

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/bawal>

e-mail: journal_bawal@polikpsorong.ac.id

BAWAL WIDYA RISET PERIKANAN TANGKAP

Volume 17 Nomor 3 Desember 2025

p-ISSN: 1907-8226

e-ISSN: 2502-6410

Nomor Akreditasi: Kemdiktisaintek: 10/C/C3/DT.05.002025



**DINAMIKA POPULASI DAN STATUS STOK IKAN TEMBANG PUTIH (*Escualosa thoracata*) DI PERAIRAN
KABUPATEN CIREBON BERDASARKAN SPAWNING POTENTIAL RATIO
POPULATION DYNAMICS AND STOCK STATUS OF WHITE SARDINE (*Escualosa thoracata*) IN THE WATERS
OF CIREBON REGENCY BASED ON SPAWNING POTENTIAL RATIO**

Supriyadi¹⁾, Mohammad Mukhlis Kamal²⁾, Mennofatria Boer²⁾

¹ Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Teregisterasi I tanggal : 01 Oktober 2025; Diterima setelah perbaikan tanggal 03 November 2025;

Disetujui terbit tanggal : 16 Desember 2025

ABSTRAK

Ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*) menjadi salah satu ikan pelagis kecil penting bagi perikanan tangkap di pesisir utara Jawa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika populasi dan status stok ikan tembang putih di perairan Kabupaten Cirebon menggunakan indikator Spawning Potential Ratio (SPR). Pengumpulan sampel dilakukan dari Desember 2024 hingga Agustus 2025 di lokasi penangkapan utama nelayan, yaitu di sekitar muara Bungko Lor dan Cisanggarung. Data panjang-bobot, struktur ukuran, dan tingkat kematangan gonad dianalisis untuk menentukan parameter pertumbuhan, mortalitas, dan ukuran kunci ($L_{c_{50\%}}$ dan $L_{m_{50\%}}$). Nilai SPR dihitung menggunakan pendekatan berbasis panjang (Length-Based SPR). Hasil penelitian menunjukkan populasi ikan tembang putih didominasi oleh kelompok ukuran 66–80 mmTL dengan puncak pada kelas 70–74 mmTL. Hubungan panjang-bobot mengikuti persamaan $W = 0,0000436 L^{2,6497}$ dengan koefisien determinasi 0,8433, yang mengindikasikan pola pertumbuhan alometrik negatif. Ukuran pertama kali tertangkap ($L_{c_{50\%}}$) sebesar 71,0 mmTL lebih kecil daripada ukuran pertama kali matang gonad ($L_{m_{50\%}}$) sebesar 73,0 mmTL. Parameter pertumbuhan von Bertalanffy menunjukkan $L^{\infty} = 96,08$ mmTL dan $K = 1,60$ tahun⁻¹. Tingkat eksploitasi (E) tercatat 0,76, melampaui ambang optimum ($H^{\infty} 0,5$), sedangkan nilai SPR hanya 19%, lebih rendah dari batas bawah 20% yang disarankan untuk menjaga keberlanjutan rekrutmen. Stok ikan tembang putih di perairan Kabupaten Cirebon berada pada kondisi tertekan dengan risiko penurunan kemampuan reproduksi.

KATA KUNCI: Cirebon; mortalitas; rekrutmen; spawning potential ratio

ABSTRACT

The white sardine (*Escualosa thoracata*) is an essential small pelagic species supporting coastal fisheries in Java's northern waters. This study evaluated the population dynamics and stock status of the species in the coastal waters of Cirebon Regency, using the Spawning Potential Ratio (SPR) as a biological indicator. Field sampling was carried out from December 2024 to August 2025 at principal fishing grounds near the estuaries of Bungko Lor and Cisanggarung. Length-weight data, size distribution, and gonadal maturity stages were analyzed to estimate growth parameters, mortality rates, and key size indicators ($L_{c_{50\%}}$ and $L_{m_{50\%}}$). The SPR was determined using a length-based approach. The catch was dominated by individuals measuring 66–80 mm total length (TL), with the highest frequency in the 70–74 mm TL class. The length-weight relationship followed $W = 0,0000436 L^{2,6497}$ ($R^2 = 0,8433$), indicating negative allometric growth. The first capture size ($L_{c_{50\%}}$) was 71.0 mm TL, slightly smaller than the size at first sexual maturity ($L_{m_{50\%}}$) of 73.0 mm TL. The von Bertalanffy growth parameters were $L^{\infty} = 96.08$ mm TL and $K = 1.60$ yr⁻¹. The exploitation rate (E) reached 0.76, exceeding the optimal level ($H^{\infty} 0.5$), while the SPR was 19%, below the recommended biological threshold of 20% needed to sustain recruitment. The white sardine population in Cirebon coastal waters is under heavy fishing pressure, leading to reduced reproductive potential.

KEYWORDS: Cirebon; mortality; recruitment; spawning potential ratio

Korespondensi penulis:

e-mail: supriyadi_spi@yahoo.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.17.3.2025.132-145>

PENDAHULUAN

Ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*), salah satu anggota famili Clupeidae, tersebar luas di perairan Indo-Pasifik (Hunnam, 2021). Ikan tembang putih memiliki peranan penting sebagai sumber mata pencaharian bagi nelayan skala kecil di berbagai pesisir Indonesia, termasuk di Kabupaten Cirebon (Nofrizal et al., 2018; Ayunda et al., 2017; Prajapat et al., 2022). Perairan pesisir Cirebon didominasi oleh kawasan dangkal estuari yang berfungsi sebagai habitat alami untuk pemijahan dan pembesaran ikan pelagis kecil (Whitfield, 2020; Whitfield, 2021). Pemanfaatan sumber daya ini sebagian besar masih mengandalkan alat tangkap tradisional seperti jaring insang lingkaran, yang dioperasikan oleh nelayan tradisional (Cahyani et al., 2025; Rizal & Gole, 2024; Handoko et al., 2023).

Dalam dua dekade terakhir, pesisir Cirebon menghadapi tekanan lingkungan yang meningkat akibat aktivitas antropogenik di wilayah pesisir dan muara sungai, termasuk pembuangan limbah domestik, pertanian, dan industri, serta aktivitas pelabuhan dan transportasi laut. Tekanan tersebut menyebabkan degradasi ekosistem estuari yang penting bagi siklus hidup ikan tembang putih (Kennish, 2021; ten Brink & van Leeuwen, 2024). Menurunnya kualitas dan fungsi ekosistem estuari dapat mengurangi keberhasilan pemijahan dan perekrutan alami populasi ikan (Hughes et al., 2015; Colombano et al., 2022).

Di sisi lain, peningkatan intensitas penangkapan tanpa pengaturan yang memadai memperbesar risiko penurunan stok (*over-exploitation*) yang pada akhirnya mengancam keberlanjutan mata pencaharian nelayan tradisional (Bastardie et al., 2022; Hong et al., 2024; Pinello et al., 2025; Limbong et al., 2025; Gatouillat et al., 2024). Kondisi tersebut menuntut penerapan prinsip pengelolaan perikanan berkelanjutan sebagaimana diamanatkan oleh Undang-Undang No. 31/2004 jo. UU

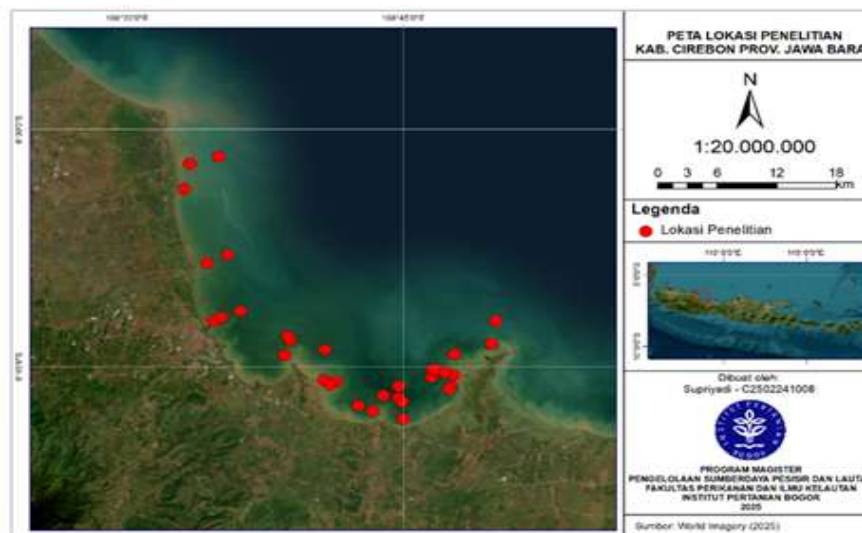
No. 45/2009 tentang Perikanan. Namun, pengelolaan perikanan skala kecil kerap menghadapi kendala keterbatasan data (*limited-data fisheries*), baik terkait parameter biologis, statistik hasil tangkapan, maupun dukungan kelembagaan (McDonald et al., 2020; Malik et al., 2021; Sarker et al., 2024).

Dalam konteks keterbatasan data tersebut, penggunaan indikator biologis yang sederhana namun informatif, seperti *Spawning Potential Ratio* (SPR), menjadi pendekatan yang relevan untuk menilai status stok dan risiko penurunan kemampuan reproduksi populasi (Goethel et al., 2023; Harford et al., 2019; Hapsari et al., 2023; Entia et al., 2025; Wujdi et al., 2020). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika populasi serta menilai status stok ikan tembang putih di perairan Kabupaten Cirebon berdasarkan nilai *Spawning Potential Ratio* (SPR). Hasil kajian ini diharapkan menjadi landasan ilmiah dalam perumusan strategi pengelolaan sumber daya perikanan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di perairan pesisir Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat, yang berada di pantai utara Jawa dengan koordinat $6^{\circ}32'30''$ – $6^{\circ}50'$ LS dan $108^{\circ}30'$ – $108^{\circ}50'$ BT. Perairan ini bercirikan estuari dengan banyak muara sungai yang menjadi habitat pemijahan dan daerah asuhan bagi ikan pelagis kecil. Proses identifikasi biologis, analisis gonad, serta pengolahan data parameter pertumbuhan dan rasio potensi pemijahan dilakukan di Laboratorium Biologi Makro I, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Peta lokasi pengambilan sampel dibuat berdasarkan koordinat yang diperoleh dari hasil pencatatan posisi operasi penangkapan ikan oleh nelayan (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian
Figure 1. Research location

Periode dan Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilaksanakan selama sembilan bulan, mulai Desember 2024 hingga Agustus 2025, untuk mencakup variasi musim timur dan barat. Sampel diambil secara *systematic random sampling* dari hasil tangkapan nelayan yang menggunakan alat tangkap jaring insang lingkaran (*encircling gillnet*) (Maduekwe & de Vries, 2019). Pendekatan ini dianggap sesuai karena kegiatan penangkapan menggunakan alat jaring insang lingkaran menghasilkan jumlah tangkapan yang relatif besar dan bervariasi, sehingga diperlukan metode sampling yang sistematis untuk memperoleh data populasi ikan yang representatif (Maduekwe & de Vries, 2019).

Ikan yang diambil diukur panjang totalnya (*Total Length*, TL) menggunakan penggaris dengan ketelitian 1 mm dan ditimbang bobot tubuhnya dengan timbangan digital presisi 0,001 g. Gonad ikan diidentifikasi secara makroskopis untuk menentukan jenis kelamin dan tingkat kematangan gonad (TKG) mengacu pada klasifikasi Holden & Raitt (1974) yang telah dimodifikasi dari Cassie (Effendie, 1979). Selain data biologis, pada setiap operasi penangkapan dicatat koordinat geografis, tanggal, kedalaman perairan, serta komposisi hasil tangkapan.

Analisis Data

Nisbah Kelamin

Rasio kelamin dihitung untuk mengetahui proporsi jantan dan betina dalam populasi menggunakan rumus (Effendie, 1997):

$$NK = \frac{nJ}{nB} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

NK : nisbah kelamin

nJ : jumlah ikan jantan (individu)

nB : jumlah ikan betina (individu)

Keseimbangan rasio diuji menggunakan uji Chi-square (χ^2) pada taraf kepercayaan 95%.

Hubungan Panjang–Bobot

Hubungan panjang dan bobot dianalisis untuk menggambarkan pola pertumbuhan (isometrik atau alometrik) menggunakan persamaan (Effendie, 1997):

$$W = aL^b \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

W = berat ikan (gram)

L = panjang total ikan (cm)

a,b = konstanta dari hasil regresi dengan panjang total sebagai variabel bebas dan bobot sebagai variabel tak bebas.

Nilai koefisien b digunakan untuk menentukan tipe pertumbuhan: isometrik (b=3), alometrik positif (b>3), atau alometrik negatif (b<3).

Struktur Ukuran

Distribusi frekuensi panjang dianalisis per bulan untuk mengamati dinamika kohort. Nilai $L_{c_{50\%}}$ diperoleh dengan

memplotkan persentase frekuensi kumulatif ikan tertangkap terhadap nilai tengah kelas panjang, dan titik potong pada 50% menunjukkan ukuran rata-rata saat 50% populasi tertangkap (Aydin *et al.*, 2025; Burhanis *et al.*, 2022; Syajidah *et al.*, 2024). Ukuran pertama kali matang gonad ditentukan berdasarkan distribusi proporsi ikan dengan gonad matang (TKG III dan IV) terhadap kelas panjang, dengan titik potong kurva pada 50% dan 95% sebagai $L_{m_{50\%}}$ dan $L_{m_{95\%}}$ (King, 2007; Kokokiris *et al.*, 2014; Entia *et al.*, 2025).

Parameter Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan panjang asimtotik (L[∞]) dan koefisien pertumbuhan (K) dihitung menggunakan metode Plot-Walford berdasarkan model pertumbuhan von Bertalanffy (Spare & Venema, 1999):

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)}) \dots\dots\dots (3)$$

Umur teoritis saat panjang nol (t₀) diduga menggunakan persamaan empiris (Spare & Venema, 1999). Analisis menggunakan perangkat lunak FISAT II.

$$\text{Log}(-t_0) = 0,3922 - 0,2752 (\text{Log } L_{\infty}) - 1,038(\text{Log } K) \dots\dots (4)$$

Keterangan:

Lt : Panjang ikan pada saat umur t (satuan waktu)

L[∞] : Panjang maksimum secara teoritis (panjang asimtotik)

K : Koefisien pertumbuhan (per satuan waktu)

t₀ : Umur teoritis pada saat panjang sama dengan nol

Mortalitas dan Laju Eksploitasi

Laju mortalitas total (Z) diestimasi menggunakan metode *Length-converted Catch Curve* pada FISAT II. Laju mortalitas alami (M) dihitung dengan rumus (Spare & Venema, 1999):

$$\begin{aligned} \text{Ln } M &= -0,0152 - 0,279 * \text{Ln } L_{\infty} + 0,6543 * \text{Ln } K + 0,463 * \text{Ln } T \\ M &= e^{(-0,0152 - 0,279 * \text{Ln } L_{\infty} + 0,6543 * \text{Ln } K + 0,463 * \text{Ln } T)} \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

Keterangan:

M : Mortalitas alami

L[∞] : Panjang asimtotik pada persamaan von Bertalanffy

K : Koefisien pertumbuhan pada persamaan pertumbuhan von Bertalanffy

T : Rata-rata suhu permukaan perairan (°C)

Laju mortalitas penangkapan (F) ditentukan dengan (Spare & Venema, 1999):

$$F = Z - M \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

F : Laju mortalitas penangkapan

Z : Laju mortalitas total

M : Laju mortalitas alami

Laju eksploitasi (E) ditentukan dengan membandingkan laju mortalitas penangkapan (F) dengan laju mortalitas total (Z).

$$E = \frac{F}{F+M} = \frac{F}{Z} \dots\dots\dots (7)$$

Kondisi stok dinilai: *under-exploited* (E < 0,5), *fully-exploited* (E H[∞] 0,5), atau *over-exploited* (E > 0,5).

Rasio Potensi Pemijahan (Spawning Potential Ratio, SPR)

SPR dianalisis menggunakan model Length-Based SPR (LB-SPR) melalui aplikasi daring di <http://barefootecologist.com.au/lbspr> (Hordyk et al., 2015; Hordyk et al., 2019). SPR dihitung untuk menilai kelestarian stok; nilai referensi umumnya 20% sebagai batas bawah (*limit reference point*) dan 40% sebagai target pengelolaan (*target reference point*).

HASIL DAN BAHASAN

Hasil

Karakteristik Lokasi Penangkapan

Kabupaten Cirebon salah satu wilayah pesisir di bagian timur Provinsi Jawa Barat yang terletak di pantai utara Jawa. Lokasi penelitian berada di sepanjang pesisir Kabupaten Cirebon dengan koordinat 6°32'30"-6°50' LS dan 108°30'-108°50' BT, yang berbatasan dengan Kabupaten Indramayu di sebelah barat-utara dan Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah, di sebelah timur. Cirebon yang berada di pantai utara Jawa Barat didominasi ekosistem estuari dengan kedalaman 4–10 m dan substrat

berlumpur berpasir. Daerah operasi penangkapan utama ikan tembang putih tercatat di sekitar muara Sungai Bungko Lor dan muara Sungai Cisanggarung, terutama pada kedalaman 6–7 m.

Puncak aktivitas penangkapan terjadi pada Mei dan Agustus, periode transisi dan awal musim timur saat kondisi perairan relatif tenang dan produktivitas perairan meningkat. Hal ini menunjukkan pentingnya kawasan estuari tersebut sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) yang mendukung ketersediaan stok (*Escualosa thoracata*) di wilayah ini.

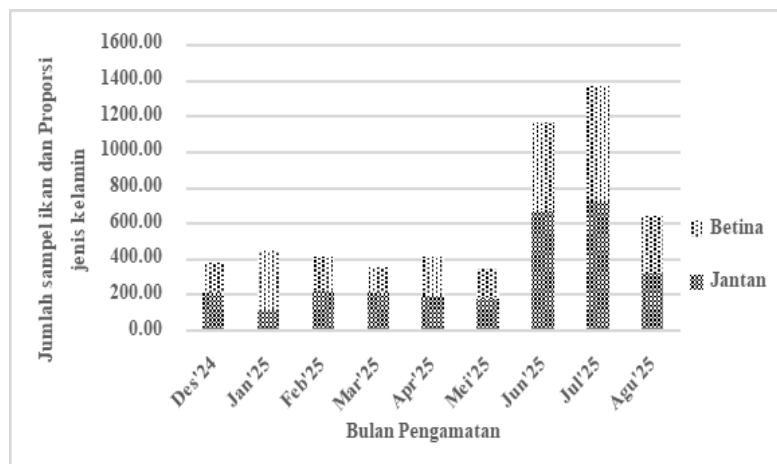
Nisbah Kelamin

Dari total 5.556 ekor sampel yang dikumpulkan selama Desember 2024 - Agustus 2025 (Tabel 1), komposisi kelamin jantan:betina adalah 1,07:1 (Gambar 2). Hasil uji Chi-square menunjukkan ada perbedaan nyata ($p < 0,05$) terhadap rasio teoritis 1:1. Keseimbangan rasio kelamin ini menunjukkan populasi masih memiliki potensi reproduksi yang wajar untuk mendukung perekrutan alami (Effendie, 1997).

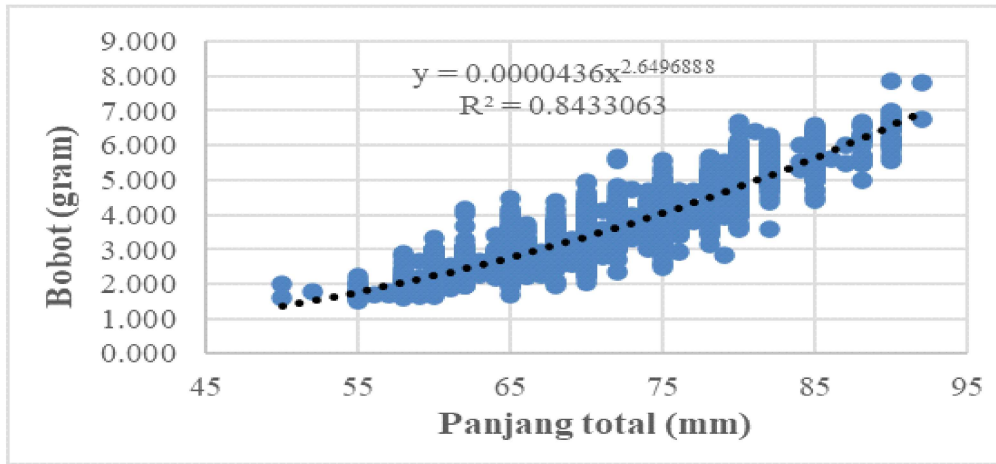
Tabel 1. Jumlah individu ikan jantan dan ikan betina setiap bulan pengamatan

Table 1. Number of male and female fish observed each month

Bulan	Jantan	Betina	Total
December 2024	216	163	379
January 2025	123	330	453
February 2025	222	196	418
March 2025	209	149	358
April 2025	199	213	412
May 2025	181	164	345
June 2025	670	501	1171
July 2025	725	648	1373
August 2025	326	321	647
Total	2.871	2.685	5.556



Gambar 2. Nisbah kelamin *Escualosa thoracata* berdasarkan bulan pengamatan
Figure 2. Sex ratio of *Escualosa thoracata* based on month of observation



Gambar 3. Hubungan panjang-bobot setiap bulan ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*)
 Figure 3. Length-weight relationship for each month of the white sardine (*Escualosa thoracata*)

Hubungan Panjang-Bobot

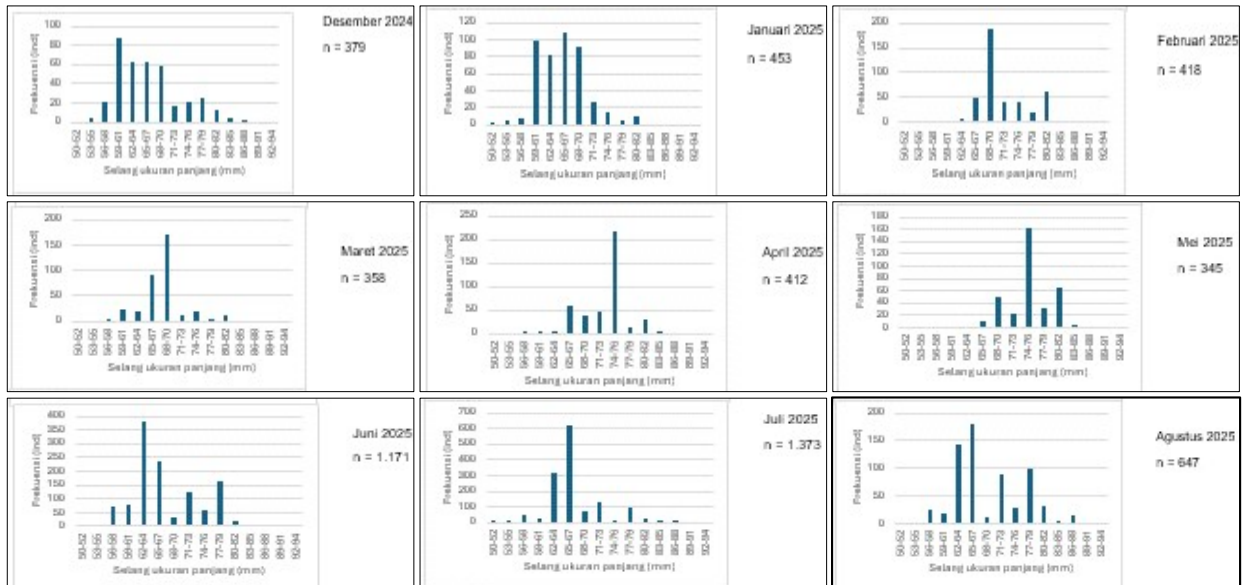
Hubungan panjang-bobot ikan tembang putih dengan persamaan $W = 0,0000436 L^{2,6497}$ yang mana koefisien determinasi (R^2) mencapai 0,8433. Nilai eksponen b adalah 2,6497 yang menandakan pola pertumbuhan alometrik negatif. Pola pertumbuhan ini menunjukkan penambahan yakni penambahan panjang lebih cepat dibandingkan bobot tubuh (Nurudeen *et al.*, 2017; Terreros Ríos *et al.*, 2025; Nasren *et al.*, 2023). Pola ini umum dijumpai pada ikan pelagis kecil yang memperoleh pasokan pakan melimpah pada fase pertumbuhan awal.

ukuran >80 mm relatif sedikit, menandakan tekanan penangkapan lebih tinggi terhadap kelompok juvenil dan sub-dewasa. Analisis menunjukkan $Lc_{50\%}$ menunjukkan ukuran mencapai 71,0 mm TL, dengan $Lm_{50\%}$ sebesar 73,0 mm TL dan $Lm_{95\%}$ sebesar 85,0 mm TL. Perbedaan antara $Lc_{50\%}$ dan $Lm_{50\%}$ menandakan sebagian besar ikan sudah tertangkap sebelum matang gonad, sehingga berpotensi mengurangi keberhasilan rekrutmen alami (King, 2007; Spare & Venema, 1999).

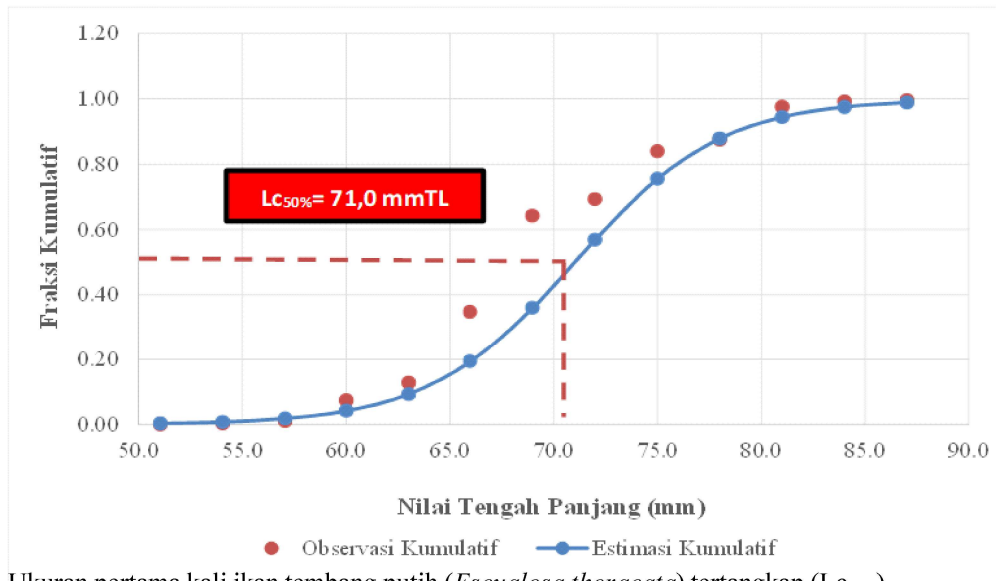
Struktur Ukuran

Sebagian besar ikan yang tertangkap memiliki panjang total (TL) antara 66–80 mm, dengan puncak distribusi pada kelas 70–74 mm (Gambar 4). Proporsi individu dengan

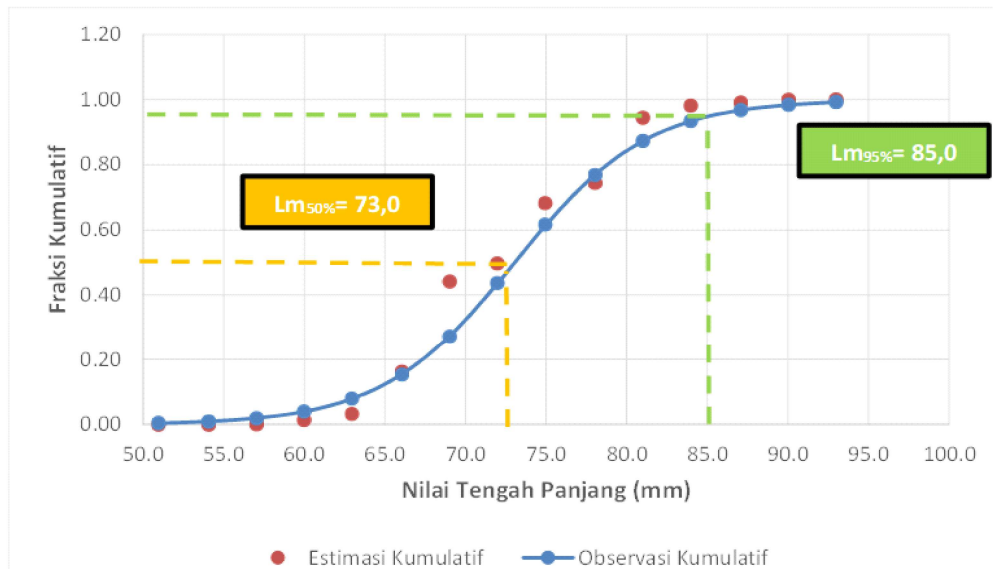
ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*) mulai tertangkap pada ukuran rata-rata ($Lc_{50\%}$) sebesar 71,0 mm TL (Gambar 5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran pertama kali matang gonad ($Lm_{50\%}$) ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*) adalah 73,0 mm TL, sedangkan ukuran matang gonad hampir penuh ($Lm_{95\%}$) mencapai 85,0 mm TL (Gambar 6).



Gambar 4. Distribusi frekuensi panjang setiap bulan ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*)
 Figure 4. Monthly length frequency distribution of white sardine (*Escualosa thoracata*)



Gambar 5. Ukuran pertama kali ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*) tertangkap ($L_{c50\%}$)
 Figure 5. First captured size of white sardine (*Escualosa thoracata*) ($L_{c50\%}$)



Gambar 6. Ukuran ikan tembang putih pertama kali matang gonad (*Escualosa thoracata*) ($L_{m50\%}$ dan $L_{m95\%}$)
 Figure 6. The first maturity size of white sardine (*Escualosa thoracata*) ($L_{m50\%}$ and $L_{m95\%}$)

Parameter Pertumbuhan

Estimasi model pertumbuhan von Bertalanffy menghasilkan parameter L^{∞} sebesar 96,08 mm TL dan K sebesar 1,60 tahun⁻¹ dengan t_0 sebesar -0,69 tahun (Gambar 7). Hasil interpretasi kurva pertumbuhan memperlihatkan bahwa ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*) tumbuh dengan laju yang cukup cepat dan diperkirakan mencapai panjang asimtotik (L^{∞}) dalam waktu sekitar lima tahun.

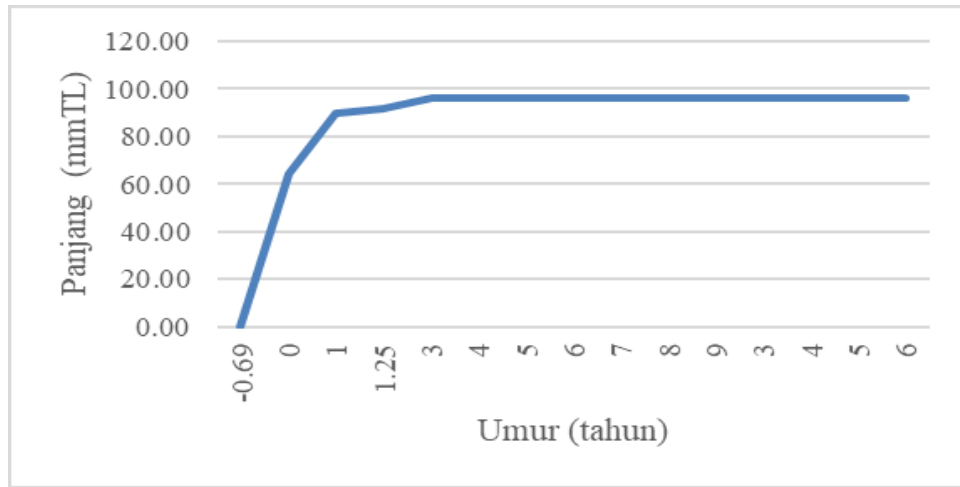
Mortalitas dan Laju Eksploitasi

Laju mortalitas total (Z) yaitu 3,21 tahun⁻¹, dengan mortalitas alami (M) yaitu 0,76 tahun⁻¹, sehingga mortalitas akibat penangkapan (F) yaitu 2,45 tahun⁻¹ (Gambar 8). Tingkat eksploitasi (E) sebesar 0,76, jauh di

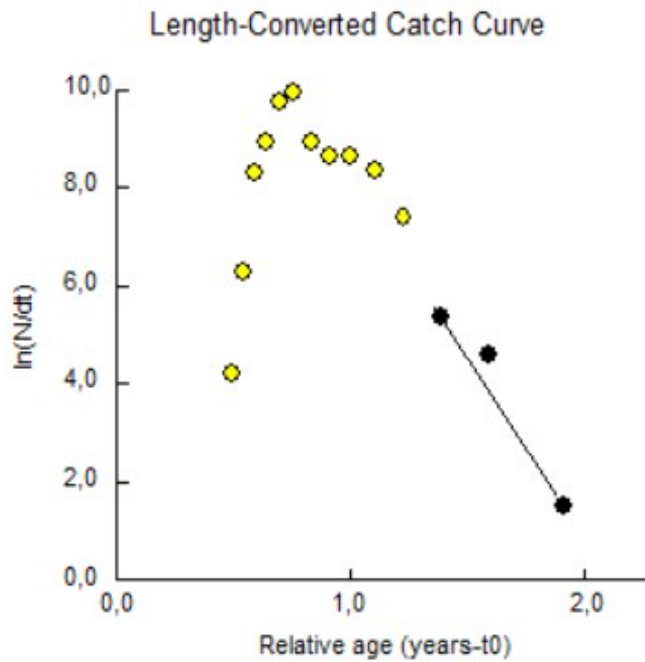
atas tingkat optimal (Eopt) kurang lebih sama dengan 0,5. Laju eksploitasi (E) ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*) tercatat melebihi nilai ambang optimal 0,5. Hal ini mengindikasikan terjadinya eksploitasi berlebih. Tingkat mortalitas akibat penangkapan hampir tiga kali lipat lebih tinggi dibandingkan mortalitas alami yaitu sebesar 5,71 per tahun (Tabel 2).

Rasio Potensi Pemijahan (SPR)

Perhitungan menggunakan pendekatan *Length-Based* SPR (LB-SPR) (Hordyk et al., 2015) menghasilkan nilai SPR sebesar 19% (Tabel 3), lebih rendah daripada batas bawah yang disarankan untuk kelestarian stok (20%) dan jauh di bawah target optimal pengelolaan (40%) (Gambar 9).



Gambar 7. Pertumbuhan ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*)
 Figure 7. The growth of white sardine (*Escualosa thoracata*)



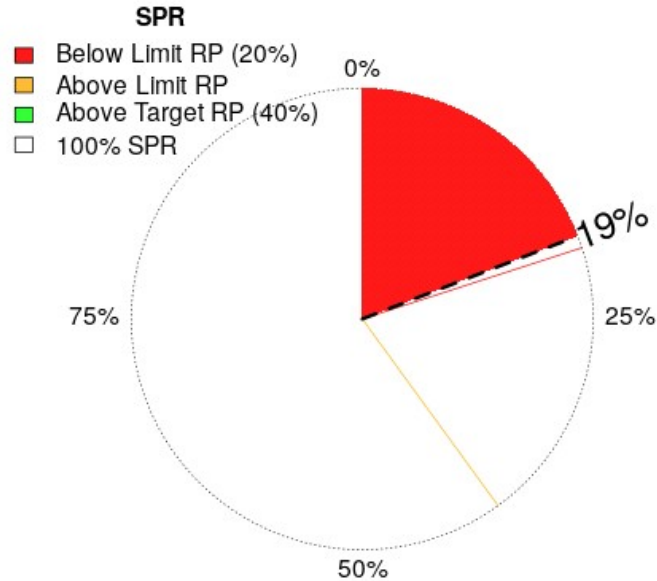
Gambar 8. Kurva hasil pendugaan laju mortalitas ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*)
 Figure 8. Mortality rate estimation of white sardine (*Escualosa thoracata*)

Tabel 2. Parameter mortalitas ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*)
 Table 2. Mortality parameters for white sardine (*Escualosa thoracata*)

Nama Spesies	Z	M	F	E
<i>Escualosa thoracata</i>	7,53	1,82	5,71	0,76

Tabel 3. Nilai SPR, F/M, dan M/K ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*) di perairan Kabupaten Cirebon
 Table 3. SPR, F/M, and M/K values of white sardine (*Escualosa thoracata*) in the waters of Cirebon Regency

Nama Spesies	SPR%	F/M	M/K
<i>Escualosa thoracata</i>	19%	3,14	1,14



Gambar 9. Nilai SPR ikan tembang putih (*Escualosa thoracata*)
 Figure 9. SPR value of white thresher shark (*Escualosa thoracata*)

Bahasan Nisbah Kelamin

Secara teoretis, populasi ikan yang memiliki rasio kelamin seimbang (1:1) dinilai lebih stabil dalam menjaga keberlangsungan proses reproduksi dan perekrutan alami (Lowerre Barbieri *et al.*, 2017; Cheng *et al.*, 2025; Huang & Zhao, 2024). Sebaliknya, dominasi salah satu jenis kelamin dalam jangka panjang dapat memengaruhi potensi perekrutan, produktivitas stok, dan daya pulih populasi. Populasi dengan proporsi betina yang lebih tinggi umumnya memiliki peluang produksi telur yang lebih besar dan berkontribusi positif terhadap potensi regenerasi stok (Hays *et al.*, 2017; Gamboa *et al.*, 2019; Theberge *et al.*, 2024). Dominasi betina diduga berkaitan dengan tingkat kematian jantan yang lebih tinggi pada ukuran juvenil akibat faktor mortalitas alami atau tekanan penangkapan yang lebih besar pada kelompok ukuran kecil (Huda *et al.*, 2022; Hountcheme *et al.*, 2025).

Berbeda dengan temuan di perairan yang lain, populasi di perairan Cirebon justru sedikit didominasi jantan. Perbedaan ini dapat mencerminkan adanya pengaruh kondisi lingkungan lokal maupun pola ruaya reproduksi. Komposisi kelamin suatu populasi ikan dapat berubah sepanjang siklus ruaya: pada awal fase ruaya pemijahan populasi sering didominasi jantan, kemudian mendekati puncak pemijahan komposisi menjadi seimbang, dan setelahnya proporsi betina meningkat (Stewart *et al.*, 2018; Bade *et al.*, 2019; Lowerre Barbieri *et al.*, 2023).

Variasi nisbah kelamin juga dapat dipengaruhi oleh faktor internal seperti perbedaan tingkat pertumbuhan, umur matang gonad, dan kerentanan terhadap penangkapan, serta faktor eksternal seperti suhu, salinitas, dan degradasi habitat (Effendie, 1997). Tekanan

penangkapan yang tinggi di daerah pesisir, terutama dengan alat tangkap yang tidak selektif, dapat mengubah komposisi kelamin alami dalam populasi karena kelompok ukuran atau jenis kelamin tertentu lebih rentan tertangkap (Saranga *et al.*, 2018; Retraubun *et al.*, 2021).

Dominasi jantan dalam hasil tangkapan di Cirebon yang hanya sedikit berbeda dari rasio seimbang menandakan bahwa stok masih berada dalam kondisi yang relatif normal untuk mendukung reproduksi. Namun demikian, penyimpangan dari rasio ideal yang berkelanjutan perlu diwaspadai karena dapat mengganggu keseimbangan struktur populasi dan mengurangi keberhasilan pemijahan. Pengelolaan perikanan yang mengatur tingkat eksploitasi dan melindungi kelompok ukuran matang gonad menjadi penting agar tidak terjadi distorsi lebih lanjut pada struktur kelamin populasi (Hixon *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2020).

Hubungan Panjang-bobot

Nilai eksponen (b) sebesar 2,6497 yang mengindikasikan pola pertumbuhan alometrik negatif, yakni penambahan panjang tubuh lebih cepat dibandingkan bobot. Pola ini lazim terjadi pada populasi ikan pelagis kecil di habitat pesisir yang memiliki tekanan lingkungan lebih tinggi atau keterbatasan sumber pakan, sehingga energi pertumbuhan lebih banyak dialokasikan untuk perpanjangan tubuh daripada penambahan massa (Froese, 2006; Effendie, 1997).

Secara ekologi, variasi nilai b dipengaruhi oleh kombinasi faktor internal dan eksternal. Faktor internal mencakup umur, fase pertumbuhan, dan status reproduksi ikan; sedangkan faktor eksternal meliputi ketersediaan pakan, suhu, salinitas, serta tekanan penangkapan (Froese, 2006). Dalam konteks pesisir Kabupaten Cirebon,

dominasi daerah estuari dengan fluktuasi parameter lingkungan, seperti salinitas dan kekeruhan akibat aliran sungai, kemungkinan memengaruhi efisiensi pemanfaatan energi untuk penambahan bobot (Jaureguizar *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2025).

Tekanan penangkapan yang tinggi terhadap individu yang belum dewasa dapat mengubah struktur ukuran populasi sehingga berpengaruh pada pola pertumbuhan yang diamati. Penelitian serupa oleh (Froese, 2006) menegaskan bahwa variabilitas nilai b juga dapat menjadi indikator respon populasi terhadap perubahan lingkungan dan tekanan antropogenik.

Perbedaan hasil antara perairan Cirebon dan daerah lain menunjukkan bahwa pengukuran parameter pertumbuhan perlu dilakukan secara spesifik di setiap lokasi untuk memperoleh dasar yang akurat dalam penilaian dinamika stok. Model pertumbuhan yang diadopsi dari wilayah berbeda tidak selalu mampu menggambarkan karakteristik biologis populasi lokal secara tepat. Oleh karena itu, hasil analisis hubungan panjang–bobot yang diperoleh dari perairan Cirebon menjadi informasi penting dalam mendukung pengelolaan stok *E. thoracata* yang sesuai dengan kondisi wilayah tersebut.

Struktur Ukuran

Keseimbangan rasio kelamin ikan tembang putih dengan perbandingan jantan dan betina mendekati 1:1 menunjukkan bahwa komposisi populasi masih normal untuk mendukung proses reproduksi alami. Kondisi ini sejalan dengan (Effendie, 1997) bahwa rasio kelamin yang seimbang diperlukan untuk menjaga kontinuitas stok di alam. Keseimbangan ini menunjukkan potensi pemijahan alami masih terjaga, tetapi tekanan penangkapan yang tinggi mengganggu keberhasilan reproduksi (Karkarey *et al.*, 2024; Chemello *et al.*, 2023; Caballero-Huertas *et al.*, 2022; Frigola-Tepe *et al.*, 2025).

Meskipun demikian, analisis ukuran pertama kali tertangkap ($L_{c_{50\%}}$) sebesar 71,0 mm TL yang lebih kecil dari ukuran pertama kali matang gonad ($L_{m_{50\%}}$) 73,0 mm TL menunjukkan bahwa sebagian ikan telah tertangkap sebelum memiliki kesempatan memijah. Fenomena ini dapat mengganggu keberlangsungan siklus rekrutmen, karena biomassa induk berkurang akibat penangkapan. Temuan ini sejalan dengan temuan tekanan penangkapan terhadap ikan pelagis kecil berukuran juvenil di perairan utara Jawa berkontribusi terhadap penurunan stok (Yonvitner *et al.*, 2021; Apriansyah *et al.*, 2024).

Nilai parameter pertumbuhan yang tinggi (K sebesar 1,60 tahun⁻¹) dan ukuran maksimum yang kecil mencerminkan karakteristik ikan tembang putih sebagai spesies dengan laju regenerasi cepat saat tekanan eksploitasi berkurang, tetapi mudah mengalami degradasi populasi jika tekanan penangkapan berlangsung secara intensif dan terus-menerus (Karim *et al.*, 2020; Barua *et al.*, 2022; Salim *et al.*, 2020). Nilai ini menandakan

kemampuan reproduksi populasi sudah tereduksi secara signifikan dan stok ikan tembang putih berada dalam kondisi tekanan penangkapan tinggi yang berisiko terhadap kelestarian jangka panjang. Kondisi ini menuntut kebijakan pengendalian input penangkapan agar biomassa induk dapat pulih.

Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan yang diperoleh, yaitu panjang asimtotik (L_{∞}) 96,08 mm TL dan koefisien pertumbuhan (K) 1,60 tahun⁻¹, menunjukkan bahwa ikan tembang putih memiliki pertumbuhan relatif cepat namun umur hidup yang pendek. Karakteristik seperti ini umum pada kelompok pelagis kecil yang memiliki siklus hidup singkat dan rentan terhadap fluktuasi lingkungan serta tekanan penangkapan yang tinggi (Salim *et al.*, 2020; Damora *et al.*, 2018).

Tingginya laju pertumbuhan memungkinkan populasi untuk pulih apabila tekanan penangkapan dikurangi. Namun, penangkapan intensif terhadap individu berukuran juvenil dapat memutus siklus rekrutmen sehingga pemulihan stok menjadi lambat. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pengaturan ukuran ikan yang boleh ditangkap agar biomassa induk yang telah mencapai kematangan gonad tetap terjaga pada tingkat yang aman. (Hong *et al.*, 2024; Vasilakopoulos *et al.*, 2016; Durant & Hjermmann, 2017; Winter *et al.*, 2023; Lavin *et al.*, 2021).

Mortalitas dan Laju Eksploitasi

Kematian populasi lebih banyak disebabkan oleh aktivitas penangkapan dibandingkan faktor alami (Essington *et al.*, 2015; Du *et al.*, 2025; Harasti *et al.*, 2019). Tingkat eksploitasi yang melebihi nilai optimal, mengindikasikan bahwa stok ikan tembang putih di perairan Kabupaten Cirebon berada dalam kondisi *over-exploited*. Situasi ini serupa dengan perairan Laut Jawa yang mencatat tingginya tingkat eksploitasi ikan pelagis kecil akibat tidak adanya pengaturan input maupun output pada perikanan skala kecil (Zairion *et al.*, 2020; Patmiarsih *et al.*, 2023).

Status Stok Berdasarkan SPR

Rasio potensi pemijahan (SPR) yang diperoleh sebesar 19%, lebih rendah dari batas bawah yang direkomendasikan untuk menjaga keberlanjutan stok (20%) dan jauh dari target pengelolaan yang diharapkan (40%) (Hordyk *et al.*, 2015; Ernawati, 2019; Willems, 2023). Hasil ini sejalan dengan temuan di beberapa wilayah pesisir utara Jawa untuk ikan pelagis kecil lain yang juga menunjukkan SPR rendah (<20%) akibat penangkapan ikan berukuran juvenil (Purwanto, 2014; Ernawati, 2019).

SPR yang rendah menunjukkan bahwa biomassa induk dalam populasi tidak cukup untuk mendukung perekrutan alami yang berkelanjutan. Kondisi ini jika terus berlanjut, akan dapat menyebabkan populasi tembang putih berisiko mengalami *recruitment overfishing*, yang pada gilirannya

dapat menyebabkan penurunan biomassa stok secara drastis. Fenomena ini menggarisbawahi pentingnya pengendalian upaya penangkapan untuk memulihkan biomassa induk menuju tingkat yang aman (Yonvitner et al., 2021; Tsai & Huang, 2022; Majeed et al., 2025).

Pengaruh Musim dan Habitat Penangkapan

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa puncak tangkapan terjadi pada bulan Mei dan Agustus, yang bertepatan dengan musim peralihan dan awal musim timur. Hal ini menunjukkan adanya keterkaitan antara dinamika stok tembang putih dengan faktor lingkungan musiman, seperti suhu dan arus, yang memengaruhi kelimpahan serta distribusi ikan di daerah pesisir (Chen et al., 2022; Jaureguizar et al., 2016; Zhang et al., 2025). Keberlanjutan stok di masa mendatang sangat bergantung pada keberlanjutan fungsi ekologi daerah estuari tersebut.

Konsentrasi hasil tangkapan di sekitar muara Sungai Bungko Lor dan Cisanggarung menegaskan pentingnya habitat estuari sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) bagi ikan tembang putih. Perlindungan habitat ini menjadi faktor kunci bagi kelangsungan populasi, sebagaimana juga ditemukan pada perikanan pelagis kecil di kawasan estuari tropis lainnya (Tommasi et al., 2017; Jebri et al., 2020; Zhang et al., 2025; Macusi et al., 2025).

Pemantauan berkelanjutan terhadap parameter biologi populasi ikan pelagis kecil, terutama nilai Lc, Lm, E, dan SPR, penting dilakukan sebagai dasar ilmiah untuk menentukan status stok dan merumuskan langkah pengelolaan yang tepat. Pengelolaan berbasis indikator biologi seperti SPR lebih adaptif terhadap perikanan skala kecil yang sering menghadapi keterbatasan data hasil tangkapan dan upaya penangkapan (Hordyk et al., 2015; Ernawati et al., 2019; Willems et al., 2023).

KESIMPULAN

Ukuran rata-rata pertama kali tertangkap ($L_{c_{50\%}}$) adalah 71,0 mm TL, lebih kecil daripada ukuran pertama kali matang gonad ($L_{m_{50\%}}$) 73,0 mm TL. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar ikan tertangkap sebelum sempat memijah.

Parameter pertumbuhan yang relatif cepat (K sebesar 1,60 tahun⁻¹) dengan panjang maksimum (L^{∞}) 96,08 mm TL menggambarkan karakteristik spesies pelagis kecil yang rentan terhadap tekanan penangkapan. Laju eksploitasi yang tinggi (E sebesar 0,76) dan nilai SPR yang rendah (19%) menunjukkan bahwa stok ikan tembang putih di perairan ini telah berada pada kondisi *over-exploited*, sehingga biomassa induk tidak memadai untuk menjaga keberlanjutan rekrutmen alami.

DAFTAR PUSTAKA

Apriansyah, Atmadipoera, A. S., Nugroho, D., & Noviyanti, R. (2024). Shelf oceanography and small pelagic fishes in the Java Sea. *E3S Web of Conferences*, 483, 01010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448301010>

- Aydin, I., Theocharis, A., & Klaoudatos, D. (2025). Exploring Life History Traits and Catch Composition of Red Mullet (*Mullus barbatus*, L. 1758) in the Commercial Trawl Fisheries of the Eastern Aegean Sea. *Water*, 17(17), 2540. <https://doi.org/10.3390/w17172540>
- Ayunda, N., Sapota, M. R., & Pawelec, A. (2017). The Impact of Small-Scale Fisheries Activities Toward Fisheries Sustainability in Indonesia. In *Interdisciplinary Approaches for Sustainable Development Goals: Economic Growth, Social Inclusion and Environmental Protection* (pp. 147–167). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71788-3_11
- Bade, A. P., Binder, T. R., Faust, M. D., Vandergoot, C. S., Hartman, T. J., Kraus, R. T., ... Ludsin, S. A. (2019). Sex-based differences in spawning behavior account for male-biased harvest in Lake Erie walleye (*Sander vitreus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 76(11), 2003–2012. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2018-0339>
- Barua, S., Liu, Q., Alam, M. S., Schneider, P., & Mozumder, M. M. H. (2022). Application of Length-Based Assessment Methods to Elucidate Biological Reference Points of Black Pomfret Stock in the Bay of Bengal, Bangladesh. *Fishes*, 7(6), 384. <https://doi.org/10.3390/fishes7060384>
- Bastardie, F., Feary, D. A., Brunel, T., Kell, L. T., Döring, R., Metz, S., ... van Vlasselaer, J. (2022). Ten lessons on the resilience of the EU common fisheries policy towards climate change and fuel efficiency - A call for adaptive, flexible and well-informed fisheries management. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.947150>
- Burhanis, Mr., Fadhilah, R., Zulfadhli, Ms., & Edwarsyah, Mr. (2022). Indicators of Tuna Gigi Anjing (*Gymnosarda unicolor*) Growth Pattern on the Implementation of Sustainable Development Goals (SDGs). *Ecology, Environment and Conservation*, S72–S77. <https://doi.org/10.53550/EEC.2022.v28i05s.013>
- Caballero-Huertas, M., Frigola-Tepe, X., Viñas, J., & Muñoz, M. (2022). Somatic Condition and Reproductive Potential as a Tandem in European Sardine: An Analysis with an Environmental Perspective in the Northern Adriatic (Gulf of Trieste). *Fishes*, 7(3), 105. <https://doi.org/10.3390/fishes7030105>
- Cahyani, I., Soleh, Moh., Habibullah, Abd. W., Muafa, A., Abdullah, Muh. U., Ningsih, P. S., & Kriswahyun, S. (2025). Penyuluhan Hukum Peningkatan Pemahaman Tentang Pentingnya Surat Ijin Penangkapan Ikan bagi Nelayan di Desa Dharma Tanjung, Kecamatan Camplong, Kabupaten Sampang. *Nusantara Mengabdikan Kepada Negeri*, 2(2), 01–05. <https://doi.org/10.62383/numeken.v2i2.854>
- Chemello, G., Cerrone, G. L., Tavalozzi, V., Donato, F., Tiralongo, F., & Gioacchini, G. (2023). One year study on the reproductive biology, ovary characterization and

- age of the European sardine (*Sardina pilchardus*) in the middle-west Adriatic Sea. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1266894>
- Chen, Z., Ren, Q., Liu, C., & Xian, W. (2022). Seasonal and Spatial Variations in Fish Assemblage in the Yangtze Estuary and Adjacent Waters and Their Relationship with Environmental Factors. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(11), 1679. <https://doi.org/10.3390/jmse10111679>
- Cheng, M. L. H., Goethel, D. R., Hulson, P. F., Wilberg, M. J., Marsh, C., & Cunningham, C. J. (2025). Misspecifying Sex Structured Dynamics in Stock Assessment Models. *Fish and Fisheries*, 26(3), 454–472. <https://doi.org/10.1111/faf.12891>
- Colombano, D. D., Carlson, S. M., Hobbs, J. A., & Ruhi, A. (2022). Four decades of climatic fluctuations and fish recruitment stability across a marine freshwater gradient. *Global Change Biology*, 28(17), 5104–5120. <https://doi.org/10.1111/gcb.16266>
- Damora, A., Ariyogagautama, D., Wahju, R. I., Susanto, H., & Wang, J. (2018). Short Communication: Growth and mortality rate of Black Pomfret *Parastromateus niger* (Bloch, 1795) and Silver Pomfret *Pampus argenteus* (Euphrasen, 1788) in Paloh Waters, West Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(6), 2247–2251. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190633>
- Du, J., Tian, H., Xiang, Z., Zhao, K., Yu, L., Duan, X., ... Liu, M. (2025). Impact of the fishing ban on fish diversity and population structure in the middle reaches of the Yangtze River, China. *Frontiers in Environmental Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1530716>
- Durant, J., & Hjermmann, D. (2017). Age-structure, harvesting and climate effects on population growth of Arcto-boreal fish stocks. *Marine Ecology Progress Series*, 577, 177–188. <https://doi.org/10.3354/meps12210>
- Effendie, Moch. I. (1979). *Metoda Biologi Perikanan*. Bogor: Yayasan Dewi Sri.
- Effendie, Moch. I. (1997). *Biologi perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Entia, J. C. D., Nabre, N. M. B., Castrence, G. A., Amoncio, R. A. D. A., & Guevarra, E. P. (2025). Morphometric and Reproductive Trends Reveal Near-Equal Sex Ratio, Positive Allometric Growth, and Early Maturity of *Euthynnus affinis* in Southern Philippine Waters. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 27(2), 150–163. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2025/v27i2888>
- Ernawati, T., Priatna, A., & Satria, F. (2019). Biological Reference Points of Painted Spiny Lobster *Panulirus versicolor* (Latreille, 1804) in Karimunjawa Waters, Indonesia. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 25(2), 91. <https://doi.org/10.15578/ifj.25.2.2019.91-101>
- Essington, T. E., Moriarty, P. E., Froehlich, H. E., Hodgson, E. E., Koehn, L. E., Oken, K. L., ... Stawitz, C. C. (2015). Fishing amplifies forage fish population collapses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(21), 6648–6652. <https://doi.org/10.1073/pnas.1422020112>
- Frigola-Tepe, X., Ollé-Vilanova, J., Schull, Q., Caballero-Huertas, M., Viñas, J., & Muñoz, M. (2025). Phenotypic plasticity in the health status of western Mediterranean sardines. Estimation of spawning quantity and quality. *Frontiers in Marine Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1576148>
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241–253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Gamboa-Salazar, K. R., Wyanski, D. M., Buble, W. J., & Klibansky, N. (2019). Effects of age and size on spawning and egg production in gag and scamp grouper off the southeastern United States. *ICES Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz174>
- Gatouillat, H., Gairin, E., Minier, L., Gourlaouen, A., Carpentier, C., Berthe, C., ... Lecchini, D. (2024). Study of the coastal reef fishery pressure in a South Pacific Island (Bora-Bora, French Polynesia). *Aquatic Living Resources*, 37, 3. <https://doi.org/10.1051/alr/2024001>
- Goethel, D. R., Omori, K. L., Punt, A. E., Lynch, P. D., Berger, A. M., de Moor, C. L., ... Methot, R. D. (2023). Oceans of plenty? Challenges, advancements, and future directions for the provision of evidence-based fisheries management advice. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33(2), 375–410. <https://doi.org/10.1007/s11660-022-09726-7>
- Handoko, H., Afriani, A., & Agustin, M. (2023). Komposisi Hasil Tangkapan Jaring Insang Millenium 3 Inchi dan 4 Inchi di Perairan Perikanan Kuala Tungkal Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Biospecies*, 16(1), 39–45. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v16i1.20966>
- Hapsari, A. D., Zairion, Kamal, M. M., Kosasih, G., & Saputra, A. (2023). Population Dynamic Parameters and Length Based Spawning Potential Ratio (LB-SPR) of Red Snapper (*Lutjanus malabaricus*) in The Eastern Java Sea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1137(1), 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1137/1/012062>
- Harasti, D., Davis, T. R., Jordan, A., Erskine, L., & Moltschanivskyj, N. (2019). Illegal recreational fishing causes a decline in a fishery targeted species (Snapper: *Chrysophrys auratus*) within a remote no-take marine protected area. *PLOS ONE*, 14(1), e0209926. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209926>
- Harford, W. J., Sagarese, S. R., & Karnauskas, M. (2019). Coping with information gaps in stock productivity for rebuilding and achieving maximum sustainable yield for grouper–snapper fisheries. *Fish and Fisheries*, 20(2), 303–321. <https://doi.org/10.1111/faf.12344>

- Hays, G. C., Mazaris, A. D., Schofield, G., & Laloë, J.-O. (2017). Population viability at extreme sex-ratio skews produced by temperature-dependent sex determination. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1848), 20162576. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2576>
- Hixon, M. A., Johnson, D. W., & Sogard, S. M. (2014). BOFFFFs: on the importance of conserving old-growth age structure in fishery populations. *ICES Journal of Marine Science*, 71(8), 2171–2185. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst200>
- Hong, X., Zhang, K., Li, J., Xu, Y., Sun, M., Xu, S., ... Chen, Z. (2024). Stock Assessment of the Commercial Small Pelagic Fishes in the Beibu Gulf, the South China Sea, 2006–2020. *Biology*, 13(4), 226. <https://doi.org/10.3390/biology13040226>
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S., Loneragan, N., & Prince, J. (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>
- Hordyk, A. R., Huynh, Q. C., & Carruthers, T. R. (2019). Misspecification in stock assessments: Common uncertainties and asymmetric risks. *Fish and Fisheries*, 20(5), 888–902. <https://doi.org/10.1111/faf.12382>
- Hountcheme, C. A. I., Montcho, S. A., Agadjihouede, H., & Bănăduc, D. (2025). The Temporal Dynamics of the Impact of Overfishing on the Resilience of the *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1858) Fish Species' Population in the West African Lake Toho. *Fishes*, 10(7), 357. <https://doi.org/10.3390/fishes10070357>
- Huang, Y., & Zhao, Z. (2024). Sex Ratio Dynamics of Lamprey Populations: Implications for Ecosystem Stability and Conservation. *BIO Web of Conferences*, 142, 02012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414202012>
- Huda, A. A., Solichin, A., Sabdaningsih, A., & Saputra, S. W. (2022). Kematangan Gonad dan Rasio Potensi Pemijahan Ikan Kiper (*Scatophagus argus*) yang Didaratkan di TPI Tanggul Malang, Kendal. *Jurnal Pasir Laut*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.14710/jpl.2022.44359>
- Hughes, B. B., Levey, M. D., Fountain, M. C., Carlisle, A. B., Chavez, F. P., & Gleason, M. G. (2015). Climate mediates hypoxic stress on fish diversity and nursery function at the land–sea interface. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(26), 8025–8030. <https://doi.org/10.1073/pnas.1505815112>
- Hunnam, K. (2021). The biology and ecology of tropical marine sardines and herrings in Indo-West Pacific fisheries: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 31(3), 449–484. <https://doi.org/10.1007/s11160-021-09649-9>
- Jaureguizar, A. J., Solari, A., Cortés, F., Milessi, A. C., Militelli, M. I., Camiolo, M. D., ... García, M. (2016). Fish diversity in the Río de la Plata and adjacent waters: an overview of environmental influences on its spatial and temporal structure. *Journal of Fish Biology*, 89(1), 569–600. <https://doi.org/10.1111/jfb.12975>
- Jebri, F., Jacobs, Z. L., Raitos, D. E., Srokosz, M., Painter, S. C., Kelly, S., ... Popova, E. (2020). Interannual monsoon wind variability as a key driver of East African small pelagic fisheries. *Scientific Reports*, 10(1), 13247. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70275-9>
- Karim, E., Liu, Q., Forruq Rahman, M., Khatun, M. H., Protim Barman, P., Shamsuzzaman, M. M., & Mahmud, Y. (2020). Comparative assessment of population biology of three popular pomfret species, *Pampus argenteus*, *Pampus chinensis* and *Parastromateus niger* in the Bay of Bengal, Bangladesh. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(2), 793–813. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2018.119873>
- Karkarey, R., Boström Einarsson, L., Graham, N. A. J., Mukrikkakudi, I., Bilutheth, M. N., Chekillam, A. R., ... Keith, S. A. (2024). Do risk-prone behaviours compromise reproduction and increase vulnerability of fish aggregations exposed to fishing? *Biology Letters*, 20(8). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2024.0292>
- Kennish, M. J. (2021). Drivers of Change in Estuarine and Coastal Marine Environments: An Overview. *Open Journal of Ecology*, 11(03), 224–239. <https://doi.org/10.4236/oje.2021.113017>
- King, M. G. (2007). *Fisheries biology, assessment and management*. Blackwell Pub.
- Kokokiris, L., Stamoulis, A., Monokrousos, N., & Doulgeraki, S. (2014). Oocytes development, maturity classification, maturity size and spawning season of the red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 30(1), 20–27. <https://doi.org/10.1111/jai.12292>
- Lavin, C. P., Jones, G. P., Williamson, D. H., & Harrison, H. B. (2021). Minimum size limits and the reproductive value of numerous, young, mature female fish. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288(1946), 20202714. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2714>
- Limbong, I., Brown, A., Isnaniah, I., & Kholis, M. N. (2025). Stock Assessment and Sustainable Potential of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) in Sibolga Waters for Optimized Fishing Practices. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 6(1), 59–64. <https://doi.org/10.31258/jocos.6.01.59-64>
- Lowerre Barbieri, S., DeCelles, G., Pepin, P., Catalán, I. A., Muhling, B., Erisman, B., ... Paris, C. B. (2017). Reproductive resilience: a paradigm shift in understanding spawner recruit systems in exploited marine fish. *Fish and Fisheries*, 18(2), 285–312. <https://doi.org/10.1111/faf.12180>
- Lowerre Barbieri, S. K., Brown Peterson, N. J., Wyanski, D. M., Moncrief Cox, H. E., Kolmos, K. J., Menendez, H.

- S., ... Friess, C. (2023). A unified framework and terminology for reproductive traits integral to understanding fish population productivity. *Marine and Coastal Fisheries*, 15(6). <https://doi.org/10.1002/mcf2.10276>
- Macusi, E., Nallos, I., Santos, M., & Geronimo, R. (2025). Climate and Non-climate Related Hazards in Small Pelagic Fisheries and Milkfish Aquaculture: Expert Opinion Survey in the Philippines. *The Philippine Journal of Fisheries*, 178–196. <https://doi.org/10.31398/tjpf32.1.2024-0024>
- Maduekwe, E., & de Vries, W. T. (2019). Random Spatial and Systematic Random Sampling Approach to Development Survey Data: Evidence from Field Application in Malawi. *Sustainability*, 11(24), 6899. <https://doi.org/10.3390/su11246899>
- Majeed, S., Amin, S. M. N., Muhammad, A. U. A., & Ahmed, S. (2025). Assessment of Exploited Stock and Management Implications of Tiger Tooth Croaker (*Otolithes ruber*) in Coastal Waters of Makran, Pakistan. *Fishes*, 10(5), 238. <https://doi.org/10.3390/fishes10050238>
- Malik, J., Bengen, D. G., & Taryono, T. (2021). Pengelolaan Perikanan Skala Kecil di Perairan Pesisir Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 167–176. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.2.167>
- McDonald, G., Wilson, M., Verissimo, D., Twohey, R., Clemence, M., Apistar, D., ... Vianna, G. (2020). Catalyzing sustainable fisheries management through behavior change interventions. *Conservation Biology*, 34(5), 1176–1189. <https://doi.org/10.1111/cobi.13475>
- Nasren, S., Rahman, M. Z., Islam, M. S., Mia, R., Mian, S., & Mamun, Md. A.-A. (2023). Length-Weight Relationships (LWRs) of Four Loach Species of the Cobitidae Family from the Surma River, Bangladesh. *Journal of Applied Ichthyology*, 2023, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2023/6654237>
- Nofrizal, ., Jhonnerie, R., Yani, A. H., & Alfin. (2018). Hasil Tangkapan Sampingan (Bycatch dan Discard) Pada Alat Tangkap Gombang (Filter Net) Sebagai Ancaman Bagi Kelestarian Sumberdaya Perikanan. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 9(2), 221–233. <https://doi.org/10.29244/jmf.9.2.221-233>
- Nurudeen, O. A., Kareem, O. K., Nyaku, R., & Tubo, M. (2017). Length-Weight and Length-Length Relationships of *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829) and *Raiamas senegalensis* (Steindachner, 1870). *Journal of Aquaculture Research & Development*, s2. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.S2-011>
- Patmiarsih, S., Juniar, R. D., & Efendi, D. S. (2023). Monitoring Small-Pelagic Fishery Utilization in Java Sea Based on Fishing Log Book. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 6(1), 49. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v6i1.12988>
- Patmiarsih, S., Juniar, R. D., & Efendi, D. S. (2023). Monitoring Small-Pelagic Fishery Utilization in Java Sea Based on Fishing Log Book. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 6(1), 49. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v6i1.12988>
- Pinello, D., Almusallami, M. A. A., Francis, F., Al Shamsi, A. T., Alhashmi, A. E. A., Al Marzooqi, M. H. A., & Al Dhaheri, S. S. (2025). Turning the Tide: Ecosystem-Based Management Reforms and Fish Stock Recovery in Abu Dhabi Waters, United Arab Emirates. *Sustainability*, 17(16), 7467. <https://doi.org/10.3390/su17167467>
- Prajapat, P. S., Sharma, B. K., Nayak, B. B., Ramasubramanian, V., Varghese, T., Pathak, V., & Abidi, Z. J. (2022). Delineation of the Stock Structure of White Sardine *Escualosa thoracata* (Valenciennes, 1847) Along the Indian Waters based on Biometric Analysis. *Indian Journal of Animal Research*, (Of). <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4769>
- Purwanto, P., Nugroho, D., & Suwarso, S. (2014). Potential Production of The Five Predominant Small Pelagic Fish Species Groups in The Java Sea. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 20(2), 59. <https://doi.org/10.15578/ifi.20.2.2014.59-67>
- Retraubun, A., Larwuy, W., & Ongkers, O. T. S. (2021). Kajian Kondisi Stok Ikan Selar (*Selar crumenophthalmus*) Di Perairan Seram Barat, Maluku. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(2), 295–304. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i2.37543>
- Rizal, L. S., & Gole, N. W. (2024). Komposisi dan Keanekaragaman Hasil Tangkapan Jaring Insang Hanyut (Surface Gillnet) di Perairan Tanjung Luar Kabupaten Lombok. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 7(2), 572. <https://doi.org/10.30587/jpp.v7i2.8540>
- Salim, G., Atieqah, N., Handayani, K. R., Indarjo, A., & Ransangan, J. (2020). Growth, mortality and exploitation rate of *Pampus argenteus*, *Parastromateus niger* and *Scomberomorus commerson* in Sebatik Waters, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(11). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211142>
- Saranga, R., Setyohadi, D., Arifin, Z., Wiadnya, D., & Herawati, E. (2018). Pola Pertumbuhan, Nisbah Kelamin, Faktor Kondisi dan Struktur Ukuran Ikan Selar, Selar boops (Cuvier, 1833) yang Tertangkap di Perairan Sekitar Bitung. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 2(2), 86–94. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2018.002.02.5>
- Sarker, M. R., Chan, Md. L., & Alam, M. S. (2024). White sardine (*Escualosa thoracata*) stock status in coastal waters of Bangladesh. *Fisheries Management and Ecology*, 31(3). <https://doi.org/10.1111/fme.12690>
- Spare, P., & Venema, S. C. (1999). *Introduksi pengkajian stok ikan tropis*. Jakarta: Diterbitkan berdasarkan kerjasama dengan Organisasi Pangan dan Pertanian, Perserikatan Bangsa-bangsa, oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan

- Pengembangan Pertanian.
- Stewart, J., Hegarty, A.-M., Young, C., & Fowler, A. M. (2018). Sex-specific differences in growth, mortality and migration support population resilience in the heavily exploited migratory marine teleost *Mugil cephalus* (Linnaeus 1758). *Marine and Freshwater Research*, 69(3), 385. <https://doi.org/10.1071/MF17135>
- Syajidah, H., Sirodjud Munir, A. M., & 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. <https://doi.org/10.26418/jsp.v13i2.74428>
- ten Brink, H., & van Leeuwen, A. (2024). Impacts of estuarine habitat degradation on the modeled life history of marine estuarine-dependent and resident fish species. *Journal of Fish Biology*, 105(2), 577–602. <https://doi.org/10.1111/jfb.15877>
- Terreros Ríos, A., Guanopatin, A., Peña, R., Bohórquez Cruz, M., Sonnenholzner, S., & Argüello Guevara, W. (2025). Allometric growth patterns in longfin yellowtail (*Seriola rivoliana*) (Valenciennes 1833) larvae and juvenile under hatchery conditions. *Journal of Fish Biology*. <https://doi.org/10.1111/jfb.70127>
- Theberge, K., Sordalen, T. K., Pugh, T. L., & Kindsvater, H. K. (2024, August 7). *Assessing the effects of female protections on size structure and spawning potential in two clawed lobster fisheries subject to varying exploitation levels*. <https://doi.org/10.1101/2024.08.05.606679>
- Tommasi, D., Stock, C. A., Pegion, K., Vecchi, G. A., Methot, R. D., Alexander, M. A., & Checkley, D. M. (2017). Improved management of small pelagic fisheries through seasonal climate prediction. *Ecological Applications*, 27(2), 378–388. <https://doi.org/10.1002/eap.1458>
- Tsai, W., & Huang, C. (2022). Data limited approach to the management and conservation of the pelagic thresher shark in the Northwest Pacific. *Conservation Science and Practice*, 4(6). <https://doi.org/10.1111/csp2.12682>
- Vasilakopoulos, P., O'Neill, F. G., & Marshall, C. T. (2016). The unfulfilled potential of fisheries selectivity to promote sustainability. *Fish and Fisheries*, 17(2), 399–416. <https://doi.org/10.1111/faf.12117>
- Wang, J.-Y., Kuo, T.-C., & Hsieh, C. (2020). Causal effects of population dynamics and environmental changes on spatial variability of marine fishes. *Nature Communications*, 11(1), 2635. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16456-6>
- Whitfield, A. (2021). Predation on small juvenile fishes in shallow estuarine nursery areas: Reply to Baker & Sheaves (2021). *Marine Ecology Progress Series*, 662, 209–214. <https://doi.org/10.3354/meps13678>
- Whitfield, A.K. (2020). Littoral habitats as major nursery areas for fish species in estuaries: a reinforcement of the reduced predation paradigm. *Marine Ecology Progress Series*, 649, 219–234. <https://doi.org/10.3354/meps13459>
- Willems, T., Liverpool, E., & Hiwat, M. (2023). A Preliminary Assessment of the Spawning Potential Ratio of Five Target Species of the Coastal Gillnet Fishery in Guyana and Suriname. *Gulf and Caribbean Research*, 34, 29–42. <https://doi.org/10.18785/gcr.3401.06>
- Winter, A.-M., Vasilyeva, N., & Vladimirov, A. (2023). Spawner weight and ocean temperature drive Allee effect dynamics in Atlantic cod, *Gadus morhua*: inherent and emergent density regulation. *Biogeosciences*, 20(17), 3683–3716. <https://doi.org/10.5194/bg-20-3683-2023>
- 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. <https://doi.org/10.15578/jppi.26.2.2020.93-107>
- Yonvitner, Kurnia, R., & Boer, M. (2021). Life History and Length Based-Spawning Potential Ratio (LB-SPR) of Exploited Demersal Fish Stock (*Upeneus* sp) in Sunda Strait. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 718(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/718/1/012074>
- Zairion, Hamdani, A., Rustandi, Y., Fahrudin, A., Arkham, M. N., Ramli, A., & Trihandoyo, A. (2020). Stock assessment of pelagic fish in the eastern part of Java Sea: A case study in offshore Regency of Rembang and Tuban, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 414(1), 012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012031>
- Zhang, D., Xu, H., Fang, X., Huang, W., Zhang, Y., & Qian, J. (2025). Influence of water masses and environmental variables on fish community in the south bank of Yangtze River Estuary, China. *Frontiers in Marine Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1530410>