

**BIOLOGI POPULASI IKAN TONGKOL ABU-ABU *Thunnus tonggol*
(BLEEKER, 1851) DI PERAIRAN PESISIR, KECAMATAN PESISIR
TENGAH, KABUPATEN PESISIR BARAT, LAMPUNG**

SKRIPSI

Oleh

**RISTI WONDA
NPM 2114201035**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**BIOLOGI POPULASI IKAN TONGKOL ABU-ABU *Thunnus tonggol*
(BLEEKER, 1851) DI PERAIRAN PESISIR, KECAMATAN PESISIR
TENGAH, KABUPATEN PESISIR BARAT, LAMPUNG**

Oleh

RISTI WONDA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2026**

ABSTRAK

BIOLOGI POPULASI IKAN TONGKOL ABU-ABU *Thunnus tonggol* (BLEEKER, 1851) DI PERAIRAN PESISIR , KECAMATAN PESISIR TENGAH, KABUPATEN PESISIR BARAT, LAMPUNG

Oleh

RISTI WONDA

Tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) merupakan ikan yang bernilai ekonomis tinggi yang banyak dimanfaatkan di perairan Pesisir Lampung. Tingginya permintaan pasar mendorong aktivitas penangkapan secara intensif dan berkesinambungan, sehingga berpotensi menimbulkan pendugan *overfishing*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aspek biologi populasi dan kondisi stok ikan tongkol abu-abu di perairan Pesisir Barat Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember-Februari 2025, bertempat di TPI Kuala Stabas, Kecamatan Pesisir Tengah, Kabu-paten Pesisir Barat, Lampung. Metode yang digunakan pada penelitian yaitu metode *simple ramdom sampling* dan wawancara. Analisis data dilakukan meng-gunakan Microsoft Excel, FISAT II, serta aplikasi *The Barefoot Ecologist's Toolbox*. Hasil sebaran frekuensi panjang cagak ikan tongkol abu-abu yang tertangkap berada pada kisaran 11 hingga 50,9 cm FL dengan total individu sampel sebanyak 644 ekor. Pola pertumbuhan bersifat alometrik positif dengan nilai $a = 0,0081$, $b = 3,3218$, dan faktor kondisi sebesar 1,02. Parameter pertumbuhan cepat pada fase awal dan mengalami perlambatan mendekati panjang asimtotik (L_{∞}) sebesar 57 cm (FL), K sebesar $0,51 \text{ tahun}^{-1}$ dan t_0 sebesar -0,572 tahun. Nilai mortalitas penangkapan (F) sebesar $2,27 \text{ tahun}^{-1}$ lebih tinggi dibandingkan mortalitas alami (M) sebesar $0,98 \text{ tahun}^{-1}$, dan laju eksploitasi sebesar 0,69 per tahun. Rekrutmen terjadi satu kali puncak pada bulan September. Analisis LB-SPR menggambarkan terjadi tingkat pemanfaatan yang tinggi dengan nilai SPR sebesar 1% , mengindikasikan kondisi stok yang terancam.

Kata Kunci: Biologi Populasi, *Overfishing*, Pertumbuhan, Tongkol Abu-Abu

ABSTRACT

POPULATION BIOLOGY OF LONGTAIL TUNA *Thunnus tonggol* (BLEEKER, 1851) IN THE COASTAL WATERS OF PESISIR, PESISIR TENGAH DISTRICT, PESISIR BARAT REGENCY, LAMPUNG

By

RISTI WONDA

Longtail tuna (*Thunnus tonggol*) is an economically important pelagic species intensively exploited in the coastal waters of West Pesisir, Lampung, where increasing market demand has led to continuous fishing pressure with limited consideration of sustainability, raising concerns about *overfishing*. This study aimed to analyze the population biological characteristics and assess the stock status of *T. tonggol* in these waters. Sampling was conducted from December 2024 to February 2025 at the Kuala Stabas Fish Landing Site (TPI), Central Pesisir District, West Pesisir Regency, Lampung, using a simple random sampling approach and fisher interviews, with data analyzed using Microsoft Excel, FISAT II, and *The Barefoot Ecologist's Toolbox*. A total of 644 individuals were examined, with fork lengths ranging from 11 to 50.9 cm FL. The length–weight relationship indicated positive allometric growth ($a = 0.0081$; $b = 3.3218$), and the mean condition factor was 1.02. Growth parameters suggested rapid growth at early life stages, followed by a gradual slowdown toward an asymptotic length (L_{∞}) of 57 cm FL, with a growth coefficient (K) of 0.51 year^{-1} and a theoretical age at zero length (t_0) of -0.572 years. Fishing mortality ($F = 2.17 \text{ year}^{-1}$) exceeded natural mortality ($M = 0.98 \text{ year}^{-1}$), resulting in an exploitation rate (E) of 0.69. Recruitment exhibited a single annual peak in September, while LB-SPR analysis indicated severe exploitation, with an estimated spawning potential ratio (SPR) of only 1%, suggesting that the stock is in a threatened condition.

Keywords: *Population Biology, Overfishing, Growth, Longtail Tuna*

Judul skripsi

: BIOLOGI POPULASI IKAN TONGKOL ABU-
ABU *Thunnus tonggol* (BLEEKER, 1851) DI
PERAIRAN PESISIR, KECAMATAN PESISIR
TENGAH, KABUPATEN PESISIR BARAT,
LAMPUNG

Nama Mahasiswa

: Risti Wonda

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114202035

Program Studi

: Sumberdaya Akuatik

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Herman Yulianto, S.Pi., M.Si.
NIP. 197907182008121002

Muhammad Reza, S.Pi., M.Si.
NIP. 199403252022031008

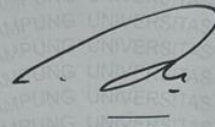
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

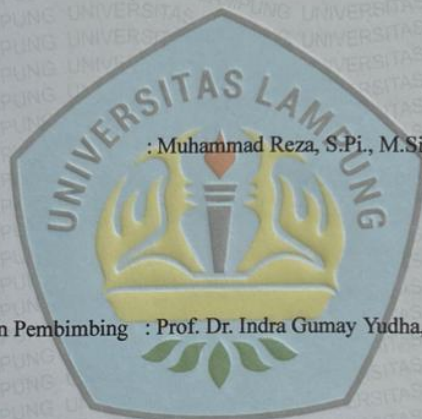
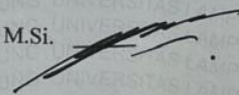
Ketua : Herman Yulianto, S.Pi., M.Si.



Sekretaris : Muhammad Reza, S.Pi., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dekan Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi: 15 Januari 2026

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risti Wonda
Npm : 2114201035
Judul Skripsi : Biologi Populasi Ikan Tongkol Abu-Abu *Thunnus tonggol*
(Bleeker, 1851) di Peraian Pesisir, Kecamatan Pesisir
Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis adalah murni hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya peroleh. Skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari tim dosen pembimbing. Karya tulis ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari karya orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap bertanggung jawab.

Bandar Lampung, 23 Febuari 2026



Risti Wonda

NPM. 2114201035

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Kebuayan, Kecamatan Karya Penggawa, Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung, pada tanggal 21 April 2002 sebagai anak dari pasangan suami istri Bapak Kholik Muhtar dan Ibu Arwani. Penulis menempuh pendidikan formal dari pendidikan dasar di SDN 1 Kebuayan pada tahun 2008 – 2014, dilanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Karya Penggawa pada tahun 2014 – 2017, dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Pesisir Tengah pada tahun 2017 – 2020.

Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang pendidikan tinggi di Program Studi Sumber Daya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021. Penulis pernah aktif pada organisasi Purna Paskibraka Indonesia (PPI) Provinsi Lampung, dan pernah aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Forum Studi Islam Fakultas Pertanian (FOSI FP) sebagai anggota pada periode 2022 – 2023. Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Fisiologi Hewan Air pada tahun 2023, Limnologi Kelas Sumberdaya Akuatik pada tahun 2024, Ekotoksikologi Perairan pada tahun 2024, dan Limnologi Kelas Budidaya Perairan pada tahun 2024. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kiling-Kiling, Kecamatan Negeri Besar, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung selama 40 hari pada bulan Januari-Februari 2024. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Patra Tani BRPPUPP Palembang, Sumatera Selatan.

Untuk orang tua tercinta, Ibu Arani dan Bapak Kholik Muhtar,
yang tiada henti selalu mendoakan yang terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Biologi Populasi Ikan Tongkol Abu-Abu Thunnus tonggol (Bleeker, 1851) di Perairan Pesisir , Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan FP Unila;
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan;
3. Herman Yulianto, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Muhammad Reza, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
5. Prof. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Penguji Utama;
6. Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Kedua orang tua, Ibu Arwani dan Bapak Kholik Muhtar.

Bandar Lampung, Febuari 2026

Risti Wonda

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pikir	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tongkol Abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Tongkol Abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	5
2.1.2 Habitat dan Penyebaran Tongkol Abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	7
2.2 Alat Tangkap Ikan Tongkol Abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	8
2.2.1 Pancing Ulur (<i>Hand Line</i>)	9
2.2.2 Pancing Rawai (<i>Long Line</i>)	11
2.2.3 Jaring Insang (<i>Gill net</i>)	12
2.3 Pola Pertumbuhan	13
2.3.1 Sebaran Frekuensi Panjang Ikan	13
2.3.2 Hubungan Panjang Berat	14
2.3.3 Faktor Kondisi	15
2.4 Parameter Pertumbuhan	16
2.5 Pola Rekrutmen	17
2.6 Laju Mortalitas	17
2.6 Laju Eksploitasi	18
2.8 Metode Bhattacharya	19
2.9 FISAT II (<i>Fisheries Stock Assessment Tools II</i>)	20
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Metode Penelitian	22
3.4 Metode Pengumpulan Data	24

3.5. Analisis Data	25
3.5.1 Pola Pertumbuhan	26
3.5.2 Parameter Pertumbuhan	28
3.5.3 Pola Rekrutmen.....	28
3.5.4 Laju Mortalitas	29
3.5.5 Laju Eksploitasi	29
3.5.6 <i>Length-Based Spawning Potential Ratio (LB-SPR)</i>	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Deskripsi Penangkapan Ikan Tongkol Abu-Abu.....	31
4.1.1 Alat Tangkap Pancing	31
4.1.2 Alat Tangkap Jaring Insang (<i>Gill net</i>)	33
4.1.3 Armada Kapal	35
4.1.4 Nelayan	36
4.1.5 Lokasi Penangkapan	37
4.2 Dinamika Populasi Ikan Tongkol Abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	38
4.2.1 Sebaran Panjang dan Berat Ikan Tongkol Abu-abu	38
4.2.2 Hubungan Panjang dan Berat Ikan Tongkol Abu-abu	40
4.2.3 Faktor Kondisi	43
4.2.4 Pendugaan Kelompok Umur.....	44
4.2.5 Parameter Pertumbuhan	46
4.2.6 Pola Rekrutmen.....	48
4.2.7 Mortalitas dan Laju Eksploitasi	50
4.2.8 Analisis Yield/Recruit (Y/R) dan Biomassa/Recruit (B/R).....	52
4.2.9 <i>Length-Based Spawning Potential Ratio (LB-SPR)</i>	55
V. SIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Simpulan	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	68

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat dan bahan penelitian	22
2. Kebutuhan data penelitian.....	25
3. Kriteria status pemanfaatan sumber daya ikan berdasarkan SPR	30
4. Karakteristik alat tangkap pancing ulur dan umpan.....	32
5. Karakteristik alat tangkap pancing rawai dan umpan	32
6. Karakteristik Alat Tangkap Jaring Insang (<i>Gill net</i>)	34
7. Pola pertumbuhan ikan tongkol abu-abu di berbagai lokasi penelitian.	42
8. Analisis pemisahan kelompok umur (kohort) ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	46
9. Parameter pertumbuhan ikan tongkol abu-abu di berbagai lokasi penelitian	48
10. Mortalitas ikan tongkol abu-abu di berbagai lokasi penelitian	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran penelitian	4
2. Morfologi tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>).....	6
3. Konstruksi pancing ulur	9
4. Konstruksi pancing rawai.....	12
5. Konstruksi jaring insang (<i>gill net</i>).....	12
6. Peta lokasi penelitian.....	21
7. Alur penelitian.....	23
8. Pengukuran <i>fork length</i> ikan tongkol abu-abu	24
9. Persiapan jaring insang (<i>Gill net</i>).....	35
10. Kapal yang ada di TPI Kuala Stabas	35
11. Wawancara dengan nelayan	36
12. Peta grid perikanan (<i>Fisheries Grid</i>) di perairan Lampung	37
13. Lokasi penangkapan ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	38
14. Sebaran frekuensi panjang tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	39
15. Sebaran frekuensi bobot tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	39
16. Hubungan panjang berat ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>).....	41
17. Faktor kondisi ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>).....	43
18. Pemisahan kelompok umur ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	45
19. Kurva pertumbuhan von Bertalanffy ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>).....	47
20. Pola rekrutmen ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	49
21. Kurva mortalitas dan laju eksploitasi ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	50

22. Nilai Y/R dan B/R ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	53
23. <i>Isopleth</i> Y/R dan B/R ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>)	54
24. Rasio potensi pemijahan ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tonggol</i>).....	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Pesisir Barat merupakan salah satu daerah di Lampung yang memiliki luas wilayah daratan $\pm 2.907,23 \text{ km}^2$ yang terbagi menjadi 11 kecamatan, 116 pekon/desa dan 2 kelurahan. Letak geografis Kabupaten Pesisir Barat yang menghadap langsung ke Samudra Hindia dan memiliki garis pantai yang panjang menjadikan Pesisir Barat memiliki beragam kekayaan hasil laut. Wilayah pesisir Kabupaten Pesisir Barat didominasi oleh masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan perikanan tangkap. Kuala Stabas berperan sebagai salah satu tempat pendaratan ikan pelagis, baik berukuran besar maupun kecil, yang berasal dari perairan Samudra Hindia. Kuala Stabas menjadi tempat pendaratan hasil tangkapan nelayan dari Kecamatan Pesisir Tengah, Lemong, serta Bengkunt (Tilohe *et al.*, 2014).

Perairan Pesisir Barat termasuk dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-NRI) 572 yang memiliki potensi besar dari sisi sumber daya ikan (Fatoni *et al.*, 2021). Hasil tangkapan yang diperoleh wilayah Pesisir Barat didominasi oleh ikan pelagis besar (Sari *et al.*, 2020). Spesies utama dalam kelompok tersebut meliputi tuna, cakalang, serta tongkol, termasuk di dalamnya tongkol abu-abu. Nelayan Pesisir Barat memanfaatkan berbagai jenis alat tangkap untuk memperoleh ikan tongkol, antara lain pancing ulur, pancing rawai, pukat pantai, dan *gill net*. Menurut Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pesisir Barat (2024) jumlah hasil tangkapan nelayan selama 2019 mencapai 10.442,74 ton yang didominasi oleh ikan tongkol mencapai 1.923,30 ton, dan terjadi peningkatan pada tahun 2023 mencapai 15.376 ton yang didominasi oleh ikan tongkol mencapai 3.197 ton.

Penangkapan ikan tongkol di Kabupaten Pesisir Barat mengalami peningkatan pada setiap tahunnya yang dapat menyebabkan pendugaan *overfishing* (penangkapan berlebih). Tingginya intensitas penangkapan disebabkan karena ikan tongkol abu-abu memiliki nilai ekonomis yang tinggi, sehingga memicu permintaan pasar dalam jumlah besar. Kondisi ini mendorong nelayan untuk melakukan penangkapan terus-menerus tanpa mempertimbangkan kelangsungan hidup sumber daya perikanan. Ikan tongkol abu-abu merupakan ikan yang terdistribusi merata di perairan Samudra Hindia dengan jumlah yang cukup melimpah. Tekanan penangkapan terus-menerus dapat mengurangi stok ikan tongkol abu-abu yang tersedia di alam (Harlyan et al., 2024).

Menurut Sparre dan Venema (1999), stok merupakan kelompok individu dari suatu spesies yang menunjukkan kesamaan karakteristik biologis, khususnya laju pertumbuhan dan tingkat mortalitas, serta menempati area geografis tertentu sebagai habitatnya. Agar stok ikan tongkol abu-abu dapat optimal dalam pemanfaatannya maka dilakukan pengkajian stok. Pengkajian stok tersebut bertujuan untuk mengetahui pola dan model pertumbuhan ikan, sehingga dalam waktu yang panjang hasil tangkap dengan ikan dapat maksimal dan dalam jumlah yang optimum (Mawarida, 2021). Dalam menjaga stok ikan Peraturan Kementerian KP No. 22/2021 membuat kebijakan tentang Penyusunan Rencana Pengelolaan Perikanan dan Lembaga Pengelola Perikanan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia menetapkan kebijakan pengelolaan perikanan berkelanjutan dengan tujuan menjaga ketersediaan sumber daya perikanan.

Berdasarkan pemaparan tersebut, diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai aspek biologi populasi tongkol abu-abu sebagai landasan dalam penerapan pengelolaan perikanan berkelanjutan. Penelitian ini membahas tentang pola dan parameter pertumbuhan, laju mortalitas, laju eksploitasi, pola rekrutmen, *yield per recruit* (Y/R), *biomass per recruit* (B/R), dan *length-based spawning potential ratio* (LB-SPR) ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*). Hasil dari penelitian ini dapat menjadi bahan untuk dibuat peraturan dan kebijakan lebih lanjut tentang pemanfaatan sumber daya perikanan khususnya di wilayah Kuala Stabas Kabupaten Pesisir Barat.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis aspek biologi populasi ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) di perairan pesisir, Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung.
2. Menganalisis kondisi stok ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) di perairan pesisir, Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu:

1. Bagi akademisi

Sebagai sumber referensi dan bahan perbandingan untuk penelitian selanjutnya yang membahas biologi populasi ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tongkol*) di perairan pesisir Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung

2. Bagi instansi terkait

Memberikan informasi tentang kondisi sumber daya ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tongkol*) di perairan pesisir untuk digunakan oleh pemerintah dan lembaga terkait dalam pembuatan kebijakan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan.

3. Bagi nelayan dan masyarakat sekitar

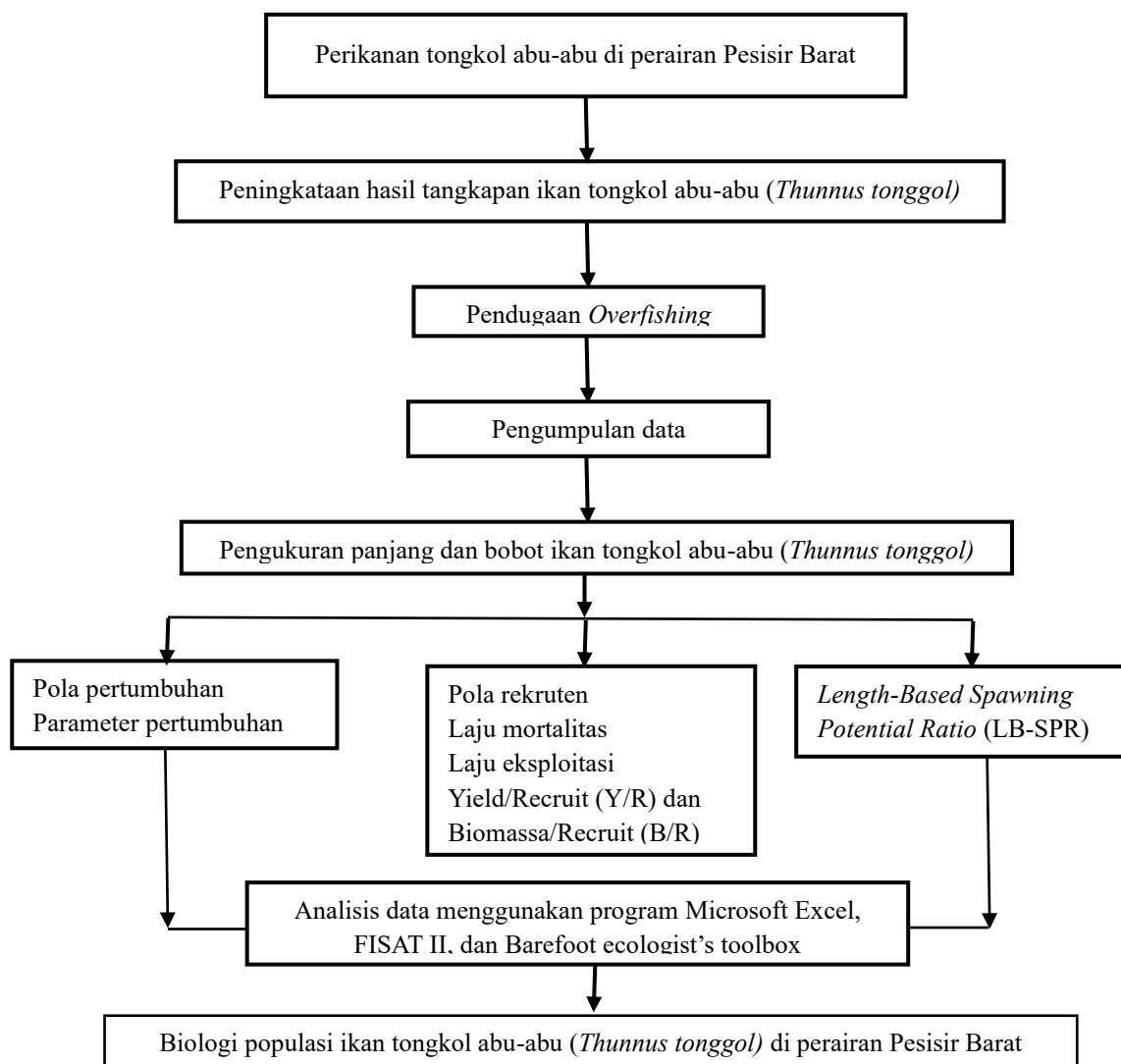
Memberikan pemahaman dan informasi kepada nelayan serta masyarakat sekitar mengenai pentingnya menjaga kelestarian sumber daya perikanan secara berkelanjutan melalui penggunaan alat tangkap yang ramah lingkungan.

1.4 Kerangka Pikir

Tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) merupakan salah satu komoditas ikan yang ada di perairan pesisir, Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung. Tingginya minat masyarakat terhadap ikan tongkol abu-abu menyebabkan permintaan pasar semakin tinggi, sehingga usaha penangkapan ikan tongkol abu-abu semakin meningkat. Kegiatan penangkapan yang tinggi terhadap

ikan tongkol abu-abu mengakibatkan penurunan stok, dan lama kelamaan berdampak terhadap kepunahan. Dengan demikian perlu adanya pengkajian stok ikan tongkol abu-abu di perairan Pesisir Barat.

Penelitian ini menerapkan metode *simple random sampling* serta teknik wawancara dalam pengumpulan data. Data yang dibutuhkan mencakup pengukuran panjang dan bobot ikan. Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis pola pertumbuhan, parameter pertumbuhan, pola rekrutmen, laju mortalitas, tingkat eksploitasi, *yield per recruit* (Y/R), *biomass per recruit* (B/R), serta *length-based spawning potential ratio* (LB-SPR). Seluruh data yang telah didapatkan kemudian dianalisis menggunakan program Microsoft Excel, FISAT II (FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools) dan The Barefoot Ecologist's. Kerangka pemikiran penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tongkol Abu-abu (*Thunnus tonggol*)

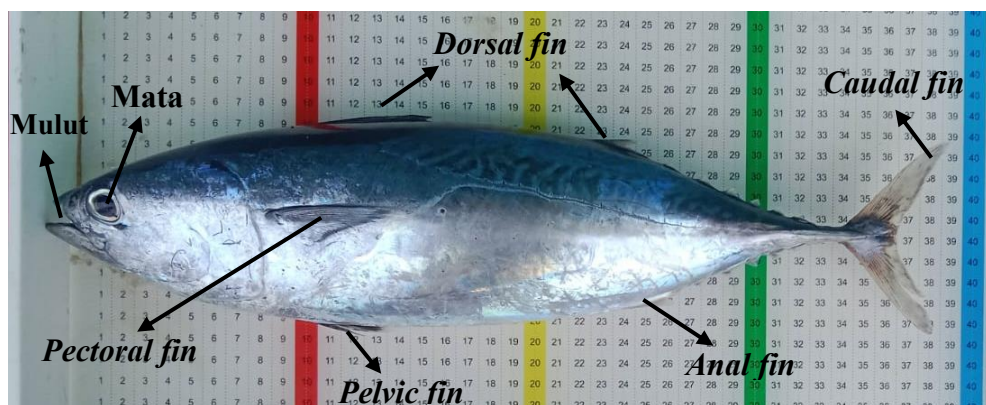
Ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) atau sebagai *longtail tuna* merupakan salah satu ikan pelagis bernilai ekonomis tinggi dan berperan penting dalam industri perikanan di Indonesia. Spesies ini memiliki sebaran yang luas dan dapat dijumpai di berbagai wilayah perairan dunia, khususnya di daerah tropis hingga subtropis. Berbeda dengan jenis tuna lainnya, *Thunnus tonggol* umumnya menghuni perairan dangkal dengan kedalaman kurang dari 200 meter, terutama di wilayah pesisir yang berdekatan dengan daratan atau gugusan pulau. Secara taksonomi, ikan tongkol abu-abu termasuk dalam genus *Thunnus* dan diklasifikasikan sebagai spesies tuna dengan ukuran tubuh terbesar kedua terkecil dari total delapan spesies yang ada (Pratiwi & Kartika, 2022).

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol*)

Klasifikasi tongkol abu-abu menurut White et al. (2013), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Teleostei
Ordo	: Perciformes
Subordo	: Scombroidei
Famili	: Scombridae
Genus	: <i>Thunnus</i>
Spesies	: <i>Thunnus tonggol</i>

Ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*)), juga dikenal sebagai tuna kecil, dari family Scombridae yang meliputi tongkol, tuna, dan cakalang (bonito). Ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) memiliki tubuh berbentuk *fusiform* yang memanjang dengan penampang melintang cenderung membulat. Karakteristik morfologi tersebut mendukung kemampuan renang yang cepat dan efisien di perairan pelagis. Bagian kepala berbentuk meruncing dengan bukaan mulut relatif lebar dan sedikit mengarah ke bawah, dilengkapi dengan gigi yang kuat pada rahang atas dan bawah, serta termasuk dalam tipe mulut terminal. Secara anatomi, ikan tongkol abu-abu memiliki susunan sirip yang lengkap, meliputi sepasang sirip dada (*pectoral fin*), sepasang sirip perut (*pelvic fin*), dua sirip punggung (*dorsal fin*), satu sirip dubur (*anal fin*), dan satu sirip ekor (*caudal fin*) (Griffiths *et al.*, 2010). Pola pewarnaan tubuh ditandai dengan warna biru tua hingga kehitaman pada bagian punggung dan kepala, disertai garis-garis gelap pada area punggung yang tidak bersisik di atas garis sisi. Sementara itu, bagian perut berwarna putih. Perbedaan warna antara bagian dorsal yang lebih gelap dan ventral yang lebih terang dikenal sebagai *counter shading*, yang berfungsi sebagai mekanisme kamuflase alami untuk mengurangi risiko predasi di habitat perairan terbuka (Rizki, 2023). Morfologi tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*).

2.1.2 Habitat dan Pesebaran Tongkol Abu-abu (*Thunnus tonggol*)

Habitat adalah lingkungan dengan kondisi tertentu di mana suatu spesies atau komunitas hidup. Habitat yang baik akan secara normal mendukung perkembangan organisme yang hidup di dalamnya. Ikan tongkol memiliki sifat cenderung membentuk kelompok (*school*) multi spesies berdasarkan ukuran. Menurut Ma'mun et al. (2019), suhu yang disukai ikan pelagis khususnya ikan tongkol abu-abu antara 16-26°C, dengan suhu optimum 28-29°C dengan kadar salinitas 33-35 per mil. Ikan tongkol lebih aktif mencari makan pada waktu siang hari dari pada malam hari dan merupakan ikan karnivora. Ikan tongkol umumnya menjadikan udang, cumi-cumi, serta ikan teri sebagai komponen utama dalam pola makan alaminya. (Collete & Nauen, 1983).

Ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) termasuk kelompok tuna yang memiliki kemampuan migrasi jarak jauh dan umumnya menghuni perairan tropis hingga subtropis. Keberadaan dan distribusi spesies ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan tempat hidupnya. Faktor-faktor seperti suhu permukaan laut, ketersediaan sumber makanan, serta pola migrasi berperan penting dalam menentukan sebaran spasial ikan tongkol (Syajidah *et al.*, 2024). Pergerakan ikan tongkol biasanya berlangsung secara berkelompok sebagai respons terhadap kebutuhan dalam siklus hidupnya, sekaligus sebagai upaya untuk menghindari kondisi lingkungan yang kurang mendukung. Migrasi pada spesies ini pada umumnya didorong oleh tiga tujuan utama, yaitu memperoleh sumber pakan, menemukan lokasi yang sesuai untuk pemijahan, serta mencari lingkungan perairan yang optimal bagi fisiologi tubuhnya, seperti suhu, arus, dan tingkat salinitas. Pada fase dewasa, aktivitas pemijahan ikan tongkol abu-abu umumnya berlangsung di perairan pesisir atau daerah yang berdekatan dengan pantai (Collette & Nauen, 1983).

Sebaran ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) di wilayah perairan Indonesia mencakup Samudra Hindia, Samudra Pasifik, serta berbagai perairan di kawasan Indonesia bagian timur. Di wilayah Samudra Hindia, spesies ini banyak dijumpai di perairan barat Sumatra, selatan Jawa, Bali, hingga Nusa Tenggara. Sementara itu, di kawasan Indonesia bagian timur, keberadaannya tercatat di Laut

Sulawesi, Laut Maluku, Laut Arafura, Laut Banda, Laut Flores, serta Selat Makassar. Ikan tongkol abu-abu umumnya tertangkap di perairan dengan kedalaman relatif dangkal dan termasuk dalam kelompok ikan pelagis besar yang aktivitas hidupnya dominan berada pada lapisan permukaan hingga kolom air bagian atas. Dalam aktivitas mencari makan, spesies ini cenderung memanfaatkan daerah pertemuan arus laut maupun zona percampuran massa air bersuhu hangat dan dingin. Selain itu, ikan tongkol abu-abu memiliki perilaku hidup berkelompok (*schooling*) dan sering dijumpai berasosiasi dengan rumpon sebagai salah satu habitat favoritnya (Moria *et al.*, 2009).

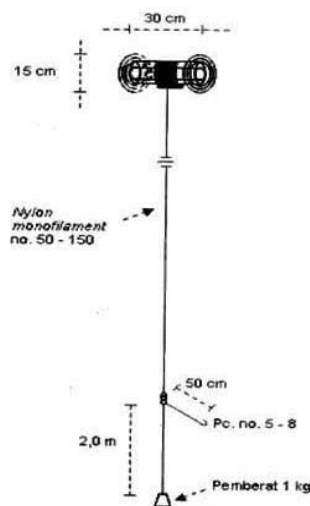
2.2. Alat Tangkap Ikan Tongkol Abu-abu (*Thunnus tonggol*)

Tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) merupakan salah satu jenis ikan pelagis yang paling banyak dimanfaatkan karena tingkat penangkapan yang tinggi. Karena nilai ekonominya yang signifikan dan permintaan pasar yang terus meningkat, spesies ini menjadi target utama perikanan tangkap di berbagai wilayah perairan. Penangkapan tongkol abu-abu dilakukan di berbagai negara dengan berbagai jenis alat tangkap. Penangkapan umumnya menggunakan alat tangkap seperti *purse seine*, *longline tuna*, dan *pole and line*, yang disesuaikan dengan karakteristik perairan dan perilaku ikan target di wilayah Indo-Pasifik (Griffiths *et al.*, 2019).

Sementara itu, di Indonesia, penangkapan tongkol abu-abu sebagian besar dilakukan oleh perikanan skala kecil hingga menengah dengan menggunakan alat tangkap tradisional maupun semi-modern. Alat tangkap yang umum digunakan meliputi pancing ulur, pancing rawai, pukot pantai, serta jaring insang (*gill net*). Keberagaman penggunaan alat tangkap tersebut mencerminkan tingginya tingkat pemanfaatan sumber daya tongkol abu-abu di perairan Indonesia serta menunjukkan pentingnya penerapan pengelolaan perikanan yang berkelanjutan guna menjaga kelestarian stok di alam (FAO, 2020).

2.2.1 Pancing Ulur (*Hand Line*)

Pancing ulur merupakan salah satu alat penangkapan ikan yang banyak dimanfaatkan oleh nelayan tradisional dalam kegiatan penangkapan di laut. Alat tangkap ini diklasifikasikan sebagai alat tangkap pasif dan dikenal memiliki dampak lingkungan yang relatif rendah. Pancing ulur atau *hand line* termasuk ke dalam kelompok alat tangkap *line fishing* dengan konstruksi serta metode pengoperasian yang sederhana dibandingkan jenis alat tangkap lainnya. Secara umum, pancing ulur tersusun atas beberapa komponen utama, yaitu tali pancing (*line*), mata pancing (*hook*), dan umpan (*bait*) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Ukuran mata pancing serta diameter tali yang digunakan disesuaikan dengan ukuran dan jenis ikan target yang akan ditangkap. Panjang tali utama umumnya berkisar antara 100 hingga 120 meter dalam satu gulungan. Untuk penangkapan ikan pelagis berukuran besar digunakan tali bernomor 700–1.000, sedangkan untuk ikan pelagis berukuran kecil digunakan tali dengan nomor 100–150. Bahan tali pancing yang umum digunakan adalah monofilamen karena memiliki kekuatan dan fleksibilitas yang sesuai untuk kegiatan penangkapan (Marasabessy *et al.*, 2021).



Gambar 3. Konstruksi Pancing Ulur

Sumber: Marasabessy *et al.* (2021).

Pengoperasian pancing ulur dilakukan oleh satu orang dengan ditarik oleh tangan (Aprilia, 2018). Menurut Marasabessy et al. (2021), ada beberapa tahapan untuk melakukan operasional alat tangkap pancing ulur, tahapan tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Persiapan

Nelayan mempersiapkan peralatan mereka sebelum menuju daerah penangkapan. Untuk menghindari kerusakan, kegiatan ini melibatkan memeriksa kondisi alat pancing, terutama tali pancing. Untuk menghindari putus saat penarikan, tali baru digunakan untuk menggantikan tali yang sudah aus atau rapuh. Nelayan kemudian berangkat menuju lokasi penangkapan setelah seluruh peralatan dinyatakan siap. Operasi penangkapan dimulai dengan menentukan lokasi yang dianggap cocok untuk memancing.

2. *Setting*

Proses penurunan pancing ke dalam air disebut *setting*. Pada tahap ini, pancing harus diturunkan secara hati-hati untuk menghindari tali saling terbelit. Sebelum pancing dilemparkan, pemberat dan umpan diletakkan terlebih dahulu di atas mata pancing. Selama operasi, alat tangkap biasanya diperiksa setiap 1-2 jam. Sebagaimana dijelaskan oleh Siswoko et al. (2013), *setting* adalah proses pelepasan mata pancing dan senar dari rol hingga mencapai kedalaman tertentu.

3. *Immersing*

Immersing merupakan fase menunggu hingga ikan memakan umpan yang telah diturunkan. Pada titik ini, lama waktu yang dibutuhkan untuk menunggu bervariasi, tergantung pada berapa banyak ikan target yang ada di lokasi penangkapan. Tidak semua tempat penangkapan ikan memiliki ikan tuna atau tongkol tersedia. *Immersing* terjadi ketika mata pancing dan pemberat dilemparkan hingga benang senar terulur ke kedalaman tertentu, menurut Siswoko et al. (2013). Waktu yang dibutuhkan antara tiga dan lima menit untuk setiap siklus operasi, setelah itu pancing digerakkan naik-turun dengan hentakan tertentu secara berulang untuk menarik perhatian ikan.

4. *Hauling*

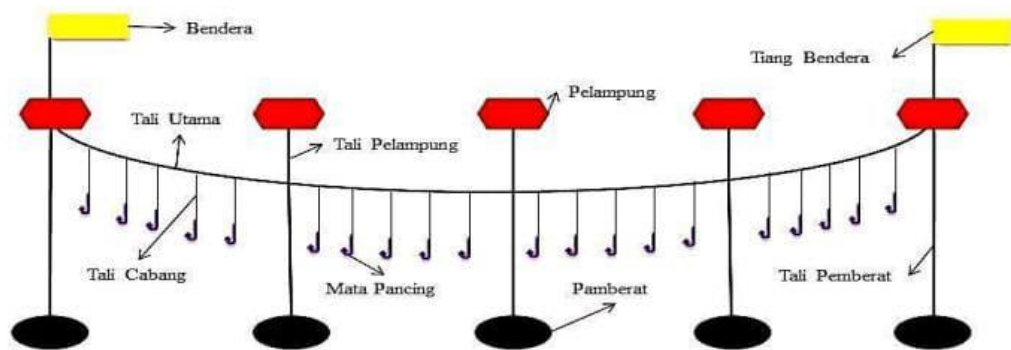
Tahap *hauling* dilakukan setelah ikan memakan umpan dan mata pancing berhasil terkait pada mulut ikan. Indikasi bahwa ikan telah tertangkap ditandai dengan

adanya tarikan atau beban pada tali pancing. Selanjutnya, pancing ditarik ke permukaan secara perlahan dan terkontrol mengikuti irama perlawanan ikan. Teknik ini bertujuan untuk melemahkan ikan sehingga mengurangi kemungkinan ikan terlepas serta meminimalkan risiko cedera pada tangan nelayan akibat gesekan benang pancing selama proses penarikan (Marasabessy *et al.*, 2021).

2.2.2 Pancing Rawai (*Long Line*)

Rawai dasar merupakan jenis alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan yang hidup di dasar perairan (*demersal*). Menurut Rafiqie (2016), komponen utama dari rawai dasar meliputi tali utama (*main line*), tali cabang (*branch line*), tali pelampung, pelampung, pemberat, bendera, mata pancing (*hook*), dan tali-temali tambahan lainnya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Operasi rawai dasar biasanya melibatkan dua orang nelayan. Satu orang bertugas memasang umpan sekaligus melempar tali cabang ke dalam air, sedangkan yang lain mengendalikan penguluran tali utama dan penurunan alat tangkap ke kedalaman. Dalam setiap operasi, satu unit rawai diturunkan, dan apabila diperlukan beberapa unit, proses dilakukan secara bergantian untuk efisiensi kerja (Rafiqie, 2016).

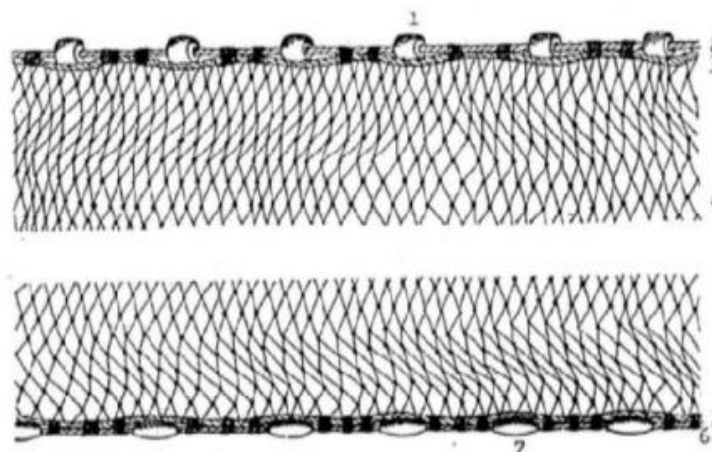
Berdasarkan kajian Krisnafi (2011), rawai dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok tergantung pada letak pemasangannya dan susunan mata pancingnya. Jika dilihat dari posisi pemasangan di perairan, rawai dibagi menjadi rawai permukaan (*surface long line*), rawai pertengahan (*midwater long line*), dan rawai dasar (*bottom long line*). Sedangkan berdasarkan pola susunan mata pancing pada tali utama, rawai dapat berupa rawai tegak (*vertical long line*), pancing ladung, maupun rawai mendatar (*horizontal long line*). Struktur alat tangkap rawai secara umum terdiri atas tiga bagian utama, yaitu tali utama, tali cabang, dan mata pancing. Rawai umumnya digunakan untuk menangkap ikan predator yang aktif bergerak di perairan, seperti ikan pemangsa berukuran menengah hingga besar (Rafiqie, 2016).



Gambar 4. Konstruksi Pancing Rawai
Sumber: Ananda (2021).

2.2.3 Jaring Insang (*Gill net*)

Gill net merupakan alat tangkap berbentuk lembaran persegi panjang yang tersusun atas mata jaring berukuran seragam di seluruh bagiannya. Panjang jaring umumnya jauh lebih besar dibandingkan lebarnya, sehingga jumlah mata jaring ke arah vertikal (*mesh depth*) lebih sedikit dibandingkan jumlah mata jaring ke arah horizontal. Penentuan lebar jaring atau jumlah mesh depth disesuaikan dengan beberapa faktor, antara lain kedalaman lapisan renang (*swimming layer*) ikan target, kepadatan gerombolan ikan, serta karakteristik biologis ikan yang menjadi sasaran penangkapan (Abduh, 2018).



Keterangan:

1. Pelampung,
2. Tali pelampung.
3. Tali ris atas,
4. Tubuh jaring,
5. Tali ris bawah,
6. Tali pemberat,
7. Pemberat

Gambar 5. Konstruksi jaring insang (*gill net*)
Sumber: Zulbainarni (2012).

2.3 Pola Pertumbuhan

Pertumbuhan dapat diartikan sebagai proses peningkatan ukuran tubuh organisme yang ditunjukkan melalui bertambahnya panjang dan bobot seiring berjalannya waktu. Pada ikan, laju pertumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, antara lain jenis serta ukuran pakan, kepadatan populasi, kondisi perairan seperti pH dan salinitas, ketersediaan oksigen terlarut, serta kualitas lingkungan perairan secara keseluruhan. Menurut Omor (2012), mengatakan bahwa pergantian suatu ukuran panjang dan bobot dalam satuan waktu disebut dengan pertumbuhan. Ikan tumbuh secara terus menerus sepanjang hidupnya hingga dikatakan bahwa ikan mempunyai pertumbuhan yang terbatas (Haslina, 2021).

Hubungan antara panjang dan berat tubuh dapat digunakan untuk mengetahui pola pertumbuhan suatu organisme perairan. Pola pertumbuhan ikan mencerminkan kondisi lingkungan tempat hidupnya, apakah mendukung atau kurang mendukung terhadap proses pertumbuhan. Secara umum, pola pertumbuhan ikan dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu isometrik dan allometrik. Pertumbuhan isometrik menunjukkan bahwa peningkatan panjang tubuh sejalan dengan penambahan berat. Sementara itu, pertumbuhan allometrik terdiri atas dua bentuk, yakni allometrik positif yang menandakan penambahan berat berlangsung lebih cepat dibandingkan penambahan panjang, serta allometrik negatif yang menunjukkan pertumbuhan panjang lebih dominan dibandingkan peningkatan berat tubuh ikan (Iriansyah et al., 2021).

2.3.1 Sebaran Frekuensi Panjang Ikan

Sebaran frekuensi panjang ikan dapat dianalisis secara deskriptif, sedangkan estimasi parameter populasi dilakukan dengan memanfaatkan metode ELEFAN yang terdapat dalam perangkat lunak FISAT II. Data frekuensi panjang digunakan untuk mengidentifikasi kohort, yaitu kelompok individu ikan yang memiliki umur relatif sama. Pendekatan pendugaan berbasis frekuensi panjang dinilai efektif dalam analisis stok ikan di wilayah perairan tropis. Penentuan kelom-

pok umur dilakukan dengan cara mengukur panjang ikan, kemudian mengelompokkannya berdasarkan nilai modus ukuran panjang sehingga terbentuk kelas-kelas ukuran ikan yang mewakili struktur umur populasi (Mawarida, 2021).

Pembacaan umur ikan di perairan tropis dilakukan dengan mengamati panjang tubuh ikan. Pengolahan data frekuensi panjang memungkinkan terbentuknya kelompok kohort, yaitu kumpulan ikan dengan umur yang relatif sama. Data kohort tersebut selanjutnya membentuk pola sebaran mendekati distribusi normal, sehingga dapat digunakan untuk menghitung nilai rata-rata panjang dan simpangan baku (Sparre & Venema, 1999). Ada tiga cara untuk mengukur panjang tubuh ikan yaitu *standard length* (SL), *fork length* (FL), dan *total length* (TL). *Standard length* panjang dari ujung mulut hingga pangkal ekor yang dapat digerakkan, sedangkan *fork length* adalah panjang dari ujung mulut hingga lekukan ekor ikan. *Total length* merupakan pengukuran panjang ikan yang dilakukan dari ujung mulut hingga ujung ekor. Pengukuran panjang ikan dengan *forked length* hanya berlaku untuk ikan yang memiliki lekukan ekor (Mawarida, 2021).

Perbedaan jumlah individu dan ukuran ikan dalam suatu perairan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain variasi pola pertumbuhan, perbedaan umur maksimum, ukuran pertama kali matang gonad, serta masuknya spesies baru ke dalam populasi yang telah ada. Ikan dari spesies yang sama tetapi hidup di wilayah perairan yang berbeda dapat menunjukkan laju pertumbuhan yang tidak sama, yang dipengaruhi oleh faktor internal maupun kondisi lingkungan eksternal. Analisis sebaran frekuensi panjang dilakukan untuk memperkirakan kelompok umur ikan, karena individu dengan ukuran panjang yang relatif sama umumnya berasal dari umur yang sama dan akan membentuk pola distribusi mendekati normal (Satria & Kurnia, 2017).

2.3.2 Hubungan Panjang Berat

Hubungan antara panjang dan berat ikan merupakan informasi pendukung yang penting dalam pengelolaan sumber daya perikanan, khususnya dalam penentuan selektivitas alat tangkap agar ikan yang tertangkap telah mencapai ukuran yang layak untuk ditangkap. Kuriakose (2014) menyatakan bahwa data panjang

dan berat ikan dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan potensi stok serta membandingkan karakteristik siklus hidup suatu spesies pada lokasi perairan yang berbeda. Hubungan panjang–berat tersebut dapat bervariasi antarspesies, antartok pada wilayah penangkapan yang berbeda, bahkan antara jantan dan betina dalam spesies yang sama (Kuriakose, 2014).

Analisis hubungan panjang dan bobot ikan memiliki peranan penting dalam memahami kondisi biologis individu ikan serta status stoknya, sehingga dapat mendukung pengelolaan keberlanjutan keanekaragaman hayati perikanan. Selain itu, hubungan panjang–berat juga digunakan sebagai indikator biologis untuk menilai kondisi ekosistem perairan. Dalam kajian biologi perikanan, informasi mengenai hubungan panjang dan berat ikan merupakan data pendukung yang diperlukan dalam pengelolaan sumber daya perikanan, misalnya untuk menentukan tingkat selektivitas alat tangkap agar hanya ikan yang telah mencapai ukuran layak tangkap yang tertangkap (Nurhayati et al., 2016).

2.3.3 Faktor Kondisi

Faktor kondisi digunakan sebagai ukuran untuk menilai tingkat kegemukan tubuh ikan. Ditinjau dari sisi nutrisi, parameter ini mencerminkan besarnya cadangan energi berupa lemak serta tingkat perkembangan gonad. Menurut Jin et al. (2018), nilai faktor kondisi yang melebihi angka satu menunjukkan bahwa ikan berada dalam keadaan tumbuh yang optimal, yang biasanya berkaitan dengan kondisi perairan yang mendukung sebagai habitat hidupnya. Perbedaan nilai faktor kondisi dapat terjadi akibat variasi panjang dan bobot tubuh ikan. Aisyaroha et al. (2021), juga menyebutkan bahwa proses reproduksi, khususnya pemijahan, dapat memengaruhi fluktuasi nilai faktor kondisi. Selain itu, faktor kondisi berfungsi sebagai indikator ketersediaan pakan di suatu perairan, di mana perubahan musim secara umum turut memengaruhi proses perkembangan gonad ikan (Hossain, 2010).

Terdapat beberapa metode untuk menghitung faktor kondisi ikan. Salah satunya adalah faktor kondisi Fulton (K), yang berasumsi bahwa pertumbuhan ikan bersifat isometrik. Selain itu, ada faktor kondisi relatif (K_n), yang umum

digunakan pada ekosistem perairan lentik dan memberikan informasi mengenai kelompok panjang ikan yang memiliki kepadatan tertinggi apabila pengukuran dilakukan secara tahunan. Metode ketiga yang sering dipakai adalah faktor berat relatif, yang memiliki beberapa keunggulan, antara lain perhitungannya sederhana, tidak terpengaruh oleh perbedaan satuan pengukuran, dapat menyesuaikan dengan perubahan bentuk tubuh alami, dan variasinya umumnya dipengaruhi oleh faktor ekologis. Selain itu, faktor berat relatif (W_r) memungkinkan perbandingan antarikan dengan panjang berbeda maupun dari lokasi penangkapan yang berbeda (Blackwell et al., 2010).

2.4 Parameter Pertumbuhan

Menurut Sparre dan Venema (1999), pendugaan pertumbuhan menggunakan data frekuensi panjang sudah banyak digunakan. Pendugaan stok ikan di perairan pada dasarnya memanfaatkan data komposisi umur. Dalam ilmu biologi perikanan, mengetahui umur ikan merupakan hal yang sangat penting. Informasi umur yang diperoleh dari hubungan panjang dan berat tubuh ikan dapat digunakan untuk menilai umur pertama kali ikan mencapai kematangan gonad, rentang hidup, mortalitas reproduksi, serta laju pertumbuhannya. Selain melalui metode frekuensi panjang, pendugaan umur ikan juga dapat dilakukan dengan memeriksa struktur tubuh tertentu, seperti sisik, operkulum, otolit, tulang punggung, maupun sirip punggung (Effendie, 2002).

Menurut Effendie (1997), faktor yang memengaruhi pertumbuhan ikan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal biasanya sulit dikontrol, misalnya keturunan, jenis kelamin, dan umur. Di alam liar, faktor-faktor tersebut tidak dapat diatur, termasuk jenis kelamin individu ikan. Sementara itu, faktor eksternal yang berpengaruh antara lain kualitas pakan, suhu perairan, serta adanya penyakit dan parasit. Di perairan tropis, ketersediaan makanan menjadi faktor yang paling menentukan pertumbuhan ikan. Selain itu, pertumbuhan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan lainnya seperti suhu, salinitas, perubahan musim, serta aktivitas fisik ikan (Effendie, 2002).

Setiap spesies ikan dapat memiliki parameter pertumbuhan yang berbeda-beda. Bahkan, dalam satu spesies, nilai parameter pertumbuhan bisa bervariasi tergantung pada rentang umur masing-masing individu. *Kohort* yang berbeda dapat menunjukkan laju pertumbuhan yang tidak sama, yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat mereka hidup. Parameter pertumbuhan ini memiliki makna biologis dan digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik pertumbuhan ikan. Parameter pertumbuhan yaitu L_{∞} , yaitu panjang asimtot atau panjang maksimal yang dapat dicapai oleh ikan, serta K , yang merupakan parameter kurvatur yang menunjukkan seberapa cepat ikan mencapai panjang asimtotnya (Sparre & Venema, 1999).

2.5 Pola Rekrutmen

Menurut Sparre & Venema (1999), rekrutmen merujuk pada jumlah ikan muda yang sangat rentan terhadap alat tangkap selama periode rekrutmen dalam satu musim. Pola rekrutmen dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak FISAT II. Analisis ini dilakukan untuk menggambarkan struktur rekrutmen berdasarkan data frekuensi panjang, sehingga puncak rekrutmen pada periode tertentu dapat diidentifikasi. Kartini et al. (2017), menambahkan bahwa rekrutmen merupakan masuknya individu baru yang sudah layak dieksploitasi ke dalam wilayah penangkapan, dimana individu tersebut merupakan hasil reproduksi yang telah mencapai tahap tertentu dalam siklus hidupnya. Pola rekrutmen juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti musim, suhu, dan kedalaman perairan (Kartini et al., 2017).

2.6 Laju Mortalitas

Mortalitas adalah istilah yang mengacu pada penurunan jumlah orang dalam suatu populasi. Lubis et al. (2019), menyatakan bahwa kematian dapat disebabkan oleh faktor alami atau kegiatan penangkapan. Mortalitas penangkapan disebabkan oleh aktivitas penangkapan ikan, sementara mortalitas alami disebabkan oleh umur, penyakit, kondisi lingkungan, atau predator. Menurut Effendie

(1997), tingkat eksploitasi stok ikan dalam populasi terkait dengan mortalitas penangkapan. Menurut Effendie (2002), ada dua metode utama untuk memperkirakan mortalitas. Pertama, dengan menggunakan fraksi populasi yang tertangkap sebagai ukuran tingkat eksploitasi, dan kedua, dengan mempertimbangkan usaha alat tangkap tertentu yang proporsional dengan kematian nelayan. Meskipun mortalitas penangkapan dapat menyebabkan penurunan stok, mortalitas alami biasanya tidak (Effendie, 2002).

Menurut Sparre dan Venema (1999), laju mortalitas merupakan parameter penting yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kematian suatu populasi. Laju mortalitas dari spesies yang sama di tempat yang berbeda dapat berbeda, dipengaruhi oleh jumlah predator dan tingkat penangkapan. Mortalitas dalam *kohort* terbagi menjadi dua kategori yaitu kematian akibat penangkapan, dan kematian akibat alami. Ikan dengan tingkat mortalitas tinggi cenderung menghasilkan lebih banyak telur daripada ikan dengan tingkat mortalitas yang lebih rendah. Mortalitas pada ikan pelagis juga dapat diperkirakan dengan melihat ukuran tubuhnya (Sparre dan Venema, 1999). Nilai Z , atau mortalitas total, dapat dihitung dengan beberapa metode. Salah satu yang dapat digunakan dalam perangkat lunak FISAT II menggunakan program *Length-Converted Catch Curved*.

2.7 Laju Eksploitasi

Menurut Kartini et al. (2017), mortalitas akibat penangkapan memengaruhi tingkat eksploitasi. Tingginya mortalitas penangkapan menyebabkan semakin tinggi pula tingkat eksploitasi. Laju eksploitasi (E) dianggap aman jika bernilai kurang dari 0,5 ($E < 0,5$), dikatakan optimal ketika $E = 0,5$, dan melebihi batas aman apabila $E > 0,5$ (Pauly, 1984). Laju eksploitasi menunjukkan berapa banyak populasi yang akan tertangkap selama hidup ikan. Tingkat eksploitasi mencakup jumlah ikan yang mati karena aktivitas penangkapan dan faktor alam (Suryakomara, 2013).

Menurut Pauly (1980), tingkat eksploitasi populasi ikan dapat dihitung dengan membagi mortalitas akibat penangkapan tahunan dengan mortalitas total tahunan. Selanjutnya, Pauly (1983), menjelaskan bahwa perbandingan antara

mortalitas akibat penangkapan dan mortalitas total dalam populasi dapat digunakan untuk menentukan tingkat eksploitasi. Laju eksploitasi dikatakan berada pada tingkat optimal apabila mortalitas penangkapan dan mortalitas total seimbang, yaitu memiliki nilai 0,50. Laju eksploitasi yang lebih tinggi dari 0,50 menunjukkan tekanan penangkapan yang berlebihan dan dapat mengurangi populasi ikan di perairan tersebut. Sebaliknya, nilai ini menunjukkan bahwa jumlah ikan yang tertangkap masih dalam batas aman sehingga populasi ikan dapat tetap terjaga. Oleh karena itu, pemantauan laju eksploitasi sangat penting untuk pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan (Zedta et al., 2018).

2.8 Metode Bhattacharya

Menurut Sparre & Venema (1999) metode Bhattacharya adalah pendekatan yang digunakan untuk membagi distribusi komposit menjadi beberapa distribusi normal yang berbeda, dengan masing-masing distribusi menggambarkan satu kelompok umur atau kelompok populasi ikan. Metode ini memungkinkan pengolahan data frekuensi panjang menjadi distribusi normal yang tersegmentasi, yang memungkinkan identifikasi kelompok umur ikan yang lebih akurat. Metode Bhattacharya digunakan peneliti untuk menilai struktur umur populasi, memproyeksikan pertumbuhan, dan memperkirakan mortalitas untuk setiap *kohort*. Perangkat lunak FISAT II biasanya digunakan untuk menerapkan metode ini, yang mempermudah analisis dan visualisasi data panjang tubuh ikan untuk membedakan kelompok umur. Selain itu, keakuratan metode Bhattacharya bergantung pada jumlah sampel yang memadai dan representasi distribusi panjang ikan yang dikumpulkan dari lapangan (Sparre & Venema (1999)).

Menurut Pramurdya (2022), Umur ikan adalah jumlah waktu yang dihabiskan ikan sebelum mati, baik secara alami maupun karena penangkapan. Penentuan umur ikan digunakan untuk menilai struktur populasi, memperkirakan tingkat pertumbuhan, dan memastikan pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Analisis frekuensi panjang adalah teknik yang umum digunakan yang memungkinkan pemisahan individu ke dalam kelompok umur tertentu. Metode ini sangat cocok untuk perairan tropis karena dapat membedakan bagian *kohort*

secara akurat terlepas dari waktu pengambilan sampel. Manajer perikanan dapat membuat keputusan tentang tingkat pemanfaatan stok, waktu penangkapan yang aman, dan strategi konservasi untuk menjaga keberlanjutan populasi ikan dengan menggunakan informasi umur (Pauly, 1980).

2.9 FISAT II (*Fisheries Stock Assessment Tools II*)

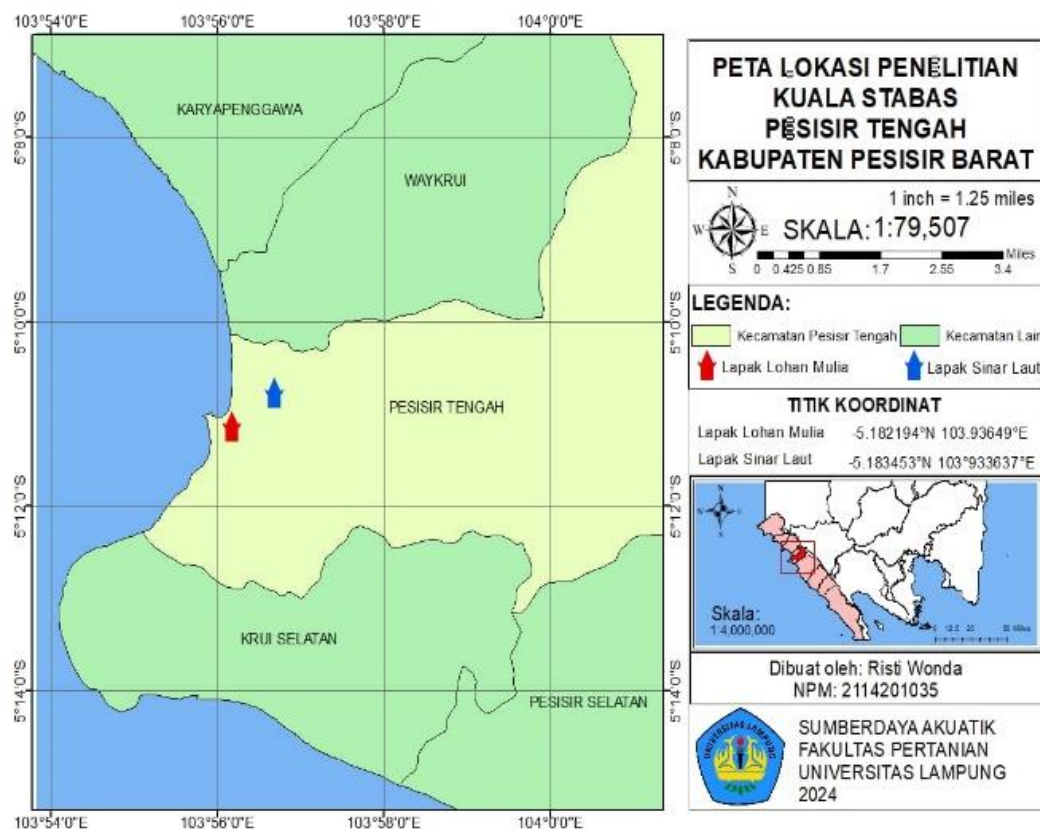
Menurut Aisa et al. (2020), perangkat lunak *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools* (FISAT) II merupakan alat analisis yang digunakan untuk mengolah data dalam rangka memperoleh parameter populasi ikan. FISAT II memungkinkan pendugaan pola rekrutmen populasi dengan mempertimbangkan berbagai parameter pertumbuhan, seperti koefisien pertumbuhan (K), panjang asimtot (L_∞), dan t_0 (umur ikan saat panjangnya sama dengan nol) (Rais et al., 2020). Untuk menduga parameter pertumbuhan seperti L_∞ dan K , analisis dilakukan menggunakan modul ELEFAN I yang terdapat dalam FISAT II. Program ELEFAN I berfungsi untuk mengintegrasikan distribusi panjang ikan sehingga dapat mempermudah penentuan parameter pertumbuhan secara akurat dan sistematis (Rais et al., 2020).

Menurut Sparre & Venema (1999), FISAT merupakan paket perangkat lunak yang dikembangkan oleh FAO dan *International Centre for Living Aquatic Resources Management* (ICLARM) untuk analisis stok ikan berbasis data panjang tubuh. FISAT II biasa digunakan untuk menduga parameter pertumbuhan ikan, seperti panjang asimtot (L_∞) dan koefisien pertumbuhan (K). Selain itu, aplikasi ini juga dapat digunakan untuk memperkirakan mortalitas total dan pola rekrutmen dalam suatu populasi. Salah satu metode yang tersedia dalam FISAT adalah metode Bhattacharya, yang berfungsi untuk memisahkan *kohort* yaitu kelompok ikan dengan umur yang sama dari distribusi panjang ikan. Dengan demikian, FISAT II mempermudah identifikasi struktur umur, analisis pertumbuhan, serta pengelolaan stok ikan secara lebih sistematis dan berbasis data.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember-Februari 2025 di Tempat Pelelangan Ikan Kuala Stabas, Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung. Pelabuhan ini merupakan tempat pelelangan ikan tongkol abu-abu di wilayah Pesisir Barat. Pengambilan data dilakukan 4 kali dalam satu minggu dengan 2 stasiun selama 3 bulan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan

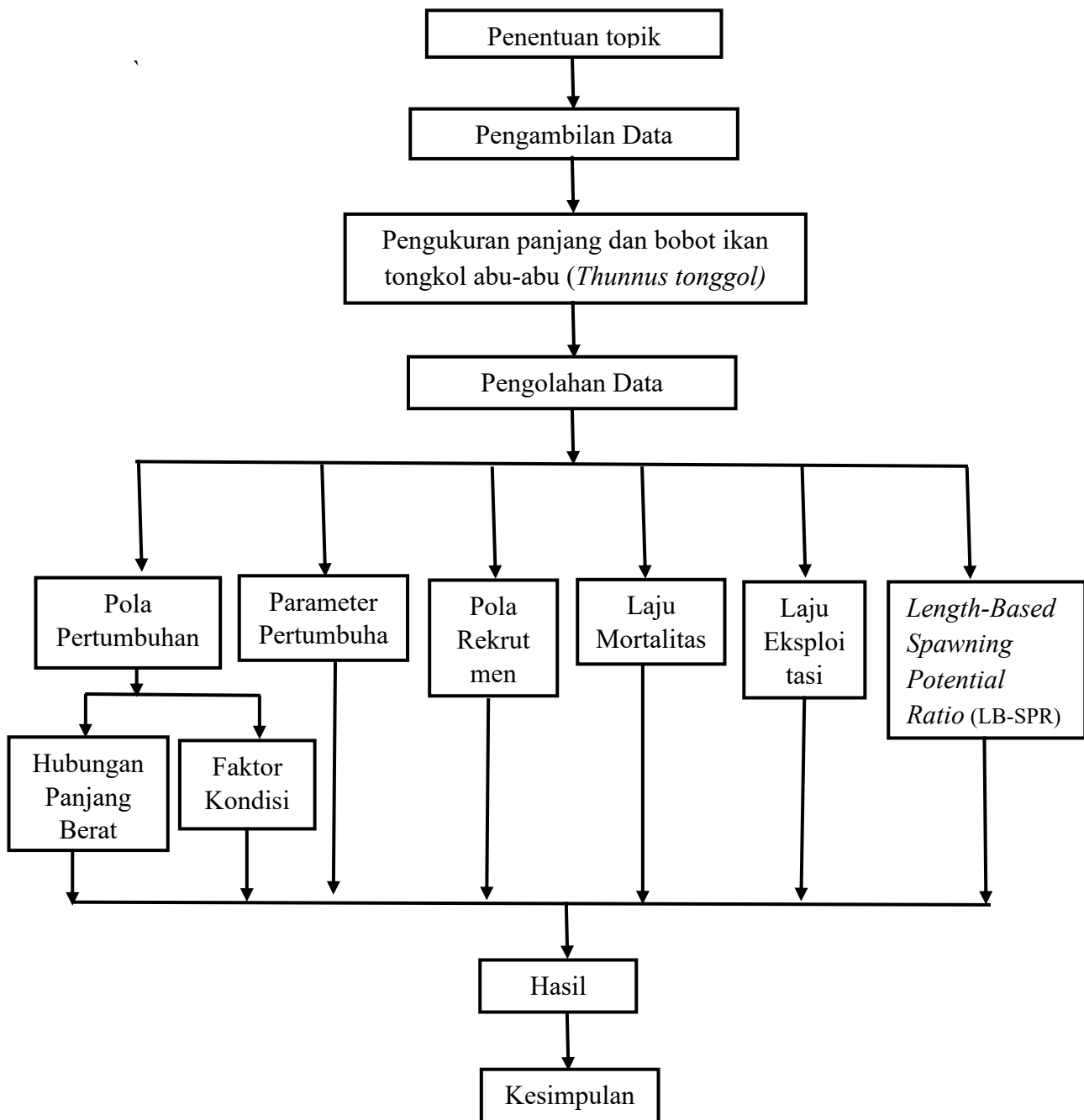
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

No	Alat dan bahan	Fungsi
1. Alat	1. <i>Global Position System</i> (GPS)	Menentukan titik kordinat.
	2. Kamera digital	Dokumentasi penelitian.
	3. Penggaris	Mengukur panjang ikan.
	4. Timbangan	Megukur berat ikan.
	5. Alat Tulis	Mencatat hasil penelitian.
2. Bahan	1. Ikan tongkol abu-abu	Subjek penelitian
	2. Data Tahunan penangkapan	Sebagai data sekunder penelitian

3.3 Metode Penelitian

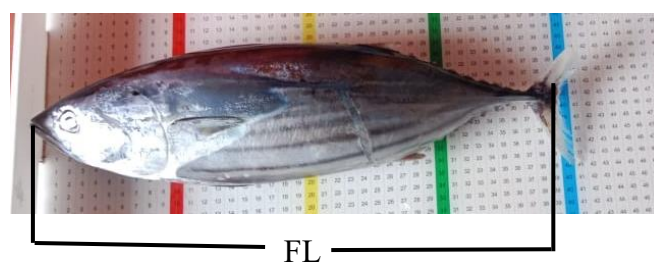
Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *simple random sampling*, sedangkan data dikumpulkan melalui teknik wawancara. Metode *simple random sampling* merupakan teknik pengambilan sampel secara acak, di mana setiap anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk dipilih menjadi sampel (Mawarida, 2021). Metode ini dilakukan tanpa mempertimbangkan strata atau kelompok tertentu dalam populasi, sehingga setiap individu diperlakukan setara dalam proses pemilihan sampel, sesuai prinsip *simple random sampling*. Untuk memperjelas tahapan pelaksanaan penelitian, disusun diagram alur penelitian yang menggambarkan rangkaian kegiatan penelitian secara sistematis. Diagram alur penelitian tersebut disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Penelitian

3.4 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian melalui kegiatan pengukuran morfometrik ikan serta wawancara dengan nelayan setempat dan instansi yang berhubungan dengan kegiatan perikanan. Parameter yang diukur meliputi panjang dan bobot ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*). Sebelum pengambilan data, dilakukan persiapan peralatan penelitian yang mencakup alat ukur panjang berupa penggaris ukur dan alat penimbang berupa timbangan digital. Penggaris ukur digunakan untuk mengukur panjang ikan, sedangkan timbangan digital digunakan untuk menentukan bobot individu ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*). Pengambilan sampel ikan dilakukan secara acak guna memberikan peluang yang sama bagi setiap individu untuk terpilih sebagai sampel penelitian. Pengukuran panjang ikan dilakukan dengan menggunakan metode panjang cagak (*fork length*), yaitu dengan meletakkan ikan di atas penggaris ukur dalam posisi menghadap ke kiri, kemudian mengukur jarak dari ujung kepala terdepan hingga lekukan terdalam pada sirip ekor. Selanjutnya, pengukuran bobot ikan dilakukan dengan cara menempatkan ikan di atas timbangan digital dan mencatat hasil penimbangan. Pengukuran panjang cagak ikan dapat dilihat pada Gambar 8.



Keterangan

FL = *Fork Length*

Gambar 8. Pengukuran *fork length* ikan tongkol abu-abu.

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan secara tidak langsung, yaitu data yang sudah tersedia atau telah diolah sebelumnya. Menurut Saputra (2016),

data sekunder berfungsi sebagai pelengkap untuk data primer. Data sekunder dapat diperoleh dari studi literasi dengan mengumpulkan seluruh data dan informasi yang berkaitan dengan tujuan penelitian, baik dari perpustakaan, atau dari sumberlainnya. Data sekunder dalam penelitian ini bersumber dari catatan tahunan produksi hasil tangkapan ikan tongkol abu-abu yang diperoleh di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kuala Stabas. Selain itu, data pendukung yang dikumpulkan dari berbagai sumber pustaka, meliputi buku referensi, artikel ilmiah, serta jurnal-jurnal yang relevan dan telah dipublikasikan sebelumnya, yang berkaitan dengan topik penelitian yang dikaji. Kebutuhan data yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan data penelitian.

No	Tujuan Penelitian	Kebutuhan Data				
		Variable	Metode	Sumber	Jenis data	Analisis
1.	Menganalisis aspek biologi populasi ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tongkol</i>)	1. Panjang ikan 2. Bobt ikan	<i>simple random sampling</i>	Nelayan	Primer	Microsoft Excel
2.	Menganalisis kondisi stok ikan tongkol abu-abu (<i>Thunnus tongkol</i>)		<i>simple random sampling</i>	Nelayan Jurnal	Primer Sekunder	FISAT II Barefoot ecologist's toolbox

3.5 Analisis Data

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat pemanfaatan sumber daya ikan tongkol abu-abu. Pendugaan kondisi stok ikan tongkol abu-abu dilakukan melalui analisis beberapa parameter biologi dan perikanan, meliputi pola dan parameter pertumbuhan, karakteristik rekrutmen, tingkat mortalitas, tingkat eksploitasi, serta nilai *Length-based Spawning Potential Ratio* (LB-SPR).

3.5.1 Pola Pertumbuhan

Pola pertumbuhan ikan dapat diamati dengan mengukur dan menganalisis hubungan panjang dan berat. Menurut Effendie (2002), persamaan berikut digunakan untuk menganalisis hubungan panjang dan berat ikan.

$$W = aL^b$$

Keterangan:

W = Berat ikan (gram)

a = Intersep

L = Panjang ikan (cm)

b = Slope

Persamaan logaritma hubungan panjang dan berat ikan berikut dapat dilinierkan dengan persamaan ini:

$$\log W = \log a + b \log L$$

Menurut Effendie (2002), nilai b dapat menunjukkan hubungan antara panjang dan berat ikan dengan hipotesis. Apabila nilai $b = 3$ maka pola pertumbuhan bersifat isometrik, artinya yang menunjukkan bahwa pertambahan panjang sebanding dengan pertambahan berat. Sebaliknya, apabila nilai $b \neq 3$ maka pola pertumbuhan yang terjadi bersifat alometrik. Nilai $b < 3$ menunjukkan alometrik positif, sedangkan $b > 3$ menunjukkan alometrik negatif. Hipotesis hubungan panjang dan berat ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) akan diuji menggunakan uji-t dengan persamaan sebagai berikut (Zar, 1984): Pengujian hipotesis pada hubungan panjang–berat ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) dilakukan menggunakan uji t berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Zar (1984).

$$T_{hitung} = \left| \frac{b - 3}{sb} \right|$$

Keterangan:

b = koefisien pertumbuhan hubungan panjang dan berat

3 = nilai parameter yang diuji dalam hipotesis

Sb = standar galat (standard error) dari koefisien regresi pertumbuhan

Selanjutnya, penentuan nilai koefisien b sebagai indikator hubungan panjang dan berat ikan didasarkan pada hasil uji t . Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

1. Thitung lebih kecil daripada t tabel, maka hipotesis nol (H_0) diterima
2. Thitung lebih besar daripada t tabel, maka hipotesis nol (H_0) ditolak

Effendie (2002), menjelaskan bahwa analisis faktor kondisi digunakan untuk mengevaluasi keadaan fisik ikan melalui pendekatan matematis yang didasarkan pada hubungan antara panjang dan bobot. Apabila pola pertumbuhan menunjukkan alometrik, perhitungan faktor kondisi dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$K = \frac{W}{aL^b}$$

Keterangan:

W = Bobot ikan (gram) a = Intersep

L = Panjang ikan (cm) b = Slope

Jika hasil analisis menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan bersifat alometrik, maka penentuan faktor kondisi dilakukan dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Effendie (2002).

$$K = \frac{W}{aL^b}$$

Keterangan:

W = Bobot ikan (gram) a = Intersep

L = Panjang ikan (cm) b = Slope

Interpretasi nilai faktor kondisi ikan didasarkan pada kriteria berikut. Nilai $K < 1$ menunjukkan bahwa ikan berada dalam kondisi gemuk, memiliki kandungan daging yang tinggi, serta bernilai ekonomis sehingga layak untuk ditangkap dan dipasarkan. Nilai $K = 1$ mengindikasikan kondisi ikan yang cukup baik dengan jumlah daging yang memadai, sehingga masih layak untuk ditangkap namun belum optimal untuk diperdagangkan. Sementara itu, nilai $K > 1$ menandakan kondisi ikan yang kurus dengan kandungan daging relatif rendah, sehingga memiliki nilai ekonomis rendah dan belum layak untuk ditangkap maupun dijual (Effendie, 2002).

3.5.2 Parameter Pertumbuhan

Data yang dianalisis berupa panjang ikan, diolah menggunakan diolah menggunakan program ELEFAN I (*Electronic Length Frequency Analysis I*) pada perangkat lunak FISAT II (*Fisheris Stock Assessment Tools II*) versi 1.2. Proses analisis tersebut mengacu pada model pertumbuhan *von Bertalanffy* sebagaimana dikembangkan oleh Pauly (1984):

$$Lt = L_{\infty} - (1 - e^{-(K(t-t_0))})$$

Nilai koefisien pertumbuhan dan panjang asimtotik ikan tongkol abu-abu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Pauly (1983) sebagai berikut:

$$K = -\ln(b)$$

$$L_{\infty} = \frac{a}{(1-b)}$$

Maka, umur teoritis (t_0) ikan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan empiris Pauly (1984) sebagai berikut:

$$\text{Log } -(t_0) = -0,3952 - 0,2752 \text{ Log } (L_{\infty}) - 1,038 \text{ Log } K$$

Keterangan:

L_t = Panjang teoritis ikan pada umur tertentu

L_{∞} = panjang asimtotik (cm)

K = Koefisien pertumbuhan (tahun^{-1})

t = Umur teoritis ikan (tahun)

t_0 = Umur teoritis ikan pada panjang ke nol (tahun)

3.5.3 Pola Rekrutmen

Pendugaan pola rekrutmen umumnya dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak FISAT. Di dalam sistem tersebut tersedia subprogram *recruitment pattern* yang hanya memerlukan parameter L_{∞} , K , serta t_0 yang telah diperoleh pada tahap analisis sebelumnya. Hasil pengolahan data kemudian disajikan dalam bentuk histogram yang menunjukkan proporsi rekrutmen pada setiap periode bulanan.

3.5.4 Laju Mortalitas

Laju mortalitas alami dihitung menggunakan persamaan Pauly (1984) yaitu:

$$\log(M) = -0,0066 - 0,2752 * \log(L_{\infty}) + 0,6543 * \log(K) + 0,4634 * \log(T)$$

Keterangan:

M = Mortalitas alami (tahun^{-1})

K = Koefisien pertumbuhan (tahun^{-1})

T = Suhu rata-rata permukaan laut ($^{\circ}\text{C}$)

L_{∞} = Panjang asimtotik (cm)

Setelah nilai mortalitas alami dan mortalitas total diperoleh, tahap selanjutnya adalah menghitung besarnya mortalitas akibat penangkapan dengan menggunakan persamaan yang sesuai.

$$F = Z - M$$

Keterangan:

E = Laju eksploitasi (tahun^{-1})

F = Mortalitas penangkapan (tahun^{-1})

Z = Mortalitas total (tahun^{-1})

5.3.5 Laju Eksploitasi

Nilai laju eksploitasi (E) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Pauly (1984) berikut:

$$E = \frac{F}{Z}$$

Keterangan:

E = Laju eksploitasi (tahun^{-1})

F = Mortalitas penangkapan (tahun^{-1})

Z = Mortalitas total (tahun^{-1})

Dengan ketentuan nilai laju eksploitasi sebagai berikut:

- (1) $E < 0,50$, tingkat eksploitasi ikan kurang dari batas optimum
- (2) $E = 0,50$, tingkat eksploitasi ikan mencapai batas optimum
- (3) $E > 0,50$, tingkat eksploitasi ikan melebihi batas optimum

5.3.6 Length-Based Spawning Potential Ratio (LB-SPR)

Length-based spawning potential ratio (LB-SPR) merupakan metode penilaian stok yang dikembangkan untuk mengestimasi status pemanfaatan sumber daya perikanan, terutama pada perikanan dengan data terbatas (*data-limited fisheries*). Metode ini menggunakan data frekuensi panjang ikan untuk menghitung rasio potensi pemijahan (SPR), yang didefinisikan sebagai proporsi potensi reproduksi yang tersisa dipopulasi ikan yang dieksploitasi relatif terhadap populasi yang tidak dieksploitasi (Hordyk et al., 2015). LB-SPR menggunakan *teori life history invariants* (LHI) yang menghubungkan parameter pertumbuhan dan kematangan ikan. Model ini didasarkan pada premis bahwa distribusi ukuran ikan dalam populasi yang dieksploitasi mencerminkan tingkat mortalitas penangkapan yang dialami oleh populasi tersebut (Hordyk et al., 2015).

Menurut Prince et al. (2015), LB-SPR dikembangkan untuk mengatasi tantangan dalam pengelolaan perikanan di negara berkembang dan perikanan skala kecil yang umumnya kekurangan data runtun waktu yang panjang dan informasi biologis yang komprehensif. Parameter kunci yang dibutuhkan untuk analisis LB-SPR menurut Prince et al. (2018) adalah: Rasio M/K , L_{∞} , L_{50} dan L_{95} (panjang saat 50% dan 95% populasi mencapai kematangan gonad) data yang dipakai pada penelitian ini memakai data sekunder, dan data struktur ukuran dari hasil tangkapan.

Tahapan pertama dilakukan dengan menentukan nilai M/K , L_{∞} , dan L_m untuk selanjutnya dianalisis dengan aplikasi the Barefoot Ecologist's Toolbox atau dapat di akses online pada situs website <http://barefootecologist.com.au/Ibspr>. Perhitungan LB SPR memiliki kelebihan, yaitu dapat digunakan dalam pengkajian stok perikanan dengan data yang terbatas. Nilai LB-SPR mengacu pada kriteria status perikanan yang ada menurut Prince et al. (2015) pada Tabel 3.

Table 3. Kriteria status pemanfaatan sumber daya ikan berdasarkan SPR

SPR	<20%	(20-29)%	(30-39)%	>40%
Status				
Pemanfaatan	Terancam	Risiko tinggi	Dapat diterima	Aman

Sumber: Prince et al. (2015).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Adapun simpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Aspek biologi populasi ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) di perairan pesisir, Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung menunjukkan bahwa hanya sekitar 1,65% ikan hasil tangkapan yang memiliki ukuran melebihi panjang pertama kali matang seksual (*Length at Maturity*). Pola pertumbuhan populasi bersifat alometrik positif dengan nilai koefisien pertumbuhan ($b > 3$), serta nilai rata-rata faktor kondisi ($K > 1$) yang menggambarkan kondisi individu relatif baik. Parameter pertumbuhan memperlihatkan laju peningkatan panjang yang cepat pada fase awal kehidupan, dan melambat hingga mendekati panjang asimtotik (L_{∞}) sebesar 57 cm FL. Proses rekrutmen berlangsung sepanjang tahun dengan intensitas tertinggi terjadi pada bulan September.
2. Status pemanfaatan ikan tongkol abu-abu di perairan tongkol abu-abu di perairan pesisir, Kecamatan Pesisir Tengah, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung berada kategori sangat tinggi dan mengarah pada kondisi terancam. Hal ini ditunjukkan oleh nilai mortalitas total (Z) sebesar $3,15 \text{ tahun}^{-1}$, mortalitas alami (M) $0,98 \text{ tahun}^{-1}$ pada suhu perairan sekitar 29°C , mortalitas akibat penangkapan (F) $2,17 \text{ tahun}^{-1}$, tingkat eksploitasi 0,69 per tahun, Yield per Recruit (Y/R) 0,27 per tahun, Biomass per Recruit (B/R) 0,17 per tahun, dan nilai rasio potensial pemijahan (SPR) dalam keadaan kritis sebesar 1%.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis sampaikan pada penelitian ini adalah :

1. Sebaiknya pada saat pengukuran ikan, dilakukan oleh lebih dari satu orang untuk mempermudah dalam proses pengukuran dan pencatatan, serta melakukan pengambilan sampel dicek terlebih dahulu kelengkapan alat dan apakah alat berfungsi dengan baik.
2. Pada penelitian berikutnya disarankan data yang digunakan lebih banyak dan waktu pengambilan data lebih dari 3 bulan agar hasil yang diperoleh akan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, H. H. (2018). Pengaruh alat tangkap jaring insang (gill net) terhadap kelimpakan ikan yang tertangkap di perairan Selat Melaka Provinsi Sumatra Utara (Disertasi Tidak Terpublikasi). Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Universitas Sumatra Utara.
- Abdullah, H., Restu, I. W., Pratiwi, M. A., Kartika, G.R. (2020). Aspek Reproduksi Ikan Tongkol Abu-Abu (*Thunnus tonggol*) yang Didaratkan di Pelabuhan Pendaratan Ikan Kedonganan, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 3(2), 30-36.
- Aisa, N., Sumiarsih, E., & Fajri, N. E. (2020). Laju pertumbuhan ikan motan (*Thynnichthys thynnoides*) di Danau Bunter Desa Pangkalan Baru Kecamatan Siak Hulu. *Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 1(1), 14–17. <https://doi.org/10.31258/jipas.1.1.14-17>
- Aisyaroha, M., & Muhammad, Z. (2021). Selektivitas alat tangkap pukot cincin (*Purse seine*) di perairan Pasongsongan Sumenep. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3), 604–616. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.13>
- Ananda, D. (2021). Aspek teknis unit penangkapan rawai hanyut permukaan di Kabupaten Majene Sulawesi Barat. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Hasanuddin.
- Anderson, R. O., & Neumann, R. M. (1996). Length–weight and associated structural indices. In B. R. Murphy & D. W. Willis (Eds.), *Fisheries Techniques* (pp. 447–481). American Fisheries Society.
- Aprilia, R. G. (2018). Pengaruh perbedaan umpan alat tangkap pancing ulur (*Handline*) di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPPN) Brondong Kabupaten Lamongan, Jawa Timur (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Brawijaya, Malang.
- ArySCO, E. (2025). Biologi populasi dan status pemanfaatan ikan kurisi, *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) di Perairan Teluk Lampung. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Blackwell, B. G., Brown, M. L., & Willis, D. W. (2010). Relative weight (Wr) status and current use in fisheries assessment and management. *Reviews in Fisheries Science*, 8(1), 1–44.
<https://doi.org/10.1080/10641260091129161>
- Beverton, R. J. H., & Holt, S. J. (1957). *On the dynamics of exploited fish populations*. Her Majesty's Stationery Office.
- Collette, B. B., & Nauen, C. E. (1983). *Scombrids of the world: An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date*. In Food and Agriculture Organization of the United Nations (Ed.), *FAO species catalogue. Vol. 2. FAO Fisheries Synopsis No. 125* (pp. 1–137). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Dinas Kelautan Dan Perikanan Kabupaten Pesisir Barat. (2024). Data Hasil Tangkapan Ikan Tuna Per-Tahun Kabupaten Pesisir Barat. Dinas Kelautan Dan Perikanan Kabupaten Pesisir Barat.
- Effendie, M. I. (1997). *Metode biologi perikanan*. Yayasan Dewi Sri.
- Effendie, M. I. (2002). *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara.
- Fatoni, K., Solihin, I., & Muningsar, R. 2021. Kinerja operasional pelabuhan perikanan di perairan Teluk Semangka Kabupaten Tanggamus Lampung. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 12(2), 173–183. <https://doi.org/10.29244/jmf.v12i2.36325>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *The state of world fisheries and aquaculture 2016: Contributing to food security and nutrition for all*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020: Sustainability in action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Griffiths, S. P., Fry, G. C., Manson, F. J., & Lou, C. (2010). Age and growth of longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in tropical and temperate waters of the central Indo-Pacific. *ICES Journal of Marine Science*, 67(1), 125–134.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp227>
- Griffiths, S. P., Leadbitter, D., Willette, D., Kaymaram, F., & Moazzam, M. (2019). Longtail tuna, *Thunnus tonggol* (Bleeker, 1851): A global review of population dynamics, ecology, fisheries and considerations for future conservation and management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 29(4), 733–770. <https://doi.org/10.1007/s11160-019-09569-0>
- Gulland, J. A. (1983). *Fish stock assessment: A manual of basic methods*. Wiley.

- Harlyan, L.I., Rahman, M.A., Saputri, R.R.L., & Khalwatu, M. (2024). Status stok perikanan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) yang didaratkan di Perairan Kranji, Lamongan, Jawa Timur. *Lemuru: Jurnal Ilmiah Perikanan*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.26418/lemuru.v13i1.3502>
- Haslina, S. (2021). Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan bungo, *Glossogobius giuris* (Buchanan, 1822) di Perairan Danau Sidenreng, Kabupaten Sidenreng Rappang, Sulawesi Selatan (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Hasanuddin.
- Hidayat, T., & Noegroho, T. (2018). Biologi reproduksi ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) di perairan Laut Cina Selatan. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*, 10(1), 17–28. <https://doi.org/10.15578/bawal.10.1.2018.17-28>
- Hilborn, R. dan Ovando, D. (2014). Reflections on the success of traditional fisheries management. *ICES Journal of Marine Science* 71(5): 1040–1046. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu034>
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S. R., Loneragan, N. R., & Prince, J. D. (2015). A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 217–231. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>
- Hossain, M. Y. (2010). Length-weight, length-length relationships and condition factors of three schibid catfishes from the Padma River, Northwestern Bangladesh. *Asian Fisheries Science*, 23(3), 329–339. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2010.23.3.005>
- Iriansyah, Rusmilyansari, Wahab, A. A., & Mu'awanah, R. (2022). Dinamika populasi ikan betok (*Anabas testudineus*) yang tertangkap di perairan Rawa Desa Telok Selong Kabupaten Banjar. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 7(2), 250–261.
- Jin, S., Yan, X., Zhang, H., & fan, W. (2018). Weight-length relationship and Fulton's condition factors of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the western and central pacific ocean. *PeerJ*, 1(1);1–11. <https://doi.org/10.7717/peerj.758>
- Kartini, N., Boer, M., & Affandi, R. (2017). Pola rekrutmen, mortalitas, dan laju eksploitasi ikan lemuru (*Amblygaster sirm*, Walbaum 1792) di Perairan Selat Sunda. *Biospecies*, 10(1), 11–16. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v10i1.3483>
- Katarina, M., Asmawi, S., & Sofarini, D. (2021). Dinamika populasi pertumbuhan dan faktor kondisi ikan layang (*Decapterus ruselli*) di Pelabuhan Ikan

- Kecamatan Banjarmasin Barat Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. *Aquatic Journal*, 4(1), 1–43.
- Krisnafi, Y. (2011). *Penangkapan ikan dengan rawai dasar*. Pusat Penyuluhan Perikanan dan Kelautan.
- Kuhu, C. N., Moku, B., & Lasut, J. (2021). Peran nelayan perempuan terhadap peningkatan kesejahteraan keluarga di Desa Tounet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa Propinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Society*, 1(1), 1–9.
- Kuriakose, A., & Rachmat, H. (2014). *Teknik praktis riset komunikasi*. Predana Media Group.
- Lempoy, R., Rondonuwu, A. B., & Bataragoa, N. E. (2020). Ukuran dan hubungan panjang berat ikan serta faktor kondisi ikan capungan banggai *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 di Selat Lembeh Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 8(1), 30–36.
<https://doi.org/10.35800/jip.8.1.2020.27599>
- Lubis, Z. A., Yonvitner, & Fahrudin, A. (2019). Indikator stok ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta* Cuvier, 1816) dan suhu perairan Selat Sunda. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 3(1), 38–43
- Mace, P. M., & Sissenwine, M. P. (1993). *Assessing the sustainability of stocks: Concepts and tools*. Wiley, Chichester.
- Mahmud, M. A., Restu, I. W., Pratiwi, M. A., & Kartika, G. R. A. (2019). Pertumbuhan ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) yang didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan. *Current Trends in Aquatic Science*, 2(2), 1–8.
- Marasabessy, F., Rumkore, O. L. Y., & Mafu, Y. V. (2021). Penggunaan pancing ulur (*Hand line*) untuk penangkapan ikan pelagis kecil di perairan Didiabolo, Supiori Selatan. *Jurnal Akademi Perikanan Kamasan*, 1(2), 88–96. <https://doi.org/10.58950/jpk.v1i2.36>
- Mawarida, R. (2021). Analisis dinamika populasi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di WPP 573 yang didaratkan di TPI Pondokdadap, Sendangbiru, Malang, Jawa Timur. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Brawijaya. Malang.
- Ma'mun, A., Priatna, A., Amri, K., & Nurdin, E. (2019). Hubungan antara kondisi oseanografi dan distribusi spasial ikan pelagis di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP NRI) 712 Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 25(1), 1–14.
<https://doi.org/10.15578/jppi.25.1.2019.1-14>

- Moria, S. B., Permana, G. N., & Hutapea, J. H. (2009). Karakterisasi tiga lokus mikrosatelit pada telur dan larva tuna sirip kuning, *Thunnus albacares*. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 11(2), 144–149.
- Mulfizar, M., Muchlisin Z. A., & Dewiyanti I. (2012). Hubungan panjang berat dan faktor kondisi tiga jenis ikan yang tertangkap di perairan Kuala Gigieng, Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Depik*, 1(1), 1–9.
- Muhit. (2020). Dinamika populasi ikan remang (*Congresox talabonoides* Bleeker, 1853) yang tertangkap oleh rawai dasar di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Brondong Lamongan, Jawa Timur (No. Publikasi 183149). [Skripsi, Universitas Brawijaya]. Repositori Universitas Brawijaya.
- Ningrum, V. P., Abdul, G., & Churun, A. (2015). Beberapa aspek biologi perikanan rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Betahwalang dan sekitarnya. *Jurnal Saintek Perikanan*. 11(1), 62–71. <https://doi.org/10.14710/ijfst.11.1.62-71>
- Nurhayati, N., Fauziah, & Bernas, S. R. (2016). Hubungan panjang-berat dan pola pertumbuhan ikan di Muara Sungai Musi, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 8(2), 111–118.
- Omar, A. (2012). *Dunia ikan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pauly, D. (1980). *On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks*. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39(2), 175–192. <https://doi.org/10.1093/icesjms/39.2.175>
- Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators* (ICLARM Studies and Reviews No. 8). International Center for Living Aquatic Resources Management.
- Pauly, D. (1994). *On the sex of fish and the gender of scientists: A collection of essays in fisheries science*. Chapman & Hall.
- Pramudya, Y. N., Watiniasih, N. I., & Ginantara, K. I. (2022). Populasi dan rasio poten si pemijahan ikan cakalang Katsuwonus pelamis (*Linnaeus*, 1758) di perairan Selatan Bali. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 18(4), 195–204.
- Pratiwi, M.A., & Kartika, G.R.A. (2022). Pertumbuhan ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol* Bleeker, 1851) yang tertangkap di Perairan Selat Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 8(2): 186–196. <https://doi.org/10.24843/jmas.2022.v08.i02.p03>
- Prince, J. D., Hordyk, A., Valencia, S. R., Loneragan, N. R., & Sainsbury, K. J. (2015). Revisiting the concept of Beverton–Holt life-history invariants

- with the aim of informing data-poor fisheries assessment. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 194–203. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu011>
- Prince, J., Victor, S., Kloulchad, V., & Hordyk, A. (2018). Length-based SPR assessment of eleven Indo-Pacific coral reef fish populations in Palau. *Fisheries Research*, 198, 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.10.010>
- Quinn, T. J. dan Deriso, R. B. (1999). *Quantitative fish dynamics*. New York: Oxford University Press.
- Rafiqie, M. (2016). Pengaruh jarak tali cabang pada alat tangkap pancing rawai dasar terhadap hasil tangkap ikan dasar di perairan Selat Madura. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(1), 38–44.
- Rahmawati, H. (2015). Dinamika populasi ikan tongkol (*Auxis thazard* Lacepede, 1800) yang didaratkan di Unit Pelabuhan Perikanan Pantai (UPPP) Puger Kabupaten Jember Jawa Timur (No Publikasi 134151). [Skripsi, Universitas Brawijaya] Repositori Universitas Brawijaya.
- Rais, A. H., Sawestri, S., & Muthmainnah, D. (2020). Dinamika pertumbuhan sepat siam (*Trichopodus pectoralis*, Regan 1910) di perairan Rawa Banjiran Patra Tani Sumatra Selatan. *Depik: Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(3), 444–451. <https://doi.org/10.13170/depik.9.3.17696>
- Rampengan, B. B., Manopo, L., Labaro, I. L., & Kayadoe, M. E. (2022). Analisis kelayakan usaha perikanan pukat pantai di Kecamatan Pusomaen Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 7(2), 122–128. <https://doi.org/10.35800/jitpt.7.2.2022.40467>
- Risti, N., Irma, D., & Nurfadillah. (2019). Hubungan panjang-berat dan kebiasaan makan ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) di perairan Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 4(3), 170–176.
- Rizki, A. (2023). Status keberlanjutan usaha perikanan tongkol abu-abu *Thunnus tonggol* (Bleeker, 1851) di Pelabuhan Perikanan Pantai Kota Agung, Kabupaten Tanggamus, Lampung. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Saputra, P. D. D., Wijayanto, D., & Jayanto, B. B. (2016). Analisis kelayakan finansial usaha perikanan tangkap jaring nilon (gill net) di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Tanjung Sari Kabupaten Pematang. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 5(4), 157–166.

- Sari, E. Y., Usman, U., & Wahyuningrum, P. I. (2020). Distribusi spasial dan temporal ikan tuna (*Thunnus* sp) di perairan Barat Sumatera berbasis sistem informasi geografis. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Perikanan Laut*, 11(2), 201–211. <https://doi.org/10.29244/jmf.v11i2.33515>
- Satria, H., & Kurnia, R. (2017). Analisis sebaran frekuensi panjang untuk menduga kelompok umur ikan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 23(3), 145–153.
- Sihombing, L. (2021). Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) yang didaratkan di Tangkahan Teluk Nibung Kota Tanjung Balai Sumatera Utara. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Siswoko, P., Wibowo, P., & Fitri, A. D. P. (2013). Pengaruh perbedaan jenis umpan dan mata pancing terhadap hasil tangkapan pada pancing coping (*Hand line*) di daerah berumpon perairan Pacitan, Jawa Timur. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 2(1), 66–75.
- Sparre, P., & Venema, S.C. (1998). *Introduction to tropical fish stock assessment*. FAO.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1999). *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1: Manual*. FAO.
- Sugiyono. (2017). *Statistika untuk penelitian*. Alfabeta.
- Suryakomara, A. (2013). Analisis tingkat eksploitasi dan mortalitas ikan pada perairan tangkapan (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Syajidah, H., Munir, A. M. S., & Hadinata, F. W. (2024). Dinamika populasi ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pemangkat. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(2), 402–412. <https://doi.org/10.26418/jspe.v13i2.74428>
- Wagiyo, K., & Febrianti, E. (2015). Aspek biologi dan parameter populasi ikan tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*) di perairan Langsa dan Sekitarnya. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*, 7(2), 59–66. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.7.2.2015.59-66>
- White, W. T., Last, P. R., Dharmadi, Faizah, R., Chodrijah, U., Prisantoso, B. I., Pogonoski, J. J., Puckridge, M., & Blaber, S. J. M. (2013). *Market fishes of Indonesia*. Australian Centre for International Agricultural Research
- Wujdi, A., Hartaty, H., & Setyadji, B. (2020). Estimasi parameter populasi dan rasio potensi pemijahan tongkol komo (*Euthynnus affinis*, Cantor 1849) di

perairan Selatan Lombok. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 26(2), 93–107.

Tilohe, O., Nursinar, S., & Salam, A. (2014). Analisis parameter dinamika populasi ikan cakalang yang didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kelurahan Tenda Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 11(4), 40–145.

Yudha, I. G., Caesario, R., & Rizki, A. (2022). Dinamika populasi dan status pemanfaatan tongkol abu-abu *Thunnus tonggol* di Perairan Teluk Semangka. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 13(2), 187–194. <https://doi.org/10.24319/jtpk.13.187-194>

Zar, J. H. (1984). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall.

Zedta, R. R., Rintar, P. A., & Novianto, D. N. (2018). Estimasi parameter populasi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*, Linnaeus, 1758) di perairan Samudra Hindia. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 9(3), 163–173. <https://doi.org/10.15578/bawal.9.3.2017.163-173>

Zulbainarni, N. (2012). *Teori dan praktik pemodelan bioekonomi dalam pengelolaan perikanan tangkap*. IPB Press.