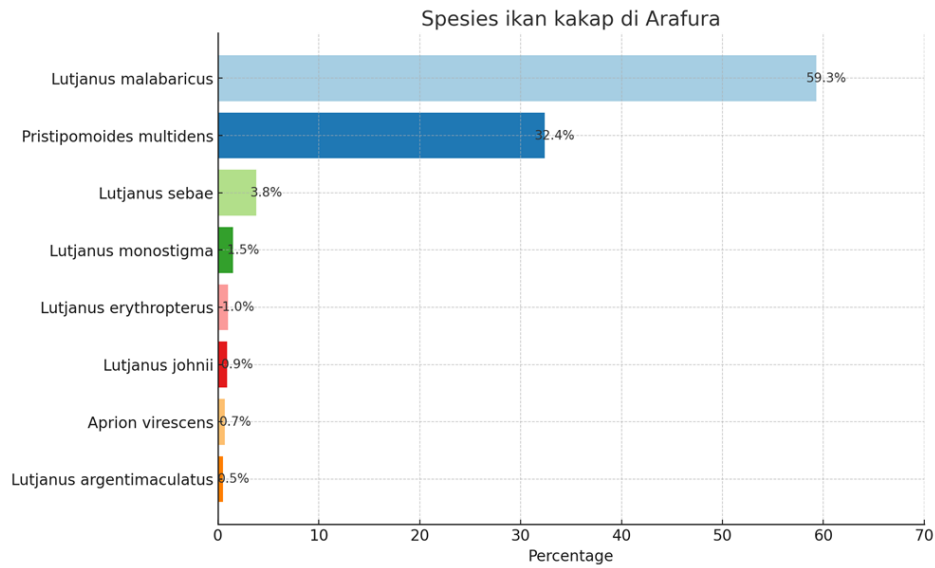
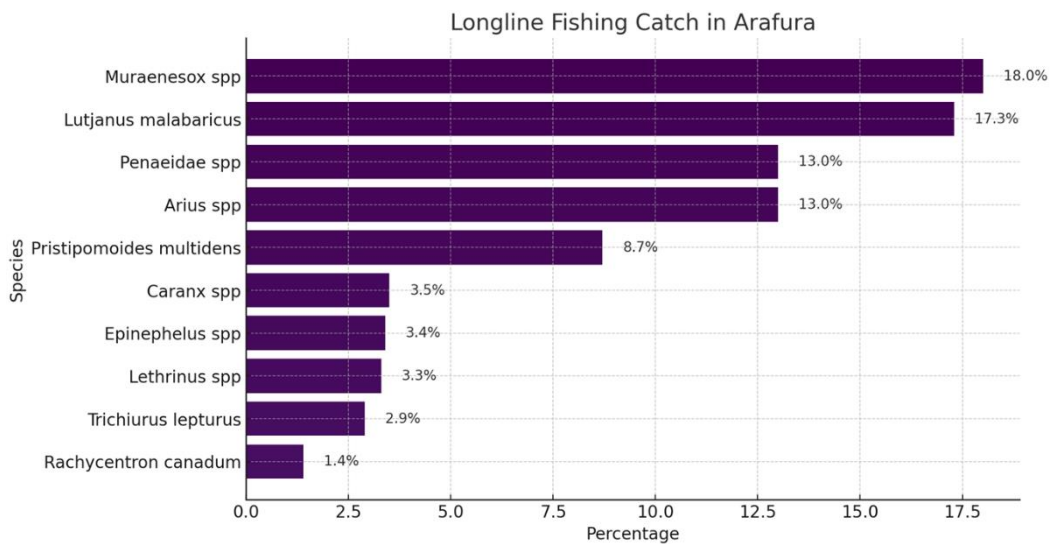


Figure 20. Dominant species caught by bottom longline in the Arafura Sea



Gambar 21. Komposisi spesies kakap yang ditangkap di Laut Arafura

Ikan-ikan tersebut sebenarnya ditangkap dengan menggunakan dua alat tangkap yang berbeda, yakni jaring insang dan rawai dasar. Beragam spesies ikan yang tertangkap menunjukkan adanya keragaman yang hampir sama antara kedua alat tangkap ini (Gambar 11 dan 12). Meskipun biasanya menargetkan ikan pelagis, jaring insang juga menangkap ikan demersal dalam volume yang signifikan meskipun tidak sebanyak rawai dasar yang secara khusus menargetkan ikan demersal. Ini menunjukkan bahwa operasi jaring insang mencapai perairan dasar (jaring insang dasar).



Gambar 22. Spesies dominan yang ditangkap dengan menggunakan rawai dasar di Laut Arafura

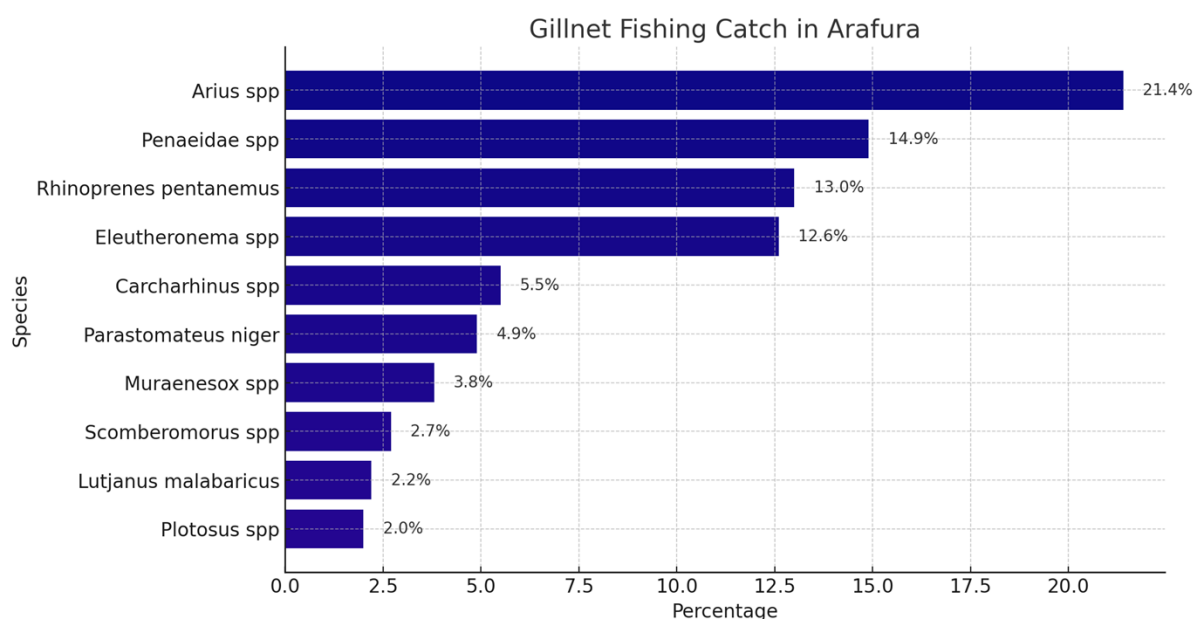


Figure 23. Dominant species caught by gillnet in the Arafura Sea

### III.9. BIOLOGICAL DATA

There were 4,809 fish samples collected during the period from December 2021 to October 2023, originating from two main landing ports: Mayangan Port in Probolinggo and Merauke Port in South Papua (Table 6).

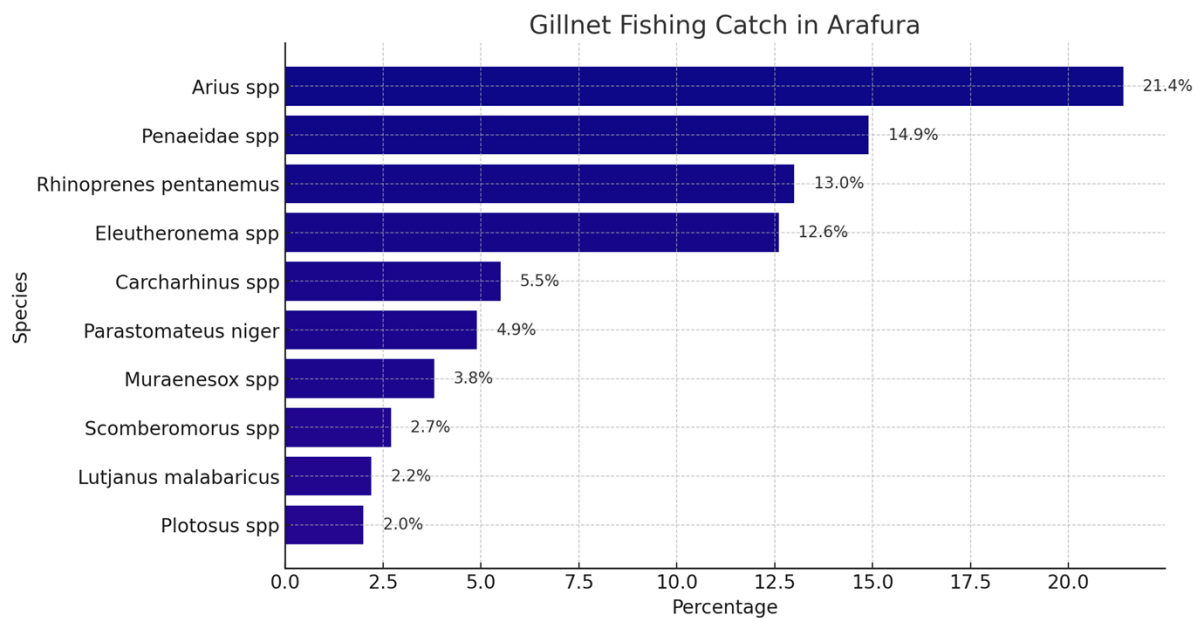
Table 11. The number of fish samples collected from December 2021 to October 2023 at Mayangan Port in Probolinggo, East Java and Merauke Port in South Papua

Sampling site	Saddletail snapper	Goldband snapper	Red emperor	Crimson snapper	Grand Total
Merauke	289	2	23	4	318
Probolinggo	3,087	725	535	144	4,491
<b>Grand Total</b>	<b>3,376</b>	<b>727</b>	<b>558</b>	<b>148</b>	<b>4,809</b>

#### III.9.1. Saddletail snapper

##### III.9.1.1. Length at first maturity

The length at first maturity has been analyzed using binomial model that could reflect each individual fish either mature or not mature. Figure 13 shows an important story about the life of female saddletail snapper in the Arafura Sea. The results show that this fish begins to reach sexual maturity at about 50 cm in length. At this point, half of the female snappers are ready to reproduce. This is a critical stage in their lifecycle, ensuring the continuation of their population.



Gambar 24. Spesies dominan yang ditangkap dengan menggunakan jaring insang di Laut Arafura

### III.9. DATA BIOLOGIS

Sebanyak 4.809 sampel ikan telah dikumpulkan selama periode Desember 2021 hingga Oktober 2023 dari dua pelabuhan pendaratan utama: Pelabuhan Mayangan di Probolinggo dan Pelabuhan Merauke di Papua Selatan (Tabel 6).

Tabel 12. Jumlah sampel ikan yang dikumpulkan dari bulan Desember 2021 hingga Oktober 2023 di Pelabuhan Mayangan, Probolinggo, Jawa Timur, dan Pelabuhan Merauke, Papua Selatan

Lokasi Pengambilan Sampel	Kakap Bambang	Kakap Anggoli	Kakap Bongkok	Kakap Sawo	Total Keseluruhan
Merauke	289	2	23	4	318
Probolinggo	3.087	725	535	144	4.491
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>3.376</b>	<b>727</b>	<b>558</b>	<b>148</b>	<b>4.809</b>

#### III.9.1. Kakap bambangan

##### III.9.1.1. Ukuran pertama kali matang gonad

Ukuran pertama kali matang gonad dianalisis menggunakan model binomial yang dapat menunjukkan apakah setiap ikan sudah matang atau belum. Gambar 13 menunjukkan informasi penting tentang kehidupan kakap bambangan betina di Laut Arafura. Hasilnya menunjukkan bahwa ikan ini mulai mencapai kematangan seksual saat panjangnya sekitar 50 cm. Pada saat ini, setengah dari kakap betina sudah siap untuk bereproduksi. Ini merupakan tahap sangat penting dalam siklus hidup kakap bambangan yang memastikan keberlanjutan populasinya.

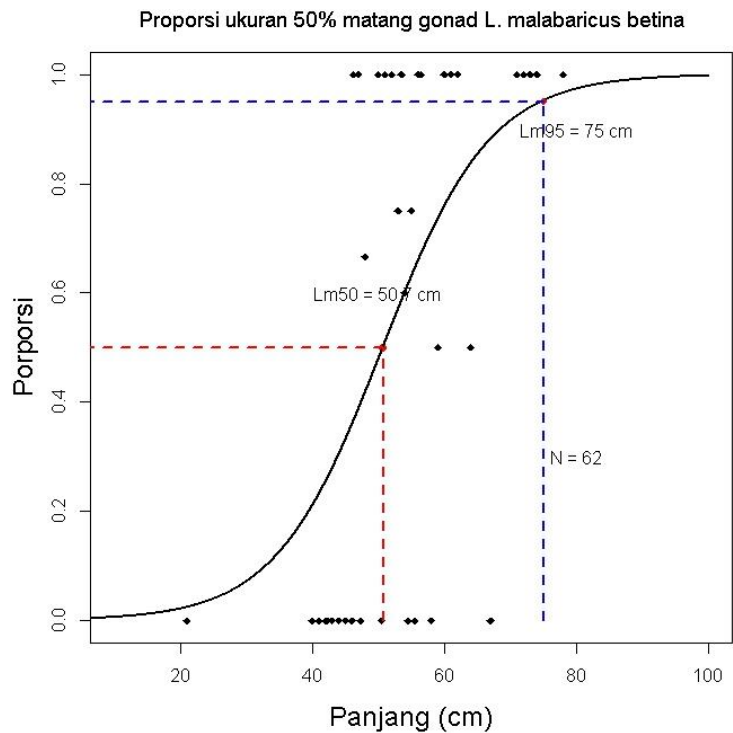


Figure 25. Length at first maturity of saddletail snapper from the Arafura Sea

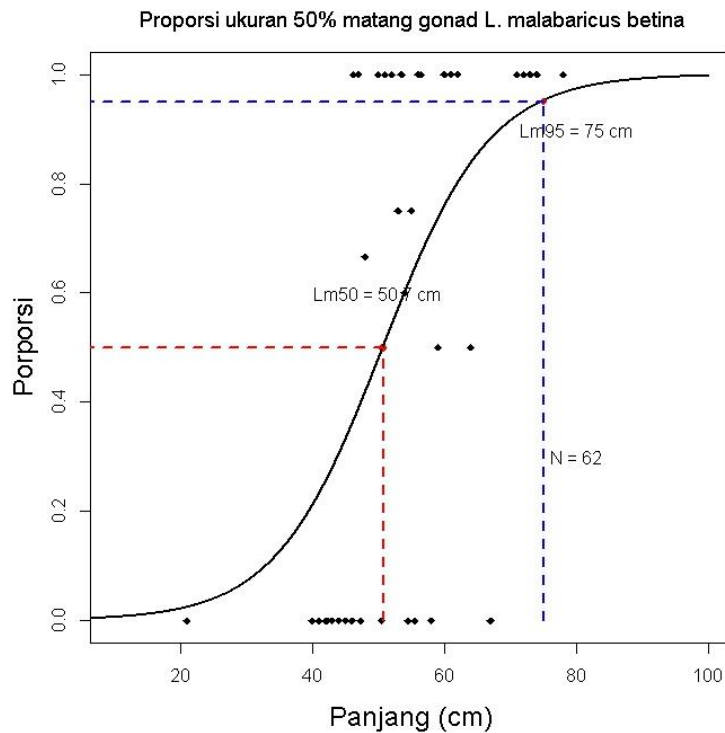
As these snappers grow larger, their chances of being mature increase significantly. By the time they reach 75 cm, almost all of the female saddletail snappers are mature and capable of spawning. This finding is illustrated by the blue dashed lines on the graph, highlighting the length at which 95% of the fish have reached maturity. This gradual increase in maturity with size follows a predictable pattern, much like other fish species.

Understanding these maturity lengths is vital for sustainable fishing practices. With a sample size of 62 fish, the study provides reliable data that can help in making informed decisions about fishing limits. Protecting juvenile fish and allowing them to grow and reproduce before being caught can ensure a healthy and sustainable population of Saddletail Snapper in the Arafura Sea. This approach not only supports the ecosystem but also helps maintain the livelihoods of those who depend on fishing.

### III.9.1.2. Length-Based Spawning Potential Ratio

The pie chart below provides a detailed view of the reproductive capability of the saddletail snapper under current fishing pressures, using the Length-Based Spawning Potential Ratio (LBSPR) as a key metric. The SPR measures how much of the fish population's reproductive capacity remains compared to an unfished scenario, offering crucial insights into the impact of fishing on the species.





Gambar 26. Ukuran pertama kali matang gonad kakap bambangan dari Laut Arafura

Seiring dengan pertumbuhannya, peluang kakap ini untuk matang gonad meningkat secara signifikan. Saat mencapai panjang 75 cm, hampir semua kakap bambangan betina sudah matang dan mampu berpijah. Temuan ini digambarkan dengan garis putus-putus biru pada grafik yang menunjukkan panjang saat 95% ikan ini telah mencapai matang gonad. Kematangan gonad yang meningkat secara bertahap seiring dengan ukuran tubuh ini mengikuti pola yang dapat diprediksi, mirip dengan berbagai spesies ikan lainnya.

Memahami ukuran saat matang gonad ini sangat penting bagi praktik penangkapan ikan secara berkelanjutan. Dengan ukuran sampel sebanyak 62 ikan, penelitian ini memberikan data yang dapat diandalkan untuk membantu mengambil keputusan yang tepat mengenai batasan penangkapan ikan. Melindungi ikan muda dan membiarkan mereka tumbuh dan bereproduksi sebelum ditangkap dapat memastikan populasi kakap bambangan di Laut Arafura tetap sehat dan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya mendukung ekosistem, tetapi juga membantu menjaga mata pencaharian orang-orang yang mengandalkan perikanan.

### III.9.1.2. Rasio potensi pemijahan berbasis ukuran panjang

Diagram lingkaran di bawah ini memberikan gambaran terperinci tentang kemampuan reproduksi kakap bambangan di bawah tekanan penangkapan ikan saat ini. Diagram ini menggunakan Rasio Potensi Pemijahan Berbasis Ukuran Panjang (LBSPR) sebagai metrik utama. SPR mengukur seberapa besar kapasitas reproduksi populasi ikan yang tersisa dibandingkan dengan skenario tanpa penangkapan yang memberikan wawasan sangat penting tentang dampak penangkapan ikan terhadap spesies ini.

Presently, the LBSPR for saddletail snapper is at a concerning 17% (Figure 14). This means that the current population's ability to reproduce is only 17% of what it would be without any fishing. Such a low Spawning Potential Ratio (SPR) falls below the critical limit reference point of 20%, signaling that the population is at substantial risk of overfishing. Falling below this threshold raises significant concerns about the population's long-term sustainability.

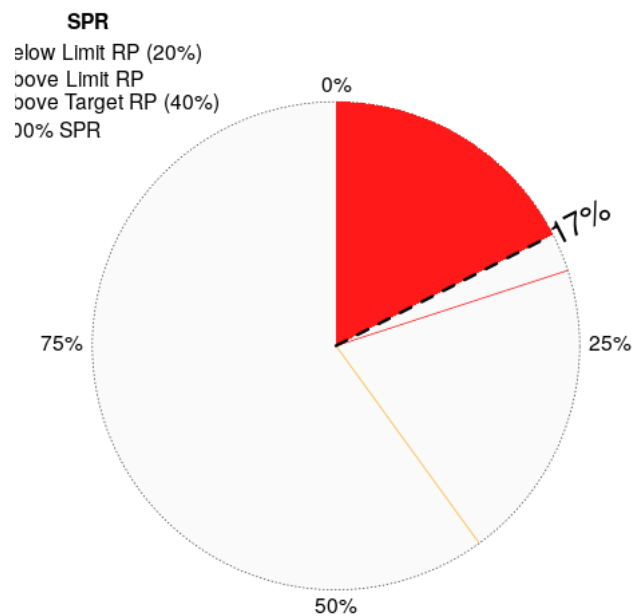


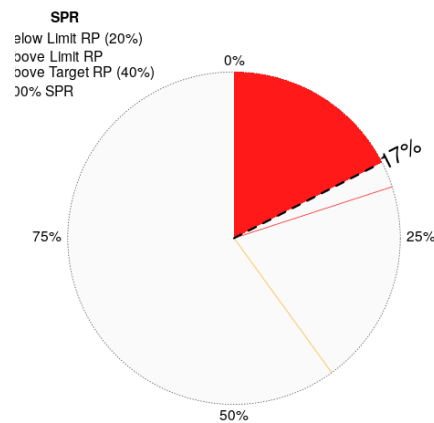
Figure 27. LBSPR of saddletail snapper from the Arafura Sea

The chart's red section starkly illustrates that the saddletail snapper's LBSPR is in a dangerous zone, under the 20% limit reference point. Notably, there is no portion of the population in the buffer range between 20% and 40%, indicating that the reproductive capacity has not even reached the minimum sustainable level. This gap emphasizes the severe reproductive stress experienced by the population due to high fishing pressures.

Overall, the LBSPR analysis for saddletail snapper reveals an SPR of just 17%, far below the ideal target reference point of above 40%. This low reproductive capacity underscores the urgent need for effective conservation and management measures. Such strategies are essential to reduce fishing pressure and support the recovery of the Saddletail Snapper population to sustainable levels, ensuring the species' long-term viability and health.

Table 7 provides a detailed summary of the parameters obtained from the LBSPR analysis for the saddletail snapper. The SPR is determined to be 17%, indicating that the current population's reproductive capacity is only 17% of its potential in an unfished state. This low SPR highlights a significant decline in the population's spawning potential due to heavy fishing pressures, raising concerns about the fishery's sustainability. A previous study by Mous et al. (2020) reported an even lower SPR of 2% for saddletail snapper, which is considerably below the 17% found in this study. It is worth noting that Mous et al. (2020) used a photographic model to measure the length of each fish sampled during data collection. Despite the methodological differences, both studies consistently show that the SPR of saddletail snapper is well below the minimum allowable threshold.

Saat ini, LBSPR untuk kakap bambangan berada pada angka yang mengkhawatirkan yaitu 17% (Gambar 14). Artinya, kemampuan populasi saat ini untuk bereproduksi hanya 17% dari kemampuannya bereproduksi tanpa adanya penangkapan ikan. Nilai SPR yang rendah ini berada di bawah titik referensi batas (*limit reference point*–LRP) kritis yaitu 20%, yang menandakan bahwa populasi ini berada pada risiko besar akibat penangkapan ikan berlebih. Berada di bawah ambang batas memunculkan kekhawatiran serius tentang keberlanjutan populasi ini dalam jangka panjang.



Gambar 28. LBSPR kakap bambangan dari Laut Arafura

Bagian merah pada diagram secara jelas menunjukkan bahwa LBSPR kakap bambangan berada dalam zona berbahaya, yakni di bawah LRP 20%. Selain itu, jelas terlihat juga bahwa tidak ada bagian populasi yang berada di rentang penyangga antara 20% dan 40%. Artinya, kapasitas reproduksi bahkan belum mencapai tingkat berkelanjutan minimal. Kekosongan ini menekankan adanya tekanan reproduksi yang parah yang dialami populasi akibat tekanan penangkapan ikan yang tinggi.

Secara keseluruhan, analisis LBSPR untuk kakap bambangan menunjukkan bahwa nilai SPR spesies ini hanya sebesar 17%, jauh di bawah titik referensi target (*target reference point*–TRP) ideal, yakni di atas 40%. Kapasitas reproduksi yang rendah ini menekankan adanya kebutuhan mendesak akan tindakan konservasi dan pengelolaan yang efektif. Strategi semacam ini sangat penting untuk mengurangi tekanan penangkapan ikan dan mendukung pemulihan populasi kakap bambangan ke tingkat berkelanjutan sehingga memastikan keberlangsungan hidup dan kesehatan spesies ini dalam jangka panjang.

Tabel 7 menyajikan ringkasan terperinci mengenai parameter yang dihasilkan dari analisis LBSPR untuk kakap bambangan. SPR yang diperoleh yaitu sebesar 17%, yang menunjukkan bahwa kapasitas reproduksi populasi saat ini hanya 17% dari potensinya dalam kondisi tidak ditangkap. SPR yang rendah ini menunjukkan penurunan yang signifikan dalam potensi pemijahan populasi karena besarnya tekanan penangkapan, sehingga timbul kekhawatiran tentang keberlanjutan perikanan ini. Penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Mous *et al.* (2020) melaporkan SPR kakap bambangan yang lebih rendah lagi yaitu 2%, jauh di bawah nilai 17% yang ditemukan dalam penelitian ini. Perlu dicatat bahwa Mous *et al.* (2020) menggunakan model fotografi untuk mengukur panjang setiap ikan yang menjadi sampel selama pengumpulan data. Terlepas dari perbedaan metodologi, kedua penelitian tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa SPR kakap bambangan berada jauh di bawah ambang batas minimum yang ditetapkan.

Table 13. The SPR value, selectivity at 50 and 95%, the ratio of fishing pressure (F) to natural mortality (M), and the values for 50 and 95% gonadal maturity of saddletail snapper

<b>SPR</b>	<b>SL50</b>	<b>SL95</b>	<b>F/M</b>	<b>MK</b>	<b>Linf</b>	<b>L50</b>	<b>L95</b>	<b>CVLinf</b>
<b>17 %</b>	<b>50</b>	<b>71</b>	<b>2.03</b>	<b>1.44</b>	<b>96.16</b>	<b>52</b>	<b>60</b>	<b>0.1</b>

The size at which 50% of the Saddletail Snapper population reaches sexual maturity (SL50) is determined to be 50 cm, while the size at which 95% of the population is mature (SL95) is 75 cm. These maturity sizes are critical for understanding the reproductive dynamics of the species. The data indicates that fishing pressure begins at a critical stage in the life cycle of the fish, as the length at 50% selectivity (L50) is also 50 cm, coinciding with the size at which fish start to reach maturity.

The ratio of fishing mortality to natural mortality (F/M) is 1.73, highlighting that fishing mortality significantly exceeds natural mortality. This high ratio underscores the intense fishing pressure on the Saddletail Snapper population. The mortality constant (MK) is 1.05, providing a basis for adjusting the effects of both fishing and natural mortality in the population model. Additionally, the asymptotic length (Linf) is 90 cm, representing the theoretical maximum length that individuals can achieve, which is essential for growth models and management strategies.

Finally, the length at which 95% of the individuals are susceptible to capture (L95) is 75 cm, indicating that larger, mature fish are heavily targeted by the fishery. The coefficient of variation of Linf (CVLinf) is 0.1, reflecting the variability in the asymptotic length and providing insight into the consistency of growth patterns within the population. Overall, these results emphasize the urgent need for effective management and conservation measures to mitigate fishing pressures and enhance the sustainability of the Saddletail Snapper population in the Arafura Sea.

### III.9.2. Goldband snapper

#### III.9.2.1. Length at first maturity

The goldband snapper type is one of the dominant snapper species caught in the Arafura Sea waters, and is a primary target for bottom longline fishing gear. The goldband snapper and saddletail snapper are mainly targeted because their market prices are relatively high compared to other snapper commodities like the mangrove jack or the red emperor.

Analysis of the first gonadal maturation size in goldband snapper fish was conducted to determine the size at which the gonads first mature. This knowledge is crucial as it will be used to calculate indicators of the health of the fish stock still available in the wild, thereby providing an overall picture of how fishing pressure affects the availability of potential breeders in nature.

Tabel 14. Nilai SPR, selektivitas saat 50 dan 95%, rasio tekanan penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), dan nilai saat 50 dan 95% kakap bambangan matang gonad

<b>SPR</b>	<b>SL50</b>	<b>SL95</b>	<b>F/M</b>	<b>MK</b>	<b>Linf</b>	<b>L50</b>	<b>L95</b>	<b>CVLinf</b>
<b>17 %</b>	<b>50</b>	<b>71</b>	<b>2.03</b>	<b>1.44</b>	<b>96.16</b>	<b>52</b>	<b>60</b>	<b>0.1</b>

Ukuran ketika 50% populasi kakap bambangan mencapai kematangan seksual (SL50) ditetapkan sebesar 50 cm, sedangkan ukuran ketika 95% populasi telah matang (SL95) adalah 75 cm. Ukuran kematangan ini sangat penting untuk memahami dinamika reproduksi spesies. Data menunjukkan bahwa tekanan penangkapan ikan dimulai pada tahap kritis dalam siklus hidup ikan, karena panjang pada selektivitas 50% (L50) juga 50 cm, sama dengan ukuran ikan ketika mulai mencapai kematangan.

Rasio mortalitas akibat penangkapan terhadap mortalitas alami (F/M) yaitu sebesar 1,73. Ini menunjukkan bahwa mortalitas akibat penangkapan ikan secara signifikan melebihi mortalitas alami. Rasio yang tinggi ini menunjukkan besarnya tekanan penangkapan ikan terhadap populasi kakap bambangan. Konstanta mortalitasnya (MK) yaitu 1,05, yang digunakan sebagai dasar untuk menyesuaikan dampak penangkapan ikan dan mortalitas alami dalam model populasi. Selain itu, panjang asimtotiknya (Linf) adalah 90 cm. Angka ini menunjukkan panjang maksimum teoretis yang dapat dicapai individu, yang sangat penting untuk model pertumbuhan dan strategi pengelolaan.

Terakhir, panjang ketika 95% individu rentan ditangkap (L95) adalah 75 cm, yang mengindikasikan bahwa ikan yang lebih besar dan matang menjadi target utama perikanan. Koefisien variasi Linf (CVLinf) sebesar 0,1, yang menunjukkan variabilitas panjang asimtotik dan memberikan gambaran tentang konsistensi pola pertumbuhan di dalam populasi. Secara keseluruhan, hasil ini menekankan kebutuhan mendesak akan pengelolaan yang efektif dan langkah-langkah konservasi untuk memitigasi tekanan dari penangkapan ikan dan meningkatkan keberlanjutan populasi kakap bambangan di Laut Arafura.

### III.9.2. Kakap anggoli

#### III.9.2.1 Ukuran pertama kali matang gonad

Kakap anggoli merupakan salah satu jenis kakap yang paling banyak ditangkap di perairan Laut Arafura, dan merupakan target utama alat tangkap rawai dasar. Kakap anggoli dan kakap bambangan menjadi target utama karena harga pasarnya yang relatif tinggi dibandingkan dengan komoditas kakap lainnya seperti kakap bakau atau kakap bongkok.

Analisis ukuran kematangan gonad pertama pada kakap anggoli dilakukan untuk menentukan ukurannya ketika pertama kali matang gonad. Informasi ini sangat penting karena akan digunakan untuk menghitung indikator kesehatan stok ikan yang masih tersedia di alam, sehingga dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana tekanan penangkapan ikan memengaruhi ketersediaan calon indukan di alam.

Biologically, fish that have never undergone a gonadal maturation phase and have not spawned for the first time are not allowed to be caught, to allow for the recruitment phase (entry of new fish biomass into the existing stock), which ensures the sustainability of fish resources in nature. The measurement of the length at first gonadal maturity is conducted only for female fish and not on male fish samples. Observations of sex, gonadal maturity level, and egg weight are carried out with the help of trained enumerators. Observations are made visually, followed by recording the results and uploading them through the Kobo Toolbox app, which has been modified to meet the desired information needs.

Length at First Maturity of Anggoli (*P. multidentis*)

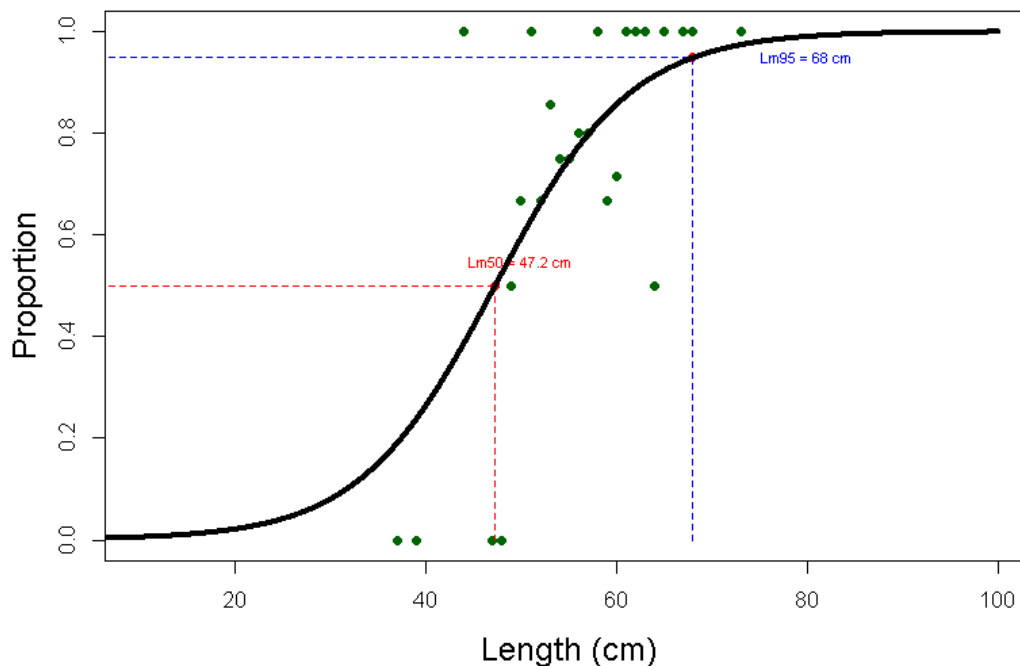


Figure 29. Length at first maturity of goldband snapper from the Arafura Sea

```
Call:
glm(formula = mat ~ Panjang_Total_cm, family = "binomial", data = tmp2)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.2136  0.2528  0.5540  0.7605  1.3763

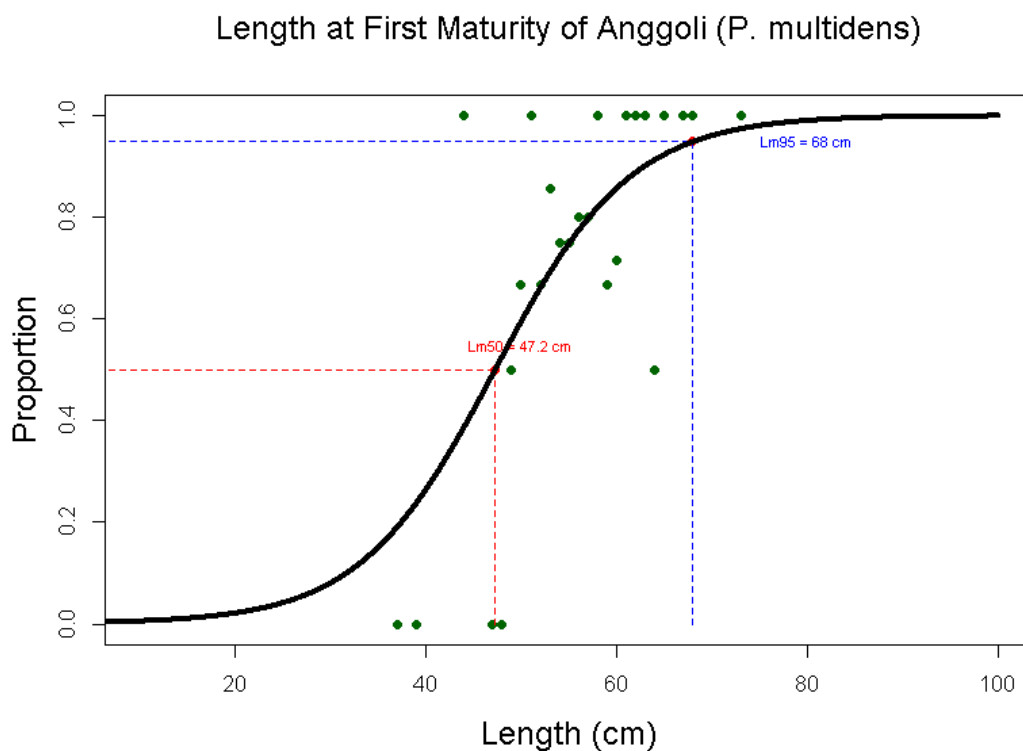
Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  -6.65175   2.84676  -2.337  0.01946 *
Panjang_Total_cm  0.14080   0.05194   2.711  0.00671 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 86.608  on 77  degrees of freedom
Residual deviance: 77.604  on 76  degrees of freedom
(14 observations deleted due to missingness)
AIC: 81.604

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

Secara biologis, ikan yang belum pernah mengalami fase matang gonad dan belum pernah memijah untuk pertama kalinya tidak diperbolehkan untuk ditangkap, agar terjadi fase rekrutmen (masuknya biomassa ikan baru ke dalam stok yang ada), yang menjamin keberlanjutan sumber daya ikan di alam. Pengukuran panjang saat pertama kali matang gonad dilakukan hanya untuk ikan betina dan tidak dilakukan pada sampel ikan jantan. Pengamatan jenis kelamin, tingkat kematangan gonad, dan berat telur dilakukan dengan dibantu oleh enumerator terlatih. Pengamatan dilakukan secara visual, dilanjutkan dengan pencatatan hasil, dan diunggah melalui aplikasi Kobo Toolbox yang telah dimodifikasi untuk memenuhi kebutuhan informasi yang diinginkan.



Gambar 30. Ukuran pertama kali matang gonad kakap anggoli dari Laut Arafura

```
Call:
glm(formula = mat ~ Panjang_Total_cm, family = "binomial", data = tmp2)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.2136  0.2528  0.5540  0.7605  1.3763

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  -6.65175    2.84676  -2.337  0.01946 *
Panjang_Total_cm  0.14080    0.05194   2.711  0.00671 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 86.608  on 77  degrees of freedom
Residual deviance: 77.604  on 76  degrees of freedom
(14 observations deleted due to missingness)
AIC: 81.604

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

The analysis of length data and observations of gonadal maturity levels revealed that the first mature size of female Goldband snapper fish caught is 47.5 cm, and it is estimated that 95% of Goldband snapper fish have reached gonadal maturity at a total length of 68 cm. The smallest size of the fish samples is 25 cm, while the maximum size recorded is 84 cm, with the most dominant average size being 59 cm. The distribution of the length sizes of goldband snapper is depicted in the figure below:

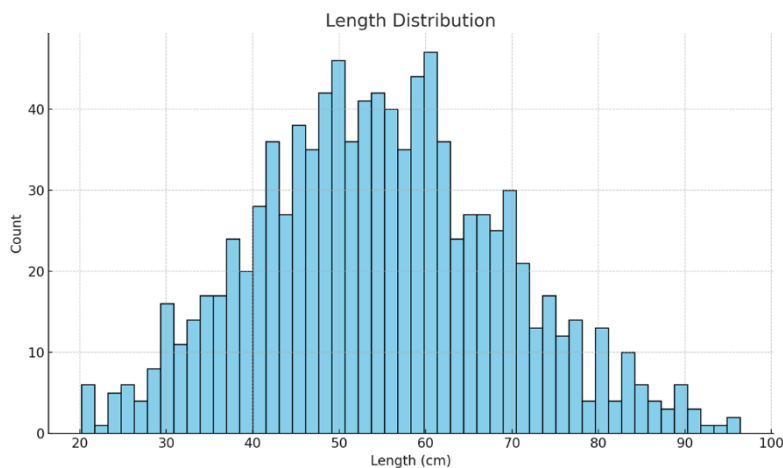


Figure 31. Distribution of the lengths of goldband snapper caught in the Arafura Sea from December 2021 to October 2023

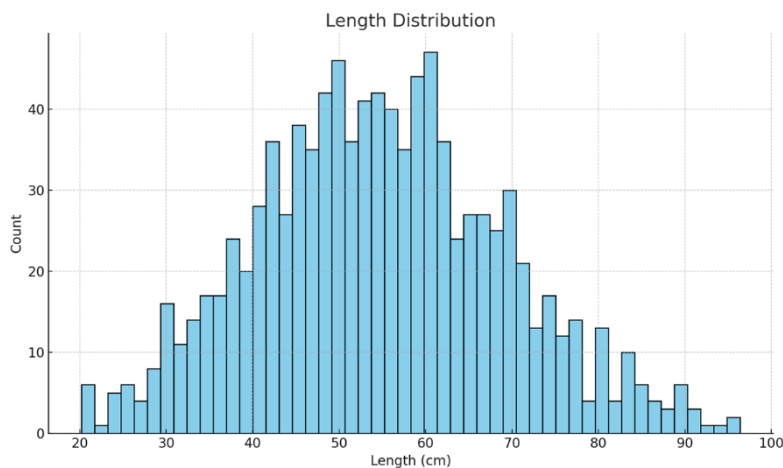
### III.9.2.2. Length-Based Spawning Potential Ratio

A total of 721 individual fish of goldband snapper were collected during the period from December 2021 to October 2023 with the assistance of enumerators. The samples were taken from sampling conducted by enumerators at the Mayangan Fishing Port in Probolinggo and the Merauke Fishing Port.

The LB-SPR analysis of the goldband snapper reveals a concerning indication of unsustainable fishing practices, with an SPR significantly below the targeted 30%, at just 7%. (Figure 17). This value contrasts sharply with the saddletail snapper, which has a higher SPR of 17%. Such a low spawning potential ratio for the goldband snapper is a clear sign of overexploitation and underscores the critical need for management interventions to prevent further population decline. The situation with the saddletail snapper, although slightly better, still indicates substantial fishing pressure and calls for improved regulatory measures. In comparison, a previous study by Mous et al. (2020) reported an SPR of 16% for goldband snapper, which is significantly higher than the SPR found in this study. This discrepancy may be attributed to the different techniques used during data collection. Mous et al. (2020) used photographic modeling to measure and record the length of each fish sample, while our study utilized in-situ length measurements during field surveys. Additionally, our study calculated the SPR using the length at first maturity based on observed data samples.



Analisis data panjang dan pengamatan tingkat kematangan gonad menunjukkan bahwa ukuran pertama kali matang gonad kakap anggoli betina yang tertangkap adalah 47,5 cm, dan diperkirakan 95% kakap anggoli telah mencapai matang gonad pada panjang total 68 cm. Ukuran terkecil dari sampel ikan yang tertangkap adalah 25 cm, sedangkan ukuran maksimum yang tercatat adalah 84 cm, dengan ukuran rata-rata yang paling dominan adalah 59 cm. Sebaran ukuran panjang kakap anggoli dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 32. Sebaran panjang kakap anggoli yang ditangkap di Laut Arafura dari Desember 2021 hingga Oktober 2023

### III.9.2.2. Rasio Potensi Pemijahan Berbasis Ukuran Panjang

Sebanyak 721 kakap anggoli dikumpulkan sejak bulan Desember 2021 hingga Oktober 2023 dengan dibantu oleh enumerator. Sampel diambil dari kegiatan pengambilan sampel yang dilakukan oleh enumerator di Pelabuhan Perikanan Mayangan di Probolinggo dan Pelabuhan Perikanan di Merauke.

Analisis LBSPR kakap anggoli menunjukkan adanya indikasi yang mengkhawatirkan tentang praktik penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan karena nilai SPR yang jauh di bawah target 30%, yaitu hanya 7% (Gambar 17). Nilai ini sangat kontras dengan kakap bambangan, yang memiliki SPR lebih tinggi, yaitu 17%. Rasio potensi pemijahan yang rendah pada kakap anggoli ini jelas mengindikasikan adanya eksploitasi berlebihan dan menekankan bahwa intervensi pengelolaan sangat diperlukan untuk mencegah penurunan populasi lebih lanjut. Meskipun situasi kakap bambangan sedikit lebih baik, besarnya tekanan penangkapan terhadap kakap tersebut juga masih mengindikasikan perlunya upaya regulasi yang lebih baik. Sebagai perbandingan, penelitian yang dilakukan oleh Mous *et al.* (2020) melaporkan bahwa SPR kakap anggoli adalah sebesar 16%, yang secara signifikan lebih tinggi daripada SPR yang ditemukan dalam penelitian ini. Perbedaan angka ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan teknik yang digunakan selama pengumpulan data. Mous *et al.* (2020) menggunakan pemodelan fotografi untuk mengukur dan mencatat panjang setiap sampel ikan, sementara penelitian ini menggunakan pengukuran panjang *in-situ* selama survei lapangan. Selain itu, penelitian ini menghitung SPR dengan menggunakan ukuran pertama kali matang gonad berdasarkan sampel data yang diamati.

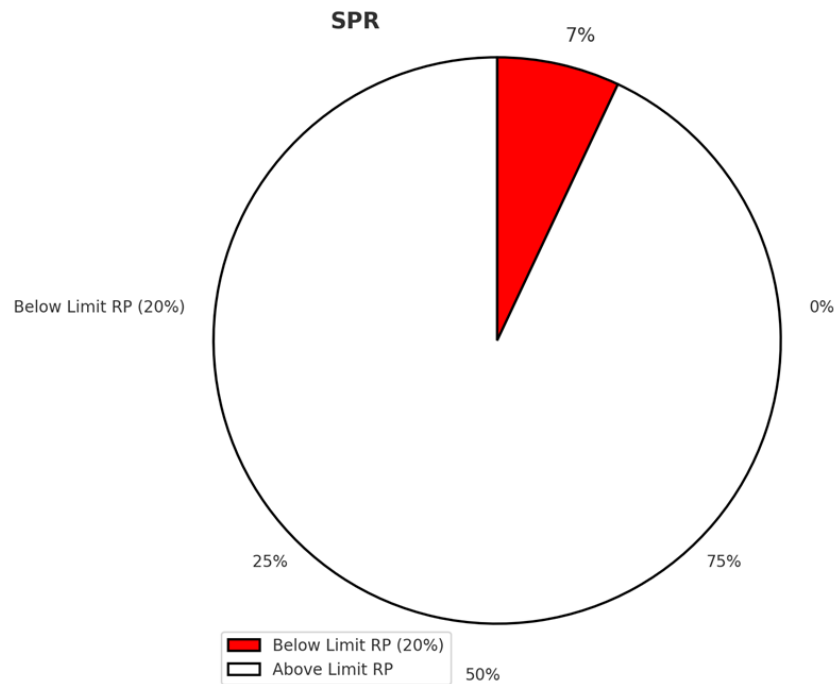
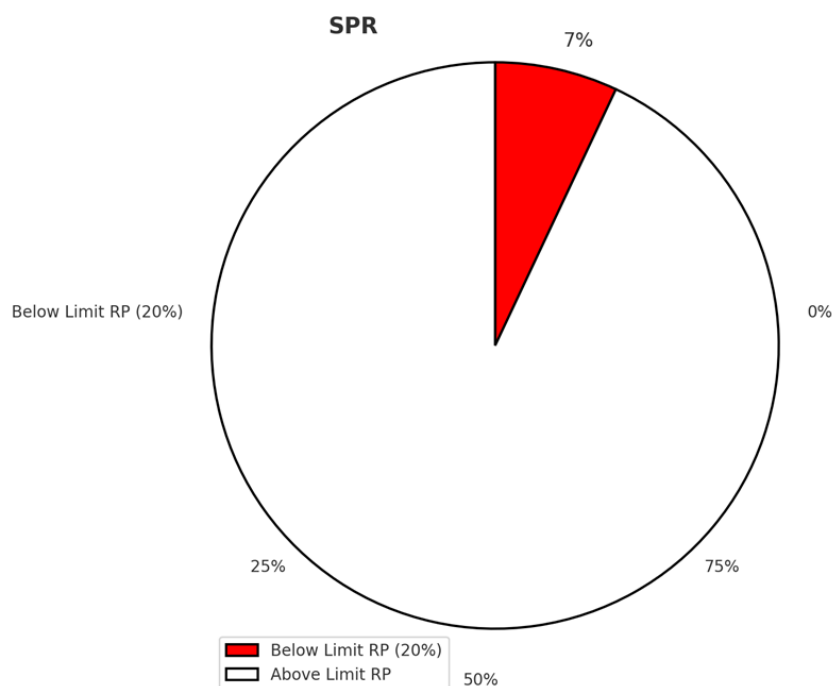


Figure 33. SPR value of goldband snapper from the Arafura Sea

Despite the variations in SPR values, both studies indicate that the SPR of goldband snapper is below the minimum reference points necessary for sustainable fisheries management. Research supports this analysis, indicating the significant impact of fishing on these species. For instance, a study by Gastauer et al. (2017) highlights the variability in fish densities and emphasizes the importance of specific management strategies to sustain the populations of goldband snapper across different fishing regions (Gastauer et al., 2017). Moreover, genetic studies by Ovenden et al. (2002; 2024) reveal significant population structures among these snappers, which could complicate management but also provide opportunities for localized conservation efforts (Ovenden et al., 2002; 2004).

To effectively protect these marine resources, it is crucial to implement strict fishing regulations and possibly establish marine protected areas where fishing activities are restricted or prohibited. Such measures would help ensure the long-term sustainability of these valuable fish species.

The data presented in Table 8 reflects a detailed study on fish population dynamics, particularly focusing on the impact of fishing pressure. The Spawning Potential Ratio (SPR) at 0.07, or only 7%, with a confidence interval ranging from 0.05 to 0.09, indicates a very low spawning potential, suggesting that the fish population is under substantial fishing pressure which might be unsustainable. This low SPR is a critical signal, as it implies that the reproductive capacity of the population could be compromised, potentially leading to overexploitation (Kuparinen & Merilä, 2007).



Gambar 34. Nilai SPR kakap anggoli dari Laut Arafura

Terlepas dari variasi nilai SPR, kedua penelitian ini menunjukkan bahwa SPR kakap anggoli berada di bawah titik referensi minimum yang diperlukan untuk pengelolaan perikanan berkelanjutan. Penelitian yang ada mendukung analisis ini, yang menunjukkan adanya dampak signifikan akibat penangkapan ikan terhadap spesies ini. Sebagai contoh, sebuah penelitian yang dilakukan oleh Gastauer *et al.* (2017) menyoroti variabilitas kepadatan ikan dan menekankan pentingnya strategi pengelolaan khusus untuk mempertahankan populasi kakap anggoli di berbagai wilayah penangkapan ikan (Gastauer *et al.*, 2017). Selain itu, penelitian genetik yang dilakukan Ovenden *et al.* (2002; 2024) mengungkapkan adanya struktur-struktur populasi yang signifikan pada kakap ini, yang meskipun dapat mempermudah pengelolaan, tetapi juga memberikan peluang untuk upaya konservasi lokal (Ovenden *et al.*, 2002; 2004).

Untuk melindungi sumber daya laut ini secara efektif, sangat penting untuk menerapkan regulasi penangkapan ikan yang ketat dan kemungkinan menetapkan kawasan konservasi perairan yang membatasi atau melarang kegiatan penangkapan ikan. Langkah-langkah tersebut akan membantu memastikan keberlanjutan jangka panjang spesies ikan penting ini.

Data yang disajikan pada Tabel 8 menunjukkan penelitian terperinci mengenai dinamika populasi ikan, khususnya yang berfokus pada dampak akibat tekanan penangkapan ikan. Rasio Potensi Pemijahan (SPR) sebesar 0,07, atau hanya 7%, dengan selang kepercayaan berkisar antara 0,05 hingga 0,09, yang mengindikasikan bahwa potensi pemijahan sangat rendah. Artinya, populasi ikan ini berada di bawah tekanan penangkapan yang cukup besar yang mungkin tidak berkelanjutan. SPR yang rendah ini merupakan sinyal yang sangat penting karena mengimplikasikan bahwa kapasitas reproduksi populasi dapat terganggu, yang berpotensi menyebabkan eksploitasi berlebihan (Kuparinen & Merilä, 2007).

Table 15. The SPR value, selectivity at 50 and 95%, the ratio of fishing pressure (F) to natural mortality (M), and the values for 50 and 95% gonadal maturity of goldband snapper

Years	SPR	SL50	SL95	F/M	MK	Linf	L50	L95	CVLinf
1	0.07 (0.05 – 0.09)	47.62 (43.92 – 51.32)	64.77 (59.06 – 70.48)	4.4 (3.27 – 5.53)	1,02	109	47	68	00.01

The lengths at which 50% (SL50) and 95% (SL95) of the population reach sexual maturity are recorded at 47.62 cm and 64.77 cm, respectively. These metrics are essential for guiding size-based fishing regulations to ensure most fish have the opportunity to reproduce before capture. The high ratio of fishing mortality (F) to natural mortality (M), at 4.4, further supports the indication of intense exploitation, with fishing mortality significantly exceeding natural mortality, a condition that can lead to a decline in population if not managed effectively (Hutchings, 2005).

Other critical life-history parameters like the theoretical maximum length (Linf at 109 cm), the length at 50% and 95% maturity (L50 at 47 cm and L95 at 68 cm), along with a very low coefficient of variation in Linf (CVLinf at 0.01), provide deeper insights into the population's growth and susceptibility to fishing pressures. These parameters collectively highlight the stress on the population due to high exploitation levels, underscoring the necessity for robust management measures to prevent overfishing and ensure sustainable use of fishery resources (Froese & Binohlan, 2000).

The study exemplifies the critical need for adopting sustainable fishing practices to maintain the ecological balance and long-term viability of fisheries, as corroborated by various research findings that advocate for protecting fish populations from excessive fishing mortality to secure their reproductive potential and sustainability.

### III.9.3. Red emperor

#### III.9.3.1. Length at first maturity

The graph below illustrating the length at first maturity for Kakap Bongkok or kakap sawu or red emperor which provide important information for understanding the reproductive biology of this species and the implications for sustainable fisheries management. The point at which 50% of the population reaches maturity, indicated at 45.2 cm (Linf50), is particularly important. This measurement helps in setting size limits for fishing practices, ensuring that individuals are allowed to reproduce before being harvested, which is vital for maintaining population stability. Regulations based on such data can help mitigate the risk of overfishing and support the long-term sustainability of the species. Research by Morgan & Colbourne (1999) on Atlantic cod demonstrates similar findings, where changes in fishing pressure significantly altered the size at which fish reached maturity, emphasizing the need for management strategies that adapt to biological feedback from the population.

Tabel 16. Nilai SPR, selektivitas saat 50 dan 95%, rasio tekanan penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), dan nilai saat 50 dan 95% kakap anggoli matang gonad

Tahun	SPR	SL50	SL95	F/M	MK	Linf	L50	L95	CVLinf
1	0,07 (0,05 – 0,09)	47,62 (43,92 – 51,32)	64,77 (59,06 – 70,48)	4,4 (3,27 – 5,53)	1,02	109	47	68	00,01

Panjang ikan ini ketika 50% (SL50) dan 95% (SL95) populasinya mencapai kematangan seksual tercatat masing-masing sebesar 47,62 cm dan 64,77 cm. Metrik ini sangat penting untuk dijadikan pedoman dalam pembuatan regulasi penangkapan ikan berdasarkan ukuran guna memastikan bahwa sebagian besar ikan memiliki kesempatan untuk bereproduksi sebelum ditangkap. Tingginya rasio mortalitas akibat penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), yaitu 4,4, semakin mendukung indikasi bahwa telah terjadi eksploitasi intensif karena mortalitas penangkapan secara signifikan melebihi mortalitas alami, yang selanjutnya dapat mengakibatkan penurunan populasi jika tidak dikelola secara efektif (Hutchings, 2005).

Parameter sejarah kehidupan penting lainnya, seperti panjang maksimum teoretis (Linf sebesar 109 cm), panjang pada kematangan gonad 50% dan 95% (L50 sebesar 47 cm dan L95 sebesar 68 cm), serta koefisien variasi yang sangat rendah pada Linf (CVLinf sebesar 0,01), memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai pertumbuhan dan kerentanan populasi terhadap tekanan penangkapan. Parameter-parameter ini secara kolektif menyoroti tekanan terhadap populasi akibat tingginya tingkat eksploitasi, sehingga menekankan perlunya langkah-langkah pengelolaan yang kuat untuk mencegah penangkapan ikan berlebihan dan memastikan pemanfaatan sumber daya perikanan secara berkelanjutan (Froese & Binohlan, 2000).

Penelitian ini menunjukkan pentingnya penerapan praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan untuk menjaga keseimbangan ekologis dan keberlangsungan jangka panjang perikanan, sebagaimana diperkuat oleh berbagai temuan penelitian yang mengadvokasi perlindungan populasi ikan dari mortalitas akibat penangkapan ikan yang berlebihan guna menjamin potensi reproduksi dan keberlanjutannya.

### III.9.3. Kakap bongkok

#### III.9.3.1. Ukuran pertama kali matang gonad

Grafik di bawah ini menggambarkan panjang kakap bongkok, atau disebut juga kakap sawu atau *red emperor*, pada saat pertama kali matang gonad. Data panjang ini merupakan informasi penting untuk memahami aspek biologi reproduktif spesies ini dan implikasinya terhadap pengelolaan perikanan berkelanjutan. Bagian grafik di bawah ini yang sangat penting adalah titik yang menunjukkan panjang ketika 50% populasi mencapai kematangan, yakni 45,2 cm (Linf50). Pengukuran ini dapat membantu dalam penetapan batas ukuran untuk praktik penangkapan ikan, dengan memastikan bahwa ikan memungkinkan untuk bereproduksi sebelum dipanen; ini sangat penting untuk menjaga stabilitas populasi. Regulasi yang dibuat berdasarkan data tersebut dapat membantu memitigasi risiko penangkapan ikan berlebihan dan mendukung keberlanjutan jangka panjang spesies tersebut. Penelitian yang dilakukan Morgan & Colbourne (1999) pada ikan kod Atlantik menunjukkan temuan serupa, yang menjelaskan bahwa perubahan tekanan penangkapan ikan secara signifikan mengubah ukuran ikan ketika mencapai kematangan sehingga perlu ada strategi pengelolaan yang disesuaikan dengan umpan balik biologis dari populasi.

Further analysis of the graph reveals that nearly all individuals are mature by 55 cm (Lm95), suggesting a relatively steep increase in maturity as individuals approach this size. This information is crucial for determining protective measures such as slot limits, which can prevent the harvest of individuals within a size range that ensures the protection of the most fecund members of the population. Studies such as Heppell et al. (2005) have highlighted how size-selective fishing can disproportionately remove these large, reproductively capable individuals, potentially leading to changes in the genetic structure of the population and reducing the overall health of the species.

The use of size-at-maturity data, such as that presented in Figure 18, is fundamental in crafting effective fishery management policies. By understanding the growth and maturity stages of red emperor, fisheries can be managed in a way that aligns with the species' natural biology, ensuring that fishing practices do not outpace the fish's ability to replenish its population. Implementing minimum size limits based on this data not only helps in conserving the species but also in maintaining the ecological balance and the economic sustainability of fisheries dependent on this species. Such measures are supported by empirical research, underscoring their importance in resource management and conservation strategies.

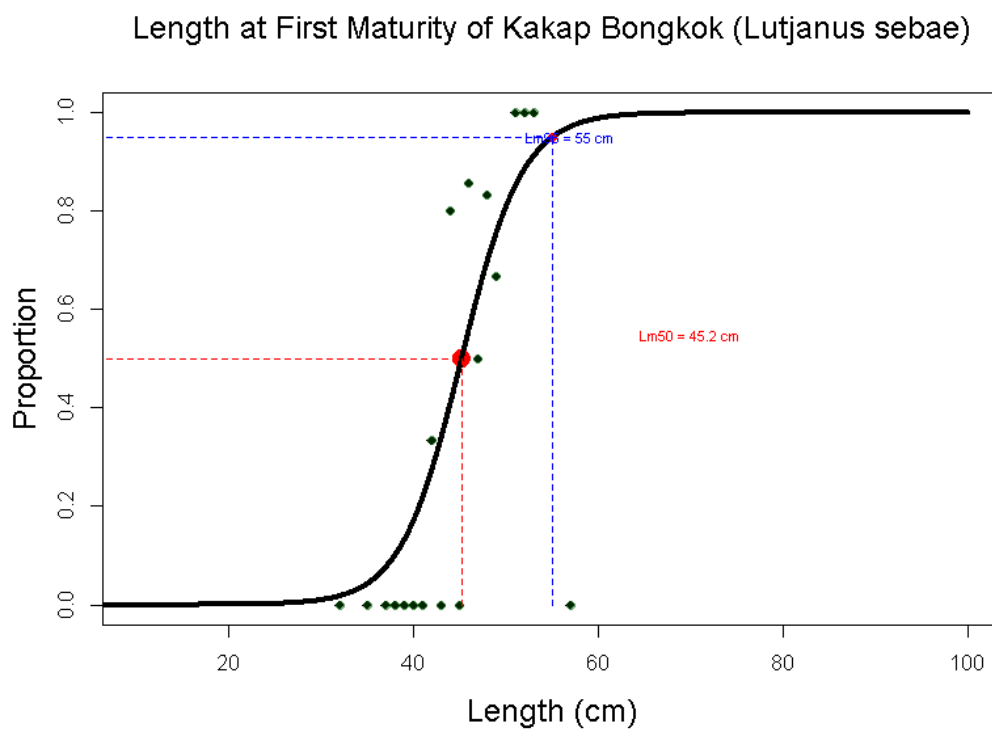
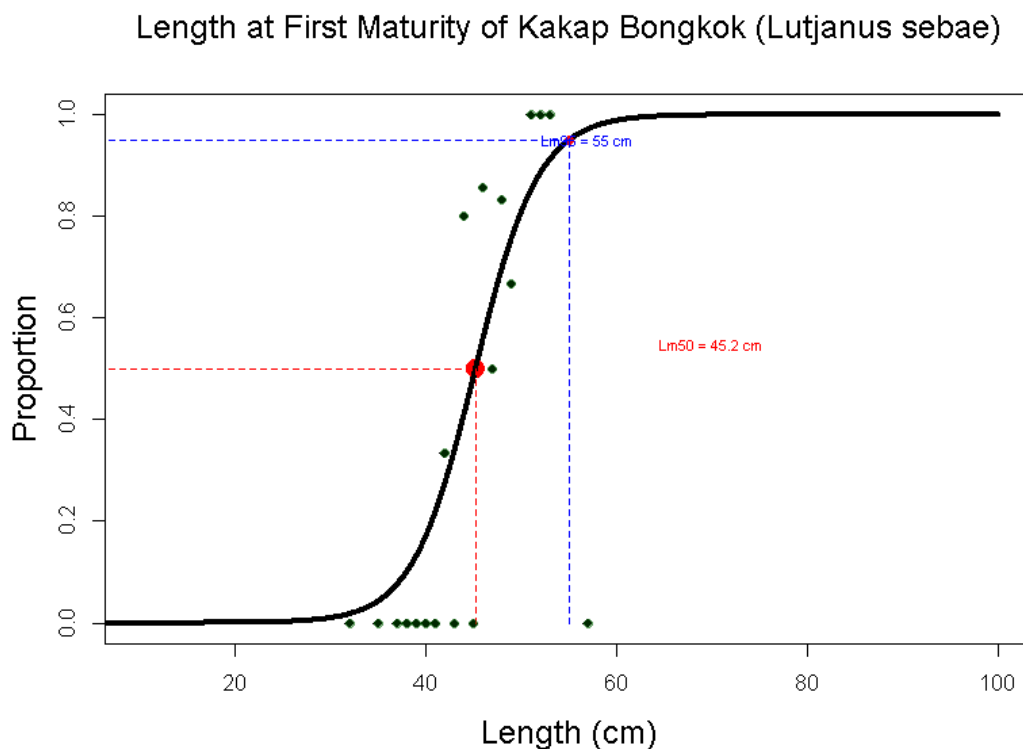


Figure 35. Length at first maturity of red emperor from the Arafura Sea

Analisis lebih lanjut terhadap grafik di bawah ini menunjukkan bahwa hampir semua individu matang gonad pada ukuran 55 cm ( $L_{inf95}$ ), yang menunjukkan adanya peningkatan kematangan yang relatif tinggi ketika individu mendekati ukuran ini. Informasi ini sangat penting dalam penentuan langkah-langkah protektif, seperti batas rentang ukuran yang telah ditentukan (*slot limit*) yang dapat mencegah penangkapan individu dalam rentang ukuran tertentu sehingga menjamin perlindungan terhadap anggota populasi yang paling subur. Penelitian seperti yang dilakukan Heppell *et al.* (2005) telah menyoroti bagaimana penangkapan ikan berdasarkan ukuran secara tidak proporsional dapat menghilangkan individu-individu yang berukuran besar dan mampu bereproduksi ini, yang berpotensi mengubah struktur genetik populasi dan menurunkan kesehatan spesies secara keseluruhan.

Penggunaan data ukuran saat kematangan, seperti yang disajikan pada Gambar 18, merupakan aspek mendasar dalam penyusunan kebijakan pengelolaan perikanan yang efektif. Dengan memahami tahap pertumbuhan dan kematangan kakap bungkuk, perikanan dapat dikelola dengan cara yang selaras dengan aspek biologis alami spesies ini, yakni dengan memastikan bahwa praktik penangkapan ikan ini tidak melebihi kecepatan kemampuannya untuk memulihkan populasi. Penerapan batas ukuran minimum berdasarkan data ini tidak hanya membantu melestarikan spesies, tetapi juga menjaga keseimbangan ekologis dan keberlanjutan ekonomi perikanan yang bergantung pada spesies ini. Langkah-langkah yang demikian didukung oleh penelitian empiris, yang menekankan betapa pentingnya langkah tersebut dalam pengelolaan sumber daya dan strategi konservasi.



Gambar 36. Ukuran pertama kali matang gonad kakap bungkuk dari Laut Arafura

```
Call:
glm(formula = mat ~ Panjang_Total_cm, family = "binomial", data = tmp2)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.6786	-0.8024	-0.1918	0.9021	1.6063

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-13.6461	4.7184	-2.892	0.00383 **
Panjang_Total_cm	0.3019	0.1044	2.891	0.00384 **

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 64.964 on 46 degrees of freedom  
Residual deviance: 51.028 on 45 degrees of freedom  
AIC: 55.028

Number of Fisher Scoring iterations: 5

### III.9.3.2. Length-Based Spawning Potential Ratio

The SPR of red emperor is a critical metric used to assess the sustainability and reproductive health of this fish species, which is significant both ecologically and commercially. The SPR, which measures the spawning output per recruit in a fish population under fishing compared to what it would be in the absence of fishing, provides a clear indicator of the population's ability to replenish itself. For the red emperor, Figure 19 reveals a worrying trend where only 22% of the potential broodstock population is available with current fishing pressure that is below the target reference point (TRP) of 40% SPR, an optimal threshold for sustainability. Nonetheless, compared to Mous et al. (2020), red emperor's SPR has improved from 2% to 22%.

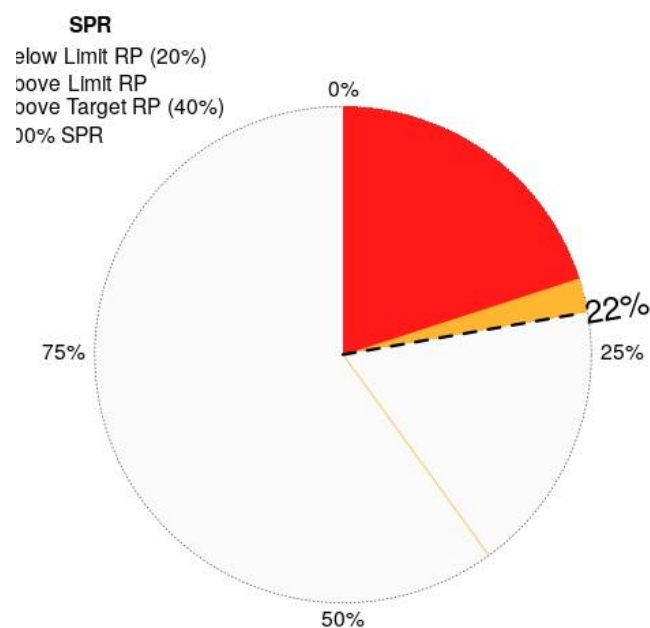


Figure 37. SPR value of red emperor from the Arafura Sea



```
Call:
glm(formula = mat ~ Panjang_Total_cm, family = "binomial", data = tmp2)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.6786	-0.8024	-0.1918	0.9021	1.6063

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-13.6461	4.7184	-2.892	0.00383 **
Panjang_Total_cm	0.3019	0.1044	2.891	0.00384 **

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

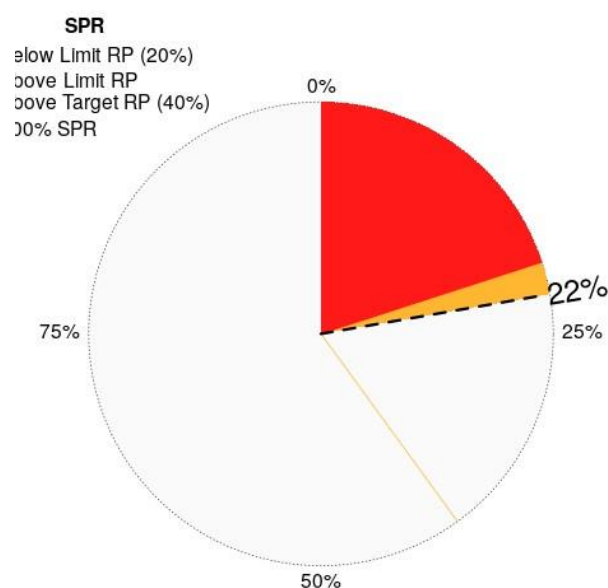
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 64.964 on 46 degrees of freedom  
Residual deviance: 51.028 on 45 degrees of freedom  
AIC: 55.028

Number of Fisher Scoring iterations: 5

### III.9.3.2. Rasio Potensi Pemijahan Berbasis Ukuran Panjang

SPR kakap bongkok merupakan metrik penting yang digunakan untuk menilai keberlanjutan dan kesehatan reproduksi spesies ikan ini, yang sangat penting baik dari segi ekologis maupun komersial. SPR, yang mengukur hasil pemijahan per rekrutmen dalam suatu populasi ikan yang mengalami penangkapan dibandingkan dengan hasil yang terjadi jika tanpa penangkapan, memberikan indikator yang jelas terkait kemampuan ikan dalam memulihkan populasinya. Gambar 19 menunjukkan tren yang mengkhawatirkan untuk kakap bongkok karena populasi induk potensial yang tersedia hanya 22% dengan adanya tekanan penangkapan saat ini, Angka ini lebih rendah dari titik referensi target (TRP) sebesar 40% SPR, yang merupakan ambang batas optimal untuk keberlanjutan. Meskipun demikian, jika dibandingkan dengan penelitian Mous et al. (2020), SPR kakap bongkok telah meningkat dari 2% menjadi 22%.



Gambar 38. Nilai SPR kakap bongkok dari Laut Arafura

This low percentage below the TRP suggests that the majority of the red emperor population is not reproducing at a sustainable rate, placing the species at risk of overfishing. With only 20% SPR, there is a substantial threat to the population's long-term viability. This segment of the population is at a critical juncture where reproductive output is insufficient to counterbalance the losses due to fishing and natural mortality, potentially leading to a decline in population numbers which could be difficult to reverse.

Effective management strategies are urgently needed to address the situation. These might include enforcing stricter catch limits, increasing the minimum legal size for capture, and possibly implementing closed seasons or protected areas to allow the population to recover. Research by Hutchings (2005) has demonstrated the importance of such measures in helping overfished stocks recover, highlighting that proactive management can significantly enhance the resilience of fish populations and facilitate their recovery.

Additionally, the segment of the population that falls between the LRP and the TRP, representing 25% of the total, is in a precarious position. While not as critical as those below the LRP, these individuals are still not at an optimal reproductive capacity. Management aimed at enhancing the proportion of the population within this intermediate range could focus on habitat protection and improvements, which have been shown to have positive effects on fish health and reproductive output (Branch, 2008).

In conclusion, the current SPR distribution for the red emperor shows an urgency for management interventions aimed at promoting a higher SPR across the population. By shifting the population dynamics toward a higher SPR, fisheries managers can help ensure the sustainability of the red emperor, securing its role in the ecosystem and its availability for future generations. The use of science-based management strategies, as advocated by researchers like Hutchings and Branch, will be crucial in achieving these goals.

Table 9 provides a comprehensive overview of the population parameters resulting from the SPR analysis for the red emperor. The SPR value is listed at 0.22 with a confidence interval of 0.18 to 0.26. This indicates that the spawning potential of the population is only 22% of what it would be in an unfished population. Such a low SPR is a strong indicator of overfishing, suggesting that the current fishing pressure exceeds the reproductive capacity of the red snapper population to replace itself, which could lead to population decline if not managed appropriately (Hutchings, 2005).

Persentase yang rendah di bawah TRP ini menunjukkan bahwa sebagian besar populasi kakap bongkok tidak bereproduksi pada tingkat yang berkelanjutan sehingga spesies ini berisiko mengalami penangkapan berlebihan. Dengan SPR yang hanya sebesar 20%, terdapat ancaman besar terhadap viabilitas jangka panjang populasi ini. Segmen populasi ini berada pada titik kritis karena hasil reproduksi tidak cukup untuk mengimbangi kerugian akibat penangkapan ikan dan mortalitas alami sehingga berpotensi menyebabkan penurunan jumlah populasi yang sulit untuk dipulihkan kembali.

Strategi pengelolaan yang efektif sangat dibutuhkan untuk mengatasi situasi ini. Ini dapat mencakup pemberlakuan batas tangkapan yang lebih ketat, peningkatan ukuran minimum yang legal untuk penangkapan, dan juga kemungkinan penerapan musim larangan penangkapan ataupun kawasan lindung agar populasi ikan dapat pulih kembali. Penelitian yang dilakukan Hutchings (2005) telah menunjukkan pentingnya langkah-langkah tersebut dalam membantu memulihkan stok ikan yang ditangkap secara berlebihan, yang menekankan bahwa pengelolaan proaktif secara signifikan dapat meningkatkan ketahanan populasi ikan dan memfasilitasi pemulihannya.

Selain itu, segmen populasi yang berada di antara LRP dan TRP, yang mewakili 25% dari total populasi, berada dalam posisi genting. Meskipun tidak sekritis populasi yang berada di bawah LRP, individu-individu ini masih belum mencapai kapasitas reproduksi optimal. Pengelolaan yang bertujuan untuk meningkatkan proporsi populasi yang berada di rentang tengah ini dapat berfokus pada perlindungan dan perbaikan habitat, yang telah terbukti berdampak positif terhadap kesehatan ikan dan hasil reproduksi (Branch, 2008).

Kesimpulannya, distribusi SPR kakap bongkok saat ini mendesak agar segera dilakukan intervensi pengelolaan dengan tujuan meningkatkan SPR di seluruh populasi. Dengan menggeser dinamika populasi ke arah SPR yang lebih tinggi, pihak pengelola perikanan dapat membantu memastikan keberlanjutan kakap bongkok sehingga perannya dalam ekosistem dan ketersediaannya untuk generasi mendatang dapat terjamin. Strategi pengelolaan berbasis ilmiah, seperti yang dianjurkan oleh para peneliti seperti Hutchings dan Branch, akan sangat penting untuk digunakan dalam mencapai tujuan ini.

Tabel 9 menyajikan gambaran yang menyeluruh mengenai berbagai parameter populasi yang dihasilkan dari analisis SPR untuk kakap bongkok. Nilai SPR yang tercatat adalah sebesar 0,22 dengan selang kepercayaan 0,18 hingga 0,26. Ini mengindikasikan bahwa potensi pemijahan dari populasi ini hanya sebesar 22% dari potensinya jika tidak ditangkap. SPR yang rendah ini merupakan indikator kuat mengenai penangkapan ikan berlebihan, yang menunjukkan bahwa tekanan penangkapan ikan saat ini melebihi kapasitas reproduksi populasi kakap merah untuk menggantikannya sendiri, yang dapat menyebabkan penurunan populasi jika tidak dikelola dengan baik (Hutchings, 2005).

Table 17. The SPR value, selectivity at 50 and 95%, the ratio of fishing pressure (F) to natural mortality (M), and the values for 50 and 95% gonadal maturity of red emperor

Years	SPR	SL50	SL95	F/M	MK	Linf	L50	L95	CVLinf
1	0.22 (0.18 – 0.26)	45.18 (43.38 – 46.98)	55.52 (52.59 – 58.45)	1.83 (1.41 – 2.25)	1,52	87	45	55	00.01

The Length at 50% maturity (SL50) is reported at 45.18 cm, with a range from 43.38 to 46.98 cm, and the Length at 95% maturity (SL95) is 55.52 cm, ranging from 52.59 to 58.45 cm. These values signify that approximately half of the population reaches sexual maturity at 45.18 cm, and nearly all are mature by 55.52 cm. Setting fishing regulations to protect fish until they reach these lengths can help ensure that a significant portion of the population is able to reproduce before being captured, which is vital for maintaining population sustainability (Froese & Binohlan, 2000).

The ratio of fishing mortality to natural mortality (F/M) is another critical metric provided, with a value of 1.83 and a range from 1.41 to 2.25. This high ratio indicates that fishing deaths surpass natural deaths by almost twice, which is a clear sign of excessive fishing pressure. This ratio should ideally be closer to 1 or lower to indicate sustainable fishing levels. The natural mortality coefficient (M/K) is listed as 1.52, which further highlights the heavy exploitation of this species.

Other parameters such as the theoretical maximum length (Linf) of the population is 87 cm, showing the maximum size the fish are likely to reach under current environmental and biological conditions. The coefficient of variation for Linf (CVLinf) is very low at 0.01, indicating that the maximum length is a reliable and consistent estimate.

Overall, these results emphasize the need for immediate management actions to reduce fishing pressure on Sawu snapper to sustainable levels. Measures might include setting minimum catch sizes based on maturity lengths and adjusting fishing mortality rates to align more closely with natural mortality rates. These strategies will help safeguard the reproductive capabilities of the Sawu snapper, ensuring its long-term viability and sustainability within marine ecosystems.

Tabel 18. Nilai SPR, selektivitas saat 50 dan 95%, rasio tekanan penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), dan nilai saat 50 dan 95% kakap bongkok matang gonad

Tahun	SPR	SL50	SL95	F/M	MK	Linf	L50	L95	CVLinf
1	0,22 (0,18 – 0,26)	45,18 (43,38 – 46,98)	55,52 (52,59 – 58,45)	1,83 (1,41 – 2,25)	1,52	87	45	55	00,01

Panjang ketika 50% ikan mencapai matang gonad (SL50) dilaporkan sebesar 45,18 cm, dengan ukuran yang berkisar antara 43,38 hingga 46,98 cm, dan panjang ketika 95% ikan mencapai matang gonad (SL95) adalah sebesar 55,52 cm, dengan kisaran 52,59 hingga 58,45 cm. Nilai-nilai ini menandakan bahwa sekitar setengah dari populasi kakap bongkok mencapai kematangan seksual pada ukuran 45,18 cm, dan hampir semuanya mencapai kematangan pada ukuran 55,52 cm. Menetapkan regulasi penangkapan ikan untuk melindungi ikan ini hingga mencapai ukuran tersebut dapat membantu memastikan bahwa sebagian besar populasinya dapat bereproduksi sebelum ditangkap, yang sangat penting untuk menjaga keberlanjutan populasi (Froese & Binohlan, 2000).

Rasio mortalitas penangkapan terhadap mortalitas alami (F/M) merupakan metrik penting lainnya yang disajikan, dengan nilai sebesar 1,83 dan berkisar antara 1,41 hingga 2,25. Rasio yang tinggi ini menunjukkan bahwa mortalitas akibat penangkapan ikan melebihi mortalitas alami sebanyak hampir dua kali lipat, yang jelas mengindikasikan adanya tekanan penangkapan ikan yang berlebihan. Idealnya, rasio ini harus mendekati angka 1 atau lebih rendah sebagai indikasi tingkat penangkapan ikan yang berkelanjutan. Koefisien mortalitas alami (M/K) tercatat sebesar 1,52, yang semakin menunjukkan adanya eksploitasi besar-besaran terhadap spesies ini.

Parameter lain seperti panjang maksimum teoretis (Linf) populasi ini adalah sebesar 87 cm, yang menunjukkan ukuran maksimum yang dapat dicapai ikan pada kondisi lingkungan dan biologis yang ada saat ini. Koefisien variasi untuk Linf (CVLinf) sangat rendah, yaitu sebesar 0,01, yang menunjukkan bahwa panjang maksimum tersebut merupakan estimasi yang dapat diandalkan dan bersifat konsisten.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menekankan perlunya tindakan pengelolaan segera untuk mengurangi tekanan penangkapan terhadap kakap bongkok ke tingkat yang berkelanjutan. Tindakan ini dapat berupa menetapkan ukuran tangkapan minimum berdasarkan panjang ikan ketika mencapai kematangan dan menyesuaikan tingkat mortalitas penangkapan agar lebih sesuai dengan tingkat mortalitas alami. Strategi ini dapat membantu menjaga kemampuan reproduksi kakap bongkok sehingga dapat menjamin viabilitas jangka panjang dan keberlanjutannya dalam ekosistem laut.

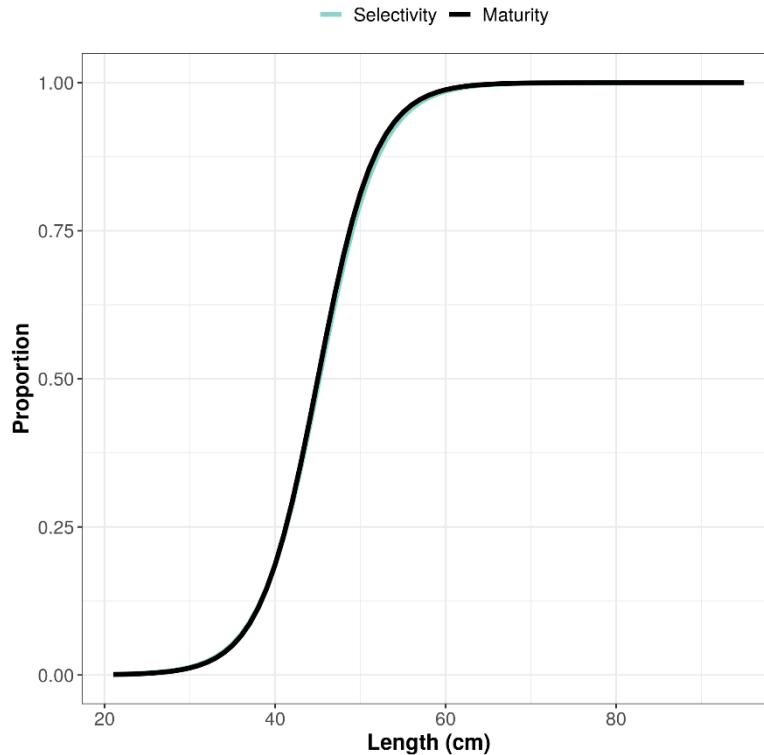
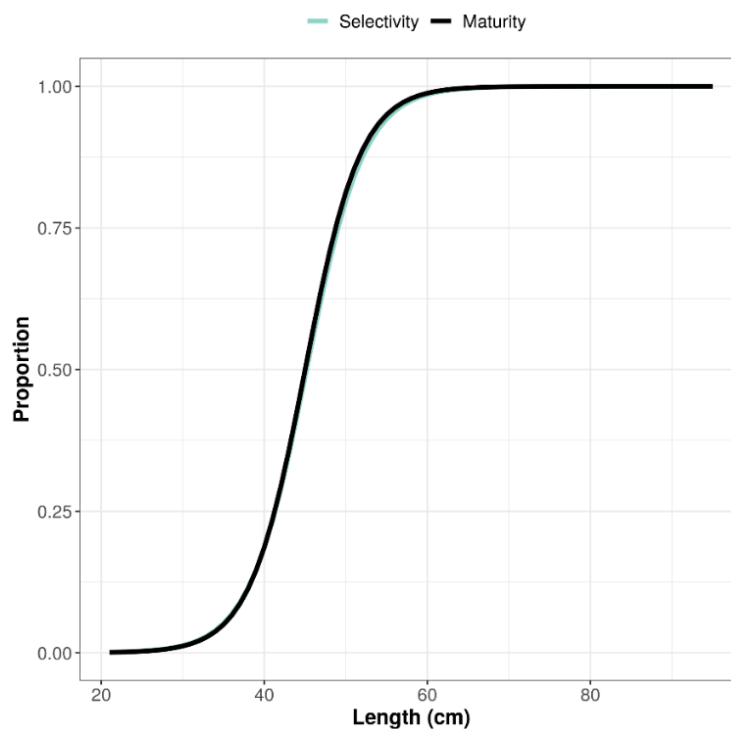


Figure 39. The size at first capture (blue line) and the size at first gonadal maturity (black line) of red emperor from the Arafura Sea

### III.9.4. Crimson snapper

#### III.9.4.1. Length at first maturity

Figure 21 shows how long crimson snapper need to grow before they become mature enough to reproduce. The X-axis represents their length in centimeters, and the Y-axis shows the proportion of fish that have reached maturity at each length. The black S-shaped curve indicates how the likelihood of maturity increases with length. The red point ( $L_{m50} = 53.5$  cm) is where 50% of the fish are mature, while the blue point ( $L_{m95} = 79$  cm) is where 95% are mature. The green dots are individual fish measurements showing their lengths and maturity status.



Gambar 40. Ukuran pertama kali ditangkap (garis biru) dan ukuran pertama kali matang gonad (garis hitam) pada kakap bongkok dari Laut Arafura

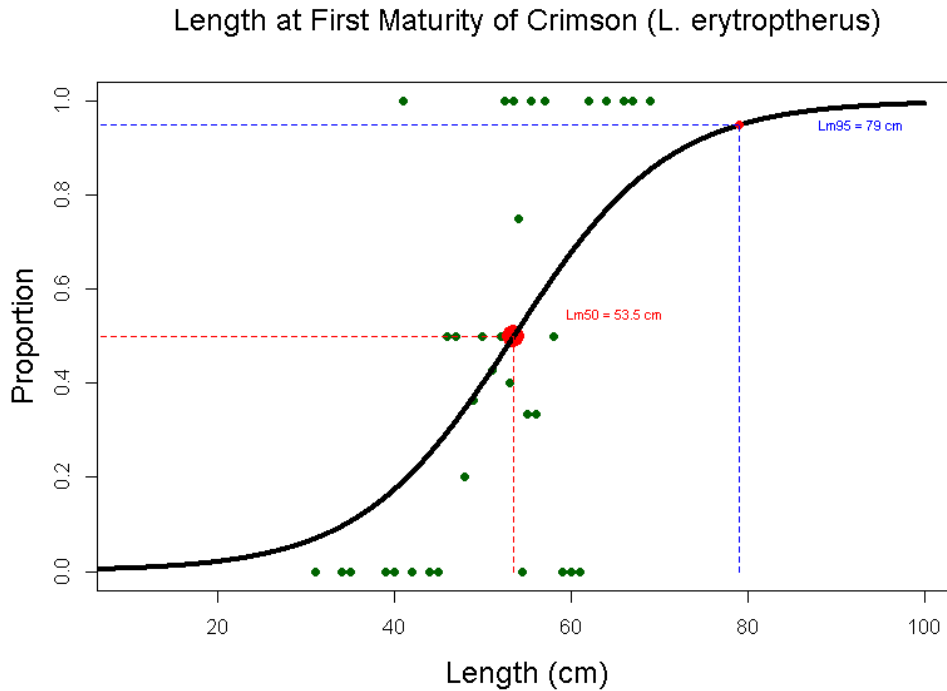
### III.9.4. Kakap sawo

#### III.9.4.1. Ukuran pertama kali matang gonad

Gambar 21 menunjukkan berapa lama kakap sawo perlu tumbuh sebelum menjadi cukup matang untuk bereproduksi. Sumbu X menunjukkan Panjang ikan dalam sentimeter, dan sumbu Y menunjukkan proporsi ikan yang telah mencapai matang gonad pada setiap panjang. Kurva berbentuk S berwarna hitam menunjukkan seberapa besar kemungkinan peningkatan kematangan seiring bertambahnya panjang. Titik merah ( $L_{m50} = 53,5$  cm) menunjukkan 50% ikan telah mencapai kematangan, sedangkan titik biru ( $L_{m95} = 79$  cm) menunjukkan 95% ikan telah mencapai kematangan. Sementara itu, titik hijau merupakan pengukuran individu ikan yang menunjukkan panjang dan status kematangannya.







Gambar 42. Ukuran pertama kali matang gonad kakap sawo dari Laut Arafura

```
Call:
glm(formula = mat ~ Panjang_Total_cm, family = "binomial", data = tmp2)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.558	-1.012	-0.688	1.202	1.816

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-6.1442	2.1410	-2.870	0.00411 **
Panjang_Total_cm	0.1148	0.0416	2.761	0.00577 **

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 124.29 on 90 degrees of freedom  
Residual deviance: 114.77 on 89 degrees of freedom  
(5 observations deleted due to missingness)  
AIC: 118.77

Number of Fisher Scoring iterations: 3

Data ini sangat penting untuk mengelola perikanan kakap sawo. Agar populasi ikan tetap sehat dan lestari, penting untuk menetapkan batas ukuran minimum dalam penangkapan ikan ini. Gambar 21 menunjukkan bahwa pada ukuran 53,5 cm, setengah dari populasi ikan ini sudah mencapai matang gonad, sehingga menetapkan batas ukuran di atas angka ini dapat memastikan sebagian besar ikan memiliki kesempatan untuk bereproduksi sebelum ditangkap. Akan lebih baik lagi jika batasnya lebih mendekati 79 cm, yakni ketika hampir semua ikan sudah mencapai matang gonad, untuk memastikan sebagian besar ikan telah bereproduksi.

Using these size limits helps maintain the fish population because it ensures that enough mature fish are left to continue breeding. Overfishing young, immature fish would lead to a decline in the population, as there wouldn't be enough mature fish to reproduce and replenish the stock. Fishery managers can use this information to create rules that protect young fish, such as restrictions on fishing gear, closed seasons during breeding times, and setting up protected areas where fishing is prohibited.

Regular monitoring and strict enforcement of these rules are essential to prevent overfishing and ensure the long-term sustainability of the fishery. Furthermore, this maturity data should be used in stock assessment models to better understand the impact of fishing on the population and to set appropriate catch limits and quotas.

### III.9.4.2. Length-Based Spawning Potential Ratio

Figure 22 and Table 10 below provide a comprehensive status of the crimson, focusing on the SPR and various population metrics. Figure 22 shows the SPR, which measures the reproductive capacity of the fish population under current fishing pressures compared to an unfished scenario. The chart segments reveal that 37% of the population is above the critical limit for sustainable fishing, which is above the 25% threshold, indicating a relatively healthier portion of the population. Yet, the current SPR value shows a decline compared to SPR value from Mous et al. (2020) which was 63%.

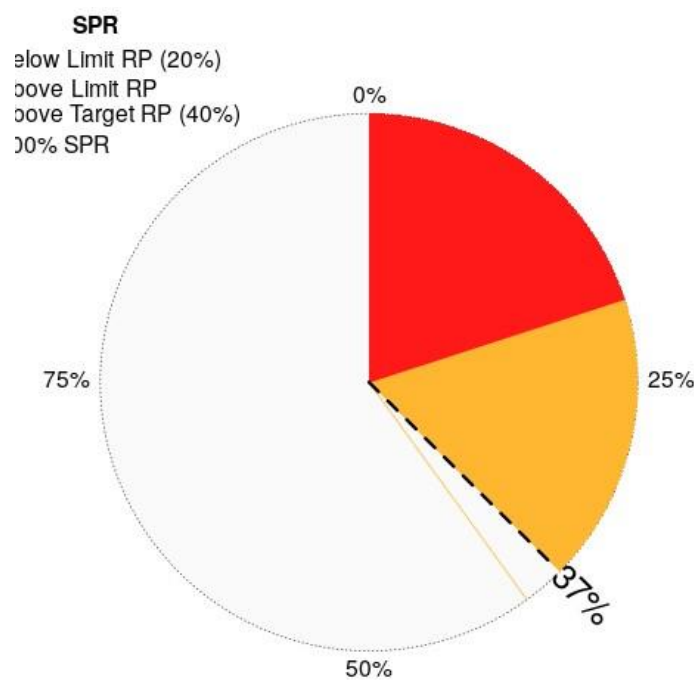


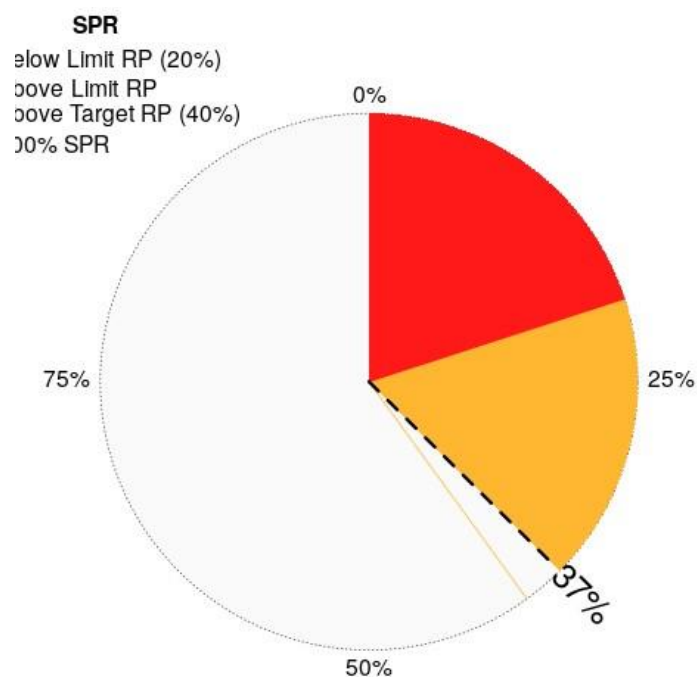
Figure 43. SPR value of crimson snapper from the Arafura Sea

Penggunaan batas ukuran ini dapat membantu menjaga populasi ikan dengan memastikan bahwa cukup banyak ikan dewasa tersisa untuk terus berkembang biak. Penangkapan ikan muda yang belum mencapai kematangan secara berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penurunan populasi, karena tidak cukup ada ikan dewasa yang dapat bereproduksi dan mengisi kembali jumlah stok ikan. Pengelola perikanan dapat menggunakan informasi ini untuk membuat peraturan yang melindungi ikan muda, seperti pembatasan alat tangkap, larangan penangkapan ikan selama masa berkembang biak, dan pembuatan kawasan lindung yang di dalamnya penangkapan ikan dilarang.

Pemantauan rutin dan penegakan aturan yang ketat sangat penting dilakukan untuk mencegah penangkapan ikan berlebihan dan memastikan keberlanjutan jangka panjang perikanan ini. Selain itu, data kematangan gonad ini harus digunakan dalam model penilaian stok untuk lebih memahami dampak penangkapan ikan terhadap populasi dan menetapkan batas tangkapan dan kuota yang semestinya.

### III.9.4.2. Rasio Potensi Pemijahan Berbasis Ukuran Panjang

Gambar 22 dan Tabel 10 di bawah ini menyajikan status ikan kakap sawo secara menyeluruh, dengan fokus pada SPR dan berbagai metrik populasi. Gambar 22 menunjukkan SPR, yang mengukur kapasitas reproduksi populasi kakap sawo di bawah tekanan penangkapan saat ini dibandingkan dengan skenario tanpa penangkapan. Segmen grafik menunjukkan bahwa 37% populasi berada di atas batas kritis untuk penangkapan ikan berkelanjutan, yaitu di atas ambang batas 25%, yang menunjukkan sebagian populasi yang relatif lebih sehat. Namun demikian, nilai SPR saat ini menunjukkan penurunan dibandingkan dengan nilai SPR dari penelitian Mous *et al.* (2020), yaitu sebesar 63%.



Gambar 44. Nilai SPR kakap sawo dari Laut Arafura

Table 10 presents detailed metrics, including the SPR value, maturity lengths, and the fishing mortality to natural mortality ratio (F/M). The average SPR is 0.37, suggesting that the reproductive capacity is only 37% of its potential without fishing pressure. The SL50 value is 56.62 cm, meaning that at this length, 50% of the population is mature, while the SL95 value is 67.4 cm, indicating the length at which 95% of the population reaches maturity. The F/M ratio is 2.27, highlighting fair fishing pressure compared to natural mortality.

Table 19. The SPR value, selectivity at 50 and 95%, the ratio of fishing pressure (F) to natural mortality (M), and the values for 50 and 95% gonadal maturity of crimson snapper

Years	SPR	SL50	SL95	F/M	MK	Linf	L50	L95	CVLinf
1	0.37 (0.06 - 0.69)	56.62 (50.11 - 63.13)	67.4 (59.63 - 75.17)	2.53 (0 - 5.68)	2.125	68	53.05.00	61	00.01

This information highlights the need for sustainable management of the crimson snapper fishery. The low average SPR suggests that the fish are being overfished, as their reproductive capacity is severely reduced. This situation could lead to a decline in the fish population if current fishing practices continue. To ensure the fishery remains sustainable, it is crucial to increase the SPR.

The maturity lengths (SL50 and SL95) support setting minimum size limits for catching crimson snapper. By setting these limits above 57 cm, more fish would be able to reproduce before being caught, helping to maintain the population. Setting size limits closer to 69.26 cm would be even better, as it would allow almost all fish to mature and reproduce.

The high F/M ratio indicates that fishing is putting a lot of pressure on the fish population. To achieve sustainability, it is necessary to reduce this ratio by implementing stricter fishing regulations, such as reducing the number of fish caught or introducing closed seasons to allow the fish population to recover. These measures, along with size limits, can help balance fishing pressure with the fish population's natural ability to reproduce.

To sum up, the data shows that while the crimson snapper fishery is currently facing overfishing challenges, there are clear steps that can be taken to improve sustainability. By enforcing size limits based on fish maturity and reducing fishing pressure, fisheries managers can help ensure the long-term health and productivity of the crimson snapper population. These actions are essential for maintaining a fishery that supports both the ecosystem and the fishing industry.

Tabel 10 menyajikan metrik yang terperinci, termasuk nilai SPR, panjang kematangan, dan rasio mortalitas penangkapan terhadap mortalitas alami (F/M). SPR rata-ratanya adalah sebesar 0,37, yang mengindikasikan bahwa kapasitas reproduksinya hanya 37% dari potensinya tanpa tekanan penangkapan. Nilai SL<sub>50</sub> ikan ini adalah sebesar 56,62 cm, yang berarti bahwa pada panjang ini, 50% populasi telah mencapai matang gonad, sedangkan nilai SL<sub>95</sub> adalah sebesar 67,4 cm, yang merupakan panjang ketika 95% populasi mencapai kematangan. Rasio F/M ikan ini adalah sebesar 2,27, yang menunjukkan tekanan penangkapan yang cukup besar dibandingkan dengan mortalitas alami.

Tabel 20. Nilai SPR, selektivitas saat 50 dan 95%, rasio tekanan penangkapan (F) terhadap mortalitas alami (M), dan nilai saat 50 dan 95% kakap sawo matang gonad

Tahun	SPR	SL <sub>50</sub>	SL <sub>95</sub>	F/M	MK	Linf	L <sub>50</sub>	L <sub>95</sub>	CVLinf
1	0,37 (0,06 – 0,69)	56,62 (50,11 – 63,13)	67,4 (59,63 – 75,17)	2,53 (0 – 5,68)	2,125	68	53,05,00	61	00,01

Informasi ini menyoroti perlunya pengelolaan perikanan kakap sawo secara berkelanjutan. Rendahnya rata-rata SPR menunjukkan bahwa ikan ini ditangkap secara berlebihan karena kapasitas reproduksinya sangat berkurang. Situasi ini dapat menyebabkan penurunan populasi ikan jika praktik penangkapan ikan yang dilakukan saat ini terus berlanjut. Untuk memastikan perikanan tetap lestari, peningkatan SPR harus dilakukan.

Panjang kematangan (SL<sub>50</sub> dan SL<sub>95</sub>) dapat digunakan untuk menetapkan batas ukuran minimum untuk penangkapan ikan kakap sawo. Dengan menetapkan batas ini di atas 57 cm, lebih banyak ikan akan dapat bereproduksi sebelum ditangkap, sehingga dapat membantu mempertahankan populasinya. Lebih baik lagi jika batas ukuran ditetapkan mendekati angka 69,26 cm karena akan memberikan kesempatan bagi hampir semua ikan untuk mencapai matang gonad dan bereproduksi.

Rasio F/M yang tinggi menunjukkan bahwa penangkapan ikan memberikan banyak tekanan terhadap populasi ikan. Untuk mencapai keberlanjutan, rasio ini perlu diturunkan dengan cara menerapkan regulasi penangkapan yang lebih ketat, seperti mengurangi jumlah ikan yang ditangkap atau memberlakukan larangan penangkapan ikan agar populasi ikan dapat pulih kembali. Langkah-langkah ini, bersama dengan aturan pembatasan ukuran, dapat membantu menyeimbangkan tekanan penangkapan dengan kemampuan alami populasi ikan untuk bereproduksi.

Kesimpulannya, data menunjukkan bahwa meskipun perikanan kakap sawo saat ini menghadapi tantangan penangkapan ikan berlebihan, ada beberapa langkah yang dapat diambil untuk meningkatkan keberlanjutan. Dengan memberlakukan batas ukuran berdasarkan kematangan ikan dan mengurangi tekanan penangkapan, pengelola perikanan dapat membantu memastikan kesehatan dan produktivitas jangka panjang populasi kakap sawo. Tindakan ini diperlukan untuk mempertahankan perikanan yang mendukung ekosistem maupun industri perikanan.

### III.10. ESTIMATING THE STEADY-STATE BIOMASS

The Virtual Population Analysis (VPA) in the FISAT II tool was used to estimate the steady-state biomass, considering different fishing mortality rates, catch numbers, and population sizes (N). Population parameters used on this calculation are shown in Table 11.

Table 21. The growth and population parameters of the four dominant species used for the Virtual Population Analysis

Species	Linf	M	K	Ft (Fishing mortality)	The max catches (ton)	Slope value in Length Weight Relationship (a)	Intercept value in LW relationship (b)
Saddletail snapper	96	1.57	1.35	3.18	1,973.3	0.059	2.606
Goldband snapper	109	1.25	0.89	5.2	75,363	0.03	2.753
Red emperor	87.6	1.007	0.66	1.664	9,739	0.022	3.003
Crimson snapper	68	0.658	0.31	2.52	4,1616	0.09	2.509

#### III.10.1. Saddletail snapper

As the primary target of bottom longline fisheries at the Probolinggo and Merauke ports, saddletail snapper experienced significant catches, peaking at 75,363 tons in 2010 but gradually declining to 729.7 tons by 2020. To better understand the population dynamics of Saddletail Snapper, we used the Length-Structured VPA with the FISAT II tool to estimate the steady-state biomass and determine the number of fish at each length size. The results of this analysis are presented in Table 12.

### III.10. MEMPERKIRAKAN BIOMASSA PADA KEADAAN TUNAK

Analisis Populasi Virtual atau *Virtual Population Analysis* (VPA) dalam perangkat FISAT II digunakan untuk memperkirakan biomassa dalam keadaan tunak, dengan mempertimbangkan berbagai tingkat mortalitas penangkapan, jumlah tangkapan, dan ukuran populasi (N). Parameter populasi yang digunakan pada penghitungan ini ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 22. Parameter pertumbuhan dan populasi dari keempat spesies dominan yang digunakan untuk Analisis Populasi Virtual (VPA)

Spesies	Linf	M	K	Ft (Mortalitas penangkapan)	Hasil tangkapan maksimum (ton)	Nilai kemiringan dalam hubungan panjang-berat (a)	Nilai intersep dalam hubungan panjang-berat (b)
Kakap Bambang	96	1,57	1,35	3,18	1.973,3	0,059	2,606
Kakap Anggoli	109	1,25	0,89	5,2	75,363	0,03	2,753
Kakap bongkok	87.6	1,007	0,66	1,664	9,739	0,022	3,003
Kakap sawo	68	0,658	0,31	2,52	4,1616	0,09	2,509

#### III.10.1. Kakap bambangan

Sebagai target utama perikanan rawai dasar di pelabuhan Probolinggo dan Merauke, kakap bambangan menunjukkan angka hasil tangkapan yang signifikan, dan puncaknya adalah pada tahun 2010 dengan jumlah 75.363 ton, tetapi secara bertahap angka ini menurun menjadi 729,7 ton pada tahun 2020. Untuk lebih memahami dinamika populasi kakap bambangan, kami menggunakan metode *Length-Structured VPA* dengan alat FISAT II untuk memperkirakan biomassa pada keadaan tunak dan menentukan jumlah ikan pada setiap ukuran panjang. Hasil analisis ini disajikan pada Tabel 12.

Table 23. Estimated steady-state biomass, catch, and population of saddletail snapper with different fishing mortality rate

Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
38	10,000	2,221,678.5	0.1213	191.21
41	60,000	2,082,247.38	0.7469	227.8
44	30,000	1,896,124.88	0.3858	264.18
47	140,000	1,744,045	1.9129	295.25
50	230,000	1,489,143.38	3.613	301.74
53	250,000	1,159,197.13	4.909	280.95
56	300,000	829,242	8.4994	224.75
59	220,000	473,824.66	11.121	145.74
62	150,000	222,457.47	18.5302	67.19
65	40,000	59,748.43	3.18	118.9

The VPA of saddletail snapper reveals critical insights into the population dynamics and fishing pressures on this species. The analysis, summarized in Table 12, shows that smaller individuals (mid-length 38 cm) have the highest population size of approximately 2,221,678 individuals, with a relatively low fishing mortality rate (F) of 0.1213 and a steady-state biomass of 191.21 tonnes. As the mid-length increases to 41 cm and 44 cm, the population size slightly decreases to 2,082,247 and 1,896,124 individuals, respectively. The fishing mortality rate increases to 0.7469 and 0.3858, with corresponding steady-state biomasses of 227.8 and 264.18 tonnes.

However, a significant increase in fishing mortality is observed for mid-length classes of 47 cm and above. For instance, fish with a mid-length of 47 cm have a population of 1,744,045 individuals but face a high fishing mortality rate of 1.9129 and a steady-state biomass of 295.25 tonnes. This trend continues for larger size classes, with the highest fishing mortality rate of 18.5302 observed for fish with a mid-length of 62 cm, where the population dwindles to 222,457 individuals and the biomass drops to 67.19 tonnes. The highest catch in numbers is recorded for the mid-length class of 50 cm, with 230,000 individuals caught, a fishing mortality rate of 3.613, and a steady-state biomass of 301.74 tonnes.

Overall, the data indicates that as the mid-length of saddletail snapper increases, the population size decreases, and fishing mortality rates escalate significantly. This suggests intense fishing pressure on larger fish, leading to a substantial reduction in their numbers and biomass. The high fishing mortality rates for larger size classes highlight the need for effective management strategies to ensure the sustainable exploitation and conservation of saddletail snapper populations.



Tabel 24. Estimasi biomassa pada keadaan tunak, hasil tangkapan, dan populasi kakap bambangan dengan berbagai tingkat mortalitas penangkapan ikan

Nilai tengah	Hasil tangkapan (dalam angka)	Populasi (N)	Mortalitas penangkapan (F)	Biomassa pada keadaan tunak (ton)
38	10.000	2.221.678,5	0,1213	191,21
41	60.000	2.082,247,38	0,7469	227,8
44	30.000	1.896.124,88	0,3858	264,18
47	140.000	1.744.045	1,9129	295,25
50	230.000	1.489.143,38	3,613	301,74
53	250.000	1.159.197,13	4,909	280,95
56	300.000	829.242	8,4994	224,75
59	220.000	473.824,66	11,121	145,74
62	150.000	222.457,47	18,5302	67,19
65	40.000	59.748,43	3,18	118,9

VPA kakap bambangan memberikan informasi penting mengenai dinamika populasi dan tekanan penangkapan terhadap spesies ini. Analisis yang dirangkum dalam Tabel 12 menunjukkan bahwa individu yang lebih kecil (nilai tengah sebesar 38 cm) memiliki ukuran populasi tertinggi, yaitu sekitar 2.221.678 ekor, dengan tingkat mortalitas penangkapan yang relatif rendah (F) sebesar 0,1213 dan biomassa pada keadaan tunak sebesar 191,21 ton. Seiring dengan meningkatnya nilai tengah kakap bambangan menjadi 41 cm dan 44 cm, jumlah populasinya sedikit menurun menjadi 2.082.247 dan 1.896.124 ekor secara berturut-turut. Tingkat mortalitas penangkapannya meningkat menjadi 0,7469 dan 0,3858, dengan biomassa pada keadaan tunak masing-masing sebesar 227,8 dan 264,18 ton.

Namun demikian, terjadi peningkatan yang signifikan pada mortalitas penangkapan untuk nilai tengah 47 cm ke atas. Sebagai contoh, ikan dengan nilai tengah 47 cm memiliki populasi yang berisi 1.744.045 ekor tetapi menghadapi tingkat mortalitas penangkapan yang tinggi yaitu 1,9129 dan biomassa keadaan tunaknya sebesar 295,25 ton. Tren ini berlanjut untuk kelas ukuran yang lebih besar, dengan tingkat mortalitas penangkapan tertinggi sebesar 18,5302 yang diamati terjadi pada ikan dengan nilai tengah 62 cm yang populasinya menyusut menjadi 222.457 ekor dan biomasanya turun menjadi 67,19 ton. Jumlah tangkapan tertinggi tercatat untuk kelas ikan dengan nilai tengah 50 cm, dengan jumlah tangkapan sebanyak 230.000 ekor, tingkat mortalitas penangkapan sebesar 3,613, dan biomassa keadaan tunaknya yaitu 301,74 ton.

Secara keseluruhan, data yang ada menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya nilai tengah ukuran kakap bambangan, jumlah populasinya menurun, dan tingkat mortalitas penangkapannya meningkat secara signifikan. Ini menunjukkan adanya tekanan penangkapan intensif terhadap ikan yang berukuran lebih besar, yang menyebabkan penurunan substansial dalam jumlah dan biomasanya. Tingginya tingkat mortalitas penangkapan ikan untuk kelas ukuran yang lebih besar mengindikasikan perlunya strategi pengelolaan yang efektif untuk memastikan eksploitasi yang berkelanjutan dan konservasi populasi kakap bambangan.

### III.10.2. Goldband snapper

The goldband snapper is a primary target for bottom longliners that dock at Probolinggo and Merauke ports. Table 13 below presents the results of the steady-state biomass calculation using ViPA.

Table 25. Estimated steady-state biomass, catch, and population of goldband snapper with different fishing mortality rate rate

Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
38	100	21,531.7	0.101	1.99
41	600	20,193.84	0.6276	2.37
44	300	18,398.84	0.3274	2.76
47	1,400	16,953.46	1.6411	3.8
50	2,300	14,487.1	3.1414	3.14
53	2,500	11,271.91	4.3382	2.9
56	3,000	8,051.56	7.6765	2.29
59	2,200	4,563.4	10.2881	1.44
62	1,500	2,095.73	18.8322	0.62
65	400	496.15	5.2	0.68

The VPA for goldband snapper provides essential insights into the species' population dynamics and the effects of fishing pressure. The smallest size class analyzed, with a mid-length of 38 cm, shows a population of approximately 21,531 individuals, a low fishing mortality rate (F) of 0.101, and a steady-state biomass of 1.99 tonnes. As the mid-length increases to 41 cm, the population slightly decreases to 20,193 individuals, while the fishing mortality rate rises to 0.6276, and the biomass increases to 2.37 tonnes.

The mid-length class of 47 cm exhibits a population size of 16,953 individuals, with a higher fishing mortality rate of 1.6411 and a biomass of 3.8 tonnes. For goldband snapper with a mid-length of 50 cm, the population further declines to 14,487 individuals, and the fishing mortality rate escalates to 3.1414, while the biomass is recorded at 3.14 tonnes. Larger size classes show even more pronounced impacts of fishing pressure. For instance, fish with a mid-length of 53 cm have a population of 11,271 individuals, a fishing mortality rate of 4.3382, and a biomass of 2.9 tonnes.

Significant declines are observed in the mid-length classes of 56 cm and 59 cm, where populations drop to 8,051 and 4,563 individuals, respectively. Correspondingly, the fishing mortality rates are alarmingly high, at 7.6765 for the 56 cm class and 10.2881 for the 59 cm class, with biomasses of 2.29 and 1.44 tonnes. The highest fishing mortality rate of 18.8322 is observed for the 62 cm class, where the population is reduced to 2,095 individuals and the biomass to 0.62 tonnes. The largest size class analyzed, with a mid-length of 65 cm, has the smallest population of 496 individuals, a fishing mortality rate of 5.2, and a biomass of 0.68 tonnes.

### III.10.2. Kakap anggoli

Kakap anggoli merupakan target utama kapal rawai dasar yang berlabuh di pelabuhan Probolinggo dan Merauke. Tabel 13 di bawah ini menyajikan hasil penghitungan biomassa pada keadaan tunak menggunakan ViPA.

Tabel 26. Estimasi biomassa pada keadaan tunak, hasil tangkapan, dan populasi kakap anggoli dengan berbagai tingkat mortalitas penangkapan ikan

Nilai tengah	Hasil tangkapan (dalam angka)	Populasi (N)	Mortalitas penangkapan (F)	Biomassa pada keadaan tunak (ton)
38	100	21.531,7	0,101	1,99
41	600	20.193,84	0,6276	2,37
44	300	18.398,84	0,3274	2,76
47	1,400	16.953,46	1,6411	3,8
50	2,300	14.487,1	3,1414	3,14
53	2,500	11.271,91	4,3382	2,9
56	3,000	8.051,56	7,6765	2,29
59	2,200	4.563,4	10,2881	1,44
62	1,500	2.095,73	18,8322	0,62
65	400	496,15	5,2	0,68

VPA kakap anggoli memberikan informasi penting mengenai dinamika populasi spesies ini dan dampak dari tekanan penangkapan. Kelas ukuran terkecil yang dianalisis, dengan nilai tengah sebesar 38 cm, menunjukkan populasi sekitar 21.531 ekor, tingkat mortalitas penangkapan yang rendah (F) yaitu sebesar 0,101, dan biomassa keadaan tunak sebesar 1,99 ton. Ketika nilai tengah meningkat menjadi 41 cm, populasinya sedikit menurun menjadi 20.193 ekor, sedangkan tingkat mortalitas penangkapan meningkat menjadi 0,6276, dan biomasanya meningkat menjadi 2,37 ton.

Kelas dengan nilai tengah 47 cm menunjukkan ukuran populasi sebesar 16.953 ekor dengan tingkat mortalitas penangkapan yang lebih tinggi yaitu 1,6411 dan biomassa sebesar 3,8 ton. Untuk kakap anggoli dengan nilai tengah 50 cm, populasinya semakin menurun menjadi 14.487 ekor dengan tingkat mortalitas penangkapan yang meningkat menjadi 3,1414 dan biomassa sebesar 3,14 ton. Kelas ukuran yang lebih besar menunjukkan dampak yang lebih nyata akibat tekanan penangkapan. Sebagai contoh, ikan dengan nilai tengah 53 cm memiliki populasi sebesar 11.271 ekor, tingkat mortalitas penangkapan mencapai 4,3382, dan biomassa sebesar 2,9 ton.

Penurunan yang signifikan terjadi pada kelas dengan nilai tengah 56 cm dan 59 cm, yang populasinya turun menjadi masing-masing 8.051 dan 4.563 ekor. Sejalan dengan itu, tingkat mortalitas penangkapan sangat tinggi, yaitu 7,6765 untuk kelas 56 cm dan 10,2881 untuk kelas 59 cm, dengan biomassa secara berturut-turut sebesar 2,29 dan 1,44 ton. Tingkat mortalitas penangkapan tertinggi yang mencapai 18,8322 terjadi pada kelas 62 cm, yang populasinya berkurang menjadi 2.095 ekor dan biomasanya menjadi 0,62 ton. Kelas ukuran terbesar yang dianalisis, dengan nilai tengah 65 cm, memiliki populasi terkecil yaitu 496 ekor, tingkat mortalitas penangkapan 5,2, dan biomassa sebesar 0,68 ton.

These findings highlight a clear pattern: as goldband snapper increase in size, their populations significantly decrease while experiencing dramatically higher fishing mortality rates. This indicates substantial fishing pressure on larger individuals, leading to considerable reductions in their biomass. The results underscore the urgent need for sustainable management practices to mitigate overfishing and protect goldband snapper populations.

### III.10.3. Red emperor

Red emperor, commonly known as one of the primary targets for bottom longliners in the Arafura Sea, is a major species caught by the demersal fishery in FMA 718. Table 14 below presents the results of the steady-state biomass estimation, derived from various fishing mortality rates and catch data based on landings at Probolinggo Port.

Table 27. Estimated steady-state biomass, catch, and population of red emperor with different fishing mortality rate

Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
38	100	28,925.93	0.0399	9.2
41	600	26,299.27	0.2505	11.03
44	300	23,286.84	0.1321	12.92
47	1,400	20,700.6	0.6682	14.54
50	2,300	17,190.62	1.2777	15.04
53	2,500	13,077.94	1.7503	14.21
56	3,000	9,139.58	3.0359	11.6
59	2,200	5,144.47	3.9116	7.72
62	1,500	2,378.1	6.456	3.7
65	400	644.12	1.65	4.45

The results of the VPA for red emperor in the Arafura Sea tell an interesting story about the health of this fish population and how fishing affects it. For the smallest size class, with a mid-length of 38 cm, there were 100 fish caught, leaving a population of about 28,926 individuals. These fish have a low fishing mortality rate of 0.0399 and a steady-state biomass of 9.2 tonnes. As the fish grow larger, the number of fish caught increases. For example, fish with a mid-length of 41 cm have a catch of 600, a population of 26,299, and a higher fishing mortality rate of 0.2505, resulting in a biomass of 11.03 tonnes.

The mid-length class of 47 cm shows a catch of 1,400 fish, with a population of 20,701 and a fishing mortality rate of 0.6682. The biomass here is 14.54 tonnes. Larger fish, such as those with a mid-length of 50 cm, have a catch of 2,300, a population of 17,191, and a fishing mortality rate of 1.2777, with a biomass of 15.04 tonnes. As the fish continue to grow, the population numbers and biomass begin to decrease significantly. For instance, fish with a mid-length of 56 cm have a catch of 3,000, a population of 9,140, and a high fishing mortality rate of 3.0359, with a biomass of 11.6 tonnes.

Temuan ini memperlihatkan pola yang jelas: seiring dengan bertambahnya ukuran kakap anggoli, populasinya menurun secara signifikan dan tingkat mortalitas akibat penangkapan ikan juga meningkat secara drastis. Ini mengindikasikan adanya tekanan penangkapan ikan yang cukup besar terhadap individu yang lebih besar, yang menyebabkan penurunan biomassa yang cukup besar. Hasil penelitian ini menekankan perlunya praktik pengelolaan yang berkelanjutan untuk memitigasi penangkapan ikan berlebihan dan melindungi populasi kakap anggoli.

### III.10.3. Kakap bongkok

Kakap bongkok, yang umumnya dikenal sebagai salah satu target utama kapal rawai dasar di Laut Arafura, merupakan spesies utama yang ditangkap oleh perikanan demersal di WPP 718. Tabel 14 di bawah ini menyajikan hasil estimasi biomassa pada keadaan tunak, yang diperoleh berdasarkan berbagai tingkat mortalitas penangkapan dan data tangkapan berdasarkan jumlah tangkapan yang didaratkan di Pelabuhan Probolinggo.

Tabel 28. Estimasi biomassa pada keadaan tunak, hasil tangkapan, dan populasi kakap bongkok dengan berbagai tingkat mortalitas penangkapan

Nilai tengah	Hasil tangkapan (dalam angka)	Populasi (N)	Mortalitas penangkapan (F)	Biomassa pada keadaan tunak (ton)
38	100	28.925,93	0,0399	9,2
41	600	26.299,27	0,2505	11,03
44	300	23.286,84	0,1321	12,92
47	1.400	20.700,6	0,6682	14,54
50	2.300	17.190,62	1,2777	15,04
53	2.500	13.077,94	1,7503	14,21
56	3.000	9.139,58	3,0359	11,6
59	2.200	5.144,47	3,9116	7,72
62	1.500	2.378,1	6,456	3,7
65	400	644,12	1,65	4,45

Hasil VPA kakap bongkok di Laut Arafura mengungkapkan aspek menarik tentang kesehatan populasi ikan ini dan bagaimana penangkapan ikan memengaruhinya. Untuk kelas ukuran terkecil, dengan nilai tengah 38 cm, ada 100 ekor ikan yang tertangkap, sehingga menyisakan populasi sekitar 28.926 ekor. Ikan-ikan ini memiliki tingkat mortalitas penangkapan yang rendah, yaitu 0,0399 dan biomassa pada keadaan tunak sebesar 9,2 ton. Seiring dengan pertumbuhannya, jumlah ikan yang tertangkap meningkat. Sebagai contoh, ikan dengan nilai tengah 41 cm memiliki jumlah tangkapan sebanyak 600 ekor, jumlah populasinya 26.299 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan yang lebih tinggi yaitu sebesar 0,2505, sehingga menghasilkan biomassa 11,03 ton.

Kelas dengan nilai tengah 47 cm menunjukkan hasil tangkapan sebanyak 1.400 ekor, dengan jumlah populasi sebanyak 20.701 ekor dan tingkat mortalitas ikan sebesar 0,6682. Biomassanya sebesar 14,54 ton. Ikan yang lebih besar, seperti ikan dengan nilai tengah 50 cm, memiliki jumlah tangkapan 2.300 ekor, populasi 17.191 ekor, dan tingkat mortalitas ikan mencapai 1,2777, dengan biomassa sebesar 15,04 ton. Seiring dengan pertumbuhannya, jumlah populasi dan biomassa ikan ini mulai menurun secara signifikan. Sebagai contoh, ikan dengan nilai tengah 56 cm memiliki jumlah tangkapan 3.000 ekor, populasi 9.140 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan yang tinggi yaitu sebesar 3,0359, dengan biomassa mencapai 11,6 ton.

The largest size class analyzed, with a mid-length of 65 cm, shows a catch of 400 fish, a drastically reduced population of 644 individuals, and a fishing mortality rate of 1.65, with a biomass of 4.45 tonnes. These results indicate that as red emperor increase in size, they face higher fishing pressures, leading to significant reductions in their population and biomass. This highlights the importance of implementing sustainable fishing practices to protect the larger, more vulnerable individuals in the population and ensure the long-term health of the species.

#### III.10.4. Crimson snapper

According to the LBSPR, the population status of the crimson snapper shows positive indicators, with a reproductive capacity of 37%, which is above the 20% threshold. However, it is essential to consider a precautionary approach due to the possibility of increased fishing pressure in the future. Table 15 below provides details on the steady-state biomass.

Table 29. Estimated steady-state biomass, catch, and population of crimson snapper with different fishing mortality rate

Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
38	100	157,830.7	0.0022	114.08
41	600	127,534.14	0.0148	122.27
44	300	100,183.36	0.0085	127.32
47	1400	76,547.89	0.0464	127.78
50	2300	55,298.63	0.0939	121.21
53	2500	36,876.53	0.1339	106.93
56	3000	22,086.96	0.2355	83.74
59	2200	10,704.28	0.3053	53.99
62	1500	3,762.53	0.5614	22.67
65	400	504.44	2.52	1.52

The VPA for the crimson snapper in the Arafura Sea provides a detailed view of the species' population dynamics and fishing pressures across different size classes. For the smallest size class, with a mid-length of 38 cm, the population is estimated at 157,831 individuals, with a low fishing mortality rate (F) of 0.0022 and a steady-state biomass of 114.08 tonnes. As the mid-length increases to 41 cm, the catch rises to 600, the population decreases to 127,534 individuals, and the fishing mortality rate increases to 0.0148, resulting in a biomass of 122.27 tonnes. Similarly, fish with a mid-length of 44 cm show a catch of 300, a population of 100,183, and a fishing mortality rate of 0.0085, with a biomass of 127.32 tonnes.

Kelas ukuran terbesar yang dianalisis, dengan nilai tengah 65 cm, menunjukkan hasil tangkapan sebanyak 400 ekor, populasinya berkurang drastis menjadi sebanyak 644 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan mencapai 1,65, dengan biomassa sebesar 4,45 ton. Hasil ini menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan ukuran, spesies kakap bongkok menghadapi tekanan penangkapan yang lebih tinggi, yang menyebabkan penurunan populasi dan biomassa yang signifikan. Data ini menekankan pentingnya penerapan praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan untuk melindungi individu yang lebih besar dan lebih rentan dalam populasi dan memastikan kesehatan jangka panjang spesies ini.

#### III.10.4. Kakap sawo

Berdasarkan data LBSPR, status populasi kakap sawo menunjukkan indikator yang positif, dengan kapasitas reproduksi sebesar 37%, yang berada di atas ambang batas 20%. Namun demikian, penting untuk mempertimbangkan pendekatan kehati-hatian karena kemungkinan peningkatan tekanan penangkapan di masa mendatang. Tabel 15 di bawah ini memberikan perincian tentang biomassa pada keadaan tunak.

Tabel 30. Estimasi biomassa pada keadaan tunak, hasil tangkapan, dan populasi kakap sawo dengan berbagai tingkat mortalitas penangkapan

Nilai Tengah	Hasil tangkapan (dalam angka)	Populasi (N)	Mortalitas penangkapan (F)	Biomassa pada keadaan tunak (ton)
38	100	157.830,7	0,0022	114,08
41	600	127.534,14	0,0148	122,27
44	300	100.183,36	0,0085	127,32
47	1400	76.547,89	0,0464	127,78
50	2300	55.298,63	0,0939	121,21
53	2500	36.876,53	0,1339	106,93
56	3000	22.086,96	0,2355	83,74
59	2200	10.704,28	0,3053	53,99
62	1500	3.762,53	0,5614	22,67
65	400	504,44	2,52	1,52

VPA kakap sawo di Laut Arafura memberikan gambaran terperinci mengenai dinamika populasi spesies ini dan tekanan penangkapan di berbagai kelas ukuran. Untuk kelas ukuran terkecil, yakni dengan nilai tengah 38 cm, populasinya diperkirakan mencapai 157.831 ekor, dengan tingkat mortalitas penangkapan yang rendah (F) yaitu 0,0022 dan biomassa pada keadaan tunak sebesar 114,08 ton. Ketika nilai tengah ini meningkat menjadi 41 cm, jumlah tangkapan meningkat menjadi 600 ekor, populasi menurun menjadi 127.534 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan meningkat menjadi 0,0148, sehingga biomasanya sebesar 122,27 ton. Demikian pula, ikan dengan nilai tengah 44 cm menunjukkan hasil tangkapan sebanyak 300 ekor, jumlah populasi 100.183 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan sebesar 0,0085, dengan biomassa mencapai 127,32 ton.

The mid-length class of 47 cm has a higher catch of 1,400 fish, a population of 76,548, and a fishing mortality rate of 0.0464, leading to a biomass of 127.78 tonnes. For the 50 cm size class, the catch increases to 2,300, the population drops to 55,299, and the fishing mortality rate rises to 0.0939, with a biomass of 121.21 tonnes. As the fish grow larger, the population and biomass continue to decrease significantly. For example, fish with a mid-length of 53 cm have a catch of 2,500, a population of 36,877, and a fishing mortality rate of 0.1339, resulting in a biomass of 106.93 tonnes.

The larger size classes show even more pronounced impacts of fishing pressure. Fish with a mid-length of 56 cm have a catch of 3,000, a population of 22,087, and a fishing mortality rate of 0.2355, with a biomass of 83.74 tonnes. For the 59 cm size class, the catch is 2,200, the population is 10,704, and the fishing mortality rate is 0.3053, resulting in a biomass of 53.99 tonnes. The highest fishing mortality rate of 2.52 is observed for fish with a mid-length of 65 cm, where the population is reduced to just 504 individuals, and the biomass is 1.52 tonnes.

Based on these findings, it indicates that as crimson snapper increase in size, their populations decrease significantly while experiencing higher fishing mortality rates. This suggests substantial fishing pressure on larger individuals, leading to considerable reductions in their biomass. The data underscores the need for sustainable fishing practices to protect the larger, more vulnerable individuals in the population and ensure the long-term health of the species in the Arafura Sea.



Kelas dengan nilai tengah 47 cm memiliki jumlah tangkapan yang lebih tinggi yaitu 1.400 ekor, jumlah populasi sebanyak 76.548 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan mencapai 0,0464, sehingga biomasanya sebesar 127,78 ton. Untuk kelas ukuran 50 cm, hasil tangkapan meningkat menjadi 2.300 ekor, jumlah populasi menurun menjadi 55.299 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan naik menjadi 0,0939 dengan biomassa sebesar 121,21 ton. Seiring pertumbuhannya, populasi dan biomassa ikan ini terus menurun secara signifikan. Sebagai contoh, ikan dengan nilai tengah 53 cm memiliki jumlah tangkapan sebesar 2.500 ekor, jumlah populasi sebanyak 36.877 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan mencapai 0,1339, sehingga biomasanya sebesar 106,93 ton.

Kelas ukuran yang lebih besar menunjukkan dampak yang lebih nyata akibat tekanan penangkapan. Ikan dengan nilai tengah 56 cm memiliki jumlah tangkapan sebanyak 3.000 ekor, jumlah populasi sebanyak 22.087 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapan yang mencapai 0,2355, sehingga biomasanya sebesar 83,74 ton. Untuk kelas ukuran 59 cm, jumlah tangkapannya yaitu 2.200 ekor, jumlah populasinya 10.704 ekor, dan tingkat mortalitas penangkapannya 0,3053, dengan biomassa sebesar 53,99 ton. Tingkat mortalitas penangkapan tertinggi sebesar 2,52 terjadi pada ikan dengan nilai tengah 65 cm, yang populasinya berkurang menjadi hanya 504 ekor dan biomasanya sebesar 1,52 ton.

Berbagai temuan ini mengindikasikan bahwa seiring dengan meningkatnya ukuran kakap sawo, populasinya menurun secara signifikan sedangkan tingkat mortalitas penangkapan yang dihadapi meningkat. Ini menunjukkan adanya tekanan penangkapan ikan yang cukup besar terhadap individu yang lebih besar, yang menyebabkan penurunan biomassa yang cukup besar. Data ini menekankan perlunya praktik penangkapan ikan yang berkelanjutan untuk melindungi individu yang lebih besar dan lebih rentan dalam populasi dan memastikan kesehatan jangka panjang spesies ini di Laut Arafura.

## IV. CONCLUSION

Red snapper is one of the most significant species group exploited by bottom longliners in the Arafura Sea due to its economic importance. However, the number of catch has continued to decline over time as observed in the major landing sites such as the Mayangan Port in Probolinggo, East Java.

The SPR findings indicate that there is improvement for two targeted species – the most landed saddletail snapper and the third most landed red emperor, both representing 1.96% of red snapper global catch. While the other two targeted species – the second most landed goldband snapper and the fourth/least landed crimson snapper representing 0.58% of global catch face decline as indicated by their current SPR values, the overall net volume with improved status still represents 1.38% of global catch.

Nonetheless, the populations of three key snapper species—saddletail snapper, goldband snapper, and red emperor—have dropped to dangerously low levels, falling below the crucial SPR threshold of 20%. Meanwhile, crimson snapper is just barely above this minimum level. Other warning signs, such as shifts in species composition and high fishing pressures shown by elevated fishing mortality rates, underscore the severe overfishing these species are facing. These findings highlight the immediate need for effective management to ensure the long-term sustainability of the snapper fishery in the ATS region.

Proper management is essential for the future of these fisheries. Sustainable practices will not only protect the environment but also provide lasting economic benefits to local communities, preventing the collapse of this valuable resource. Keeping the SPR above the threshold is vital for the resilience and health of snapper populations, which in turn supports the overall health of marine ecosystems. Implementing science-based management strategies, such as setting fishing quotas, creating protected areas, and establishing monitoring programs, is critical to help these snapper populations recover and thrive. This will ensure a sustainable fishery for future generations and uphold international conservation standards.

## IV. KESIMPULAN

Kakap merah merupakan salah satu kelompok spesies yang paling banyak dieksploitasi kapal rawai dasar di Laut Arafura karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Namun demikian, jumlah tangkapan terus menurun seiring waktu seperti yang diamati di lokasi pendaratan utama seperti Pelabuhan Mayangan di Probolinggo, Jawa Timur.

Temuan SPR menunjukkan bahwa ada peningkatan pada dua spesies target, yaitu kakap bambangan yang paling banyak didaratkan dan kakap bongkok yang paling banyak didaratkan ketiga, keduanya mewakili 1,96% tangkapan global kakap merah. Meskipun dua spesies target lainnya, yaitu kakap anggoli yang paling banyak didaratkan kedua dan kakap sawo yang paling sedikit didaratkan yang mewakili 0,58% tangkapan global mengalami penurunan seperti yang ditunjukkan oleh nilai SPR keduanya saat ini, total volume tangkapan bersih dengan status ditingkatkan dari dua spesies ini masih mewakili 1,38% tangkapan global.

Meskipun demikian, jumlah populasi ketiga spesies kakap utama ini, yaitu kakap bambangan, kakap anggoli, dan kakap bongkok, menurun ke tingkat yang sangat rendah hingga berada di bawah ambang batas SPR krusial 20%. Sementara itu, kakap sawo hanya sedikit di atas tingkat minimum ini. Tanda-tanda peringatan lainnya, seperti pergeseran komposisi spesies dan tekanan penangkapan yang tinggi, yang ditunjukkan dengan adanya tingkat mortalitas penangkapan yang tinggi, menunjukkan bahwa spesies-spesies ini mengalami penangkapan berlebihan yang sangat parah. Temuan-temuan ini menyoroti kebutuhan mendesak akan pengelolaan yang efektif untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang perikanan kakap di wilayah LAT.

Pengelolaan yang tepat sangat penting untuk masa depan perikanan ini. Praktik-praktik yang berkelanjutan tidak hanya akan melindungi lingkungan tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang berkelanjutan bagi masyarakat setempat, sehingga mencegah kehancuran sumber daya yang penting ini. Menjaga SPR di atas ambang batas sangat penting bagi ketahanan dan kesehatan populasi kakap, sehingga pada akhirnya akan mendukung kesehatan ekosistem laut secara keseluruhan. Menerapkan strategi pengelolaan berbasis ilmu pengetahuan, seperti menetapkan kuota penangkapan ikan, menciptakan kawasan lindung, dan membuat program pemantauan, sangat penting untuk membantu populasi kakap pulih dan berkembang pesat. Ini akan menjamin perikanan yang berkelanjutan untuk generasi mendatang dan menjunjung tinggi standar konservasi internasional.

## REFERENCES

- Allen, G.R. (1985). FAO Species Catalogue. Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop. 125(6):208 p. Rome: FAO. (Ref. 55).
- Badrudin, B., Wiadnyana, N., & Wibowo, B. (2017). Deep-Water Exploratory Bottom Long Lining In The Waters Of The Arafura Sea. Indonesian Fisheries Research Journal, 11(1), 41-46. Available at: Deep-Water Exploratory Bottom Long Lining in the Waters of the Arafura Sea.
- Branch, T. A. (2008). How do individual transferable quotas affect marine ecosystems? Fish and Fisheries, 9(1), 1-20.
- Carpenter, K.E. & Niem, V.H. (eds). (1999). FAO Species Identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 4. Bony fishes part 2 (Mugillidae to Carangidae). Rome, FAO. 199, pp 2069-2790.
- Cawthorn, D.M. & Mariani, S. (2017). Global Trade Statistics Lack Granularity to Inform Traceability and Management of Diverse and High-Value Fishes. Scientific reports, 7(1), 12852. doi:10.1038/s41598-017-12301-x.
- Froese, R., & Binohlan, C. (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. Journal of Fish Biology, 56(4), 758-773.
- Gastauer, S., Scouling, B., & Parsons, M. J. G. (2017). Estimates of variability of goldband snapper target strength and biomass in three fishing regions within the Northern Demersal Scalefish Fishery (Western Australia). Fisheries Research, 193, 250-262. Available at: Estimates of variability of goldband snapper target strength and biomass.
- Heppell, S. S., Heppell, S. A., Read, A. J., & Halpern, B. S. (2005). Effects of fishing on long-lived marine organisms. Marine Conservation Biology: The Science of Maintaining the Sea's Biodiversity, 211-231.
- Holden, M.J. & Raitt, D.F.S. (1974). Manual of Fisheries Science. FAO Fisheries Technical Papers 115. 214 p.
- Hutchings, J. A. (2005). Life history consequences of overexploitation to population recovery in Northwest Atlantic cod (*Gadus morhua*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62(4), 824-832. Available at: Life history consequences of overexploitation to population recovery in Northwest Atlantic cod.
- Knuckey, I. Fox, M., Greenberg, N., Hidayat, T., Thalo, N., Manuputty, J., Ribeiro L. and Koopman, M. (2022). EAFM Plan for Red Snapper Fisheries in the Arafura and Timor Seas (ATS). Arafura and Timor Seas Action Program Phase 2 (ATSEA-2), Bali, Indonesia. 73pp.
- Knuckey, I., Koopman, M., Fox, M. and N. Greenberg, (2021). An Ecosystem Approach to Fisheries Management for Red Snapper in the Arafura and Timor Seas – Fishery Baselines. Report to the Arafura and Timor Seas Ecosystem Action Phase 2 (ATSEA-2) Project, Bali, Indonesia. 68pp.

- Kuparinen, A., & Merilä, J. (2007). Detecting and managing fisheries-induced evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(12), 652-659. Available at: Detecting and managing fisheries-induced evolution.
- Marine Affairs and Fisheries Ministerial Decree No. 123 Year 2021 on Snapper and Grouper Fisheries Management Plan
- Marine Affairs and Fisheries Ministerial Decree No. 19 Year 2022 on Estimate of Fish Resource Potential, Total Allowable Catch and Fish Resource Utilisation in Fisheries Management Areas of Republic of Indonesia
- Morgan, M. J., & Colbourne, E. B. (1999). Effect of fishing on size at maturity of Atlantic cod (*Gadus morhua*) off Newfoundland and Labrador. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56(4), 822-833. [Link to source](#)
- Mous, P.J., I Gede, W.B., & Pet, J.S. (2020). Length-based stock assessment of a species complex in deepwater demersal fisheries targeting snapper in Indonesia Fishery Management Area WPP 718. The Nature Conservancy-IFCP Technical Paper AR\_718\_120820.
- Nakabo, T. (2000). *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*. Second Edition. Tokai University Press. 2-28-4, Tomigaya, Shibuya-ku, Tokyo
- Nuraini, S., & Ernawati, T. (2017). Changes to the red snapper fisheries in the Arafura Sea Fisheries Management Area. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 15(2), 9-16. Available at: [Changes to the Red Snapper Fisheries in the Arafura Sea](#).
- Ovenden, J.R., Lloyd, J., Newman, S., Keenan, C.P., & Slater, L.S. (2002). Spatial genetic subdivision between northern Australian and southeast Asian populations of *Pristipomoides multidens*: a tropical marine reef fish species. *Fisheries Research*, 59, 57-69. Available at: [Spatial genetic subdivision between northern Australian and southeast Asian populations](#)
- Ovenden, J.R., Salini, J., O'Connor, S., & Street, R. (2004). Pronounced genetic population structure in a potentially vagile fish species (*Pristipomoides multidens*, Teleostei; Perciformes; Lutjanidae) from the East Indies triangle. *Molecular Ecology*, 13. Available at: [Pronounced genetic population structure in a potentially vagile fish species](#)

# APPENDICES

## APPENDIX 1. FISHERIES BIOLOGICAL SAMPLING FORM

6/3/24, 3:10 PM

2\_Fisheries\_Biological\_Sampling

### 2. Fisheries Biological Sampling

#### Kode

STXXX. (S = Site, T= Trip ke, XXX=Ikan ke-). Kode Site Merauke=M, Kode Site Probolinggo = P. Contoh M1001 (Artinya, Merauke, Trip ke 1, Ikan ke-1)

---

#### Jenis Spesies

- Lutjanus malabaricus (Kakap Merah)
- Lutjanus erythropterus (Kakap Krimson, Sawo)
- Lutjanus sebae (Kakap Bongkok, Seto)
- Pristipomoides multidens (Kakap Anggoli)
- Lutjanus jonii (Kakap Jenaha)
- lainnya

#### Nama spesies

Jika menjawab lainnya

---

#### Panjang Total (cm)

---

#### Berat (gram)

---

#### Foto Sample Ikan

Click here to upload file. (< 5MB)

#### Jenis Kelamin

- Jantan
- Betina
- Tidak Terdeteksi

#### Tingkat Kematangan Gonad

- 1
- 2
- 3
- 4

#### Berat Gonad

---

<https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/a3KY6cEbYH8w7ZbstXsALS/summary>

1/2

6/3/24, 3:10 PM

2\_Fisheries\_Biological\_Sampling

**Foto Gonad**

Click here to upload file. (< 5MB)

**Catatan Khusus (Jika ada)**

---

## APPENDIX 2. DAILY FORM 1 ON DAILY SHIP LANDING

6/3/24, 2:39 PM

Form Harian 1 - Pendaratan Kapal Harian

**Nama Perusahaan/Agen**

---

**Lokasi Penangkapan**

*Kode Grid*

---

**Tanggal Berangkat**

yyyy-mm-dd

---

**Jenis Kapal**

- Penangkap  
 Pengangkut

**Jenis Alat Tangkap**

- Rawai Dasar  
 Jaring Insang Dasar  
 Jaring Insang Hanyut

**Jumlah Mata Pancing (buah)**

*Masukkan jumlah (angka) mata pancing yang digunakan*

---

**Panjang Jaring (meter)**

*Masukkan (angka) panjang jaring*

---

**Mesh size**

*berikan keterangan satuannya*

---

**Tinggi Jaring (meter)**

---

**Lama Melaut**

*jtHari*

---

**Jumlah ABK (orang)**

---

<https://kf.kobotoolbox.org/#/forms/aGdWxriZ3ZJ4pJ3qcMFpeB/summary>

2/6



**Estimasi Jumlah Total Tangkapan (kilogram)**

\_\_\_\_\_

**Estimasi Jumlah Total Tangkapan Kakap Merah Campur (kilogram)**

\_\_\_\_\_

**Kakap Merah (*L. malabaricus*) (kilogram)**

\_\_\_\_\_

**Seto (*L. sebae*) (kilogram)**

\_\_\_\_\_

**Jenaha (*L. johnii*) (kilogram)**

\_\_\_\_\_

**Sawu (*L. erythropterus*) (kilogram)**

\_\_\_\_\_

**Anggoli (*P. multidentis*) (kilogram)**

\_\_\_\_\_

**Angkui/gulama (Kakap Cina (*Pennahia* spp.)) (kilogram)**

\_\_\_\_\_

**Bawal/Bawal hitam/mona/bona (*Parastomateus niger*)**

\_\_\_\_\_

**Betet/kakatua (*Scarus* spp.)**

\_\_\_\_\_

**Bulan (*Argyrop spynifer*)**

\_\_\_\_\_

**Cobia/gabus laut (*Rachycentron canadum*)**

\_\_\_\_\_

Curut/sembilang/lele laut (*Plotosus spp*)

---

Dorang/bawal putih (*Pampus argentius*)

---

Ekor kuning (*L. vittatus*)

---

Guntur (*Aprion virescens*)

---

Hitam manis/Beronang (*Siganus spp.*)

---

Hiu karang (*Carcharhinus spp.*)

---

Jenggot (*Rhinoprenes pentanemus*)

---

Kaci kaci (*Diagramma pinctum*)

---

kakap batu (*Labotes surinamensis*)

---

Karang/Kakap merah karang/Jarang gigi (*L. argentimaculatus*)

---

Kerapu lumpur (*Ephinephelus spp.*)

---

Gebel (*Drepane spp.*)

---

**Kuro/suro (*Eleutheronema* spp.)**

---

**Layur (*Trichiurus* spp)**

---

**Lencam (*Lethrinus* lencam)**

---

**Malung (*Murraenosox* sp.)**

---

**Mata besar/swanggi (*Priacanthus* spp.)**

---

**Menganti/gerot-gerot (*Pomadasys* spp.)**

---

**Odul (*Rachycentron* canadum)**

---

**Otek/Aja'an/Manyung/Manyong (*Arius* spp.)**

---

**Padi-padi/Katamba (*Gymnocranius* griseus)**

---

**Pare/Pari (*Neotrygon* spp.)**

---

**Putih/kakap putih (*Lates calcarifer*)**

---

**Putihan/kuwe (*Caranx* spp)**

---

**Senangin (Polydactilus spp.)**

---

**Tangkur/Pogot/kambing-kambing (Abalistes spp.)**

---

**Tembel/Kakap tompel (L. monostigma)**

---

**Jika masih ada spesies ikan yang belum masuk list di atas, silakan tuliskan nama lokal disini**

---

## APPENDIX 3. DAILY FORM 2 ON GENERAL INFORMATION

6/3/24, 3:02 PM

Form Harian 2 - Informasi Umum

### Form Harian 2 - Informasi Umum

#### Site

- Probolinggo  
 Merauke

#### Lokasi

Contoh : TPI Mayangan, PPN Merauke, dsb

---

#### Pencatat

- YD  
 YT  
 AR  
 BU

#### Pengukur

- YD  
 YT  
 AR  
 BU

#### Tanggal dan Waktu Pencatatan

yyyy-mm-dd

hh:mm

---

#### Nama Kapal

---

#### Foto Kegiatan

Click here to upload file. (< 5MB)

#### Jabatan Saksi

---

#### Nama Saksi

---

**Tanda tangan saksi**

*Petugas pelabuhan/superviso*

---



## APPENDIX 4. DAILY FORM 3 ON FISH MEASUREMENT

6/3/24, 3:02 PM

Form Harian 3 - Pengukuran Ikan

### Form Harian 3 - Pengukuran Ikan

Nama Kapal

---

Tanda Selar Kapal

---

Jenis Spesies

- Lutjanus malabaricus (Kakap Merah)
- Lutjanus erythropterus (Kakap Krimson, Sawo)
- Lutjanus sebae (Kakap Bongkok, Seto)
- Pristipomoides multidens (Kakap Anggoli)
- Lutjanus jonii (Kakap Jenaha)
- lainnya

Foto Spesies

Click here to upload file. (< 5MB)

Panjang (cm)

---

Berat (gram)

---

## APPENDIX 5. DOCUMENTATION



Landing activities in Mayangan Port, Probolinggo





Women involvement in fishing activities at Mayangan Port, Probolinggo



Fisheries enumerators conducting biological sampling in Probolinggo




Gillnet fishing vessel in Merauke



Fisheries enumerators conducting biological sampling in Merauke



#### **ATSEA Regional Secretariat**

 Jl. Mertasari No. 140 Sidakarya,  
Denpasar 80224, Bali, Indonesia

 +62 361 448 4147

 [infoatsea@pemsea.org](mailto:infoatsea@pemsea.org)

 [www.atsea-program.com](http://www.atsea-program.com)