



PARAMETER POPULASI UDANG JERBUNG (*Penaeus merguensis*) YANG DI DARATKAN DI TPI SUNGAI KAKAP KALIMANTAN BARAT

Jumadi Sudarso¹, Reza Alnanda¹, dan Sadri¹

¹Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia.

Email: alnandareza@gmail.com

ABSTRAK

Udang Jerbung (*Penaeus merguensis*) merupakan salah satu jenis udang yang bernilai ekonomis yang banyak ditemukan di Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. Tingginya permintaan pasar menyebabkan penurunan jumlah stok di alam, hal ini ditandai dengan ukuran udang jerbung yang tertangkap lebih kecil dari ukuran pertama kali pematangan gonadnya. Perhitungan dugaan stok udang jerbung dilakukan untuk menduga jumlah stok udang yang ada di alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter populasi udang jerbung (*Penaeus merguensis*) di perairan sungai Kakap, Provinsi Kalimantan Barat. Stok udang jerbung dapat diduga menggunakan beberapa parameter, yaitu: pertumbuhan, ukuran pertama kali matang gonad, ukuran pertama kali tertangkap mortalitas dan laju eksploitasi dan nisbah kelamin. Analisis pendugaan pematangan gonad dan ukuran pertama kali udang tertangkap menggunakan metode Spearman-Kärber. Hasil penelitian menunjukkan pendugaan ukuran pertama kali matang gonad (L_m) udang jerbung adalah 33.2 mm, sedangkan ukuran pertama kali tertangkap (L_c) adalah 27.7 mm, laju eksploitasi sebesar 0.74 atau 74%. Nilai L_c yang lebih kecil dari L_m (L_c < L_m) menjadi indikator terjadinya *biological overfishing* udang jerbung di Sungai Kakap.

Kata Kunci: Parameter populasi, *Penaeus merguensis*, sungai Kakap, udang jerbung

PENDAHULUAN

Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya merupakan wilayah pengolahan perikanan dan penghasil sumber daya laut terbesar kedua di Provinsi Kalimantan Barat. Menempati wilayah WPP711 yang meliputi Laut Cina Selatan, Laut Natuna dan Selat Karimata dengan luas perairan 550.000 km², menempatkan Sungai Kakap menjadi daerah yang kaya akan keanekaragaman hayati (*biodiversity*) laut, salah satunya adalah Udang Jerbung (*Penaeus merguensis*).

Udang Jerbung (*Penaeus merguensis*) merupakan salah satu komoditas penting di Perairan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu

Raya, Kalimantan Barat. Hal ini dapat dilihat permintaan dan nilai ekonomi yang terus meningkat. Penangkapan Udang Jerbung di Indonesia di setiap tahunnya terus mengalami peningkatan. Menurut DJPT (2014), jumlah hasil tangkapan udang jerbung yang terus meningkat dari tahun 2005 sebesar 61.950 ton menjadi 78.247 ton pada tahun 2013.

Panjang pertama kali udang jerbung tertangkap (L_c) di Perairan Kalimantan Barat dengan Lampara Dasar lebih kecil dari pada panjang pertama kali Udang Jerbung matang gonad (L_m) (Kamberan, 2013). Udang jerbung (*Penaeus merguensis*) merupakan salah satu udang yang bernilai ekonomi. Apabila

kegiatan eksploitasi terhadap sumberdaya udang jerbung secara terus menerus dengan pemanfaatan yang tidak terkontrol maka ketersediaan udang jerbung di alam akan mengalami penurunan yang signifikan. Dugaan ini terlihat dari gejala yang ditemukan antara lain: ukuran udang pertama kali tertangkap lebih kecil dari ukuran pertama kali matang gonadnya (Kamberan, 2013). Menyadari nilai ekonomis udang jerbung dan juga untuk mempertahankan stok yang ada di alam, maka sudah seharusnya dilakukan pengukuran parameter populasi udang jerbung (*Penaeus merguensis*) yang di daratkan di TPI Sungai Kakap, Kalimantan Barat. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi agar dapat menjamin kelestarian sumberdaya udang jerbung di masa mendatang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter populasi udang jerbung (*Penaeus merguensis*) diperairan sungai Kakap, Provinsi Kalimantan Barat.

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian yang digunakan adalah udang jerbung dan es batu. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi: sarung tangan latek, alat bedah, timbangan digital dengan skala terkecil 0,01 gram untuk pengukuran bobot tubuh, kaliper digital (skala terkecil 0,01 mm), nampa, kamera digital, *data sheet* dan alat tulis. Penelitian dilakukan selama 5 bulan dengan interval waktu pengambilan contoh selama satu bulan.

Udang jerbung yang digunakan berasal dari hasil tangkapan nelayan Lampara Dasar di perairan Sungai Kakap yang didaratkan di TPI Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Analisis sampel dilakukan di Workshop Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Politeknik Negeri Pontianak.

Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan menggunakan *survey* lapang untuk mendapatkan gambaran yang dapat mewakili kondisi biologi dan stok udang jerbung di perairan Sungai Kakap. Data yang dikumpulkan berupa data primer. Data primer diperoleh dengan teknik Penarikan Contoh Acak Berlapis (PCAB). Contoh dari masing-masing tumpukan dipilih secara acak dengan ukuran udang yang beragam (kecil, sedang dan besar). Udang yang diamati hanya hasil tangkapan Lampara Dasar yang beroperasi di perairan Sungai Kakap dan didaratkan di TPI Sungai Kakap.

Metode Analisis Data

Laju mortalitas total (Z) dapat diduga dari kurva hasil tangkapan yang dikonversikan ke data komposisi panjang yang dilinearakan sesuai dengan pernyataan Sparre dan Venema (1999) dengan langkah-langkah: mengkonversikan data panjang ke data umur dengan menggunakan inverse persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy.

$$t(L) = t_0 - \left(\frac{1}{K} \times \ln \left(1 - \frac{L}{L_\infty} \right) \right)$$

Selanjutnya menghitung waktu yang diperlukan ikan untuk tumbuh dari L1 hingga ke L2 (Δt).

$$\Delta t = t(L_2) - t(L_1) = \left(\frac{1}{K} \times \ln \left(1 - \frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right) \right)$$

Langkah ketiga adalah menghitung $t + \left(\frac{\Delta t}{2} \right)$ yakni melalui persamaan:

$$t \frac{(L_1 + L_2)}{2} = t_0 - \left(\frac{1}{K} \times \ln \left(1 - \frac{L_1 + L_2}{2L_\infty} \right) \right)$$

Persamaan tersebut diturunkan, kurva hasil tangkapan yang dilinearakan kemudian dikonversikan ke panjang:

$$\ln \frac{C(L_1, L_2)}{\Delta t(L_1, L_2)} = c - Z t \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right)$$

Berdasarkan persamaan di atas didapat $t \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right)$ sebagai absis (x) dan $\ln \frac{C(L_1, L_2)}{\Delta t(L_1, L_2)}$ sebagai kordinat (y). Penentuan laju mortalitas alami diduga dengan menggunakan rumus empiris Pauly (1980) in Sparre dan Venema (1999) dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \ln M = & -0.152 - (0.279 \times \ln L_\infty) \\ & + (0.6543 \times \ln K) \\ & + (0.463 \times \ln T) \end{aligned}$$

Keterangan:
M = mortalitas alami
L ∞ = panjang asimptotik pada persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy
T = rata-rata suhu permukaan tahunan ($^{\circ}$ C)

Laju mortalitas penangkapan (F) dapat diduga dengan menggunakan persamaan:

$$F = Z - M$$

Laju eksploitasi (E) ditentukan dengan membandingkan laju mortalitas penangkapan (F) dengan laju mortalitas total (Z) (Pauly 1984):

$$E = \frac{F}{F + M} = \frac{F}{Z}$$

Menurut Gulland (1971) dalam Pauly (1984): laju mortalitas penangkapan (F) atau laju eksploitasi optimum adalah: F optimum = M dan E optimum = 0,5

Penentuan panjang udang pertama kali matang gonad (Lm) menggunakan sebaran frekuensi proporsi gonad yang telah matang gonad (King, 1995). Ukuran pertama kali matang gonad dihitung menggunakan persamaan Spearman-Kärber yang dikembangkan oleh Udupa (1986):

$$m = x_k + \frac{d}{2} - \left(d \sum P_i \right)$$

Keterangan :
m = logaritma dari kelas panjang pada kematangan pertama
d = selisih logaritma dari pertambahan nilai tengah panjang
k = jumlah kelas panjang
x_k = logaritma nilai tengah panjang dimana ikan matang gonad (atau dimana p_i = 1)

Mengantilogkan persamaan di atas, maka Lm dapat diduga. Jika $\alpha = 0,05$ maka batas-batas kepercayaan 95% dari (m) = Antilog $\left(m \pm 1,96 \pm \sqrt{x^2 \left(\frac{P_i - Q_i}{N_i - 1} \right)} \right)$

Panjang ikan pertama kali tertangkap (Lc) dihitung menggunakan metode kantung berlapis (*covered condense method*) yang hasil perhitungannya akan membentuk kurva ogif berbentuk sigmoid. Panjang ikan pertama kali boleh ditangkap diduga melalui metode Beverton dan Holt (1957) dalam Sparre dan Venema (1999) :

$$SL = \frac{1}{a + \exp(a - b \times L)}$$

Keterangan :
SL = merupakan nilai estimasi
L = nilai tengah panjang kelas (mm)
a dan b = konstanta

Sehingga nilai a dan b dapat dihitung melalui dugaan regresi linear:

$$\ln \left(\frac{1}{SL_c} - 1 \right) = a - b \times L$$

Keterangan :
L = nilai tengah panjang kelas (mm)

adapun Lc dapat dihitung melalui :

$$L_c = \frac{-a}{b}$$

Keterangan:
Lc = panjang ikan pertama kali tertangkap (mm)
a dan b = konstanta

HASIL DAN PEMBAHASAN

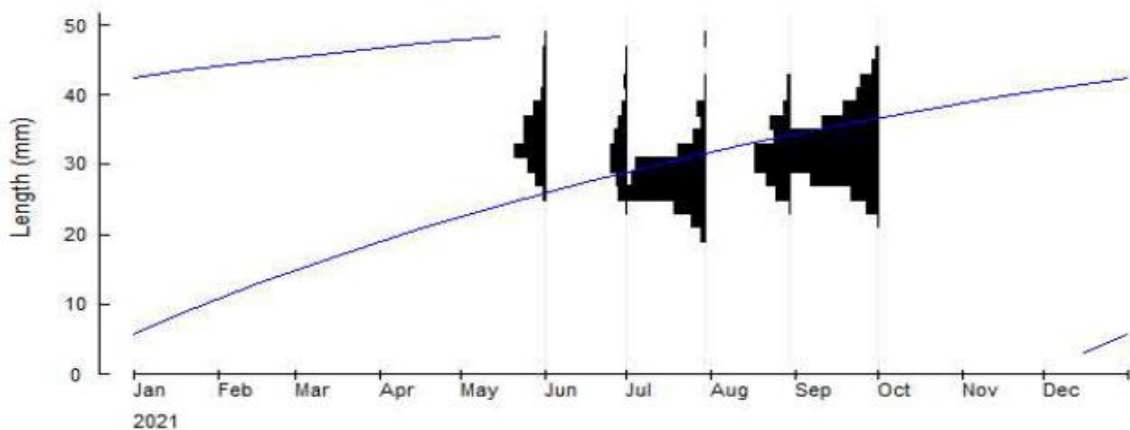
Parameter Pertumbuhan

Analisis parameter pertumbuhan udang jerbung terdiri atas koefisien pertumbuhan (K), panjang asimtotik (L_{∞}), dan umur teoritis ikan pada saat panjang sama dengan nol (t_0). Udang jerbung memiliki koefisien pertumbuhan pada (Tabel 1). Persamaan pertumbuhan model Von Bertalanfy udang jerbung gabungan adalah $L_t = 60 (1 - e^{-1.13(t+0.75)})$. Kurva Pertumbuhan

udang jerbung di Sungai Kakap disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Parameter pertumbuhan udang jerbung (*Penaeus merguensis*) di Sungai Kakap

Parameter pertumbuhan		
L_{∞} (mm)	K (tahun ⁻¹)	t_0 (tahun)
60,00	1,13	-0,75



Gambar 1. Kurva pertumbuhan udang jerbung (*Penaeus merguensis*) di Sungai Kakap

Ukuran Pertama Kali Matang Gonad Dan Ukuran Pertama Kali Tertangkap

Ukuran awal kematangan gonad merupakan salah satu parameter yang penting dalam penentuan ukuran terkecil udang yang ditangkap atau yang boleh ditangkap. Pendugaan ukuran pertama kali matang gonad merupakan salah satu cara untuk mengetahui perkembangan populasi dalam suatu perairan. Berkurangnya populasi udang di Sungai Kakap dimasa mendatang dapat terjadi karena udang yang tertangkap adalah udang yang akan memijah atau udang yang belum memijah, sehingga tindakan pencegahan diperlukan.

Udang jerbung yang tertangkap dan belum mencapai ukuran pertama kali matang gonad, memiliki estimasi terjadinya *recruitment overfishing*. Berdasarkan hasil perhitungan

pendugaan ukuran pertama kali matang gonad dengan metode Spearman-Karber, ukuran pertama kali matang gonad (L_m) Udang jerbung adalah 33,2 mm. Ukuran pertama kali tertangkap (L_c) Udang jerbung adalah 27,7 mm (Gambar 2).

Mortalitas dan Laju Eksploitasi

Hasil Mortalitas dalam suatu populasi dapat disebabkan karena faktor alami (M) dan faktor penangkapan (F). Mortalitas total (Z) merupakan penjumlahan dari mortalitas alami dan mortalitas yang terjadi karena aktivitas penangkapan. Mortalitas penangkapan udang jerbung memiliki nilai lebih tinggi daripada mortalitas alaminya. Nilai mortalitas alami udang jerbung sebesar 0,36/tahun, sedangkan nilai mortalitas tangkapan udang jerbung sebesar 4,02/tahun. Laju eksploitasi udang

jerbung di sungai Kakap sebesar 0,74 (Tabel 2), hal ini menunjukkan bahwa faktor kematian udang jerbung di perairan Sungai Kakap didominasi oleh aktivitas penangkapan.

Tabel 2. Mortalitas dan laju eksploitasi udang jerbung (*P. merguensis*) di Sungai Kakap

Spesies	Parameter			(E)
	(M) (Tahun ⁻¹)	(F) (Tahun ⁻¹)	(Z) (Tahun ⁻¹)	
<i>P. merguensis</i>	0,36	4,02	5,46	0,74

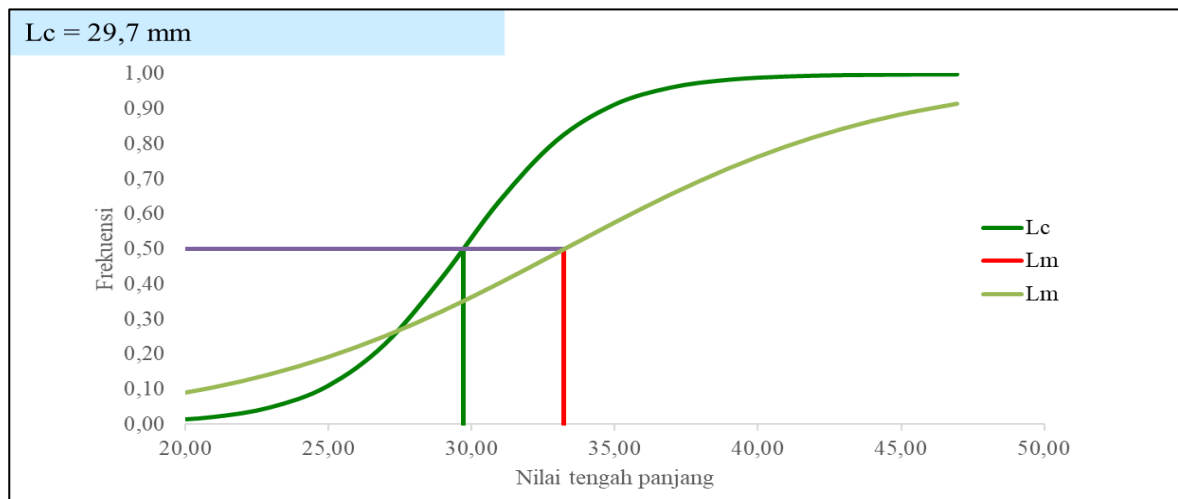
Nisbah Kelamin

Nisbah kelamin merupakan perbandingan jumlah udang jantan dan betina yang tertangkap. Penentuan jenis kelamin udang jerbung dilakukan secara morfologi. Pada setiap pengambilan contoh dapat terlihat bahwa jumlah udang jerbung jantan lebih banyak dari pada udang jerbung betina. Jumlah

udang jerbung betina yang diamati sebanyak 1.373 ekor dan 1.704 ekor ikan jantan. Perbandingan antara udang jerbung jantan dan betina sebesar 1 : 0,81 (Tabel 3). Secara keseluruhan dari hasil uji *Chi square* dengan nilai χ^2 tabel 3.84 udang jerbung jantan dan betina menunjukkan bahwa rasio dalam keadaan tidak 1:1.

Tabel 3. Nisbah kelamin Udang Jerbung (*Penaeus merguensis*) di Sungai Kakap

Pengambilan contoh	n	Jumlah (n)		Nisbah Kelamin (Betina : Jantan)
		jantan	betina	
Mei	331	192	139	1 : 0,72
Juni	225	139	86	1 : 0,62
Juli	540	281	259	1 : 0,92
Agustus	461	271	190	1 : 0,70
September	1.520	821	699	1 : 0,85
Total	3.077	1.704	1.373	1 : 0,81



Gambar 2. Ukuran pertama kali matang gonad dan ukuran pertama kali tertangkap udang jerbung (*Penaeus merguensis*) di Sungai Kakap

Pembahasan

Hasil Panjang maksimum udang jerbung yang tertangkap pada saat penelitian sebesar 49,82 mm. Penentuan umur harus menggunakan contoh udang jerbung yang

banyak dengan selang waktu yang cukup lama yang diperoleh dari hasil tangkapan awal, sehingga dapat diketahui kelompok umur yang pertama (Sparre dan Venema, 1999). Frekuensi panjang karapas udang jerbung

paling banyak ditemukan pada selang kelas 29,0–30,0 mm.

Penentuan kelompok umur dilakukan untuk melihat posisi dan perubahan posisi masing-masing kelompok ukuran panjang. Analisis identifikasi kelompok umur berguna untuk mengetahui jumlah kohort (kelompok umur) dalam suatu stok. Pada umumnya identifikasi kelompok umur udang di perairan tropis menggunakan analisis frekuensi panjang. Oleh karena itu pendugaan stok udang tropis menggunakan analisis frekuensi panjang total ikan (Sparre dan Venema, 1999). Hasil penelitian menunjukkan adanya pertumbuhan udang jerbung, yang ditandai dengan pergeseran modus ke arah kanan pada bulan Agustus, September dan Oktober.

Berdasarkan hasil analisis, koefisien pertumbuhan (K) udang jerbung sebesar 1,13. Hal ini menunjukkan udang jerbung lebih cepat mencapai ukuran asimtotiknya. Semakin cepat laju pertumbuhannya, maka akan semakin cepat pula ikan tersebut mencapai panjang asimtotiknya dan akan cepat mengalami kematian (Sparre dan Venema, 1999). Semakin rendah nilai K maka semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh spesies tersebut untuk mendekati panjang asimtotiknya. Effendie (2002) menyatakan, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah: jumlah dan ukuran makanan yang tersedia, suhu, oksigen terlarut, faktor kualitas air, umur dan ukuran ikan. Nilai L_{∞} , K , dan t_0 udang jerbung di lokasi penelitian lain dapat dilihat pada Tabel 1.

Ukuran pertama kali matang gonad merupakan salah satu aspek biologi yang perlu diketahui dalam memanfaatkan suatu sumberdaya udang jerbung. Informasi tersebut dapat dijadikan sebagai dasar pengelolaan yakni: pada ukuran panjang tertentu harus membiarkan sejumlah ikan untuk melakukan perkembangbiakan sehingga kelestarian

sumber dayanya tetap terjaga (Krissunari dan Hariati, 1994). Berdasarkan hasil perhitungan, ukuran pertama kali matang gonad (L_m) udang jerbung sebesar 33,2 mm.

Menurut Udupa (1986), proses perkembangbiakan ikan dimulai pada saat mencapai tingkat kematangan gonad di ukuran tertentu. Tercapainya ukuran tersebut, dipengaruhi oleh faktor lingkungan, ekologi dan ciri-ciri biologi ikan itu sendiri. Selain itu, faktor makanan juga mempengaruhi, sehingga apabila ikan muda yang belum matang gonad mengkonsumsi makanan dalam jumlah banyak, maka ikan tersebut akan lebih cepat tumbuh dan mencapai kematangan gonad pada panjang tertentu (Nikolsky 1969). Menurut Effendie (2002), ukuran dan umur ikan pada saat pertama kali matang gonad tidak sama antara satu spesies dan spesies lainnya. Bahkan, ikan-ikan yang berada pada spesies yang sama juga akan berbeda jika berada pada kondisi dan letak geografis yang berbeda.

Panjang pertama kali tertangkap adalah panjang udang yang ke-50% dari ikan tertangkap di suatu perairan. Ukuran pertama kali tertangkap dihitung menggunakan data frekuensi dan selang kelas panjang. Analisis panjang pertama kali tertangkap untuk udang jerbung yang didaratkan di PPI Sungai Kakap sebesar 27,7 mm. Berdasarkan nilai L_m dan L_c , udang jerbung yang didaratkan di TPI Sungai Kakap diketahui sudah mengalami *biological overfishing*. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya ikan yang tertangkap masih dibawah ukuran ikan pertama kali tertangkap (L_c) dan ukuran pertama kali matang gonad (L_m).

Mortalitas udang jerbung akibat penangkapan (F) lebih besar dari pada mortalitas alaminya (M). Nilai mortalitas keseluruhan (Tabel 2) menunjukkan bahwa kematian udang jerbung disebabkan oleh aktivitas penangkapan, artinya tingkat

pemanfaatan udang jerbung didaratkan di Pelabuhan Perikanan Sungai Kakap termasuk tinggi. Hal ini dikarenakan tingginya intensitas penangkapan yang dilakukan oleh alat tangkap yang menangkap udang jerbung yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Sungai Kakap. Tingginya laju mortalitas yang diakibatkan karena penangkapan (F) menunjukkan adanya tekanan terhadap stok sumberdaya sangat tinggi (Wudji *et al.*, 2012). Menurut Ahmad (2000) dalam Suwarso *et al.* (2015) kematian akibat penangkapan pada umumnya dipengaruhi oleh jumlah alat tangkap dan intensitas penangkapan. Semakin banyak jumlah alat tangkap dan peningkatan intensitas, semakin besar koefisien kematian akibat penangkapan. Tingginya mortalitas penangkapan dibandingkan mortalitas alaminya sebagai indikator terjadinya kondisi *growth overfishing*, yaitu ikan berumur muda lebih banyak tertangkap dibandingkan ikan berumur tua (Sparee dan Venema, 1999).

Laju eksploitasi (E) sangat dipengaruhi oleh laju mortalitas penangkapan (F). Semakin tinggi tingkat laju mortalitas penangkapan (F) maka akan semakin tinggi pula laju eksploitasi (E). Berdasarkan hasil penelitian nilai laju eksploitasi (E) udang jerbung sebesar 0,74 (Tabel 2), artinya bahwa 74% kematian udang jerbung di perairan Sungai Kakap merupakan akibat dari penangkapan. Menurut Gulland (1983) bahwa laju eksploitasi optimum suatu sumberdaya ialah 0,5. Berdasarkan analisis mortalitas dan laju eksploitasi, udang jerbung di perairan Sungai Kakap telah mengalami eksploitasi berlebih (*overexploited*) karena telah melebihi laju eksploitasi optimal. Tingginya tingkat eksploitasi pada udang jerbung disebabkan oleh adanya permintaan udang jerbung yang tinggi di perairan Sungai Kakap, sehingga menurunkan mortalitas alaminya. Spesies yang dieksploitasi akan berdampak pada tereduksinya ikan-ikan

dewasa sehingga ikan-ikan dewasa tersebut lebih dulu ditangkap oleh aktivitas penangkapan sebelum sempat untuk memijah minimal sekali dalam siklus hidupnya (King, 1995). Hal tersebut mengakibatkan tidak adanya rekrutmen yang masuk ke dalam stok sehingga mengakibatkan stok udang akan menipis

Nisbah kelamin merupakan perbandingan jumlah udang jerbung jantan dan betina yang tertangkap. Perbandingan antara udang jerbung jantan dan betina sebesar 1:0,81. Pada setiap pengambilan contoh terlihat bahwa jumlah udang jerbung jantan lebih banyak dari pada udang jerbung betina. Secara keseluruhan, dari hasil uji *Chi square* udang jerbung jantan dan betina menunjukkan rasio dalam keadaan tidak 1:1. Ketidak seimbangan jumlah ikan ada hubungannya dengan kebiasaan makan, pemijahan atau migrasi dari setiap jenis ikan (Ball dan Rao, 1984). Dalam pemijahan setiap spesies didapatkan rasio kelamin ikan yang berbeda tetapi mendekati 1:1 (Effendie, 2002). Nisbah kelamin udang jerbung jantan dan betina adalah 1 : 0,61, hal ini menunjukkan bahwa perbandingan antara jumlah udang jerbung jantan dan betina berada dalam kondisi tidak 1:1. Tidak 1:1 udang jerbung dengan TKG (Tingkat Kematangan Gonat) IV dapat terjadi karena pada saat bukan bulan pemijahan distribusi ikan jantan dan betina tidak berada dalam satu area (Burhanuddin *et al.*, 1974).

KESIMPULAN

Parameter penduga populasi yaitu: parameter pertumbuhan, mortalitas dan laju eksploitasi. Panjang maksimum hasil penangkapan udang jerbung yaitu 49,82, sedangkan parameter pertumbuhan sebesar 1,13, dan mortalitas sebesar 0,74 atau 74%. Hasil penelitian udang jerbung di Sungai Kakap, Provinsi Kalimantan Barat

menunjukkan bahwa ukuran pertama kali matang gonad (Lm) sebesar 33,2 mm, sedangkan panjang pertama kali tertangkap (Lc) 27,7 mm, yang artinya (Lc < Lm), hal tersebut menjadi indikator *biological overfishing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ball DV. and Rao KV. 1984. *Marine fisheries of India*. Tata McGraw. New Delhi.
- Burhanuddin, Hutomo M., Martosewojo S., dan Djamali A. 1974. Beberapa aspek biologi ikan lemuru *Sardinella sirm* (Walbaum) di perairan Pulau Panggang. *Oceanologi di Indonesia* Vol. 2(1):17-25.
- DJPT. 2014. *Statistik perikanan tangkap menurut wilayah pengelolaan perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-NRI) 2005-2013*.
- Effendie MI. 1997. *Biologi perikanan*. Penerbit Yayasan Pusaka Nusatama. Yogyakarta.
- Effendie MI. 2002. *Biologi perikanan*. Penerbit Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta.
- Gulland JA. 1983. *Fish Stock Assesment. A Manual of Basic Methods*. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Kembaren DD. 2013. Asepk biologi udang putih (*Penaeus merguensis* De Hann) di perairan Pemangkat, Kalimantan Barat. *Widya riset LIPI* Vol. 6(3): 371-376.
- King M. 1995. *Fisheries biology, assessment, and management*. Fishing News Books. London.
- Nikolsky GV. 1969. *Fish Population Dynamic* Oliver and Edinburg.
- Pauly D. 1984. *Some Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome.
- Sparre P. and Venema S. 1999. *Introduction to Tropical Fish Stock Assesment. (Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis*. Alih bahasa: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan). Buku 1: Manual. Badan Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Suwarso, Fauzi M., Zamroni M., Kuswoyo A. dan Yahya F. 2015. *Kapasitas Penangkapan Pukat Cincin di Perairan Selat Malaka (Studi Kasus Pukat Cincin Tanjung Balai)*. Status Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil di Perairan WPP 571 Selat Malaka. Ref Grafika. Jakarta.
- Udupa KS. 1986. Statistical method of estimating the size of first maturity in fish. *Fishbyte* 4(2): 8–11.
- Wudji A., Suwarso, dan Wudianto. 2013. Biologi reproduksi dan musim pemijahan ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di perairan Selat Bali. *Bawal, J Widya Riset Perikanan Tangkap* 5(1) : 49-57.