

Pendugaan Potensi Maksimum Lestari dan Tingkat Pemanfaatan Ikan Tongkol (*Euthynnus* sp.), Ikan Layang (*Decapterus* sp.), dan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) yang didaratkan Nelayan di PPN Pengambengan, Kabupaten Jembrana

Pande Made Ryan Suherman^a, Ni Luh Putu Ria Puspitha^{a*}, Gusti Ngurah Putra Dirgayusa^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: riapuspitha@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received:

October 29th, 2024

Received in revised form:

November 21th, 2024

Accepted:

February 27th, 2025

Available online:

August 30th, 2025

ABSTRACT

Fisheries are a key industrial sector in Indonesia, resilient during crises and contributing to food supply, income, and employment. The capture fisheries sub-sector plays an essential role, notably in Bali Province, which has 9,634.35 km² of marine waters and a 470 km coastline, with an estimated potential of 147,278.75 tons/year. Production is dominated by tuna, mackerel, and lemuru. Pengambengan Nusantara Fishing Port (PPN) in Jembrana serves as a major hub for marine fisheries, landing lemuru (76%), mackerel (18%), tuna (4%), and others (2%). However, fishermen lack knowledge of maximum allowable catches, threatening stock sustainability. This study aims to determine the CPUE (Catch per Unit Effort), MSY (Maximum Sustainable Yield), and utilization rates of tuna, mackerel, and lemuru landed at PPN Pengambengan using a quantitative descriptive method and the Schaefer model. Results show CPUE averages of 0.72 tons/fleet for tuna, 0.74 tons/fleet for mackerel, and 28.74 tons/fleet for lemuru, influenced by climate phenomena such as El Niño, La Niña, IOD, and overfishing. MSY estimates are 2,415.11 tons/year for tuna (Emsy 3,707.56 tons/year), 2,956 tons/year for mackerel (Emsy 5,703 tons/year), and 15,908 tons/year for lemuru (Emsy 13,647 tons/year), reflecting significant differences in sustainable potential and effort. Utilization rates range from 0.48% to 327.95%, indicating variability among species, though overall exploitation is considered optimal.

A B S T R A K

Perikanan merupakan salah satu sektor industri penting di Indonesia yang mampu bertahan saat krisis, menyediakan pangan, pendapatan, dan lapangan kerja. Sub-sektor perikanan tangkap memiliki peran strategis, termasuk di Provinsi Bali yang memiliki perairan seluas 9.634,35 km² dan garis pantai 470 km dengan potensi 147.278,75 ton/tahun. Produksi didominasi oleh tuna, lemuru, dan tongkol. PPN Pengambengan sebagai pusat aktivitas perikanan laut di Jembrana menampung hasil tangkapan, yaitu lemuru (76%), tongkol (18%), tuna (4%), dan lainnya (2%). Namun, nelayan belum mengetahui jumlah tangkapan maksimum yang diperbolehkan sehingga berpotensi mengancam keberlanjutan stok ikan. Penelitian ini bertujuan menentukan CPUE (Catch per Unit Effort), MSY (Maximum Sustainable Yield), dan tingkat pemanfaatan tuna, tongkol, dan lemuru di PPN Pengambengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan model Schaefer. Hasilnya, CPUE tuna rata-rata 0,72 ton/armada, tongkol 0,74 ton/armada, dan lemuru 28,74 ton/armada, yang dipengaruhi fenomena iklim seperti El Niño, La Niña, IOD, dan aktivitas penangkapan berlebih. MSY tuna 2.415,11 ton/tahun (Emsy 3.707,56 armada/tahun), tongkol 2.956 ton/tahun (Emsy 5.703 armada/tahun), dan lemuru 15.908 ton/tahun (Emsy 13.647 armada/tahun). Tingkat pemanfaatan ketiga jenis ikan ini berkisar 0,48–327,95%, menunjukkan variasi signifikan, namun secara umum tergolong optimal.

2024 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Provinsi Bali merupakan salah satu provinsi yang memiliki potensi pada sektor perikanan tangkap. Provinsi Bali memiliki perairan laut dengan luas ± 9.634,35 km² dengan panjang garis pantai sepanjang 470 km. Potensi bidang perikanan tangkap di laut Bali mencapai 147.278,75 ton/tahun. Produksi perikanan tangkap ini didominasi jenis ikan tuna, ikan lemuru, ikan

layang, dan ikan tongkol yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi (Putri *et al.*, 2021). Ikan tongkol (*Euthynnus* sp.), ikan layang (*Decapterus* sp.), dan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) merupakan hasil dari perikanan tangkap yang ada di Bali. Ketiga jenis ikan tersebut termasuk ikan pelagis. Ikan pelagis adalah jenis-jenis ikan yang sebagian besar dari siklus hidupnya berada di permukaan atau dekat permukaan perairan, dengan karakteristik: membentuk gerombolan yang cukup besar,

bemigrasi yang cukup jauh dengan gerak/aktifitas yang cepat (Suman *et al.*, 2014). Ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) adalah jenis ikan pelagis besar yang tersebar di seluruh perairan hangat Indo Pasifik barat, termasuk di laut kepulauan dan laut nusantara (Piscandika *et al.*, 2013). Sedangkan ikan layang (*Decapterus sp.*) dan ikan lemur (*Sardinella lemuru*) termasuk ikan pelagis kecil yang lebih bersifat neritik daripada ikan pelagis besar yang lebih bersifat oseanik (Suman *et al.*, 2014). Sumber daya ikan pelagis memiliki peranan dalam penmgembangan ekonomi wilayah, khususnya wilayah yang memiliki potensi sumberdaya ikan pelagis (Nelwan *et al.*, 2015). Jenis-jenis ikan yang didaraskan di PPN Pengambangan yang dominasi oleh ikan lemur, ikan tongkol, dan ikan layang (Suherman *et al.*, 2020). Menurut data dari KKP (2019) dimana ikan dominan yang didaraskan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pengambangan pada tahun 2019 yakni ikan lemur sebesar 76%, ikan layang 18%, ikan tongkol 4% dan ikan lainnya 2% dari total hasil tangkapan.

Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pengambangan merupakan tempat sentral atau pusat kegiatan perikanan kelautan yang dijadikan sebagai penghubung antara nelayan dengan pengguna hasil tangkapan, baik pengguna langsung maupun tak langsung seperti pedagang, pabrik pengolah, restoran dan lain-lain. PPN Pengambangan juga merupakan tempat berinteraksinya berbagai kepentingan masyarakat pantai yang bertempat di sekitar PPN Pengambangan (Suherman dan Dault, 2009). Pendataran ikan di PPN Pengambangan pada tahun 2019 mencapai 21.078 ton yang mengalami kenaikan sebesar 99,6 % apabila dibandingkan dengan pendataran ikan pada tahun 2018 sebesar 10.560 ton (Suherman *et al.*, 2020). Hasil penangkapan yang meningkat secara drastis dikarenakan terjadinya penangkapan secara terus menerus tanpa memikirkan keberlanjutan dari keberadaan sumberdaya ikan tersebut di perairan (Fayetri *et al.*, 2013). Dari fakta yang ada terdapat persoalan, yaitu para nelayan di PPN Pengambangan tidak mengetahui jumlah pasti maksimum ikan yang dapat ditangkap dan upaya penangkapan yang diperbolehkan sehingga mengakibatkan terancamnya keberlangsungan hidup ikan di habitatnya. Terutama ikan – ikan yang dominan ditangkap disana, yaitu ikan tongkol, ikan layang, dan ikan lemur (Murniati, 2011).

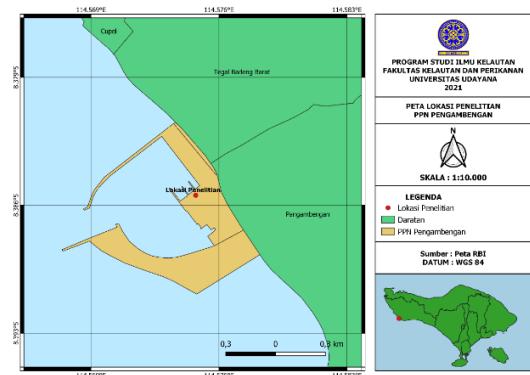
Analisis potensi maksimum lestari dan tingkat pemanfaatannya dilakukan untuk mengetahui tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan tongkol, ikan layang, dan ikan lemur yang diharapkan dapat dilakukan pengelolaan yang terencana dan Lestari sehingga dapat mencegah deplesi atau kepunahan (Kekenusa *et al.*, 2014). Dan juga diharapkan dapat memberikan pertimbangan mengenai jumlah penangkapan maksimum di wilayah PPN Pengambangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui CPUE, MSY, dan Tingkat pemanfaatan ikan tongkol (*Euthynnus sp.*), ikan layang (*Decapterus sp.*), dan ikan lemur (*Sardinella lemuru*) yang didaraskan nelayan di PPN Pengambangan, Jembrana, Bali.

2. Metodologi

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PPN Pengambangan yang terletak pada posisi $08^{\circ}23'46''$ LS dan $114^{\circ}34'47''$ BT. PPN ini terletak di Desa Pengambangan, Kecamatan Negara, Kabupaten Jembrana-Bali, dimana jarak PPN ini sekitar 9 km dari Kota Negara dan 105 km dari ibukota Denpasar, menghadap ke Samudera Hindia dan Selat Bali. Penelitian yang dilakukan meliputi studi literatur, survei lokasi penelitian, pengambilan

data lapangan, pengolahan data, analisis data dan penulisan hasil penelitian. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2020 sampai Januari 2021 (Gambar 2.1).

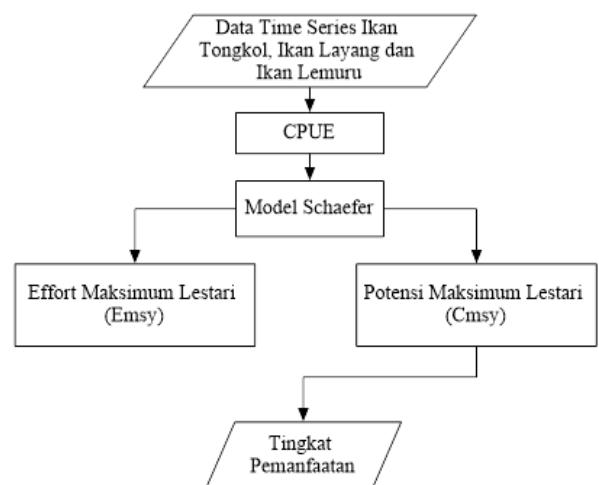


Gambar 2. 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif adalah metode dalam meniliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang dan masa sebelumnya yang bertujuan untuk mendapatkan deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki (Nazir, 2009). Jadi penggunaan metode ini membutuhkan data dalam kurun waktu tertentu serta dapat mewakili potensi dan tingkat pemanfaatan ikan tongkol, ikan layang, dan ikan lemur di PPN Pengambangan.

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yaitu data time series hasil tangkapan (*catch*) dan upaya penangkapan (*effort*) dari ikan tongkol, ikan layang, dan ikan lemur yang diperoleh dari Kantor PPN Pengambangan (Gambar 2.2). Data yang digunakan adalah data selama 11 tahun terakhir dari tahun 2010-2020 yang berisi data jumlah penangkapan (*catch*) serta data upaya penangkapan (*effort*) per tahunnya.



Gambar 2.2 Skema Plot Pengambilan Data

3. Analisis Data

3.1 Analisis Hasil Penangkapan per Unit Penangkapan (CPUE)

Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari CPUE dari total armada pada setiap tahunnya. Dimana keterangannya adalah CPUE merupakan hasil tangkapan per upaya penangkapan (ton/armada), C merupakan total penangkapan (ton) serta E merupakan jumlah upaya penangkapan (armada). CPUE ditentukan dengan persamaan 1.

$$CPUE = \frac{C}{E} \quad (1)$$

3.2 Analisis MSY dengan Model Schaefer

Menurut Wahyudi (2011), persamaan untuk mencari potensi lestari (Cmsy) dengan model Schaefer ini diawali dengan menggunakan persamaan regresi linier sederhana yaitu: $y = a - bx$, dimana a merupakan intersep (konstanta) dan b merupakan slope (kemiringan). Selanjutnya untuk mencari parameter a dan b dapat dicari menggunakan persamaan 2 dan 3.

$$a = \frac{\sum y_i - b(\sum x_i)}{n} \quad (2)$$

$$b = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i (\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \quad (3)$$

Dimana, x merupakan upaya penangkapan (E), y merupakan hasil penangkapan per satuan upaya (CPUE) dan n merupakan jumlah sampel.

Nilai CPUE dan total hasil tangkapan (C) dapat digunakan untuk pendugaan stok secara sederhana. Model yang digunakan untuk menganalisis data yang cenderung linear ini adalah model Schaefer.

- Hubungan upaya penangkapan (E) dengan hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan (CPUE) ditunjukkan pada persamaan 4.

$$CPUE = a - bE \quad (4)$$

- Hubungan antara upaya penangkapan (E) dengan hasil tangkapan (C) ditunjukkan pada persamaan 5.

$$C = aE - bE^2 \quad (5)$$

- Untuk memperoleh *effort* maksimum lestari (Emsy) diperoleh dari turunan persamaan 5, yaitu sama dengan 0

$$\begin{aligned} C &= aE - bE^2 \\ C' &= a - 2bE = 0 \\ a &= 2b \times E \\ E_{msy} &= \frac{a}{2b} \end{aligned} \quad (6)$$

- Potensi maksimum lestari (Cmsy) diperoleh dengan mensubstitusikan nilai Emsy ke dalam persamaan 7.

$$\begin{aligned} C_{msy} &= a \left(\frac{a}{2b} \right) - b \left(\frac{a^2}{4b^2} \right) \\ &= \left(\frac{a^2}{2b} \right) - \left(\frac{a^2 b}{4b^2} \right) \\ &= \left(\frac{2a^2 b}{4b^2} \right) - \left(\frac{a^2 b}{4b^2} \right) \\ &= \frac{a^2}{4b} \end{aligned} \quad (7)$$

4. Hasil

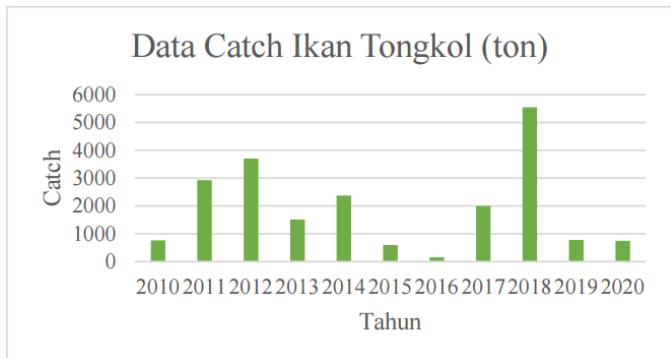
4.1 Catch Per Unit of Effort (CPUE) Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*), Ikan Layang (*Decapterus sp.*), dan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*).

Catch Per Unit of Effort (CPUE) adalah sebuah indikator yang digunakan dalam bidang perikanan untuk mengukur produktivitas penangkapan ikan. Data-data yang diperlukan untuk menghitung CPUE meliputi data tahunan mengenai hasil tangkapan dan upaya penangkapan. Data tahunan mengenai hasil tangkapan dan upaya penangkapan ini sangat penting

untuk mengelola sumber daya perikanan secara berkelanjutan dan mencegah *overfishing* (Mehanna *et al.*, 2023).

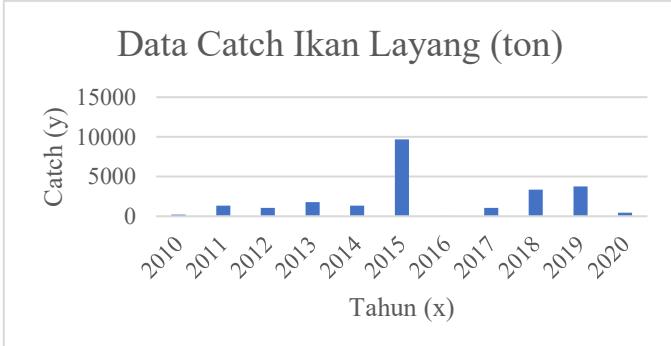
4.1.1. Data *Catch* Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*), Ikan Layang (*Decapterus sp.*), dan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*)

Data *catch* dalam perhitungan *Catch per Unit Effort* (CPUE) merepresentasikan jumlah ikan yang ditangkap yang nantinya akan dikelompokkan dan distandarisasi oleh effort (Keane *et al.*, 2011). Data *catch* ikan tongkol tahun 2010-2020 menunjukkan bahwa hasil tangkapan ikan tongkol cenderung fluktuatif dan tidak menentu. Nilai *catch* ikan tongkol tertinggi ditemui pada tahun 2018 dengan nilai *catch* sebesar 5.542 ton sedangkan nilai *catch* terendah ditemui pada tahun 2016 dengan nilai *catch* sebesar 115 ton yang ditunjukkan pada Gambar 4.1



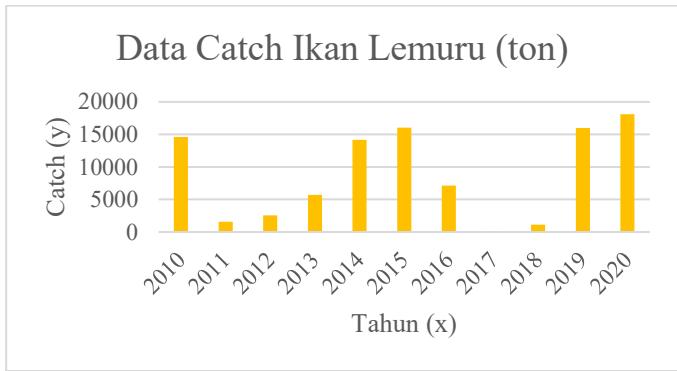
Gambar 4.1 Data *Catch* Ikan Tongkol (Ton)

Dibandingkan dengan ikan tongkol, ikan layang memiliki rentang hasil tangkapan dengan fluktuasi lebih tinggi dalam rentan tahun 2014 - 2015. Lonjakan penurunan hasil penangkapan signifikan terjadi pada tahun 2015 ke tahun 2016. Hal ini juga terlihat pada Nilai *catch* tertinggi sepanjang 2010-2020 adalah tahun 2015 dengan nilai 9.697 ton sedangkan nilai terendah dapat dilihat pada tahun selanjutnya (2016) dengan nilai 30 ton yang ditunjukkan pada Gambar 4.2



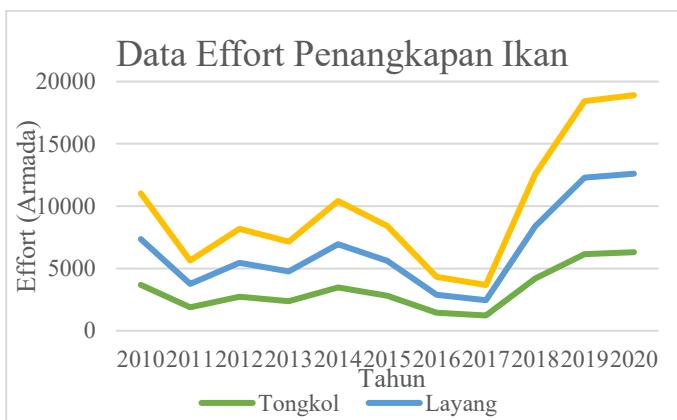
Gambar 4.2 Data *Catch* Ikan Layang (Ton)

Kemudian fluktuasi hasil tangkapan ikan lemur selama tahun 2010-2020 juga terlihat variatif serta tidak membentuk pola yang pasti. Dalam kurun waktu 10 tahun, nilai *catch* tinggi ditemukan pada tahun 2010, 2014, 2015, 2019, 2020. Nilai *catch* ikan lemur tertinggi ditemui pada tahun 2020 yaitu sebesar 18.101 ton dan nilai terendah ditemui pada 2017 yaitu sebesar 76.5 ton yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.

**Gambar 4.3** Data Catch Ikan Lemuru (Ton)

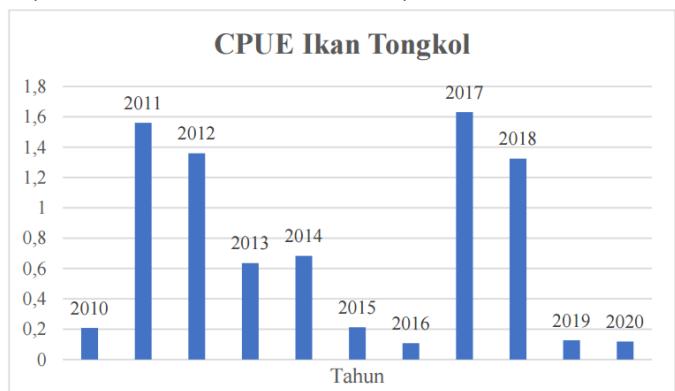
4.1.2. Data Effort Ikan Tongkol (*Euthynnus* sp.), Ikan Layang (*Decapterus* sp.), dan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*).

Data *effort* yang digunakan dalam perhitungan CPUE merujuk pada jumlah kegiatan perikanan yang diperlukan guna menangkap ikan. Pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai effort yang ditemui pada perikanan tongkol, layang, dan lemur selama periode 2010 - 2020 sama dengan pola yang tidak menentu serta nilai tertinggi ditemui pada tahun 2020 yaitu sebesar 6302 armada dan nilai terendah ditemui pada nilai tahun 2017 dengan 1224 armada. Pola effort yang sama pada semua jenis kegiatan perikanan tangkap disebabkan oleh kapal yang digunakan untuk menangkap ikan tongkol, layang, dan lemur.

**Gambar 4.4** Data Effort (Armada)

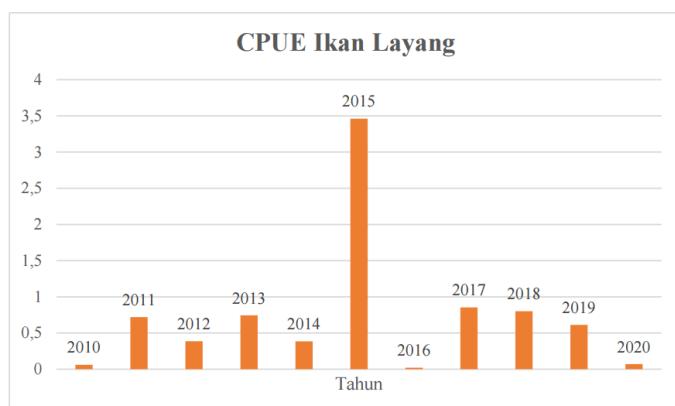
4.1.2.1. *Catch per Unit Effort (CPUE)* Ikan Tongkol (*Euthynnus* sp.), Ikan Layang (*Decapterus* sp.), dan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*).

Data tangkapan dan upaya penangkapan untuk tiga jenis ikan, yaitu ikan tongkol, ikan layang, dan ikan lemur, digunakan untuk menghitung *Catch Per Unit of Effort (CPUE)*, yang menggambarkan hasil tangkapan per satuan usaha. Berdasarkan perhitungan CPUE ikan tongkol di PPN Pengembangan selama periode 2010-2020, hasilnya divisualisasikan dalam diagram pada Gambar 4.5. Nilai CPUE terendah untuk ikan tongkol tercatat pada tahun 2016, 2019, dan 2020, yaitu sebesar 0.1 ton/armada. Sebaliknya, nilai tertinggi terjadi pada tahun 2017 dengan angka mencapai 1.63 ton/armada. Secara umum, CPUE ikan tongkol menunjukkan pola fluktuatif yang tidak stabil dari tahun ke tahun.

**Gambar 4.5.** Diagram CPUE Ikan Tongkol Tahun 2010 – 2020

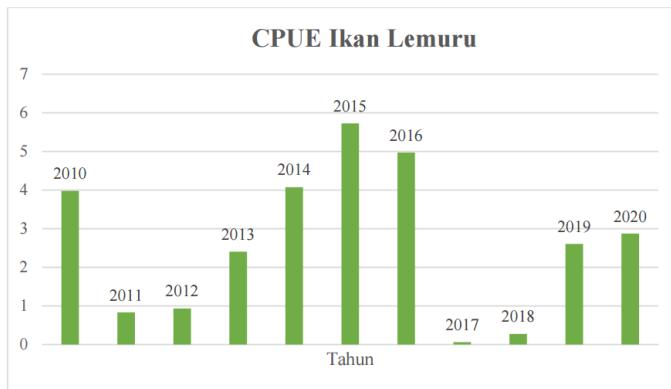
4.1.2.2. *Catch per Unit Effort (CPUE)* Ikan Layang Tahun 2010 – 2020.

Berdasarkan analisis CPUE ikan layang di PPN Pengembangan untuk kurun waktu 2010-2020, data tersebut ditampilkan dalam diagram pada Gambar 4.6. Secara keseluruhan, nilai CPUE ikan layang relatif rendah dibandingkan dengan jenis ikan lainnya. Nilai terendah tercatat pada tahun 2016 dengan hanya 0.02 ton/armada, sedangkan puncak tertinggi terjadi pada tahun 2015 dengan angka mencapai 3.46 ton/armada. Setelah mencapai puncaknya di tahun 2015, tren CPUE ikan layang mengalami penurunan yang signifikan hingga akhir periode pengamatan.

**Gambar 4.6.** Diagram CPUE Ikan Layang tahun 2010 – 2020

4.1.2.3. *Catch per Unit Effort (CPUE)* Ikan Lemuru Tahun 2010 – 2020.

Hasil perhitungan CPUE untuk ikan lemur di PPN Pengembangan selama periode 2010-2020 digambarkan dalam diagram pada Gambar 4.7. Nilai CPUE tertinggi untuk ikan lemur tercatat pada tahun 2015 dengan angka yang cukup besar, yaitu sebesar 5.72 ton/armada. Sebaliknya, nilai terendah terjadi pada tahun 2017 dengan hanya sebesar 0.06 ton/armada. Pola fluktuasi CPUE ikan lemur cenderung tidak stabil dari tahun ke tahun, menunjukkan variasi besar dalam hasil tangkapan per satuan usaha.



Gambar 4.7. Diagram CPUE Ikan Lemuru tahun 2010 – 2020.

Nilai CPUE ikan tongkol mencapai total 7,97 ton per armada dengan rata-rata 0,72 ton per armada. Data menunjukkan bahwa titik puncak terjadi pada tahun 2017 (1.63 ton/armada) sementara nilai terendah dicatat pada 2020 (0.12 ton/armada) (Rochman et al., 2021) (Li et al., 2021). Fluktuasi ini terutama berkaitan dengan variabilitas kondisi iklim, di mana fenomena El Niño, La Niña, serta peran Indian Ocean Dipole (IOD) memodulasi perubahan suhu permukaan laut melalui mekanisme upwelling dan downwelling. Sebagai ilustrasi, pada tahun 2011 meskipun terjadi La Niña moderat, adanya IOD positif mampu meredam dampak penurunan suhu sehingga CPUE tetap tinggi (Ratnawati et al., 2017) (Izumo et al., 2016) (Kim et al., 2020). CPUE ikan layang menunjukkan total 8.11 ton per armada dengan rata-rata 0.74 ton per armada. Puncak nilai tertinggi (3.46 ton/armada) terjadi pada tahun 2015, sedangkan nilai terendah (0.06 ton/armada) terjadi pada tahun 2010 (Puspitha et al., 2021) (Satria, 2018).

Untuk ikan lemur, data menunjukkan total CPUE sebesar 8.11 ton per armada dengan rata-rata 28.74 ton per armada. Terjadi pencatatan nilai tertinggi sebesar 5.73 ton per armada pada tahun 2015, sedangkan nilai terendah sebesar 0.06 ton per armada tercatat pada 2017. Fluktuasi CPUE lemur ternyata merupakan hasil interaksi dua faktor utama: pengaruh La Niña dan tekanan overfishing. Pada tahun 2011 dan 2012, La Niña moderat menyebabkan perubahan suhu perairan yang mengganggu proses upwelling dan downwelling (Boening et al., 2012) (Wilcke et al., 2013), sementara pada periode 2015–2016, overfishing menyebabkan penurunan stok yang kemudian tercermin pada nilai CPUE di tahun 2017 dan 2018 (Nugraha et al., 2018) (Utami et al., 2012).

Perubahan iklim telah membawa dampak luas terhadap lingkungan perairan, termasuk modifikasi rantai makanan akibat perubahan musiman biologis organisme. Ikan pelagis, sebagai contoh, menunjukkan respons perilaku yang beradaptasi terhadap fenomena ENSO (El Niño dan La Niña) yang menyebabkan anomali suhu permukaan laut (Nabilah et al., 2017). Proses upwelling dan downwelling yang terganggu oleh fenomena tersebut mempengaruhi distribusi nutrien dan produktivitas tangkapan, sebagaimana dijelaskan dalam studi Kasim et al. (2017). Demikian pula, perbedaan nilai CPUE antara jenis ikan mencerminkan bagaimana faktor-faktor eksternal dan tekanan penangkapan secara bersama-sama menentukan keberlanjutan dan produktivitas perikanan. Sebagai contoh, meskipun terdapat La Niña pada 2011, pengaruh IOD positif membantu menjaga nilai CPUE tongkol tetap tinggi (Oktavia et al., 2023), sedangkan anomali pada CPUE ikan layang di tahun 2015 kemungkinan terkait dengan faktor musim paceklik dan dinamika iklim laut global (Prabowo et al., 2017).

Tekanan penangkapan yang tinggi pada tahun-tahun tertentu juga berkontribusi pada pola CPUE yang berulang. Ketika upaya penangkapan melebihi tingkat keberlanjutan (MSY), stok ikan menurun drastis, menghasilkan CPUE rendah pada tahun-tahun berikutnya. Misalnya, overfishing pada lemur di tahun 2015 menyebabkan penurunan drastis CPUE di tahun 2017 (Puspasari et al., 2018).

4.1.2.4. Perbandingan *Catch Per Unit Effort* (CPUE) Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*), Ikan Layang (*Decapterus sp.*), dan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*).

Berdasarkan perhitungan *Catch Per Unit of Effort* (CPUE) di PPN Pengembangan untuk tiga jenis ikan, yaitu ikan tongkol, ikan layang, dan ikan lemur, terlihat adanya variasi yang signifikan dalam pola tangkapan per satuan usaha dari tahun 2010 hingga 2020.

CPUE ikan tongkol menunjukkan fluktuasi yang cukup tajam dengan nilai terendah sebesar 0.1 ton/armada pada tahun 2016, 2019, dan 2020, dan nilai tertinggi sebesar 1.63 ton/armada pada tahun 2017. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada tahun-tahun dengan hasil tangkapan yang sangat rendah, ada juga periode di mana hasil tangkapan per satuan usaha cukup tinggi, meskipun tidak konsisten setiap tahunnya.

Di sisi lain, CPUE ikan layang cenderung lebih rendah secara keseluruhan dibandingkan dengan ikan tongkol, dengan nilai terendah sebesar 0.02 ton/armada pada tahun 2016 dan nilai tertinggi sebesar 3.46 ton/armada pada tahun 2015. Setelah mencapai puncaknya pada tahun 2015, CPUE ikan layang mengalami penurunan yang cukup signifikan, menunjukkan adanya penurunan dalam hasil tangkapan per satuan usaha setelah tahun tersebut.

Sementara itu, CPUE ikan lemur menunjukkan nilai tertinggi yang paling signifikan di antara ketiga jenis ikan, dengan puncak sebesar 5.72 ton/armada pada tahun 2015. Namun, nilai terendahnya juga cukup rendah, yaitu 0.06 ton/armada pada tahun 2017, mencerminkan fluktuasi yang cukup besar dalam hasil tangkapan per satuan usaha.

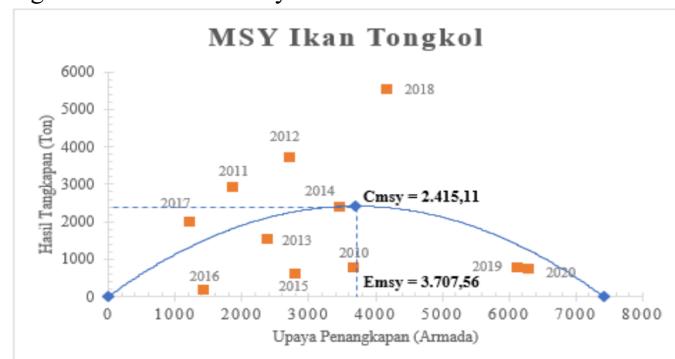
4.2. *Maximum Sustainable Yield* (MSY) Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*), Ikan Layang (*Decapterus sp.*), dan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*).

Pendugaan potensi maksimum lestari (*Maximum Sustainable Yield atau MSY*) adalah proses untuk memperkirakan jumlah maksimum hasil tangkapan sumber daya ikan yang dapat diperoleh secara berkelanjutan tanpa merusak kelestarian stok ikan dalam jangka panjang. Konsep ini didasarkan pada model sederhana yang menganggap populasi ikan sebagai satu unit tunggal, dengan tujuan menjaga keseimbangan ekosistem dan memastikan keberlanjutan produksi di masa depan. Pendekatan ini penting dalam pengelolaan perikanan agar aktivitas penangkapan tidak melebihi kapasitas regenerasi stok ikan, sehingga sumber daya perikanan tetap tersedia bagi generasi mendatang (Sari dan Nurainun, 2022).

4.2.1. *Maximum Sustainable Yield* (MSY) Ikan Tongkol

Pada gambar 4.8 menunjukkan bahwa potensi maksimum lestari (MSY) ikan tongkol dalam periode 2010 hingga 2020 divisualisasikan dalam grafik pada Gambar 4.8. MSY ikan tongkol menunjukkan nilai yang relatif rendah. Nilai potensi maksimum lestari (C_{MSY}) ikan tongkol tercatat sebesar 2.415,11 ton/tahun, sementara effort maksimum lestari (E_{MSY}) adalah 3.707,56 armada/tahun. Pada tahun 2011 dan 2012,

terjadi overfishing karena jumlah tangkapan ikan tongkol telah melampaui nilai Cmsy, meskipun jumlah armada yang digunakan masih di bawah Emsy, yang mengindikasikan adanya overcapacity pada armada. Kondisi semakin memburuk pada tahun 2018 ketika terjadi *over exploited*, dengan hasil tangkapan hampir mencapai 6.000 ton dan jumlah armada yang digunakan melebihi Emsy.



Gambar 4.8. Grafik MSY Ikan Tongkol Tahun 2010 – 2020

4.2.2. Maximum Sustainable Yield (MSY) Ikan Layang

MSY ikan layang untuk periode 2010 hingga 2020 ditampilkan pada Gambar 4.9. MSY ikan layang memiliki pola yang mirip dengan MSY ikan tongkol, dengan nilai yang juga cenderung rendah. Potensi maksimum lestari (Cmsy) ikan layang tercatat sebesar 2.956,86 ton/tahun, sedangkan effort maksimum lestari (Emsy) adalah 5.703,02 armada/tahun. Pada tahun-tahun seperti 2010 hingga 2014, serta pada tahun 2016, 2017, dan 2020, tingkat penangkapan ikan layang masih di bawah Cmsy dan jumlah armada jauh di bawah Emsy, menunjukkan bahwa hasil tangkapan belum optimal. Namun, pada tahun 2018 dan 2019 terjadi overfishing dan overcapacity karena hasil tangkapan melebihi Cmsy dan kapasitas armada terlampaui. Kondisi terburuk terjadi pada tahun 2015 ketika hasil tangkapan hampir mencapai angka 10.000 ton, mengindikasikan adanya *over exploited*.

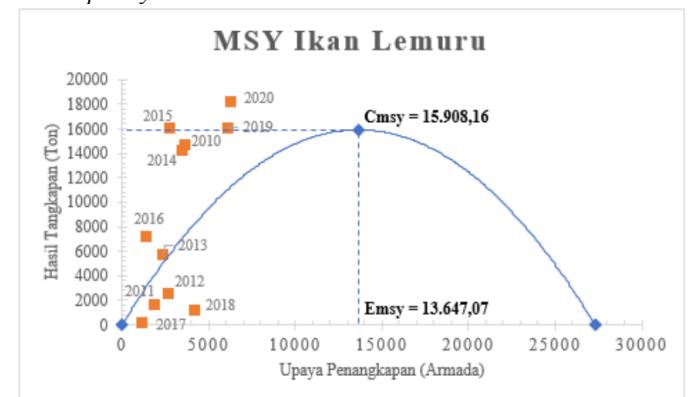


Gambar 4.9. Grafik MSY Ikan Layang Tahun 2010 – 2020

4.2.3. Maximum Sustainable Yield (MSY) Ikan Lemuru

MSY ikan lemuru selama periode 2010 hingga 2020 divisualisasikan dalam grafik pada Gambar 4.10. Berbeda dengan ikan tongkol dan layang, nilai MSY ikan lemuru relatif tinggi. Potensi maksimum lestari (Cmsy) untuk ikan lemuru tercatat sebesar 15.908,16 ton/tahun, sementara effort maksimum lestari (Emsy) adalah sebesar 13.647,07 armada/tahun. Pada tahun-tahun seperti 2010 hingga 2014, serta pada tahun 2016 hingga 2018, hasil tangkapan ikan lemuru masih di bawah Cmsy, dan jumlah armada yang digunakan juga belum mencapai Emsy, menunjukkan bahwa aktivitas penangkapan belum mencapai potensi optimalnya. Sebaliknya, pada tahun-

tahun seperti 2015, 2019, dan 2020 terjadi overfishing karena hasil tangkapan melampaui Cmsy sebesar 15.908 ton dan kapasitas armada juga terlampaui sehingga terjadi *overcapacity*.



Gambar 4.10. Grafik MSY Ikan Lemuru Tahun 2010 – 2020

4.2.4. Perbandingan Maximum Sustainable Yield (MSY) Ikan Lemuru Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*), Ikan Layang (*Decapterus sp.*), dan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*).

Catch Per Unit of Effort (CPUE) dan Maximum Sustainable Yield (MSY) untuk ikan tongkol, layang, dan lemurudi PPN Pengembangan dari tahun 2010 hingga 2020, terlihat adanya perbedaan signifikan dalam pola tangkapan dan kapasitas armada di antara ketiga jenis ikan tersebut. CPUE ikan tongkol menunjukkan fluktuasi yang cukup tajam dengan nilai terendah sebesar 0,1 ton/armada pada beberapa tahun dan nilai tertinggi sebesar 1,63 ton/armada pada tahun 2017, sementara MSY menunjukkan potensi maksimum lestari (Cmsy) sebesar 2.415 ton dan effort maksimum lestari (Emsy) sebesar 3.707 armada. Pada tahun 2011, 2012, dan 2018, terjadi overfishing dan overexploitation. Ikan layang memiliki CPUE yang cenderung lebih rendah dengan nilai terendah 0,02 ton/armada pada tahun 2016 dan tertinggi 3,46 ton/armada pada tahun 2015, sementara MSY menunjukkan Cmsy sebesar 2.956 ton dan Emsy sebesar 5.703 armada. Tahun 2015, 2018, dan 2019 mencatat overfishing dan overcapacity. Ikan lemur memiliki CPUE yang sangat fluktuatif dengan nilai tertinggi 5,72 ton/armada pada tahun 2015 dan terendah 0,06 ton/armada pada tahun 2017, serta MSY yang jauh lebih tinggi dengan Cmsy sebesar 15.908 ton dan Emsy sebesar 13.647 armada. Pada tahun 2015, 2019, dan 2020, ikan lemur mengalami overfishing dan overcapacity. Perbedaan ini mengindikasikan variasi dalam dinamika populasi, strategi penangkapan, dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi ketiga jenis ikan tersebut.

MSY ikan tongkol ditetapkan sebesar 2.415,11 ton/tahun dengan upaya penangkapan maksimum lestari (Emsy) sebesar 3.707,56 armada/tahun. Pada tahun 2018, terjadi overexploitation dengan hasil tangkapan melampaui MSY sebesar 149,48%, yang menyebabkan penurunan stok ikan secara signifikan pada tahun berikutnya, terlihat dari hasil tangkapan yang turun menjadi 778,5 ton pada 2019 (Sutono, 2021). Selain itu, overfishing juga tercatat pada 2011 dan 2012 ketika hasil tangkapan masing-masing mencapai 2.925 ton dan 3.700 ton. Meskipun upaya penangkapan masih di bawah Emsy, kondisi ini menunjukkan adanya overcapacity yang berkontribusi pada tekanan terhadap stok ikan (Pomeroy, 2012).

Ikan layang memiliki MSY sebesar 2.956 ton/tahun dengan Emsy sebesar 5.703 armada/tahun. Overfishing terjadi pada tahun-tahun seperti 2015 dan 2018 ketika hasil tangkapan

melebihi MSY. Kondisi ini menyebabkan penurunan stok ikan yang signifikan pada tahun-tahun berikutnya akibat *overcapacity* (Clark & Munro, 2002). Pada tahun 2019, *overexploitation* kembali terjadi dengan hasil tangkapan dan upaya penangkapan melampaui ambang batas MSY dan Emsy, sehingga stok ikan menurun drastis pada tahun 2020 (Rosenberg, 2003).

MSY ikan lemur tercatat sebesar 15.908 ton/tahun dengan Emsy sebesar 13.647 armada/tahun. *Overfishing* terjadi pada tahun-tahun seperti 2015, 2019, dan 2020 ketika hasil tangkapan melebihi MSY dan upaya penangkapan melampaui Emsy. Namun, pada tahun 2020 meskipun upaya penangkapan berada di bawah Emsy, hasil tangkapan tetap tinggi karena stok ikan masih terjaga (Putri *et al.*, 2020). Faktor lingkungan seperti fenomena El Niño, La Niña, dan Indian Ocean Dipole (IOD) turut memengaruhi fluktuasi nilai CPUE dan MSY melalui perubahan suhu permukaan laut yang berdampak pada proses *upwelling* serta transfer nutrien di laut (Jatisworo *et al.*, 2021; Wijaya *et al.*, 2020).

Secara keseluruhan, pengelolaan perikanan di PPN Pengambangan menghadapi tantangan utama berupa *overfishing* dan *overcapacity*. Upaya penangkapan yang melebihi MSY dan Emsy berdampak negatif terhadap stok ikan tongkol, layang, dan lemur. Hal ini mengakibatkan penurunan hasil tangkapan pada tahun-tahun berikutnya serta mengancam keberlanjutan sumber daya perikanan (Grafton *et al.*, 2007; Ghouali *et al.*, 2022). Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan yang lebih ketat untuk menjaga keseimbangan stok ikan. Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh faktor biologis dan ekologis masing-masing spesies. Ikan tongkol memiliki laju pertumbuhan dan kematian alami yang berbeda dibandingkan ikan layang dan lemur (Waileruny *et al.*, 2024). Ikan layang menunjukkan dinamika populasi yang khas seperti ukuran pertama kali tertangkap serta pola pertumbuhan lebih lambat (Soukotta *et al.*, 2024). Sementara itu, lemur memiliki potensi lestari lebih tinggi karena distribusi luas dan laju pertumbuhan cepat yang mendukung produktivitasnya (Tanjov *et al.*, 2024).

4.3. Tingkat Pemanfaatan Tongkol, Layang, dan Lemuru

Tingkat pemanfaatan dari ikan tongkol, layang, dan lemur dapat dilihat pada Tabel 4.1. Tingkat pemanfaatan dihitung setiap tahunnya dari tahun 2010-2020 dan nilai ditampilkan dalam persen.

Tabel 4.1. Tingkat Pemanfaatan tongkol, layang, dan lemur (dalam persen).

| Tahun | Tongkol | Layang | Lemuru |
|-----------|---------|--------|--------|
| 2010 | 31,68 | 7,51 | 91,92 |
| 2011 | 121,11 | 45,59 | 9,81 |
| 2012 | 153,20 | 35,51 | 15,98 |
| 2013 | 62,65 | 59,86 | 35,96 |
| 2014 | 98,26 | 45,18 | 88,92 |
| 2015 | 24,64 | 327,95 | 100,82 |
| 2016 | 6,42 | 1,01 | 44,95 |
| 2017 | 82,68 | 35,34 | 0,48 |
| 2018 | 229,47 | 113,52 | 7,25 |
| 2019 | 32,23 | 127,06 | 100,60 |
| 2020 | 30,88 | 14,88 | 113,78 |
| Rata-rata | 79,38 | 73,95 | 55,50 |

Dari Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa rata-rata tingkat pemanfaatan tongkol sebesar 79,38%, layang sebesar 73,95%, dan lemur sebesar 55,50%. Tingkat pemanfaatan terendah ditemui pada tingkat pemanfaatan lemur tahun 2017 dengan tingkat pemanfaatan 0,48% dan tingkat pemanfaatan tertinggi ditemui pada tingkat pemanfaatan layang pada tahun 2015 dengan nilai 327,95%.

Tingkat pemanfaatan ikan tongkol terendah tercatat pada tahun 2016 sebesar 6,42%, sementara nilai tertinggi terjadi pada tahun 2018 dengan 229,47%. Rendahnya tingkat pemanfaatan pada 2016 menunjukkan bahwa hasil tangkapan jauh di bawah MSY yang ditetapkan. Sebaliknya, nilai yang melebihi 100% pada tahun-tahun seperti 2011, 2012, dan 2018 menandakan adanya overfishing (Rahmawati *et al.*, 2013). Rata-rata tingkat pemanfaatan ikan tongkol selama periode penelitian adalah 70,38%, yang menunjukkan bahwa secara umum tingkat pemanfaatannya sudah mendekati optimal (Andriani *et al.*, 2015). Ikan layang memiliki tingkat pemanfaatan terendah pada tahun 2016 sebesar 1,01%, sedangkan nilai tertinggi tercatat pada tahun 2015 dengan 327,95%. Tingginya tingkat pemanfaatan pada tahun-tahun seperti 2015, 2018, dan 2019 menunjukkan bahwa stok ikan layang telah mengalami tekanan akibat overfishing (Rahmawati *et al.*, 2013). Rata-rata tingkat pemanfaatan ikan layang selama periode penelitian adalah 73,95%, yang juga mencerminkan kondisi pemanfaatan yang mendekati optimal (Andriani *et al.*, 2015).

Untuk ikan lemur, tingkat pemanfaatan terendah terjadi pada tahun 2017 sebesar 0,48%, sementara nilai tertinggi tercatat pada tahun 2020 dengan tingkat pemanfaatan mencapai 113,78%. Nilai yang melebihi ambang batas MSY pada tahun-tahun seperti 2015, 2018, dan 2020 menunjukkan adanya overfishing (Rahmawati *et al.*, 2013). Rata-rata tingkat pemanfaatan ikan lemur adalah sebesar 55,50%, yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan tongkol dan layang tetapi masih berada dalam kisaran optimal (Andriani *et al.*, 2015).

Tingkat pemanfaatan terendah ditemukan pada tahun-tahun tertentu: ikan tongkol dan layang pada tahun 2016 serta lemur pada tahun 2017. Hal ini disebabkan oleh rendahnya hasil tangkapan dibandingkan dengan MSY masing-masing jenis ikan. Pada kedua tahun tersebut, fenomena La Niña diketahui memengaruhi wilayah perairan ini. Menurut Kasim *et al.* (2017), La Niña berdampak nyata terhadap penurunan hasil tangkapan ikan melalui perubahan kondisi lingkungan perairan. Selain itu, penurunan populasi ikan akibat tingginya tingkat

pemanfaatan pada tahun-tahun sebelumnya juga menjadi faktor signifikan. Ketika tingkat pemanfaatan melebihi MSY secara berulang, populasi ikan tidak dapat bereproduksi secara maksimal untuk menggantikan stok yang hilang (Scheffer *et al.*, 2005).

Tingkat pemanfaatan yang melebihi ambang batas MSY ($>100\%$) tercatat pada beberapa tahun: ikan tongkol (2011, 2012, dan 2018), ikan layang (2015, 2018, dan 2019), serta ikan lemuru (2015, 2018, dan 2020). Fenomena ini mengindikasikan overfishing yang berpotensi merusak keseimbangan stok ikan di wilayah ini (Rahmawati *et al.*, 2013). Namun demikian, rata-rata tingkat pemanfaatan untuk ketiga jenis ikan—tongkol (70,38%), layang (73,95%), dan lemuru (55,50%) menunjukkan bahwa secara keseluruhan pengelolaan perikanan sudah berada dalam kategori optimal meskipun terdapat fluktuasi antar tahun (Andriani *et al.*, 2015).

Pada tahun 2018, tingkat eksploitasi ikan pelagis kecil seperti lemuru di Selat Bali melampaui batas keberlanjutan. Tekanan ini disebabkan oleh tingginya tingkat mortalitas akibat peningkatan upaya penangkapan yang melebihi tingkat eksploitasi optimal. Hal ini mencerminkan adanya overcapacity pada armada perikanan di wilayah tersebut, yang menyebabkan stok ikan tidak mampu pulih secara alami (Harlyan *et al.*, 2022).

Fenomena iklim seperti Indian Ocean Dipole (IOD) positif pada tahun-tahun tertentu, termasuk 2018, dapat meningkatkan produktivitas laut melalui proses *upwelling* yang membawa nutrien ke permukaan. Namun, peningkatan produktivitas ini juga menarik lebih banyak aktivitas penangkapan, sehingga memperburuk tekanan terhadap stok ikan. Selain itu, perubahan suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a memengaruhi distribusi ikan pelagis kecil seperti lemuru, yang menjadi target utama perikanan di Selat Bali (Puspasari *et al.*, 2019)

5. Kesimpulan

Nilai CPUE ikan tongkol di PPN Pengambangan bervariasi dengan total 7.97 ton/armada dan rata-rata 0.72 ton/armada, dipengaruhi oleh fenomena meteorologis seperti El Niño, La Niña, dan IOD. Untuk ikan layang, CPUE total adalah 8,11 ton/armada dengan rata-rata 0.74 ton/armada, sementara CPUE ikan lemuru mencapai 28,74 ton/armada dengan rata-rata 2,61 ton/armada, yang fluktuasinya dipengaruhi oleh perubahan iklim dan overfishing. MSY ikan tongkol adalah 2.415,11 ton/tahun dengan upaya penangkapan maksimum lestari (Emsy) sebesar 3.707,56 armada/tahun, sedangkan MSY ikan layang adalah 2.956,86 ton/tahun dengan Emsy sebesar 5.703,02 armada/tahun. Untuk ikan lemuru, MSY ditetapkan sebesar 15.908,16 ton/tahun dengan Emsy sebesar 13.647,07 armada/tahun, menunjukkan perbedaan signifikan dalam potensi lestari dan upaya penangkapan maksimum lestari masing-masing jenis ikan. Tingkat pemanfaatan tongkol, layang, dan lemuru memiliki rentang nilai 0,48% sampai 327,95%. Rata-rata tingkat pemanfaatan yang ditemui pada ikan tongkol (70,38%), layang (73,95%), dan lemuru (55,50%) menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan ketiga jenis ikan ini sudah optimal. Perlu dilakukan pengawasan yang lebih ketat guna mencegah kegiatan overfishing di Selat Bali dan menjaga kelangsungan stok dari ketiga ikan ini.

Daftar Pustaka

- CMSY) and the bayesian schaefer model (BSM). *Frontiers in Marine Science*, 7, p.430.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2019. Laporan Tahunan PPN Pengambangan.
- Andriani, N., Saputra, S.W. and Hendrarto, B., 2015. Aspek biologi dan tingkat pemanfaatan ikan selar kuning (*Selaroides leptolepis*) yang tertangkap jaring cantrang di perairan Kabupaten Pemalang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(4), pp.24-32.
- Boening, C., Willis, J.K., Landerer, F.W., Nerem, R.S. and Fasullo, J., 2012. The 2011 La Niña: So strong, the oceans fell. *Geophysical Research Letters*, 39(19)
- Fayetri WR, Efrizal, T, Zulfikar A. 2013. Kajian analitik stok ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) berbbasis data panjang berat yang didaratkan di Tempat Pendaratan Ikan Pasar Sedanau Kabupaten Natuna. *Jurnal Umrah*. ac. id.
- Ghouali, A., Moussaoui, A., Auger, P. and Huu, T.N., 2022. Optimal placement of marine protected areas to avoid the extinction of the fish stock. *Journal of Biological Systems*, 30(02), pp.323-337.
- Grafton, R.Q., Kompas, T. and Hilborn, R.W., 2007. Economics of overexploitation revisited. *Science*, 318(5856), pp.1601-1601.
- Harlyan, L.I., Rahma, F.M., Kusuma, D.W., Sambah, A.B., Matsuishi, T.F. and Pattarapongan, S., 2022. Spatial diversity of small pelagic species caught in Bali Strait and adjacent Indonesian Waters. *Journal of Fisheries and Environment*, 46(3), pp.198-209.
- Izumo, T., Vialard, J., Dayan, H., Lengaigne, M. and Suresh, I., 2016. A simple estimation of equatorial Pacific response from windstress to untangle Indian Ocean Dipole and Basin influences on El Niño. *Climate dynamics*, 46, pp.2247-2268.
- Jatisworo, D., Kusuma, D.W., Sukresno, B. and Hanintyo, R., 2021, December. *Sardinella* lemuru abundance in Bali Strait: IOD or ENSO. In *Seventh Geoinformation Science Symposium 2021* (Vol. 12082, pp. 159-173). SPIE
- Kasim, K., Widodo, A.A. and Prasetyo, A.P., 2017. Pengaruh Episode La Niña dan El Niño Terhadap Produksi Beberapa Pelagis Kecil yang Didaratkan di Pantai Utara Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 17(4), pp.257-264.
- Keane, A., Jones, J.P. and Milner-Gulland, E.J., 2011. Encounter data in resource management and ecology: pitfalls and possibilities. *Journal of Applied Ecology*, 48(5), pp.1164-1173.
- Kekenus JS, Rondonuwu SB, Paendong MS, Weku WCD. 2014. Penentuan status pemanfaatan dan skenario pengelolaan ikan tongkol (*Auxis rochei*) yang tertangkap di Perairan Kabupaten Siau-Tagulandang-Biaro Sulawesi Utara. *Jurnal ilmiah sains*, 14(2), 136-145.
- Kim, J.W. and Yu, J.Y., 2020. Understanding reintensified multiyear El Niño events. *Geophysical Research Letters*, 47(12), p.e2020GL087644.
- Mehanna, S.F., Abdel, H.M.S.E., Badiaa, A.A., Wafaa, A. 2023. Fishing Effort, *Catch* per unit Fishing Effort and Relative Abundance of the Common Fish Species in Bardawil Lagoon, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*
- Murniati. 2011. Potensi dan tingkat pemanfaatan ikan terbang (Exocoetidae) di perairan Majene, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Selatan [skripsi]. Makassar: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
- Nabilah, F., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2017). Analisis pengaruh fenomena El Nino dan La Nina terhadap curah hujan tahun 1998-2016 menggunakan indikator ONI (Oceanic Nino Index) (studi kasus: Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(4), 402-412.
- Nazir. 2009. Metode Penelitian. Cetakan Kelima. Penerbit Ghala Indonesia.
- Nelwan, A. F., Nursam, M., & Yunus, M. A. (2015). Produktivitas Penangkapan Ikan Pelagis di Perairan Kabupaten Sinjai pada Musim Peralihan Barat-Timur. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 17(1), 18-26.
- Nugraha, S.W., Ghofar, A. and Saputra, S.W., 2018. Monitoring perikanan lemuru di perairan Selat Bali. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(1), pp.130-140.
- Oktaviana, A., Zulkarnain, Z., Syahputra, F., & Kaizan, K. (2023). Efisiensi Usaha dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Pembenihan Ikan Patin. Media Agribisnis.
- Piscandika D, Efrizal T, Zen LW. 2013. Potensi dan tingkat pemanfaatan ikan tongkol (*Euthynnus affinis* dan *Auxis thazard*) yang didaratkan pada tempat pendaratan ikan Desa Malang Rapat Kecamatan Gunung Kijang Kabupaten Bintan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang.

- Pomeroy, R.S., 2012. Managing overcapacity in small-scale fisheries in Southeast Asia. *Marine Policy*, 36(2), pp.520-527.
- Prabowo, D., Triarso, I., & Kunarso, K. (2017). Pengaruh Parameter Suhu Permukaan Laut Dan Klorofil-A Terhadap Cptue Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersoni*) Dengan Alat Tangkap Pancing Ulur Di Perairan Karimunjawa. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 6, 158-167
- Puspasari, R., Suryawati, S.H., Rachmawati, P.F. and Firdaus, M. 2018. Consequences of climate variability on sardine fisheries in the bali strait.
- Puspitha, N.L. (2021). Pendugaan CPUE dan Potensi Maksimum Lestari Ikan Layang Deles (*Decapterus macrosoma*) yang Didaratkan di PPN Pengambangan, Jembrana - Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*.
- Putri, W.A.E., Purwiyanto, A.I.S., Agustriani, F. and Putra, A., 2020. The stock status of the pelagic fishes in Banyuasin coastal waters, Indonesia. *Journal of Fisheries*, 8(2), pp.798-807.
- Rahmawati, M., Fitri, A.D.P. and Wijayanto, D., 2013. Analisis hasil tangkapan per upaya penangkapan dan pola musim penangkapan ikan teri (*Stolephorus spp.*) di Perairan Pemalang. *Journal of fisheries resources utilization management and technology*, 2(3), pp.213-222
- Ratnawati, H.I., Hidayat, R., Bey, A. and June, T., 2017. Upwelling di Laut Banda dan Pesisir Selatan Jawa serta hubungannya dengan ENSO dan IOD. *Omni-Akuatika*, 12(3).
- Rosenberg, A.A., 2003. Managing to the margins: the overexploitation of fisheries. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(2), pp.102-106.1.
- Sari, C.P.M. and Nurainun, N., 2022. Analisis bioekonomi dan potensi lestari ikan cakalang di Provinsi Aceh. *Jurnal Ekonomi Pertanian Unimal*, 5(1), pp.22-27.
- Satria, W. N. 2018. Monitoring perikanan lemuru di Perairan Selat Bali. *Journal of Maquares*, 7(1), 130-140.
- Scheffer, M., Carpenter, S. and de Young, B. 2005. Cascading effects of overfishing marine systems. *Trends in ecology & evolution*, 20(11), pp.579-581.
- Soukotta, I.V., Supusepa, J., & Moniharapon, D.L. (2024). Kajian Kondisi Stok Ikan Layang (*Decapterus macrosoma*) di perairan Laut Banda Utara, Maluku. *Journal of Coastal and Deep Sea*
- Suherman A dan A Dault. 2009. Dampak sosial ekonomi pembangunan dan pengembangan Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pengambangan Jembrana Bali. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4(2):24 – 32.
- Suherman AS, Boesono H, Kurohman F, Muzakir AK. 2020. Kinerja Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Jembrana Bali (Performance of Pengambangan Nusantara Fishing Port (NFP) Jembrana-Bali). *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 16(2), 123-131.
- Suman, A., Wudianto, Bambang, S., Badrudin, dan Duto, N. 2014. Potensi Dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP RI). Jakarta: Ref Graphika. 224 hlm.
- Tanjov, Y.E., Susilo, M.B., & Samanta, P.N. (2024). Analisis Cpue Dan Msy Produksi Lemuru (*Sardinella lemuru*) Di Perairan Selat Bali. *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*.
- Utami, Diani P; Iwang, G; Sriati. 2012. Analisis Bioekonomi Penangkapan Ikan Layur Di Perairan Parigi Kabupaten Ciamis. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 3. Unpad.
- Wahyudi H. 2011. Tingkat pemanfaatan dan pola musim penangkapan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Selat Bali. *Skripsi. Buletin PSP*, 19(3), 293-307.
- Waileruny, W., Saidi, R., & Matratty, D.D. (2024). Potensi Lestari Dan Status Pemanfaatan Ikan Tongkol (*Auxis Thazard*) Di Perairan Maluku Tengah. *Marine Fisheries : Journal of Marine Fisheries Technology and Management*.
- Wijaya, A., Zakiyah, U.M.I., SAMBAH, A.B. and SETYOHADI, D., 2020. Spatiotemporal variability of temperature and chlorophyll-a concentration of sea surface in Bali Strait, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(11).
- Wilcke, W., Boy, J., Hamer, U., Potthast, K., Rollenbeck, R. and Valarezo, C., 2013. Current regulating and supporting services: nutrient cycles. *Ecosystem Services, Biodiversity and Environmental Change in a Tropical Mountain Ecosystem of South Ecuador*, pp.141-151