

**Full Paper****FISIOLOGI PENGLIHATAN IKAN SELAR (*Selar crumenophthalmus*) DAN APLIKASINYA DALAM PROSES PENANGKAPAN IKAN DENGAN *MINI PURSE SEINE*****VISUAL PHYSIOLOGY OF BIGEYE (*Selar crumenophthalmus*) AND ITS APPLICATION ON FISH CAPTURE PROCESS OF *MINI PURSE SEINE***Aristi Dian Purnama Fitri<sup>1)</sup>**Abstract**

Research about visual physiology of Bigeye as a group of tropical fish was still limited. The aim of this research was to know visual physiology of Bigeye, and the application in arrest process of fish catch of *mini purse seine*. Retina of fish samples with the total length of size 205-260 mm were analyzed by histological observation and calculation of formula in order to know visual acuity and maximum sighting distance, and then application process at *mini purse seine* to know getting away model of appliance coverage catch. Visual acuity of Bigeye ranged from 0.09 to 0.1. The object was net of *mini purse seine* diameter of 1.90-22.00 mm and maximum sighting distance of 0.39-7.17 m. Get away time of Bigeye were 7.45 sec; 6.45 sec; and 5.70 sec at condition of sustained speed; prolonged speed; and burst speed, respectively. Appliance time of *mini purse seine* to circle of perfection was 290.82 second.

**Key words: Bigeye (*Selar crumenophthalmus*), mini purse seine, visual physiology****Pengantar**

Mata (penglihatan) pada ikan merupakan salah satu indera yang sangat penting untuk mencari makan, menghindari predator/pemangsa atau kepingan dari suatu alat tangkap. Ketajaman penglihatan ikan dapat dijadikan dasar untuk mengetahui area kekuatan pandang untuk melihat suatu obyek benda melalui metode tingkah laku (Muntz, 1976 *cit.* Purbayanto, 1999).

Tingkah laku ikan dipengaruhi oleh organ penglihatan yang berhubungan dengan ketajaman penglihatan, sumbu penglihatan, dan jarak pandang maksimum, sehingga hasil pengkajian organ penglihatan akan memberikan informasi untuk kegiatan penelitian dan pengembangan metoda penangkapan. Selain itu, pengetahuan tentang alat tangkap dan tingkah laku ikan yang menjadi sasaran tangkapan merupakan faktor penting dalam memahami proses penangkapan

dari suatu alat tangkap. Pengetahuan tersebut selanjutnya dapat digunakan dalam meningkatkan hasil tangkapan.

Salah satu jenis alat penangkapan ikan di Indonesia yang banyak digunakan di perairan Timur Sumatera dan Selatan Jawa adalah alat tangkap *purse seine* (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2000). *Mini purse seine* adalah salah satu jenis alat tangkap ikan yang masih dijumpai di perairan Pantai Utara Jawa.

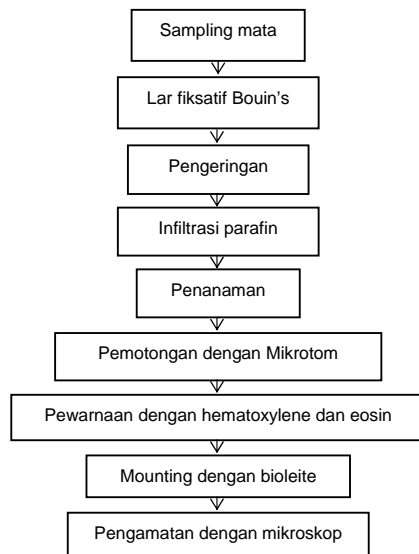
Informasi fisiologi penglihatan ikan pada operasi penangkapan dengan *mini purse seine* perlu diketahui. Hal tersebut berkaitan dengan informasi jarak suatu kawanan ikan mulai bereaksi terhadap kapal penangkapan yang sedang mendekat dan *mini purse seine* yang sedang ditebarkan atau disebut dengan jarak kejut (Fridman, 1986). Oleh karena itu reaksi ikan ketika menghindari sumber bahaya, cara meloloskan diri dan kemampuan mereka dalam merubah arah

<sup>1)</sup> Jurusan Perikanan, FPIK Universitas Diponegoro. Jl. Hayam Wuruk No. 4A, Semarang 50241. Fax. (024) 8311525, E-mail: aristi@fan.fisika.net

renang dapat diketahui untuk meningkatkan keberhasilan dalam pengoperasian alat tangkap *mini purse seine*. Dengan informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat memberikan banyak informasi untuk pengembangan alat tangkap dan proses penangkapan, khususnya alat tangkap *mini purse seine*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis fisiologi penglihatan pada ikan selar (*S. crumenophthalmus*), kaitannya dalam aplikasi pada proses penangkapan dengan menggunakan alat tangkap *mini purse seine*.

### Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap. Tahap pertama pengambilan data lapangan, meliputi data alat tangkap *mini purse seine* dan sampel mata ikan selar. Tahap kedua analisis histologi sampel mata ikan di laboratorium dengan prosedur histologi seperti terlihat pada Gambar 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah alat dan bahan untuk melakukan analisis histologi dan alat untuk melakukan pengukuran alat tangkap (Tabel 1).



Gambar 1. Prosedur histologi

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian

Alat dan bahan	Kegunaan
<i>Mini purse seine</i>	Alat penangkap ikan
Dissection kit	Mengambil mata ikan sample
Microtome	Memotong bagian retina untuk observasi mikroskopik
Ichtyometer	Mengukur panjang dan diameter lensa mata ikan
Botol sampel	Menyimpan sampel mata ikan
Gelas ukur	Mengukur volume larutan
Aquadec	Pelarut
Alkohol (75, 80, 85, 95, 100%)	Larutan dehidrasi
Glass Object	Pelekatan spesimen retina
Haematoxylin Mayer, Eosin	Pewarnaan specimen
Glass Micro Cover	Penutup specimen
Arabic balsem	Penutup obyek gelas
Xylene	Larutan pembersih lipid
Paraffin	Penanaman spesimen
Bouin's solution	Fiksasi
Pink tissue and cassette embedding	Tempat spesimen

Pengumpulan data terdiri 2 macam, yaitu data mengenai alat tangkap *mini purse seine* yang dioperasikan (desain dan konstruksi) dan data teknis operasi penangkapan *mini purse seine*. Di samping itu dikumpulkan pula data ukuran tubuh dan diameter lensa mata ikan selar (*S. crumenophthalmus*). Pengambilan sampel ikan dilakukan dalam kondisi segar kemudian diukur panjang total dan panjang standar. Mata ikan diambil dan disimpan ke dalam wadah yang berisi larutan fiksatif dan dilakukan analisis retina mata ikan sampel menggunakan prosedur histologi melalui pemotongan retina secara tangensial dengan ketebalan 4  $\mu\text{m}$  dan diamati di bawah mikroskop.

Analisis data meliputi ketajaman penglihatan (*visual acuity*), sumbu penglihatan (*visual axis*), jarak pandang maksimum (*maximum sighting distance*) dan analisis model pelolosan ikan pada *mini purse seine* melalui suatu persamaan sebagai berikut:

$$1). \text{ Visual acuity} = \left( \alpha_{rad} \times \frac{180}{\pi} \times 60 \right)^{-1} \quad (\text{Tamura, 1957})$$

$$\alpha_{rad} = \frac{1}{F} \times \left[ \frac{2 \times 0.1 \times (1 + 0.25)}{\sqrt{n}} \right]$$

F : jarak focus (berdasarkan formula Matthiesson's  $F = 2,55 \times r$ )

$$2). \text{ Maximum sighting distance (Jarak pandang maksimum)} = \frac{d(0.5)}{(\tan \alpha_1)} \quad (\text{Fitri, 2002})$$

d : diameter suatu obyek benda

3). Waktu yang dibutuhkan kawanan ikan selar mencapai posisi tertentu saat *setting mini purse seine*

$$T_f = \frac{(r-r_f)}{v_f} \quad (\text{detik}) \quad (\text{Fitri, 2002})$$

r : jarak kawanan ikan dengan posisi jaring (m)

r<sub>f</sub> : jari-jari lingkaran kawanan ikan (m)

v<sub>f</sub> : kecepatan renang ikan (m/dt)

4). Jarak yang ditempuh kawanan ikan selar saat melakukan pelolosan diri pada sudut tertentu

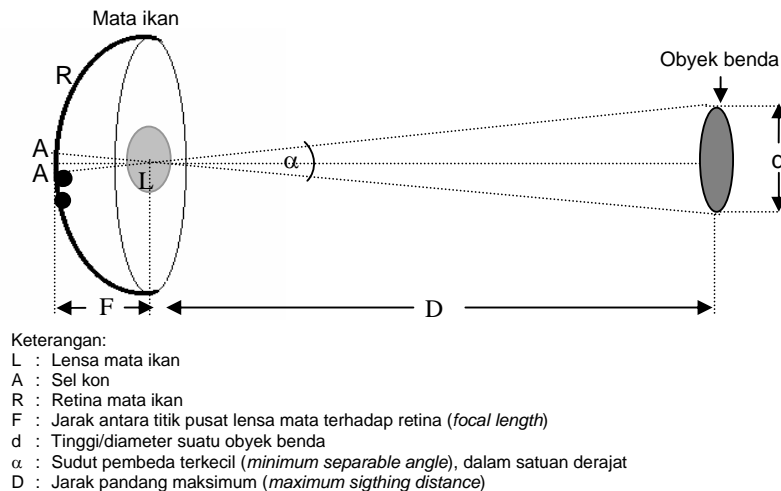
$$S_f' = 2 [(s_f) \cos \theta] \quad (\text{Fitri, 2002})$$

S<sub>f</sub> : jarak yang ditempuh kawanan ikan pada posisi jaring x meter

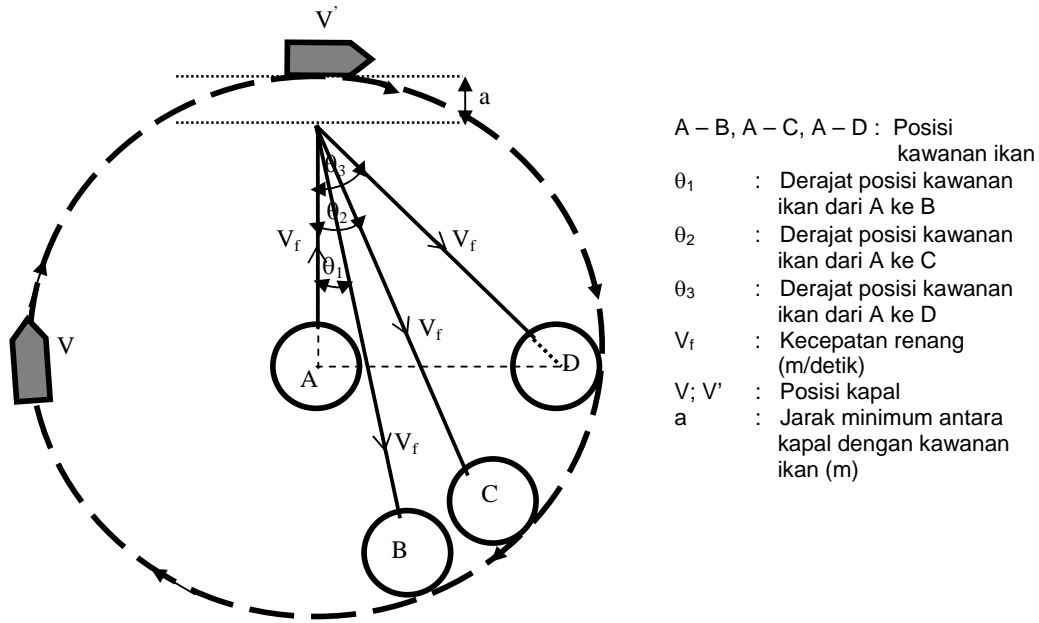
S<sub>f</sub>' : jarak yang ditempuh kawanan ikan pada posisi jaring x meter kemudian berbalik pada sudut  $\theta^\circ$

Model perhitungan jarak pandang maksimum terlihat pada Gambar 2 dan model posisi pelolosan diri kawanan ikan selar ketika *setting* alat terlihat pada Gambar 3. Analisis model pelolosan ikan pada *mini purse seine* dilakukan berdasarkan asumsi-asumsi keadaan pengoperasian *mini purse seine* yang kemudian dengan perhitungan dilakukan pendugaan terhadap posisi kawanan (*schooling*) ikan. Asumsi tersebut antara lain:

1. Pelingkaran *mini purse seine* saat beroperasi berbentuk lingkaran.
2. Kecepatan renang *schooling* terbagi tiga tipe kecepatan, yaitu saat *sustained speed* sebesar 1,3 m/detik; saat *prolonged speed* sebesar 1,5 m/detik dan saat *burst speed* sebesar 1,7 m/detik.
3. Penghindaran kawanan ikan dari kapal dengan cara berenang membelok membentuk sudut tertentu dan tidak akan kembali pada arah semula.
4. Jarak kawanan ikan dalam mendeteksi adanya jaring *mini purse seine* berdasarkan jarak pandang maksimum.
5. Pengoperasian *mini purse seine* saat mengelilingi kawanan ikan searah dengan arah jarum jam.



Gambar 2. Konsep perhitungan jarak pandang maksimum (*maximum sigthing distance*)



- A – B, A – C, A – D : Posisi kawatan ikan
- $\theta_1$  : Derajat posisi kawatan ikan dari A ke B
- $\theta_2$  : Derajat posisi kawatan ikan dari A ke C
- $\theta_3$  : Derajat posisi kawatan ikan dari A ke D
- $V_f$  : Kecepatan renang (m/detik)
- $V; V'$  : Posisi kapal
- $a$  : Jarak minimum antara kapal dengan kawatan ikan (m)

Gambar 3. Posisi pelolosan diri kawatan ikan selar ketika setting alat

**Hasil dan Pembahasan**

*Alat tangkap mini purse seine*

Mini purse seine yang digunakan dalam penelitian memiliki panjang 350 m dengan kedalaman 52 m. Pengoperasian mini purse seine dilakukan pada waktu siang hari, dengan waktu penurunan jaring (setting net) selama 5 menit. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengangkatan jaring (hauling) adalah satu jam. Sistem pelingkar jaring saat shooting searah jarum jam sesuai dengan kebiasaan nelayan.

*Ketajaman penglihatan (Visual acuity)*

Ikan selar (*S. crumenophthalmus*) yang tertangkap dengan mini purse seine

dianalisis melalui prosedur histologi pada bagian retina mata. Hasil yang didapatkan dari histologi, dilanjutkan dengan perhitungan rumus untuk mendapatkan data tentang ketajaman penglihatan (Tabel 2). Kepadatan sel kon menurun secara linier dengan bertambahnya panjang tubuh ikan. Artinya terjadi pembesaran ukuran sel kon pada mata dengan semakin bertambahnya ukuran panjang tubuh, karena pada dasarnya kepadatan sel kon pada ikan akan tetap selama hidupnya (Tamura, 1957). Ukuran diameter lensa bertambah panjang disebabkan bertambahnya ukuran panjang tubuh yang mengakibatkan penambahan ukuran anggota tubuh lainnya termasuk diameter lensa mata secara proporsional.

Tabel 2. Ukuran ikan selar, kepadatan sel kon dan ketajaman penglihatan

TL (mm)	SL (mm)	Kepadatan sel kon (0,01 mm <sup>2</sup> )	Diameter lensa (mm)	FL (mm)	MSA	Ketajaman penglihatan
205	160	243	4,10	5,23	10,55	0,09
215	170	200	4,35	5,55	10,97	0,09
225	185	140	5,70	7,27	9,99	0,10
250	210	123	6,30	8,03	9,65	0,10
260	220	111	6,60	8,42	9,69	0,10

Keterangan: TL = Total Length; SL = Standard Length; FL = Focal Length; MSA = Minimum Separable Angle

Ketajaman penglihatan semakin meningkat secara linier dengan bertambahnya ukuran panjang tubuh, yang ditandai pula dengan semakin besarnya diameter lensa mata. Demikian halnya dikemukakan oleh Muntz *cit.* Blaxter (1980) bahwa dengan diameter bola mata yang semakin besar maka datangnya gambar suatu obyek benda melalui lensa mata menuju ke retina akan semakin cepat karena sudut pembeda terkecil (*Minimum Separable Angle*, MSA) yang dimiliki semakin kecil.

#### *Sumbu penglihatan (Visual axis)*

Gambar 4 memperlihatkan peta kontur kepadatan sel kon untuk ikan selar (*S. crumenophthalmus*), dimana indeks D adalah *dorsal*; indeks V adalah *ventral*; indeks N adalah *nasal* dan indeks T adalah *temporal*. Terlihat bahwa kontur kepadatan sel kon yang terbesar terletak di bagian temporal. Hal ini menyatakan semakin padat peta kontur sel kon maka semakin besar ketajaman penglihatan pada ikan. Dengan menarik garis lurus dari bagian temporal melalui lensa mata (bagian tengah bola mata) hingga bagian nasal, terlihat bahwa sumbu penglihatan adalah lurus ke depan, yang berarti bahwa sudut dari sumbu penglihatan adalah  $0^{\circ}$  (posisi pandangan secara horizontal). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Matsuoka (1999).

#### *Jarak pandang maksimum (Maximum sighting distance)*

Pada Tabel 3 dapat di lihat bahwa semakin meningkat panjang total ikan selar maka akan semakin besar pula kemampuan jarak pandang maksimum dalam melihat obyek yang dilihat. Ukuran panjang tubuh semakin besar maka kemampuan untuk dapat mendeteksi benda yang ada dihadapannya akan semakin jauh.

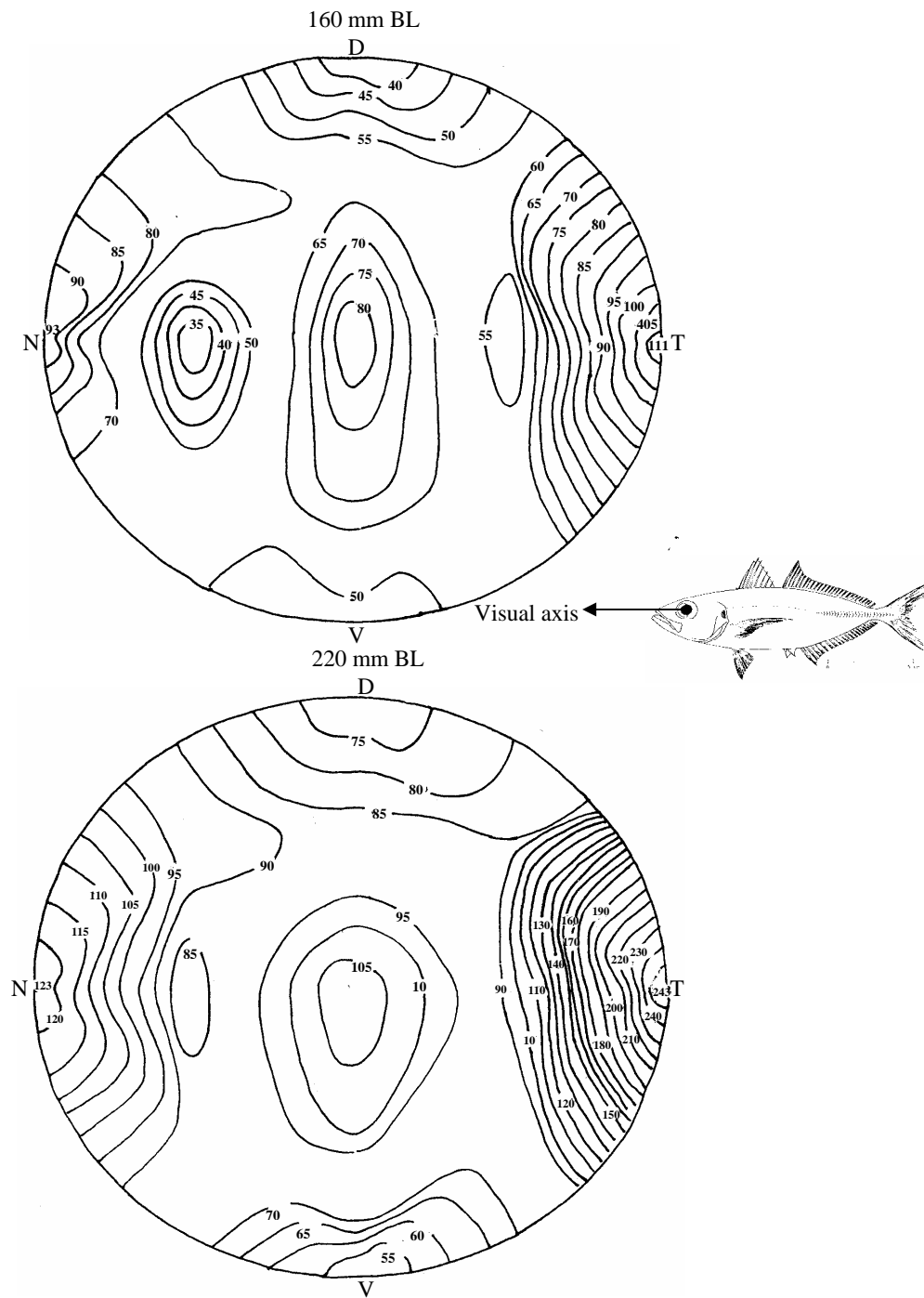
#### *Analisis model pelolosan ikan dari mini purse seine*

Model lolosnya ikan selar melalui perhitungan yang telah didapatkan berdasarkan asumsi lolosnya ikan ketika pengoperasian *mini purse seine*.

Tabel 3. Rata-rata jarak pandang maksimum ikan selar terhadap *mini purse seine*

Bagian dari <i>mini purse seine</i>	Diameter (mm)	Jarak pandang maksimum (m)
Sayap dan badan jaring	1,6	0,52
Kantong bagian bawah	1,9	0,62
Kantong bagian atas, tali srampat atas-bawah, tali srampat samping	2,6	0,85
Tali hanging bagian atas-bawah dan samping serta tali cincin/ring	6	1,96
Tali pelampung, tali pelampung bendera	8	2,61
Tali ris utama, tali pemberat dan tali selambar	10	3,27
Tali kolor	22	7,19

Pada model ini, diasumsikan ikan selar termasuk kelompok ikan mackerel. Kecepatan kapal saat pengoperasian alat untuk penebaran jaring (*setting*) sampai penarikan jaring (*hauling*) adalah 2,3 knot. Apabila kawanan selar diasumsikan pada posisi tepat ditengah radius pelingkaran alat maka jarak antar kawanan ikan dengan jarak kapal sejauh 55,73 m. Pada jarak tersebut diasumsikan pula bahwa kawanan ikan selar memiliki diameter kawanan sebesar 50 m dan kecepatan renang pada keadaan *sustained speed* adalah 1,3 m/detik; *prolonged speed* adalah 1,5 m/detik dan *burst speed* adalah 1,7 m/detik. Perhitungan tentang data pelolosan diri kawanan ikan selar dan kecepatan waktu *setting mini purse seine* saat kecepatan renang ikan selar dalam kondisi *sustained speed*; *prolonged speed* dan *burst speed* terlihat pada Tabel 4, 5, dan 6.



Gambar 4. Peta contour distribusi kepadatan sel kon *Selar crumenophthalmus* (160 mm dan 220 mm BL)

Tabel 4. Perhitungan pelolosan diri kawanan ikan selar dengan ukuran panjang total 205 mm saat *setting mini purse seine* (*sustained speed*: 1,3 m/detik)

Sudut pelolosan diri ikan (°)	Waktu pelolosan diri ikan (detik)	Panjang jaring (m)	Waktu lingkaran jaring (detik)
10	83,50	194,44	166,18
15	81,90	204,16	174,49
20	79,68	213,88	182,80
25	76,85	223,60	191,11
30	73,44	233,32	199,42
35	69,47	243,04	207,73
40	64,97	252,77	216,04
45	59,97	262,49	224,35
50	54,53	272,21	232,66
55	48,66	281,93	240,97
60	42,43	291,65	249,28
65	35,88	301,38	257,59
70	29,05	311,10	265,90
75	21,10	320,82	274,20
80	14,78	330,54	282,51
85	7,45	340,26	290,82

Tabel 5. Perhitungan pelolosan diri kawanan ikan selar dengan ukuran panjang total 205 mm saat *setting mini purse seine* (*prolonged speed*: 1,5 m/detik)

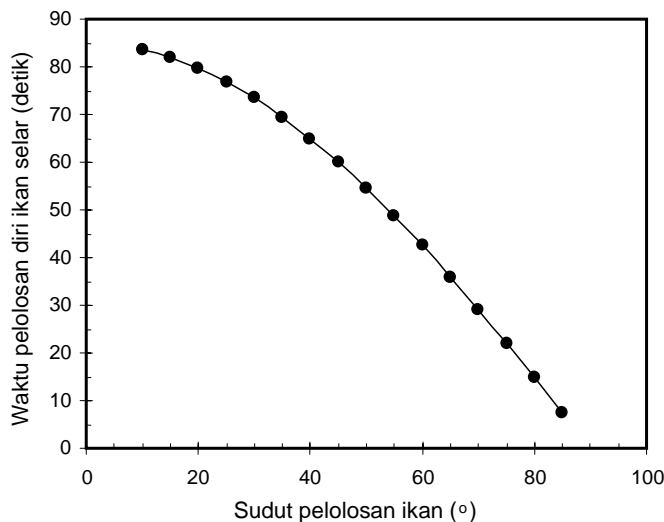
Sudut pelolosan diri ikan (°)	Waktu pelolosan diri ikan (detik)	Panjang jaring (m)	Waktu lingkaran jaring (detik)
10	72,36	194,45	166,18
15	70,98	204,16	174,49
20	69,05	213,88	182,80
25	66,60	223,60	191,11
30	63,64	233,32	199,42
35	60,20	243,04	207,73
40	56,30	252,77	216,04
45	51,98	262,49	224,35
50	47,26	272,21	232,66
55	42,17	281,93	240,97
60	36,77	291,65	249,28
65	31,09	301,38	257,59
70	25,17	311,10	265,90
75	19,06	320,82	274,20
80	12,81	330,54	282,51
85	6,46	340,26	290,82

Tabel 6. Perhitungan pelolosan diri kawanan ikan selar dengan ukuran panjang total 205 mm saat setting *mini purse seine* (*burst speed*: 1,7 m/detik)

Sudut pelolosan diri ikan (°)	Waktu pelolosan diri ikan (detik)	Panjang jaring (m)	Waktu lingkaran jaring (detik)
10	63,85	194,45	166,18
15	62,63	204,16	174,49
20	60,93	213,88	182,80
25	58,77	223,60	191,11
30	56,16	233,32	199,42
35	53,12	243,04	207,73
40	49,68	252,77	216,04
45	45,86	262,49	224,35
50	41,70	272,21	232,66
55	37,21	281,93	240,97
60	32,45	291,65	249,28
65	27,43	301,38	257,59
70	22,21	311,10	265,90
75	16,82	320,82	274,20
80	11,30	330,54	282,51
85	5,70	340,26	290,82

Gambar 5 memperlihatkan grafik waktu pelolosan ikan selar terhadap variasi sudut pelolosan ikan pada kecepatan renang ikan 1,3 m/dt (*sustained speed*). Semakin besar sudut pelolosan semakin kecil waktu pelolosan diri ikan selar. Hal ini disebabkan semakin besar sudut pelolosan ikan semakin kecil/pendek jarak antara kawanan ikan dengan jaring sehingga waktu yang dibutuhkan untuk

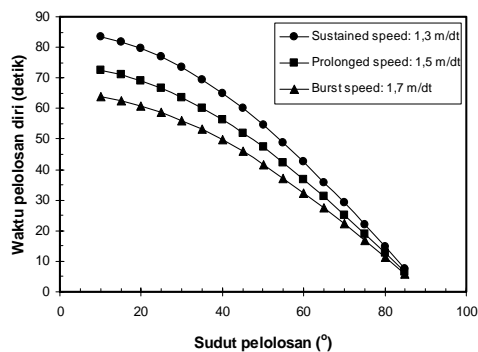
meloloskan diri semakin kecil. Di samping itu hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 4, 5 dan 6 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan kawanan ikan selar pada kondisi renang *sustained speed* untuk meloloskan diri pada berbagai sudut lebih cepat dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan jaring *mini purse seine* untuk melingkar penuh.



Gambar 5. Waktu pelolosan diri ikan selar terhadap variasi sudut pelolosan ikan pada *sustained speed*: 1,3 m/dt.



Gambar 6 memperlihatkan grafik waktu pelolosan ikan selar pada berbagai kecepatan renang ikan 1,3 m/dt (*sustained speed*); 1,5 m/dt (*prolonged speed*); dan 1,7 m/dt (*burst speed*). Semakin besar kecepatan renang ikan semakin kecil waktu pelolosan diri ikan selar (semakin cepat kawanan ikan selar dalam meloloskan diri dari jaring). Hasil perhitungan pelolosan diri ikan pada *mini purse seine*, didapatkan bahwa ikan selar (*S. crumenophthalmus*) berpeluang besar untuk dapat meloloskan diri dari pelingkaran jaring. Hal tersebut dikarenakan waktu yang dibutuhkan jaring untuk melingkari kawanan ikan selar relatif lebih lama dibandingkan waktu pelolosan diri ikan selar. Selain itu, kecepatan kapal saat melakukan penurunan jaring (*setting*) masih cukup rendah sehingga berpengaruh terhadap kecepatan pelingkaran jaring *mini purse seine* dibandingkan dengan kecepatan renang kawanan ikan selar.



Gambar 6. Waktu pelolosan diri ikan selar terhadap variasi sudut pelolosan pada: sustained speed: 1,3 m/dt; prolonged speed: 1,5 m/dt dan burst speed: 1,7 m/dt.

Berdasarkan kalkulasi model pelolosan diri diketahui bahwa ikan selar yang tertangkap oleh alat *mini purse seine* termasuk ukuran yang ekonomis. Hal ini disebabkan karena kemampuan jarak pandang maksimum ikan selar ukuran panjang total 205-260 mm saat melihat *purse line* tergolong tinggi, yaitu sejauh 7,17 m dan jarak 0,62 m maka ketika

melihat jaring bagian kantong bawah menyebabkan kawanan ikan tersebut berbalik arah untuk meloloskan diri. Selain itu ditunjang pula dengan waktu pelolosan diri yang relatif lebih cepat dibandingkan waktu pelingkaran jaring *mini purse seine* terhadap kawanan ikan selar. Dengan kata lain bahwa waktu yang dibutuhkan ikan selar untuk melarikan diri lebih cepat dibandingkan waktu yang dibutuhkan *mini purse seine* untuk melingkari kawanan ikan tersebut, menyebabkan semakin besar kawanan ikan untuk dapat meloloskan diri. Dibandingkan dengan ikan juwi (*Anodontostoma chacunda*) yang memiliki rata-rata nilai jarak pandang maksimum penglihatan lebih rendah di bandingkan ikan selar, yaitu sebesar 0,21 m hingga 3,89 m saat melihat obyek yang sama (Dian, 2002). Hal ini disebabkan karena ikan juwi termasuk spesies ikan pelagik yang sumber makanannya adalah *detritus*. Organisme yang sumber makanannya *detritus* dikategorikan sebagai organisme *filter feeder* (menyaring makanan) sehingga peran penglihatan kurang begitu penting (Nybakken, 1988). Demikian pula untuk kecepatan renang pada saat *sustained speed*, *prolonged speed* dan *burst speed*, masing-masing sebesar 1,3 m/dt; 1,5 m/dt dan 1,7 m/dt (Purbayanto, 1999) memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan selar.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

1. Ketajaman penglihatan ikan selar (*S. crumenophthalmus*) semakin meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran panjang total, yaitu berkisar 0,09 – 0,10 untuk panjang tubuh 205-260 mm. Sedangkan arah pandang (sumbu penglihatan) adalah ke arah depan (*fore direction*) berdasarkan kepadatan sel kon tertinggi yang terletak pada bagian *temporal* retina.
2. Jarak pandang maksimum ikan selar berkisar 0,39-7,17 m dengan obyek benda yaitu jaring *mini purse seine* dengan diameter 1,9-22 mm.

3. Ketajaman penglihatan ikan selar dapat diaplikasikan pada proses pelolosan dari alat tangkap khususnya *mini purse seine*. Waktu yang dibutuhkan ikan selar untuk meloloskan diri lebih cepat dibandingkan waktu yang dibutuhkan alat untuk *setting*, baik pada kondisi kecepatan renang *sustained speed*, *prolonged speed* dan *burst speed*.

#### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk ikan selar dengan ukuran panjang tubuh ikan yang lebih bervariasi sehingga dapat diketahui pola fisiologi penglihatannya dalam hal ketajaman penglihatan dan jarak pandang maksimum. Selain itu perlu dilakukan penelitian yang serupa jenis ikan yang lain, khususnya jenis ikan tropis.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Takafumi Arimoto, Ari Purbayanto, PhD; Dr. Mulyono S Baskoro atas segala bimbingannya, Laboratorium Kesehatan Ikan FPIK-IPB dan Saudara Agus Suherman, S.Pi, M.Si dalam membantu pengumpulan sampel ikan uji.

#### Daftar Pustaka

Balxter, J.H.S. 1980. Vision and the feeding of fisheries in fish behavior and its use in the capture and culture of fishes. Proceedings of The Conference on The Physiology and Behavioral Manipulation of Food Fish as Production and management. Manila: 32-56.

Departemen Kelautan dan Perikanan. 2000. Statistik perikanan Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan. Jakarta.

Fitri, A. 2002. Ketajaman penglihatan ikan juwi (*Anodontostoma chacunda*) dan aplikasinya pada proses penangkapan pukat cincin mini. Tesis Magister. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 91 p.

Fridman, A.L. 1986. Calculation for fishing gear design. P.J.G. Carrothers and Eng, P. (Eds.). FAO. Fishing News Books. 241 p.

Matsuoka, M. 1999. Histological characteristics and development of the retina in the Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*). Fisheries Science. 65 (2): 224-229.

Nybakken, J.W. 1988. Biologi laut: suatu pendekatan ekologi. Gramedia. Jakarta: 256 p.

Purbayanto, A. 1999. Behavioral studies for improving survival of fish in mesh selectivity of sweeping trammel net. Ph.D thesis. Graduate School of Fisheries. Tokyo University of Fisheries. Tokyo. 215 p.

Tamura, T. 1957. A study of visual perception in fish. Especially on resolving power and accommodation. Bulletin of The Japanese Society of Scientific Fisheries. Fisheries Institute. Faculty of Agriculture. Japan. XXII (9): 536-557.