

## **ANALISIS TINGKAT PEMANFAATAN SUMBERDAYA IKAN TUNA DENGAN METODE SPWANING POTENTIAL RATIO DI PERAIRAN SENDANGBIRU**

### ***THE ANALYSIS OF TUNA RESOURCE UTILIZATION LEVEL WITH SPAWNING POTENTIAL RATIO METHOD IN SENDANGBIRU WATERS***

**Made Mahendra Jaya\*, Budy Wiryawan, dan Domu Simbolon**

Program Studi Teknologi Perikanan Laut, Institut Pertanian Bogor

\*E-mail: [mademahendrajaya@gmail.com](mailto:mademahendrajaya@gmail.com)

#### **ABSTRACT**

*High market demand for tuna drives the increasing intensity of tuna fishery in Sendangbiru waters. This occurs also in almost all of Indonesian waters. High intensity of tuna fishing especially in Southern Java will threaten the preservation and sustainability of tuna resource. The decreasing trend of CPUE occurred in the last 3 years (2013-2015) indicates that the exploitation rate of tuna resources in Sendangbiru was over fishing. This study aims to assess the status of tuna resources due to fishing in Sendangbiru. The method used in this research is length based spawning potential ratio approaches or LB-SPR. Results from this study showed that the utilization of tuna resources in Sendangbiru is already at the level of over-exploited as shown by SPR value of 16.98 (less than 20%).*

**Keywords :** decreasing trend of CPUE, LB-SPR, Tuna fisheries

#### **ABSTRAK**

Tingginya permintaan pasar terhadap ikan tuna menyebabkan meningkatnya intensitas penangkapan ikan tuna di perairan Sendangbiru. Tingginya intensitas penangkapan ikan tuna juga terjadi di hampir seluruh perairan Indonesia. Tingginya intensitas penangkapan ikan tuna khususnya di daerah Selatan Jawa dikhawatirkan akan mengancam kelestarian dan keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya ikan tuna. Tren penurunan CPUE yang terjadi selama 3 tahun terakhir (2013-2015) mengindikasikan bahwa tingkat eksploitasi sumberdaya ikan tuna di daerah Sendangbiru sudah berada pada tingkat *over fishing*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai status sumberdaya ikan tuna akibat kegiatan penangkapan di perairan Sendangbiru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah LB-SPR (*Length-Based Spawning Potential Ratio*) atau pendekatan panjang untuk mengetahui potensi pemijahan suatu spesies. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan tuna di perairan Sendangbiru sudah berada pada level *over-exploited* yang ditunjukkan dari nilai SPR yang diperoleh sebesar 16,98 % (kurang dari 20%).

**Kata Kunci :** perikanan tuna, penurunan CPUE, LB-SPR

### **I. PENDAHULUAN**

Pemanfaatan sumberdaya ikan tuna di perairan selatan Jawa yakni di Samudera Hindia sudah berlangsung sejak lama. Kegiatan pemanfaatan sumberdaya tuna telah memberikan kontribusi yang besar bagi sektor perikanan di Indonesia. Ikan tuna merupakan ikan pelagis besar yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan memiliki pangsa pasar ekspor yang sangat luas. Kebutuhan dan tingginya permintaan pasar terhadap ikan

tuna menyebabkan intensitas penangkapan ikan ini semakin meningkat. Peningkatan intensitas penangkapan ikan tuna terjadi di seluruh wilayah perairan Indonesia. Tingginya intensitas penangkapan ikan tuna khususnya di daerah Selatan Jawa dikhawatirkan akan mengancam kelestarian dan keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya ikan tuna.

Salah satu daerah di selatan Pulau Jawa yang merupakan penghasil tuna terbesar adalah pada daerah Sendangbiru di Kabupaten Malang. Daerah Sendangbiru

merupakan daerah yang sangat strategis sebagai daerah penangkapan ikan, khususnya penangkapan ikan tuna sirip kuning. Perairan ini terletak di selatan Kabupaten Malang dan berbatasan langsung dengan Samudra Hindia memungkinkan perairan ini untuk memiliki keanekaragaman jenis ikan pelagis yang banyak. Selain ikan tuna yang merupakan hasil tangkapan utama di perairan ini, terdapat juga jenis-jenis ikan lainnya.

Dalam 3 tahun terakhir (2013-2015) tren CPUE (Catch Per Unit Effort) untuk perikanan tuna mengalami penurunan yang cukup drastis. Dari data yang diperoleh dari Pelabuhan Perikanan Pondokdadap (2016) dalam kurun waktu tersebut, telah terjadi penurunan CPUE lebih dari 25% dalam 1 tahun. Penurunan CPUE ini mengindikasikan bahwa tingkat pemanfaatan daerah penangkapan ikan tuna di daerah perairan tersebut sudah mengalami *over fishing*. Menjaga agar potensi sumberdaya ikan tuna agar tetap lestari maka perlu dilakukan pengelolaan perikanan secara benar.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan status atau tingkat pemanfaatan terkini daerah penangkapan ikan tuna di perairan Sendangbiru. Mengetahui tingkat pemanfaatan suatu daerah penangkapan ikan dapat diketahui tingkat eksploitasi penangkapan terhadap suatu sumberdaya ikan yang ada sehingga langkah-langkah pencegahan terjadinya kepunahan terhadap suatu sumberdaya ikan dapat dibuat.

Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan rasio potensi pemijahan (*spawning potential ratio* atau SPR). Pendekatan SPR diterapkan untuk kasus perikanan dengan ketersediaan data yang masih sangat kurang (*data poor-fisheries*) khususnya yang sering dihadapi pada perikanan skala kecil (Wijdi dan Wudianto, 2015).

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Pondokdadap, Dusun

Sendangbiru, Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur pada bulan Agustus-September 2016.

### 2.2. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan jenis data data primer dan data sekunder. Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data panjang cagak (*fork length*) dari ikan tuna sirip kuning yang didaratkan oleh kapal nelayan pancing ulur. Data panjang cagak diukur mulai dari ujung kepala atau ujung mulut paling depan hingga bagian ujung luar lekukan cabang sirip ekor (*fork length*). Penentuan sampel kapal nelayan pancing ulur yang beroperasi di Sendangbiru dilakukan secara *purposive sampling* berdasarkan beberapa kriteria yang sudah ditentukan. Kriteria tersebut meliputi kapal yang dijadikan sampel adalah kapal pancing ulur yang beroperasi di perairan Sendangbiru, dan kapal tersebut mendaratkan hasil tangkapannya di pelabuhan Pondokdadap. Kapal pancing ulur merupakan kapal yang spesifik menangkap ikan tuna dan juga merupakan kapal yang dominan ada di pelabuhan Sendangbiru. Jumlah sampel panjang cagak ikan tuna yang berhasil dikumpulkan selama penelitian ini sebanyak 656 ekor. Data sekunder yang digunakan di dalam penelitian ini diperoleh melalui studi literatur. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi data panjang ikan saat matang gonad ( $L_m$ ), koefisien pertumbuhan dari ikan tuna ( $K$ ), laju kematian alami ( $M$ ), dan panjang asimptotik ( $L_\infty$ ).

### 2.3. Analisis Data

Kondisi daerah potensial penangkapan ikan tuna yang ada di perairan Sendangbiru dilakukan dengan menggunakan pendekatan LB-SPR (*length-based spawning potential ratio*). Pendekatan rasio potensi pemijahan (*spawning potential ratio*) digunakan sebagai titik acuan biologi (*biology reference point*) dalam menentukan kondisi suatu daerah penangkapan ikan. Pendekatan

LB-SPR dapat diterapkan untuk perikanan dalam skala kecil di perairan Sendangbiru. Pendekatan dengan menggunakan panjang sebagai acuan bertujuan untuk mengantisipasi ketersediaan data yang kurang (*data poor-fisheries*). Perikanan dengan skala kecil seperti yang ada di Kabupaten Malang, pendekatan LB-SPR sangat cocok digunakan mengingat data perikanan yang ada masih sangat terbatas. SPR adalah indeks laju relatif produksi pada stok sumberdaya yang sudah tereksplorasi (Brooks *et al.*, 2010). SPR juga dapat diartikan sebagai proporsi antara potensi reproduksi dari suatu stok sumberdaya yang belum berinteraksi dengan kegiatan penangkapan dan setelah berinteraksi dengan kegiatan penangkapan pada tingkat yang beragam (Prince *et al.*, 2015). Pendekatan ini menggunakan data frekuensi panjang suatu ikan sebagai input dan digunakan pada perikanan dengan data yang masih sedikit atau kurang memadai. Menurut Beverton (1992) dalam Hordyk *et al.* (2014) terdapat beberapa keuntungan atau kelebihan pendekatan LB-SPR yakni: (1) data panjang lebih mudah dan lebih murah untuk dikumpulkan dibandingkan dengan data usia suatu spesies ikan, (2) tidak terdapat banyak variasi dalam rasio kematian dan pertumbuhan dalam satu spesies ikan

Model pendekatan berbasis LB-SPR merupakan metode yang berdasarkan keseimbangan dengan menggunakan asumsi khusus bila diterapkan pada perikanan yang memiliki data sangat terbatas. Asumsi-asumsi tersebut meliputi: (1) selektivitas alat tangkap, (2) pertumbuhan yang dijelaskan oleh persamaan von Bertalanffy, (3) parameter komposisi panjang yang digunakan berasal dari ikan jantan dan ikan betina karena keduanya memiliki peluang yang sama untuk ditangkap sehingga kurva pertumbuhannya bersifat tunggal/ dapat digunakan untuk menggambarkan pertumbuhan kedua jenis kelamin ikan, (4) ukuran panjang pada umur tertentu terdistribusi secara normal, (5) tingkat kematian alami konstan, (6) tingkat pertumbuhan konstan pada

berbagai kohort dalam satu stok (Prince *et al.*, 2015). Analisis SPR dilakukan terhadap ukuran dan umur mengikuti metode menurut Prince *et al.* (2014) adalah sebagai berikut:

$$SPR = \frac{\sum_{t=0}^t EPt}{\sum_{t=0}^{tmax} EPt} \dots\dots\dots(1)$$

$$EP = (N_{t-1}^e - M)f_t \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan : EP<sub>t</sub> = reproduksi output pada umur t, N<sub>t</sub> = jumlah individu pada waktu y dengan N<sub>0</sub> adalah 1000, M = mortalitas alami, dan f<sub>t</sub> = rata-rata fekunditas.

Apabila nilai f<sub>t</sub> tidak tersedia, maka nilai EP<sub>t</sub> dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$EP_t = N_t * W_t * m_t \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan : W<sub>t</sub> = berat ikan pada umur ke-t, dan m<sub>t</sub> = ukuran rata-rata ikan matang gonad.

Fromentin dan Fonteneau (2000) menyatakan bahwa *length of maturity* dari ikan tuna sirip kuning tercapai pada ukuran kurang lebih 105 cm, dan untuk *big eye* pada ukuran panjang 115 cm. Menurut Rohit dan Rammohan (2009) panjang ikan tuna yang mendekati matang gonad adalah 80 cm dan diperkirakan matang gonad (L<sub>m</sub>) pada ukuran 90 cm. Selanjutnya data-data tersebut diolah dan diproses menggunakan software R. Hasil analisis LB-SPR kemudian dibandingkan dengan nilai acuan berdasarkan 3 golongan status perikanan yang ada menurut Walters dan Martel (2004) dan Prince (2015) yakni: *under exploited* (SPR>40%), *moderate* (20<SPR<40%), dan *over exploited* (SPR<20%).

Parameter-parameter lain yang digunakan dalam analisis SPR antara lain: (1) nilai rasio kematian alami (M), (2) koefisien pertumbuhan (K), (3) panjang asimptotik (L<sub>∞</sub>). Parameter-parameter tersebut diperoleh dari literatur hasil penelitian sebelumnya dan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil studi pustaka terhadap beberapa parameter pertumbuhan ikan tuna.

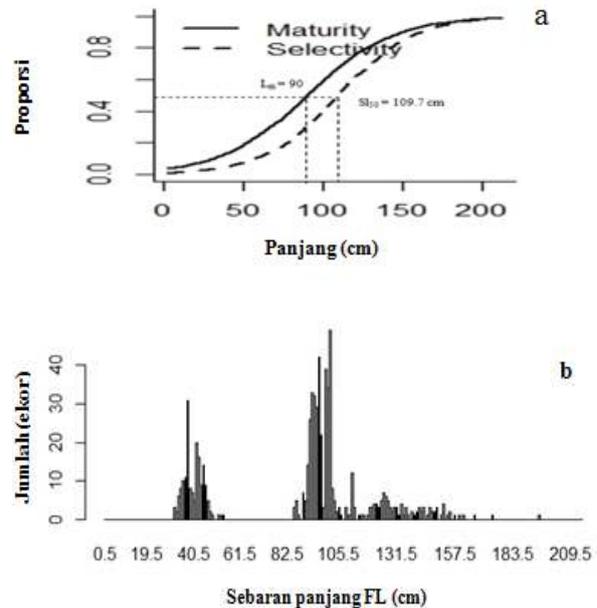
| Parameter             | Nilai | Satuan              | Sumber                     |
|-----------------------|-------|---------------------|----------------------------|
| Kematian alami (M)    | 0,52  | tahun <sup>-1</sup> | Katun (2013)               |
| Koefisien pertumbuhan | 0,3   | tahun <sup>-1</sup> | Rohit <i>et al.</i> (2012) |
| L <sub>∞</sub>        | 197   | cm                  | Rohit <i>et al.</i> (2012) |
| L <sub>m</sub>        | 90    | cm                  | Rohit <i>et al.</i> (2012) |

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Ukuran Rata-rata Ikan Tertangkap

Proporsi ukuran rata-rata ikan tuna yang tertangkap (SL<sub>50</sub>) adalah 109.7 cm dan ukuran matang gonad (L<sub>m</sub>) ikan tuna adalah 90 cm (Gambar 1a). Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar ikan tuna yang tertangkap di daerah Sendangbiru sudah matang secara seksual atau matang gonad (SL<sub>50</sub> > L<sub>m</sub>). Dengan demikian ikan tuna yang tertangkap sudah memiliki peluang dan kesempatan untuk bereproduksi menghasilkan generasi yang baru. Disamping itu kurva selektivitas yang dihasilkan berada disebelah kanan kurva maturity, hal ini menunjukkan bahwa alat tangkap pancing ulur yang digunakan nelayan dalam menangkap ikan tuna sangat selektif terhadap ukuran ikan tuna yang ditangkap. Dari sebaran panjang ikan tuna yang tertangkap (Gambar 1b) dapat dilihat bahwa sebagian besar ikan yang tertangkap sudah mencapai L<sub>m</sub> atau matang gonad. Ada sekitar 74 % dari total sampel ikan yang sudah matang gonad (n = 656 ekor), dan sekitar 26% yang masih berukuran kurang dari L<sub>m</sub>. Kebanyakan ikan tuna yang belum matang gonad memiliki ukuran yang masih sangat kecil (*baby tuna*) yang berkisar antara 30 cm hingga 60 cm. Ikan tuna yang berukuran kecil umumnya tertangkap di daerah sekitar rumpon yang terpasang di dekat pantai yang jaraknya sekitar kurang

lebih 4 mill dari Pelabuhan Pondokdadap pada saat nelayan akan pulang dari melaut.

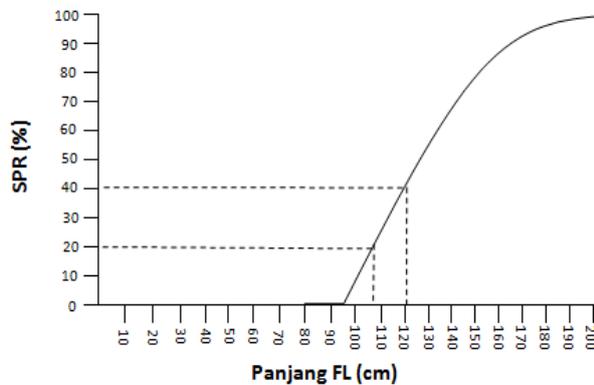


Gambar 1. Proporsi ukuran rata-rata ikan tuna yang tertangkap (a) dan sebaran panjang ikan tuna yang tertangkap (b).

#### 3.2. Tingkat Pemanfaatan Daerah Penangkapan Ikan Tuna Berdasarkan Nilai SPR

Hasil analisis SPR yang dihubungkan dengan panjang cagak (*fork length*) ikan tuna di daerah Sendangbiru didapatkan nilai SPR sebesar 16,98% (SPR < 20%). Nilai SPR < 20% menunjukkan bahwa kegiatan penangkapan ikan tuna di daerah Sendangbiru mengalami *over exploited*. Semakin kecil nilai SPR juga mengindikasikan bahwa laju rekrutmen untuk sumberdaya ikan tuna terganggu. Bila hal ini terus dibiarkan bukan tidak mungkin ikan tuna akan mulai mengalami kepunahan sebagai akibat tidak sempatnya sumberdaya tersebut memulihkan dirinya. Nilai SPR = 20% akan tercapai apabila ukuran ikan tuna yang tertangkap minimal mempunyai panjang 108 cm, dimana nilai SPR 20% merupakan *biological limit reference point*. Nilai SPR = 40% yang merupakan titik pemanfaatan yang lestari (*sustainable reference*)

akan tercapai apabila ikan tuna yang tertangkap memiliki ukuran 120 cm (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik persentase SPR terhadap panjang ikan tuna di daerah Sendangbiru.

Ikan tuna merupakan salah satu ikan yang memiliki nilai ekonomis penting. Perikanan tuna tersebut sudah memberikan kontribusi yang cukup besar bagi perekonomian Indonesia, khususnya dalam hal perolehan devisa Negara dan masih mempunyai peluang yang besar untuk terus dikembangkan (Sumadhiharga, 2009). Daerah Sendangbiru di Kabupaten Malang merupakan salah satu daerah penghasil tuna terbesar di Jawa Timur. Besarnya potensi sumberdaya ikan tuna yang ada menyebabkan banyak nelayan yang beroprasi di daerah tersebut setiap tahunnya.

Hasil perhitungan terhadap proporsi ukuran rata-rata matang gonad ikan tuna dan rata-rata ukuran yang tertangkap ( $SL_{50}$ ) ikan tuna menunjukkan nilai  $SL_{50} > L_m$ . Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan perikanan tuna di daerah Sendangbiru termasuk kategori selektif, selektif dalam hal menghasilkan tangkapan ikan tuna yang layak tangkap. Seperti terlihat pada data sebaran panjang ikan tuna yang tertangkap pada Gambar 1b. Terdapat sekitar 26% (179 ekor) dari total sampel panjang ikan tuna yang dikumpulkan memiliki ukuran dibawah  $L_m$  (belum matang gonad). Selebihnya di-dominasi oleh ikan tuna yang layak tangkap.

Berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan Sendangbiru, umumnya mereka menangkap ikan tuna yang masih berukuran kecil dalam rangka untuk menambah jumlah penghasilan mereka dan juga karena adanya permintaan dari para pedagang. Hal ini bukan tidak mungkin membuat jumlah hasil tangkapan untuk tuna yang masih berukuran kecil (*baby tuna*) akan sama dengan tuna yang sudah dewasa dan juga akan mempengaruhi nilai SPR yang diperoleh. Dilihat dari grafik pada Gambar 1b, ukuran ikan yang tertangkap didominasi oleh ikan tuna dengan ukuran 90 cm. Banyaknya ikan yang tertangkap pada ukuran tersebut membuat ikan kemungkinan belum sempat untuk melakukan pemijahan untuk pertama kalinya, sehingga mempengaruhi perolehan nilai SPR yang didapat.

SPR suatu stok didefinisikan sebagai proporsi dari potensi reproduksi suatu stok yang tertinggal pada berbagai level tekanan penangkapan (Walters and Martell, 2004). Rasio potensi pemijahan atau *spawning potential ratio* (SPR) merupakan indeks reproduksi relatif yang digunakan untuk mengetahui kondisi stok pada perikanan yang sudah dieksploitasi (Mace and Sissenwine 1993 dalam Prince et al., 2015). SPR juga dikenal sebagai ukuran tingkat kapasitas reproduksi suatu sumberdaya yang telah menurun dari kondisi sebelum dieksploitasi (Smallwood et al., 2013). Penghitungan SPR biasanya digunakan sebagai target dan batasan poin acuan (*limit references point*) bagi pengelolaan perikanan dengan kondisi data perikanan yang terbatas dan sedikit (Hordyk et al., 2014). Dari hasil pengolahan data didapatkan bahwa nilai SPR pada perikanan tuna di daerah Sendangbiru sebesar 16,98% ( $SPR < 20\%$ ). Nilai  $SPR < 20\%$  menunjukkan bahwa terjadi penurunan stok (Bunnell and Miller, 2005).

Hasil estimasi SPR yang diperoleh cukup mewakili kondisi perikanan tuna yang ada di daerah Sendangbiru. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya juga menyebutkan bahwa hasil tangkapan

tuna dengan menggunakan pancing tonda memiliki ukuran yang belum layak tangkap (Nurani *et al.*, 2008). FAO (2007) dalam Saputra (2011) juga menyebutkan bahwa kondisi sumberdaya ikan di sekitar perairan Samudera Hindia dan Samudera Pasifik sudah mengalami *full exploited*. Riswanto (2012) menyebutkan bahwa tingkat pemanfaatan tuna di kawasan Samudera Hindia khususnya di daerah Palabuhanratu sudah mencapai kategori padat tangkap, dan satu tahap lagi mencapai kategori lebih tangkap bila tidak ada sistem pengelolaan sumberdaya ikan tuna secara optimal. Indikasi terjadinya penurunan stok ikan tuna di daerah Sendangbiru terlihat dari penurunan jumlah CPUE dari tahun 2013 hingga 2015. Dari data produksi yang diperoleh di Pelabuhan Pondokdadap, terjadi penurunan CPUE sebesar 43% pada tahun 2014, dan sebesar 9% pada tahun 2015. Tren penurunan CPUE juga tajam juga pernah terjadi pada tahun 2006 yakni sebesar 37% (Hulaifi, 2011). Penurunan produksi ikan tuna juga terjadi hampir di seluruh dunia. Menurut Nomura (2009) produksi ikan tuna dunia mengalami penurunan rata-rata 14.33% dari 1.439.503 ton pada tahun 2003 menjadi 1.009.628 ton pada tahun 2007. Di Indonesia sendiri secara umum juga mengalami penurunan dari 163.241 ton pada tahun 2000 menjadi 103.655 ton pada tahun 2007 atau mengalami penurunan sekitar 7.94% pertahunnya (*Indonesian Fisheries Statistic Index*, 2009). Pengelolaan perikanan tuna sudah selayaknya dilakukan untuk mencegah penurunan stok tuna di masa depan.

Pengelolaan perikanan tuna yang paling memungkinkan untuk dilakukan adalah dengan pelarangan penangkapan ikan tuna yang masih berukuran kecil (*baby tuna*). Peraturan terkait dengan pelarangan penangkapan ikan tuna berukuran kecil masih belum ada di daerah Sendangbiru maupun pada daerah WPP (Wilayah Pengelolaan Perikanan) 573 yang menjadi daerah penangkapan ikan tuna bagi nelayan Sendangbiru. Meskipun bukan merupakan hasil tangkapan

yang utama, penangkapan ikan tuna yang berukuran kecil (kurang dari Lm) akan menambah tekanan terhadap sumberdaya ikan tuna itu sendiri dan mengancam keberlangsungan populasi tuna. Diperlukan aturan yang tegas dari pemerintah untuk melarang penangkapan ikan tuna yang masih kecil. Selain itu diperlukan juga dukungan dan pengertian dari nelayan setempat untuk melaksanakannya demi keberlangsungan sumberdaya ikan tuna yang ada. Pembatasan dan pelarangan membeli ikan tuna berukuran kecil juga perlu diatur sehingga bila permintaan terhadap ikan tuna berukuran kecil tidak ada nelayan tentu juga tidak akan menangkap tuna kecil karena akan menimbulkan kerugian.

Melihat tren penurunan CPUE yang terjadi di daerah Sendangbiru sudah saatnya diterapkan pembatasan jumlah armada penangkapan ikan tuna yang beroperasi di daerah Sendangbiru. Pada tahun 2015 terdapat sekitar 3760 armada yang beroperasi di daerah Sendangbiru. Perlu dilakukan penelitian lanjutan apakah jumlah armada yang ada sudah tergolong padat atau masih dalam batas wajar. Hal ini sangat perlu dilakukan untuk mencegah terus menurunnya CPUE sebagai akibat banyaknya armada yang beroperasi.

#### IV. KESIMPULAN

Pemanfaatan sumberdaya ikan tuna di daerah Sendangbiru sudah berada pada tingkat *over exploited*. Upaya pengelolaan untuk pemulihan dan peningkatan stok dari ikan tuna sangat perlu dilakukan untuk menjaga keberlangsungan dari sumberdaya ikan tuna. Beberapa hal yang dapat dilakukan oleh pemerintah untuk menjaga keberlangsungan dari sumberdaya ikan tuna diantaranya dengan penegakan aturan pelarangan penangkapan ikan tuna yang masih berukuran kecil (*baby tuna*), pelarangan membeli *baby tuna* juga perlu diterapkan untuk menekan permintaan pasar terhadap ikan-ikan tuna berukuran kecil. Bila per-

mintaan terhadap ikan tersebut tidak ada maka nelayan tentu tidak akan menangkap ikan tuna kecil. Terakhir perlu diterapkan pembatasan jumlah armada penangkapan ikan tuna yang beroperasi di daerah Sendangbiru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brooks, E.N., J.E. Powers, and E. Cortes. 2010. Analytical reference point for age-structured models: application to data-poor fisheries. *ICES J. Mar. Sci.*, 67:165-175.
- Bunnell, D.B. and T.J. Miller. 2005. An Individual-based modeling approach to spawning-potential per-recruit Model: an application to blue crab (*Callinectes sapidus*) in Chesapeake Bay. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 62:2560-2572.
- Fromentin, J.M. and A. Fonteneau. 2000. Fishing effects and life history traits: a case study comparing tropical versus template tunas. *Fisheries Research J.*, 53: 133-150.
- Hordyk, A.R., K. Ono, S. Valencia, N.R. Loneragan, and J.D. Prince. 2014. A Novel length base estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor-fisheries. *ICES J. of Marine Science*. Doi:10.1093/icesjms/fsu004
- Hulaifi. 2011. Pendugaan potensi sumberdaya perikanan laut dan tingkat keragaan ekonomi penangkapan ikan (kasus di TPI Sendangbiru Kabupaten Malang). *J. Matematika, Sains, dan Teknologi*, 12(2): 113-126.
- Indonesian Fisheries Statistic Index. 2009. Ministry of marine affairs fisheries. Japan International Corporation Agency. Indonesia. 25p.
- Jaquemet, S., M. Potier, and F. Menard. 2010. Do drifting and anchored fish aggregating devices (FADs) similarly influence tuna feeding habits? A case study from the Western Indian Ocean. *Fisheries Research J.*, 107: 283-290.
- Katun, W. dan F. Amir. 2013. Struktur umur, pola pertumbuhan dan mortalitas Tuna Madidihang *Thunnus albacores* (Bonnatere, 1788) di Selat Makasar. *J. Balik Diwa*, 4(1): 8-14
- Nomura, I. 2009. Fishery and aquaculture statistic. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome. USA. 56p.
- Nurani, T.W., J. Haluan, S. Sudirman dan E. Lubis. 2008. Rekayasa sistem pengembangan perikanan tuna di Perairan Selatan Jawa. *Forum Pascasarjana*, 31(2):79-92.
- Pelabuhan Perikanan Pondokdadap. 2016. Data produksi per jenis spesies ikan tahun 2016. Malang. 43hlm.
- Prince, J., A. Hordyk, S.R. Valencia, N. Loneragan, and K. Sainsbury. 2014. Revisiting the concept of Beverton – Holt life-history invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. *ICES J. Mar. Sci.*, Doi:10.1093/icesjms/fsu011.10p.
- Prince, J., S. Victor, K. Kloulchad, and A. Hordyk. 2015. Length based SPR assessment of eleven Indo-Pacific coral reef fish populations in Palau. *Fish.Res*, 171:42-58.
- Riswanto, S. 2012. Status perikanan tuna mata besar (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) di Perairan Samudera Hindia, Selatan Palabuhan Ratu, Sukabumi. Tesis. Universitas Indonesia. Depok. 108hlm.
- Rohit, P., G.S. Rao, and K. Rammohan. 2012. Age, growth and population structure of the yellow fin tuna *Thunnus albacores* (Bonnatere, 1788) exploited along the east coast of India. *Indian J. Fish*, 59(1): 1-6.
- Rohit, P. and K. Rammohan. 2009. Fishery and biological aspects of yellow fin tuna *Thunnus Albacares* along Andhara Coast, India. *Asian Fisheries Science*, 22: 235-244.

- Saputra, S.W. 2011. Produktivitas dan kelayakan usaha tuna longliner di Kabupaten Cilacap. *J. Saintek perikanan*, 6(2):84-91.
- Smallwood, C.B., S.A. Hesp, and L.E. Beckley. 2013. Biology, stock status and management summaries for selected fish species in South Western Australia. Fisheries Research Report, Department of Fisheries. Western Australia. 180p.
- Sumadhiharga, O.K. 2009. Ikan tuna. Pusat Penelitian Oceanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 34hlm.
- Walters, C.J. and S.J.D. Martel. 2004. Fisheries ecology and management. Princeton University Press. Princeton, USA. 448p.
- Wijdi, A. dan Wudianto. 2015. Status stok sumberdaya ikan lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) di Perairan Selat Bali. *J. Lit. Perikan. Ind*, 21(4): 253-260.
- Diterima* : 26 Januari 2017  
*Direview* : 22 Februari 2017  
*Disetujui* : 30 November 2017