

The potency of mackerel scad (*Decapterus macarellus*) caught in WPP 716 of North Sulawesi waters by Purse Seiner landed at the coastal fishing port of Tumumpa, Manado

(Potensi Ikan Layang Biru (*Decapterus macarellus*) yang tertangkap di WPP 716 Perairan Sulawesi Utara dengan Purse Seine yang didaratkan di PPP Tumumpa, Manado)

Dedi H Gahunting¹, Effendi P Sitanggang^{2*}, Heffry V Dien²

¹Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

²Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

*Corresponding author: epstagg@unsrat.ac.id

Manuscript received: 18 June 2023. Revision accepted: 23 August 2023.

Abstract

The research aims to analyze the potentiality of MSY, total allowable catch (TAC), optimum effort (E_{MSY}), and CPUE, based on the annual official report of catch and effort during 2018 - 2022 and some biological aspects of 100 fishes taken at random as samples. The results showed, the highest catch was in 2021 of 4,776,970 tons with an effort of 22,216 trips, and the lowest in 2018 of 1.610.792 tons with an effort of 14.805 trips. The MSY was 4.374.723 tons/year with a TAC of 3.499.779 tons/year and an E_{MSY} of 20,184 trip/year. Using α 5%, it resulted in an average length of $20,64 \pm 0.40$ cm, and an average weight of 146.16 ± 9.98 g, with $W = 0,2388 L^{2,1115}$ (W weight, L length). categorized a negative allometric growth ($b < 3$), with K (condition factor) 1.01 ± 0.10 , sex ratio (male and female) was 1.38: 1. The 42 female fishes had an average length of 21.09 ± 0.50 cm, average weight 154.50 ± 12.30 g, with $W = 0,0061 L^{3,3172}$, categorized an isometric growth ($b = 3$) with K 1.00 ± 0.01 , while the 58 male fishes had an average length of 20.31 ± 0.57 cm, average weight 140.12 ± 9.99 g, with $W = 0,7748 L^{1,7313}$, categorized a negative allometric growth ($b < 3$) with K 1.02 ± 0.05 .

Keywords: *Decapterus macarellus*, WPP 716, purse seiners, MSY, length-weight relationship, coastal fishing port, Tumumpa Manado

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi MSY dan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB), upaya pemanfaatan optimum, tingkat pemanfaatan MSY, serta menganalisis beberapa aspek biologis ikan layang biru hasil tangkapan pukat cincin ini, melalui pengambilan 100 ekor sampel acak. Hasil penelitian menunjukkan jumlah tangkapan tertinggi tahun 2021 yaitu 4.776.970 ton dengan upaya penangkapan 22.216 trip, dan terendah tahun 2018 dengan jumlah tangkapan 1.610.792 ton dengan upaya 14.805 trip. Potensi maksimum lestari (C_{MSY}) ikan ini tercatat 4.374.723 ton/tahun dan JTB 3.499.779 ton/tahun dengan upaya maksimum lestari (E_{MSY}) 20.184 trip/tahun. Menggunakan α 5%, diperoleh panjang rerata $20,64 \pm 0.40$ cm, berat rerata 146.16 ± 9.98 g dengan hubungan) yaitu $W = 0,2388 L^{2,1115}$ (berat (W) berat, L panjang cagak) yang terkategori alometrik negatif ($b < 3$), dengan K (faktor kondisi) 1.01 ± 0.10 , dan nisbah kelamin antara jantan dan betina tercatat 1,38 : 1. Ikan layang betina ($n = 42$) memiliki panjang rerata 21.09 ± 0.50 cm, berat rerata 154.50 ± 12.30 g, dengan hubungan $W = 0,0061 L^{3,3172}$ yang terkategori isometrik ($b = 3$) dengan K = 1.00 ± 0.01 , sementara 58 ikan jantan memiliki panjang rerata 20.31 ± 0.57 cm, berat rerata 140.12 ± 9.99 g, dengan hubungannya $W = 0,7748 L^{1,7313}$ terkategori alometrik negatif ($b < 3$) dengan K 1.02 ± 0.05 .

Kata kunci : Ikan layang biru (*Decapterus macarellus*), MSY, hubungan panjang-berat, faktor kondisi, PPP Tumumpa

PENDAHULUAN

Ikan layang biru (*Decapterus macarellus*) (Gambar 01) merupakan salah satu jenis ikan pelagis kecil yang mempunyai nilai ekonomi yang relatif tinggi serta disukai oleh masyarakat. Ikan yang suka membentuk gerombolan besar (*fish shoals*) yang pemakan zooplankton ini dominan tertangkap terutama dengan alat tangkap pukat cincin (*purse seine*) di perairan Indonesia bagian timur dalam WPP 715 dan WPP 716, terutama di perairan yang bersifat lebih oseanik (Saenin 1984). Dibandingkan dengan alat tangkap lain, pukat cincin merupakan alat penangkapan ikan yang efektif untuk menangkap ikan-ikan pelagis yang berkelompok (*fish shoal*) dengan kepadatan yang tinggi (Katiandagho, 2009), sehingga sumberdaya ikan ini rawan terhadap tangkapan berlebih (*over fishing*) mengingat sifat perikanan milik bersama (*common property*) (Monintja, 2001). Pengetahuan mengenai sumberdaya ikan dan kemampuan yang memadai dari sumberdaya manusia merupakan salah satu syarat penentu keberhasilan pengelolaan perikanan (Widodo dan Suadi, 2006).

Langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengetahui potensi sumberdaya ikan di suatu perairan laut melalui suatu analisis terhadap data seri tangkapan ikan dan upaya tangkap yang digunakan. Hal tersebut penting untuk mengontrol kegiatan penangkapan ikan melalui upaya tangkap yang digunakan, sehingga dapat mencegah eksploitasi berlebihan yang dapat merusak kelestarian sumberdaya

suatu jenis ikan. Analisis potensi ikan dimaksudkan untuk menghasilkan informasi tentang kelimpahan stok ikan di suatu perairan, rekomendasi jumlah upaya penangkapan optimum dan jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan. Dalam upaya pengolahan ikan layang yang bertanggung jawab dan berkelanjutan diperlukan informasi dan data mengenai ikan tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai MSY selama periode waktu tertentu serta tentang beberapa aspek biologi reproduksi ikan layang mencakup hubungan panjang berat ikan layang yang tertangkap di perairan Sulawesi Utara sebagai bagian dari WPP 716, nisbah kelamin, dan faktor kondisi (K) yang mencerminkan kekayaan nutrisi dari perairan tersebut yang mendukung pertumbuhan ikan target.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif, yaitu suatu metode yang terklasifikasi metode *discovery* (Sugiyono (2013), yakni suatu metode ini yang terkait dengan data penelitian kuantitatif yang berupa angka-angka.

Bahan dan alat

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100 ekor sampel ikan layang biru dari WPP 716 hasil tangkapan pukat cincin yang berpangkalan di PPP Tumumpa Manado pada April 2023, *cool-box streofoam*, es curah, pisau bedah ikan, timbangan kapasitas 5 kg, mistar besi, papan ukur bermistar, kamera, laptop dan alat tulis menulis..



Gambar 1. Ikan layang biru (*Decapterus macarellus*)

Analisis data

Analisis Hasil Tangkapan per Upaya Penangkapan (CPUE)

Perhitungan CPUE bertujuan untuk mengetahui nilai laju tangkap upaya penangkapan ikan berdasarkan pembagian total hasil tangkapan (*catch*)

dengan upaya penangkapan (*effort*). Rumus CPUE sesuai dengan Gulland (1983) adalah sebagai berikut:

$$CPUE = c_i/f_i \quad (1)$$

di mana:

CPUE = Hasil tangkapan per upaya penangkapan tahun ke-i (ton/trip)

i = 1,2,3,..., n

c_i = Hasil tangkapan pada tahun ke-i (ton)

f_i = Upaya penangkapan pada tahun ke-i (trip)

Fishing Power Index (FPI)

Standardisasi dilakukan dengan memberikan nilai *Fishing Power Index* (FPI) = 1,0 pada alat tangkap (dalam hal ini *purse seiner*) yang memiliki nilai *Catch per Unir Effort* (CPUE) - atau biasa pula digunakan istilah produktivitas (*output per input*) – yang lebih tinggi dari alat tangkap lainnya (jika terdapat beberapa alat tangkap berbeda) atau CPUE tahunan dari satu jenis alat tangkap yang ada dengan ukuran GT yang berbeda. Nilai FPI untuk jenis atau ukuran GT lainnya dihitung dengan cara membagi CPUE alat tangkap tersebut dengan CPUE alat tangkap yang dijadikan standar. Ukuran alat tangkap yang memiliki CPUE tertinggi dari tahun ke tahun, ditemukan pada *purse seiner* ukuran 31 - 40 GT. Rumus-rumus yang digunakan dalam Wahyudi (2010) adalah sebagai berikut:

$$CPUE_{ij} = C_{ij} / E_{ij} \dots (2)$$

$$FPI_{ij} = CPUE_{ij} / CPUE_{esj} \dots (3)$$

$$Es_{ij} = FPI_{ij} \times E_{ij} \dots (4)$$

di mana:

$CPUE_{ij}$ = hasil tangkapan per upaya penangkapan tahun ke-i pada ukuran GT ke-j (ton/trip)

FPI_{ij} = indeks kuasa penangkapan alat tangkap tahun ke-i pada ukuran GT ke-j

C_{ij} = hasil tangkapan (*catch*) tahun ke-i pada ukuran GT ke-j (ton)

Es_{ij} = upaya penangkapan (*effort*) standar tahun ke-i pada ukuran GT ke-j (trip)

Analisis Maximum Sustainable Yield (MSY)

Potensi ikan layang dapat diduga dengan menganalisis hasil tangkapan

(*catch*) dan upaya penangkapan (*effort*). Menurut Sparre and Venems (1999) dalam Febriani (2014), hubungan keduanya dapat digunakan metode surplus produksi model Schaefer, dengan dua tahapan, yaitu: (1) memplotkan nilai f terhadap c/f dan menduga nilai intercept (a) dan nilai slope (b) melalui regresi linier, dan (2) menghitung pendugaan potensi lestari (C_{MSY}) dan upaya optimum (E_{MSY}).

Persamaan regresi linier dengan rumus:

$$Y_i = a + bX_i \quad (5)$$

$$a = \sum \frac{X_i}{n} - \sum \frac{Y_i}{n} \quad (6)$$

$$b = \frac{n \sum (X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum (X_i^2) - (\sum X_i)^2} \quad (7)$$

di mana:

Y_i = hasil tangkapan (*catch*) per satuan upaya (*effort*) pada periode ke-i (ton/ trip)

X_i = Upaya (*effort*) penangkapan pada periode ke-i (trip)

a = intersep (konstanta)

b = slope (kemiringan)

x_i = upaya penangkapan pada periode ke-i

y_i = hasil tangkapan per satuan upaya pada periode ke-i

Selanjutnya, berdasarkan model Schaefer, nilai konstanta a dan b digunakan untuk menentukan nilai hasil tangkapan optimum (C_{MSY}) dan upaya optimum (E_{MSY}), melalui rumus:

(a) Hubungan antara CPUE dan upaya penangkapan (f):

$$CPUE = a - b f \quad (8)$$

(b) Hubungan antara hasil tangkapan (c) dan upaya penangkapan (f):

$$C = af - bf^2 \quad (9)$$

di mana :

$CPUE/C$ = jumlah hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan (ton/trip)

a = intersep

b = koefisien regresi/variabel f

f = upaya penangkapan (trip) pada periode i

Model Schaefer ini hanya berlaku jika b bernilai negatif, artinya dalam setiap

penambahan upaya penangkapan akan menyebabkan terjadinya penurunan nilai CPUE (Wahyudi, 2010). Selanjutnya, dengan konstanta a dan b dapat dihitung nilai hasil tangkapan optimal (C_{MSY}) dan upaya penangkapan optimal (E_{MSY}), melalui rumus sebagaimana dikemukakan dalam Sulistiyawati (2011), yaitu:

Upaya penangkapan optimal (E_{MSY}):

$$E_{MSY} = -\frac{a}{2b} \quad (10)$$

Hasil tangkapan optimal (C_{MSY}):

$$C_{MSY} = -\frac{a^2}{4b} \quad (11)$$

di mana: a = intersep, b = koefisien regresi/variabel f

Analisis Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan (JTB)

Berdasarkan aturan internasional dalam Setyohadi (2009) bahwa jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) adalah 80% dari potensi lestari, dengan kata lain: $JTB = 80\% \times MSY$, sisanya (20%) diperuntukkan bagi jenis ikan tersebut untuk berkembang biak lagi.

Tingkat Pemanfaatan

Tingkat pemanfaatan bertujuan mengetahui status pemanfaatan sumberdaya yang dimanfaatkan. yang nilainya dihitung berdasarkan hasil bagi antara jumlah hasil tangkapan dengan hasil tangkapan maksimal (C_{MSY}) dalam persen (12). Setelah itu dihitung tingkat pengupayaan, yaitu hasil bagi antara jumlah upaya penangkapan eksisting dengan upaya penangkapan optimum (E_{MSY}) dalam persen (13), dengan menggunakan rumus sebagaimana dikemukakan dalam Wahyudi (2010), berikut ini:

$$TPc = \left(\frac{C_i}{C_{MSY}}\right) \times 100\% \quad (12)$$

$$TPe = \left(\frac{E_i}{E_{MSY}}\right) \times 100\% \quad (13)$$

di mana:

TPc = tingkat pemanfaatan (%)

C_i = hasil tangkapan pada tahun ke-i (ton)

C_{MSY} = hasil tangkapan lestari (ton)

TP_e = tingkat pengupayaan (%)

E_i = upaya penangkapan tahun ke-i (trip)

E_{MSY} = upaya penangkapan optimum (trip)

Analisis Hubungan Panjang Berat Ikan dan Faktor Kondisi

Untuk memberikan gambaran umum tentang keadaan aspek biologis ikan layang biru (*Decapterus macarellus*) ini, 100 ekor sampel ikan tersebut telah dipilih secara acak dari hasil tangkapan kapal pukat cincin (*purse seiners*) yang berpangkalan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Tumumpa Manado yang melakukan operasi penangkapan ikan di WPP 716 perairan laut wilayah Sulawesi Utara. Kemudian semua ikan sampel tersebut ditimbang, diukur lalu dibedah satu persatu untuk mengetahui jenis kelaminnya.

Setelah semua data mentah terisi, kemudian data diolah menggunakan *microsoft excel* sesuai rumus hubungan panjang-berat ikan layang yaitu $W = aL^b$ dalam bentuk $\log W = \log a + b \log L$, kemudian hasil analisis data ditampilkan dalam bentuk tabel, histogram dan kurva hubungan W - L. Selanjutnya, berdasarkan besarnya nilai b yang diperoleh dapat ditentukan tipe pertumbuhan ikan layang pada periode pengambilan sampel ikan layang tersebut. Menurut Effendie (1997), jika nilai $b = 3$ disebut pertumbuhan ikan bersifat **isometrik**, artinya penambahan ikan seimbang dengan penambahan beratnya, jika nilai $b < 3$ disebut pertumbuhan ikan bersifat **alometrik negatif**, artinya penambahan panjangnya lebih cepat dibanding penambahan beratnya, atau jika $b > 3$ disebut pertumbuhan ikan bersifat **alometrik positif**, artinya penambahan beratnya lebih cepat dibanding dengan penambahan panjangnya.

Data panjang dan berat ikan dianalisis dengan analisis regresi linear, di mana berat sebagai peubah tak bebas

(*dependent variable*) dan panjang sebagai peubah bebas (*independent variable*). *Linear Allometric Model* (LAM) digunakan untuk menghitung parameter a dan b melalui pengukuran perubahan berat dan panjang. Menurut Effendie (1997), hubungan panjang dan berat (bobot) ikan dinyatakan dengan persamaan:

$$W = a L^b \quad (14)$$

$$\log W = \log a + b \log L \quad \longleftrightarrow \quad Y = a + bX \quad (15)$$

di mana, W berat ikan (g), L panjang cagak ikan (cm), a interept regresi, b koefisien regresi.

Faktor kondisi (Kn) dihitung berdasarkan hubungan panjang-berat dengan menggunakan rumus:

$$Kn = W/W_{est} \quad (16)$$

dimana:

Kn = faktor kondisi relatif

W = bobot ikan contoh (g)

W_{est} = bobot ikan contoh estimasi (= $a L^b$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Unit Penangkapan Ikan Pukat Cincin

Jumlah unit penangkapan ikan pukat cincin yang beroperasi di perairan Sulawesi Utara yang berpangkalan di PPP Tumumpa selama periode tahun 2018-2022 sangat fluktuatif (Tabel 01).

Tabel 01. Jumlah kapal pukat cincin menurut GT di PPP Tumumpa, 2018 – 2022

| Ukuran purse seiners (GT) | Tahun (unit) | | | | |
|---------------------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| ≤ 20 | 13 | 9 | 10 | 7 | 7 |
| 21 - 30 | 45 | 54 | 66 | 78 | 84 |
| 31 - 40 | 7 | 5 | 2 | 5 | 2 |
| > 40 | 49 | 49 | 51 | 44 | 42 |
| Total (unit) | 114 | 117 | 129 | 134 | 135 |

Berdasarkan Tabel 01, jumlah kapal pukat cincin (*purse seiners*) yang beroperasi di PPP Tumumpa dari tahun 2018-2022 didominasi oleh purse seiners ukuran 21-30 GT dan ukuran > 40 GT. Fluktuasi jumlah *purse seiners* ini disebabkan adanya beberapa kapal pukat cincin pendatang yang melakukan pendaratan hasil tangkapan di PPP Tumumpa pada saat harga ikan lebih tinggi dibanding daerah asalnya. Kondisi ini menyebabkan jumlah unit penangkapan ikan setiap tahun tidak tetap dan berdampak pada jumlah hasil tangkapan dan upaya (trip) penangkapan pukat cincin dari tahun ke tahun. Ukuran alat tangkap pukat cincin yang dioperasikan pun beragam. Pada *purse seiners* ukuran 30 GT misalnya, memiliki panjang jaring 400 m, kedalaman jaring 80 m, ukuran mata jaring 2 cm, dengan 25 kru dalam satu purse seiner.

Musim Penangkapan Ikan Layang

Musim penangkapan ikan layang (*Decapterus* sp.) berlangsung hampir setiap bulan selama periode 2018 - 2022.

Pada Gambar 02 terlihat bahwa musim penangkapan terbaik mencapai puncaknya pada Juli dan November, dan pada Desember mulai menurun hingga mencapai titik terendah pada Februari.

Hasil tangkapan dan Upaya Penangkapan Ikan Layang

Produksi ikan layang di perairan Sulawesi Utara pada tahun 2018-2022 relatif berfluktuasi. seiring dengan berfluktuasinya upaya penangkapan (trip). Hasil tangkapan ikan tertinggi terjadi pada tahun 2021 yaitu 4.776.970 ton dengan 22.216 trip upaya penangkapan, sedangkan terendah terjadi pada tahun 2018 yaitu 1.610.792 ton dengan 14.805 trip upaya penangkapan.

Analisis Hasil Tangkapan per Upaya (CPUE)

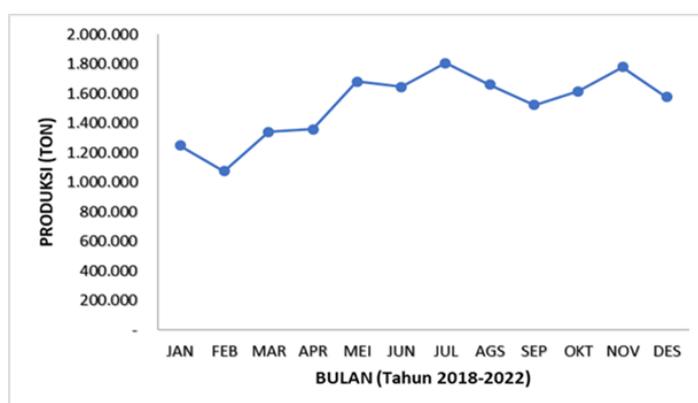
Menurut Gulland (1982) dalam Sibagariang et al. (2011), *Catch per Unit Effort* (CPUE) adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah hasil tangkapan perikanan laut yang dirata-ratakan dalam tahunan. Hasil tangkapan

ikan (*catches*) di suatu daerah dapat mengalami kenaikan atau penurunan. CPUE merupakan hasil bagi antara jumlah tangkapan ikan (*catch*) dibagi dengan upaya penangkapan (*effort*), namun sebelum melakukan perhitungan CPUE ini, perlu dilakukan standarisasi keempat kategori purse seiner (≤ 20 GT, 21 -30 GT, 31 - 40 GT dan > 40 GT) yang digunakan menangkap ikan layang untuk mengetahui jumlah trip standar dalam kaitannya dengan perhitungan nilai CPUE.(Tabel 02).

Pada Tabel 02 terlihat bahwa nilai *Catch per Unit Effort* (CPUE) tertinggi (4 dari 5 tahun data) dihasilkan purse seiners ukuran 31 - 40 GT. Pada tahun 2020 terlihat nilai CPUE tertinggi mengalami pergeseran

pada purse seiner ukuran 21 - 30 GT dan > 40 GT.

Data CPUE ini diperlukan pula untuk membuat standarisasi upaya penangkapan untuk tahapan analisis berikutnya sesuai model Schaefer, yakni dengan menetapkan nilai *Fishing Power Index* (FPI) bernilai 1,00 pada kapal yang memiliki nilai CPUE tertinggi, dalam hal ini *purse seiner* 31 - 40 GT. Nilai FPI untuk *purse seiners* lainnya diperoleh dengan membagi nilai CPUE dari kapal tersebut dengan nilai CPUE kapal standar (31 - 40 GT) pada tahun yang sama, dan tahun-tahun berikutnya. Hasil perhitungan nilai FPI ini ditampilkan pada Tabel 03.



Gambar 02. Musim penangkapan ikan layang per bulan dalam periode 2018 - 2022

Tabel 02. Hasil tangkapan (*catch*), upaya (*effort*) dan CPUE menurut GT purse seiner yang didaratkan di PPP Tumumpa, 2018 - 2022

| Tahun | Item | Ukuran kapal pukat cincin | | | | Jumlah |
|--------|-----------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| | | ≤ 20 GT | 21 - 30 GT | 31 - 40 GT | > 40 GT | |
| 2018 | Catch (ton) | 39,020 | 638,524 | 120,458 | 812,790 | 1,610,792 |
| | Effort (trip) | 1,418 | 6,636 | 633 | 6,118 | 14,805 |
| | CPUE (ton/trip) | 27.52 | 96.22 | 190.30 | 132.85 | 108.80 |
| 2019 | Catch (ton) | 84,517 | 1,476,179 | 140,018 | 1,410,559 | 3,111,273 |
| | Effort (trip) | 1,891 | 7,520 | 606 | 6,475 | 16,492 |
| | CPUE (ton/trip) | 44.69 | 196.30 | 231.05 | 217.85 | 188.65 |
| 2020 | Catch (ton) | 69,795 | 2,603,398 | 139,870 | 1,759,533 | 4,572,596 |
| | Effort (trip) | 1,620 | 10,818 | 645 | 7,379 | 20,462 |
| | CPUE (ton/trip) | 43.08 | 240.65 | 216.85 | 238.45 | 223.47 |
| 2021 | Catch (ton) | 69,905 | 2,813,533 | 198,530 | 1,695,002 | 4,776,970 |
| | Effort (trip) | 1,128 | 13,123 | 824 | 7,141 | 22,216 |
| | CPUE (ton/trip) | 61.97 | 214.40 | 240.93 | 237.36 | 215.02 |
| 2022 | Catch (ton) | 51,545 | 2,632,015 | 269,010 | 1,311,060 | 4,263,630 |
| | Effort (trip) | 809 | 11,336 | 511 | 5,600 | 18,256 |
| | CPUE (ton/trip) | 63.71 | 232.18 | 526.44 | 234.12 | 233.55 |
| Jumlah | Catch (ton) | 321,016 | 10,202,494 | 871,473 | 7,016,884 | 18,409,972 |
| | Effort (trip) | 6,866 | 49,433 | 3,219 | 32,713 | 92,231 |
| | CPUE (ton/trip) | 46.75 | 206.39 | 270.73 | 214.50 | 199.61 |

Sumber : Hasil analisis data sekunder PPP Tumumpa.

Tabel 03. *Fishing Power Index* (FPI) menurut GT purse seiners, 2018 - 2022

| Tahun | FPI menurut GT purse seiner | | | | Jumlah |
|---------------|-----------------------------|----------|----------|---------|--------|
| | < 20 GT | 21-30 GT | 31-40 GT | > 40 GT | |
| 2018 | 0.14 | 0.51 | 1.00 | 0.70 | 2.35 |
| 2019 | 0.19 | 0.85 | 1.00 | 0.94 | 2.99 |
| 2020 | 0.20 | 1.11 | 1.00 | 1.10 | 3.41 |
| 2021 | 0.26 | 0.89 | 1.00 | 0.99 | 3.13 |
| 2022 | 0.12 | 0.44 | 1.00 | 0.44 | 2.01 |
| Rerata | 0.17 | 0.76 | 1.00 | 0.79 | 2.73 |

Tabel 04. Upaya (trip) setelah distandarisasi menurut GT purse seiners, 2018 - 2022

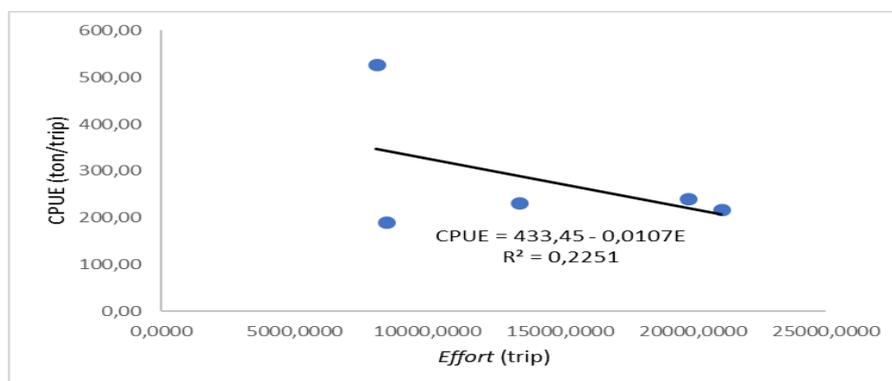
| Tahun | Upaya (trip) menurut GT purse seiner setelah distandarisasi | | | | Jumlah (trip) |
|---------------|---|----------|----------|---------|---------------|
| | ≤ 20 GT | 21-30 GT | 31-40 GT | > 40 GT | |
| 2018 | 205 | 3,355 | 633 | 4,271 | 8,465 |
| 2019 | 366 | 6,389 | 606 | 6,105 | 13,466 |
| 2020 | 322 | 12,005 | 645 | 8,114 | 21,086 |
| 2021 | 290 | 11,678 | 824 | 7,035 | 19,827 |
| 2022 | 98 | 5,000 | 511 | 2,490 | 8,099 |
| Jumlah | 1,281 | 38,427 | 3,219 | 28,016 | 70,942 |
| Rerata | 256 | 7,685 | 644 | 5,603 | 14,188 |

Jumlah upaya (effort), dalam hal ini trip operasi penangkapan, distandarisasi melalui perkalian nilai FPI (*Fishing Power Index*) pada Tabel 03 dengan nilai upaya (effort) awal pada tahun dan GT *purse seiners* terkait (Tabel 04). Selanjutnya nilai total CPUE baru (setelah upaya distandarisasi), kolom keenam Tabel 03,

dihitung kembali dengan membaginya dari jumlah total hasil tangkapan (*catches*), yang menghasilkan Tabel 05 yang memiliki hubungan regresif $Y = 433,45 - 0,0107 X$ ($R^2 = 0.2251$) di mana Y = hasil tangkapan (ton) dan X = upaya penangkapan (trip), seperti ditampilkan dalam Gambar 03..

Tabel 05. Perhitungan CPUE (ton/trip) berdasarkan upaya tangkap yang telah distandarisasi, 2018 – 2022

| Tahun | Hasil tangkapan (catch, ton) | Upaya (effort, trip) | CPUE (ton/trip) |
|---------------|------------------------------|----------------------|-----------------|
| 2018 | 1.610.792 | 8.465 | 190.30 |
| 2019 | 3.111.273 | 13.466 | 231.05 |
| 2020 | 4.572.596 | 21.086 | 216.85 |
| 2021 | 4.776.970 | 19.827 | 240.93 |
| 2022 | 4.263.630 | 8.099 | 526.44 |
| Jumlah | 18.335.261 | 70.942 | 258.45 |
| Rerata | 3.667.052 | 14.188 | 281.12 |

Gambar 03. Hubungan *Effort* dan CPUE ikan layang biru yang tertangkap di WPP 761 Sulawesi Utara yang didaratkan di PPP Tumumpa Tahun 2018-2022

Berdasarkan nilai CPUE mengalami fluktuatif dari tahun 2018 - 2022, nilai CPUE tertinggi pada tahun 2022 yaitu sebesar 526,44 ton/trip dan terendah pada tahun 2018 yaitu sebesar 190,30 ton/trip. Tinggi rendahnya nilai CPUE terjadi karena selama periode tersebut terjadi penambahan dan pengurangan baik dalam penggunaan alat tangkap maupun trip penangkapan (*effort*). Kenaikan nilai CPUE tertinggi terjadi pada tahun 2021 - 2022 dengan kenaikan sebesar 240,92 ton/trip. Pada tahun 2020 nilai CPUE mengalami deplesi itu dikarenakan upaya penangkapan pada tahun sebelumnya sangat tinggi sehingga sumberdaya ikan yang didapatkan menurun. Tetapi pada tahun-tahun selanjutnya nilai CPUE mengalami kenaikan, di mana terjadinya pemulihan sumberdaya ikan.

Dari kurva hubungan CPUE dan Effort, yakni $CPUE = 433.45 - 0.0107 E$ terlihat bahwa nilai $a = 433,45$ dan $b = -0,0107$, ini berarti bahwa setiap pengurangan 1 trip *effort* akan menyebabkan CPUE naik sebesar 0,0107 ton/trip; sebaliknya, jika *effort* naik 1 trip maka CPUE akan mengakibatkan penurunan chasdil tangkapan (produksi) 0,0107 ton/trip. Koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,2251 (22,51%) berarti naik turunnya CPUE sebesar 22,51% disebabkan naik turunnya nilai *effort*, sedangkan sisanya 77,49% disebabkan pengaruh variabel lainnya di luar model. Hasil tangkapan tertinggi terjadi pada tahun 2021 yaitu 4.776.970 ton dengan upaya 19.826,84 trip dan terendah pada tahun 2018 dengan hasil tangkapan 1.610.792 ton dengan upaya 8.464,62, namun upaya tertinggi terjadi pada tahun 2020, yaitu 21.086,18 trip, artinya upaya (*effort*) besar belum tentu menghasilkan jumlah tangkapan (*catches*) yang tinggi, bahkan mungkin penambahan upaya penangkapan (trip) belum tentu menghasilkan CPUE yang tinggi.

Maximum Sustainable Yield (MSY) dan Jumlah Tangkapan Yang Diperbolehkan (JTB)

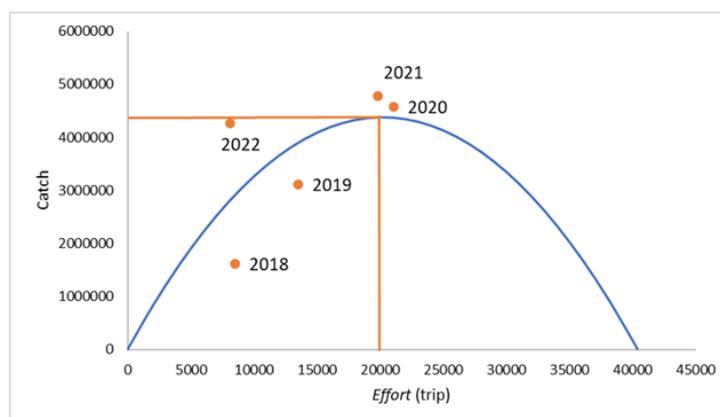
Hasil analisis data hasil tangkapan (ton) dan upaya penangkapan (trip) yang

telah distandarisasi, dari tangkapan ikan layang dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2018 – 2022) diperoleh kurva hubungan CPUE - Effort dalam persamaan $CPUE = 433,5 - 0.0107 E$ (nilai konstanta $a = 433.5$) dan $b = -0.0107$), dengan metode surplus produksi dari Schaefer, dapat dihitung besarnya hasil tangkapan lestari atau *Maximum Sustainable Yield* (MSY) serta upaya optimum ikan layang di perairan laut Sulawesi Utara sehingga dapat ditentukan kapan terjadinya *overfishing*. Dengan mensubsitusikan nilai konstanta a dan b , diperoleh $E_{MSY} = - (a/2b) = 20.184$ trip/tahun, dan hasil tangkapan maksimum lestari, $C_{MSY} = - (a^2/4b) = 4.374.723$ (ton/tahun), serta jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) atau *Total Allowable Catch* (TAC) = $80\% \times C_{MSY} = 0.80 \times 4.374.723$ ton/tahun = 3.499.779 ton/tahun. Berdasarkan model Schaefer ini, jika diperhatikan nilai upaya penangkapan optimum (E_{MSY}) 20.184 (trip/tahun) dan jumlah tangkapan maksimum lestari (C_{MSY}) 4.374.723 ton/tahun atau JTB (TAC) 3.499.778 ton/tahun, diperoleh bahwa jumlah tangkapan tahun 2020 - 2021 sesungguhnya sudah melewati jumlah tangkapan maksimum lestari (C_{MSY}) serta melebihi upaya penangkapan optimum (E_{MSY}). Gulland (1983) menyatakan bahwa MSY merupakan hasil tangkapan terbanyak berimbang yang dapat dipertahankan sepanjang masa pada suatu intensitas penangkapan tertentu yang mengakibatkan biomasa sediaan ikan pada akhir suatu periode tertentu sama dengan sediaan biomas pada permulaan periode tertentu. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat dijelaskan bahwa besarnya hasil tangkapan ikan layang yang dapat dimanfaatkan setiap tahun di WPP 716 perairan Sulawesi Utara 4.374.723 ton, namun hasil tangkapan tahun 2020 -2021 sesungguhnya telah melampaui C_{MSY} bahkan telah jauh melewati jumlah hasil tangkapan yang diperoleh (JTB) atau TAC.

Jumlah JTB atau TAC menunjukkan besarnya produksi ikan layang yang dapat dimanfaatkan sebesar 80% dari potensi lestari ikan layang setiap tahun, dengan memperhatikan kelestarian spesies

tersebut melalui rekrutmen di daerah penangkapan ikan (berdasarkan aturan internasional dalam Setyohadi 2009). Nilai JTB ikan layang sebanyak 3.499.779 ton/tahun. Nilai JTB tersebut dihitung berdasarkan asumsi maksimal pemanfaatan 80% dari nilai MSY. Alder et

al. (2001) menjelaskan bahwa agar pemanfaatan sumberdaya perikanan dapat dilakukan secara berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, maka perlu dilakukan upaya pengelolaan yang dapat menyeimbangkan tingkat pemanfaatannya.



Gambar 04. MSY ikan layang biru (*Decapterus macarellus*) di perairan Sulawesi Utara, 2018-2022

Tingkat Pemanfaatan C_{MSY} dan Pengupayaan E_{MSY}

Tingkat pemanfaatan ikan layang dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2018 - 2022) cenderung mengalami peningkatan (Tabel 06). Tingkat pemanfaatan terendah terjadi pada tahun 2018 di mana tingkat pemanfaatan hanya 36,8% dan jumlah hasil tangkapan pada tahun tersebut tercatat 1.610.792 ton.

Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan layang di perairan Sulawesi Utara pada tahun 2020 sampai tahun 2021 melebihi 100% (masing-masing 104,5% dan 109,2%) di atas hasil tangkapan optimum ($C_{MSY} = 4.374.723$ ton/thn). Tingkat pengupayaan terendah terjadi pada tahun 2022 namun hasil tangkapan ikan layang hampir mendekati (97,5%) jumlah hasil tangkapan optimum (C_{MSY}). Sementara jika ditinjau dari jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) atau *Total Allowable Catch* (TAC), jumlah hasil tangkapan tahun 2018 dan 2019 masih berada di bawah JTB (TAC), masing-masing 46,0% dan 88,9%, sedangkan untuk 3 tahun terakhir (2020 - 2022) telah melebihi JTB (TAC). Oleh karena itu, baik tingkat pemanfaatan maupun tingkat pengupayaan (*effort*) perlu diatur sedemikian rupa sehingga tidak

melebihi potensi lestari (MSY) yang pada gilirannya dapat mengancam keberadaan (stok) sumberdaya ikan layang biru (*Decapterus macarellus*) tersebut, sebagaimana dikemukakan oleh Alder et al, (2001) bahwa agar pemanfaatan sumberdaya perikanan dapat dilakukan secara berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, maka perlu dilakukan upaya pengelolaan yang dapat menyeimbangkan tingkat pemanfaatannya, seperti pengaturan musim penangkapan, jumlah dan ukuran armada penangkapan yang beroperasi dan ukuran mata jaring disesuaikan dengan ukuran dewasa ikan target tangkapan.

Hubungan Panjang Berat, Faktor Kondisi Ikan Layang Biru

Untuk melihat gambaran umum aspek biologis ikan ini, telah diambil 100 ekor sampel ikan layang yang tertangkap di WPP 716 oleh pukat cincin yang didaratkan di PPP Tumumpa Manado pada April 2023, yang dari hasil amatan visual morfometrik melalui pembedahan ternyata 100 sampel ikan layang biru ini terdiri dari 58 ekor jantan dan 42 ekor betina (nisbah kelamin antara jantan dan betina = 1,38 : 1). Hasil analisis data lengkap panjang-berat disajikan pada Tabel 07.

Tabel 06. Tingkat pemanfaatan MSY dan tingkat pengupayaan hasil tangkapan optimum

| Tahun | Catch (ton/tahun) | E _{existing} (trip) | Tingkat Pemanfaatan (%) | | Tingkat Pengupayaan (%) dari EMSY*** |
|--------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------|--|
| | | | dari C _{MSY} * | dari TAC** | |
| 2018 | 1,610,792 | 8,465 | 36.8 | 46.0 | 41.9 |
| 2019 | 3,111,273 | 13,466 | 71.1 | 88.9 | 66.7 |
| 2020 | 4,572,596 | 21,086 | 104.5 | 130.7 | 104.5 |
| 2021 | 4,776,970 | 19,827 | 109.2 | 136.5 | 98.2 |
| 2022 | 4,263,630 | 8,099 | 97.5 | 121.8 | 40.1 |
| Rerata | 3,667,052 | 14,189 | 83.8 | 104.8 | 70.3 |

Keterangan : *C_{MSY} = 4.374.723 ton/thn, **TAC (JTB) = 3.499.779 ton/tahun, ***EMSY = 20.184 (trip/tahun)

Tabel 07. Beberapa data parameter terkait hubungan panjang-berat ikan layang biru

| Parameter | Betina | Jantan | Semua |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Jumlah sampel (ekor) | 42 | 58 | 100 |
| Kisaran panjang (cm) | 18,6 – 23,8 | 10,7 – 24,5 | 10,7 – 24,5 |
| Rerata panjang (cm) | 21,09 ± 0,50 | 20,31 ± 0,57 | 20,64 ± 0,40 |
| Kisaran berat (gram) | 98 – 239 | 72 – 220 | 72 – 239 |
| Rerata berat (gram) | 154,50 ± 12,30 | 140,12 ± 9,99 | 146,16 ± 9,98 |
| Slope (a) | 0,0061 | 0,7448 | 0,2388 |
| Koef. regresi (b) | 33,172 | 17,313 | 21,115 |
| Koef. korelasi (r) | 0,998 | 0,977 | 0,983 |
| Koef. determinasi (R ²) | 0,969 | 0,624 | 0,707 |
| Persamaan regresi | W = 0,0061 L ^{3,3172} | W = 0,7448 L ^{1,7313} | W = 0,2388 L ^{2,1115} |
| Faktor kondisi (K _n) | 1,00 ± 0,01 | 1,02 ± 0,05 | 1,01 ± 0,10 |
| Tipe pertumbuhan | Isometrik | Alometrik negatif | Alometrik negatif |

Dari hasil analisis data hubungan panjang L (*fork length*, cm) dan berat W dari 100 ekor sampel ikan, diperoleh persamaan $W = 0,2388 L^{2,1115}$ atau $Y = -1,4321 + 2,1115 X$ (Gambar 05). Di sini terlihat nilai $b = 2,1115$ ($b < 3$), yang terkategori alometrik negatif di mana pertambahan panjang lebih cepat dibanding dengan pertambahan berat ikan tersebut, dengan koefisien korelasi 0,983 atau koefisien determinasi (R^2) 0,7065 yang artinya keduanya memiliki korelasi yang sangat kuat (mendekati 1) serta ukuran panjang ikan memengaruhi 71% terhadap berat (bobot) ikan layang biru. Faktor kondisi (K) dari 100 sampel ikan layang biru ini diperoleh $1,01 \pm 0,10$. Secara keseluruhan, panjang rerata ikan ini diperoleh $20,64 \pm 0,40$ cm dengan berat rerata $146,16 \pm 9,98$ g, pada taraf uji α 5%

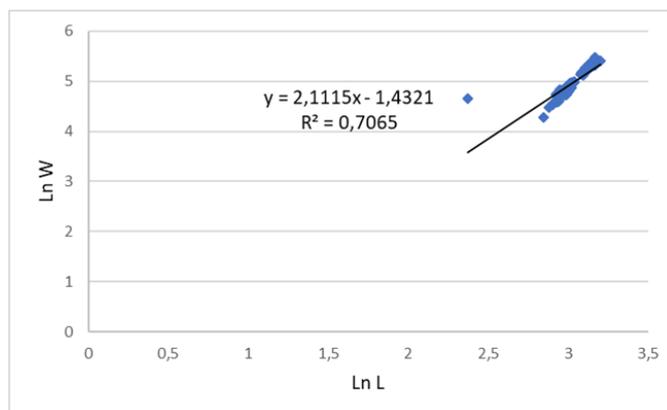
Untuk ikan layang biru betina ($n = 42$ ekor), diperoleh hubungan panjang-berat mengikuti persamaan $W = 0,0061 L^{3,3172}$ atau $Y = -5,098 + 3,3172 X$ (Gambar 06 kiri). Di sini terlihat nilai $b = 3,3172$ yang dalam uji statistik $b = 3$, yang terkategori

isometrik di mana pertambahan panjang seimbang dengan pertambahan berat (bobot) ikan tersebut (tidak berubah bentuknya), dengan koefisien korelasi 0,998 atau koefisien determinasi (R^2) 0,969 yang artinya keduanya memiliki korelasi yang sangat kuat (mendekati 1) serta ukuran panjang ikan memengaruhi 97% terhadap berat (bobot) ikan layang biru betina tersebut. Faktor kondisi (K) dari 42 sampel ikan layang biru betina ini diperoleh $1,00 \pm 0,01$, dengan panjang rerata $21,09 \pm 0,50$ cm dan berat rerata $154,50 \pm 12,30$ g.

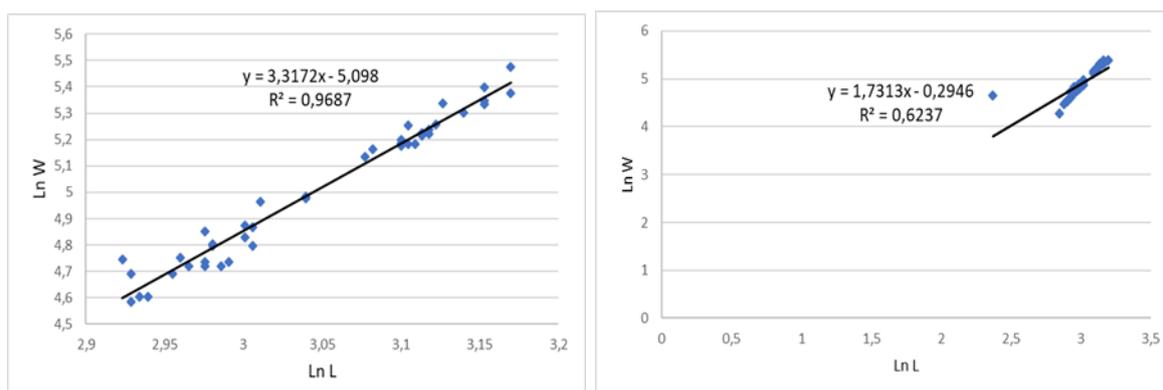
Untuk ikan layang biru jantan ($n = 58$ ekor), diperoleh hubungan panjang-berat mengikuti persamaan $W = 0,7448 L^{1,7313}$ atau $Y = -0,2946 + 1,7313 X$ (Gambar 06 kanan). Di sini terlihat nilai $b = 1,7313$ ($b < 3$) yang terkategori alometrik negatif di mana pertambahan panjang lebih cepat dibanding dengan pertambahan berat ikan tersebut, dengan koefisien korelasi 0,977 atau koefisien determinasi (R^2) 0,624 yang artinya keduanya memiliki korelasi yang sangat kuat (mendekati 1) serta ukuran panjang ikan memengaruhi 62% terhadap

berat (bobot) ikan layang biru jantan tersebut. Faktor kondisi (K) dari 58 sampel ikan layang biru jantan ini diperoleh $1,02 \pm 0,05$, dengan panjang rerata $20,31 \pm 0,57$ cm dan berat rerata $140,12 \pm 9,99$ g. Harga r bergerak antar -1 dan +1 di mana

jika $r = +1$, berarti terdapat hubungan linear sempurna langsung, jika $r = -1$, berarti terdapat hubungan linear sempurna tak, dan jika nilai $r = 0$ menunjukkan tidak terdapat hubungan linear antar jantan dan betina (Omar, 2012).



Gambar 05. Hubungan panjang berat ikan layang biru (n = 100)



Gambar 06, Hubungan panjang berat ikan layang betina (kiri) dan jantan (kanan)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil tangkapan ikan layang (*Decapterus macarellus*) yang tertangkap dari WPP 716 di perairan laut Sulawesi Utara yang didaratkan di PPP Tumumpa, Manado selama periode 2018-2022 tercatat 18,3 juta ton (rerata 3,7 juta ton/tahun) dengan total upaya 92.232 (rerata 18,446 trip/tahun) dari 114 - 135 purse seiner yang terbagi dalam 4 kategori GT purse seiners (≤ 20 , 21 - 30, 31-40 dan > 40 GT), Potensi maksimum lestari (*Maximum Sustainable Yield*, MSY) ikan layang dari WPP 716 ini diperoleh

4.374.723 ton/tahun dengan jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan (JTJ) atau *Total Allowable Catch* (TAC) sebesar 3,499,779 ton/tahun.

Secara keseluruhan (100 sampel ikan), pola pertumbuhan ikan layang biru memiliki rerata panjang rerata $20,64 \pm 0,40$ cm dan berat $146,2 \pm 9,98$ g, faktor kondisi (K_n) $1,01 \pm 0,10$ serta memiliki hubungan panjang-berat $W = 0,2388 L^{2,1115}$ (alometrik negatif). Struktur gender dari 100 sampel ini terbagi atas 42 ekor betina dan 58 ekor jantan dengan nisbah kelamin 1 : 1,38 (dalam 100 ekor betina terdapat 138 ekor jantan). Ikan layang biru betina memiliki rerata panjang $21,09 \pm 0,50$ cm dan berat

154,5 ± 12,3 g, faktor kondisi (K_n) 1,00 ± 0,01, serta hubungan panjang-berat mengikuti $W = 0,0061 L^{3,3172}$ (isometrik). Ikan layang biru jantan memiliki rerata panjang 20,31 ± 0,57 cm dan berat 140,12 ± 9,99 g, faktor kondisi (K_n) 1,02 ± 0,05 serta hubungan panjang-berat $W = 0,7448 L^{1,7313}$ (alometrik negatif).

Saran

Mengingat ikan layang ini merupakan salah satu spesies ikan pelagis kecil yang mempunyai nilai ekonomi penting dan relatif intensif tertangkap, maka pemerintah setempat sebagai pembuat kebijakan, perlu membuat suatu regulasi terkait upaya penangkapan serta ukuran GT kapal pukat cincin yang layak beroperasi di sekitar rumpon agar pemanfaatan sumberdaya ikan ini dapat terukur dan berkelanjutan.

Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan time series data yang lebih lama, serta pengambilan sampel ikan ini yang lebih dari beberapa pelabuhan pendaratan ikan dan WPP 715 dan 716 perairan laut Sulawesi Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Alder J, TJ Pritcher, D. Preikshot, B. Ferriss, and K. Kaschner. 2001. How Good is Good?: A Rapid Appraisal Technique for Evaluation of the Sustainability Status of Fisheries of the North Atlantic. Vancouver, Canada: University of British Columbia.
- Akbar, H Usman dan P Setiady. 2003. Metode Penelitian Sosial, Jakarta : Bumi Aksara
- Atikasari, M. 2021. Studi tingkat keramahan lingkungan alat tangkap di Pesisir Desa Kranji Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya.
- Ayodhya, AU. 2001. Metode penangkapan ikan. Yayasan Dwi Sri. Bogor.
- Bubun RL dan A. Mahmud. 2015. Keanekaragaman hasil tangkapan ikan pukat cincin menggunakan light fishing hubungannya dengan teknologi penangkapan ikan ramah lingkungan. Marine Fisheries (siap terbit).
- Burhanuddin, Djamali, A. Maryosewojo S. Muljanto, 1983. Evaluasi tentang potensi dan usaha pengelolaan sumberdaya ikan layang (*Decapterus spp*). LON-LIPI, Jakarta, 61 hal,
- Dewanti, MZ. 2018. Evaluasi selektivitas dan keramahan alat tangkap dogol di Kabupaten Pangandaran Propinsi Jawa Barat. Jurnal Airaha.
- Effendie, MI. 1979. Metoda biologi perikanan Yayasan Dewi Sri, Bogor.
- Effendie, MI. 2002. Biologi perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 160 hal.
- Erna. 1996. Studi tentang beberapa parameter biologi populasi ikan layang (*Decapterus ruselli* Ruppel) di Perairan Kabupaten Barru. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Fishbase, 2016. Ikan layang biru (*Decapterus macarellus*), <http://www.fishbase.org/>, [Diakses 26 Mei 2023, 14:02 WITA].
- Gulland, JA. 1983. Fish Stock Assesment. A Manual of Basic Methods. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Habibun. EA. 2011. Aspek Pertumbuhan dan Reproduksi Ikan Ekor Kuning (*Caesio Cuning*) Yang Didaratkan Di Pangkalan Pendaratan Ikan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu , Jakarta. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hariati, T. 2005, Ikan malalugis biru (*Decapterus macarelus*), salah satu spesies ikan pelagis kecil di laut dalam Indonesia, Warta Penelitian Perikanan, Edisi Sumberdaya dan Penangkapan, 11 (5): 15-18,
- Hasnia. 1997. Studi tentang beberapa parameter biologi populasi ikan layang (*Decapterus ruselli* Ruppel) di Perairan Kabupaten Barru. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
- Hasibuan, KM. 1987. Permodelan

- Matematika di dalam Biologi Populasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hermawan, A. 2005. Penelitian bisnis paradigma kuantitatif, Grasindo,
- Kementerian Kelautan Perikanan. 2011. Permen KKP RI Nomor 02 Tahun 2011 tentang Jalur Penangkapan Ikan dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. Jakarta: KKP.
- Katiandagho, E. 2009. Purse seine: Diktat kuliah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi. Seri Dokumentasi Publikasi Ilmiah dan Teknologi Penangkapan Ikan, Dharma Pendidikan. Manado.
- Leone, A, R. Romaniello, R. Zagaria, E. Sabella, L. Bellis, A. Tamborrino. 2015. Machining effects of different mechanical crushers on pit particle size and oil drop distribution in olive paste. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2015 (117)
- Majore, EP, A. Luasunaung dan J. Budiman. 2014. Analisa Pola Musim Penangkapan Ikan Malalugis (*Decapterus* sp.) di Perairan Sulawesi Utara dan Sekitarnya berdasarkan Hasil Tangkapan yang Didaratkan di PPP Tumumpa, Program Studi Ilmu Perairan, Program Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado,
- Muhammad Nur, M. Albab Al Ayubi, Suprpto, Sharifuddin Bin Andy Omar, Tenriware1 & Admi Athirah. 2014. Biologi Reproduksi Ikan Layang Biru (*Decapterus macarellus* Cuvier, 1833) di Perairan Sulawesi Barat. Makassar: Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, FIKP, Universitas Hasanuddin.
- Nuitja, INS. 2010. Manajemen Sumberdaya Perikanan. Bogor: IPB Press.
- Rahardjo, MF, DS. Sjafei, R. Affandi, dan Sulistiono. 2011. Iktiologi. Lubuk Agung, Bandung.
- Setyohadi, D. 2009. Studi potensi dan dinamika stok ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali serta alternatif penangkapannya. *Journal of Fisheries Sciences.* 11(1):78-86.
- Sibagariang, OP, Fauziyah dan Fitri Agustrina, 2011, Analisis potensi lestari sumberdaya perikanan tuna *longline* di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, *Maspuri Journal*, 24-29 hlm,
- Simbolon, D. 2011. Bioekologi dan dinamika daerah penangkapan ikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sparre, P and SC. Venema. 1999. *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis.* Roma: FAO. Diterjemahkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Sudrajat, A. 2006a. Studi pertumbuhan, mortalitas dan tingkat eksploitasi ikan selar kuning, *Selaroides leptolepis* (Cuvier dan Valenciennes) di Perairan Pulau Bintan, Riau. UGM Yogyakarta, *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)*. 8(2):223-228.
- _____. 2006b. Studi pertumbuhan, mortalitas dan tingkat eksploitasi ikan Samudera Kendari. Kendari: Kemrian Kelautan dan Perikanan (KKP)-Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap.
- Sugiyono, 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung
- Sulistiyawati, ET. 2011. Pengelolaan Sumberdaya Ikan Kurisi (*Nemipterus furcosus*) Berdasarkan Model Produksi Surplus di Teluk Banten, Kabupaten Serang, Provinsi Banten, Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, Bogor.
- Wahyudi, H. 2010. Tingkat pemanfaatan dan pola musim penangkapan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Selat Bali, Skripsi, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, Bogor.
- White, W,T,, P,R, Last, Dharmadi, R, Faizah, U, Chodrijah, B,I, Prisantoso, J,J, Pogonoski, M, Puckridge dan SJM Blaber, 2013. *Market Fishes of Indonesia*, <http://aciari.gov.au/>,

- [Diakses 26 Mei 2023, 14,13 WITA]
- Widodo JS. 2006. Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Zahid, A. dan CPH. Simanjuntak. 2009. Biologi Reproduksi dan Faktor Kondisi Ikan Ilat-Ilat *Cynoglossus bilineatus* (Lac.1802) (Pisces :Cynoglossus) di Perairan Pantai Mayangan Jawa Barat. Jurnal Iktiologi Indonesia 9 (1) :85-95.
- Zamroni, A, Moh. Fauzi, dan A. Kuswoyo. 2013. Status pemanfaatan sumberdaya ikan di perairan Laut Sulawesi, Kajian Biologi dan Parameter Populasi Ikan Layang Biru (*Decapterus macarellus*) di Laut Sulawesi (pp, 39-52), Jakarta IPB Press dan Kementerian Kelautan dan Perikanan.