

Pendugaan CPUE (*Catch Per Unit Effort*) dan Potensi Maksimum Lestari Ikan Tongkol (*Auxis sp.*) yang Didaratkan di Desa Seraya Timur, Kabupaten

Nadia Anastasia Giovani^a, I Dewa Nyoman Nurweda Putra ^a, Ni Luh Putu Ria Puspitha^{a*}

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

*Corresponding author, email: riapuspitha@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received:

May 28th, 2024

Received in revised form:

July 8th, 2024

Accepted:

December 9th, 2024

Available online:

August 30th, 2025

ABSTRACT

Tongkol (Auxis sp.) is the main catch of fishermen in East Seraya Village. It is a small-scale fisheries area, that has relatively enormous fisheries resource potential in Karangasem Regency, Province of Bali. This research aimed to determine trends in Catch Unit Per Effort (CPUE), Maximum Sustainable Yield (MSY), and Number of Allowable Catches (JTB) of tongkol fish landed in East Seraya Village. The method used was a quantitative descriptive method using CPUE analysis and production surplus from Schaefer. The data used in this research were catch and trip (effort) from 2018 – 2022, which were obtained directly from the Dinas Pertanian, Pangan dan Perikanan, Karangasem Regency. The results found that the highest CPUE in 2019 with a 304.7 kg/trip value. The MSY value obtained was 1.048.216 kg/year, while the f_{opt} value from the analysis results was 7.376 trips/year. Furthermore, the JTB value was 80% of the MSY value, 838.572 kg/year. This indicates the occurrence of overfishing and over-exploitation in East Seraya Village. To prevent this, management is needed in sustainable resource use, such as limiting fishing capacity and fishing effort, and implementing management models, such as CBFM (Community-Based Fisheries Management).

Keywords

MSY, JTB, CPUE, Tongkol, East Seraya Village, Bali

A B S T R A K

Ikan tongkol merupakan hasil tangkapan utama nelayan di Desa Seraya Timur, dimana menjadikan desa ini sebagai kawasan perikanan tangkap skala kecil (*small-scale fisheries*) dan menjadi salah satu desa yang memiliki potensi sumber daya perikanan yang cukup besar di Kabupaten Karangasem. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tren *Catch Unit Per Effort* (CPUE), *Maximum Sustainable Yield* (MSY), dan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan (JTB) ikan tongkol (*Auxis sp.*) yang didaratkan di Desa Seraya Timur. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif menggunakan analisis CPUE dan surplus produksi dari Schaefer. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil tangkapan (*catch*) dan *trip* (*effort*) dari tahun 2018 – 2022 yang didapatkan langsung dari Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan, Kabupaten Karangasem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CPUE tertinggi di tahun 2019 dengan nilai sebesar 304,7 kg/*trip*. Nilai MSY diperoleh sebesar 1.048.216 kg/tahun, sedangkan nilai f_{opt} dari hasil analisis sebesar 7.376 *trip*/tahun. Selanjutnya, nilai JTB merupakan 80% dari nilai MSY diperoleh angka sebesar 838.572 kg/tahun. Hal ini mengindikasikan terjadinya *overfishing* dan *over-exploitation* di Desa Seraya Timur. Dalam rangka mencegah hal tersebut diperlukan pengelolaan dalam pemanfaatan sumberdaya yang berkelanjutan, seperti membatasi kapasitas penangkapan serta upaya penangkapan dan menerapkan model pengelolaan, seperti CBFM (*Community Based Fisheries Management*).

2024 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Wilayah perairan Indonesia merupakan wilayah dengan sumber protein hewani yang besar karena memiliki luas perairan sekitar 5,8 juta km² dan ditambah dengan perairan Zona Ekonomi Eklusif (ZEE) seluas 2,7 juta km² (Nontji, 1987). Dengan luas wilayah negara yang didominasi oleh lautan, Indonesia memiliki banyak potensi sumber daya alamnya, terutama perikanan tangkap. Secara astronomis, Kabupaten Karangasem terletak di ujung paling timur Pulau

Bali yang berada pada posisi 8° dan 115° sehingga daerah tersebut beriklim tropis seperti wilayah lain di Provinsi Bali. Banyaknya sebaran kawasan perikanan tangkap skala kecil (*small-scale fisheries*) di sepanjang wilayah pesisir pantai, menjadikan potensi perikanan daerah tersebut menjadi sangat besar. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Karangasem (2022), ikan tongkol krai menjadi jenis ikan yang paling dominan ditemukan di perairan ini dengan total produksi mencapai 8.904 ton pada tahun 2021.

Mata pencaharian utama masyarakat Desa Seraya Timur yaitu bekerja sebagai nelayan, sehingga desa ini merupakan desa yang paling banyak mempunyai kelompok nelayan di seluruh Kabupaten Karangasem, dengan jumlah 26 kelompok nelayan yang tersebar dari masing-masing Banjar seperti Banjar Tukad Tiis, Banjar Gili Selang, Banjar Tukad Item, Banjar Pemujaan Kangin, Banjar Batu Kori, Banjar Tukad dan Banjar Tanah Barak (DKP Kabupaten Karangasem, 2016). Sebagai daerah perikanan tangkap skala kecil, Desa Seraya Timur memiliki ciri-ciri, yaitu memiliki modal investasi kecil, sarana perahu kecil, wilayah operasi penangkapan tidak terlalu jauh, dan hasil tangkapan untuk kebutuhan konsumsi. Hasil tangkapan utama bagi nelayannya adalah komoditas perikanan tongkol.

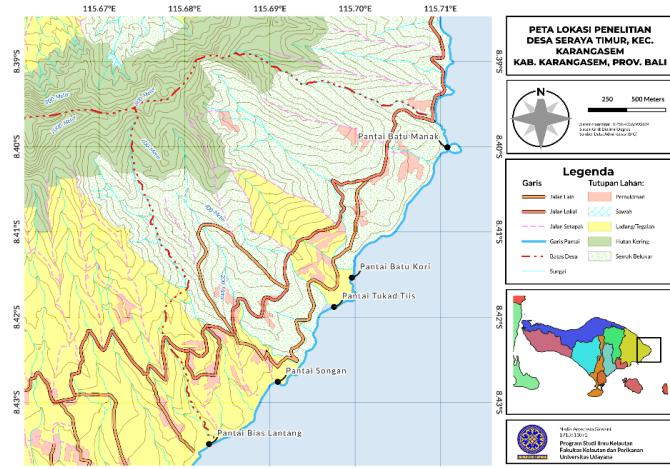
Ikan tongkol merupakan sumberdaya hayati laut yang memiliki nilai ekonomi dan ekologis cukup tinggi yang dapat ditemukan hampir di semua perairan tropis maupun subtropis (Collette & Aadland, 1996). Ikan tongkol merupakan jenis ikan pelagis besar dan perenang cepat yang hidup secara bergelombang yang berasal dari famili Scombridae (Hajjej *et al.*, 2010; Sompie, 2011; Sulistyaningsih *et al.*, 2014). Ikan tongkol sangat digemari masyarakat yang memiliki banyak protein dan bermanfaat bagi tubuh manusia serta bernilai ekonomis tinggi di Indonesia (Ardelia *et al.*, 2016). Namun, adanya peningkatan jumlah produksi ikan tongkol di perairan ini dikhawatirkan akan menyebabkan *overfishing* atau penurunan jumlah tangkapan di masa yang akan datang. Penangkapan ikan yang berlebihan dan kepunahan stok tentunya akan menjadi tantangan besar untuk pembangunan perikanan. Untuk memastikan bahwa sumber daya ini dapat digunakan secara berkelanjutan, diperlukan adanya pengelolaan yang efektif. Dalam UU No.45 Tahun 2009 tentang Perikanan dijelaskan bahwa perikanan harus dilakukan berdasarkan asas manfaat, keadilan, kemitraan, pemerataan, keterpaduan, keterbukaan, efisiensi, dan kelestarian yang berkelanjutan.

Studi potensi lestari sumberdaya perikanan sangat penting untuk mengontrol dan memantau tingkat eksplorasi penangkapan ikan yang dilakukan terhadap sumberdaya di perairan tersebut. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk menghentikan eksplorasi sumber daya yang berlebihan sehingga menyebabkan kepunahan sumber daya ikan dan untuk mendorong terciptanya kegiatan operasi penangkapan ikan dengan tingkat efektifitas yang tinggi tanpa membahayakan keberlanjutan stok ikan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pendugaan *Catch per Unit Effort* (CPUE), potensi maksimum lestari atau *Maximum Sustainable Yield* (MSY) serta *effort* optimumnya (*f_{opt}*), dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) terhadap ikan tongkol di Desa Seraya Timur.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober 2023 dengan lokasi penelitian bertempat di Desa Seraya Timur dengan titik koordinat di $8^{\circ}25'18.4116''$ LS - $115^{\circ}40'07.4964''$ BT (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Pelaksanaan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode dekripsi dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan deskriptif menurut Sugiyono (2017) adalah suatu teknik penelitian yang digunakan untuk memastikan nilai dari satu atau lebih variabel bebas tanpa melakukan perbandingan atau menghubungkannya dengan variabel lain. Analisis deskriptif juga merupakan metode yang digunakan dalam penelitian sebagai penelitian terapan dengan mengaplikasikan suatu teori untuk memecahkan masalah tertentu. Sedangkan untuk pendekatan kuantitatif menurut penjelasan Arikunto (2013), metode kuantitatif didasarkan pada angka-angka dan diterapkan pada seluruh tahap pengumpulan data, interpretasi, dan penyajian.

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengumpulan data sekunder berupa data produksi dari Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan Kabupaten Karangasem yang diperoleh dari kelompok nelayan di Desa Seraya Timur. Wilayah seraya sendiri dibagi menjadi 4 wilayah, yaitu wilayah utara, barat, selatan, timur. Namun, data yang digunakan dalam penelitian adalah Desa Seraya Timur. Data yang diperoleh adalah data bulanan selama 5 tahun dari tahun 2018-2022 (total hasil tangkapan dan upaya penangkapan ikan tongkol setiap tahunnya).

Data jumlah produksi atau hasil tangkapan dan data jumlah alat tangkap dianalisis untuk menghitung (i) nilai *catch per unit effort* (CPUE), (ii) nilai tangkapan maksimum lestari atau *maximum sustainable yield* (MSY) dan jumlah *effort optimum* (f_{opt}), serta (iii) jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB).

Catch per fishing Effort (CPUE) didefinisikan sebagai laju tangkap perikanan per tahun yang diperoleh dengan menggunakan data *time series*. Setelah diketahui nilai CPUE, maka bisa diketahui tren CPUE. Tren CPUE diperlukan untuk menentukan status sumberdaya ikan di suatu perairan. Penghitungan CPUE secara sederhana menurut Schaefer (1987) dalam (Nojia *et al.*, 2014) ditunjukkan pada persamaan 1.

$$CPUE = \frac{Catch_t}{Effort_t} \quad (1)$$

dimana $CPUE_t$ adalah hasil tangkapan per upaya penangkapan pada tahun ke- t ($kg/trip$), $Catch_t$ merupakan hasil tangkapan pada tahun ke- t (kg), dan $Effort_t$ merupakan upaya penangkapan pada tahun ke- t ($trip$).

CPUE optimum adalah tingkat CPUE yang dianggap ideal untuk mencapai hasil tangkapan maksimum yang berkelanjutan tanpa merusak stok ikan atau ekosistem atau MSY. CPUE optimum diperoleh setelah mendapatkan nilai MSY dan f_{opt} (persamaan 2).

$$CPUE_{opt} = \frac{MSY}{f_{opt}} \quad (2)$$

Dimana $CPUE_{opt}$ adalah hasil tangkapan per upaya penangkapan optimum (kg/trip), MSY adalah potensi maksimum lestari (kg), dan f_{opt} adalah upaya penangkapan optimum (trip).

Model Schaefer adalah model paling sederhana yang pertama kali dikembangkan dalam penilaian stok ikan. Menurut Simbolon *et al.*, (2011), persamaan untuk mencari nilai *Maximum Sustainable Yield* (MSY) atau potensi maksimum lestari merupakan salah satu acuan biologi yang dipergunakan guna mencapai tujuan pengelolaan perikanan. Menurut Sparre and Venema (1999) dalam Listiyani *et al.*, (2017), hubungan hasil tangkapan (*catch*) dengan upaya penangkapan (*effort*) dapat menggunakan model Schaefer. Langkah-langkah pengolahan datanya yaitu memplotkan nilai f terhadap c/f dan menduga nilai *intercept* (a) dan nilai *slope* (b) dengan regresi linier (model Schaefer) (persamaan 3), lalu menghitung pendugaan potensi lestari (MSY) dan upaya optimum (*effort* optimum = f_{opt}).

$$y = a - bx \quad (3)$$

Dimana x merupakan upaya penangkapan pada periode ke- i (variabel bebas/ independen), y merupakan hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan pada periode ke- i (variabel terikat/dependen), serta a dan b merupakan parameter regresi. Selanjutnya untuk mencari parameter a dan b dapat dihitung dengan persamaan 4 dan 5.

$$a = \frac{\sum y_i - b(\sum x_i)}{n} \quad (4)$$

$$b = \frac{n(\sum x_i y_i) - \sum x_i (\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \quad (5)$$

dimana a merupakan *intercept* (konstanta), b merupakan *slope* (kemiringan), x_i merupakan upaya penangkapan (*effort*) pada periode ke- I , y_i merupakan CPUE pada periode ke- i , dan n merupakan jumlah tahun. Hasil analisis regresi linier sederhana menghasilkan nilai *intercept* (a) dan *slope* (b). Menurut Simbolon *et al.*, (2011), pada model Schaefer hanya berlaku jika nilai parameter (b) bernilai negatif, artinya dalam setiap penambahan upaya penangkapan akan menyebabkan terjadinya penurunan nilai CPUE. Jika dalam perhitungan diperoleh nilai koefisien (b) positif, maka perhitungan potensi dan upaya penangkapan optimum tidak perlu dilanjutkan, karena hal ini mengindikasikan bahwa penambahan upaya penangkapan masih memungkinkan untuk meningkatkan hasil tangkapan.

Setelah diketahui nilai a dan b , selanjutnya adalah menghitung nilai MSY (persamaan 6) dan upaya penangkapan optimal (persamaan 7).

$$MSY = -\frac{a^2}{4b} \quad (6)$$

$$f_{opt} = -\frac{a}{2b} \quad (7)$$

dimana MSY merupakan potensi maksimum lestari (kg/tahun), f_{opt} merupakan upaya penangkapan optimal (trip/tahun).

Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan (JTB) menurut PP No. 15 Tahun 1984 adalah banyaknya sumberdaya alam hayati yang boleh ditangkap dengan memperhatikan pengamanan konservasinya di Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) Indonesia. JTB tertuang dalam *Code of Conduct for Responsible Fisheries* (CCRF) yang merupakan sebuah komitmen internasional bersama FAO menyebutkan bahwa potensi sumberdaya ikan di laut yang dapat dimanfaatkan sekitar 80% dari nilai MSY (Fitriana, 2016). Perhitungan JTB ditampilkan pada persamaan 8.

$$JTB = 80\% \times MSY \quad (8)$$

Nilai persentase tingkat pemanfaatan (TP) sumberdaya ikan yang telah dimanfaatkan menurut Setyohadi (2009) ditentukan dengan persamaan 9.

$$TP_i = \frac{C_i}{JTB} \times 100\% \quad (9)$$

dimana TP_i merupakan tingkat pemanfaatan pada tahun ke- i , C_i merupakan hasil tangkapan tahun ke- i , JTB merupakan hasil maksimum tangkapan lestari.

Analisis tingkat pemanfaatan digunakan untuk menduga atau mengetahui seberapa tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan dengan menggunakan perbandingan rata-rata hasil tangkapan ikan tongkol selama lima tahun dengan jumlah tangkapan yang diperbolehkan. Menurut Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 29 Tahun 2012, tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan dikategorikan menjadi:

- *over-exploited*: apabila jumlah tangkapan kelompok sumberdaya ikan pertahun melebihi estimasi potensi yang ditetapkan,
- *fully-exploited*: apabila jumlah tangkapan kelompok sumberdaya ikan pertahun berada pada rentang 80-100% dari estimasi potensi yang ditetapkan,
- *moderate*: apabila jumlah tangkapan kelompok sumberdaya ikan pertahun belum mencapai 80% dari estimasi potensi yang ditetapkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Umum Perikanan di Desa Seraya Timur

Nelayan di Desa Seraya Timur melakukan penangkapan satu hari (*one day fishing*) dengan waktu melaut pada waktu subuh dan kembali pada pagi hari. Daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) nelayan di Desa Seraya Timur termasuk WPP-RI 573 yang masih tergolong wilayah perairan Selat Lombok. Hasil tangkapan nelayan di Desa Seraya Timur cukup beragam, seperti: Ikan Cakalang dan Mahi-mahi, tetapi tangkapan utamanya adalah Ikan Tongkol. Selain dijual segar kepada pengepul, ikan tongkol juga dapat diproduksi menjadi pindang atau bisa menjadi produk olahan tepung untuk pakan ternak. Pindang sebagai hasil olahan ikan dengan cara kombinasi perebusan dan penggaraman sebagai produk awetan ikan dengan kadar garam rendah. Biasanya, ikan pindang dipasarkan ke berbagai tempat seperti di daerah Klungkung, Tabanan dan Denpasar. Namun, harga pindang tidak bisa ditentukan, karena bergantung pada hasil tangkapan nelayan. Pada musim tertentu kadang ikan yang didapat melimpah, kadang kala nelayan tidak memperoleh tangkapan. Ketika tangkapan ikan melimpah harga ikan murah sedangkan

pada saat hasil tangkapan ikan langka harga ikan melonjak tinggi/mahal.

Alat tangkap yang digunakan oleh nelayan setempat adalah jaring insang (*gillnet*), tetapi sedikit nelayan menggunakan pancing tonda sebagai alat tangkap sampingan. Desa Seraya Timur belum mempunyai Tempat Pelelangan Ikan (TPI) sehingga sebagian besar hasil tangkapan nelayan dipasarkan ke luar wilayah tersebut. Nelayan harus menggunakan perantara untuk memasarkan hasil tangkapan mereka agar dapat sampai ke tangan konsumen. Desa Seraya Timur memiliki lima lokasi pantai sebagai tempat pendaratan ikan, diantaranya Pantai Bias Lantang, Pantai Songan, Pantai Tukad Tiis, Pantai Batu Kori, dan Pantai Batu Manak. Pantai tersebut digunakan sebagai tempat berlabuhnya jukung nelayan setelah selesai melaut (Gambar 2).



Gambar 2. Jukung nelayan di Pantai Bias Lantang, Desa Seraya Timur.

3.2 Catch Unit per Effort (CPUE) Ikan Tongkol

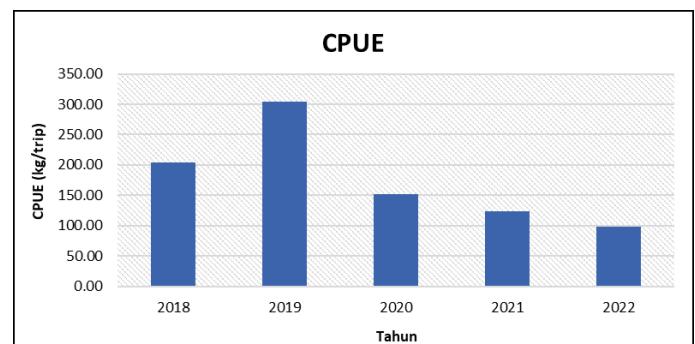
Hasil CPUE yang merupakan perbandingan antara hasil tangkapan dan jumlah upaya yang digunakan dalam penangkapan dengan *catch* sebagai output kegiatan penangkapan dan *effort* sebagai input kegiatan penangkapan (Nahib, 2008). Menurut Gulland (1982) dalam Sibagariang & Agustriani (2011), CPUE adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan hasil jumlah produksi perikanan laut yang dirata-ratakan dalam tahunan. Tangkapan utama nelayan di Desa Seraya Timur adalah ikan tongkol krai atau nelayan lokal menyebutnya sebagai pindang awan (Suman *et al.*, 2017). Ikan Tongkol yang didaraskan di Desa Seraya Timur tertangkap pada jenis alat tangkap yaitu jaring insang (*gillnet*). Data hasil tangkapan dan upaya penangkapan ikan tongkol ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi hasil tangkapan dan nilai CPUE Ikan Tongkol di Desa Seraya Timur

Tahun	Catch (kg)	Effort (trip)	CPUE (kg/trip)
2018	593.292	2.914	203,6
2019	700.614	2.299	304,7
2020	810.209	5.323	152,2
2021	770.771	6.205	124,2
2022	1.103.788	11.151	98,9
Total	3.978.674	27.892	883,7
Mean	795.735	5.578	176,7

Produksi Ikan Tongkol di Desa Seraya Timur mengalami kenaikan setiap tahunnya, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai CPUE ikan tongkol dengan alat tangkap *gill net* sebesar 883,7 kg/*trip*, sedangkan nilai rata-rata tahunnya sebesar 176,7 kg/*trip*. Pada tahun 2022 produksi paling tinggi mencapai 1.103.788 kg, sedangkan produksi paling rendah adalah tahun 2018 dengan produksi sebesar 593.292 kg dan rata-rata produksi sebesar 795.735 kg. Upaya penangkapan (*effort*) ikan tongkol cenderung mengalami kenaikan dari tahun 2020 yang sebelumnya mengalami sedikit penurunan sebesar 615 *trip* pada tahun sebelumnya dengan nilai upaya terendah sebesar 2.299 *trip*.

Berdasarkan Tabel 1, nilai produksi dan upaya penangkapan tertinggi terjadi pada tahun 2022. Hal tersebut menggambarkan bahwa dari tahun 2018 hasil tangkapan (*catch*) mengalami peningkatan sama halnya dengan upaya penangkapan (*effort*). Hal tersebut terlihat pada nilai CPUE sebagai *indirect measures of relative abundances* atau kelimpahan relatif yang mengindikasi bahwa terjadinya *overfishing* ikan tongkol di daerah tersebut. Grafik fluktuasi tren CPUE selama tahun 2018-2022 ditampilkan Gambar 3.



Gambar 3. Diagram CPUE Ikan Tongkol krai tahun 2018-2022

Namun, pada tahun 2020 mengalami penurunan yang sangat signifikan dari tahun sebelumnya dengan nilai sebesar 152,2 kg/*trip* dan tahun-tahun selanjutnya terus mengalami penurunan dengan nilai CPUE pada tahun 2021 sebesar 124,2 kg/*trip* dan nilai CPUE terendah pada tahun 2022 dengan nilai sebesar 98,9 kg/*trip* serta nilai rata-rata CPUE sebesar 176,7 kg/*trip* selama periode ini. Diagram tersebut juga menunjukkan bahwa trend hasil perhitungan tangkapan per upaya (CPUE) ikan tongkol krai di Desa Seraya Timur pada tahun 2018-2022 mengalami peningkatan dan penurunan yang fluktuatif. Berdasarkan analisis data, diketahui nilai CPUE optimum penangkapan ikan tongkol di Seraya Timur sebesar 142,13 kg/*trip*.

Berdasarkan hasil perhitungan CPUE pada Gambar 3 mengalami fluktuatif dari tahun 2018-2022. Kenaikan nilai CPUE terjadi pada tahun 2018-2019 dengan kenaikan sebesar 101,1 kg/*trip*. Namun, pada tahun 2019-2022 nilai CPUE mengalami penurunan secara terus menerus dikarenakan upaya penangkapan pada tahun sebelumnya mengalami peningkatan yang sangat tinggi. Tinggi atau rendahnya nilai CPUE selama periode tersebut terjadi karena adanya penambahan dan pengurangan dari *trip* penangkapan (*effort*). Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Spare dan Venema (1999) dalam Rajagukguk & Aenal (2023) yaitu jika pada umumnya total upaya menampilkan ikatan linier terhadap laju hasil tangkapan ataupun upaya sebanding dengan mortalitas penangkapan. Hubungan CPUE dengan *effort* ikan tongkol yang diperoleh adalah linier bersifat negatif, maka tiap peningkatan *effort* akan mengurangi nilai CPUE. Menurut Nabunome (2007), bahwa

jika nilai CPUE berbanding terbalik dengan nilai *effort*, maka menandakan bahwa setiap penambahan *effort* akan mengurangi hasil tangkapan per unit usahanya dan menyebabkan sumberdaya yang cenderung menurun apabila *effort* yang dilakukan terus meningkat.

Menurut Nugraha *et al.* (2012), bahwa dengan adanya penurunan nilai CPUE menjadi indikator bahwa pemanfaatan sumber daya ikan di perairan tersebut sudah tinggi. Hal ini disebabkan karena biomassa stok ikan dapat digunakan bersama oleh banyak kapal di suatu perikanan yang mengakibatkan pembagian hasil tangkapan untuk setiap kapal akan semakin rendah seiring dengan semakin banyak kapal yang melakukan penangkapan (Spare and Venema, 1998). Biomassa stok ikan adalah total massa atau berat dari semua individu ikan dalam suatu populasi atau spesies di suatu area perairan pada waktu tertentu yang mencakup semua ukuran dan usia ikan dalam stok.

Tabel 1 menunjukkan bahwa adanya kenaikan *effort* yang sangat tinggi, sedangkan hasil tangkapan yang diperoleh tidak mengalami kenaikan yang berbanding lurus dengan upaya penangkapannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Listiyani *et al.*, (2017) bahwa besarnya perubahan yang terjadi tidak selalu berbanding lurus, dimana jika upayanya tinggi, belum tentu hasil tangkapannya banyak, karena hal ini sebenarnya tergantung pada produktivitas yang tercermin pada CPUE. Hal tersebut sependapat dengan Badrudin & Widianto (2004) dalam Alwi *et al.*, (2019) bahwa indikator pola umum perikanan yang dieksplorasi adalah naiknya upaya penangkapan seharusnya akan diikuti dengan naiknya hasil tangkapan yang kemudian diikuti dengan turunnya CPUE, akan tetapi apabila peningkatan upaya tidak lagi meningkatkan hasil tangkapan dan terjadi penurunan CPUE secara drastis, maka kondisi ini memberikan indikasi terjadinya tangkap lebih (*overfishing*).

Pola perubahan kondisi oseanografi juga mempengaruhi pada stok sumberdaya ikan, terutama ikan tongkol yang ada di wilayah perairan Karangasem karena dipengaruhi fenomena global yang bersifat tahunan, seperti *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Pada tahun 2019 terjadi peningkatan nilai CPUE yang memungkinkan adanya peningkatan konsentrasi klorofil-a karena fenomena *El-Niño* dan IOD positif (Li *et al.*, 2022). Akibatnya aliran massa udara bergerak dari Indonesia menuju ke arah timur yang menyebabkan SPL di Indonesia dan sekitarnya menjadi lebih dingin. Fenomena *El Niño* dan IOD positif yang terjadi secara bersamaan menyebabkan durasi upwelling mengalami peningkatan sehingga produktivitas perairan Indonesia menjadi tinggi (Kemili dan Putri, 2012). *Upwelling* membuat lapisan massa air dari bawah tersebut bersuhu lebih rendah tetapi kaya dengan nutrien. Sebaran konsentrasi klorofil-a diindikasikan bahwa terdapat banyak ikan pada perairan tersebut. Ikan yang dominan tertangkap di perairan Selat Lombok merupakan ikan-ikan pelagis dengan sumber makanan utamanya adalah plankton, sehingga perubahan konsentrasi klorofil-a menjadi salah satu faktor penyebab perubahan jumlah hasil tangkapan. Hal ini sesuai dengan laporan Sartimbul *et al.*, (2010) bahwa perubahan konsentrasi klorofil-a merupakan faktor yang penting yang berpengaruh terhadap perubahan CPUE ikan pelagis serta sangat terkait dengan fenomena ENSO dan IOD.

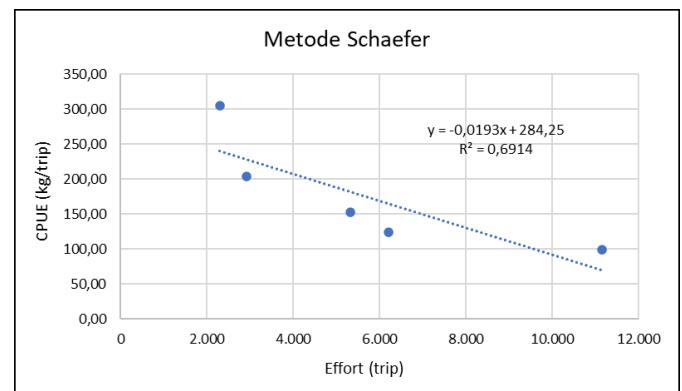
3.3 Potensi Maksimum Lestari dan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan (JTB)

Menurut Sparre dan Venema (1999) dalam Ardelia *et al.*, (2017), potensi maksimum lestari adalah upaya penangkapan

yang dapat menghasilkan hasil tangkapan maksimum secara lestari tanpa mempengaruhi produktivitas stok secara jangka panjang. Model surplus produksi Scheafer digunakan untuk menentukan MSY. Metode ini telah terbukti efektif dalam memberikan pertimbangan yang jelas tentang berbagai informasi biologi dan ekonomi yang diperlukan untuk pengelolaan yang lebih baik. Hasil tangkapan total diwakili sebagai fungsi kuadratik dari semua usaha yang dilakukan untuk menangkap jenis perikanan tersebut dengan kurva dimulai di titik awal (0,0). Metode Schaefer dapat menduga kondisi MSY serta upaya optimum (f_{opt}) yang sebelumnya dianalisis dari pengaruh upaya penangkapan (*effort*) dan CPUE. Menurut Sparre dan Venema (1999) dalam Alwi *et al.*, (2019) bahwa regresi linier sederhana model surplus produksi Schaefer digunakan untuk mengetahui pengaruh dari jumlah upaya standar terhadap nilai CPUE.

Analisis model Schaefer (1954) dilakukan dengan menggunakan data hasil tangkapan dan upaya penangkapan ikan tongkol yang didararkan di Desa Seraya Timur tahun 2018-2022. Setelah mendapatkan nilai CPUE, selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk perhitungan regresi linier untuk melihat keterkaitan antara upaya penangkapan dan CPUE (Gambar 4).

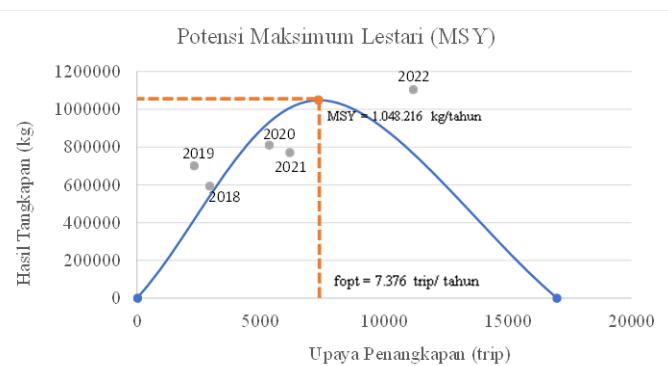
Gambar 4. Hubungan *Effort* dan CPUE Ikan Tongkol di Seraya Timur



dengan Metode Schaefer

Berdasarkan Gambar 4, hubungan antara upaya penangkapan dan CPUE menunjukkan hubungan yang linier dengan persamaan $y = -0,0193x + 284,25$ dan $R^2 = 0,6914$, yang dimana variabel x adalah effort dan y adalah nilai CPUE. Dari metode tersebut diperoleh nilai a atau intercept sebesar 284,25 dan nilai b atau *slope* sebesar -0,0193, dimana nilai a dan b merupakan suatu nilai konstanta dalam persamaan linear. Konstanta (a) sebesar 284,25 menunjukkan bahwa potensi alam yang tersedia masih sebesar 284,25 kg/trip jika tidak ada upaya penangkapan. Koefisien regresi (b) sebesar -0,0193 yang memiliki hubungan negatif antara produksi dan effort menunjukkan bahwa setiap pengurangan 1 trip (karena tanda negatif) akan menyebabkan CPUE naik sebesar 0,0193 kg/trip. Namun, jika effort naik sebanyak 1 trip maka CPUE juga diprediksi mengalami penurunan sebesar 0,0193 kg/trip. Korelasi antara CPUE dengan effort yang menunjukkan hubungan negatif juga mengindikasikan akan berkurangnya produktifitas alat tangkap jika upaya penangkapan mengalami peningkatan (Anas *et al.*, 2010). Koefisien determinasi (R^2) adalah 0,6914 atau 69,14% menunjukkan bahwa sebesar 69,14% dari naik turunnya nilai CPUE dipengaruhi oleh nilai *effort*, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dibahas dalam penelitian ini. Hasil dari analisis regresi tersebut digunakan untuk menghitung nilai MSY. Berikut ini adalah

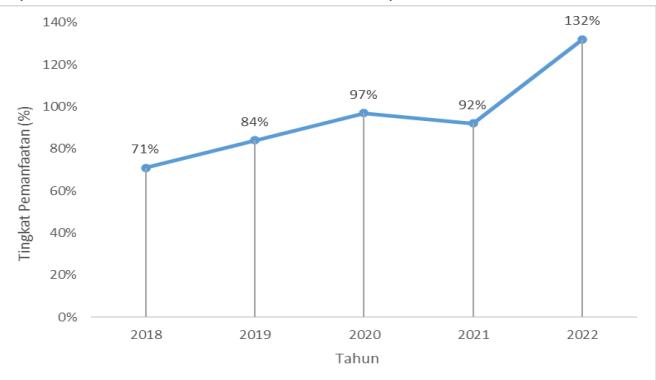
grafik kurva kuadratik MSY dengan dapat dilihat dari Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Potensi Maksimum Lestari (MSY) ikan tongkol di Desa Seraya Timur.

Berdasarkan Gambar 5, diketahui nilai jumlah tangkapan maksimum lestari (MSY) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $-(a^2/4b)$, dimana nilainya sebesar 1.048.216 kg/tahun dan untuk nilai upaya optimum (f_{opt}) yang menggunakan rumus $-(a/2b)$, diperoleh nilai sebesar 7.375 *trip/tahun*. Nilai tersebut merupakan tingkat produksi maksimum atau suatu batas dimana sumberdaya ikan tongkol masih dapat dimanfaatkan tanpa mengganggu kelestariannya dan menjaga keturunannya. Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa pada tahun 2022 dengan nilai produksi sebesar 1.103.788 kg, produktivitas penangkapan ikan tongkol di Desa Seraya Timur telah melebihi batas nilai MSY. Begitu pula dengan upaya penangkapannya yang nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai upaya optimumnya, dimana nilai upaya penangkapan pada tahun 2022 sebesar 11.151 *trip*, sedangkan nilai f_{opt} dari hasil analisis hanya sebesar 7.375 *trip*. Sehingga perlu adanya limitasi atau pembatasan upaya penangkapan ikan tongkol di Desa Seraya Timur.

Selanjutnya, untuk memastikan seberapa banyak ikan yang boleh ditangkap, maka harus diketahui JTB (Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan). Menurut Triyono (2013), JTB merupakan sebuah pembatasan yang dilakukan pemerintah atau instansi berwenang untuk menjaga kelestarian stok ikan agar tidak terjadi penurunan populasi ikan di habitatnya. Peraturan tersebut sudah diatur dalam Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1983 dan juga PP Nomor 15 Tahun 1984 tentang Pengolaan Sumberdaya Hayati di Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia. Menurut rekomendasi oleh Komisi Nasional Pengkajian Stok Ikan yang selanjutnya ditetapkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia menetapkan bahwa nilai JTB merupakan 80% dari nilai MSY. Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, nilai JTB ikan tongkol di Desa Seraya Timur sebesar 838.572 kg/tahun. Penilaian status sumberdaya perikanan melalui tingkat pemanfaatan perlu dilakukan untuk menyusun rencana pengelolaan sumberdaya ikan di tahun-tahun selanjutnya. Tingkat pemanfaatan ikan tongkol di Desa Seraya Timur dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tingkat Pemanfaatan Ikan Tongkol

Berdasarkan Gambar 6, tingkat pemanfaatan ikan tongkol di Desa Seraya Timur selama tahun 2018-2022 mengalami fluktuasi cenderung meningkat dengan tingkat pemanfaatan tertinggi atau puncaknya terdapat pada tahun 2022 dengan nilai sebesar 132m%. Nilai tingkat pemanfaatan terendah pada tahun 2018 yaitu 71%. Penentuan status sumberdaya ikan berdasarkan PERMEN KP-RI Nomor 29 Tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Status sumberdaya berdasarkan tingkat pemanfaatan

Status Sumberdaya	Tingkat Pemanfaatan (%)
Moderate	< 80
Fully-exploited	80-100
Over-exploited	>100

Jika dilihat pada Tabel 2, tingkat pemanfaatan tahun 2022 sudah termasuk dalam kategori *over-exploited* karena sudah melebihi 100% yang berarti tingkat pemanfaatan sudah melebihi batas jumlah tangkapan yang diperbolehkan. Pada tahun 2019-2021 tingkat pemanfaatan ikan tongkol dalam kisaran 81-100% sehingga masuk dalam kategori *fully-exploited*. Sedangkan pada tahun 2018, tingkat pemanfaatannya masih dalam kategori moderat yang dimana tingkat pemanfaatan ikan tongkol masih dibawah batas nilai JTB. Tingkat pemanfaatan ikan tongkol di Desa Seraya Timur selama kurun waktu 5 tahun adalah sebesar 95% yang artinya masih termasuk dalam kategori *fully-exploited*.

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa jumlah upaya penangkapan nelayan di Desa Seraya Timur pada tahun 2022 dengan nilai sebesar 11.151 *trip* telah melebihi jumlah upaya penangkapan optimumnya dengan nilai sebesar 7.375 *trip/tahun*, sehingga terjadi kelebihan kapasitas penangkapan (*overcapacity*). Kelebihan kapasitas ini menyebabkan hasil tangkapan atau produksi ikan tongkol tahun 2022 sebesar 1.103.788 kg telah melewati nilai MSY sebesar 1.048.216 kg/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa perikanan skala kecil, khususnya perikanan tongkol di Desa Seraya Timur telah terjadi tangkap lebih. Model Schaefer ini memiliki kelemahan, yaitu dengan penambahan *effort* yang terus menerus atau tidak terkendali, maka semakin lama potensi sumberdaya perikanan akan habis ($Y_t = 0$). Hal tersebut terlihat pada bentuk grafik parabola terbalik pada Gambar 5 dengan produksi akhir sama dengan 0 (habis), padahal pada kenyataannya sumberdaya perikanan bersifat dapat pulih (*renewable resources*) dan dapat melakukan regenerasi. Menurut Rahmawati et al. (2013), prinsip MSY adalah apabila level produksi surplus yang panen, maka tidak akan mengganggu kelestarian stok dari sumberdaya ikan yang ada.

Namun, terjadinya kondisi yang mengarah *overfishing* pada perikanan skala kecil di Desa Seraya Timur ini juga diperkuat oleh Putra *et al.* (2020) bahwa pemanfaatan sumberdaya ikan di Desa Seraya Timur sudah tinggi. Hal tersebut ditandai dengan adanya pendugaan penurunan hasil tangkapan per satuan upaya sebesar 7,80% per tahun yang mengindikasi bahwa terjadinya *overfishing*. Kondisi tersebut dapat mengancam keberlanjutan dari sumberdaya ikan tongkol. Menurut Widodo dan Suadi (2006), *overfishing* merupakan sejumlah upaya penangkapan yang berlebihan terhadap suatu stok ikan atau jumlah ikan yang ditangkap melebihi dari jumlah yang ditentukan untuk mempertahankan stok ikan dalam daerah tertentu. Terjadinya *overfishing* ini diakibatkan oleh meningkatnya jumlah *trip* penangkapan yang tidak dikontrol diikuti dengan tidak adanya pengendalian dalam menentukan jumlah kapal, alat, metode, wilayah, jenis ikan, dan kapasitas kuota tangkap yang dapat menghasilkan peningkatan hasil tangkapan nelayan. Seiring dengan bertambahnya jumlah kapal dan alat tangkap dari tahun ke tahun menyebabkan peningkatan upaya penangkapan dan persaingan nelayan, serta peningkatan tingkat produksi ikan tongkol, tetapi stok ikan tongkol di laut juga semakin berkurang.

Adanya peningkatan upaya penangkapan dari tahun ke tahun, terutama dari tahun 2019 sampai tahun berikutnya diduga disebabkan oleh adanya persaingan nelayan akibat dari pandemi Covid-19. Menurut nelayan di Desa Seraya Timur, terjadi peningkatan ekonomi dari hasil tangkapan ikan dibandingkan dengan hasil pendapatan dari usaha dalam bidang sektor pariwisata selama Covid-19 (komunikasi pribadi). Masyarakat Bali yang dominan berkerja dalam sektor pariwisata, beberapa orang beralih kembali menjadi nelayan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Hal tersebut didukung oleh penelitian Deswanti (2021), dimana penghasilan masyarakat pesisir di Desa Pangumbahan dan Ujunggenteng dari sektor pariwisata menurun drastis karena ditutupnya seluruh tempat pariwisata di daerah tersebut, sehingga beberapa masyarakat lebih memilih memancing ikang di laut dan tepi pantai. Namun, disamping itu dalam upaya untuk mencegah kepunahan sumber daya ikan tongkol karena tingkat eksplorasi yang tinggi, perlu adanya perhatian khusus untuk mengelola sumber daya ikan tongkol secara lebih bijaksana di wilayah penangkapan yang ada. Sumber daya ikan adalah salah satu asset bangsa yang harus dijaga kelestarian dan keberlangsungannya.

Pengelolaan perikanan dilakukan dengan tujuan untuk menjamin kesehatan ekosistem, kesejahteraan pelaku perikanan, dan tata kelola yang damai, sesuai dengan prinsip perikanan berkelanjutan sebagaimana dinyatakan oleh FAO (2003). Tujuan pengelolaan perikanan berkelanjutan adalah untuk melestarikan dan mengelola stok ikan saat ini untuk memastikan bahwa stok tersebut dapat memenuhi permintaan saat ini dan masa mendatang. Beberapa pengelolaan yang disarankan meliputi pembatasan upaya penangkapan berdasarkan JTB untuk memulihkan kondisi sumberdaya ikan tongkol yang diduga mengalami penurunan biomassa secara spasial akibat tekanan dari aktivitas penangkapan. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah JTB diperoleh nilai sebesar 838.572 kg/tahun. Jika dilihat dari Gambar 5, pada tahun 2022 untuk hasil tangkapan ikan tongkol sudah melebihi nilai JTB. Disarankan untuk mengurangi jumlah penangkapan saat ini dan juga perlu mencari lokasi penangkapan baru yang lebih potensial.

Tingkat pemanfaatan yang melebihi jumlah tangkapan yang diperbolehkan dapat mengancam kelestarian sumberdaya ikan, ketersediaan, dan keberlangsungan hidup ikan tongkol sehingga stok ikan di perairan laut akan berkurang. Penilaian status sumberdaya perikanan melalui tingkat pemanfaatan perlu dilakukan untuk menyusun rencana pengelolaan sumberdaya pada tahun-tahun selanjutnya. Berdasarkan hasil perhitungan tingkat pemanfaatan ikan tongkol pada Gambar 6 diketahui bahwa status sumberdaya rata-rata ikan tongkol di Desa Seraya Timur termasuk dalam kategori *fully-exploited* (jenuh). Namun, pada tahun 2022, tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan tongkol juga sudah dalam kategori *over-exploited* dimana stok ikan telah dieksplorasi secara berlebihan sehingga jika terus dibiarkan akan mengalami penurunan populasi yang cukup drastis.

Strategi yang perlu dilakukan agar sumberdaya ikan tongkol masih tetap terjaga adalah selektivitas alat tangkap. Selektivitas alat tangkap merupakan kemampuan suatu alat tangkap dalam menangkap jenis dan ukuran ikan tangkapan tertentu. Menurut Puspito (2008), tingkat selektivitas yang tinggi dapat menyebabkan upaya penangkapan lebih efisien dan kelangsungan sumberdaya ikan pada suatu perairan akan tetap lestari. Selektivitas alat tangkap di Desa Sera Timur masih tergolong rendah dan banyak mengambil ikan yang masih kecil. Hal tersebut sejalan dengan Putra (2020) yaitu berdasarkan hasil analisis sebaran frekuensi panjang, tingkat selektivitas alat tangkap terhadap ukuran ikan yang digunakan oleh nelayan di Desa Seraya Timur masih tergolong rendah dan menyebabkan tingginya persentase ikan yuwana yang tertangkap. Rendahnya tingkat selektivitas alat tangkap yang digunakan mungkin disebabkan oleh kurang sesuainya ukuran mata jaring (*mesh size*) yang digunakan oleh nelayan, sehingga hasil tangkapan yang didapatkan didominasi oleh ikan yuwana atau ikan yang masih tergolong muda.

Menurut Hertini & Gusriani (2013), manajemen eksplorasi diperlukan dalam usaha memanfaatkan sumber daya perikanan, karena banyak faktor yang mempengaruhi dalam proses pelestarian. Pengelolaan aktifitas perikanan merupakan kewajiban bagi pemerintah dan masyarakat, terutama masyarakat nelayan agar tercapainya pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Selain itu, dapat pula menggunakan CBFM (*Community Based Fisheries Management*). CBFM dapat didefinisikan sebagai salah satu pendekatan pengelolaan sumberdaya alam yang meletakkan pengetahuan dan kesadaran lingkungan masyarakat lokal sebagai dasar pengelolaannya (Susilowati, *et al.*, 2010). Sistem pengelolaan perikanan ini, masyarakat pesisir diberikan kesempatan dan tanggung jawab untuk mengelola sumber daya yang dimilikinya. Masyarakat sendiri yang menentukan kebutuhan, tujuan, dan aspirasi mereka, dan masyarakat juga yang membuat keputusan demi kesejahteraan mereka sendiri. Menurut Bengen (2001) dan Nijkuluw (2002), CBFM dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu: a) Pemerintah bersama masyarakat mengakui metode pengelolaan yang ada yang berlangsung secara turun temurun sebagai adat istiadat/budaya setempat; b) Pemerintah bersama masyarakat merevitalisasi adat istiadat dan budaya dalam mengelola sumber daya. Adat istiadat dan budaya tersebut mungkin sudah hilang atau berubah, sehingga perlu dihidupkan atau direvitalisasi; dan c) Pemerintah memberikan tanggung jawab pengelolaan sumber daya sepenuhnya kepada masyarakat.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Tren CPUE mengalami peningkatan dan penurunan yang berfluktuasi. Angka CPUE tertinggi di tahun 2019 dengan nilai sebesar 304,7 kg/trip. Namun, pada tahun 2020 mengalami penurunan yang sangat signifikan dari tahun sebelumnya dengan nilai CPUE terendah pada tahun 2022 dengan nilai sebesar 98,9 kg/trip. Faktor yang mempengaruhi trend CPUE karena adanya penambahan dan pengurangan dari *trip* penangkapan (*effort*) serta perubahan kondisi oseanografi.
2. Nilai MSY di Desa Seraya Timur yaitu sebesar 1.048.216 kg/tahun serta *effort* optimumnya sebesar 7.375 *trip*/tahun. Adanya kelebihan kapasitas produksi ikan tongkol pada tahun 2022 sebesar 1.103.788 kg telah melewati nilai MSY mengindikasi terjadinya tangkap lebih (*overfishing*) di Desa Seraya Timur. Diperlukan pembatasan upaya penangkapan berdasarkan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) untuk memulihkan kondisi sumberdaya ikan tongkol. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah JTB diperoleh nilai sebesar 838.572 kg/tahun. Selain itu, dapat menerapkan model pengelolaan seperti CBFM (*Community Based Fisheries Management*).

Daftar Pustaka

- Alwi, M. J., Abdullah, H., & Aras, E. (2019). Status Pemanfaatan Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Di Perairan Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan. *Journal Of Indonesian Tropical Fisheries (Joint-Fish)*: Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan, 2(2), 216–228.
- Ardelia, V., Boer, M., & Yonvitner, Y. (2017). Precautionary Approach dalam Pengelolaan Sumberdaya Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*, Cantor 1849) di Perairan Selat Sunda. *Journal of Tropical Fisheries Management*, 1(1), 33–40.
- Arikunto, S. (2013). Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Bengen, D. G. (2001). Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut serta Pengelolaan Secara Terpadu dan Berkelaanjutan. Prosiding Pelatihan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu. 29 Oktober-3 November 2001, November, 28–55.
- BPS Kabupaten Karangasem. (2022). Kabupaten Karangasem Dalam Angka Karangasem Regency in Figures 2022 (BPS Kabupaten Karangasem, Ed.).
- Collette, B. B., & Aadland, C. R. (1996). Revision of the frigate tunas (Scombridae, *Auxis*), with descriptions of two new subspecies from the eastern Pacific. *Fishery Bulletin*, 94(3), 423–441.
- Deswanti, A. D & Yaneri, Ahmad. (2021). Pemanfaatan Modal Sosial Warga Lokal Dalam Menghadapi Kesulitan Ekonomi Selama Masa Pandemi Covid19 di Desa Pangumbahan dan Ujunggenteng Kecamatan Ciracap Kabupaten Sukabumi. Bandung: Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung.
- DKP Kabupaten Karangasem. (2016). Jumlah Kelompok Nelayan Di Kabupaten Karangasem. Amplapura, Indonesia: Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Karangasem.
- FAO. (2003). Fisheries and aquaculture topics. Quality and Safety of fish and fish products. Topical fact Sheets. In: FAO Fisheries and Aquaculture department.
- Fitriana, A. (2016). Potensi Dan Tingkat Pemanfaatan Ikan Demersal Yang Di Daratkan Pada Tempat Pendaratan Ikan (Tpi) Desa Sebong Lagoi Kabupaten Bintan Kepulauan. FIKP UMRAH, 32.
- Hertini E & Gusriani N. (2013). Maximum Sustainable Yield (MSY) pada perikanan dengan struktur prey-predator, dalam : Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Nuklir, 4 Juli 2013. Bandung.
- Kemili, P., & Putri, M. R. (2012). Pengaruh Durasi dan Intensitas Upwelling Berdasarkan Anomali Suhu Permukaan Laut Terhadap Variabilitas Produktivitas Primer di Perairan Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 66-79.
- Li, X., Hu, Z. Z., Tseng, Y. heng, Liu, Y., & Liang, P. (2022). A Historical Perspective of the La Niña Event in 2020/2021. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 127(7), 1–18.
- Listiyani, Anindyas, Wijayanto, Dian, & Jayanto, B. B. (2017). Analisis CPUE (Catch Per Unit Effort) dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Selat Bali. *Jurnal Perikanan Tangkap : Indonesian Journal of Capture Fisheries*, 1(1), 1–9.
- Nabunome, W. (2007). Model Analisis Bioekonomi dan Pengelolaan Sumberdaya Ikan Demersal (Studi Empiris di Kota Tegal), Jawa Tengah. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 2(1), 13–20.
- Nahib, I. (2008). Analisis Bioekonomi Dampak Keberadaan Rumpon Terhadap Kelestarian Sumberdaya Perikanan Tuna Kecil. Tesis.
- Noija, D., Martasuganda, S., Murdiyanto, B., & Taurusman, A. A. (2014). Potensi Dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Demersal Di Perairan Pulau Ambon Provinsi Maluku. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 5(1), 55–64.
- Nontji, A. (1987). Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nugraha, E., Koswara, B., & Yuniarti. (2012). Potensi Lestari Dan Tingkat Pemanfaatan Ikan Kurisi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Puspito G. (2008). Suatu Tinjauan Pengukuran Selektifitas Jaring Insang. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 2(1): 59-64.
- Putra, I. P. Y. P., Arthana, I. W., & Pratiwi, M. A. (2020). Penilaian Status Domain Sumber Daya Ikan Berdasarkan Pendekatan Ekosistem Untuk Pengelolaan Perikanan Tongkol Krai (*Auxis thazard*) Di Perairan Selat Lombok Yang Didaratkan Di Desa Seraya Timur, Bali. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 4(2), 29–37.
- Rahmawati, M., Fitri, A. D. P., & Wijayanto, D. (2013). Analisis Hasil Tangkapan Per Upaya Penangkapan dan Pola Musim Penangkapan Ikan Teri (*Stolephorus sp.*) di Perairan Pemalang. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 2(3), 213–222.
- Rajagukguk, B. B., & Aenal, C. N. (2023). Analisis Potensi Lestari Perikanan Tangkap Udang Putih (*Penaeus Merguiensis*) Di Perairan Sorong. *Jurnal Marshela (Marine and Fisheries Tropical Applied Journal)*, 1(2), 64–72.
- Sartimbul, A., Nakata, H., Rohadi, E., Yusuf, B., & Kadarisman, H.P. (2010). Variations in chlorophylla concentration and the impact on *Sardinella lemuru* catches in Bali Strait, Indonesia. *Progress in Oceanography*. 87, 168-174.
- Sibagariang, O. P., & Agustriani, F. (2011). Analisis Potensi Lestari Sumberdaya Perikanan Tuna. *Maspuri Journal*, 03(1), 24–29.
- Simbolon, D., Wirawan, B., & Wahyuningrum, P. I. (2011). Tingkat pemanfaatan dan pola musim penangkapan lemuru di perairan selat bali. *Buletin PSP*, 19(3), 293–307.
- Spare. P. and S. C. Venema. (1998). *Introduction To Tropical Fish Stock Assessment*.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D. september 2016, 1–6.
- Sulistyaningsih, R. K., Jatmiko, I., & Wujdi, A. (2014). Length Frequency Distribution and Population Parameters of Kawakawa (*Euthynnus affinis* Cantor, 1849) Caught by Purse Seine in the Indian Ocean (a Case Study in Northwest Sumatera IFMA 572). Fourth Session of IOTC Working Party on Neritic Tuna (WPNT04). 29 June - 2 July, 2014. Phuket, Thailand. IOTC 2014 WPNT04-20.
- Suman, A., Irianto, H. E., Satria, F., & Amri, K. (2017). Potensi Dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (Wpp Nri) Tahun 2015 Serta Opsi Pengelolaannya. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 8(2), 97.
- Susilowati, Indah, Waridin, Sutopo, dan Sutrisno Anggoro. (2010). The Prospect on Introducing Ecosystem-Based Fisheries Management (EBFM) For Sustainable Fisheries of Central Java Province-INDONESIA. Research Report. International Workshop on “Ecosystem Approach to Fisheries” Shanghai, China.7.

- Triyono, H. (2013). Metode Penetapan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan (JTB) Untuk Berbagai Jenis Sumber Daya Ikan di WPP-NRI. Fisheries Resources Laboratory, Halaman 64, 1–12.
- Widodo, J. dan Suadi. (2006). Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 252 hal