

BEBERAPA PARAMETER POPULASI IKAN LEMURU (*Sardinella lemuru*) DI PERAIRAN SELAT BALI

SOME POPULATION PARAMETERS OF BALI SARDINE (*Sardinella lemuru*) IN BALI STRAIT WATERS

Arief Wujdi

Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan
Gedung Patra Jasa Lantai 1, Jalan Gatot Subroto Kavling 32-34, Jakarta Selatan
Pos-el: arief_wujdi@yahoo.com

ABSTRACT

*Purse seine was introduced at 1972 in Bali Strait and since then Bali sardine fish (*Sardinella lemuru*) are the most widely exploited by fishermen in these waters. One of the largest landing site of Bali Strait purse seiner is in Muncar, East Java. This study aims to estimate population parameters of Bali Strait oil sardine that were caught by purse seine in Muncar. Data were collected from August 2010 to December 2011, and were analyzed using FISAT II (version 1.1.3). The results showed growth parameters were $L_{\infty} = 20.75$ cmFL; $K=1.20$ year⁻¹ and $t_0=0.1456$ year. The results of $Z=6.39$ year⁻¹; $M=1.78$ year⁻¹; $F=4.61$ year⁻¹; and $E=0.65$. The exploitation rate in this study was greater than the optimum exploitation (E_{opt}), indicating an overfishing had occurred. The recruitment pattern of Bali sardine had two peaks a year, in February and July, where the recruitment in July was greater than February.*

Keywords: growth, population, *Sardinella lemuru*, Bali Strait

ABSTRAK

Sumber daya ikan lemuru paling banyak dieksploitasi oleh nelayan di Selat Bali sejak pukat cincin diperkenalkan di perairan tersebut pada 1972. Informasi tentang parameter populasi ikan lemuru di perairan tersebut masih sedikit diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menduga parameter populasi ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) hasil tangkapan pukat cincin yang didaratkan di Muncar. Pendugaan berdasarkan data panjang ikan lemuru yang dikumpulkan pada Agustus 2010-Desember 2011. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak FISAT II (versi 1.1.3). Pendugaan parameter pertumbuhan yang diperoleh adalah $L_{\infty} = 20,75$ cmFL, $K = 1,20$ per tahun, dan $t_0 = -0,1456$ tahun. Laju kematian total (Z) adalah 6,39 per tahun, kematian alami (M) adalah 1,78 per tahun, dan kematian akibat penangkapan (F) adalah 4,61 per tahun. Laju eksploitasi (E) 0,65. Pola rekrutmen ikan lemuru memiliki dua puncak dalam setahun, yaitu pada Februari dan Juli. Beberapa parameter populasi ikan lemuru menunjukkan bahwa perikanan lemuru telah mengalami kondisi lebih tangkap (*overfishing*).

Kata kunci: pertumbuhan, populasi, *Sardinella lemuru*, Selat Bali

PENDAHULUAN

Ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) merupakan salah satu jenis ikan pelagis kecil penting di Indonesia, terutama yang terkonsentrasi di Selat Bali yang relatif sempit. Perairan Selat Bali berbentuk corong dengan luas sekitar 2.500 km². Bagian utara merupakan bagian yang sempit dengan lebar

sekitar 2,5 km sedangkan lebar di bagian selatan sekitar 55 km. Kedalaman di bagian tengah selat sekitar 300 meter dan semakin dalam di bagian selatan selat yaitu sekitar 1.300 meter. Di bagian tengah terdapat gosong (wilayah yang dangkal) disebut Gosong Ratu.¹ Lemuru merupakan ikan pelagis yang mendiami perairan laut dangkal, hidup bergerombol, dan merupakan spesies

permukaan. Habitat yang cocok adalah perairan pantai. Jumlah populasi ikan lemuru yang paling besar di Indonesia didapatkan di Selat Bali sampai ke Nusa Tenggara Timur. Ikan-ikan lemuru selain terkonsentrasi di perairan Selat Bali juga tertangkap dalam jumlah kecil di perairan selatan Jawa Timur, seperti Grajagan, Puger,², dan di perairan Selat Madura.³

Perikanan lemuru berkembang sangat pesat sejak 1972.¹ Pesatnya perkembangan perikanan lemuru ini didukung pula oleh adanya pabrik-pabrik pemindangan, pengalengan ikan, dan pembuatan tepung ikan di dekat pusat pendaratan ikan seperti Muncar (Jawa Timur), Pengambengan, dan Kedonganan (Bali). Selain itu, melimpahnya produksi ikan lemuru juga dimanfaatkan untuk umpan dalam mendukung kegiatan perikanan pancing yang beroperasi di Samudra Hindia.

Ikan lemuru merupakan sasaran utama alat tangkap pukat cincin di perairan tersebut. Hasil tangkapan ikan lemuru pada tahun 2007 hingga 2011 sangat berfluktuasi dan tercatat mendominasi hingga 90% dari total hasil tangkapan. Menurut Purwanto,⁴ produksi ikan lemuru dipengaruhi oleh episode El Niño dan La Niña, yaitu hasil tangkapan meningkat pada episode El Niño dan menurun pada saat La Niña. Pada awal dekade 2000 produksi ikan lemuru menunjukkan pola meningkat hingga mengalami puncaknya pada tahun 2007 dengan 53.000 ton (data produksi KUD Mina Blambangan). Produksi lemuru kembali mengalami penurunan drastis hingga mengalami titik terendah yaitu hanya 2.700 ton pada 2011. Produksi tahun 2011 bahkan lebih kecil dibandingkan dengan 1986 yaitu produksi ikan lemuru adalah 3.200 ton dan dikatakan “menghilang”.⁵

Produksi ikan lemuru yang berfluktuasi tersebut perlu diteliti lebih lanjut dengan mengkaji lebih dalam tentang aspek pertumbuhan dan populasi. Kondisi populasi sangat penting agar kelestarian sumber daya ikan lemuru dapat dimanfaatkan secara berkesinambungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa parameter populasi ikan lemuru yang tertangkap di perairan Selat Bali.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di perairan Selat Bali dengan metode observasi langsung di lapangan berturut-turut pada Agustus 2010 hingga Desember 2011. Ikan diperoleh dari hasil tangkapan pukat cincin yang didaratkan di PPP Muncar, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Pengambilan contoh dilakukan secara acak melalui pengukuran sistematis dengan metode proporsional berdasarkan prosedur standar operasional menurut Suwarso.⁶ Data yang dikumpulkan adalah ukuran panjang cagak (*fork length*) dalam satuan sentimeter.

Analisis Data

Analisis data untuk mengetahui parameter populasi ikan lemuru dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) II.⁷ Modus sampel ikan setiap bulannya dianalisis dengan Modal Progression Analysis menurut metode Bhattacharya (1967) dalam Budihardjo, dkk.⁸ Parameter pertumbuhan panjang asimptotik (L_{∞}) dan parameter kurvatur (K) diketahui dengan metode Electric Length Frequency Analysis (ELEFAN) I dengan meliterasi rentang perkiraan nilai L_{∞} dan K hingga diperoleh nilai yang paling rasional. Sementara itu, t_0 diduga berdasarkan rumus empiris menurut Pauly (1983) dalam Lasso dan Luis⁹:

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

Starting sample yang digunakan adalah bulan Agustus 2010 dengan panjang permulaan (*starting length*) 13,25 cmFL. Program ELEFAN merupakan peranti dalam program perangkat lunak FiSAT yang berbasis data frekuensi panjang. Menurut Sparre dan Venema¹⁰, persamaan pertumbuhan berdasarkan formula Von Bertalanffy adalah:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (2)$$

Keterangan:

L_t = panjang ikan (cm) pada saat umur t (tahun)

L_{∞} = panjang asimptotik (cm)

e = bilangan natural (2,72)

K = konstanta kecepatan pertumbuhan ikan per tahun
 t = umur ikan dalam tahun
 t_0 = umur ikan hipotesis pada saat panjangnya 0 cm

Mortalitas total (Z) dianalisis dengan pendekatan kurva penangkapan yang dikonversikan ke panjang (*length converted catch curve analysis*). Pendekatan dilakukan dengan menggunakan input data parameter pertumbuhan (L_∞ dan K) dengan persamaan Beverton dan Holt (1986) dalam Sparre dan Venema¹⁰:

$$Z = \frac{K(L_\infty - \bar{L})}{\bar{L} - L'} \quad (3)$$

Keterangan:

K = koefisien kecepatan pertumbuhan per tahun

L_∞ = panjang asimptotik (cm)

$\bar{L}$ = rata-rata panjang ikan yang tertangkap (cm)

L' = panjang ikan pada penangkapan penuh (cm)

Untuk koefisien mortalitas alami (M) digunakan persamaan empiris Pauly (1980) dalam Sparre & Venema¹⁰:

$$\begin{aligned} \text{Log (M)} &= -0,0066 - 0,279 \text{ Log (} L_\infty) + 0,654 \\ &\text{Log (K)} + 0,4634 \text{ Log (T)} \end{aligned} \quad (4)$$

Keterangan:

M = mortalitas alami

L_∞ = panjang asimptotik ikan (cm)

K = Koefisien percepatan pertumbuhan

T = suhu rata-rata perairan (menurut Setyohadi³ 28°C)

Dalam menentukan nilai mortalitas alami (M) perlu dikoreksi dengan cara mengalikannya dengan konstanta sebesar 0,8 karena ikan lemuru tergolong famili clupeidae yang mempunyai sifat hidup membentuk gerombolan yang besar.¹¹ Mortalitas penangkapan (F) didapatkan dari pengurangan total mortalitas terhadap mortalitas alami ($F = Z - M$). Menurut Gayanillo *et al.*,⁷ upaya penangkapan (E) didapatkan dari pembagian mortalitas penangkapan dengan total mortalitas ($E = F/Z$). Rasio penangkapan akan mencapai optimal jika $E = 0,50$ artinya hasil tangkapan terhadap suatu populasi atau suatu stok ikan akan mencapai tangkapan yang lestari (*maximum sustainable yield*) jika mortalitas penangkapan sebesar mortalitas alami ($F = M$).¹²

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Pertumbuhan

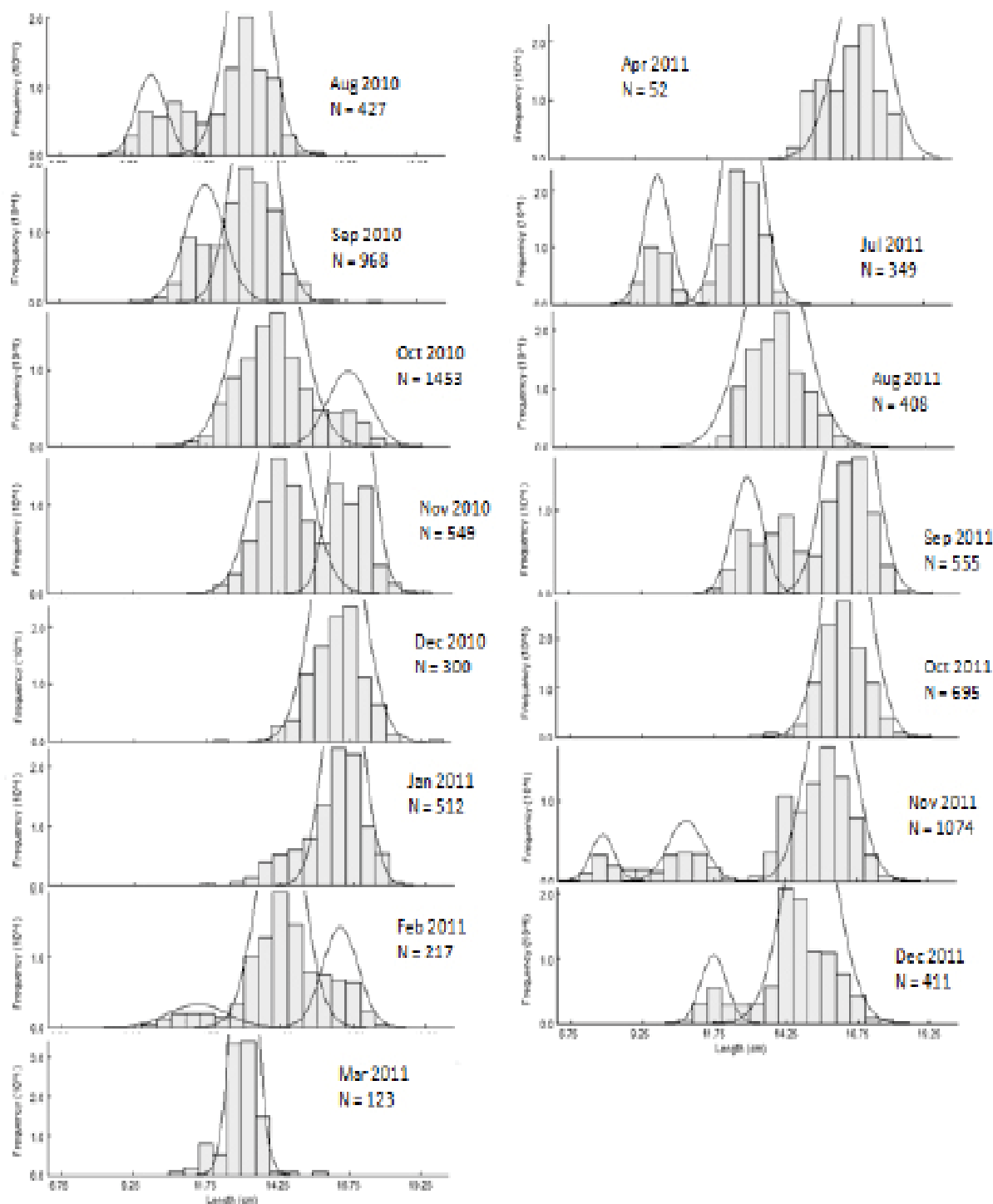
Hasil tangkapan selama penelitian menunjukkan bahwa ikan lemuru yang tertangkap memiliki ukuran panjang dengan nilai tengah berkisar 6,75-19,75 cm. Menurut Wudianto,¹³ ikan lemuru di Selat Bali dapat diklasifikasikan menjadi empat golongan berdasarkan ukurannya, yaitu (1) sempenit (lemuru berukuran panjang <11 cm) tertangkap sebanyak 5,1%; (2) protolan (lemuru berukuran panjang antara 11-15 cm) sebanyak 53,7%; (3) lemuru (lemuru berukuran panjang 15-18 cm) sebanyak 40,7%; dan (4) lemuru kucing (lemuru berukuran panjang >18 cm) sebanyak 0,5% (Gambar 1). Ikan lemuru kucing (>18 cm) tertangkap pada bulan Oktober hingga Desember sedangkan lemuru sempenit (< 11 cm) tertangkap pada bulan Juli dan November 2011.



Gambar 1. Sebaran ukuran contoh ikan lemuru di Selat Bali selama penelitian.

Ikan lemuru yang didaratkan di Muncar pada umumnya terdiri atas dua kelompok umur (kohort) yang berbeda. Pada bulan-bulan tertentu frekuensi panjang ikan lemuru terdiri dari 1 dan 3 kohort, tetapi intensitasnya sangat rendah. Panjang ikan lemuru pada kohort yang sama mengalami pergeseran menuju ukuran yang lebih besar dari bulan ke bulan (Gambar 2).

Beberapa penelitian lainnya menyatakan bahwa dalam satu stok jenis-jenis ikan pelagis kecil memiliki kohort umumnya lebih dari satu. Sutjipto, *et al.*¹⁴ dan Pet, *et al.*¹⁵ mendapatkan masing-masing ada dua kelas umur untuk ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) dan ikan tembang (*Sardinella fimbriata*) di Selat Madura. Demikian juga Setyohadi, dkk.¹⁶ mendapatkan jumlah kohort



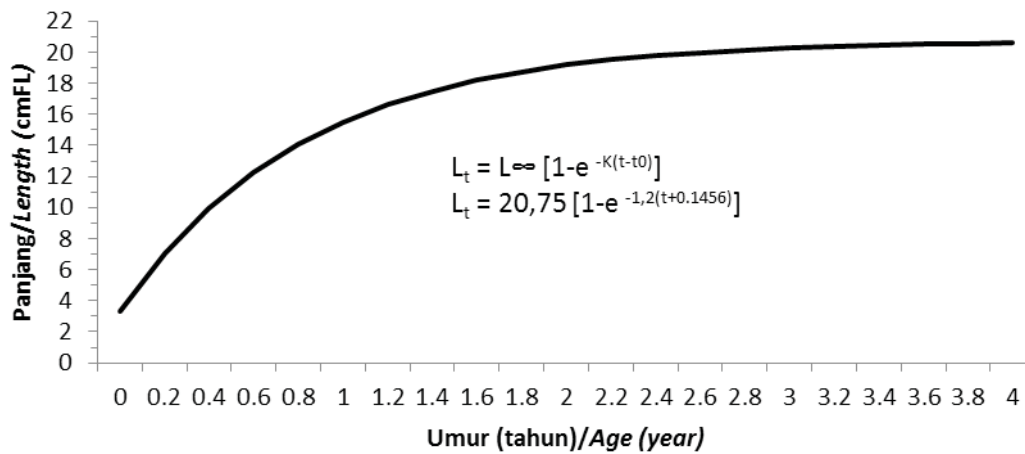
Gambar 2. Sebaran frekuensi kelas panjang ikan lemuru di Selat Bali.

ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) di Selat Bali ada dua kohort. Jumlah kohort lemuru lebih dari dua pada penelitian ini bisa saja terjadi, tetapi pada kohort dengan ukuran panjang yang kecil (ikan-ikan muda) masih belum tertangkap nelayan pukat cincin.

Parameter pertumbuhan ikan lemuru yang meliputi panjang asimptotik (L_{∞}) dan koefisien percepatan pertumbuhan (K) berturut-turut adalah $L_{\infty} = 20,75$ cmFL dan $K = 1,2$ per tahun. Nilai t_0 adalah $-0,1456$ tahun. Data tersebut menunjukkan kurva pertumbuhan menurut Von Bertalanfy ikan lemuru dalam penelitian ini adalah $L_t = 20,75 [1 - e^{-1,2(t+0,1456)}]$ (Gambar 3). Ukuran panjang asimptotik (L_{∞}) ikan lemuru pada penelitian ini 3% lebih pendek jika dibandingkan dengan hasil penelitian

Wudianto *et al.*¹³ Hasil penelitiannya menunjukkan ukuran panjang asimptotik (L_{∞}) yang dapat dicapai ikan lemuru adalah 20,99 cmFL, koefisien pertumbuhan (K) = 1,23 per tahun dan $t_0 = -0,1403$. Semakin pendeknya panjang asimptotik (L_{∞}) menunjukkan bahwa telah terjadi tekanan/ eksploitasi yang luar biasa terhadap ikan lemuru sehingga ukuran populasi ikan yang tertangkap semakin kecil dari tahun ke tahun.

Menurut Sparre dan Venema,¹⁰ nilai K merupakan suatu parameter yang menentukan seberapa cepat ikan mencapai panjang asimptotiknya (L_{∞}). Ikan yang memiliki koefisien pertumbuhan yang tinggi pada umumnya memiliki umur yang relatif pendek.¹⁷ Gambar 3 menunjukkan bahwa titik optimal pertumbuhan ikan lemuru adalah



Gambar 3. Kurva pertumbuhan ikan lemuru berdasarkan formula Von Bertalanfy.

Tabel 1. Parameter pertumbuhan ikan lemuru

L_{∞}	K (th ⁻¹)	t_0 (th ⁻¹)	Metode/ <i>Method</i>	Lokasi/ <i>Location</i>	Sumber/ <i>Author</i>
23,8 cmTL	0,50	- 0,0012	MCPA	Selat Bali	Dwiponggo*
21,5 cmTL	0,95	- 0,0153	MCPA	Selat Bali	Ritterbush*
21,2 cmTL	1,0056	- 0,3817	MCPA	Selat Bali	Sujastani & Nurhakim*
21,1 cmTL	0,80	-	ELEFAN I	Selat Bali	Dwiponggo <i>et al.</i> *
22,3 cmTL	0,85	-	ELEFAN I	Selat Bali	
22,5 cmTL	1,00	-	ELEFAN I	Selat Bali	
23,2 cmTL	1,28	-	ELEFAN I	Selat Bali	
21,4 cmTL	1,37	-	ELEFAN I	Selat Bali	
22,7 cmTL	0,961	-0,1789	ELEFAN I	Selat Bali	Budiharjo, <i>et al.</i> ⁸
21,1 cmTL	1,127	- 0,179	ELEFAN I	Selat Bali	Merta ¹¹
20,6 cmTL	1,0	- 0,2	ELEFAN I	Selat Madura	Merta & Badrudin ¹
24,0 cmTL	0,9	- 0,15	ELEFAN I	Selat Bali	Sutjipto, <i>et al.</i> ¹⁴
20,99 cmFL	1,23	-0,1403	ELEFAN I	Selat Bali	Setyohadi, <i>et al.</i> ¹⁶
22,1 cmTL	1,29	- 0,08	ELEFAN I	Selat Bali	Wudianto, <i>et. al.</i> ¹³
					Setyohadi ³

MCPA (*Model Class Progression Analysis*) ; **ELEFAN I** (*Electric Length Frequency Analysis*)

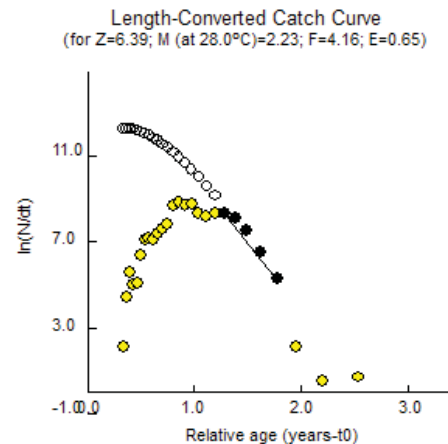
Sumber³

pada umur 2,6 tahun dan panjang 19,98 cmFL. Penelitian tentang parameter pertumbuhan ikan lemuru telah banyak dilakukan (Tabel 1). Nilai parameter pertumbuhan ikan lemuru cenderung mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Turunnya nilai parameter pertumbuhan disebabkan oleh kondisi biologis ikan dalam kaitannya dengan faktor-faktor lingkungan yang membentuk habitatnya. Selain itu, perbedaan nilai L_{∞} , K , dan t_0 juga disebabkan oleh penggunaan metode yang digunakan dalam menganalisis data.

Mortalitas

Dalam penelitian ini nilai laju mortalitas total (Z) adalah 6,39 per tahun ($M = 1,78$ per tahun dan $F = 4,61$ per tahun). Besarnya laju kematian total (Z) dalam penelitian ini lebih karena laju kematian akibat penangkapan (F) yang lebih besar daripada laju kematian alami (M). Laju kematian total (Z) dalam penelitian ini 2% lebih tinggi daripada hasil penelitian Setyohadi.³ Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa laju kematian total (Z) adalah 6,33 per tahun ($F = 4,03$ per tahun dan $M = 2,30$ per tahun) (Tabel 2).

Tingginya laju mortalitas akibat kegiatan penangkapan (F) menunjukkan bahwa tekanan terhadap stok sumber daya ikan lemuru sangat tinggi. Dalam penelitian ini diperoleh nilai laju eksploitasi (E) sebesar 0,65 (Gambar 4). Laju eksploitasi ini 23% lebih besar daripada laju eksploitasi optimal ($E > E_{opt}$). Kegiatan penangkapan ikan lemuru telah terjadi lebih tangkap (*overfishing*).



Gambar 4. Kurva hasil tangkapan yang dikonversikan ke panjang ikan lemuru.

Rekrutmen

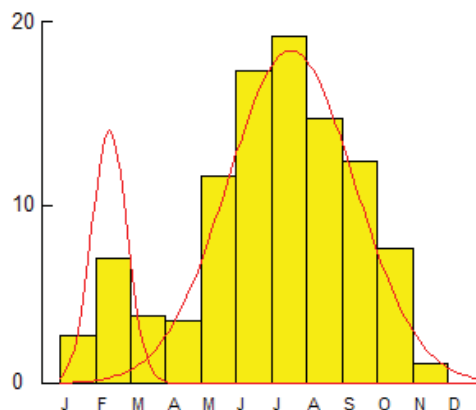
Pola rekrutmen ikan lemuru di Selat Bali terjadi sebanyak dua kali dalam setahun. Pola rekrutmen pertama terjadi pada bulan Januari hingga April dengan puncaknya pada Februari (6,86%). Pola rekrutmen kedua terjadi pada bulan Mei hingga November dengan puncaknya pada bulan Juli (19,16%) (Gambar 5). Hasil penelitian ini sama dengan beberapa penelitian sebelumnya. Menurut Merta dan Badrudin,¹ pola rekrutmen ikan lemuru memiliki dua puncak dalam setahun, yaitu bulan Desember dan Maret. Setyohadi³ menyatakan bahwa pola rekrutmen ikan lemuru terjadi dua kali dan mencapai puncaknya pada bulan Maret (16,4%) dan Agustus (16,1%). Dwiponggo dan Subani¹⁸ juga berpendapat bahwa pada akhir bulan Juli banyak ikan lemuru kecil yang tertangkap.

Tabel 2. Laju kematian total (Z), alami (M), dan penangkapan (F) ikan lemuru.

Z (th ⁻¹)	M (th ⁻¹)	F (th ⁻¹)	Lokasi/ <i>Location</i>	Sumber/ <i>Author</i>
1,4	0,8-0,9	0,5-0,6	Selat Bali	Ritterbush*
2,89	1,42	1,47	Selat Bali	Sujastani dan Nurhakim*
3,23	1,22	2,01	Selat Bali	Gumilar*
5,08	2,17	2,91	Selat Bali	Budiharjo, <i>et al.</i> ⁸
4,12	1,98	2,14	Selat Madura	Sutjipto, <i>et al.</i> *
4,48	1,00	3,38	Selat Bali	Merta*
4,82	1,00	3,80	Selat Bali	Merta dan Badrudin ¹
4,59	1,67	3,92	Selat Bali	Setyohadi, <i>et al.</i> *
6,33	2,30	4,03	Selat Bali	Setyohadi ³

Sumber³

Pola rekrutmen pertama yang puncaknya terjadi pada bulan Februari diduga berasal dari pemijahan bulan Juni–Juli pada tahun sebelumnya, sedangkan rekrutmen kedua yang puncaknya terjadi pada bulan Juli diduga berasal dari musim pemijahan pada bulan Februari pada tahun yang sama. Terjadinya rekrutmen sebanyak dua kali dalam setahun menyebabkan sumber daya ikan lemuru memiliki 2 kelompok umur (kohort).



Gambar 5. Pola rekrutmen ikan lemuru di Selat Bali

Tingginya rekrutmen pada bulan Juli lebih dipengaruhi oleh proses terjadinya *upwelling* di perairan Selat Bali. Menurut Salijo,¹⁹ proses *upwelling* di Selat Bali terjadi pada musim timur atau bulan April–Oktober yang ditandai dengan tingginya konsentrasi fosfat dan nitrat dalam zona eufotik sehingga mendukung perkembangan fitoplankton di perairan tersebut. Sementara itu, menurut Burhanuddin dan Praseno (1982) dalam Merta, *et al.*,²⁰ *upwelling* terjadi pada bulan Juli yang bertepatan dengan puncak rekrutmen kedua pada penelitian ini.

KESIMPULAN

Panjang asimptotik (L_{∞}) ikan lemuru semakin pendek dari tahun ke tahun menunjukkan adanya tekanan yang luar biasa terhadap sumber daya ikan lemuru. Diperkuat dengan nilai laju mortalitas total (M) dan laju eksploitasi (E) mengalami kenaikan. Tingkat pemanfaatan sumber daya ikan lemuru di Selat Bali telah mengalami kondisi lebih tangkap (*overfishing*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan penelitian Pengkajian Stok Sumber Daya Ikan Lemuru di Muncar, kerja sama Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia dengan Kerajaan Norwegia Tahun 2010–2011 yang dilaksanakan oleh Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan, Jakarta. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Wudianto atas arahan dalam proses pengumpulan dan analisis data; Prof. Gono Semiadi atas bimbingan dalam penyusunan karya tulis; dan tim enumerator yang telah membantu pengumpulan data lapangan untuk mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Merta, I.G.S dan Badrudin. 1992. Dinamika Populasi dan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Lemuru di Perairan Selat Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* (65): 1–9.
- ²Burhanuddin, M. H, S. Martosubroto dan R. Moeljanto. 1984. *Sumberdaya Ikan Lemuru*. Jakarta: LON-LIPI. 70 hal.
- ³Setyohadi, D. 2010. *Kajian Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Lemuru (Sardinella lemuru) di Selat Bali: Analisis Simulasi Kebijakan Pengelolaan 2008–2020*. Disertasi (tidak dipublikasikan). Program Pascasarjana Fakultas Pertanian. Malang: Universitas Brawijaya.
- ⁴Purwanto. 2011. Bio-Economic Optimal Levels of The Bali Strait Sardine Fishery Operating in a Fluctuating Environment. *Indonesian Fisheries Research Journal* 17(1): 1–12
- ⁵Merta, I.G.S. 1992. Beberapa Parameter Biologi Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) dari Perairan Selat Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* (67): 1–10.
- ⁶Suwarso. 2010. *Recording of Catch Landings and Fishery Modeling*. Sampling Procedure. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Balitbang Kelautan dan Perikanan.
- ⁷Gayanillo, F. C., P. Sparre, & D. Pauly. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II Revised Version: *User's Guide*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (<http://www.fao.org/docrep/009/y5997e/y5997e00.htm>.) Diakses pada 26 Maret 2010.

- ⁸Budihardjo, S., E. M. Amin, dan Rusmadji. 1990. Estimasi Pertumbuhan dan Tingkat Kematian Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) di Selat Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* (56): 79–90.
- ⁹Lasso, J dan Luis Z. 1999. Fisheries and Biology of *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) in The Pasific Coast of Colombia and Panama. *Scientia Marina* 63 (3-4): 387–399.
- ¹⁰Sparre, P. & S. C. Venema. 1999. *Introduksi Pengkajian Ikan Tropis. Buku 1: Manual*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta. Hlm. 438.
- ¹¹Merta, I.G.S. 1992. *Dinamika Populasi Ikan Lemuru, Sardinella lemuru Bleeker 1853. (Pisces: Clupeidae) di Perairan Selat Bali dan Alternatif Pengelolaannya*. Desertasi (Tidak diterbitkan). Bogor: Program Pasca Sarjana-IPB. 201 hal.
- ¹²Wouthuyzen, S., A. Suwartana, & O. K. Sumadhihargha. 1984. Studi tentang populasi ikan kuri merah, *Stolephorus heterolobus* (Ruppel) dan kaitannya dengan perikanan umpan di Teluk Ambon. *Oceanologi di Indonesia* 18: 1–20 ISSN 0125-9830.
- ¹³Wudianto, I.G.S. Merta, dan D.R. Monintja. 2002. Ukuran Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di PEairan Selat Bali Berdasarkan Waktu dan Daerah Penangkapan. *JPPI Edisi Sumberdaya dan Penangkapan* 8(1): 103–111.
- ¹⁴Sutjipto, D., D. Setyohadi, & A. Tumuljadi, 1992. *Oil Sardine Fisheries and Some Biological Parameters on Two Major Oil Sardines lemuru (*Sardinella longiceps*) and tembang (*Sardinella fimbriata*)*. Preliminary Report. LUW-UNIBRAW-FISH-PROJECT. Malang. Indonesia.
- ¹⁵Pet, J.S., W.L.T. van Densen, M.A.M. Machiels, M. Sukkel, and D. Setyohadi, 1997b. Length Based Analysis of Population Dynamics And Stock Identification In The Sardin Fisheries Around East Java, Indonesia. *Fisheries Research* 31: 107–120 .
- ¹⁶Setyohadi, D., D. Sutjipto, & D.G.R. Wiadnya, 1998. Dinamika populasi ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) serta Alternatif Pengelolaannya. *Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Hayati* 10(1): 91–104.
- ¹⁷Pauly, D. 1980. On The Interrelationships Between Natural Mortality, Growth Parameters, and Mean Environmental Temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*. 39 (2): 175–192.
- ¹⁸Dwiponggo, A. dan W. Subani. 1971. Masalah Perikanan Lemuru dan Bagan di Selat Bali. *Laporan Penelitian Perikanan Laut* 019. Hal: 92–122. Gayanillo, FC. J.R., P. Sparre, D. Pauly, 2002. *FISAT II User's Guide*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Rome.
- ¹⁹Salijo, B. 1973. Keadaan Oseanografi daerah-daerah penangkapan ikan lemuru di Selat Bali. *Laporan Penelitian Perikanan Laut* 042. Hal: 1–17.
- ²⁰Merta, I.G.S., K. Widana, Yunizal, dan R. Basuki. 2000. *Status of The Lemuru Fishery in Bali Strait; its Development and Prospect*. Fish Code Management; Papers Presented at The Workshop on The Fishery and Management of Bali Sardinella (*Sardinella lemuru*) in Bali Strait. FAO. 1–41 p.