

# Produksi dan Pertumbuhan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) yang Didaratkan di PPI Kedonganan, Bali

Indah Nurtira <sup>a\*</sup>, I Wayan Restu <sup>a</sup>, Made Ayu Pratiwi <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Badung, Bali-Indonesia

\* Penulis koresponden. Tel.: +62-821-125-2503

Alamat e-mail: inurtira001@gmail.com

Diterima (received) 16 Juli 2021; disetujui (accepted) 18 Agustus 2021; tersedia secara online (available online) 30 Agustus 2021

---

## Abstract

Lemuru fish resource is one of the fish resources which has important economic value and is of interest to the wider community. Therefore, this resource has been exploited intensively in the Bali Strait and has become the backbone of fishery business activities in the waters. This research was conducted in November-February 2021 at PPI Kedonganan, Bali. This study aims to analyzed the production and growth of Lemuru fish which includes trend analysis and catch composition, growth patterns, length frequency distribution, age groups, and growth parameters of Lemuru Fish. This study found that lemuru fish in PPI Kedonganan had trend an increasing of 99%. Primary data collection in this study, such as measurement of length and weight, was carried out with time intervals of  $\pm 14$  days. Lemuru fish that were measured were 600 fish which had a range of 100.2-158.3 mm. Fork lengths ranged from 114.2 to 120.2 mm, consisting of 3 age groups separated by the NORMSEP method using software FISAT II. The shift of the age group to the right 2 times showed that there is growth in the Lemuru fish stock. Based on the length and weight analysis, the results of the analysis of the growth pattern of Lemuru Fish are negative allometric, where the length gain is faster than the weight gain. Lemuru fish has an asymptotic length of 179.6312. This showed that the asymptotic length of Lemuru Fish continues to decrease every year, presumably due to pressure overfishing which causes the fish caught to be smaller.

**Keywords:** *Negative allometric; PPI Kedonganan; Sardinella lemuru; Bali strait*

## Abstrak

Sumberdaya Ikan Lemuru merupakan salah satu sumberdaya ikan yang memiliki nilai ekonomis yang penting dan diminati masyarakat luas. Oleh karena itu, sumberdaya ini telah di eksploitasi secara intensif di Selat Bali dan menjadi tulang punggung kegiatan usaha perikanan di perairan. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November-Februari 2021 di PPI Kedonganan, Bali. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produksi dan pertumbuhan Ikan Lemuru yang meliputi analisis kecenderungan dan komposisi hasil tangkapan, pola pertumbuhan, distribusi frekuensi panjang, kelompok umur, dan parameter pertumbuhan Ikan Lemuru. Analisis produksi pada penelitian ini didapatkan bahwa Ikan lemuru di PPI Kedonganan memiliki trend peningkatan sebesar 99%. Pengambilan data primer pada penelitian ini seperti pengukuran panjang dan berat dilakukan dengan interval waktu  $\pm 14$  hari sekali. Ikan Lemuru yang diukur berjumlah 600 ekor yang memiliki kisaran antara 100,2-158,3 mm dengan modus ukuran panjang cagakanya berkisar 114,2-120,2 mm, terdiri atas 3 kelompok umur yang dipisahkan dengan metode NORMSEP menggunakan software FISAT II. Pergeseran kelompok umur ke arah kanan sebanyak 2 kali menunjukkan bahwa terjadinya pertumbuhan pada stok Ikan Lemuru. Berdasarkan analisis panjang dan berat didapatkan hasil analisis pola pertumbuhan Ikan Lemuru bersifat allometrik negatif, dimana penambahan panjang lebih cepat daripada penambahan berat. Ikan Lemuru memiliki panjang asimtotik 179,6312. Hal ini menunjukkan bahwa panjang asimtotik Ikan Lemuru terus menurun setiap tahunnya, diduga akibat adanya tekanan overfishing yang menyebabkan ikan yang ditangkap semakin kecil.

**Kata Kunci:** *Allometrik negatif; PPI Kedonganan; Sardinella lemuru; Selat Bali*

---

## 1. Pendahuluan

Ikan Lemuru atau *Sardinella lemuru* merupakan salah satu jenis ikan pelagis kecil (Susilo, 2015).

Sumberdaya Ikan Lemuru merupakan salah satu sumberdaya ikan yang memiliki nilai ekonomis penting di Indonesia. Ikan lemuru ditemukan banyak menyebar di perairan tropis seperti daerah sebelah timur Samudra Hindia, yaitu Pukhet, Thailand, Australia bagian barat, dan Samudera Pasifik (Pradeep *et al.*, 2014). Namun produksi tinggi Ikan Lemuru di PPI Kedonganan, Bali tidak selalu tiap saat tinggi. Produksi tinggi hanya ada pada musim barat yaitu September hingga April. Selain pada musim barat, produksi Ikan Lemuru sangat sedikit atau bahkan tidak ada. Selama musim barat produksi Ikan Lemuru mengalami fluktuasi cenderung meningkat per-tahunnya. Puncak peningkatan produksi Ikan Lemuru pada musim barat terjadi pada Tahun 2019, yaitu sebesar 595,11 Ton/tahun yang sebelumnya pada Tahun 2018 hanya mencapai 113,33 Ton/tahun (Data Statistik Kabupaten Badung, 2020). Produksi Ikan Lemuru yang meningkat tersebut dikhawatirkan dapat memengaruhi keberlanjutan stok sumberdaya ikan tersebut di perairan.

Salah satu upaya mendukung pengelolaan sumberdaya Ikan Lemuru yaitu adanya informasi mengenai pola pertumbuhannya. Pertumbuhan dapat dilihat dari bertambahnya panjang dan berat ikan dalam suatu waktu tertentu. Panjang dan berat ikan berperan menjadi acuan dalam pendugaan kondisi ikan seperti kesehatan, produktivitas, fisiologis, dan reproduksinya (Effendie, 2002). Pola pertumbuhan ikan dapat dikaji dengan menggunakan metode analitik yang berdasarkan data panjang, distribusi frekuensi panjang, identifikasi kelompok umur, parameter pertumbuhan.

Hubungan pola pertumbuhan ikan dengan penangkapan ikan yaitu karena semakin tinggi intensitas penangkapan yang dilakukan, maka akan terganggunya suatu proses pertumbuhan ikan. Agar potensi sumberdaya Ikan Lemuru dapat dimanfaatkan secara bijak, berkelanjutan dan menghindari pemanfaatan secara berlebihan (overfishing) maka diperlukan pengelolaan sumberdaya perikanan yang baik. Oleh karena itu, perlunya kajian produksi dan pertumbuhan ikan agar mudah melakukan manajemen keberlangsungan biodiversitas ikan tersebut.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November sampai Februari 2021 di PPI Kedonganan (Gambar 1). Teknik pengambilan data dalam penelitian ini yaitu observasi langsung di lapangan sebanyak 6 kali dengan interval waktu pengambilan data 14 hari sekali. Sampel diidentifikasi di Laboratorium Perikanan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian (PPI Kedonganan)

### 2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode deskriptif kuantitatif. Pengumpulan data primer yang dilakukan berupa *Simple Random Sampling* terhadap Ikan Lemuru yang berasal dari hasil tangkapan nelayan yang didaratkan di PPI Kedonganan dengan jumlah sampel maksimal 100 sampel setiap pengamatan.

### 2.3 Analisis Data

#### 2.3.1. Analisis produksi

Analisis kecenderungan terhadap hasil tangkapan ditentukan untuk mendapatkan gambaran umum keadaan sumberdaya ikan di perairan. Adapun hasil dari analisis kecenderungan berbentuk grafik (Fauzi, 2005). Selain itu dilakukan juga analisis komposisi hasil tangkapan untuk memperoleh nilai tingkatan keragaman hasil tangkapan. Data hasil tangkapan dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui tren tangkapan dan komposisi jenis hasil tangkapan yang dianalisa menggunakan rumus (Latuconsina *et al.*, 2012)

$$Ki = \frac{ni}{N} \times 100 \quad (1)$$

dimana P adalah proporsi satu jenis ikan yang tertangkap (%), ni adalah bobot spesies ke-i (kg), N adalah berat total tangkapan hasil tangkapan (kg).

### 2.3.2 Distribusi Frekuensi Panjang

Frekuensi panjang dianalisis menggunakan data panjang dari masing-masing panjang total ikan. Adapun analisis data frekuensi panjang menurut Walpole (1992) dalam Pratiwi (2013) dengan menentukan jumlah selang kelas, menentukan lebar kelas, menentukan frekuensi panjang masing-masing kelas panjang dan membuat grafik sebaran frekuensi panjang serta melihat pergeseran sebaran kelas panjang.

### 2.3.3 Kelompok Umur

Analisis pendugaan kelompok umur didapatkan dari hasil pengolahan distribusi sebaran panjang yang dilakukan di program FISAT II (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools). Metode yang digunakan pada program tersebut yaitu *normal separation*, yang dimana hasilnya ditandai dengan grafik yang menggambarkan kelompok umur ikannya dan tabel indeks separasinya. Grafik yang menunjukkan pergeseran ke arah kanan dapat diindikasikan bahwa telah terjadi pertumbuhan dalam suatu stok perikanan (Utami *et al.*, 2018).

### 2.3.4 Pola Pertumbuhan

Analisis hubungan panjang dan berat bertujuan mengetahui pola pertumbuhan ikan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Effendie, 2002):

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

dimana W adalah berat ikan (g), L adalah panjang total ikan (mm), a dan b adalah Konstanta. Hasil analisis pertumbuhan panjang-berat akan menghasilkan suatu nilai konstanta (b), yang akan menunjukkan laju pertumbuhan parameter panjang dan berat. Ikan yang memiliki nilai  $b = 3$  (isometrik) Sebaliknya jika nilai  $b \neq 3$  (allometrik) (Effendie, 2002).

### 2.3.5 Parameter Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan didapatkan dari data frekuensi panjang yang kemudian diduga menggunakan model pertumbuhan Von

Bertallaffy. Rumus yang digunakan untuk model ini seperti berikut (Sparre dan Venema 1999):

$$L(t) = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Nilai koefisien pertumbuhan (K) dan  $L_{\infty}$  diestimasi dengan menggunakan metode Ford Wallford yang kemudian diturunkan dari model von Bertalanffy. Maka t sama dengan t+1, persamaannya menjadi:

$$L(t) + 1 - L(t) = L_{\infty} \cdot e^{-k(t-t_0)} \cdot [1 - e^{-k}] \quad (3)$$

dimana  $L(t)$  adalah panjang pada waktu t,  $L_{\infty}$  adalah panjang pada t tak berhingga, k adalah koefisien pertumbuhan,  $t_0$  adalah waktu atau umur pada saat ikan panjangnya 0 atau  $L_0$ .

## 3. Hasil

### 3.1 Analisis Produksi

#### A. Analisis tren/Kecenderungan

Hasil tangkapan Ikan Lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan pada musim barat sejak tahun 2010 hingga 2019 mengalami fluktuasi dengan dinamika peningkatan (*increase*) dan penurunan (*decrease*). Persentase kenaikan dan penurunan ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.

Produksi hasil tangkapan Ikan Lemuru Periode 2010-2019

Tahun	Produksi (Ton)	Trend/Kecenderungan (%)
2010	124,56	0
2011	249,14	+100%
2012	50,69	-80%
2013	34,37	-32%
2014	152,28	+343%
2015	310,84	+104%
2016	459,22	+48%
2017	42,20	-91%
2018	113,33	+169%
2019	595,11	+425%
Rata-rata	213,17	+99%

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa produksi hasil tangkapan Ikan Lemuru 2 menunjukkan *trend/kecenderungan* peningkatan sebesar 99% dengan jumlah produksi sebesar 213,17 Ton/tahun. Produksi tertinggi terjadi pada tahun 2019 sebesar 595,11 Ton dan terendah terjadi pada tahun 2013 sebesar 34,37 Ton. Penurunan produksi hasil tangkapan diduga diakibatkan oleh musim paceklik yang terjadi selama 2-4 bulan dalam setahun sehingga nelayan tidak melakukan trip penangkapan.

B. Komposisi Jenis Hasil Tangkapan

Hasil tangkapan ikan yang didaratkan di PPI Kedonganan pada musim barat periode 2010-2019 yang dominan sebanyak 8 jenis ikan. Hasil tangkapan tersebut mengalami perbedaan jenis yang mendominasi dan jumlah produksi yang berfluktuasi. Persentase hasil tangkapan ikan setiap tahunnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2  
Komposisi Jenis Hasil Tangkapan Ikan yang di Daratkan di PPI Kedonganan Bali Periode 2010-2019.

Jenis	Hasil Tangkapan (%)										Rata-rata pertahun
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Tamban	0	0	2%	16%	10%	9%	5%	10%	17%	21%	9%
Slengseng	0	0	0	4%	6%	11%	1%	13%	6%	13%	5%
Cakalang	15%	5%	4%	11%	14%	2%	8%	7%	14%	7%	9%
Tongkol	16%	26%	13%	8%	3%	10%	3%	6%	20%	4%	11%
Lemadang	0	0	0	0%	1%	28%	0%	3%	2%	1%	4%
Lemuru	33%	30%	6%	7%	13%	14%	33%	1%	7%	26%	17%
Layang	14%	33%	72%	39%	38%	21%	33%	19%	21%	23%	31%
Lain lain	22%	6%	5%	15%	15%	5%	17%	41%	14%	5%	15%

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa ikan yang paling mendominasi hasil tangkapan adalah Ikan Layang dengan rata-rata pertahun sebesar 31%. Sedangkan ikan yang paling rendah rata-rata pertahunnya yaitu Ikan slengseng dengan persentase sebesar 5%. Namun, walaupun Ikan Layang memiliki persentase tertinggi, tidak setiap tahunnya Ikan Layang yang mendominasi hasil tangkapan. Dapat dilihat pada tahun 2010, 2016,

dan 2019 Ikan Lemuru yang mendominasi hasil tangkapan.

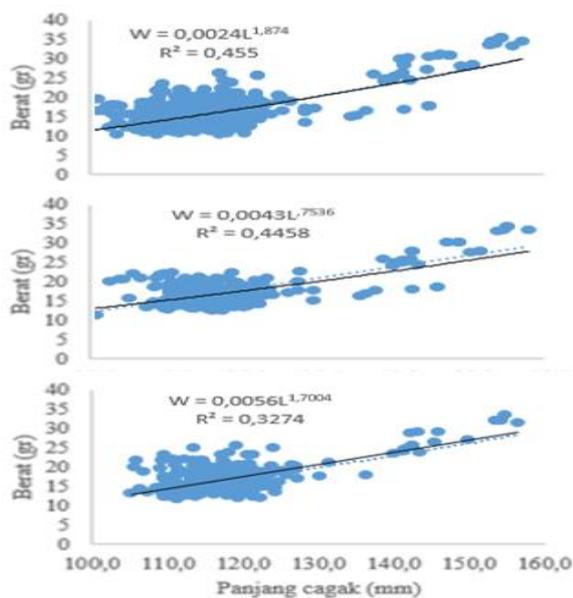
3.2 Pola Pertumbuhan

Pola pertumbuhan Ikan Lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan bersifat allometrik negatif yang ditunjukkan dari Nilai b lebih kecil dari 3, yaitu sebesar 1,874017. Hal ini bermakna bahwa pertumbuhan dengan indikator pertambahan panjang lebih cepat daripada indikator pertambahan berat. Ikan Lemuru secara keseluruhan yang didapat memiliki nilai  $W=0,0024L^{1,874}$ . Hasil analisis regresi hubungan nilai Panjang Total dengan bobot yang didaratkan di PPI Kedonganan disajikan pada Gambar 2.

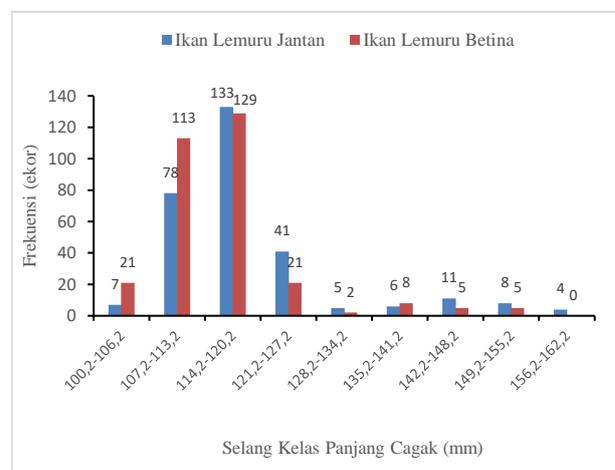
Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai dari koefisien determinasi ( $R^2$ ) pola pertumbuhan Ikan Lemuru total, Ikan Lemuru Jantan, dan Ikan Lemuru Betina secara berturut-turut adalah 0,455, 0,4458, dan 0,3274. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) Ikan Lemurut total tersebut menunjukkan bahwa model yang diduga dapat menjelaskan model sebenarnya sebesar 45,5 % dan diduga menunjukkan keterkaitan hubungan panjang dan berat yang cukup erat. Sedangkan nilai besar atau kecilnya b juga dapat dipengaruhi oleh perilaku ikan, karena memiliki hubungan yang erat dengan energi yang dialokasikan untuk pergerakan dan pertumbuhannya (Muchlisin, 2010; Mulfizar, 2012)

3.3 Distribusi Frekuensi Panjang

Jumlah data panjang Ikan Lemuru yang diamati secara keseluruhan sebanyak 600 ekor dengan jumlah 293 Ikan Lemuru Jantan dan 307 Ikan



Gambar 2. Grafik hubungan panjang berat Ikan Lemuru (Atas) Pola Pertumbuhan Ikan Lemuru Total, (Tengah) Pola Pertumbuhan Ikan Lemuru Jantan, (Bawah) Pola Pertumbuhan Ikan Lemuru Betina.



Gambar 3. Distribusi sebaran panjang Ikan Lemuru.

Lemuru Betina. Grafik distribusi frekuensi panjang Ikan Lemuru disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa distribusi frekuensi panjang cagak Ikan Lemuru dimulai dari ukuran panjang terpendek yaitu 100,2 mm dan ukuran panjang tertinggi yaitu 158,3 mm. Modus ukuran panjang cagak yang didapatkan pada kisaran 114,2-120,2 mm dengan jumlah 133 ekor Ikan Lemuru Jantan dan 129 ekor Ikan Lemuru Betina. Data tersebut menunjukkan bahwa Ikan Lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan, Bali selama penelitian didominasi dengan kelompok Protolan.

### 3.4 Kelompok Umur

Berdasarkan analisis kelompok umur didapatkan populasi Ikan Lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan membentuk 3 kelompok umur dengan pemisahan kelompok umurnya disajikan pada Tabel 3.

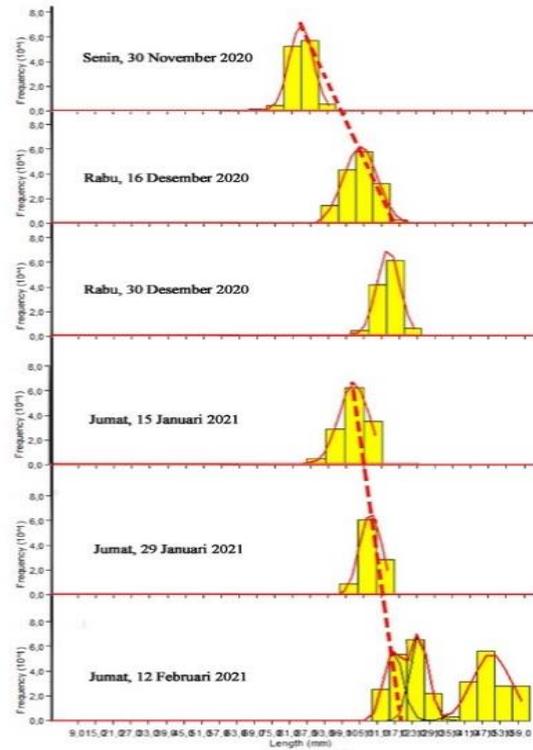
Tabel 3

Hasil pemisahan kelompok umur Ikan Lemuru

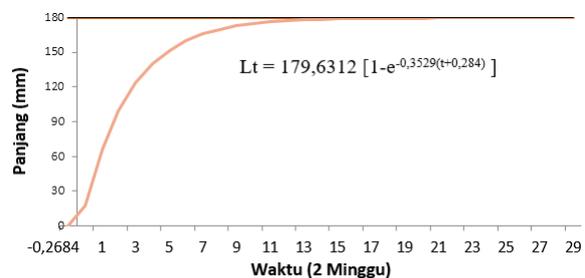
Pengamatan	Kelompok umur	Modus	Standar deviasi	Jumlah	Indeks separasi
1	1	115,26	4,025	100	n.a
2	2	116,97	5,969	99	0
		135,06	3,000	1	4,033
3	1	121,92	3,774	100	n.a
4	1	118,14	4,686	100	n.a
5	1	119,34	3,57	100	n.a
6	3	121,46	5,662	54	0
		146,51	3,605	30	5,406
		157,5	3,08	16	3,29

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil analisis pemisahan kelompok umur tersebut menunjukkan bahwa jumlah keseluruhan ikan objek (teoritis) yang diamati sebanyak 600 ekor, maka jumlah ini menunjukkan sangat sesuai dengan jumlah keseluruhan ikan objek sebenarnya (observasi). Nilai indeks separasi yang didapatkan >2 yaitu sebesar 4,033, 5,406, dan 3,29. Hal tersebut dapat diartikan bahwa hasil pemisahan kelompok umur Ikan Lemuru dapat diterima dan dilanjutkan untuk menganalisis parameter pertumbuhan.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa kelompok umur yang bergeser ke arah kanan terjadi sebanyak 2 kali. Pergeseran terjadi pada pengamatan 1 ke 2 dan pengamatan 4 hingga 6. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi suatu pertumbuhan pada Stok Ikan Lemuru. Pergeseran kelompok umur tidak terjadi pada pengamatan 2 ke 3 diduga adanya mortalitas dan fase rekrutmen.



Gambar 4. Pergeseran kelompok umur Ikan Lemuru.



Gambar 5. Kurva pertumbuhan Ikan Lemuru.

### 3.5 Parameter Pertumbuhan

Analisis pendugaan parameter pertumbuhan untuk mendapatkan nilai  $L_{\infty}$  (panjang asimtotik), K (koefisien pertumbuhan), dan  $t_0$  (umur teoritis ikan pada saat panjang sama dengan nol), yang kemudian menghasilkan persamaan Von Bertalanffy. Kurva pertumbuhan Von Bertalanffy dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa hasil analisis parameter pertumbuhan mendapatkan persamaan  $L_t = 179,6312 [1 - e^{-0,3529(t+0,284)}]$ . Persamaan tersebut menghasilkan nilai  $L_{\infty} = 179,6312$  mm. Selain itu, didapatkan juga nilai K yang sebesar 0,3529 per tahun dan  $t_0$  sebesar -0,284.

## 4. Pembahasan

### 4.1 Analisis Produksi

#### 4.1.1 Analisis trend/kecenderungan

Proses penangkapan ikan menghasilkan suatu produksi perikanan. Berdasarkan hasil analisis, *Trend* produksi Ikan Lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan pada musim barat sejak tahun 2010 hingga 2019 mengalami fluktuasi dengan dinamika peningkatan (*increase*) dan penurunan (*decrease*). Rata-rata produksi Ikan Lemuru tersebut sebesar 213,17 Ton dan *Trend/kecenderungannya* menunjukkan peningkatan sebesar 99%.

Peningkatan produksi Ikan Lemuru periode 2010-2019 tertinggi terjadi pada tahun 2019 sebesar 425% dengan jumlah produksi 595,11 Ton. Adapun peningkatan-peningkatan produksi yang terjadi bervariasi seperti Tahun 2011 sebesar 249,14 Ton (+355%), Tahun 2014 sebesar 152,28 (+343%), Tahun 2015 sebesar 310,84 Ton (+104%), Tahun 2016 sebesar 459,22 Ton (+48%), dan Tahun 2018 sebesar 113,33 Ton (+169%). Peningkatan produksi ini diduga karena Ikan Lemuru merupakan salah satu ikan yang paling dominan dan bernilai ekonomis tinggi, sehingga semakin banyak permintaan dari masyarakat maka semakin banyak Ikan Lemuru ditangkap oleh para nelayan. Tingginya produksi Ikan Lemuru ini diduga juga karena banyaknya sumberdaya Ikan Lemuru pada saat musim barat. Ikan Lemuru di laut sangat sedikit pada saat musim timur, namun akan sangat banyak pada saat musim barat di awal, namun bisa semakin sedikit pada saat akhir musim barat. Selain itu, produksi Ikan Lemuru di Selat Bali sangat berkembang dan meningkat pesat. Semakin pesatnya hasil tangkapan Ikan Lemuru ini memacu juga berkembangnya industri-industri untuk mengolah Ikan Lemuru, sehingga semakin tinggi permintaan Ikan Lemuru tersebut maka semakin tinggi penangkapan Ikan Lemuru (Wujdi *et al.*, 2013).

Selain tingginya produksi Ikan Lemuru, terjadi juga penurunan produksi Ikan Lemuru pada beberapa tahun, seperti Tahun 2012 dan 2013 yang secara berurutan sebesar 50,69 Ton (-80%) dan 34,37 Ton (-32%). Penurunan ini terjadi diduga disebabkan karena sudah terlalu banyak dilakukan penangkapan Ikan Lemuru di tahun-tahun sebelumnya. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Tinungki (2005) dan Wujdi (2013) bahwa status perikanan lemuru di Selat Bali yang sebelumnya

menjadi tangkapan utama para nelayan, mengalami penurunan pada tahun tersebut berdasarkan aspek biologi dan ekonominya karena telah terjadi *overfishing*. Hasil tangkapan Ikan Lemuru yang tinggi sebelumnya diduga mengakibatkan *growth over fishing* yaitu sumberdaya ikan mengalami kelangkaan stok karena peningkatan penangkapan yang berlebihan tanpa memikirkan ukuran ikan tersebut, sehingga ikan yang belum sempat tumbuh mencapai ukurannya sudah ditangkap oleh para nelayan (Diekert, 2010). Sesuai pernyataan Bruno *et al.* (2013) hasil tangkapan Ikan Lemuru yang menurun juga disebabkan oleh faktor tidak dikelola dengan baik hasil tangkapan Ikan Lemuru pada masa lalunya dan belum adanya kebijakan pembatasan ukuran dan jumlah yang boleh ditangkap.

Tahun 2017 juga terjadinya penurunan produksi yang merupakan penurunan tertinggi produksi Ikan Lemuru dengan nilai sebesar 42,2 Ton (-91%). Berdasarkan informasi para nelayan, penurunan produksi ini disebabkan karena berlangsungnya curah hujan yang tinggi selama beberapa waktu yang panjang pada tahun tersebut, sehingga mengakibatkan musim paceklik bagi para nelayan atau suatu musim dimana hasil tangkapan ikan sangat sedikit. Hal ini didukung oleh pernyataan Prihatin (2017) umumnya pada masa paceklik keadaan laut memiliki ombak sangat besar atau angin kencang (badai) selama 2 sampai 4 bulan, sehingga para nelayan tidak melakukan *trip* penangkapan. Walaupun seringnya musim barat memberikan banyak berkah karena dimulainya musim ikan, tetapi terkadang keadaan laut dan cuaca tidak selalu baik sehingga para nelayan tidak melakukan *trip* penangkapan karena masih terbatasnya armada penangkapan serta sarana dan prasarana lainnya (Partosuwiryo, 2013).

#### 4.1.2 Komposisi Jenis Hasil Tangkapan

Hasil tangkapan ikan yang didaratkan di PPI Kedonganan, Bali pada musim barat terdapat beberapa jenis yang dominan dengan menggunakan 3 jenis alat tangkap yaitu *Purse seine* (pukat cincin), *Gill net* (jaring insang), dan Pancing Tonda. Adapun jenis-jenis sumberdaya ikan yang dominan ditangkap yaitu Ikan Tamban, Ikan Slengseng, Ikan Cakalang, Ikan Tongkol, Ikan Lemadang, Ikan Lemuru, Ikan Layang, dan lain-lain. Ikan yang termasuk ke dalam jenis lain-lain yaitu Ikan Madidihang, Ikan Layaran, Ikan Kawa-

kawa, Ikan Marlin, Ikan Cumi, Ikan Layur, dan Ikan Kembung. Jenis ikan yang paling dominan yaitu Ikan Layang dengan rata-rata pertahunnya yaitu sebesar 31%. Kemudian urutan hasil tangkapannya menyusul Ikan Lemuru 17%, Lain-lain 15%, Ikan Tongkol 11%, Ikan Cakalang dan Ikan Tamban 9%, Ikan Slengsenseng 5%, dan Ikan Lemadang 4%.

Ikan Layang merupakan ikan yang paling tinggi persentase rata-rata per tahunnya, namun pada setiap tahun tidak selalu paling dominan hasil tangkapannya, seperti pada Tahun 2010, 2016, dan 2019 persentase paling tinggi yaitu Ikan Lemuru. Hal ini sesuai dengan informasi yang didapat dari nelayan lokal PPI Kedonganan bahwa musim ikan-ikan melimpah seringnya berada di bulan Oktober-Desember, namun jenis ikan-ikan yang didapat tidak menentu. Dewi (2015) menyatakan juga bahwa musim penangkapan ikan di Selat Bali terjadi pada bulan September-Desember, kemudian jika hasil tangkapan Ikan Lemuru tinggi biasanya mulai bermunculan Ikan Layang, Ikan Kembung, dan Ikan Slengsenseng.

#### 4.2 Pola Pertumbuhan

Berdasarkan analisa pola pertumbuhan Ikan Lemuru yang menggunakan metode analisis hubungan panjang dan berat, didapat persamaan keseluruhannya yaitu  $W=0,0024L^{1,874}$  dengan nilai determinasi ( $R^2$ ) 0,455. Hasil analisis menunjukkan bahwa pola pertumbuhan Ikan Lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan bersifat allometrik negatif. Hal ini dicirikan dari nilai  $b$  pada hasil analisis yang kurang dari 3 yaitu sebesar 1,874017. Allometrik negatif merupakan suatu pertumbuhan pada ikan yang dimana pertambahan panjangnya lebih cepat dari pada pertambahan beratnya. Maka dari itu, sampel ikan pada penelitian ini cenderung langsing (Effendie, 2002). Kondisi pertumbuhan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yang salah satu paling berpengaruh yaitu ketersediaan makanan di perairan. Makanan memiliki peran yang penting dalam proses pertumbuhan, kondisi ikan, dan banyak atau sedikitnya populasi. Pada saat penelitian dilakukan, diduga perairan sedang dalam kondisi kurang ketersediaan makanan untuk sumberdaya Ikan Lemuru. Hal ini sesuai pernyataan Susilo (2015) bahwa Perairan Selat Bali memiliki kelimpahan sumber makanan ketika Bulan Mei-November. Sedangkan sumberdaya Ikan Lemuru membutuhkan suatu perairan yang memiliki produktivitas primer yang tinggi, karena

makanan utama Ikan Lemuru yaitu plankton. Hal ini juga didukung oleh penelitian Herawati *et al.* (2014) bahwa sumber makanan Ikan Lemuru yaitu plankton. Pada musim barat ditemukan bahwa pada lambung Ikan Lemuru terdapat komposisi zooplankton sebesar 83% dan fitoplankton 17%. Namun produktivitas primer yang tinggi biasanya terjadi ketika adanya fenomena *upwelling* atau pada saat musim timur. Tidak adanya fenomena *upwelling* pada saat penelitian ini berlangsung diduga mengakibatkan rendahnya produktivitas primer di perairan, sehingga hanya sedikit plankton yang ada dan menjadi sumber makanan (Sihombing, 2018).

Faktor lain yang mempengaruhi kondisi pertumbuhan ikan yaitu terbagi menjadi faktor internal dan eksternal. Faktor internal yaitu suatu pengaruh terhadap ikan yang sulit dikontrol seperti umur, sex, dan keturunan, sedangkan faktor eksternal merupakan suatu faktor yang memiliki pengaruh paling tinggi dalam proses pertumbuhan ikan, yaitu suhu perairan serta parasit dan penyakit (Effendie, 2002). Menurut Mashar dan Wardianto (2013) allometrik negatif juga bisa dipengaruhi karena adanya sifat kompetisi antar individu ikan. Selain kompetisi juga dapat dipengaruhi oleh reproduksinya. Fase reproduksi Ikan lemuru dalam penelitian ini yaitu sebelum pemijahan, dapat dilihat dengan hanya ditemukannya tingkat kematangan gonad (TKG) I dan II pada saat penelitian. Tidak adanya aktivitas pemijahan pada waktu penelitian ini berlangsung, maka dari itu energi yang dihasilkan dari makanan diduga hanya dialokasikan secara maksimal untuk pertumbuhan panjangnya. Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan Wudji *et al.* (2013) bahwa musim pemijahan Ikan Lemuru terjadi mulai bulan September–Oktober dan sesuai penelitian Simbolon *et al.* (2011) bahwa Ikan Lemuru melakukan reproduksi pada kisaran Bulan Juni sampai Juli.

Berdasarkan analisis regresi hubungan panjang berat pada penelitian ini, Pola pertumbuhannya memiliki nilai  $b$  yang rendah, berbeda dengan penelitian yang didapatkan sebelumnya yaitu sebesar 3,2205 (Pertami *et al.*, 2018), dan 3,167 (Wudji *et al.*, 2012). Perbedaan besaran nilai ini diduga akibat tingginya hasil tangkapan Ikan Lemuru yang belum mencapai ukuran siap tangkap. Adapun ikan yang tertangkap masih muda, sehingga hal tersebut mempengaruhi kondisi stok Ikan Lemuru selanjutnya. Hal ini didukung oleh Fuadi *et al.* (2016) bahwa jika nilai  $b$  yang dihasilkan

berbeda, hal ini diduga disebabkan adanya pengaruh kondisi fisiologisnya seperti keadaan lingkungan, tingkat kematangan gonad, dan ketersediaan makanan.

#### 4.3 Distribusi Frekuensi Panjang

Data panjang yang digunakan dalam mendapatkan distribusi frekuensi panjang pengamatan ini yaitu panjang cagak atau *Fork Length* (FL) dengan jumlah sampel sebanyak 600 ekor. Panjang cagak Ikan Lemuru minimumnya yaitu 100,2 mm sedangkan maksimumnya 158,3 mm. Modus panjang cagak yang didapatkan sebesar 114,2-120,2 mm dengan frekuensi 133 ekor Ikan Lemuru jantan dan 129 ekor Ikan Lemuru betina. Kelompok ikan yang didapatkan tersebut sebagian besar termasuk ke dalam jenis protolan. Hal ini berdasarkan kajian Merta (1992) yang mengelompokkan *Sardinella lemuru* yang ada di perairan Selat Bali menjadi 4 jenis berdasarkan lokasi dan ukuran panjangnya, salah satunya yaitu protolan yang merupakan ikan lemuru berukuran 11-15 cm.

Distribusi modus panjang cagak yang ditemukan pada penelitian ini sedikit berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menemukan modus panjang cagaknya 150,7-160,7 mm (Annisa, 2020) dan panjang cagak kisaran yang didapatkan Wujdi *et al.* (2013) 135-195 mm. Perbedaan hasil yang ditemukan diduga adanya perbedaan suatu kondisi waktu dan habitat. Hal ini sesuai pernyataan Suwarni (2015) bahwa ikan memiliki ukuran dan jumlah yang berbeda-beda di suatu perairan. Kemungkinan perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti pola pertumbuhan, perbedaan ukuran awal matang gonad, perbedaan masa hidup. Selain itu adanya perbedaan waktu, jumlah, dan lokasi pengambilan sampel.

Panjang ikan juga memiliki hubungan dengan TKG (Tingkat Kematangan Gonad). Pada saat penelitian ini karena masih kecilnya panjang ikan, didapatkan bahwa Ikan Lemuru belum mencapai matang gonad (*immature*). Berdasarkan penelitian Ginanjar (2006) di lokasi penelitian Perairan Selat Mentawai bahwa Ikan Lemuru mulai matang gonad ketika ukuran 150 mm FL. Selain itu pada penelitian Wujdi (2012) di lokasi penelitian Perairan Selat Bali didapatkan hasil penelitiannya bahwa pada ukuran panjang cagak 189 mm atau kisaran 184-194 mm Ikan Lemuru Betina mengalami awal matang gonad, sedangkan pada ukuran panjang

cagak 177,8 mm Ikan Lemuru Jantan mengalami awal matang gonad. Berdasarkan perbedaan tersebut dapat dilihat bahwa perbedaan habitat diduga mempengaruhi tingkat kematangan gonad yang berdasarkan ukuran panjang ikan.

#### 4.4 Kelompok Umur

Berdasarkan analisis terhadap distribusi frekuensi panjang didapatkan suatu kelompok umur Ikan Lemuru. Jumlah Ikan lemuru yang digunakan dalam analisis kelompok umur ini yaitu 600 ekor dengan menggunakan metode NORMSEP (*Normal Separation*) dengan bantuan program FISAT II (Suwarni, 2015). Analisis kelompok umur dilakukan untuk menggambarkan suatu perubahan posisi atau pergeseran dari kelompok panjang ikan per satuan waktu. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djumanto *et al.* (2014) bahwa jika ikan mengalami pertumbuhan dapat dilihat dari pergeseran kelompok umurnya ke arah kanan dan adanya garis putus-putus warna merah pada grafik.

Hasil analisis kelompok umur yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu terdapat 2 kelompok umur pada pengamatan 16 Desember 2020 dan 3 kelompok umur pada pengamatan 12 Februari 2021. Selain itu, terjadinya 2 kali pergeseran ke arah kanan. Pergeseran kelompok umur ke arah kanan menunjukkan bahwa adanya suatu pertumbuhan pada stok Ikan Lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan. Pergeseran kelompok umur pertama yaitu pada pengamatan 30 November 2020 sampai dengan pengamatan 16 Desember 2020. Pergeseran kelompok umur kedua yaitu pada pengamatan 15 Januari 2021 sampai dengan pengamatan 12 Februari 2021. Pengamatan 30 Desember 2020 ke pengamatan 15 Januari 2021 tidak ditemukan pergeseran ke arah kanan, diduga bahwa telah adanya mortalitas dan fase rekrutmen serta penangkapan yang tidak terkontrol. Hal ini sesuai pernyataan Wujdi *et al.*, (2012) bahwa Ikan Lemuru di Selat Bali memiliki fase rekrutmen dua kali yang terjadi pada bulan Januari-April dengan puncaknya pada bulan Februari, kemudian pada bulan Mei-November dengan puncaknya pada bulan Juli. Selain itu menurut Widiyastuti dan Zamroni (2017), jika penangkapan suatu ikan di perairan berlebihan dapat mempengaruhi keberlanjutan stok sumberdaya ikan selanjutnya, karena banyaknya ikan yang tertangkap nelayan umumnya belum mencapai fase memijah.

#### 4.5 Parameter Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan suatu penambahan ukuran panjang, bobot dan volume suatu individu (Kusumaningrum *et al.*, 2014). Suatu keadaan kesehatan individu, populasi dan lingkungan dapat dilihat melalui pertumbuhan (Pratiwi, 2013). Analisis parameter pertumbuhan menggunakan metode Ford Wallford menghasilkan nilai  $L_{\infty}$  (panjang asimtotik),  $K$  (koefisien pertumbuhan),  $t_0$  (umur teoritis ikan pada saat panjang sama dengan nol), dan persamaan Von Bertalanffy. Analisis parameter pertumbuhan berperan penting dalam mengetahui seberapa cepat ikan mengalami pertumbuhannya hingga mencapai panjang asimtotiknya. Menurut Dewi *et al.*, (2015) jika nilai koefisien pertumbuhan tinggi, maka ikan dapat mencapai panjang asimtotik semakin cepat.

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan Annisa (2020) terlihat adanya perbedaan nilai hasil parameter pertumbuhannya dengan penelitian ini. Nilai  $L_{\infty}$  Ikan Lemuru yang ditemukan dalam penelitian ini sebesar 179,6312 yang dimana lebih kecil daripada penelitian sebelumnya yaitu 204,1 mm. Menurunnya nilai  $L_{\infty}$  diduga akibat adanya tekanan *overfishing* sehingga dari tahun ke tahun ikan yang ditangkap semakin kecil. Hal ini sesuai pernyataan Wujdi *et al.* (2012) semakin pendeknya panjang asimtotik ( $L_{\infty}$ ) berarti adanya tekanan penangkapan yang tinggi terhadap sumberdaya Ikan Lemuru yang mengakibatkan ukuran Ikan Lemuru yang tertangkap semakin pendek dari tahun ke tahun.

Nilai  $K$  yang didapat pada penelitian ini sebesar 0,3529 juga lebih kecil daripada penelitian Annisa (2020) yang sebesar 1,2 per tahun. Nilai  $K$  diperoleh untuk menentukan seberapa cepat ikan mendapatkan panjang asimtotiknya. Kemudian  $t_0$  yang didapatkan pada penelitian ini sebesar -0,2684. Berdasarkan hasil nilai-nilai parameter tersebut didapatkan persamaan Von Bertalanffy  $L_t = 179,6312 [1 - e^{-0,3529(t+0,284)}]$ . Perbedaan nilai  $L_{\infty}$ ,  $K$ , dan  $t_0$  dengan penelitian sebelumnya diduga disebabkan oleh suatu keadaan biologis ikan seperti faktor lingkungan yang membentuk habitatnya. Hal ini didukung pernyataan Effendie (2002) bahwa populasi ikan semakin besar tergantung oleh makanan yang tersedia, pertumbuhan, rekrutmen, dan mortalitas. Sedangkan untuk umur dan kondisi lingkungan sekitarnya merupakan hal yang mempengaruhi laju pertumbuhan ikan. Selain itu, penyebab penurunan nilai-nilai parameter juga

dapat disebabkan oleh penggunaan metode yang digunakan pada saat menganalisis data.

#### 5. Simpulan

Berdasarkan analisis produksi, pola pertumbuhan, distribusi frekuensi panjang, kelompok umur dan parameter pertumbuhan Ikan Lemuru disimpulkan produksi perikanan Lemuru (*Sardinella lemuru*) yang di daratkan di PPI Kedonganan selama musim barat periode 2010-2019 memiliki *Trend* produksi Ikan Lemuru yang didaratkan di PPI Kedonganan pada musim barat periode 2010-2019 menunjukkan peningkatan sebesar 99% dan komposisi hasil tangkapan ikan yang paling dominan yaitu Ikan Layang dengan rata-rata pertahunnya sebesar 31%. Selain itu, Ikan Lemuru pada penelitian ini memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif yang menunjukkan bahwa penambahan panjang lebih cepat daripada penambahan berat, sehingga dapat dikatakan bahwa Ikan Lemuru cenderung langsing. Modus panjang cagak yang didapatkan sebesar 114,2-120,2. Nilai  $L_{\infty}$ ,  $K$ , dan  $t_0$  secara berturut-turut yang didapatkan yaitu 179,6312 mm, 0,3529, dan -0,2684. Jika dibandingkan dengan nilai  $L_{\infty}$ ,  $K$ , dan  $t_0$  dengan penelitian-penelitian sebelumnya, nilai  $L_{\infty}$ ,  $K$ , dan  $t_0$  lebih rendah dan lebih kecil. Hal ini disebabkan oleh faktor internal dan eksternal

#### Ucapan terimakasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada kelompok nelayan dan pengepul di PPI Kedonganan yang telah membantu mendapatkan sampel untuk penelitian ini, serta seluruh pihak lainnya yang berpartisipasi dalam penelitian ini hingga selesai

#### Daftar Pustaka

- BPS Provinsi Bali. (2021). *Jumlah Produksi Perikanan Tangkap Kabupaten/Kota di Provinsi Bali, 2016-2021*. Badung, Indonesia: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali
- Annisa, K. N., Restu, I. W., & Pratiwi, M. A. (2020). Aspek Pertumbuhan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pengambangan, Bali. *Current Trends in Aquatic Science Journal*, 4(1), 82-88.
- Bruno, D. O., Barbini, S. A., Díaz de Astarloa, J. M., & Martos, P. (2013). Fish abundance and

- distribution patterns related to environmental factors in a choked temperate coastal lagoon (Argentina). *Brazilian Journal of Oceanography*, **61**, 43-53.
- Dewi, K., Barus, T. A., & Desrita, D. (2015). Analisis Pertumbuhan dan Laju Eksploitasi Ikan Tongkol (*Auxis thazard*) yang Didaratkan di KUD Gabion Pelabuhan Perikanan Samudera Belawan Sumatera Utara. *AQUACOASTMARINE*, **10**(5), 149-159.
- Diekert, F. K. (2010). Growth Overfishing: The Race to Fish Extends to the Dimension of Size. *Environmental and Resource Economics*, **52**, 549-572.
- Djumanto, Devi, M. I. P., Yusuf, I. F., & Setyobudi, E. (2013). Kajian Dinamika Populasi Ikan Kepek, *Mystacoleucus obtusirostris* (Valenciennes, in Cuvier & Valenciennes 1842) di Sungai Opak Yogyakarta. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, **14**(2), 145-156
- Effendie, M. I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yogyakarta, Indonesia: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fauzi, A. (2005). *Pemodelan sumber daya perikanan*. Jakarta, Indonesia: Gramedia Pustaka Utama.
- Fuadi, Z., Dewiyanti, I., & Purnawan, S. (2016). Hubungan Panjang Berat Ikan yang Tertangkap di Krueng Simpoe, Kabupaten Bireun, Aceh. Disertasi. Aceh, Indonesia: Universitas Syiah Kuala.
- Ginanjari, M. (2006). *Kajian Reproduksi Ikan Lemuru (Sardinella lemuru) berdasarkan Perkembangan Gonad dan Ukuran Ikan dalam Penentuan Musim Pemijahan di Perairan Pantai Timur Pulau Siberut*. Tesis. Bogor, Indonesia: Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Herawati, E. Y., Sartimbul, A., & Khasanah, R. I. (2014). Kelimpahan dan Keanekaragaman Plankton di Daerah Penangkapan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali. Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan X ISOI 2013. 11-12 November 2014. Jakarta.
- Kusumaningrum, G. A., Alamsjah, M. A., & Masitah, E. D. (2014). Uji Kadar Albumin dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) dengan Kadar Protein Komersial yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, **6**(1), 25-29.
- Latuconsina, H., Nessa, M. N., & Ambo-Rappe, R. (2012). Komposisi Spesies dan Struktur Komunitas Ikan Padang Lamun di Perairan Tanjung Tiram-Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, **4**(1), 35-46.
- Mashar, A., & Wardianto, Y. (2013). Aspek Pertumbuhan Undur-undur Laut, Emerita emeritus dari Pantai Berpasir Kabupaten Kebumen. *Jurnal Biologi Tropis*, **13**(1), 29-38.
- Merta, I. G. S. (1992). *Dinamika Populasi Ikan Lemuru (Sardinella Lemuru Bleeker 1853) (Pisces: Clupeidae) Di Perairan Selat Bali dan Alternatif Pengelolaannya*. Disertasi. Bogor, Indonesia: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Mulfizar, M., Muchlisin, Z. A., & Dewiyanti, I. (2012). Hubungan Panjang Berat dan Faktor Kondisi Tiga Jenis Ikan yang Tertangkap di Perairan Kuala Gigieng, Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Depik*, **1**(1), 1-9.
- Partosuwiryo, S. (2013). Pranata Mangsa sebagai Alteratif Pedoman untuk Penangkapan Ikan di Samodera Hindia Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Perikanan*, **XV**(1), 20-25.
- Pertami, N. D., Rahardjo, M. F., Damar, A., & Nurjaya, I. W. (2018). Morphoregression and length-weight relationship of bali sardinella, *Sardinella lemuru* bleeker 1853 in Bali Strait waters. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, **18**(3), 275-283.
- Pradeep, H. D., Shirke, S. S., & Kar, A. B. (2014). Age, growth, and mortality of *Amblygaster sirm* (Walbaum, 1792) from Andaman Waters. *Journal of the Andaman Science Association*, **19**(2), 201-208.
- Pratiwi, M. A. (2013). *Studi Pertumbuhan Undur-Undur Laut Emerita emeritus (Decapoda: Hippidae) di Pantai Bocor, Kecamatan Buluspesantren, Kebumen*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Prihatin, R. B. (2019). Strategi Nafkah Keluarga Nelayan Miskin Perkotaan: Studi di Cilacap Jawa Tengah dan Badung Bali. *Aspirasi: Jurnal Masalah-masalah Sosial*, **8**(2), 133-144.
- Ridha, U., Hartoko, A., & Muskanonfolo, M. R. (2013). Analisa sebaran tangkapan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) berdasarkan data satelit suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Selat Bali. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, **2**(4), 53-60.
- Sihombing, P. C. (2018). *Pengaruh Perbedaan Suhu Air terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Skripsi. Medan, Indonesia: Universitas Sumatera Utara.
- Simbolon, D., Wiryawan, B., Wahyuningrum, P.I., & Wahyudi, H. (2011). Tingkat Pemanfaatan dan Pola Musim Penangkapan Ikan Lemuru di Perairan Selat Bali. *Jurnal Buletin PSP*, **19**(3) 293-307
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1999). Introduction to tropical fish stock assessment - Part 1: Manual. Dalam Widodo, J., Merta, I. G. S., Nurhakim, S.,

- & Badrudin, M. (Terj.), *Introduksi pengkajian stok ikan tropis - Buku 1: Manual*. Jakarta, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. (Buku asli diterbitkan 1998).
- Susilo, K. (2015). Variabilitas faktor lingkungan pada habitat ikan lemuru Di Selat Bali Menggunakan Data Satelit Oseanografi Dan Pengukuran Insitut. *Jurnal Omni Akuatika*, **14**(20), 13-22
- Suwarni., Tresnati, J., Umar, M.T., Nur, M., & Hikmasari. (2015). Pendugaan Beberapa Parameter Dinamika Populasi Ikan Layang (*Decapterus macrosoma*, Bleeker 1841) di Perairan Teluk Bone, Sulawesi Selatan, Makassar. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, **25**(1), 53-60.
- Tinungki, G. M. (2005). *Evaluasi model produksi surplus dalam menduga hasil tangkapan maksimum lestari untuk menunjang kebijakan pengelolaan perikanan lemuru di Selat Bali*. Disertasi. Bogor, Indonesia: Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Utami, N. F. C., Boer, M., & Fachrudin, A. (2018). Struktur Populasi Ikan Teri Hitam *Stolephorus commersonii* di Teluk Palabuhanratu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, **10**(2), 341-351.
- Walpole, R.E. (1995). Pengantar Statistika (Edisi Ketiga). Penerjemah: Bambang Sumantri. Jakarta, Indonesia: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Widiyastuti, H., & Zamroni, A. 2017. Biologi Reproduksi Ikan Malalugis (*Decapterus macarellus*) di Teluk Tomini. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, **9**(1), 63-72.
- Wujdi, A., Suwarso, dan Wudianto. (2013). Biologi reproduksi dan musim pemijahan ikan lemuru (*Sardinella Lemuru Bleeker, 1853*) di perairan selat bali. *Jurnal Bawal*, **5**(1), 49-57.
- Wujdi, A., Suwarso, & Wudianto. (2012). Hubungan Panjang Bobot, Faktor Kondisi, dan Struktur Ukuran Ikan Lemuru (*Sardinella Lemuru Bleeker, 1853*) di Perairan Selat Bali. *Jurnal Bawal*, **4**(2), 83-89.