



UNIVERSITAS INDONESIA

**STATUS PERIKANAN
TUNA MATA BESAR (*Thunnus obesus*, Lowe 1839)
DI PERAIRAN SAMUDERA HINDIA,
SELATAN PALABUHANRATU, SUKABUMI**

TESIS

**SETIYO RISWANTO
0906577173**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KELAUTAN
DEPOK
JANUARI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STATUS PERIKANAN
TUNA MATA BESAR (*Thunnus obesus*, Lowe 1839)
DI PERAIRAN SAMUDERA HINDIA,
SELATAN PALABUHANRATU, SUKABUMI**

TESIS
**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Magister Sains (M.Si)**

SETIYO RISWANTO
0906577173

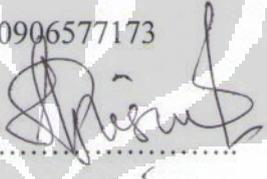
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KELAUTAN
DEPOK
JANUARI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Setiyo Riswanto

NPM : 0906577173

Tanda Tangan : 

Tanggal : 11 Januari 2012

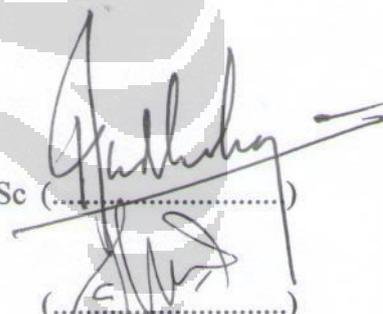
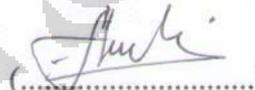
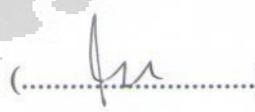
HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Setiyo Riswanto
NPM : 0906577173
Program Studi : Ilmu Kelautan
Judul Tesis : Status Perikanan Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) di Perairan Samudera Hindia, Selatan Palabuhanratu, Sukabumi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains (M.Si) pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Ono K. Sumadhiharga, M.Sc (.....) 
Pembimbing II : Dra. Tuty Handayani, MS (.....) 
Penguji : Dra. Titi Soerdjiati, MS (.....) 
Penguji : Drs. Sundowo Harminto, M.Sc (.....) 

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 11 Januari 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan Rahmat, Inayah, Taufik dan Hinayahnya sehingga akhirnya tugas akhir tesis ini dapat penulis selesaikan sesuai dengan waktu yang ditentukan. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelas Magister Sains pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Adapun judul tesis ini adalah: STATUS PERIKANAN TUNA MATA BESAR (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) DI PERAIRAN SAMUDERA HINDIA, SELATAN PALABUHANRATU, SUKABUMI.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada: Bapak Prof. Dr. Ir. Ono Kurnaen Sumadiharga, M.Sc selaku Pembimbing I dan Dra. Tuty Handayani, MS selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu memberikan saran dan petunjuk serta arahan pada penulis dalam menyusun tesis ini.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih pada bapak Dr. Harsono Soepardjo, M.Eng selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, yang telah memberikan kesempatan dan motivasi pada penulis dalam melakukan penyusunan tesis ini.

Terima kasih juga disampaikan pada bapak Ir. Arief Rahman Lamatta, MM selaku Kepala Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu dan seluruh jajarannya yang telah memberikan ijin melakukan penelitian dan memberikan bimbingan dalam pengambilan data dan penulisan tesis ini.

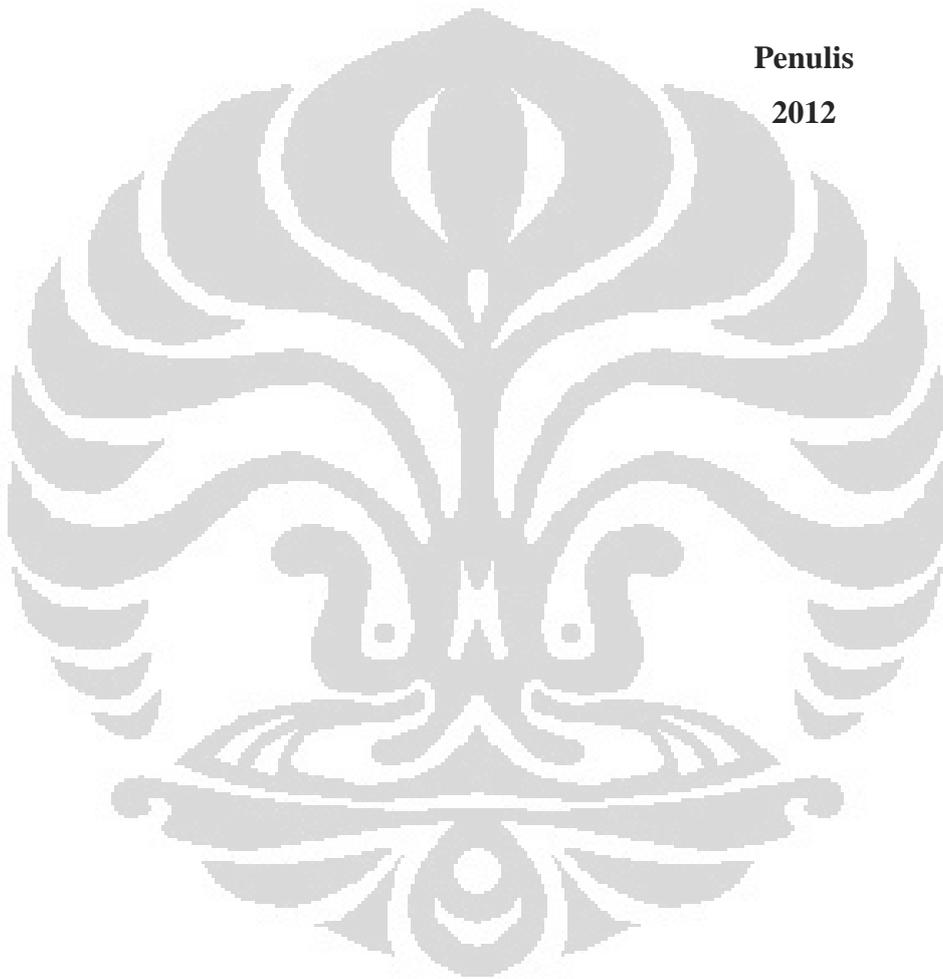
Selanjutnya terima kasih saya sampaikan pada Ayahanda dan Ibunda penulis, saudara-saudaraku yang telah banyak memberikan motivasi kepada penulis untuk terus mengejar impian. Istriku tercinta Maya Susarni Handayani dan anak-anakku Andhika Lutfi Satyatama dan Narendra Aryasatya Syauqy yang memberikan inspirasi hidup penulis dalam menyelesaikan kuliah hingga menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu diharapkan demi kesempurnaan tesis ini.

Akhir kata, penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan tesis ini dari awal sampai akhir. Semoga Allah SWT senantiasa meridhai segala usaha kita. Amin.

Penulis

2012



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

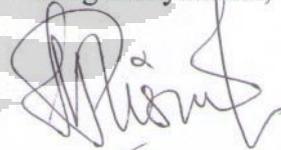
Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Setiyo Riswanto
NPM : 0906577173
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-eksklusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Status Perikanan Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) di Perairan Samudera Hindia, Selatan Palabuhanratu, Sukabumi, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 11 Januari 2012
Yang menyatakan,



(Setiyo Riswanto)

ABSTRAK

SETIYO RISWANTO. 0906577173. STATUS PERIKANAN TUNA MATA BESAR (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) DI PERAIRAN SAMUDERA HINDIA, SELATAN PALABUHANRATU, SUKABUMI

Tuna mata besar merupakan komoditas ekspor. Di PPN Palabuhanratu tuna merupakan hasil tangkapan dominan. Jenis tuna yang terbanyak didaratkan adalah tuna mata besar. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai status perikanan tuna mata besar. Pengumpulan data dilakukan dengan metode sampling bertujuan. Jumlah sampel tuna mata besar sebanyak 397 ekor diambil secara acak pada armada *longline* yang siap melakukan bongkar. Analisis data menggunakan surplus produksi dan Model *Von Bertalanffy Growth Function*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu mengalami kecenderungan yang meningkat. Pola pertumbuhan tuna mata besar bersifat allometrik negatif dengan bentuk tubuh kurang pipih. Tuna mata besar yang tertangkap sudah berumur sekitar 2 tahun dan sudah mengalami fase pemijahan. Tingkat pemanfaatan tuna mata besar sudah padat tangkap (82,43 %), sedangkan tingkat pengusahaan sudah lebih tangkap (104,21 %).

Keywords : Status perikanan, tuna mata besar, perairan selatan Palabuhanratu

ABSTRACT

SETIYO RISWANTO. 0906577173. STATUS OF BIGEYE TUNA (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) FISHERY IN INDIAN OCEAN WATERS SOUTH OF PALABUHANRATU, SUKABUMI

Bigeye Tuna is an export commodity. Tuna is the predominant catches in PPN Palabuhanratu. Species of tuna that ever landed was a bigeye tuna. Therefore, need to do studies about the status of the bigeye tuna. Data collection is conducted by purposive sampling. The number of bigeye tuna samples are 397 taken at random on the longline fleet ready unloaded. Data analysis using the surplus production and Von Bertalanffy Growth Model function. The results showed that the productivity of the bigeye tuna landed in PPN Palabuhanratu experiencing an upward trend. Bigeye tuna pattern of growth is negative allometrik with less flattened body shape. Bigeye tuna caught about 2 years old and has been through a phase of spawning. Utilization rate of bigeye tuna is already intense capture (82.43%), while the rate of operation already overfishing (104.21%).

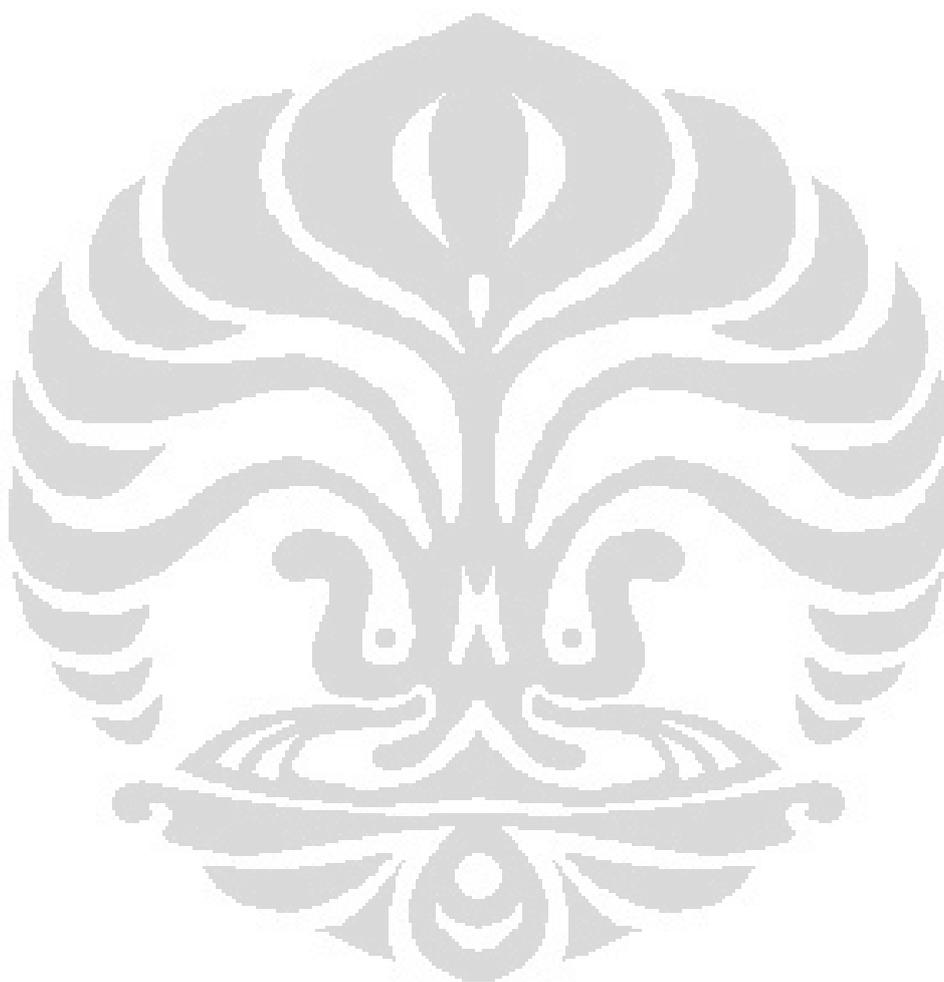
Keywords: status of fisheries, bigeye tuna, southern waters Palabuhanratu

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pendekatan Masalah.....	3
1.3. Perumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Hipotesis Penelitian.....	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
1.7. Batasan Pengertian.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Deskripsi Tuna Mata Besar.....	8
2.2. Klasifikasi Tuna Mata Besar.....	9
2.3. Ciri Umum dan Daur Hidup Tuna Mata Besar	9
2.4. Daerah Penyebaran Tuna Mata Besar	11
2.5. Pertumbuhan Tuna Mata Besar.....	12
2.5.1. Hubungan Panjang Berat.....	12
2.5.2. Faktor Kondisi.....	14
2.5.3. Umur dan Pertumbuhan.....	15
2.5.4. Laju Mortalitas dan Eksploitasi.....	16

2.6. Tingkat Pemanfaatan dan Pengusahaan	17
2.7. Deskripsi Lokasi Penelitian	18
2.7.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian	18
2.7.2. Kondisi Umum Lokasi Penelitian	20
BAB III. METODE PENELITIAN	22
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2. Metode Penelitian.....	22
3.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.4. Metode Pengumpulan Data	22
3.5. Analisa Data	25
3.5.1. Analisis <i>Catch per Unit Effort</i> (CPUE).....	25
3.5.2. Hubungan Panjang Berat.....	26
3.5.3. Model <i>Von Bertalanffy Growth Funcion</i>	29
3.5.4. Model Produksi Surplus	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Laju Tangkap Tuna Mata Besar	33
4.1.1. Hasil Tangkapan (<i>catch</i>)	33
4.1.2. Upaya Penangkapan (<i>effort</i>).....	36
4.1.3. <i>Catch Per Unit Effort</i> (CPUE)	44
4.1.4. Standarisasi Alat Tangkap.....	51
4.2. Parameter Biologi Tuna Mata Besar	54
4.2.1. Morfometri	54
4.2.2. Hubungan Panjang Berat.....	56
4.2.3. Faktor kondisi.....	59
4.3. Umur dan Pertumbuhan Tuna Mata Besar.....	61
4.4. Tingkat Pemanfaatan dan Pengusahaan Tuna Mata Besar	66
4.4.1. Pendugaan Potensi Maksimum Berimbang Lestari (MSY)	66
4.4.2. Tingkat Pemanfaatan.....	69
4.4.3. Tingkat Pengusahaan.....	71

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran.....	74
 DAFTAR ACUAN.....	 75

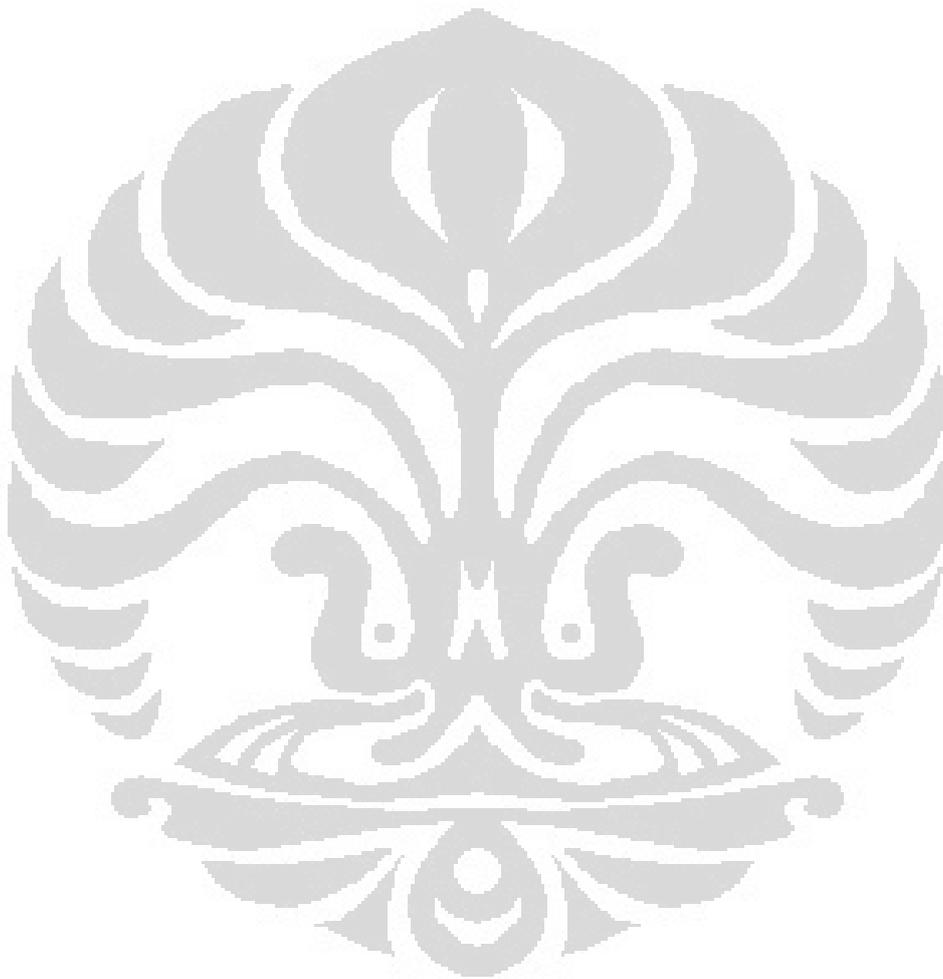


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Diagram alir pendekatan masalah	4
Gambar 2.1. Tuna mata besar (<i>Bigeye tuna</i> , <i>Thunnus obesus</i>).....	9
Gambar 2.2. Komposisi hasil tangkapan ikan tuna (<i>Thunnus spp</i>).....	12
Gambar 2.3. Peta Teluk Palabuhanratu.....	18
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 3.2. Spesifikasi ukuran tuna mata besar.....	27
Gambar 4.1. Produksi tuna mata besar dari beberapa alat tangkap yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	33
Gambar 4.2. Persentase upaya dan jumlah produksi tuna mata besar dari yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	34
Gambar 4.3. Kondisi maksimum jumlah alat tangkap tuna mata besar yang beroperasi di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	37
Gambar 4.4. Jumlah alat tangkap tuna mata besar yang beroperasi di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010)..	37
Gambar 4.5. Jumlah alat tangkap <i>longline</i> yang beroperasi di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	39
Gambar 4.6. Jumlah alat tangkap pancing tonda yang beroperasi di PPN Palabuhanratu enam tahun terakhir (2005-2010).....	40
Gambar 4.7. Prediksi jumlah upaya penangkapan pancing tonda yang beroperasi di PPN Palabuhanratu pada lima tahun yang akandatang (2011-2015).....	41
Gambar 4.8. Jumlah alat tangkap <i>gillnet</i> yang beroperasi di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	42
Gambar 4.9. Jumlah alat tangkap <i>purse seine</i> yang beroperasi di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	43

Gambar 4.10. <i>Trend</i> laju tangkap (CPUE) terhadap hasil tangkapan (<i>catch</i>) tuna mata besar pada alat tangkap <i>longline</i> di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	45
Gambar 4.11. <i>Trend</i> laju tangkap (CPUE) terhadap hasil tangkapan (<i>catch</i>) tuna mata besar pada alat tangkap pancing tonda di PPN Palabuhanratu enam tahun terakhir (2003-2010).....	46
Gambar 4.12. <i>Trend</i> laju tangkap (CPUE) terhadap hasil tangkapan (<i>catch</i>) tuna mata besar pada alat tangkap <i>purse seine</i> di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	47
Gambar 4.13. <i>Trend</i> laju tangkap (CPUE) terhadap hasil tangkapan (<i>catch</i>) tuna mata besar pada alat tangkap <i>gillnet</i> di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	49
Gambar 4.14. Upaya penangkapan tuna mata besar dengan alat tangkap standar <i>longline</i>	53
Gambar 4.15. Persentase frekuensi panjang cagak/garpu (FL) tuna mata besar di PPN Palabuhanratu.....	55
Gambar 4.16. Hubungan panjang berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	56
Gambar 4.17. Hubungan linier panjang berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	58
Gambar 4.18. Hubungan faktor kondisi dengan berat rata-rata tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu	60
Gambar 4.19. Kurva umur dan pertumbuhan tuna mata besar perairan selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	62
Gambar 4.20. Umur dan pertumbuhan tuna mata besar perairan selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	63
Gambar 4.21. Panjang struktur <i>Virtual Population Analysis</i> tuna mata besar di perairan selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	65
Gambar 4.22. Kurva <i>maximum sustainable yield</i> (MSY) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	68

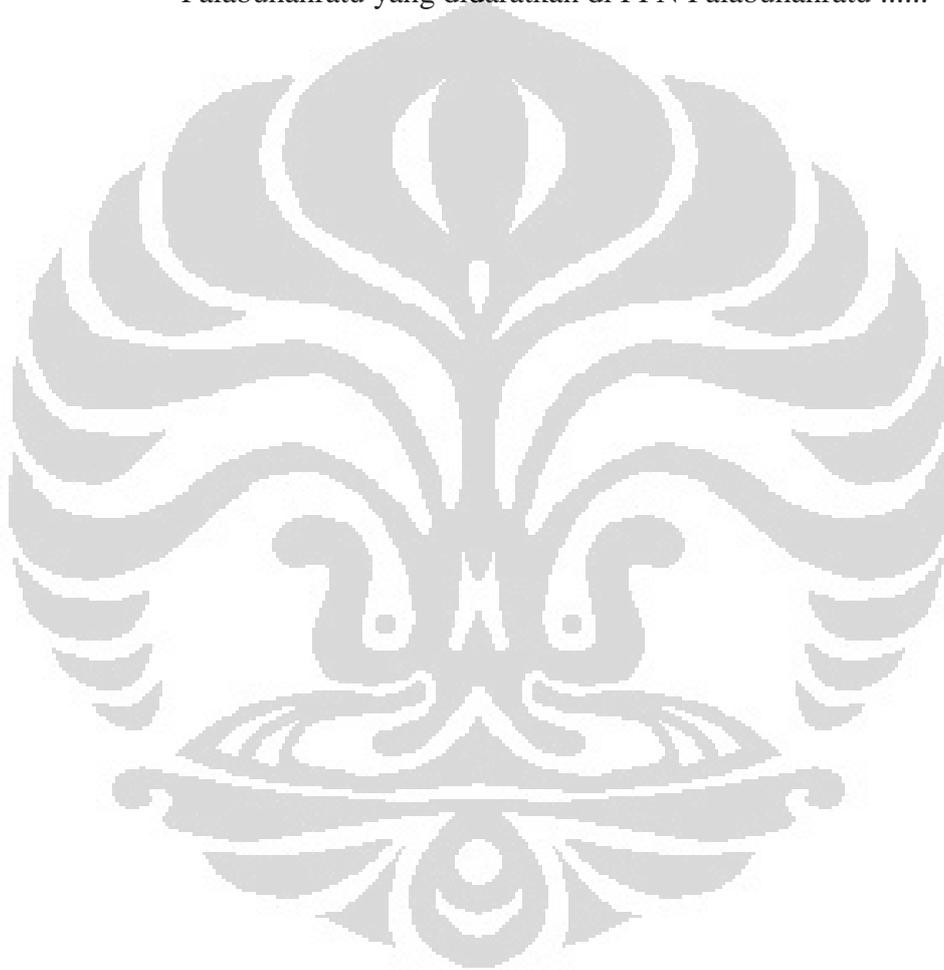
Gambar 4.23. Tingkat pemanfaatan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan alat tangkap standar <i>longline</i>	70
Gambar 4.24. Tingkat pengusahaan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan alat tangkap standar <i>longline</i>	72



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Jumlah sampel ikan tuna mata besar di PPN Palabuhanratu.....	23
Tabel 4.1. Hasil analisis regresi hasil tangkapan (<i>catch</i>) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir ($\alpha = 0.05$).....	35
Tabel 4.2. Hasil analisis regresi upaya penangkapan (<i>effort</i>) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu ($\alpha = 0.05$).....	38
Tabel 4.3. Hasil analisis regresi CPUE tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu ($\alpha = 0.05$).....	44
Tabel 4.4. <i>Trend</i> dan nilai besaran <i>catch</i> , <i>effort</i> , dan CPUE tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	49
Tabel 4.5. Nilai FPI alat tangkap tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010).....	51
Tabel 4.6. Jumlah upaya penangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan menggunakan alat tangkap standar <i>longline</i>	52
Tabel 4.7. Distribusi frekuensi <i>fork length</i> tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (dalam cm).....	54
Tabel 4.8. Model regresi linier dan non linier hubungan panjang dan berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	57
Tabel 4.9. Hubungan faktor kondisi (K_n) dengan panjang tiap kelas tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	60
Tabel 4.10. CPUE Schaefer dan Fox tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan alat tangkap standar <i>longline</i>	67

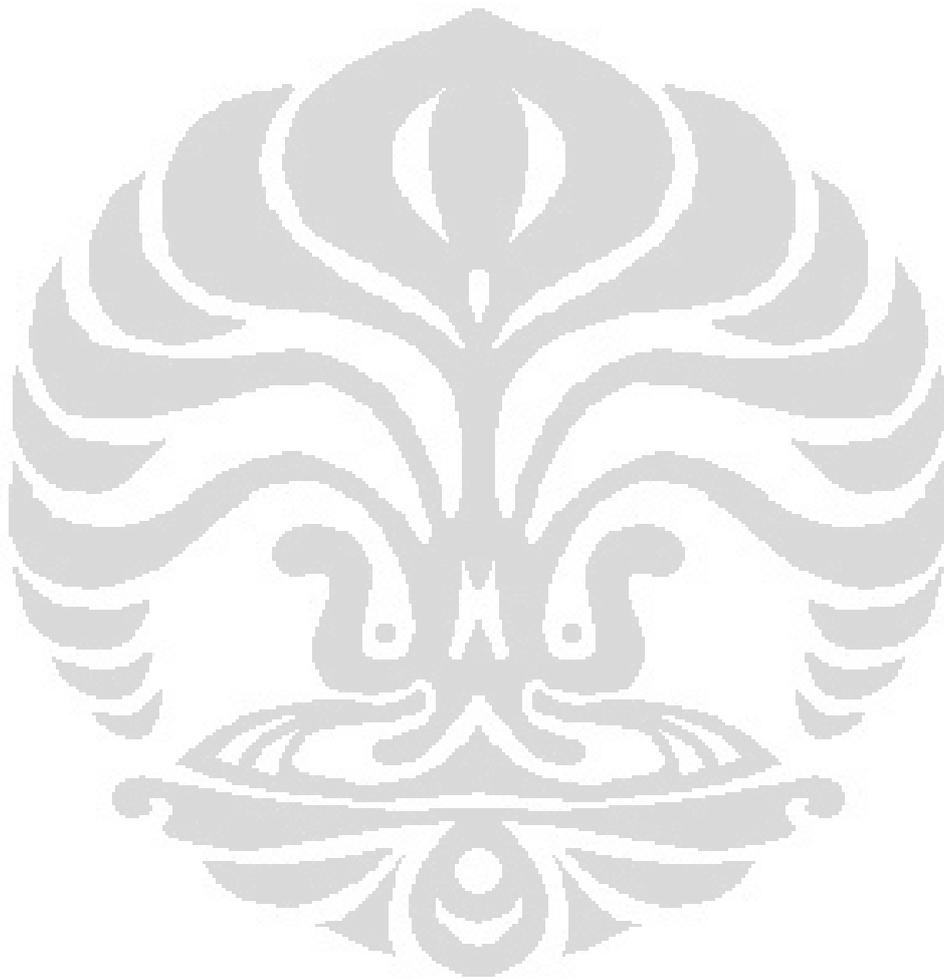
Tabel 4.11.	Parameter regresi Schaefer dan Fox tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan alat tangkap standar <i>longline</i>	67
Tabel 4.12.	Tingkat pemanfaatan tuna mata besar selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (alat tangkap standar <i>longline</i>).....	69
Tabel 4.13.	Tingkat pengusahaan Tuna Mata Besar selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu	71



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Morfometri panjang dan berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	79
Lampiran 2. Perkembangan hasil tangkapan, upaya penangkapan dan CPUE tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	88
Lampiran 3. Analisis regresi perkembangan hasil tangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	89
Lampiran 4. Analisis regresi perkembangan upaya penangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu....	91
Lampiran 5. Analisis regresi laju tangkap (CPUE) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	93
Lampiran 6. Analisis regresi model Schaefer tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	95
Lampiran 7. Analisis regresi model Fox tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	96
Lampiran 8. Analisis regresi hubungan panjang berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	97
Lampiran 9. Perkembangan upaya penangkapan (f) dan hasil tangkapan (c) bulanan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (2003-2010).....	98
Lampiran 10. Output FISAT II tentang parameter panjang asimtot (L_{∞}) dan koefisien pertumbuhan (K) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	102
Lampiran 11. Output FISAT II untuk parameter kematian alami (<i>natural mortality</i>) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	103

Lampiran 12. Output FISAT II untuk parameter kematian total (<i>total mortality</i>) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	104
Lampiran 13. Output FISAT II untuk parameter <i>virtual population analysis (VPA)</i> tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.....	105
Lampiran 14. Dokumentasi hasil penelitian.....	106



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Potensi sumberdaya perikanan laut di Indonesia terdiri dari empat sumberdaya perikanan, yaitu pelagis besar (451.830 ton per tahun) dan pelagis kecil (2.423.000 ton per tahun), sumberdaya perikanan demersal (3.163.630 ton per tahun), udang (100.720 ton per tahun), dan ikan karang (80.082 ton per tahun). Secara nasional potensi lestari (*maximum sustainable yield*) sumberdaya perikanan laut sebesar 6,7 juta ton per tahun dengan tingkat pemanfaatan mencapai 48 % (Subri, 2005).

Menurut Widodo dan Suadi (2006) pencatatan dari *Asian Development Bank* (ADB) pada tahun 2002 bahwa permintaan ikan dari Asia meningkat mencapai 69 juta ton pada tahun 2010 atau setara dengan 60 % dari total permintaan ikan dunia. Indonesia dalam hal ini menempati peringkat kelima sebagai produsen ikan terbesar setelah Cina, Peru, Amerika Serikat, dan Jepang dengan kecenderungan produksi yang meningkat dari 3,98 juta ton pada tahun 1999 menjadi 4,20 juta ton pada tahun 2001 atau rata-rata meningkat sekitar 7 %.

Menurut Sumadhiharga (2009) pembangunan dalam sektor perikanan telah memberikan kontribusi yang sangat berarti terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia, yaitu dengan terus meningkatnya produksi dan ekspor perikanan. Dalam kurun waktu 25 tahun pembangunan nasional, produksi perikanan tercatat telah meningkat dari 1,16 juta ton pada tahun 1968 menjadi 3,03 juta ton pada tahun 1989, di mana 2,27 juta ton berasal dari hasil perikanan tangkap di laut.

Dalam melakukan upaya revitalisasi pada subsektor perikanan yang merupakan langkah strategis karena potensi sumberdaya hayati adalah salah satu modal yang kuat khususnya pada sumberdaya ikan permukaan (*pelagic fish*) seperti ikan tuna (*Thunnus spp*), dimana komoditas sumberdaya ikan tuna adalah termasuk komoditas ikan ekonomis penting. Perikanan tuna tersebut sudah memberikan kontribusi yang cukup besar bagi perekonomian bangsa Indonesia, khususnya dalam hal perolehan devisa negara dan masih mempunyai peluang yang besar untuk terus dikembangkan (Sumadhiharga, 2009).

Berdasarkan Undang-undang Nomor 32 tahun 2004 tentang pemerintahan daerah, maka terdapat beberapa daerah provinsi dan kabupaten yang memiliki hak untuk mengelola sumberdaya hayati laut khususnya ikan tuna di perairan selatan Jawa. Di samping itu, sesuai dengan Undang-undang Nomor 31 tahun 2004 tentang perikanan juga memberikan amanat perlunya pengelolaan sumberdaya perikanan Indonesia dengan baik berdasarkan asas manfaat, keadilan, kemitraan, pemerataan, keterpaduan, keterbukaan, efisiensi dan kelestarian yang berkesinambungan (*sustainable*).

Kabupaten Sukabumi dengan Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu merupakan salah satu pelabuhan yang sangat strategis untuk mengembangkan armada perikanan tangkap tuna longline dengan daerah penangkapannya Samudera Hindia. Hal ini sangat efisien dengan jangkauan daerah penangkapan (*fishing ground*) ikan tuna di Samudra Hindia atau Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) yang dapat dijangkau dengan waktu sehari semalam sampai pada lintang 11° derajat Lintang Selatan setelah bertolak dari *fishing base* di PPN Palabuhanratu tersebut. Selain itu wilayah Palabuhanratu juga merupakan daerah potensial karena mempunyai pelabuhan perikanan kelas B yang memungkinkan untuk bertambatnya kapal-kapal dengan hasil tangkapan yang *exportable*.

Pada tahun 2010, jenis ikan tuna yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu sebesar 70.77 % dari 52 jenis ikan yang didaratkan di pelabuhan tersebut. Tuna mata besar sebesar 37.45 %, tuna sirip kuning sebesar 25.67 %, albakora sebesar 7.60 %, dan tuna sirip biru selatan sebesar 0.06 %. Tuna mata besar yang tertangkap di Samudera Hindia dan didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu didominasi tertangkap oleh alat tangkap pancing tonda 26,04%, *longline* 19,22%, *purse seine* 1,83% dan *gillnet* 52,90% yang mempunyai lokasi penangkapan di luar Teluk Palabuhanratu atau Samudera Hindia (Statistik Perikanan Tangkap PPN Palabuhanratu, 2010).

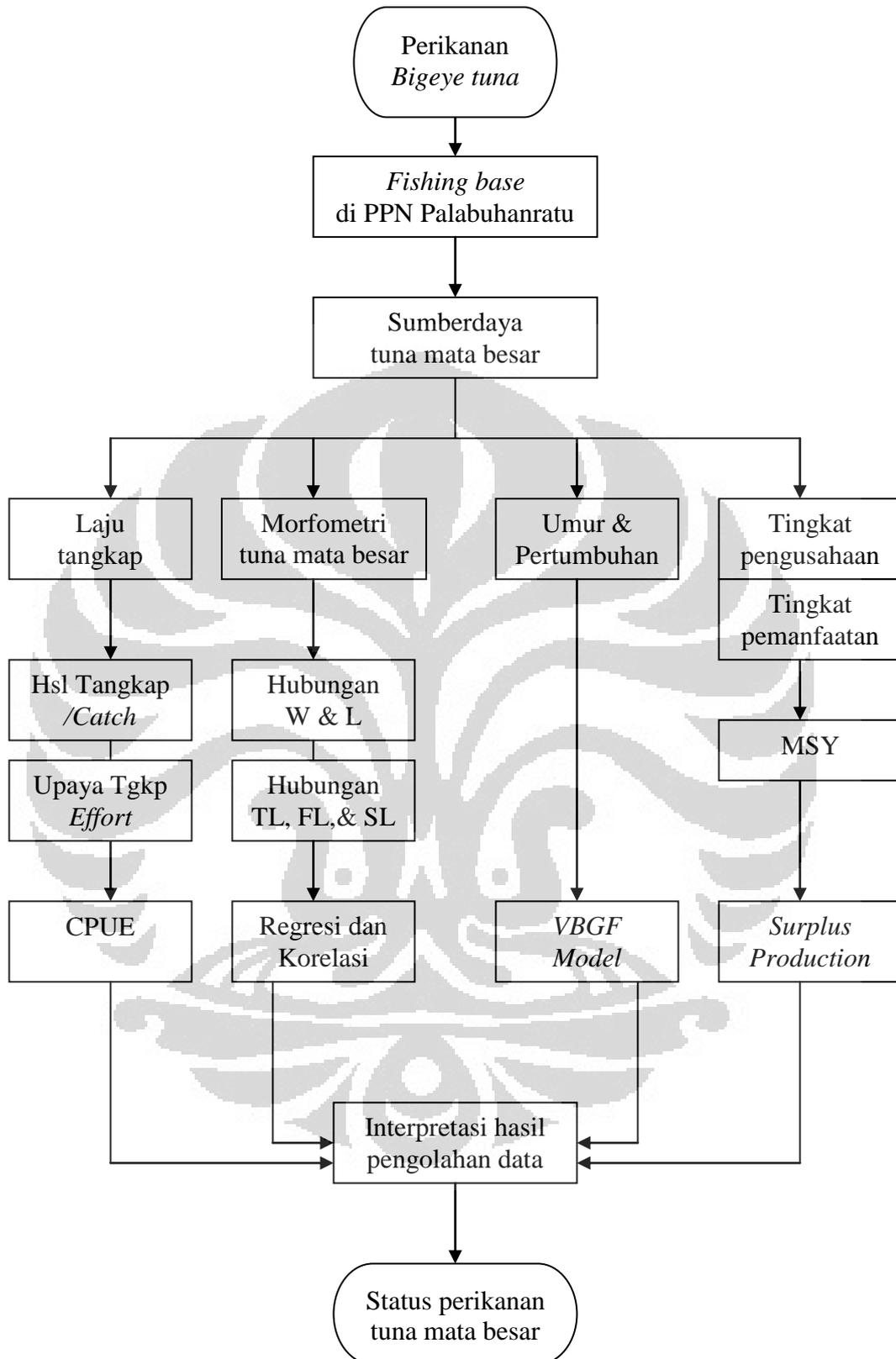
Walaupun demikian, masih ada beberapa permasalahan yang dapat mempengaruhi penangkapan ikan tuna berkelanjutan (*sustainable*) khususnya di PPN Palabuhanratu sebagai *fishing base*. Permasalahan yang utama antara lain :

belum diketahuinya tingkat pemanfaatan dan pengusahaan sumberdaya tuna mata besar di selatan Palabuhanratu juga kajian biologisnya antara lain pola dan pertumbuhan dan umur tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.

Oleh karena itu, sangat perlu diketahui status perikanan tangkap yang ada di PPN Palabuhanratu khususnya tuna mata besar yang merupakan ikan dominan dan *exportable*. Status perikanan tuna mata besar meliputi produksi yang didaratkan di PPN Palabuhanratu, CPUE, pola dan umur pertumbuhan, kemudian tingkat pemanfaatan serta pengusahaan ikan tuna tersebut.

1.2. Pendekatan Masalah

Beberapa masalah di atas, dapat dilakukan pendekatan-pendekatan sebagai solusi untuk memberikan jawaban terhadap penelitian ini. Status perikanan tuna mata besar di PPN Palabuhanratu mencakup keragaan produksi, aspek biologi, dan tingkat pemanfaatan serta pengusahaan. Pendekatan CPUE untuk menentukan laju tangkap, kemudian pendekatan hubungan panjang dan berat untuk menentukan pola pertumbuhannya, selanjutnya pendekatan *von Bertalanffy growth function* (VBGF) untuk menentukan umur pertumbuhan. Berikutnya pendekatan metode produksi surplus dilakukan untuk menentukan tingkat pemanfaatan dan pengusahaan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu. Sehingga dengan beberapa pendekatan tersebut akan diperoleh status perikanan tuna mata besar di PPN Palabuhanratu (Gambar 1.1).



Gambar 1.1.
Diagram alir pendekatan masalah

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah laju tangkap (CPUE), morfometri, umur dan pertumbuhan, dan tingkat pemanfaatan serta tingkat pengusahaan perikanan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu belum pernah dilakukan monitoring.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian adalah :

- 1) Menganalisis laju tangkap tuna mata besar yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu sebagai *fishing base*.
- 2) Menganalisis morfometri tuna mata besar yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu sebagai *fishing base*.
- 3) Menganalisis umur dan pertumbuhan tuna mata besar yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu sebagai *fishing base*.
- 4) Mengkatagorikan tingkat pemanfaatan dan pengusahaan perikanan tuna mata besar yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu sebagai *fishing base*.

1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian/alternatif (H1) yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

- 1) Diduga terdapat penurunan laju tangkap (CPUE) pada alat tangkap tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.
- 2) Diduga pola pertumbuhan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu adalah alometrik negatif.
- 3) Diduga umur dan pertumbuhan tuna mata besar yang tertangkap di Teluk Palabuhanratu sudah mijah.
- 4) Diduga tingkat pemanfaatan dan pengusahaan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu sudah mencapai tahap berkembang.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1) Menjadi salah satu referensi dalam mendorong laju pembangunan perikanan khususnya perikanan tuna mata besar di PPN Palabuhanratu dengan strategi serta alternatif prioritas pengembangannya (manfaat teoritis).
- 2) Memberikan informasi kepada *stakeholder* dalam berinvestasi pada perikanan Tuna Mata Besar di PPN Palabuhanratu dan bagi nelayan untuk mengisi kesempatan menjadi tenaga kerja kompeten pada perikanan tuna longline sebagai solusi substitusi mata pencaharian baru (manfaat praktis).
- 3) Memberikan informasi dan rekomendasi kepada pemerintah daerah (khususnya pemerintah daerah Kabupaten Sukabumi) dalam membuat kebijakan yang lebih proporsional tentang pemanfaatan sumberdaya khususnya perikanan tuna mata besar (manfaat praktis).

1.7. Batasan Pengertian

Beberapa definisi-definisi operasional pada penelitian ini dilakukan pembatasan dalam pengertiannya, yaitu :

- 1) Status perikanan adalah mencakup keragaan produksi, upaya penangkapan, hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan, pola dan umur pertumbuhan, serta tingkat pemanfaatan dan pengusaha perikanan di PPN Palabuhanratu.
- 2) Tuna mata besar yang diteliti adalah ikan tuna mata besar yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu.
- 3) Laju tangkap adalah produktivitas setiap alat tangkap dalam menangkap ikan atau perbandingan hasil tangkapan yang diperoleh terhadap upaya penangkapannya di PPN Palabuhanratu.
- 4) Morfometri adalah pengukuran panjang cagak (*fork length*) ikan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.
- 5) Umur adalah usia ikan tuna mata besar yang tertangkap alat tangkap *long line*, pancing tonda, *purse seine*, dan *gillnet* dan didaratkan di PPN Palabuhanratu.

- 6) Pertumbuhan adalah proses penambahan panjang dan berat ikan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan menggunakan rumus.
- 7) Tingkat pengusahaan adalah perbandingan antara upaya penangkapan ikan tuna mata besar terhadap upaya penangkapan optimumnya yang dinyatakan dalam persen.
- 8) Tingkat pemanfaatan adalah perbandingan antara produksi hasil tangkapan ikan tuna mata besar terhadap potensi lestari ikan tersebut yang dinyatakan dalam persen.
- 9) Hasil atau produksi tangkapan adalah produksi ikan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dalam satuan kg.
- 10) Upaya penangkapan adalah jumlah unit penangkapan yang digunakan untuk menangkap ikan tuna mata besar.
- 11) CPUE adalah *catch per unit effort* yaitu hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan ikan tuna mata besar di PPN Palabuhanratu.
- 12) Hubungan W & L adalah korelasi dan pengaruh antara panjang ikan tuna mata besar terhadap beratnya.
- 13) Model VGBF adalah suatu model yang dapat digunakan untuk menentukan umur dan pertumbuhan ikan tuna mata besar yang didaratkan hanya di PPN Palabuhanratu.
- 14) MSY adalah *maximum sustainable yield* atau potensi lestari ikan tuna mata besar di perairan selatan Palabuhanratu.
- 15) Produksi surplus adalah metode untuk menentukan potensi lestari dan berimbang pada ikan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.
- 16) Pola pertumbuhan adalah hubungan atau korelasi perkembangan ikan tuna mata besar antara panjang cagak (FL) dengan beratnya.
- 17) Umur pertumbuhan adalah pendugaan umur ikan tuna mata besar yang tertangkap dan didaratkan di PPN Palabuhanratu menggunakan pendekatan model VBGF.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi Tuna Mata Besar

Di perairan Indonesia terdapat semua jenis ikan tuna besar, antara lain : madidihang (**yellowfin tuna**, *Thunnus albacares*), tuna mata besar (**bigeye tuna**, *Thunnus obesus*), albakora (**albacore**, *Thunnus alalunga*), dan tuna sirip biru selatan (**southern bluefin tuna**, *Thunnus maccoyii*) terkecuali tuna sirip biru atlantik (**atlantic bluefin tuna**, *Thunnus thynnus*) dan tuna sirip hitam (**blackfin tuna**, *Thunnus atlanticus*). Tuna sirip biru atlantik adalah penghuni Samudera Pasifik dan Atlantik, sedangkan tuna sirip hitam hanya terdapat di Samudera Atlantik (Sumadhiharga, 2009).

Menurut Syarif *et al.* (2010) menambahkan bahwa tuna mata besar merupakan spesies tuna yang memiliki nilai jual tinggi. Hidup di perairan tropis hingga subtropis yaitu Samudera Atlantik dan Samudera Hindia pada kedalaman antara 20 – 250 meter termasuk di wilayah selatan Jawa merupakan *fishing ground* dari tuna mata besar. Sehingga nelayan Indonesia sering menangkap Tuna Mata Besar di perairan Samudera Hindia sebelah barat Sumatera, Selatan Jawa dan di Laut Banda. Di selatan Jawa, pangkalan terbesar pendaratan ikan tuna berada di Benoa Bali.

Jumlah produksi tuna mata besar di Indonesia khususnya di Bali merupakan produksi terbesar setelah ikan madidihang. Berdasarkan hasil monitoring di pendaratan ikan tuna di Benoa yang dilakukan atas kerjasama *Australian Center for International Agricultural Research* (ACIAR) dengan Pusat Riset Perikanan Tangkap (PRPT) produksi tuna mata besar tertinggi pernah mencapai lebih dari 12.000 ton yang terjadi pada tahun 1998. Akan tetapi pada lima tahun berikutnya terjadi penurunan produksi tuna mata besar yang sangat signifikan pada tahun 2004 dan 2005 sekitar 4.000 ton. Pada tahun 2007 tuna mata besar yang didaratkan di Benoa mencapai sekitar 8.162,5 ton atau sekitar 25% dari total produksi ikan tuna yang didaratkan di pelabuhan Benoa tersebut (PRPT, 2008 *dalam* Fauziah, 2010).

2.2. Klasifikasi Tuna Mata Besar

Klasifikasi Tuna Mata Besar menurut Saanin (1986) adalah sebagai berikut:

Filum : Chordata

Subfilum : Vertebrata

Kelas : Pisces

Subkelas : Teleostei

Bangsa : Percomorphi

Subbangsa : Scombroidea

Famili : Scombridae

Marga : *Thunnus*

Spesies : *Thunnus obesus*



Gambar 2.1. Tuna mata besar (**bigeye tuna**, *Thunnus obesus*)

Sumber : <http://sea-ex.com>

2.3. Ciri Umum dan Daur Hidup Tuna Mata Besar

Menurut Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (2001) tuna mata besar dapat mencapai ukuran yang sangat besar. Warna bagian sisi badan lebih bawah dan perut keputih-putihan, ada *band* lateral berwarna biru *iridescent* sepanjang sisi-sisi badan pada ikan-ikan yang masih hidup. Rentang umur kira-kira tujuh

tahun dan dapat mencapai panjang sekitar 240 cm dengan berat 197,2 kg (Sumadhiharga, 2009).

Menurut Itano (2005), finlet-finletnya juga berwarna kuning terang sedangkan pinggir-pinggirnya berwarna hitam. Kemudian pada sirip punggung dan sirip dubur berwarna kuning. Garis sisi pada tuna mata besar seperti sabuk yang berwarna biru metalik membujur sepanjang badan (Gambar 2.1).

Menurut Syarif, *et al.* (2010) tuna mata besar ketika masih kecil (*juvenile*) sulit dibedakan dengan madidihang atau albakora sehingga sering disebut *shortfin yellowfin tuna* atau *false albacore*. Pada ikan dewasa yang beratnya 30 kg, sirip dadanya hampir serupa dengan sirip dada albakora dan madidihang, namun pada ikan yang sudah besar dapat dibedakan dengan ciri sirip punggung berwarna keabu-abuan dengan jari-jari sirip berwarna kuning dan tepinya berwarna coklat, sirip dada atas berwarna hitam dengan bagian bawah keabu-abuan, sirip dubur putih dengan ujung kuning dan jari-jari siripnya berwarna abu-abu, serta pada umumnya badan bagian atas berwarna biru tua dan bagian bawah berwarna keperak-perakan dengan batas yang cukup jelas.

Selain itu, tuna mata besar mempunyai rentang umur kira-kira tujuh tahun. Pada umumnya tuna mata besar memijah pada panjang cagak 91-100 pada umur sekitar tiga tahun dengan fekunditas sekitar 2,8 – 3,6 juta telur. Biasanya tuna mata besar melakukan pemijahan di bagian timur dan bagian barat Samudera Hindia.

Menurut Miyabe (1994 *dalam* Faizah 2010) masa pemijahan tuna mata besar diyakini sepanjang tahun di daerah tropis (10° LU hingga 10° LS) dan selama bulan musim panas di lintang tinggi. Pemijahan ikan tuna ini berlangsung di sepanjang tahun dan biasanya berada di wilayah utara Australia. Sementara itu Nootmorn (2004) mengatakan aktivitas pemijahan tuna mata besar yaitu dari bulan Desember hingga bulan Januari dan bulan Juni. Ukuran yang matang untuk betina dan jantan diperkirakan pada panjang berturut-turut 88.08 cm dan 86.85 cm.

Sebaran penangkapan tuna mata besar dapat diperoleh di Pasifik barat bagian tropis dengan menggunakan *longline* dengan ukuran 120 – 150 cm yang merupakan komponen utama, hal yang sama juga terjadi di Samudera Hindia.

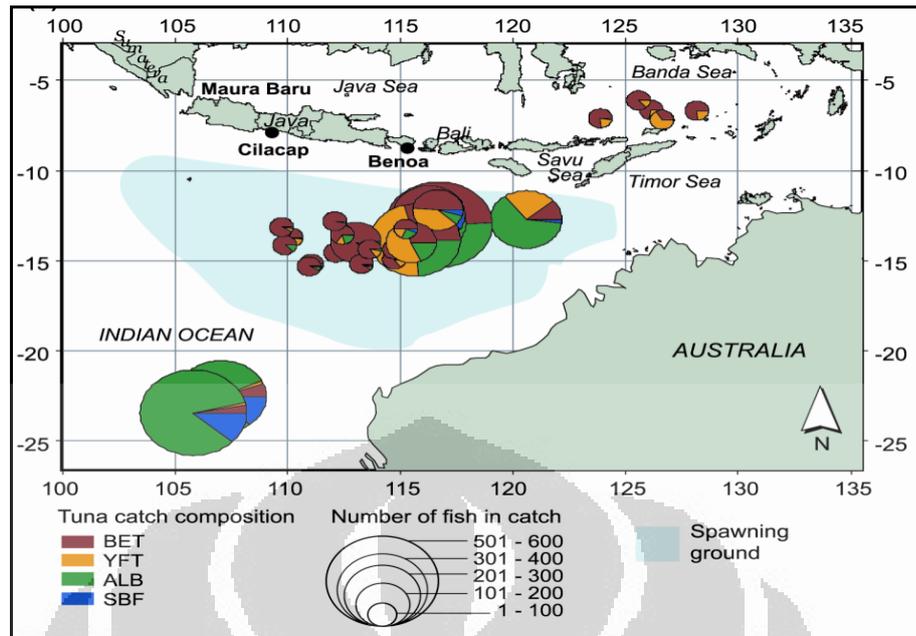
Adapun di Laut Flores dan Laut Banda, tuna mata besar yang tertangkap berukuran rata-rata berkisar antara 130 – 160 cm. Tuna mata besar di Samudera Hindia dengan berat rata-rata sekitar 90 kg dan panjangnya 175 cm terutama yang di daratkan di Benoa Bali. Subpopulasi timur ini mempunyai sifat-sifat yang banyak persamaannya dengan tuna mata besar Pasifik. Hal ini dikarenakan sebaran ikan tuna ini berkesinambungan dari Samudera Pasifik melalui perairan di antara pulau-pulau di Indonesia, Filipina, dan Australia ke Samudera Hindia (Suda, 1971 dalam Sumadhiharga, 2009).

2.4. Daerah Penyebaran Tuna Mata Besar

Penyebaran tuna mata besar sangat luas di perairan tropis dan sub tropis. Di Indonesia ikan ini banyak tertangkap di perairan selatan Jawa, sebelah barat daya Sumatera Selatan, Bali, Nusa Tenggara, Laut Banda, dan Laut Maluku. Ikan tersebut terdapat mulai dari permukaan air sampai pada kedalaman 250 m. Suhu yang disukai ikan tuna ini berkisar antara 11°C - 28°C. Menurut Syarif *et al.* (2010) kedalaman tuna mata besar 100 - 350 m bahkan sampai 600 m.

Menurut Sumadhiharga (2009) secara umum penyebaran tuna mata besar sangat luas tersebar di tiga samudera, yaitu : Hindia, Pasifik, dan Atlantik. Adapun konsentrasi tuna mata besar Pasifik Barat terdapat di sepanjang koordinat 10° LU. Disamping itu, konsentrasi musiman terjadi ke arah selatan dan utara dengan koordinat antara 35° LU - 35° LS selama musim gugur di masing-masing belahan bumi.

Adapun konsentrasi di Samudera Hindia terdapat pada koordinat 13° LS dan di sepanjang jalur 30° LS. Tuna mata besar di lapisan perairan yang paling dalam, sehingga peranan alat tangkap rawai tuna sangat besar. Menurut Suvasubramaniam (1965 dalam Sumadhiharga, 2009), penangkapan terbaik tuna mata besar Samudera Hindia adalah di Laut Arab, sebelah barat Maladewa dan selatan Nusa Tenggara (Gambar 2.2).



Gambar 2.2.

Komposisi hasil tangkapan tuna (*Thunnus spp*) di Samudera Hindia
Sumber : Sugama (2008)

Menurut Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (2001) penyebaran tuna mata besar bersifat epipelagis dan mesopelagis pada perairan oseanik, sebaran pada perairan tropis dan subtropis, tidak ada di Mediteranian. Konsentrasi utama ikan tuna ini adalah pada lapisan termoklin atau terdapat pada lapisan air dari permukaan hingga kedalaman 250 meter.

2.5. Pertumbuhan Tuna Mata Besar

Menurut Effendie (2002), istilah pertumbuhan dapat diartikan sebagai pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu tertentu, sedangkan pertumbuhan bagi populasi sebagai pertambahan jumlahnya. Pertumbuhan tersebut dapat dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam umumnya adalah faktor yang sukar dikontrol seperti keturunan, seks, umur, parasit dan penyakit. Sedangkan faktor luar yang utama memengaruhi pertumbuhan adalah makanan dan suhu perairan.

2.5.1. Hubungan Panjang Berat

Effendie (2002), menyatakan bahwa berat dapat dianggap sebagai fungsi dari panjang dan hubungan panjang dengan berat hampir mengikuti hukum kubik

yaitu bahwa berat ikan sebagai pangkat tiga dari panjangnya. Tetapi hubungan yang terdapat sebenarnya tidak demikian karena kebanyakan jenis-jenis ikan berubah bentuknya dalam pertumbuhan atau berbeda-beda sehingga hubungan kubik antara panjang dan beratnya jarang terjadi. Data dari pengukuran panjang ikan secara berkesinambungan dapat dijadikan dasar untuk mengetahui kelangsungan hidup secara proporsional.

Secara umum tubuh ikan dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu kepala, badan dan ekor. Bagian kepala diukur dari ujung mulut sampai bagian belakang tutup insang (*operculum*), bagian badan mulai dari belakang *operculum* sampai pangkal sirip dubur dan bagian ekor mulai pangkal sirip dubur sampai dengan ujung ekor. Panjang total (*total length*) diukur mulai ujung mulut sampai dengan ujung ekor, panjang cagak (*fork length*) diukur mulai dari ujung mulut sampai dengan pangkal ekor, dan tinggi badan diukur mulai pangkal sirip perut sampai dengan sirip punggung.

Statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan panjang berat ini adalah analisis regresi (*regression analysis*). Sebagai dasar analisis regresi adalah hubungan linier (*linear relationship*) antara dua peubah yaitu panjang dan beratnya.

Menurut Effendie (2002), dari analisis regresi tersebut akan diperoleh nilai konstanta (*intercept*) atau *a* dan koefisien regresi (*slope*) atau *b*. Harga nilai eksponen tersebut untuk semua jenis ikan sudah diketahui berkisar antara 1.2 – 4.0 namun kebanyakan harga *b* berkisar antara 2.4 – 3.5. Adapun kriteria pola pertumbuhan ikan dengan menggunakan hubungan panjang dan berat tergantung pada nilai *b* tersebut, yaitu:

- 1) Bila $b < 3$, maka penambahan panjang lebih cepat daripada penambahan berat atau disebut alometrik negatif
- 2) Bila $b > 3$, maka penambahan berat lebih cepat daripada penambahan panjang atau disebut alometrik positif

- 3) Bila $b = 3$, maka penambahan panjang dan penambahan beratnya seimbang atau isometrik

Hasil penelitian Faizah (2004), menyatakan bahwa hubungan panjang berat tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Hindia dengan formula $W = 0,038 FL^{2,8623}$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 95%. Adapun jumlah sampel sebanyak 42 ekor dan panjang cagak antara 109 – 153 cm. Nilai koefisien regresi sebesar 2,8623 menunjukkan bahwa pola pertumbuhan tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Hindia adalah alometrik negatif, artinya pertumbuhan panjang lebih cepat daripada pertumbuhan beratnya. Hal ini senada dengan hasil penelitian Zhu *et al.* (2010) bahwa pola pertumbuhan tuna mata besar di perairan Samudera Hindia adalah $W = 2,6 \times 10^{-5} FL^{2,9362}$ dengan koefisien regresi (R^2) sebesar 95,67 % dan jumlah sampel sebanyak 741 ekor.

Pola pertumbuhan tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Hindia sangat linier atau sama dan sebanding dengan pertumbuhan tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Pasifik bagian barat dengan pola pertumbuhan alometrik negatif. Adapun persamaan hubungan panjang dan berat tuna mata besar yang tertangkap di perairan Samudera Pasifik bagian barat tersebut adalah $W = 3 \times 10^{-5} FL^{2,9278}$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 97 % dan jumlah sampel sebanyak 856 ekor (Sun *et al.* 2001).

2.5.2. Faktor Kondisi

Faktor kondisi adalah suatu keadaan yang menyatakan kemontokan ikan dengan angka atau disebut juga Indeks Ponderal (Kn). Perhitungannya berdasarkan kepada panjang berat ikan. Faktor kondisi merupakan salah satu derivat dari pertumbuhan yang sering disebut pula sebagai *faktor K*. Faktor kondisi ini menunjukkan keadaan baik dari ikan dilihat dari segi kapasitas fisik untuk *survival* dan reproduksi (Effendie, 2002).

Effendie (2002), menambahkan bahwa untuk mencari harga Kn dalam perhitungan digunakan rumus $Kn = 10^2 W / L^3$ dimana W = berat rata-rata ikan yang sebenarnya (gram) dalam satu kelas dan L adalah panjang rata-rata ikan (cm)

yang ada kelas tersebut. Harga 10^2 dari rumus diambil sedemikian rupa sehingga K_n mendekati 1. Harga K_n itu berkisar antara 2 – 4 apabila badan ikan itu agak pipih. Ikan-ikan yang badannya kurang pipih berkisar antara 1 – 3. Variasi harga K_n itu tergantung kepada makanan, umur, jenis, seks dan kematangan gonad.

Apabila dalam suatu perairan terjadi perubahan mendadak dari kondisi ikan itu, situasi demikian memungkinkan untuk dapat diketahui apabila kondisinya kurang baik diduga populasinya terlalu padat, dan sebaliknya apabila kondisinya baik dan sumber makanan cukup melimpah maka ada kecenderungan ikan-ikan yang mendiami habitat tersebut gemuk/montok. Sehingga untuk keperluan analisis tersebut dilakukan uji Faktor Kondisi. Nilai faktor kondisi ini tentu sangat tergantung dari nilai b yang sebelumnya dilakukan dulu pengujiannya dari nilai regresi antara panjang dan berat.

Menurut Effendie (2002), nilai faktor kondisi ini tentu sangat tergantung dari nilai b yang sebelumnya dilakukan dulu pengujiannya dengan uji t dari nilai b pada model regresi hubungan antara panjang dan berat. Untuk menghitung Faktor Kondisi berdasarkan hubungan panjang berat dengan menggunakan rumus di atas, tetapi untuk mendapatkan nilai K_n menggunakan rumus berat yang berdasarkan pengamatan dibagi dengan berat berdasarkan dugaan berat dari panjangnya, dimana nilai W = berat rata-rata (gram) yang terdapat dalam satu kelompok umur dan nilai L = panjang rata-rata (mm) yang terdapat dalam satu kelompok umur.

Hasil penelitian Faizah (2004) menunjukkan bahwa faktor kondisi Tuna Mata Besar yang tertangkap dengan alat tangkap *longline* di perairan Samudera Hindia rata-rata menyebar pada kisaran 1.915 – 2.038 dengan rata-rata faktor kondisi sebesar 1.951. Nilai rata-rata faktor kondisi tuna mata besar yang tertangkap sangat bervariasi, pada selang ukuran terkecil mempunyai nilai faktor kondisi yang lebih tinggi dari selang ukuran berikutnya. Kemudian pada selang ukuran selanjutnya terjadi peningkatan nilai faktor kondisi yang dilanjutkan dengan penurunan pada selang berikutnya. Menurut Wang *et al.* (2002) nilai faktor kondisi tidak berbeda jauh dengan tuna mata besar di perairan Taiwan yaitu berkisar 1.4 – 2.5.

2.5.3. Umur dan Pertumbuhan

Menurut King (1995), beberapa metode yang telah digunakan untuk menentukan pertumbuhan dari spesies menggunakan persamaan matematis yang sederhana. Persamaan pertumbuhan *von Bertalanffy* merupakan formula yang sangat mungkin digunakan, karena persamaan tersebut sudah secara umum digunakan untuk menentukan pertumbuhan dari spesies yang ada di laut. Hal ini dilakukan berdasarkan konsep fisiologis dari data-data jarak panjang ikan-ikan yang akan diukur pertumbuhannya.

Widodo dan Suadi (2005) menambahkan bahwa para peneliti selalu menggunakan persamaan *von Bertalanffy* untuk mengukur pertumbuhan ikan. Gunarso, *et al.* (1991) menyatakan hal yang sama bahwa untuk menentukan pertumbuhan ikan dengan umur mutlak dapat dihitung dengan menggunakan model *Von Bertalanffy Growth Function* (VBGF).

Pendugaan pola atau model pertumbuhan adalah model yang diberikan pada pertambahan panjang atau berat dari biota pada waktu tertentu. Menurut Gompertz (*dalam* Effendie 2002) ada dua pola atau model yang dipakai untuk menghitung pertumbuhan ikan. Sedangkan pada penelitian ini, model yang digunakan untuk menduga kurva pertumbuhan tuna mata besar adalah pertumbuhan *von Bertalanffy* (VBGF) dengan menggunakan program ELEFAN (*Electronic Length Frequency Analysis*) yang merupakan integrasi dari *Model Progression Analysis* (MPA) dalam *software* FISAT II (Gayaniilo *et al.* 2005).

2.5.4. Laju Mortalitas dan Eksploitasi

Selain umur dan pertumbuhan, maka kematian ikan secara natural (*natural mortality*) dapat ditentukan dengan menggunakan formula *Pauly's Model Equation* yang sudah terintegrasi dengan *software* FISAT II. Kemudian kematian total (*total mortality*) dapat dilakukan dengan menggunakan analisis model Beverton & Holt yang juga terintegrasi pada FISAT II. Berdasarkan dua parameter di atas yaitu M dan Z, maka dapat ditentukan kematian akibat penangkapan ikan (*fishing mortality*) dengan cara menjumlahkan antara M dan Z. Sedangkan laju eksploitasi (E) adalah persentase dari perbandingan antara kematian akibat penangkapan ikan (*fishing mortality*) dengan kematian ikan secara natural (*natural mortality*) atau secara formula $E = F/Z$.

2.6. Tingkat Pemanfaatan dan Pengusahaan

Purwanto (2003) menyatakan agar sumberdaya perikanan dapat dimanfaatkan secara terus menerus secara maksimal dalam waktu yang tidak terbatas, maka laju kematian karena tingkat pemanfaatan perlu dibatasi sampai pada batas titik yang tertentu. Induk ikan dalam jumlah tertentu harus disisakan dan diberi kesempatan untuk berkembang biak lebih banyak lagi. Dengan kesempatan tersebut, maka akan menghasilkan ikan-ikan yang berikutnya untuk mencapai kelestariannya. Tingkat pemanfaatan yang optimum adalah di mana jumlah yang ditangkap sebanding dengan tambahan jumlah atau kepadatan ikan.

Sumadhiharga (2009), menyatakan bahwa tingkat pemanfaatan perikanan tangkap dibagi menjadi empat tahap, yaitu: tahap rendah (0,00 – 33,3 %), tahap berkembang (33,40 – 66,70 %), tahap padat tangkap (66,80 – 100 %), dan terakhir tahap lebih tangkap/*over exploited* (lebih dari 100%).

Adapun pembagian tingkat pengusahaan sumberdaya perikanan dibagi menjadi empat macam, yaitu:

- (1) Pengusahaan yang rendah dengan hasil tangkapan hanya sebagian kecil dari potensinya.
- (2) Pengusahaan sedang dengan hasil tangkapan merupakan sebagian yang nyata dari potensi dan penambahan upaya penangkapan (*effort*) masih memungkinkan.
- (3) Pengusahaan tinggi dengan hasil tangkapan sudah mencapai potensi yang besar dan penambahan upaya penangkapan (*effort*) tidak akan menambah hasil tangkapan.
- (4) Pengusahaan yang berlebihan (*over fishing*) dengan terjadi pengurangan stok ikan karena penangkapan sehingga hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan (CPUE) akan jauh berkurang.

Menurut Sumadhiharga (2009), pemanfaatan tuna mata besar dengan menggunakan *longline* yang dioperasikan di perairan selatan Jawa, Bali, Nusa

Tenggara, Laut Banda dan Laut Maluku. Selain ikan tuna ini dapat tertangkap di laut lepas, maka di beberapa lokasi dapat tertangkap di perairan pantai. Nelayan Palabuhanratu menangkap ikan tuna ini dengan menggunakan *gillnet* ataupun payang pada tahun 1980. Akan tetapi setelah tahun 2003, tuna mata besar dapat ditangkap dengan menggunakan *longline* dan pancing tonda (Statistik Perikanan Tangkap PPN Palabuhanratu, 2010). Hal ini terjadi karena terjadi ruaya ikan tuna ini ke arah pantai. Menurut Subani dan Barus (1989), alat tangkap *longline* dapat menangkap beberapa ikan pelagis besar, antara lain tuna mata besar.

Widodo dan Suadi (2005) menambahkan bahwa beberapa ciri-ciri yang dapat menjadikan patokan suatu perikanan tangkap sedang menuju kondisi lebih tangkap diantaranya adalah : waktu melaut menjadi lebih panjang dari biasanya, lokasi penangkapan menjadi lebih jauh dari biasanya, produktivitas atau laju tangkap (CPUE) cenderung menurun, ukuran ikan sasaran menjadi semakin kecil, dan biaya operasi penangkapan semakin meningkat.

2.7. Deskripsi Lokasi Penelitian

2.7.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian



Gambar 2.3.

Peta Teluk Palabuhanratu (*Sumber : <http://www.asiatour.com>*)

Teluk Palabuhanratu terletak pada 60 km arah selatan dari kota Sukabumi merupakan sebuah kawasan yang terletak di pesisir selatan Jawa Barat, di Samudra Hindia. Wilayah pesisirnya terbentang dengan panjang garis pantai \pm 200 km. Secara geografis Teluk Palabuhanratu terletak pada posisi $106^{\circ}22'00''$ – $106^{\circ}33'00''$ BT dan $6^{\circ}57'00''$ – $7^{\circ}07'00''$ LS. Perairan Teluk Palabuhanratu merupakan tempat bermuaranya empat sungai yaitu Cimandiri, Cidadap, Cibuntu dan Ciplabuhan. Kecamatan Palabuhanratu berbatasan dengan kecamatan Ciladang dan kecamatan Ciselok di sebelah utara, kecamatan Ciomas di sebelah selatan, Samudera Hindia di sebelah barat, kecamatan Warung Kiara di sebelah timur.

Wilayah pesisir Teluk Palabuhanratu mempunyai beberapa tipe pantai, meliputi: pantai karang, pantai berbatu dan pantai berpasir. Satuan morfologi penyusun pantainya terdiri dari perbukitan dan daratan merupakan ciri utama pantai selatan dengan pantai yang terjal dan perbukitan yang bergelombang serta mempunyai kemiringan yang dapat mencapai 40% dan disusun oleh sedimen tua. Sedangkan satuan morfologi berkembang di sekitar muara sungai dengan susunan yang terdiri atas pasir dan kerikil yang berasal dari endapan limpahan banjir. Batuan geologi wilayah pantai mulai dari muara Cimandiri hingga Ciselok yang merupakan bantuan yang berasal dari endapan sedimen gunung berapi (Dislutkan Kab. Sukabumi, 2006).

Teluk ini hampir memiliki bentuk segitiga yang terbuka dengan titik sudutnya pada koordinat $06^{\circ} 55.5' LS$ – $106^{\circ} 31.5' BT$ terletak sebuah pelabuhan perikanan tipe B yaitu Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu yang merupakan salah satu dari dua Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) di Jawa Barat selain PPN Kejawan di Kota Cirebon. Bentuk segitiga tersebut memperlihatkan bahwa Teluk Palabuhanratu merupakan teluk yang agak terbuka dengan mulut yang menghadap ke arah barat daya (225°) dan berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Kondisi teluk yang agak terbuka ini yang menyebabkan kondisi oseanografi di perairan Teluk Palabuhanratu, sehingga biota laut yang ada di Teluk Palabuhanratu akan dapat terpengaruh oleh beberapa parameter kualitas air, baik parameter fisika, kimia maupun biologinya.

Berdasarkan data iklim yang tersedia dari Stasiun Meteorologi Maranginan-Palabuhanratu, parameter-parameter iklim di Palabuhanratu adalah temperatur udara rata-rata bulanan berkisar antara 25.8–28.8°C dengan temperatur maksimum harian rata-rata berkisar antara 30.0–35.0°C dan minimum 22.5–24.5°C. Temperatur maksimum tertinggi dan terendah berlangsung pada bulan Juli dan Januari, kelembaban nisbi udara rata-rata bulanan di Palabuhanratu relatif tinggi yaitu berkisar antara 70–90% (BLH Kab. Sukabumi dan Dislutkan Kab. Sukabumi, 2006), dengan rata-rata bulanan maksimum terjadi pada bulan Februari dan minimum bulan September.

Nilai kecepatan angin rata-rata bulanan sangat bervariasi dan berkisar antara 4.4–23.5 km/jam, curah hujan di Palabuhanratu biasanya berlangsung dari bulan November sampai April, dengan curah hujan bulanan rata-rata sebesar 192 mm, curah hujan tahunan berkisar antara 2500–3500 mm/tahun dengan hari hujan antara 110–170 hari/tahun, di mana curah hujan di Teluk Palabuhanratu sangat dipengaruhi oleh musim angin Barat (BLH Kab. Sukabumi dan PKSPL-IPB, 2003 dan Dislutkan Kab. Sukabumi, 2006).

2.7.2. Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu

PPN Palabuhanratu mempunyai fasilitas pokok penahan gelombang yang terdiri dari dua bangunan yaitu bagian selatan dermaga lama dengan panjang 294 meter, bagian utara dermaga lama dengan panjang 125 meter, bagian timur dermaga baru dengan panjang 399 meter dan bagian barat dermaga baru dengan panjang 50 meter, kolam pelabuhan seluas tiga hektar untuk kolam lama (Dermaga I) dan dua hektar untuk kolam baru (Dermaga II) sebagai lokasi bongkar kapal *longline* dengan ikan tuna yang siap untuk diekspor.

Kolam tersebut dikelilingi oleh dermaga tambat labuh dan dermaga servis, dengan kedalaman berkisar antar 2–3 meter untuk kolam lama dan 3–4 meter untuk kolam baru, pada dermaga satu sepanjang 500 meter dan 410 meter terdiri dari dermaga tambat kapal, dermaga untuk bongkar ikan, dan dermaga untuk perbaikan perbaikan kapal. Daya tampung dermaga dapat menampung sekitar 159 buah dan pantai seluas 6600 m² untuk mendaratkan kapal.

Berdasarkan SK Menteri Pertanian RI Nomor. 624/Kpts/OT.210/10/93 tanggal 18 Oktober 1993, bahwa Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu merupakan Unit Pelaksana Teknis (UPT). Beberapa fasilitas terdiri dari fasilitas pokok, fasilitas fungsional dan fasilitas penunjang merupakan sarana yang digunakan oleh kegiatan nelayan setempat. Fasilitas dan peralatan tersebut yaitu fasilitas yang dimiliki oleh PPN Palabuhanratu hingga tahun 2007 dalam rangka untuk menangani pendaratan ikan hasil tangkapan nelayan.

Fasilitas pokok yang ada di PPN Palabuhanratu antara lain terdiri dari penahan gelombang (*break water*), dermaga, kolam pelabuhan perikanan, *beach landing*, alur pelayaran kapal dan lain-lain. Kemudian untuk fasilitas fungsional terdiri dari tempat pelelangan ikan (TPI), pasar ikan, kantor pelabuhan perikanan, balai pertemuan nelayan, gedung utiliy, kantor penjualan BBM, tangki solar/BBM, tangkai air tawar, rumah pompa, tempat perbaikan jaring, gudang box, gardu jaga dan toilet umum.

Fasilitas berikutnya yang merupakan fasilitas ketiga di PPN Palabuhanratu adalah fasilitas penunjang. Pada fasilitas ini bertujuan untuk mendukung operasional kegiatan dari persiapan operasi penangkapan sampai dengan penanganan hasil tangkapan nelayan yang ada di pelabuhan perikanan. Fasilitas penunjang antara lain terdiri dari; rumah operator, *guest house*, tempat ibadah, pasar ikan, laboratorium hasil perikanan dan lain-lain.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan yang dimulai pada bulan Maret 2011 sampai akhir Juni 2011 dengan lokus di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu Kabupaten Sukabumi. Pengambilan data di lapangan dilakukan selama tiga bulan yaitu pada bulan Maret 2011 hingga Mei 2011.

3.2. Metode Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang akan dicapai, maka penelitian ini dilakukan dengan metode survei. Menurut Sukmalana (2008) penelitian survei adalah penelitian yang dilakukan pada populasi besar maupun kecil akan tetapi data yang dipelajari adalah data dari sampel yang diambil dari populasi tersebut sehingga ditemukan kejadian-kejadian relatif, distribusi dan hubungan antara variabel yang ditelitinya.

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini peralatan yang digunakan oleh peneliti diantaranya adalah meteran, timbangan digital (Lampiran 14, Gambar 3.), alat tulis, seperangkat komputer untuk rekapitulasi dan analisis data, kamera digital untuk kepentingan dokumentasi penelitian.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Data dari penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilaksanakan dengan melakukan pengamatan langsung di daerah penelitian yaitu melakukan pengukuran morfometri tuna mata besar (Lampiran 14, Gambar 2.a dan 2.b.) yang didaratkan di PPN Palabuhanratu. Pengamatan langsung dengan melakukan pengukuran pada panjang cagak (*Fork Length / FL*) tuna mata besar di PPN Palabuhanratu.

Adapun teknik pengambilan sampel data primer dilakukan dengan metode teknik sampling bertujuan (*purposive sampling*). Dikarenakan tujuan penelitian ini adalah tuna mata besar, maka pengambilan sampling dilaksanakan secara acak pada armada penangkapan yang menangkap tuna mata besar dan didaratkan di PPN Palabuhanratu. Pengambilan acak hanya dilakukan pada armada *longline* yang siap untuk melakukan bongkar di dermaga II di PPN Palabuhanratu, sedangkan sampel tuna mata besar yang diambil adalah semua ikan tuna mata besar yang dibongkar pada saat itu (Lampiran 14, Gambar 1.), sedangkan ikan tuna lainnya tidak dilakukan.

Jumlah sampel tuna mata besar sebanyak 397 ekor dilakukan secara acak pada armada *longline* yang siap melakukan bongkar dengan memperhatikan beberapa faktor luar antara lain waktu bongkar (Tabel 3.1). Hal ini dikarenakan kegiatan bongkar ikan tuna di PPN Palabuhanratu dilakukan rata-rata pada pagi hari.

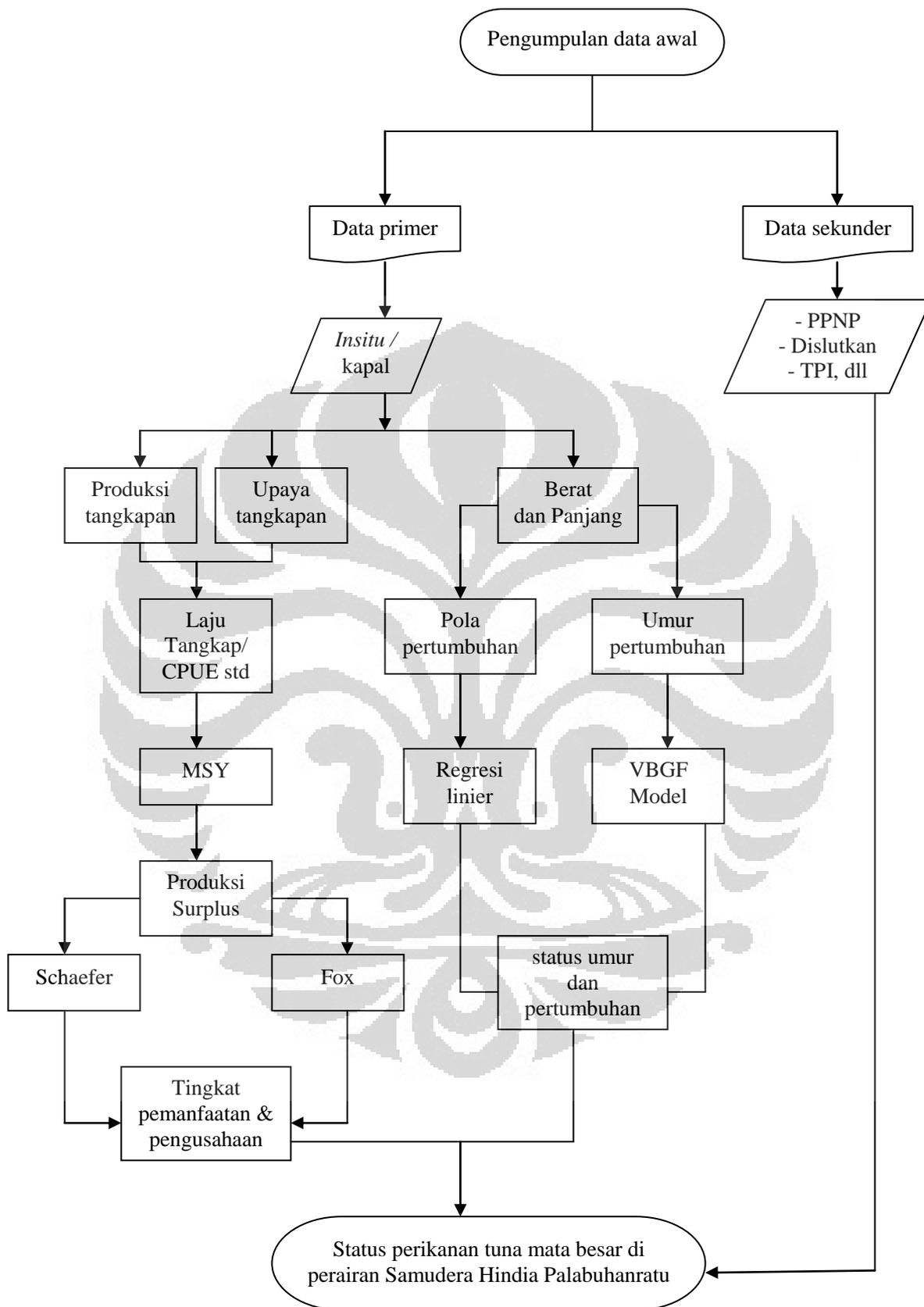
Tabel 3.1.
Jumlah sampel ikan tuna mata besar di PPN Palabuhanratu

Maret		April				Mei				
26	29	10	19	22	28	5	11	17	20	26
Jml	Jml	Jml	Jml	Jml	Jml	Jml	Jml	Jml	Jml	Jml
32	21	33	41	63	31	21	48	35	21	51

Sumber : Data primer (2011)

Data sekunder diperoleh dari statistik perikanan berupa data bulanan produksi hasil tangkapan ikan tuna di PPN Palabuhanratu selama delapan tahun terakhir 2003-2010, Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Sukabumi dan beberapa instansi terkait.

Diagram alir penelitian ini disajikan pada gambar berikut ini:



Gambar 3.1.
Diagram alir penelitian

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan menggunakan rumus-rumus sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menentukan status perikanan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu yang terdiri dari : (1) Laju tangkap; (2) Morfometri; (3) Umur dan pertumbuhan; dan (4) Tingkat pemanfaatan dan pengusahaan.

3.5.1. Analisis *Catch Per Unit Effort* (CPUE)

3.5.1.1. Laju tangkap/CPUE

Data hasil tangkapan dan upaya penangkapan yang diperoleh, kemudian dibuat tabulasi untuk menentukan nilai hasil tangkapan persatuan upaya penangkapan (*Catch Per Unit Effort*). Upaya penangkapan dapat berupa hari operasi atau bulan operasi, banyaknya trip penangkapan atau jumlah armada yang melakukan operasi penangkapan. Dalam penelitian ini upaya penangkapan (*effort*) yang digunakan adalah banyaknya jumlah armada penangkapan (unit). Adapun rumus yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan (CPUE) adalah sebagai berikut (Gunarso dan Wiyono, 1994):

$$CPUE_i = \frac{catch_i}{effort_i} \dots\dots\dots (3.1)$$

di mana:

CPUE_i = hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan dalam tahun i (ton/unit)

catch_i = Hasil tangkapan dalam tahun i (ton)

effort_i = upaya penangkapan dalam tahun i (unit)

3.5.1.2. Standarisasi alat tangkap

Disebabkan setiap alat tangkap tidak hanya menangkap satu jenis ikan saja, apalagi tuna mata besar dapat ditangkap dengan beberapa jenis alat tangkap, maka alat tangkap yang menjadi standar harus memiliki nilai laju tangkap atau produktivitas rata-rata yang terbesar atau merupakan jenis alat tangkap yang paling dominan dipergunakan untuk menangkap spesies tertentu di wilayah perairan.

Adapun tujuan dari standarisasi alat tangkap ini adalah untuk menyeragamkan upaya penangkapan khususnya tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu. Hal ini disebabkan setiap alat tangkap memiliki daya tangkap yang berbeda-beda. Standarisasi dilakukan dengan cara mencari nilai faktor daya tangkap atau indeks kuasa penangkapan (*Fishing Power Indeks/FPI*) dari masing-masing alat tangkap. Alat tangkap yang dijadikan standar mempunyai nilai FPI sama dengan satu, sedangkan nilai FPI alat tangkap lainnya diperoleh dari CPUE alat tangkap lainnya dibagi dengan CPUE alat tangkap standar (Tampubolon, 1983 dalam Gunarso dan Wiyono, 1994).

Adapun rumus untuk menghitung FPI adalah sebagai berikut:

$$FPI_i = \frac{CPUE_i}{CPUE_s} \dots\dots\dots (3.2)$$

di mana:

FPI_i = Indeks kuasa penangkapan ikan setiap jenis alat tangkap

$CPUE_i$ = CPUE alat tangkap yang akan distandarisasi (ton/unit)

$CPUE_s$ = CPUE alat tangkap standar (ton/unit)

Selanjutnya menentukan upaya penangkapan standar dengan rumus :

$$fs = \sum_{i=1}^n FPI_i \cdot f_i \dots\dots\dots (3.3)$$

di mana:

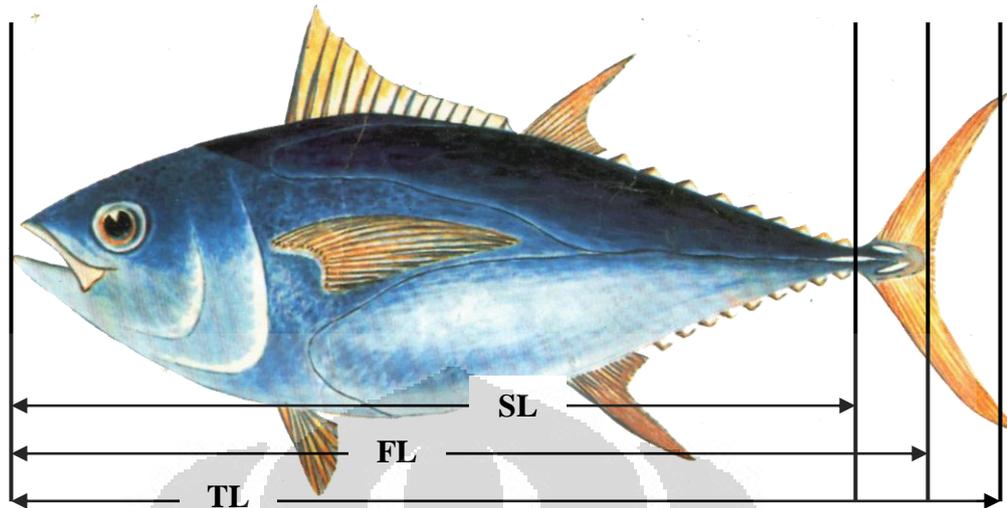
fs = upaya penangkapan (*effort*) hasil standarisasi (unit)

f_i = upaya penangkapan yang akan distandarisasi (unit)

3.5.2. Hubungan Panjang Berat

3.5.2.1. Teknik Analisis Panjang Berat

Dalam menentukan prediksi pengaruh dan hubungan antara dua buah variabel (bebas dan tak bebas), maka digunakan teknik analisis regresi dan korelasi. Menurut Irianto (2007), salah satu syarat untuk melakukan prediksi atas variabel terikat di masa yang akan datang maupun di dalam populasinya dengan dasar beberapa skor variabel bebas dan variabel terikat (sebagai sampel) adalah adanya hubungan yang signifikan antara variabel bebas dan variabel terikat tersebut.



Gambar 3.2.
Morfometri tuna mata besar

Spesifikasi ukuran yang digunakan pada penelitian ini adalah panjang cagak (*fork length/FL*) seperti disajikan pada Gambar 3.2. Hubungan antara panjang cagak (*FL*) tuna mata besar terhadap beratnya, digunakan teknik analisis panjang berat. Pada analisis ini akan menghasilkan koefisien regresi yang dapat menunjukkan pertumbuhan tuna mata besar tersebut.

Menurut Effendie (2002), persamaan antara hubungan panjang dan berat dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$W = a L^b \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana : W = berat tuna mata besar (gram)
L = panjang tuna mata besar (cm)
a = konstanta (*intercept*)
b = koefisien regresi (*slope*)

Persamaan (3.4) dapat ditransformasikan ke dalam persamaan linier berikut: $\text{Log } W = \text{Log } A + B \text{ Log } L$. Untuk mempermudah perhitungan, maka digunakan perangkat lunak komputer dengan pilihan beberapa program yang dianggap lebih mudah untuk dioperasikan dengan *MS Excel*. Menurut Effendie (2002) nilai *b* adalah nilai pangkat yang harus cocok dari panjang biota agar sesuai dengan berat biota tersebut. Nilai

eksponen untuk semua jenis ikan diketahui berkisar antara 1.2 – 4.0 namun kebanyakan dari harga b berkisar antara 2.4 – 3.5.

Untuk mengetahui kemungkinan nilai b yang didapatkan yakni $b < 3$, $b = 3$ dan $b > 3$, maka nilai b tersebut dianalisis dengan menggunakan uji-t, (Effendie, 1997) sebagai berikut :

$$\sum d^2 yx = \sum y_1^2 - \frac{(\sum x_1 y_1)^2}{\sum x_1^2} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$S^2 yx = \frac{\sum d^2 yx}{(N - 2)} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$S_{yx} = \sqrt{S^2 yx} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$S_b^2 = \frac{S^2 yx}{\sum x^2} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$S_b = \sqrt{S_b^2} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$t = \frac{|3 - b|}{S_b} \dots\dots\dots (3.10)$$

di mana :

b = nilai eksponen yang diperoleh dalam analisis

S_b = simpangan baku dari nilai b

d = simpangan

t hitung > t tabel : berbeda nyata (*significant*)

t hitung < t tabel : tidak berbeda nyata (*non significant*)

$$r^2 = \frac{(\sum xy)^2}{(\sum x^2)(\sum y^2)} \dots\dots\dots (3.11)$$

r = koefisien korelasi, merupakan ukuran abstrak dari derajat/keeratan hubungan antara peubah x dan y (nilainya berkisar -1 dan 1)

3.5.2.2. Faktor Kondisi

Formula untuk menentukan indeks ponderal (Kn) atau faktor kondisi adalah (Effendie, 2002) sebagai berikut :

$$Kn = 10^2 W / L^3 \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

di mana :

W = berat rata-rata ikan yang sebenarnya (gram) dalam satu kelas

L = panjang rata-rata ikan (cm) yang ada kelas.

Harga satuan Kn sendiri tidak berarti apa-apa, tetapi akan terlihat kegunaannya apabila dibandingkan dengan individu lainnya. Harga Kn itu berkisar antara 2 – 4 apabila badan ikan itu agak pipih, sedangkan untuk ikan-ikan yang badannya kurang pipih berkisar antara 1 – 3.

3.5.3. Model Von Bertalanffy Growth Function (VBGF)

Model ini menggunakan rumus *Von Bertalanffy* (King, 1995) sebagai berikut :

$$Lt = L_{\infty} \{ (1 - e^{-K(t-t_0)}) \} \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana :

Lt = Panjang tuna mata besar pada waktu t (cm)

L_∞ = Panjang maksimum/asimtot (cm)

K = Koefisien pertumbuhan (tahun)

t = Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai panjang tertentu

t₀ = Umur tuna mata besar (teoritis) pada saat panjangnya 0 cm

Langkah-langkah analisisnya adalah data panjang tuna mata besar dianalisis untuk menentukan distribusi frekuensi. Setelah itu dianalisis dengan menggunakan *Model ELEFAN I* dengan memakai *software FISAT II* untuk menentukan panjang asimtot (L_∞) dan koefisien pertumbuhan (K) dan dilanjutkan dengan menentukan nilai t₀ dengan formula dari *Pauly's* adalah $\log(-t_0) = 0.3922 - 0,2752 \log(L_{\infty}) - 1,0382 \log K$ (Zhu, 2008). Selanjutnya menentukan *length at age* data pada program *software* yang sama. Langkah terakhir adalah menentukan kurva pertumbuhan dari tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.

Adapun untuk menentukan laju mortalitas total (Z) dengan menggunakan FISAT II model Beverton & Holt melalui *Z from mean length* tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu. Sedangkan nilai mortalitas alami (*natural*

mortality) dapat diperoleh dengan model *Pauly's Equation* (Zhu, 2009).

Berdasarkan hasil kedua parameter dari program FISAT II tersebut, maka akan dapat ditentukan kematian penangkapan (*fishing mortality/F*) dan laju eksploitasi (*E*) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu.

3.5.4. Model Surplus Produksi

Menurut Sparre dan Venema (1989), model surplus produksi terdiri dari model Schaefer dan model Fox. Kedua model tersebut tidak dapat dibuktikan bahwa salah satu model tersebut lebih baik dari model lainnya. Pemilihan salah satu model didasarkan pada kepercayaan bahwa salah satu model tersebut paling rasional dan mendekati keadaan yang sebenarnya atau paling sesuai dengan data yang ada. Hal tersebut dapat ditunjukkan oleh nilai R^2 atau koefisien determinasi yang diperoleh dari hasil regresi.

Koefisien determinasi (R^2) adalah nilai yang menyatakan besarnya perubahan variable y karena peubah x dan dinyatakan dalam persen (%). Ketentuan model yang memiliki nilai R^2 terbesar adalah model yang sesuai untuk digunakan dalam menganalisa data yang diperoleh. Hal ini dikarenakan bahwa peubah x sangat berpengaruh besar terhadap peubah y .

Langkah-langkah pengolahan data pada metoda surplus produksi adalah:

- a. Memplotkan nilai f terhadap c/f dan menduga nilai *intercept* (a) dan *koefisien regresi* (b) dengan regresi linier (model Schaefer).
- b. Menghitung pendugaan potensi lestari (*Maximum Sustainable Yield = MSY*) dan upaya optimum (*effort optimum = f_{opt}*)

Besarnya parameter a dan b secara matematik dapat dicari dengan menggunakan *MS Excel* atau program komputer lainnya dengan persamaan regresi linier dengan rumus $Y = a + bX$. Selanjutnya parameter a dan b dapat dicari dengan rumus sebagai berikut (Irianto, 2007):

$$a = \frac{\sum y_i - b \cdot \sum x_i}{n} \dots\dots\dots (3.14)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3.15)$$

keterangan:

x_i = upaya penangkapan (*effort*) pada periode i , dan
 y_i = hasil tangkapan per satuan upaya pada periode i

Penggunaan rumus untuk mencari potensi lestari (MSY) hanya berlaku bila parameter b bernilai negatif, artinya penambahan upaya penangkapan akan menyebabkan penurunan CPUE. Bila dalam perhitungan diperoleh nilai b positif, maka perhitungan potensi dan upaya penangkapan optimum tidak dapat dilanjutkan akan tetapi hanya dapat disimpulkan bahwa penambahan upaya penangkapan masih memungkinkan untuk meningkatkan hasil tangkapan.

Adapun penentuan nilai potensi lestari (MSY) dan upaya optimum (f_{opt}) adalah :

(1) Model Schaefer

Model persamaan Schaefer dapat ditulis: $CPUE = a + bf$

Hubungan antara C dan f dapat ditulis: $C = af + b(f)^2$

Nilai potensi lestari dapat ditulis: $MSY = -a^2 / 4b$

Nilai upaya optimum dapat ditulis: $f_{opt} = -a / 2b$

(2) Model Fox

Model persamaan Fox dapat ditulis: $\ln CPUE = a + bf$

Hubungan antara C dan f dapat ditulis: $C = f \times \exp(a + bf)$

Nilai potensi lestari dapat ditulis: $MSY = - (1 / b) \times \exp(a - 1)$

Nilai upaya optimum dapat ditulis: $f_{opt} = -1 / b$

Asumsi yang digunakan dalam model surplus produksi adalah:

- (1) Stok ikan dianggap sebagai unit tunggal tanpa memperhatikan struktur populasinya;

- (2) Penyebaran ikan pada setiap periode dalam wilayah perairan dianggap merata;
- (3) Stok ikan dalam keadaan seimbang (*steady state*); dan
- (4) Masing-masing unit penangkapan ikan memiliki kemampuan yang sama.

Dalam menduga tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan dipergunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat pemanfaatan} = \frac{C_i}{\text{MSY}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.16)$$

keterangan:

C_i = jumlah hasil tangkapan ikan pada tahun ke – i; dan
 MSY = *maximum sustainable yield* (potensi lestari)

Adapun dalam menduga tingkat pengusahaan sumberdaya ikan dipergunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat pengusahaan} = \frac{f_i}{f_{\text{opt}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.17)$$

keterangan:

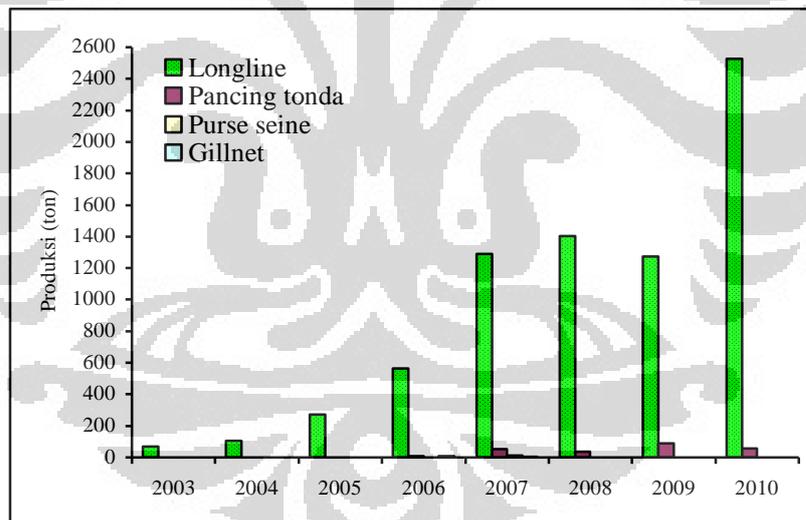
f_i = upaya penangkapan tahun ke-i; dan
 f_{opt} = upaya penangkapan optimum tahun ke-i

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Laju Tangkap Tuna Mata Besar

4.1.1. Hasil Tangkapan (*Catch*)

Hasil tangkapan ikan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu berasal dari empat alat penangkapan ikan, yaitu : *longline*, pancing tonda, *purse seine*, dan *gillnet*. Hasil tangkapan merupakan salah satu variabel yang dapat mempengaruhi laju tangkap atau produktivitas suatu alat tangkap. Tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu sejak delapan tahun (2003-2010) didominasi oleh alat tangkap *longline*, khususnya pada tahun 2010 mencapai nilai produksi yang tertinggi sebesar 2465.805 ton. Sedangkan pancing tonda menempati urutan kedua, hal ini dikarenakan pancing tonda dioperasikan di Palabuhanratu mulai tahun 2005 (Gambar 4.1).



Gambar 4.1.

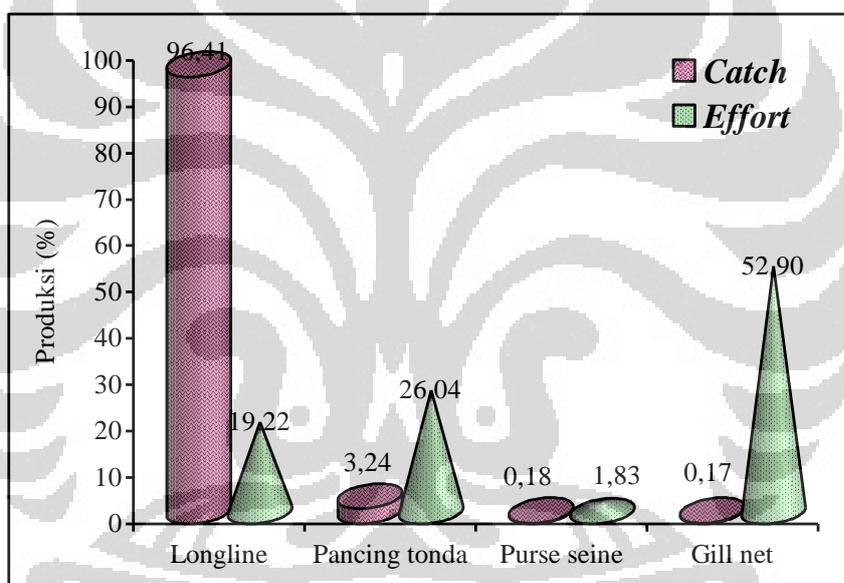
Produksi tuna mata besar dari beberapa alat tangkap yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010)

Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Secara komprehensif, hasil tangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu sejak delapan tahun (2003-2010) dapat tertangkap dengan alat tangkap *longline* sebesar 7230.375 ton (96,41 %) dibandingkan dengan ketiga alat tangkap lainnya, yaitu pancing tonda, *purse seine* dan *gillnet* di Palabuhanratu

secara berturut-turut 242.844 ton (3,24 %), 13.871 ton (0,18 %), dan 12.420 ton (0,17 %). Alat tangkap *longline* di PPN Palabuhanratu bukan merupakan alat tangkap yang dominan, akan tetapi hasil tangkapannya cukup tinggi.

Alat tangkap *gillnet* paling besar dalam upaya penangkapan yaitu sebesar 52,90 %, sedangkan *longline* hanya 19,22 % masih lebih kecil dibandingkan lagi dengan pancing tonda sebesar 26,04 %. Hal ini memberikan indikasi bahwa alat tangkap *longline* mempunyai produktivitas penangkapan tuna mata besar yang tinggi apabila dibandingkan dengan ketiga alat tangkap lainnya. Alat tangkap *longline* yang memiliki persentase jumlah alat tangkap sebesar 19,22 % mampu menghasilkan tangkapan sebesar 96,41 % di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (Gambar 4.2).



Gambar 4.2.

Persentase upaya dan jumlah produksi tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010)

Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Produktivitas alat tangkap *longline* yang tinggi diduga karena alat tangkap tersebut mempunyai target sasaran penangkapannya adalah ikan-ikan pelagis besar seperti tuna. Kemudian jangkauan armada *longline* sangat jauh hingga mencapai lintang 10° LS dengan satu trip penangkapannya mencapai lebih dari tiga bulan. Hal ini yang tidak dapat dimiliki oleh armada lain yang hanya memperoleh tuna mata besar sebagai *bycatch* atau kebetulan saja.

Tabel 4.1.
 Hasil analisis regresi hasil tangkapan (*catch*) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu Sukabumi delapan tahun terakhir ($\alpha = 0.05$)

No	Alat tangkap	R ²	R	a	b	Uji F			Uji t		
						F hitung	p-value	Ket.	F hitung	p-value	Ket.
1	Long line	0.865	0.93	-496	311005	38.6	8E-04	Sig	6.213	8E-04	Sig
2	Pancing tonda	0.693	0.832	-113	14789	9.031	0.04	Sig	3.005	0.04	Sig
3	Purse seine	0.021	0.146	557.2	261.5	0.131	0.73	Tdk sig	0.362	0.73	Tdk sig
4	Gill net	0.004	0.06	1277	61.14	0.021	0.888	Tdk sig	0.146	0.888	Tdk sig

Sumber : PPNP, 2011 (diolah *excel regression*)

Hasil tangkapan tuna mata besar dari alat tangkap *longline*, pancing tonda, *purse seine*, dan *gillnet* yang didaratkan di PPN Palabuhanratu cenderung mengalami kenaikan selama delapan tahun terakhir (2003-2010). Hal ini ditunjukkan dari hasil analisis regresi yang menunjukkan rata-rata kenaikan tuna mata besar dari alat tangkap *long line* sebesar 311,0 ton/tahun, pancing tonda hanya sebesar 14,79 ton/tahun, *purse seine* hanya 0,261 ton/tahun, dan *gillnet* hanya sebesar 0,061 ton/tahun. Hasil tangkapan tuna mata besar pada dua alat tangkap terakhir adalah yang terendah, hal ini disebabkan kedua alat tangkap tersebut mengalami penurunan dalam upaya penangkapannya.

Penurunan tersebut dapat disebabkan oleh karena alat tangkap *purse seine* dioperasikan oleh nelayan dari Kabupaten Lebak-Banten, Kecamatan Binuwangen (nelayan andon), sehingga tidak selalu mendaratkan ikan hasil tangkapannya di PPN Palabuhan ratu. Sementara nelayan yang menggunakan alat tangkap *gillnet* beralih menjadi pancing tonda, ini dikarenakan biaya operasional tinggi dan kenaikan harga BBM.

Alat tangkap *longline* yang menangkap tuna mata besar, beroperasi pada *fishing ground* perairan ZEEI Samudera Hindia atau pada koordinat lintang $> 11^{\circ}$ LS. Hal ini senada dengan pernyataan Sumadhiharga (2009), bahwa tuna mata besar yang beruaya dengan konsentrasi di Samudera Hindia terdapat pada koordinat 13° LS dan di sepanjang jalur 30° LS, dimana jenis ikan tuna mata besar beruaya ada di lapisan perairan yang paling dalam, sehingga hanya alat tangkap

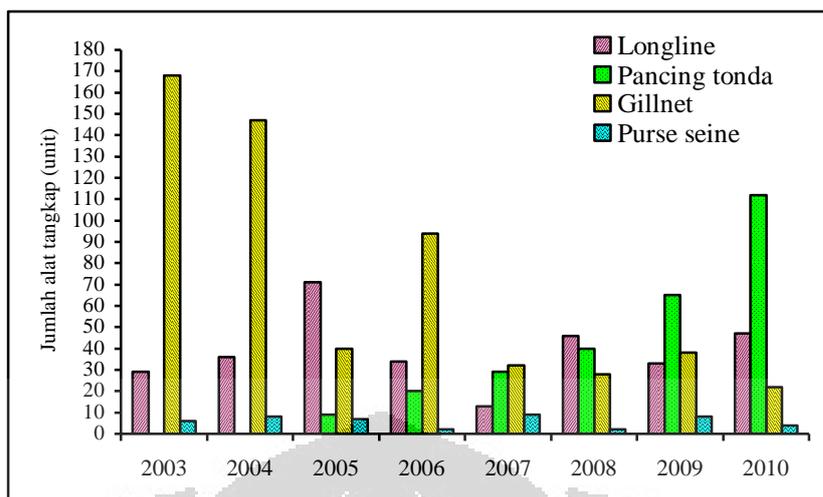
longline yang mampu melakukan eksplorasi terhadap tuna mata besar tersebut. Sedangkan alat tangkap tuna mata besar lainnya yang ada di PPN Palabuhanratu diduga menangkap ikan tersebut dengan morfometri yang lebih kecil daripada hasil tangkapan *longline*.

Alat tangkap pancing tonda, *purse seine*, ataupun *gillnet* tidak mempunyai jangkauan pelayaran sejauh *longline*. Secara eksplisit terlihat dengan tonase kapal yang berbeda jauh, di mana jumlah *longline* yang mempunyai *fishing base* di PPN Palabuhanratu pada tahun 2010 sebanyak 49 unit (30 – 50 GT) dan 34 unit (50 – 200 GT). Sedangkan unit pancing tonda, *gillnet*, dan *purse seine* dengan berat kotor kapal kurang dari 10 GT (PPN Palabuhanratu, 2010).

Nontji (2003) menyatakan bahwa penyebaran ikan tuna mata besar sangat luas di perairan tropis dan sub tropis dan bersinambung dari Samudera Pasifik melalui perairan di antara pulau-pulau di Indonesia ke Samudera Hindia. Di Indonesia ikan ini banyak tertangkap di perairan selatan Jawa, sebelah barat daya Sumatera Selatan, Bali, Nusa Tenggara, Laut Banda, dan Laut Maluku. Sumadhiharga (2009), menambahkan bahwa penangkapan terbaik ikan tuna mata besar di Samudera Hindia dan selatan Nusa Tenggara.

4.1.2. Upaya Penangkapan (*Effort*)

Upaya penangkapan merupakan salah satu bagian dari unit penangkapan selain nelayan dan alat tangkap itu sendiri. Tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu merupakan hasil tangkapan dari upaya penangkapan *longline*, pancing tonda, *purse seine*, dan *gillnet*. Kondisi maksimum dari empat alat tangkap tersebut terbesar adalah alat tangkap *longline* pada tahun 2005 yaitu sebesar 71 unit, pancing tonda tahun 2010 sebesar 112 unit, *gillnet* pada tahun 2003 sebesar 168 unit, dan *purse seine* pada tahun 2007 sebesar 9 unit (Gambar 4.3).

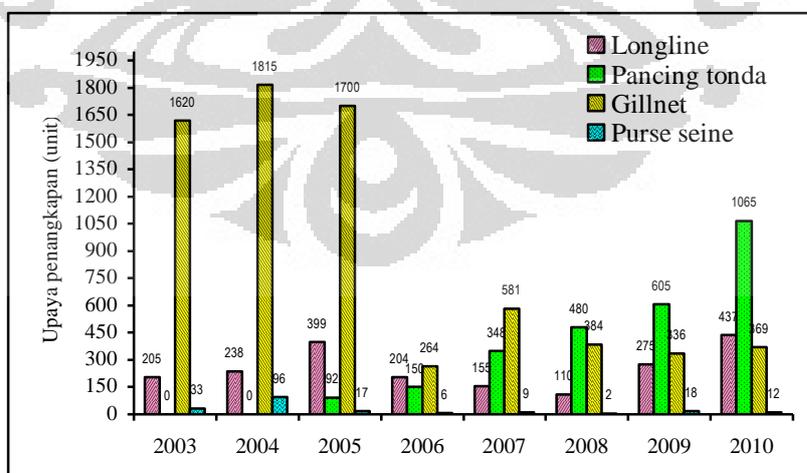


Gambar 4.3.

Kondisi maksimum jumlah alat tangkap tuna mata besar yang beroperasi di PPN Palabuhanratu selama delapan tahun terakhir (2003-2010)

Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Adapun jumlah upaya penangkapan pada empat alat tangkap tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu mengalami fluktuasi yang signifikan setiap tahunnya. Ini disebabkan pencatatan di PPN Palabuhanratu bukan berdasarkan jumlah kapal tetapi berdasarkan operasi penangkapan. Jumlah terbesar pada alat tangkap *gillnet* yang mendominasi pada tahun 2003 hingga 2005 yaitu antara 1620 – 1815 unit. Sedangkan *longline* meningkat ekstrem pada tahun 2010 sebesar 437 unit (Gambar 4.4).



Gambar 4.4.

Jumlah upaya penangkapan tuna mata besar yang beroperasi di PPN Palabuhanratu selama delapan tahun terakhir (2003-2010)

Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Jumlah upaya penangkapan pada empat alat tangkap tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dapat dianalisis dengan menggunakan regresi linier, di mana tahun sebagai variabel bebas (*independent variable*) dan jumlah upaya penangkapan sebagai variabel tak bebas (*dependent variable*). Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa hanya alat tangkap pancing tonda dan *purse seine* yang signifikan pada taraf nyata 0,05.

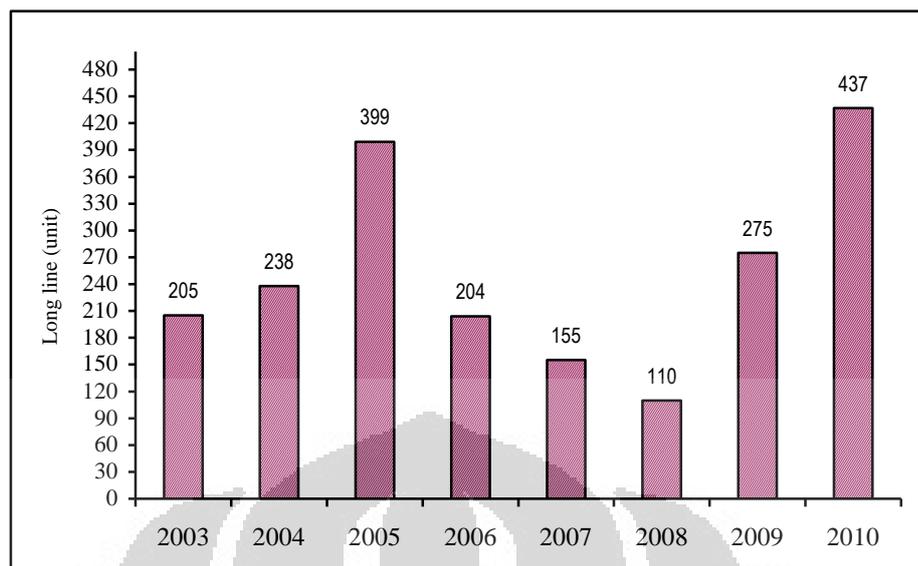
Tabel 4.2.
Hasil analisis regresi upaya penangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu Sukabumi ($\alpha = 0,05$)

No	Alat tangkap	R ²	R	a	b	t	p-value	Ket.
1	Long line	0.05237	0.22884	205.036	10.631	0.57583	0.58566	Tdk sig
2	Pancing tonda	0.98135	0.99063	-71.8	135.6	12.5642	0.00109	Sig
3	Purse seine	0.65234	0.80768	1687.75	-220.4	-3.3553	0.01532	Sig
4	Gill net	0.30573	0.55293	55.1429	-6.892	-1.6255	0.15518	Tdk sig

Sumber : PPNP, 2011 (diolah *excel regression*)

Pada alat tangkap *longline* terjadi penurunan yang drastis sejak tahun 2006 hingga tahun 2008, kemudian pada tahun berikutnya meningkat sebesar 165 unit upaya penangkapan dari tahun sebelumnya. Akan tetapi secara keseluruhan trend atau kecenderungan alat tangkap *longline* mengalami kenaikan selama delapan tahun terakhir (2003-2010) seperti disajikan pada Gambar 4.5. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa upaya penangkapan *longline* cenderung meningkat dengan rata-rata sebesar 11 unit upaya penangkapan. Hal ini dapat dilihat pada persamaan regresi $y = 205,04 + 10.631x$ dengan koefisien determinasi (R²) sebesar 5,24 % (Lampiran 4).

Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa variabel tahun sejak 2003 hingga 2010 hanya mampu menjelaskan variabilitas unit upaya penangkapan *longline* sebesar 5,24 %, sedangkan 94,76 % variabilitas unit upaya penangkapan *longline* dijelaskan oleh variabel-variabel lainnya di luar model regresi di atas (Gambar 4.5).



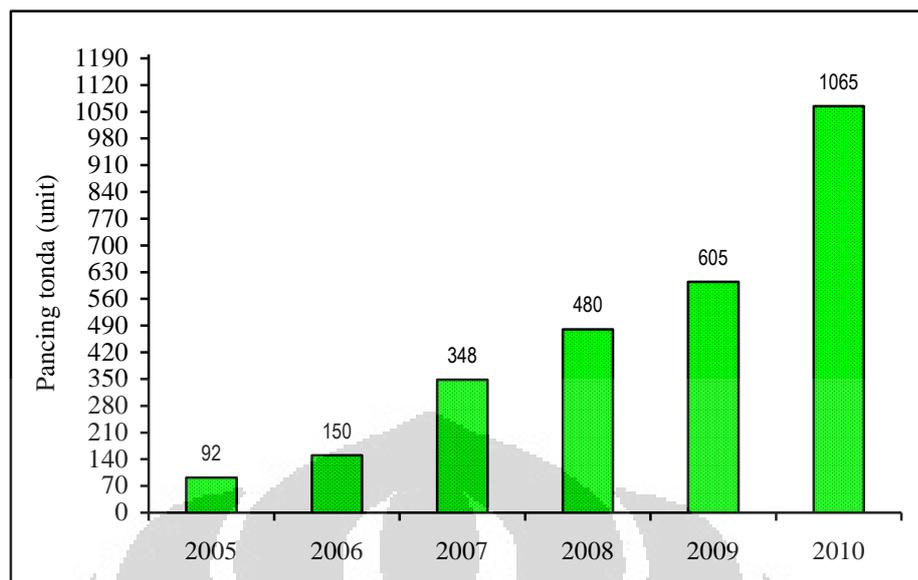
Gambar 4.5.

Jumlah alat tangkap *longline* yang beroperasi di PPN Palabuhanratu selama delapan tahun terakhir (2003-2010)

Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Hasil uji F pada upaya penangkapan *longline* menunjukkan bahwa persamaan regresi tidak layak dan baik digunakan untuk memprediksi upaya penangkapan tersebut pada tahun mendatang. Hal ini terlihat nilai F hitung sebesar 0,33158 dengan nilai signifikansi 0,58566 ($p\text{-value} > 0,05$). Kemudian hasil uji t menunjukkan nilai sebesar t hitung 0,57583 dengan signifikansi 0,58566 ($p\text{-value} > 0,05$) artinya bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tahun (2003-2010) terhadap jumlah upaya penangkapan pada *longline* di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.2).

Selanjutnya pada upaya penangkapan alat tangkap pancing tonda yang menangkap tuna mata besar dan didaratkan di PPN Palabuhanratu terjadi puncak hasil tangkapannya pada tahun 2010. Khususnya pada pancing tonda yang dioperasikan mulai sejak tahun 2005 dengan menggunakan alat bantu penangkapan rumpon (*fish aggregating device's*) yang disediakan oleh pemerintah daerah. Sehingga upaya penangkapan pancing tonda dalam delapan tahun terakhir ini meningkat sangat signifikan dengan rata-rata peningkatan sebesar 182 unit upaya pancing tonda setiap tahunnya (Gambar 4.6).



Gambar 4.6.

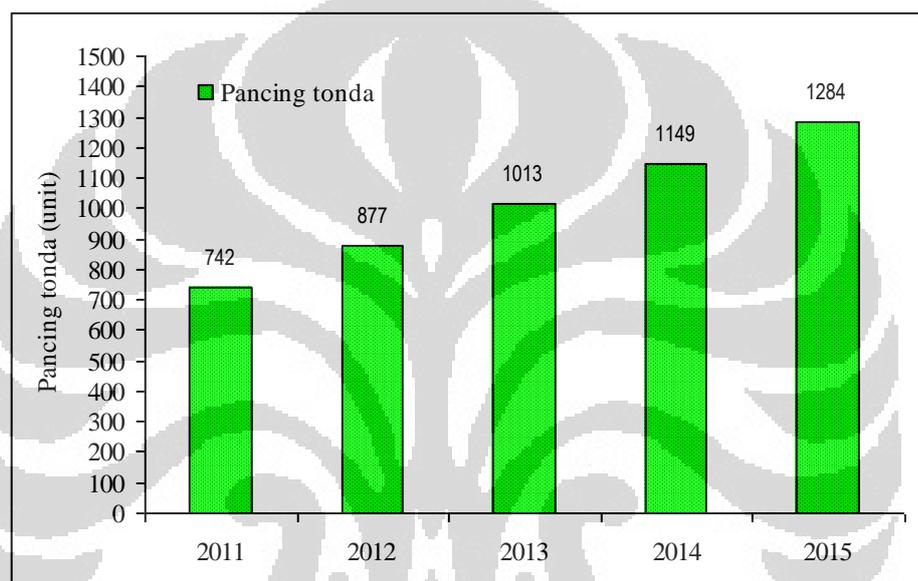
Jumlah alat tangkap pancing tonda yang beroperasi di PPN Palabuhanratu selama enam tahun terakhir (2005-2010)

Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Peningkatan upaya tersebut dapat terlihat pada persamaan regresi yaitu $y = -179,53 + 181,77x$ dengan koefisien determinasi sebesar 91,57 % (Lampiran 4). Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa variabel tahun sejak 2003 hingga 2010 dapat menjelaskan variabilitas unit upaya penangkapan pancing tonda sebesar 91,57 %, sedangkan 8,43 % variabilitas unit upaya penangkapan pancing tonda dijelaskan oleh variabel-variabel lainnya di luar model regresi tersebut diatas (Gambar 4.6). Peningkatan upaya penangkapan pancing tonda tidak terlepas dari penggunaan rumpon yang ada di Teluk Palabuhanratu.

Hasil uji F pada upaya penangkapan pancing tonda menunjukkan bahwa persamaan regresi sangat layak dan baik digunakan untuk memprediksi upaya penangkapan tersebut pada tahun mendatang. Hal ini terlihat nilai F hitung sebesar 157,859 dengan nilai signifikansi 0,00109 ($p\text{-value} < 0,05$). Kemudian hasil uji t menunjukkan nilai sebesar t hitung 12,5642 dengan signifikansi 0,00109 ($p\text{-value} < 0,05$) artinya terdapat pengaruh yang sangat signifikan antara variabel tahun (2005-2010) terhadap jumlah upaya penangkapan pada pancing tonda di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.2).

Oleh karena itu, prediksi jumlah upaya penangkapan pancing tonda pada lima tahun yang akan datang dapat disajikan pada Gambar 4.12. Pada gambar tersebut dapat diprediksi pada tahun 2011 hingga 2012 terjadi jumlah upaya penangkapan pancing tonda antara 742 – 877 unit (Gambar 4.7). Hal ini diduga karena semakin meningkatnya hasil tangkapan pancing tonda tersebut, sehingga memberikan dampak pada peningkatan upaya penangkapannya. Prediksi tersebut masih kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa variabel/peubah yang tidak termasuk dalam persamaan regresi di atas.

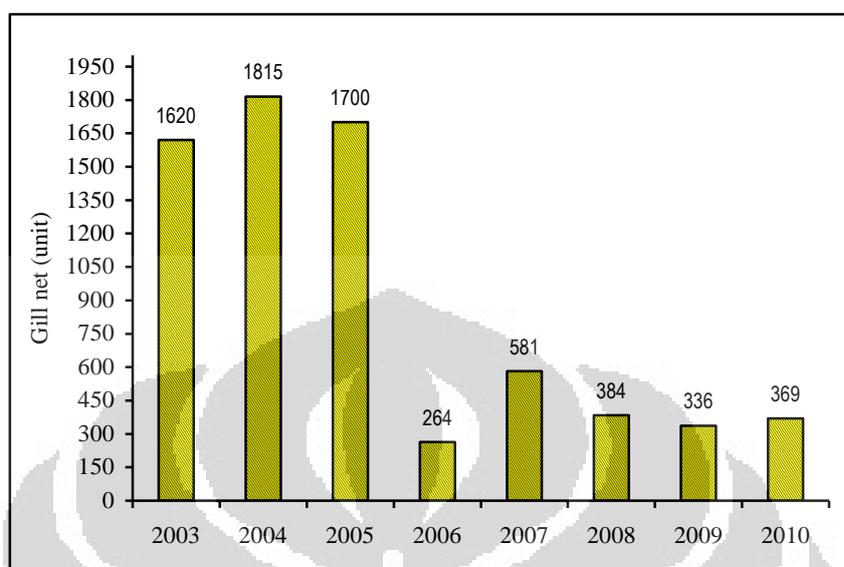


Gambar 4.7.

Prediksi jumlah upaya penangkapan pancing tonda yang beroperasi di PPN Palabuhanratu lima tahun yang akan datang (2011-2015)
 Sumber : PPNP, 2011 (diolah excel dari SPSS)

Berikutnya pada upaya penangkapan alat tangkap *gillnet* yang menangkap tuna mata besar dan didaratkan di PPN Palabuhanratu pada awal tahun 2003 meningkat hingga pada tahun 2005. Adapun pada tahun berikutnya upaya penangkapan *gillnet* mengalami penurunan yang ekstrim rata-rata sebesar 235 unit upaya penangkapan *gillnet* dengan persamaan regresinya adalah sebagai berikut ; $y = 1943,4 - 235,51x$ dan R^2 sebesar 69,21 % (Gambar 4.8). Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa variabel tahun sejak 2003 hingga 2010 dapat menjelaskan variabilitas unit upaya penangkapan *gillnet* sebesar 69,21 %,

sedangkan 30,79 % variabilitas unit upaya penangkapan *gillnet* dijelaskan oleh variabel-variabel lainnya di luar model regresinya.



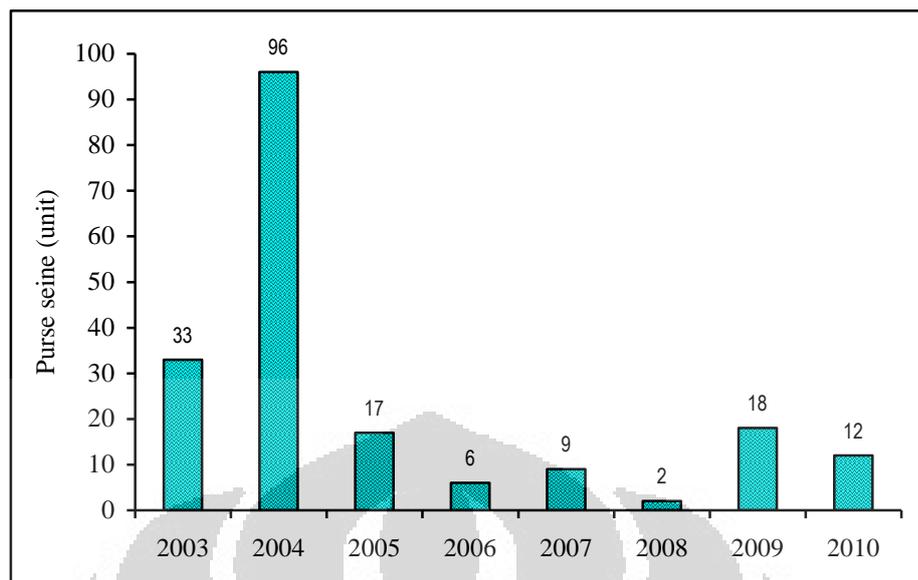
Gambar 4.8.

Jumlah alat tangkap *gillnet* yang beroperasi di PPN Palabuhanratu selama delapan tahun terakhir (2003-2010)

Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Hasil uji F pada upaya penangkapan *gillnet* menunjukkan bahwa persamaan regresi layak dan baik digunakan untuk memprediksi upaya penangkapan tersebut pada tahun mendatang. Hal ini terlihat nilai F hitung sebesar 11,2582 dengan nilai signifikansi 0,01532 ($p\text{-value} < 0,05$). Kemudian hasil uji t menunjukkan nilai sebesar t hitung -3,3553 dengan signifikansi 0,0153 ($p\text{-value} < 0,05$) artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tahun (2005-2010) terhadap jumlah upaya penangkapan pada *gillnet* di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.2).

Adapun upaya penangkapan *purse seine* yang menangkap tuna mata besar dan didaratkan di PPN Palabuhanratu cenderung menurun sejak tahun 2005 hingga 2010. Jumlah upaya meningkat ekstrem hanya pada tahun 2004 dan secara keseluruhan upaya penangkapan *purse seine* cenderung mengalami penurunan rata-rata sebesar 7 unit upaya penangkapan *purse seine* dengan persamaan regresi $y = 55,143 - 6,8929x$ dan determinasi sebesar 30,57 % (Gambar 4.9). Penurunan upaya penangkapan diduga karena investasi relatif tinggi jika dibandingkan dengan alat tangkap lain kecuali *longline* terutama pada penggunaan BBM.



Gambar 4.9.

Jumlah alat tangkap *purse seine* yang beroperasi di PPN Palabuhanratu selama delapan tahun terakhir (2003-2010)

Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa variabel tahun sejak 2003 hingga 2010 dapat menjelaskan variabilitas unit upaya penangkapan *purse seine* hanya sebesar 30,57 %, sedangkan 69,43 % variabilitas unit upaya penangkapan *purse seine* dijelaskan oleh variabel-variabel lainnya di luar model regresinya.

Hasil uji F pada upaya penangkapan *purse seine* menunjukkan bahwa persamaan regresi tidak layak dan tidak baik digunakan untuk memprediksi upaya penangkapan tersebut pada tahun mendatang. Hal ini terlihat nilai F hitung sebesar 2,64221 dengan nilai signifikansi 0,15518 ($p\text{-value} > 0,05$). Kemudian hasil uji t menunjukkan nilai sebesar t hitung -1,6255 dengan signifikansi 0,15518 ($p\text{-value} > 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tahun (2005-2010) terhadap jumlah upaya penangkapan pada *purse seine* di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.2). Sehingga persamaan regresi tersebut tidak dapat digunakan untuk memprediksi jumlah upaya penangkapan *purse seine* pada tahun mendatang.

Secara komprehensif upaya penangkapan yang menangkap tuna mata besar baik itu *longline*, *purse seine*, dan *gillnet* mengalami penurunan pada tahun 2005 hingga 2008 terkecuali pancing tonda. Hal ini diduga karena pada tahun

tersebut terjadi kenaikan BBM yang hampir memukul semua usaha dengan kebutuhan BBM tersebut khususnya usaha perikanan tangkap. Apalagi alat tangkap long line dengan biaya operasi yang besar terutama pada bahan bakar sebagai salah satu variabel penting dalam operasi penangkapan ikan di laut.

Anomali terjadi pada pancing tonda yang ada di PPN Palabuhanratu justru cenderung meningkat upaya penangkapannya pada saat-saat terjadi kenaikan BBM tersebut. Hal ini diduga kemungkinan karena hasil tangkapan yang selalu meningkat dan *fishing ground* relatif dekat di barat daya Palabuhanratu. Sehingga walaupun BBM naik, upaya penangkapan masih dapat dilakukan pada pancing tonda. Apalagi dengan hasil tangkapan cukup signifikan pada tahun tersebut.

4.1.3. *Catch Per Unit Effort (CPUE)*

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa nilai CPUE terhadap tahun tidak terdapat korelasi dan pengaruh yang signifikan. Hal ini terlihat dari hasil uji F dan uji t yang diperoleh nilai signifikansi lebih dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) seperti disajikan pada Tabel 4.3. Hasil tangkapan (*catch*), upaya penangkapan (*effort*), dan hasil tangkapan per satuan upaya (*catch per unit effort/CPUE*) merupakan tiga besaran yang masing-masing merupakan salah satu indikator keberlanjutan perikanan (FAO, 1999 dalam Badrudin dan Wudianto, 2004).

Tabel 4.3.

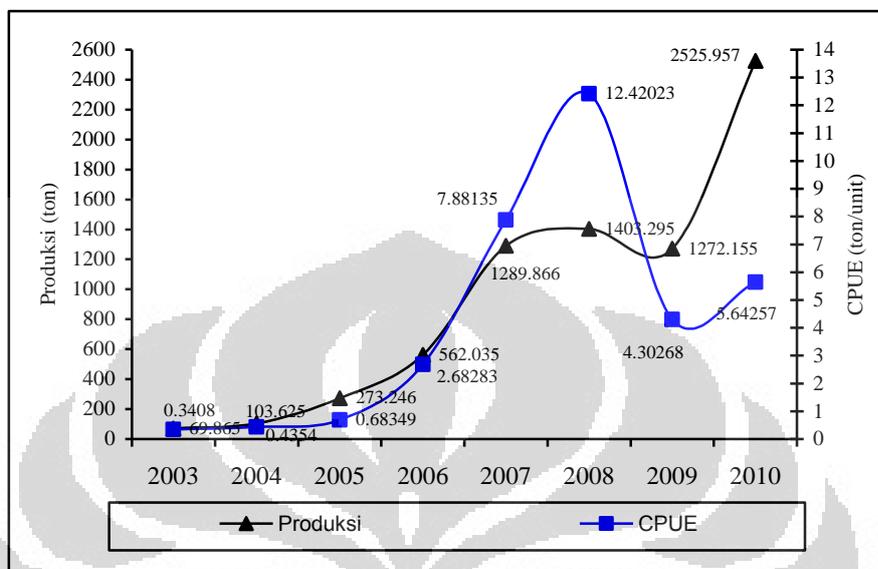
Hasil analisis regresi CPUE tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu Sukabumi delapan tahun terakhir ($\alpha = 0,05$)

No	Nama alat tangkap	R ²	R	a	b	Uji F			Uji t		
						F hitung	p-value	Ket.	F hitung	p-value	Ket.
1	Long line	0.44	0.66	-890	1153	4.72	0.07	Tdk sig	2.17	0.07	Tdk sig
2	Pancing tonda	0.02	0.44	30.9	13.9	0.94	0.39	Tdk sig	0.97	0.39	Tdk sig
3	Purse seine	0.04	0.13	71.3	25.9	0.1	0.76	Tdk sig	0.32	0.76	Tdk sig
4	Gill net	0.04	0.20	1.83	0.36	0.26	0.63	Tdk sig	0.51	0.63	Tdk sig

Sumber : PPNP, 2011 (diolah *excel regression*)

Produktivitas atau laju tangkap *longline* dengan hasil tangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu mengalami kecenderungan yang meningkat sejak delapan tahun terakhir (2003-2010) sebesar 1,15 ton/unit dalam

setiap tahunnya. Hal ini terlihat pada hasil persamaan regresi linier, yaitu : $y = -0,8901 + 1,1531x$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 44,01 % (Gambar 4.10).



Gambar 4.10.

Trend laju tangkap (CPUE) terhadap hasil tangkapan (*catch*) tuna mata besar pada alat tangkap *longline* di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir
Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

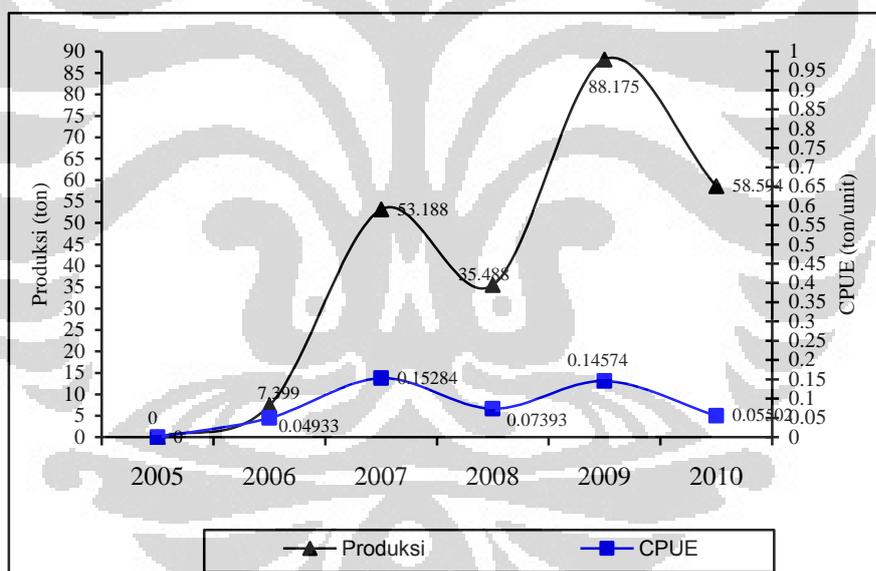
Pada gambar 4.10 tersebut menunjukkan bahwa CPUE tertinggi terjadi pada tahun 2008 padahal hasil tangkapan tuna mata besar lebih rendah dari tahun 2010. Hal ini memberikan indikasi bahwa upaya penangkapan *longline* pada tahun 2008 lebih rendah daripada tahun 2010. Walaupun hasil tangkapan tertinggi pada tahun 2010, akan tetapi upaya penangkapannya juga tinggi pada tahun tersebut sehingga produktivitas atau laju tangkap *longline* tersebut menjadi turun. Begitu pula CPUE pada tahun 2009 menurun karena upaya penangkapan dan hasil tangkapan menurun jika dibandingkan dengan CPUE tahun 2007, 2008 dan 2010.

Hasil uji F menunjukkan bahwa persamaan regresi tidak layak dan tidak baik digunakan untuk memprediksi laju tangkap upaya penangkapan *longline* tersebut pada tahun mendatang. Hal ini terlihat nilai F hitung sebesar 4,7170 dengan nilai signifikansi 0,07287 ($\alpha = 0,05$). Kemudian hasil uji t menunjukkan nilai sebesar t hitung 2,1718 dengan signifikansi 0,07287 ($\alpha = 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tahun (2003-2010) terhadap CPUE *longline* di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.3). Sehingga persamaan regresi

tersebut tidak dapat digunakan untuk memprediksi produktivitas/laju tangkap/CPUE *longline* dengan hasil tangkapan tuna mata besar pada tahun mendatang.

Selanjutnya produktivitas atau laju tangkap pancing tonda dengan hasil tangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu mengalami kecenderungan yang meningkat sejak enam tahun terakhir (2005-2010) sebesar 0,0139 ton/unit dalam setiap tahunnya. Hal ini terlihat pada hasil persamaan regresi linier, yaitu : $y = 0,0309 + 0,0139x$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 19,10 % (Gambar 4.11).

Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa variabel tahun sejak 2005 hingga 2010 dapat menjelaskan variabilitas produktivitas atau laju tangkap pancing tonda hanya sebesar 19,10 %, sedangkan sisanya 80,90 % variabilitas produktivitas atau laju tangkap pancing tonda dijelaskan oleh variabel-variabel lainnya di luar model regresinya.



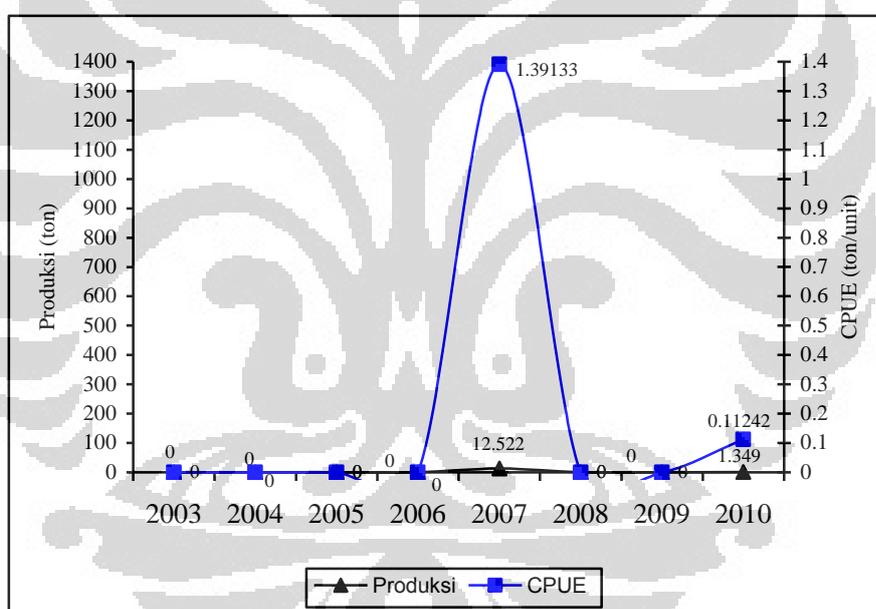
Gambar 4.11.

Trend laju tangkap (CPUE) terhadap hasil tangkapan (*catch*) tuna mata besar pada alat tangkap pancing tonda di PPN Palabuhanratu enam tahun terakhir
Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Hasil analisis uji F menunjukkan bahwa persamaan regresi tidak layak dan tidak baik digunakan untuk memprediksi laju tangkap upaya penangkapan pancing tonda tersebut pada tahun mendatang. Hal ini terlihat nilai F hitung sebesar 0,944187 dengan nilai signifikansi 0,38677 ($p\text{-value} > 0,05$). Kemudian hasil uji t menunjukkan nilai sebesar t hitung 0,97169 dengan signifikansi 0,38677

(p -value $> 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tahun (2005-2010) terhadap CPUE pancing tonda di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.3). Sehingga persamaan regresi tersebut tidak dapat digunakan untuk memprediksi produktivitas/laju tangkap/CPUE pancing tonda dengan hasil tangkapan Tuna mata besar pada tahun-tahun mendatang.

Pada gambar 4.11 menunjukkan bahwa CPUE tertinggi terjadi pada tahun 2007 dan 2009 kemudian hasil tangkapan tuna mata besar pada tahun 2009 lebih tinggi dari tahun 2007. Padahal upaya penangkapan pancing tonda terjadi kecenderungan meningkat dari tahun 2007 hingga 2009. Hal ini memberikan indikasi bahwa upaya penangkapan pancing tonda tahun 2009 meningkat hampir 100% dari upaya penangkapan tahun 2007, tetapi peningkatan hasil tangkapan tuna mata besar pada tahun 2009 tidak signifikan jika dibandingkan tahun 2007.



Gambar 4.12.

Trend laju tangkap (CPUE) terhadap hasil tangkapan (*catch*) tuna mata besar pada alat tangkap *purse seine* di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir
Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

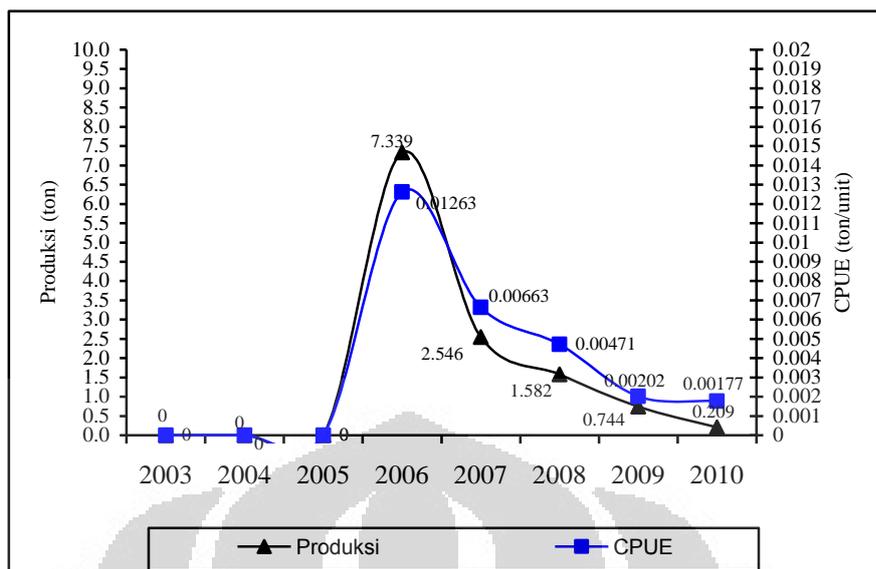
Kemudian produktivitas atau laju tangkap *purse seine* mengalami kecenderungan yang meningkat sejak delapan tahun terakhir (2003-2010) sebesar 0,0259 ton/unit per tahunnya. Hal ini ditunjukkan pada persamaan regresi $y = 0,0713 + 0,0259x$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 1,70 % (Gambar 4.12).

Nilai kecenderungan meningkat sangat kecil sebanding dengan nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa variabel tahun sejak 2003 hingga 2010 dapat menjelaskan variabilitas produktivitas atau laju tangkap *purse seine* sangat kecil yaitu sebesar 1,70 %, sedangkan sisanya 98,30 % variabilitas produktivitas atau laju tangkap *purse seine* dijelaskan oleh variabel-variabel lainnya di luar model regresinya.

Hasil analisis uji F menunjukkan bahwa persamaan regresi tidak layak dan tidak baik digunakan untuk memprediksi laju tangkap upaya penangkapan *purse seine* pada tahun mendatang. Hal ini terlihat nilai F hitung sebesar 0,10348 dengan nilai signifikansi 0,75860 ($p\text{-value} > 0,05$). Kemudian hasil uji t menunjukkan nilai sebesar t hitung 0,32168 dengan signifikansi 0,75860 ($p\text{-value} > 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tahun (2005-2010) terhadap CPUE *purse seine* di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.6). Sehingga persamaan regresi tersebut tidak dapat digunakan untuk memprediksi produktivitas/laju tangkap/CPUE *purse seine* dengan hasil tangkapan Tuna mata besar pada tahun-tahun mendatang.

Produktivitas atau laju tangkap terakhir adalah alat tangkap *gillnet*, di mana alat tangkap ikan tersebut mengalami kecenderungan yang meningkat sejak delapan tahun terakhir (2003-2010) sebesar 0,0004 ton/unit per tahunnya. Hal ini ditunjukkan pada persamaan regresi $y = 0,0018 + 0,0004x$ dengan nilai R^2 sebesar 4,09 % (Gambar 4.13).

Nilai koefisien determinasi tersebut menunjukkan bahwa variabel tahun sejak 2003 hingga 2010 dapat menjelaskan variabilitas produktivitas atau laju tangkap *gillnet* sangat kecil yaitu sebesar 4,09 %, sedangkan sisanya 95,91 % variabilitas produktivitas atau laju tangkap *gillnet* dijelaskan oleh variabel-variabel lainnya di luar model regresinya.



Gambar 4.13.

Trend laju tangkap (CPUE) terhadap hasil tangkapan (*catch*) tuna mata besar pada alat tangkap *gillnet* di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir
 Sumber : PPN Palabuhanratu (2011)

Uji F menunjukkan bahwa persamaan regresi tidak layak dan tidak baik digunakan untuk memprediksi laju tangkap upaya penangkapan *gillnet* pada tahun mendatang. Hal ini terlihat nilai F hitung sebesar 0,2553 dengan nilai signifikansi 0,63137 ($p\text{-value} > 0,05$). Kemudian hasil uji t menunjukkan nilai sebesar t hitung 0,50529 dengan signifikansi 0,63137 ($p\text{-value} > 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tahun (2005-2010) terhadap CPUE *gillnet* di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.4). Sehingga persamaan regresi tidak dapat digunakan untuk memprediksi CPUE *gillnet*.

Tabel 4.4.

Trend dan nilai besaran *catch*, *effort* dan CPUE tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir ($\alpha = 0,05$)

Alat tangkap	Trend dan nilai					
	Catch	Nilai (ton)	Effort	Nilai (unit)	CPUE	Nilai (ton/unit)
Long line	Naik	311.0	Naik	10.63	Naik	1.1531
Tonda	Naik	14.79	Naik	135.6	Naik	0.0139
Purse seine	Naik	0.261	Turun	-220	Naik	0.0259
Gill net	Naik	0.061	Turun	-6.89	Naik	0.0004

Sumber : PPNP 2011 (diolah)

Secara keseluruhan kecenderungan hasil tangkapan yang meningkat pada alat tangkap *longline*, pancing tonda, *purses seine*, dan *gillnet*. Hal ini terjadi karena adanya kenaikan upaya penangkapan pada *longline* dan pancing tonda terkecuali pada *purse seine* dan *gillnet*. Akan tetapi produktivitas/laju tangkap/CPUE cenderung meningkat untuk keempat alat tangkap yang mendaratkan Tuna mata besar di PPN Palabuhanratu walaupun laju tangkap sangat rendah pada *purse seine* dan *gillnet*. Diduga kemungkinan dengan kenaikan upaya penangkapan *purse seine* dan *gillnet* akan menurunkan CPUE keduanya terutama pada alat tangkap *gillnet* yang mengalami kenaikan hanya 0,4 kg/tahun (Tabel 4.4).

Kondisi CPUE di atas menunjukkan kemungkinan akan terjadinya penangkapan yang lebih, disebabkan sumberdaya ikan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu semakin mendekati tahapan dari padat tangkap menuju lebih tangkap (*over exploited*). Indikasi ini dapat dilihat pada nilai CPUE *longline* dan pancing tonda sebagai alat tangkap dominan menangkap tuna mata besar di perairan selatan Palabuhanratu. Berdasarkan tabel 4.4, menunjukkan bahwa kenaikan upaya penangkapan pancing tonda sebesar 136 unit tidak mampu meningkatkan nilai CPUE pancing tonda tersebut secara signifikan yaitu hanya 13,9 kg tuna mata besar yang tertangkap.

Chien (2008) dalam hasil penelitiannya terjadi peningkatan CPUE tuna mata besar hasil tangkapan *longline* Taiwan sejak tahun 1990 hingga 1996. Akan tetapi terjadi penurunan atau drop sejak tahun 2004. Hal ini senada dengan Badarudin dan Wudianto (2004) yang menyatakan bahwa indikator pola umum perikanan yang dieksploitasi adalah bahwa naiknya total upaya penangkapan (*effort*) seharusnya akan diikuti dengan naiknya hasil tangkapan (*catch*) yang kemudian diikuti dengan turunnya hasil tangkapan persatuan upaya penangkapan (CPUE). Akan tetapi apabila terjadi keadaan bahwa peningkatan upaya penangkapan ternyata tidak dapat lagi meningkatkan total hasil tangkapannya dan terjadi penurunan CPUE secara drastis, maka kondisi ini akan memberikan indikasi terjadinya *overfishing*.

Widodo dan Suadi (2005) menambahkan bahwa beberapa ciri-ciri yang dapat menjadikan patokan suatu perikanan tangkap sedang menuju kondisi lebih tangkap diantaranya adalah : waktu melaut menjadi lebih panjang dari biasanya,

lokasi penangkapan menjadi lebih jauh dari biasanya, produktivitas atau laju tangkap (CPUE) cenderung menurun, ukuran ikan sasaran menjadi semakin kecil, dan biaya operasi penangkapan semakin meningkat.

4.1.4. Standarisasi Alat Tangkap

Tidak ada satu alat tangkap ikan yang khusus menangkap satu spesies saja. walaupun alat tangkap didesain khusus dengan target utama penangkapan satu jenis spesies, akan tetapi dalam pelaksanaannya sering mendapatkan hasil tangkapan sampingan (*bycatch*). Salah satu jenis ikan yang dibahas pada penelitian ini adalah tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu Sukabumi. Tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dapat tertangkap dengan empat alat tangkap, yaitu : *longline*, pancing tonda, *purse seine*, dan *gillnet*. Oleh karena itu, salah satu alat tangkap ikan tersebut dapat dianggap sebagai alat tangkap standar. Sedangkan alat tangkap lainnya dapat distandarisasi dengan alat tangkap standar tersebut setelah dilakukan perhitungan standarisasi alat tangkap.

Tabel 4.5.
Nilai FPI pada alat tangkap Tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu Sukabumi

Tahun	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet	
	CPUE (kg/unit)	FPI	CPUE (kg/unit)	FPI	CPUE (kg/unit)	FPI	CPUE (kg/unit)	FPI
2003	340.80	1	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
2004	435.40	1	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
2005	683.49	1	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
2006	2682.83	1	49.327	0.018	0.00	0.000	12.63	0.005
2007	7881.35	1	152.84	0.019	1391.33	0.177	6.63	0.001
2008	12420.23	1	73.93	0.006	0.00	0.000	4.71	0.000
2009	4302.68	1	145.74	0.034	0.00	0.000	2.02	0.000
2010	5642.57	1	55.02	0.010	112.42	0.020	1.77	0.000
Rataan	4298.67		59.61		187.97		3.47	

Sumber : PPNP 2011 (diolah)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.5 di atas menunjukkan bahwa alat tangkap *longline* mempunyai rata-rata CPUE terbesar yaitu sebesar 4298,67 kg/unit dalam setiap tahunnya, disusul *purse seine* sebesar 187,97 kg/unit, pancing tonda sebesar 59,61 kg/unit, sedangkan rata-rata CPUE terendah adalah *gillnet* sebesar 3,47

kg/unit dalam setiap tahunnya. Oleh karena itu, maka alat tangkap *longline* merupakan alat tangkap standar penangkapan ikan tuna mata besar.

Upaya penangkapan tuna mata besar menggunakan alat tangkap standar *longline* dengan FPI sama dengan 1, maka alat tangkap yang lainnya dilakukan standarisasi dengan alat tangkap *longline*. Apabila dilakukan konversi upaya penangkapan berstandar *longline*, sebagai contoh pada tahun 2006 untuk mencapai hasil tangkapan yang sama dengan alat tangkap *longline*, maka upaya penangkapan pancing tonda harus sebanyak 56 unit dan 200 unit alat tangkap *gillnet*. Tahun 2007, 2008 dan 2009 untuk memperoleh tuna mata besar yang sama dengan *longline*, maka upaya penangkapan pancing tonda harus sejumlah 53 unit, 167 unit, dan 29 unit. Sedangkan upaya penangkapan *gillnet* untuk memperoleh Tuna mata besar yang sama dengan *longline*, pada tahun 2007, 2008 dan 2009 harus sejumlah 1000 unit, 2.637 unit dan 2.130 unit. Sedangkan tahun 2010 upaya penangkapan pancing tonda harus sejumlah 100 unit dan 3.188 unit *gillnet*.

Tabel 4.6.

Jumlah upaya penangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu Sukabumi dengan alat tangkap standar *longline*

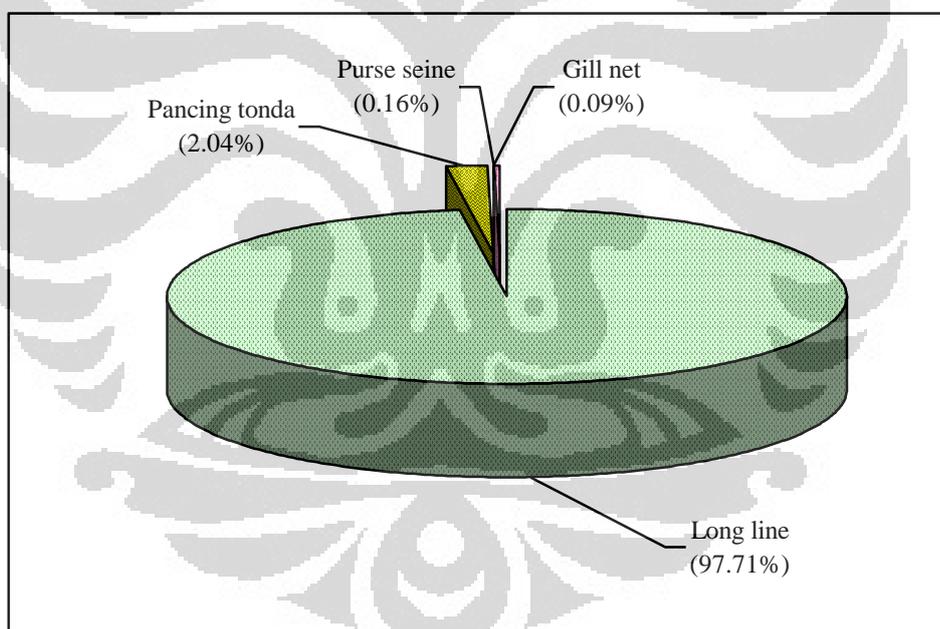
Tahun	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet	
	f	f std	F	f std	f	f std	F	f std
2003	250	250	6	0	33	0	1815	0
2004	238	238	7	0	96	0	1700	0
2005	399	399	92	0	17	0	264	0
2006	204	204	150	3	6	0	581	3
2007	155	155	348	7	9	2	384	0
2008	110	110	480	3	2	0	336	0
2009	275	275	605	20	18	0	369	0
2010	437	437	1065	10	12	0	118	0
Total		2068		43		2		3

Sumber : PPNP 2011 (diolah)

Adapun untuk menentukan standar upaya penangkapan tuna mata besar, pada alat tangkap *longline* jumlah upaya penangkapan dikalikan dengan FPI = 1, sedangkan pada pancing tonda, *purse seine* dan *gillnet* jumlah upaya penangkapannya dikalikan dengan masing-masing FPI per tahunnya sehingga

akan diperoleh upaya penangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan alat tangkap standar *longline* yang ada di PPN Palabuhanratu (Tabel 4.6).

Oleh karena itu, upaya penangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu sejak delapan tahun terakhir (2003-2010) dengan menggunakan alat tangkap standar *longline* terbesar adalah upaya penangkapan *longline* itu sendiri sebesar 2068 unit upaya penangkapan atau (97,71 %), 43 unit upaya penangkapan pancing tonda atau (2,04 %), 2 unit upaya penangkapan *purse seine* atau (0,09 %), dan 3 unit upaya penangkapan *gillnet* atau 0,16 % (Gambar 4.14). Alat tangkap *longline* merupakan alat tangkap standar tuna mata besar karena mempunyai jangkauan penangkapan yang jauh, dimana *fishing ground* dari tuna mata besar berada pada kedalaman 100 – 350 m yang hanya dapat dijangkau dengan armada besar.



Gambar 4.14.

Upaya penangkapan tuna mata besar dengan alat tangkap standar *longline*
 Sumber : PPN Palabuhanratu, 2011 (diolah)

4.2. Parameter Biologi Tuna Mata Besar

4.2.1. Morfometri

Pengamatan dengan melakukan morfometri ikan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu menggunakan 397 sampel sejak bulan Maret hingga awal Juni 2011 (Lampiran 1). Pengukuran mengikuti jadwal bongkar tuna mata besar dari beberapa armada penangkapan yang siap untuk ekspor sehingga frekuensi pengukuran dalam setiap bulannya tidak sama. Pada bulan Maret terdapat dua kali pengukuran masing-masing dengan jumlah 32 ekor dan 21 ekor tuna mata besar. Kemudian pada bulan April terdapat empat kali pengukuran dengan jumlah masing-masing 33 ekor, 41 ekor, 63 ekor, dan 31 ekor tuna mata besar. Sedangkan pengukuran pada bulan Mei terdapat lima kali pengukuran dengan jumlah masing-masing 21 ekor, 48 ekor, 35 ekor, 21 ekor, dan 51 ekor tuna mata besar (Tabel 4.7).

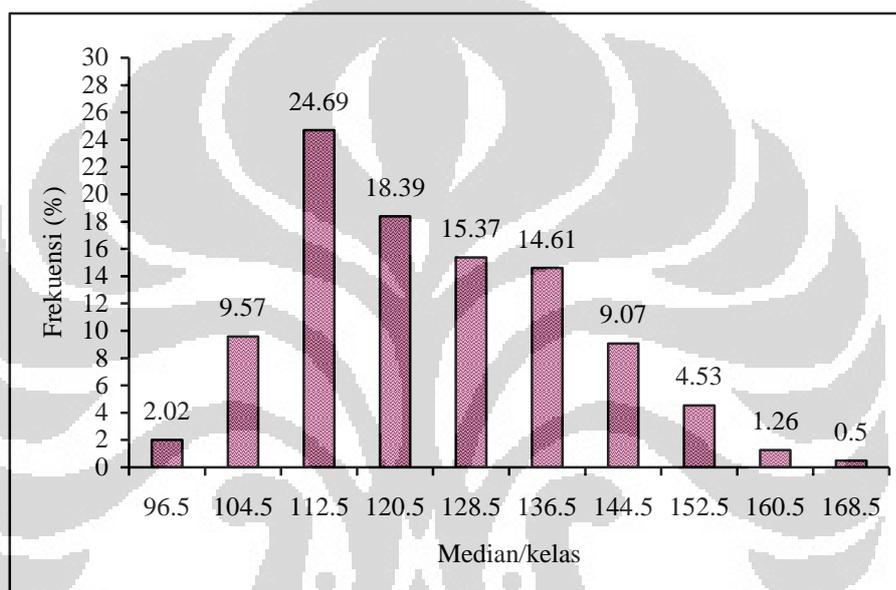
Tabel 4.7.
Distribusi frekuensi panjang cagak (*fork length*) Tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (dalam cm)

No	Kelas	Median	Maret		April				Mei					Jml	
			26	29	10	19	22	28	5	11	17	20	26		
			f	f	f	f	f	F	F	f	f	f	f		
1	93 - 100	96.5	0	0	1	4	1	0	0	0	1	0	0	1	8
2	101 - 108	104.5	4	5	3	5	4	1	2	7	3	2	2	38	
3	109 - 116	112.5	8	7	6	4	11	10	6	11	8	5	22	98	
4	117 - 124	120.5	7	3	9	9	9	4	4	8	5	4	11	73	
5	125 - 132	128.5	5	1	6	4	9	5	5	9	2	4	11	61	
6	133 - 140	136.5	1	4	5	9	9	7	2	6	7	4	4	58	
7	141 - 148	144.5	4	1	2	2	14	1	2	5	4	1	0	36	
8	149 - 156	152.5	1	0	1	3	5	2	0	1	4	1	0	18	
9	157 - 164	160.5	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	5	
10	165 - 172	168.5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	
Jumlah			32	21	33	41	63	31	21	48	35	21	51	397	

Sumber : Hasil pengukuran, 2011(diolah)

Hasil pengukuran ikan tuna mata besar sebanyak 397 ekor sampel, maka dibuat tabulasi distribusi frekuensi untuk mempermudah input ke *software* FISAT II. Berdasarkan perhitungan banyaknya kelas dengan formula $k = 1 + 3,3 \log n$ (Irianto, 2007), maka dari sejumlah 397 sampel diperoleh distribusi 10 kelas dan panjang interval delapan dengan masing-masing kelas ditentukan mediannya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah frekuensi panjang tuna mata besar terbesar terdapat pada kelas 109 – 116 dengan jumlah 98 ekor (24,69 %) disusul kelas 117 – 124 sebanyak 73 ekor (18,39 %), dan kelas 125 – 132 sebanyak 61 ekor (15,37 %). Adapun frekuensi panjang tuna mata besar terendah adalah pada kelas 165 – 172 sebanyak 2 ekor (0,50 %), disusul kelas 157 – 164 sebanyak 5 ekor (1,26 %) dan kelas 93 – 100 sebanyak 8 ekor (2,02 %). Adapun rata-rata panjang cagak tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu 124,42 cm (Gambar 4.15).



Gambar 4.15.

Persentase frekuensi ukuran panjang cagak (FL) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu
Sumber : Pengamatan langsung (2011)

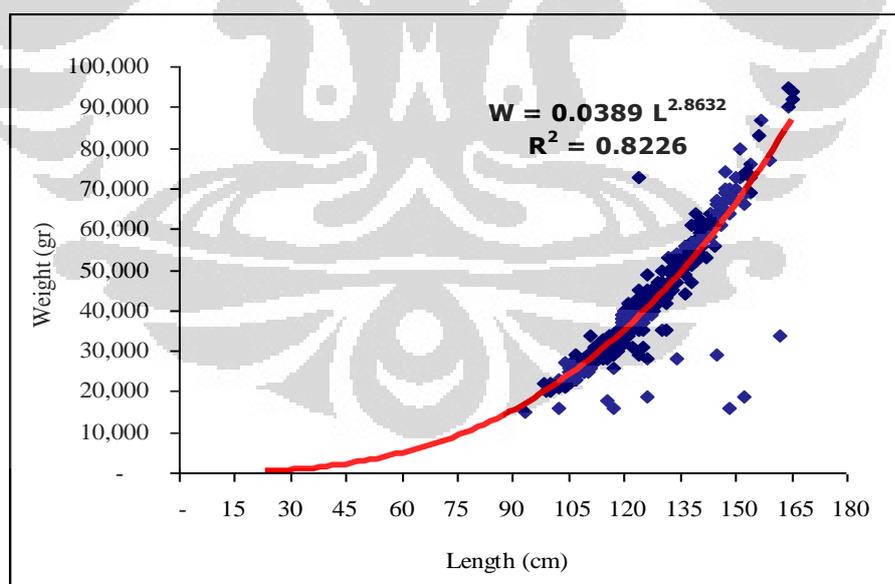
Hasil penelitian distribusi frekuensi panjang cagak tuna mata besar berkisar antara 93 – 165 cm. Panjang cagak tersebut relatif lebih tinggi daripada hasil penelitian tuna mata besar di perairan Samudera Atlantik bagian tenggara yang berkisar antara 61 – 139 cm dan 45 – 150 cm. Adapun panjang cagak tuna mata besar di perairan Samudera Atlantik bagian tengah berkisar antara 50 – 206 cm lebih tinggi kisaran panjang cagak tuna mata besar di perairan Samudera Hindia (Zhu *et al.* 2008). Hal ini diduga karena terjadi perbedaan pada teknik pengumpulan data yang dilakukan. Panjang interval yang relatif besar pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel tuna mata besar hanya yang didaratkan

di PPN Palabuhanratu yang dilakukan secara random. Sedangkan panjang cagak tuna mata besar dilakukan secara eksploratif secara langsung di daerah pengamatan pada saat tuna mata besar tersebut selesai ditangkap.

4.2.2. Hubungan Panjang Berat Tuna Mata Besar

Pola statistik yang digunakan dalam menganalisa hubungan panjang berat ini adalah analisis regresi. Sebagai dasar analisa regresi adalah hubungan linier (*linear relationship*) antara dua peubah yang dalam hal ini yaitu panjang dan beratnya. Perhitungan hubungan panjang berat dalam penelitian ini dilakukan sampel sebanyak 397 ekor Tuna mata besar yang diambil dari hasil tangkapan kapal *longline*, pancing tonda, *purse seine*, dan *gillnet*.

Variabel berat sebagai peubah tak bebas (*dependent variable*) dan variabel panjang sebagai peubah bebas (*dependent variable*). Hasil perhitungan analisis regresi dan grafik hubungan panjang berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu menggunakan *MS excel*. Persamaan regresi non linier yang diperoleh adalah $W = 0,0389 L^{2,8632}$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 82,26 % (Gambar 4.16).



Gambar 4.16.

Hubungan panjang berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu
Sumber : Pengamatan langsung 2011 (diolah)

Nilai koefisien determinasi sebesar 82,26 % menunjukkan bahwa variabel panjang cagak pada tuna mata besar mampu menjelaskan variabel beratnya

sebesar 82,26 %, sedangkan sisanya 17,74 % variabel berat dijelaskan variabel-variabel lainnya di luar model regresi $W = 0,0389 L^{2,8632}$. Pada persamaan tersebut diperoleh nilai intersep sebesar 0,0389 dan koefisien regresi sebesar 2,8632. Disebabkan nilai koefisien regresi kurang dari 3, maka pola pertumbuhan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu bersifat allometrik negatif artinya penambahan panjang Tuna mata besar tersebut lebih cepat daripada penambahan beratnya (Tabel 4.8).

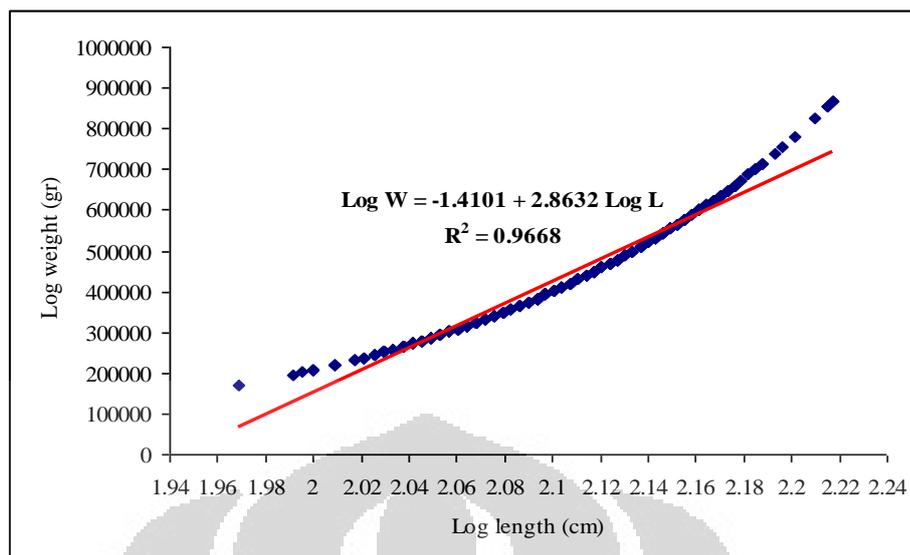
Tabel 4.8.
Model regresi linier dan non linier hubungan panjang dan berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

Persamaan Regresi	Parameter			
	A	b	r	r ²
Log W = a + b log L	-1,4101	2,8632	0,9833	0,9668
W = aL ^b	0,0389	2,8632	0,9070	0,8226

Sumber : Data primer (diolah)

Adapun untuk menguji hipotesis nilai koefisien regresi tuna mata besar kurang dari 3, maka dilakukan dengan analisis uji t. Hasil analisis diperoleh nilai t hitung sebesar 42,7968 (Lampiran 8) dengan signifikansi $2,1 \times 10^{-15}$ (p-value < 0,05) artinya bahwa H₀ ditolak dan H₁ diterima. Disebabkan nilai p-value lebih kecil pada selang kepercayaan 95 %, maka kesimpulan bahwa nilai koefisien regresi tuna mata besar dari model regresi di atas berbeda sangat signifikan pada taraf nyata 0,05. Hasil analisis menunjukkan bahwa pola pertumbuhan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu tersebut bersifat allometrik negatif artinya bahwa penambahan panjang tuna mata besar tersebut lebih cepat daripada penambahan beratnya.

Berdasarkan Tabel 4.8, maka persamaan regresi $W = 0,0389 L^{2,8632}$ dapat ditranslasikan ke persamaan linier menjadi $\text{Log } W = -1,4101 + 2,8632 \text{ Log } L$ dengan nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 96,68 %. Nilai koefisien determinasi sebesar 96,68 % menunjukkan bahwa variabel panjang cagak pada Tuna mata besar mampu menjelaskan variabel beratnya sebesar 96,68 %, sedangkan sisanya 3,32 % variabel berat dijelaskan variabel-variabel lainnya di luar model regresi linier $\text{Log } W = -1,4101 + 2,8632 \text{ Log } L$ tersebut (Gambar 4.17).



Gambar 4.17.

Hubungan linier panjang berat ikan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu delapan tahun terakhir (2003-2010)

Sumber : Pengamatan langsung 2011 (diolah)

Pola pertumbuhan tuna mata besar dari perairan Samudera Hindia selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu bersifat allometrik negatif artinya penambahan panjang tuna mata besar tersebut lebih cepat daripada penambahan beratnya. Hal ini senada dengan hasil penelitian Zhu, *et al.* (2010) bahwa pola pertumbuhan tuna mata besar dari perairan Atlantik, Samudera Pasifik bagian timur dan Samudera Hindia bersifat allometrik negatif ($b < 3$). Sedangkan pola pertumbuhan tuna mata besar yang berasal dari perairan Samudera Pasifik bersifat allometrik positif ($b > 3$).

Hasil penelitian Faizah (2004), menyatakan bahwa hubungan panjang berat tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Hindia dengan formula $W = 0,038 FL^{2,8623}$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 95%. Adapun jumlah sampel sebanyak 42 ekor dan panjang cagak antara 109 – 153 cm. Nilai koefisien regresi sebesar 2,8623 menunjukkan bahwa pola pertumbuhan tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Hindia adalah allometrik negatif artinya pertumbuhan panjang tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Hindia lebih cepat daripada pertumbuhan beratnya. Hal ini senada dengan hasil penelitian Zhu *et al.* (2010) pola pertumbuhan tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan

Samudera Hindia adalah $W = 2,6 \times 10^{-5} FL^{2,9362}$ dengan koefisien regresi (R^2) sebesar 95,67 % dan jumlah sampel sebanyak 741 ekor.

Pola pertumbuhan tuna mata besar yang tertangkap tuna *longline* di perairan Samudera Hindia sangat linier atau sama dan sebanding dengan pertumbuhan tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Pasifik bagian barat dengan pola pertumbuhan allometrik negatif. Adapun persamaan hubungan panjang beratnya tuna mata besar yang tertangkap *tuna longline* di perairan Samudera Pasifik bagian barat tersebut adalah $W = 3 \times 10^{-5} FL^{2,9278}$ dengan koefisien regresi (R^2) sebesar 97 % dan jumlah sampel sebanyak 856 ekor (Sun *et al.* 2001). Secara komprehensif menunjukkan bahwa pola pertumbuhan tuna mata besar bersifat allometrik negatif.

4.2.3. Faktor Kondisi

Setiap spesies ikan mempunyai perbedaan pada kondisi hubungan panjang beratnya dari satu tempat dengan tempat lainnya. Hal ini terutama sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan di mana ikan-ikan tersebut hidup. Untuk mengetahui perbedaan kondisinya biasanya dilihat dari faktor kondisinya, antara lain dengan pengukuran panjang berat ikan pada saat matang telur (musim berpijah) adalah sangat berbeda dengan hasil pengukuran pada saat ikan usia muda atau saat sesudah pemijahan. Hasil perhitungan Indeks Ponderal atau Faktor Kondisi (Kn) untuk tuna mata besar hasil sampling sebanyak 397 ekor selama bulan Maret – Mei 2011 di Palabuhanratu dapat diperoleh Kn antara 1,829 – 2,103 secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.9.

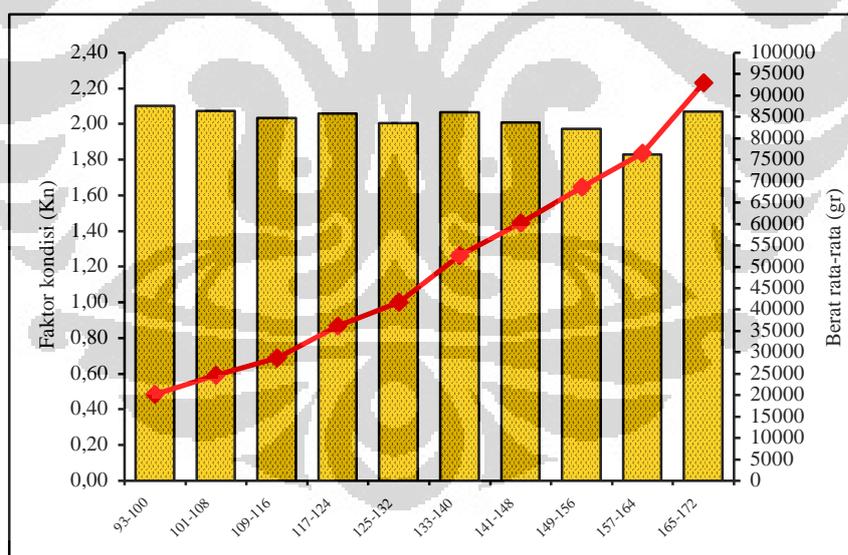
Berdasarkan Tabel 4.9 di atas, maka nilai faktor kondisi (Kn) terjadi fluktuasi. Nilai faktor kondisi tuna mata besar tertinggi terdapat pada kelas panjang cagak 93 – 100 cm, sedangkan berat rata-rata terbesar tuna mata besar terdapat pada kelas panjang cagak 165 – 172 cm. Nilai faktor kondisi terendah terdapat pada kelas panjang cagak 157 – 164 cm, sedangkan berat rata-rata terendah tuna mata besar terdapat pada kelas panjang cagak 93 – 100 cm.

Tabel 4.9.
Hubungan faktor kondisi (Kn) dengan panjang tiap kelas tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

No	Kelas (cm)	Frekuensi (ekor)	Kn (Faktor kondisi)	Berat rata-rata (Kg)
1	93 - 100	8	2.103	20,250.00
2	101 - 108	38	2.073	24,710.53
3	109 - 116	98	2.035	28,744.90
4	117 - 124	73	2.060	36,232.88
5	125 - 132	61	2.005	41,688.52
6	133 - 140	58	2.066	52,672.41
7	141 - 148	36	2.008	60,305.56
8	149 - 156	18	1.973	68,666.67
9	157 - 164	5	1.829	76,600.00
10	165 - 172	2	2.070	93,000.00

Sumber : Hasil penelitian, 2011 (diolah)

Nilai faktor kondisi tuna mata besar di perairan selatan Palabuhanratu antara 1,829 – 2,103 memberikan indikasi bahwa ikan tersebut termasuk dengan ikan-ikan yang badannya kurang pipih (Gambar 4.18).



Gambar 4.18.
Hubungan faktor kondisi dengan berat rata-rata tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu
Sumber: Data primer, 2011 (diolah)

Nilai Kn terbesar terjadi pada kelas panjang cagak antara 93 – 100 cm. Hal kemungkinan diduga karena pada kisaran panjang sebagian besar ikan ditemukan

dalam kondisi pematangan gonad. Peningkatan nilai Kn ini kemungkinan disebabkan antara lain ikan sedang mengalami pertumbuhan atau ikan mengalami perkembangan gonad. Kemudian pada kelas panjang jagak antara 149 – 156 cm terjadi penurunan nilai faktor kondisi, hal ini kemungkinan disebabkan antara lain karena kondisi lingkungan perairan yang kurang baik, adanya perubahan kebiasaan makan ikan dan tersedianya makanan.

Hasil penelitian Faizah (2004), menunjukkan bahwa faktor kondisi tuna mata besar yang tertangkap dengan alat tangkap *longline* di perairan Samudera Hindia rata-rata menyebar pada kisaran 1,915 – 2,038 dengan rata-rata faktor kondisi sebesar 1,951. Nilai rata-rata faktor kondisi tuna mata besar yang tertangkap sangat bervariasi, pada selang ukuran terkecil mempunyai nilai faktor kondisi yang lebih tinggi dari selang ukuran berikutnya. Kemudian pada selang ukuran selanjutnya terjadi peningkatan nilai faktor kondisi yang dilanjutkan dengan penurunan pada selang berikutnya. Menurut Wang *et al.* (2002) nilai faktor kondisi tidak berbeda jauh dengan tuna mata besar di perairan Taiwan yaitu berkisar 1,4 – 2,5.

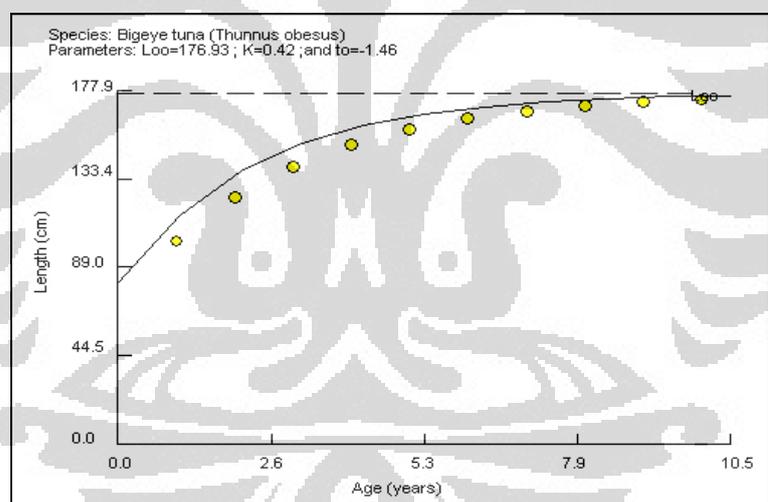
Hal ini senada dengan pernyataan Effendie (2002), bahwa nilai faktor kondisi (Kn) berfluktuasi dengan ukuran ikan. Tuna mata besar yang berukuran kecil mempunyai kondisi relatif yang tinggi kemudian menurun ketika ikan bertambah besar hal ini berhubungan dengan perubahan makanan ikan tersebut yang berasal dari ikan pemakan zooplankton berubah menjadi pemakan ikan atau sebagai *carnivor*. Kenaikan nilai Kn dapat terjadi pada saat pematangan gonad dengan sel seks dan akan mencapai puncaknya sebelum terjadi pemijahan.

4.3. Umur dan Pertumbuhan Tuna Mata Besar

Umur dan pertumbuhan tuna mata besar di perairan selatan Teluk Palabuhanratu dilakukan dengan menggunakan program FISAT II akan diperoleh nilai-nilai parameter pertumbuhan pada model *von Bertalanffy*, yaitu panjang asimtot (L_{∞}), koefisien pertumbuhan (K), dan umur pada saat panjang tuna mata besar sama dengan nol (t_0). Selanjutnya untuk menentukan model pertumbuhan tuna mata besar terhadap tahunnya dilakukan pengoperasian dengan *Non-Parametric scoring of VBGF fit using ELEFAN I* pada program FISAT II,

kemudian akan diperoleh panjang asimtot (L_{∞}) dan koefisien pertumbuhan (K) dari tuna mata besar.

Berdasarkan output FISAT II menunjukkan bahwa nilai panjang asimtot tuna mata besar (L_{∞}) = 176,93, koefisien pertumbuhan (K) = 0,42 (Lampiran 10). Setelah kedua parameter tersebut diketahui, maka akan dapat diperoleh nilai t_0 dengan menggunakan formula Pauly's dalam Zhu *et al.* (2008), yaitu dengan formula ; $\text{Log } t_0 = 0,3922 - 0,2752 \text{ log } (L_{\infty}) - 1,0382 \text{ log } K$, setelah dilakukan perhitungan diperoleh nilai $t_0 = -1,46$. Panjang asimtot (L_{∞}) = 176,93 artinya bahwa panjang maksimum tuna mata besar yang tertangkap di perairan selatan Palabuhanratu adalah 176,93 cm. Adapun nilai koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,42 artinya laju pertumbuhan tuna mata besar di perairan selatan Palabuhanratu sebesar 0,42 per tahun. Sedangkan nilai $t_0 = -1,46$ artinya bahwa umur tuna mata besar (semu) atau secara teoritis pada panjang 0 cm diduga 1,46 tahun pada sumbu x yang bernilai negatif.



Gambar 4.19.

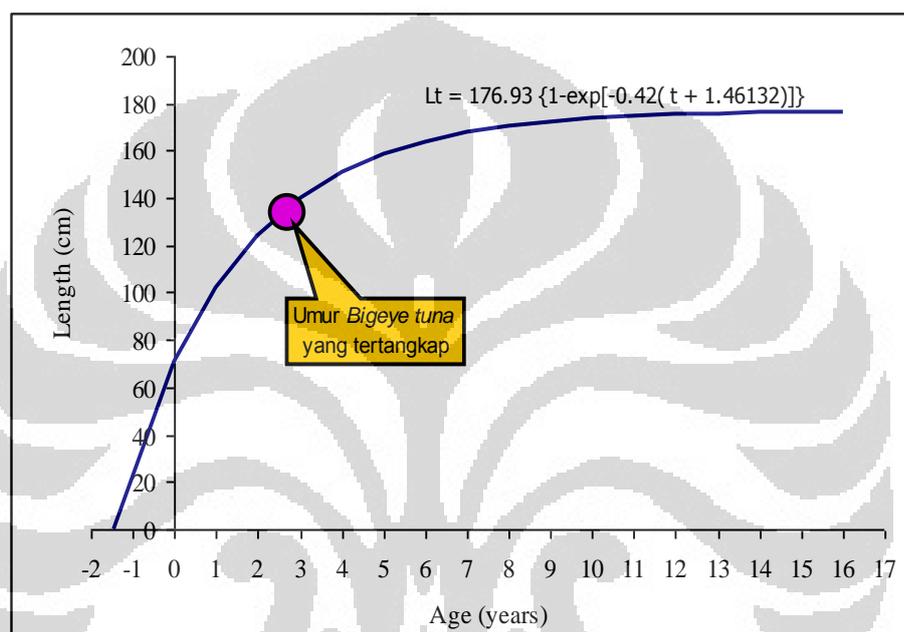
Kurva umur dan pertumbuhan tuna mata besar di perairan Palabuhanratu
Sumber : Data primer (diolah FISAT II)

Ketiga parameter pertumbuhan tersebut dibuatkan tabulasi dan kemudian disubstitusikan ke dalam program FISAT II pada *analysis of length at age*. Setelah ketiga parameter tersebut diperoleh, maka persamaan pertumbuhan von Bertalanffy tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu adalah sebagai berikut : $L_t = 176,93 \{ 1 - e^{-0,42(t+1,46132)} \}$ seperti disajikan pada Gambar 4.19. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa saat tuna mata besar berumur nol tahun, ikan

tersebut sudah mempunyai panjang tertentu dengan nilai bertanda negatif atau semu (Gambar 4.19).

Pendugaan umur tuna mata besar dari perairan selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu antara rata-rata berumur sekitar 2 tahun.

Pendugaan umur tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu tersebut mulai pada tahun ke nol hingga kelima secara berturut-turut sebesar 70,885 cm, 102,223 cm, 124,301 cm, 139,854 cm, 150,81 dan 158,529 cm.



Gambar 4.20.

Umur dan pertumbuhan tuna mata besar di perairan Palabuhanratu
Sumber : Data primer (diolah Excel)

Pada penelitian ini sampel yang diambil sebanyak 397 ekor tuna mata besar dengan panjang terkecil 93 cm dan terbesar 165 cm dengan rata-rata sebesar 124,42 cm. Apabila rata-rata tersebut disubstitusikan dalam model pertumbuhan yang diperoleh, maka tuna mata besar yang tertangkap *longline*, pancing tonda, *purse seine*, dan *gillnet* yang didaratkan di PPN Palabuhanratu diduga berumur sekitar dua tahun dan sudah melakukan pemijahan atau reproduksi dalam perkembangan status ikan tersebut (Gambar 4.20).

Pendugaan umur tuna mata besar yang tertangkap dan didaratkan di PPN Palabuhanratu menunjukkan bahwa ikan-ikan tersebut sudah melakukan pemijahan. Hal ini senada dengan pendapat Sumadhiharga (2009) yang

menyatakan bahwa umumnya tuna mata besar memijah pada panjang cagak antara 91 – 100 cm dengan umur sekitar tiga tahun dengan fekunditas sekitar 2,8 – 3,6 juta telur.

Biasanya tuna mata besar melakukan pemijahan di bagian timur dan bagian barat Samudera Hindia. Perbedaan umur pendugaan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu terjadi kemungkinan perbedaan alat tangkap ikan yang menangkapnya. Keempat alat tangkap yang menangkap tuna mata besar hanya *longline* yang memenuhi kriteria jangkauan dari *fishing ground* ikan tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumadhiharga (2009) menyatakan bahwa sebaran tuna mata besar dapat diperoleh di Pasifik barat bagian tropis dengan menggunakan rawai tuna dengan ukuran 120 – 150 cm yang merupakan komponen utama, hal yang sama juga terjadi di Samudera Hindia.

Rata-rata panjang cagak tuna mata besar yang tertangkap di perairan selatan Palabuhanratu dan didaratkan di PPN Palabuhanratu adalah 124,42 cm. dan berat rata-rata 40,65 kg. Hal ini senada dengan pernyataan Sumadhiharga (2009), bahwa tuna mata besar yang ditangkap dengan *tuna longline* di Samudera Hindia dengan berat rata-rata sekitar 90 kg dan panjangnya 175 cm terutama yang di daratkan di Benoa Bali. Sedangkan tuna mata besar yang tertangkap di laut Flores dan laut Banda berukuran rata-rata berkisar antara 130 – 160 cm.

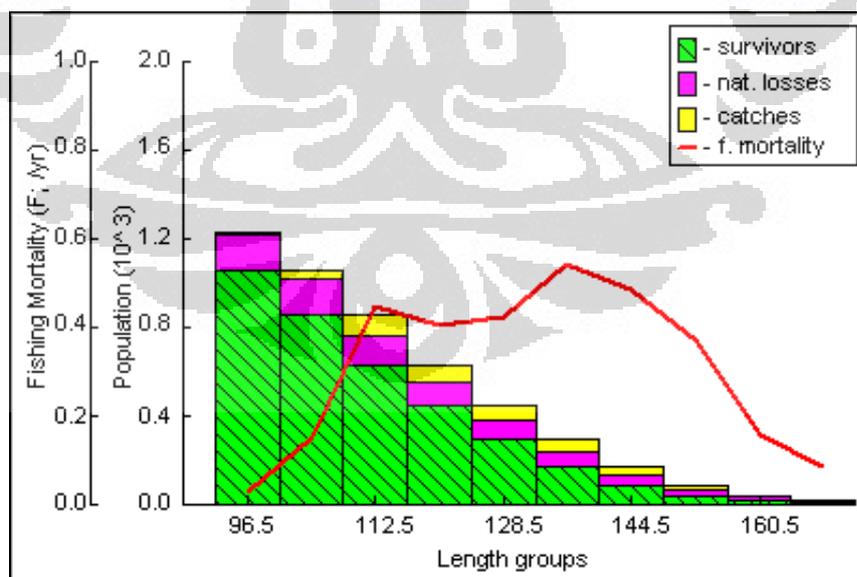
Hasil penelitian Lehedoy, *et al.* (1999) tuna mata besar yang tertangkap dari perairan Samudera Pasifik bagian tengah mengalami pertumbuhan lebih lambat pada tahun kedua, sehingga terjadi kenaikan pada rata-rata ukuran panjangnya. Hasil penelitian Mimura (1957) menyatakan hubungan umur dan panjang tuna mata besar pada umur 0 tahun berkisar ($35 \pm 5,9$) cm dan pada umur dua hingga tiga tahun secara berturut-turut tuna mata besar mempunyai panjang ($75 \pm 2,6$) cm dan ($90 \pm 1,8$) cm. Hal ini sangat berbeda dengan hasil penelitian ini yang menyatakan hubungan umur dengan panjang Tuna mata besar pada umur 0 tahun hingga tiga tahun secara berturut-turut adalah 70,885 cm, 124,301 cm, dan 139,854 cm. Hal ini kemungkinan diduga karena daerah penangkapan (*fishing ground*) yang berbeda dan upaya penangkapan yang berbeda pula.

Hal ini disebabkan tuna mata besar yang tertangkap *gillnet* dan *purse seine* merupakan alat tangkap yang beroperasi sekitar perairan Palabuhanratu, di mana

walaupun perairan pantai akan tetapi kedalamannya sudah lebih dari 50 m. Hal ini diperkuat oleh pendapat Sumadhiharga (2009), menambahkan tuna mata besar sering juga tertangkap di perairan pantai. Nelayan-nelayan Palabuhanratu menangkap ikan tuna mata besar ini dengan menggunakan *gilnet* dan payang.

Penelitian Zhu (2009) menyatakan bahwa panjang asimtot (L_{∞}) tuna mata besar yang tertangkap dari Samudera Atlantik bagian tengah adalah sebesar 217,9 cm. Panjang tersebut lebih besar dari panjang asimtot (L_{∞}) tuna mata besar yang tertangkap di Samudera Hindia dan didaratkan di Palabuhanratu. Hal ini diduga kemungkinan karena jumlah sampel yang lebih sedikit dan alat tangkap yang menangkap tuna mata besar dan didaratkan di PPN Palabuhanratu adalah sangat bervariasi bukan hanya *longline*.

Hasil output FISAT II menunjukkan bahwa laju mortalitas total (Z) tuna mata besar di perairan Samudera Hindia selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu adalah 0,702 per tahun (Lampiran 12) dan mortalitas alaminya (*natural mortality*) atau M sama dengan 0,61629 (1/tahun) seperti disajikan pada Lampiran 11. Laju mortalitas penangkapan (*fishing mortality*) atau F dapat diperoleh dengan melakukan substitusi kedua parameter Z dan M diatas pada formula $Z = F + M$, sehingga nilai F diperoleh 0,08571.



Gambar 4.21.

Panjang struktur *Virtual Population Analysis* tuna mata besar di perairan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

Sumber : Data primer (diolah FISAT II)

Selanjutnya laju eksploitasi tuna mata besar di perairan Samudera Hindia selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu sebesar 0,122094. Kematian akibat penangkapan (*fishing mortality*) terbesar pada tuna mata besar dengan median 136,5 yaitu dengan nilai F sebesar 54,07 %, berikutnya adalah tuna mata besar dengan median 144,5 dengan nilai F sebesar 48,66 %, dan F ketiga adalah pada median 112,5 sebesar 44,87 % (Gambar 4.21 dan Lampiran 13).

Laju mortalitas total (Z) adalah 0,702 per tahun dan mortalitas alaminya (*natural mortality*) atau M sama dengan 0,61629. Sedangkan laju mortalitas penangkapan (*fishing mortality*) atau F tuna mata besar dari perairan Samudera Hindia yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dapat diperoleh dengan melakukan substitusi kedua parameter Z dan M diatas pada formula $Z = F + M$, sehingga nilai F diperoleh 0,08571.

Penelitian Zhu *et al.* (2009) menyatakan bahwa tuna mata besar yang tertangkap dari Samudera Atlantik bagian tengah mempunyai laju mortalitas relatif lebih tinggi yaitu nilai $Z = 0,92 \pm 0,10$ per tahun, sedangkan kematian ikan tuna mata besar akibat penangkapan dan kematian alaminya lebih rendah yaitu secara berturut-turut sebesar $F = 0,54$ per tahun dan $M = 0,39$ per tahun. Hal ini memberikan indikasi bahwa masih sangat rendah tingkat eksploitasi tuna mata besar di perairan tersebut yaitu sebesar $E = 0,35$.

4.4. Tingkat Pemanfaatan dan Pengusahaan Tuna Mata Besar

4.4.1. Pendugaan Potensi Lestari

Pendugaan potensi sumberdaya perikanan tangkap didasarkan atas jumlah hasil tangkapan ikan yang didaratkan pada suatu wilayah dan variasi alat tangkap per trip/unit. Metode yang digunakan untuk menduga potensi lestari tuna mata besar adalah model surplus produksi yang terdiri dari Schaefer dan Fox. Kedua model tersebut akan dipilih salah satunya tergantung dengan besarnya koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan. Upaya penangkapan yang akan digunakan sudah distandarisasi dengan alat tangkap standarnya yaitu *longline*, selanjutnya diperoleh FPI yang akan dikalikan dengan upaya penangkapan masing-masing alat tangkap.

Hasil tangkapan per satuan upaya model Schaefer adalah perbandingan jumlah hasil tangkapan pada periode tertentu dengan upaya penangkapan yang sudah distandarisasi dengan alat tangkap standar *longline*, sedangkan hasil tangkapan per satuan upaya Fox adalah perbandingan Ln CPUE Schaefer terhadap upaya penangkapan yang sudah distandarisasi dengan alat tangkap standar *longline* (Tabel 4.10).

Tabel 4.10.
CPUE Schaefer dan Fox tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan alat tangkap standar *longline*

Tahun	Hasil tangkapan (Kg)	Upaya penangkapan standar (effort std)	CPUE (Schaefer)	CPUE (Fox)
2003	139730	250	558.920	6.326
2004	207250	238	870.798	6.769
2005	545424	399	1366.977	7.220
2006	1124070	209	5365.657	8.588
2007	2579732	164	15762.710	9.665
2008	2806590	113	24840.455	10.120
2009	2544310	296	8605.353	9.060
2010	5051914	448	11285.149	9.331

Sumber : PPNP 2011 (diolah)

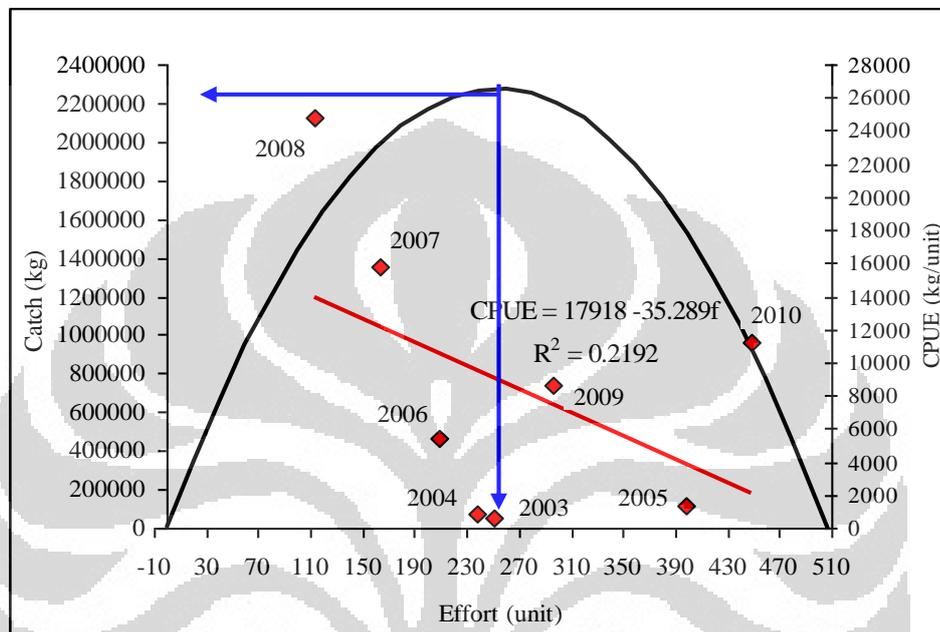
Hasil perhitungan regresi linear menunjukkan bahwa koefisien determinasi (R^2) model Schaefer sebesar 21,92 % lebih besar jika dibandingkan dengan koefisien determinasi (R^2) model Fox yaitu 6,71 %. Oleh karena itu, penentuan potensi lestari untuk tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu menggunakan model Schaefer (Tabel 4.11). Pendugaan potensi dapat diteruskan karena nilai koefisien regresi model Schaefer tersebut bertanda negatif di mana nilai tersebut sebagai syarat untuk menentukan MSY dan f_{opt} .

Tabel 4.11.
Parameter regresi Schaefer dan Fox tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu dengan alat tangkap standar *longline*

Schaefer				Fox			
R	R^2	a	B	R	R^2	a	B
0.4682	0.2192	17918.04	-35.29	0.2590	0.0671	9.249	-0.0033

Sumber : PPNP 2011 (diolah)

Hasil nilai intersep dan koefisien regresi dari model Schaefer berturut-turut adalah 17918,04 dan -35,29, sehingga pendugaan MSY dan upaya penangkapan optimum dapat dihitung antara lain nilai f_{MSY} atau f optimum sebesar 254 unit upaya penangkapan dengan standar alat tangkap *longline* dan nilai MSY adalah sebesar 2274466,26 kg atau 2274,466 ton/tahun (Gambar 4.22).



Gambar 4.22.

Kurva *Maximum Sustainable Yield* (MSY) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu
Sumber : PPNP (diolah)

Berdasarkan nilai MSY tersebut, maka jumlah hasil tangkapan tuna mata besar di perairan selatan Palabuhanratu yang diperbolehkan ditangkap (*Total Allowable Catch / TAC*) sebesar 1819573,011 kg atau 1819,573 ton/tahun. Pada Gambar 4.27, dapat diinterpretasikan bahwa jika upaya penangkapan melebihi f optimum, maka diduga akan mengalami penurunan jumlah hasil tangkapan tuna mata besar yang berdampak pada penurunan produktivitas atau laju tangkapnya. Sebaliknya jika upaya penangkapan lebih rendah dari f optimum maka eksploitasi sumberdaya ikan masih memungkinkan untuk dilanjutkan dan kemungkinan hasil tangkapan yang diperoleh akan semakin besar dan meningkat.

4.4.2. Tingkat Pemanfaatan

Tingkat pemanfaatan sumberdaya tuna mata besar di perairan Palabuhanratu dan didaratkan di PPN Palabuhanratu dapat diketahui dengan membandingkan antara jumlah hasil tangkapan setiap tahunnya dengan nilai potensi lestari (MSY) yang sudah diketahui, yaitu 2274,466 ton/tahun. Tingkat pemanfaatan tuna mata besar rata-rata sebesar 82,43 % dengan kategori pemanfaatan sudah padat tangkap (Tabel 4.12).

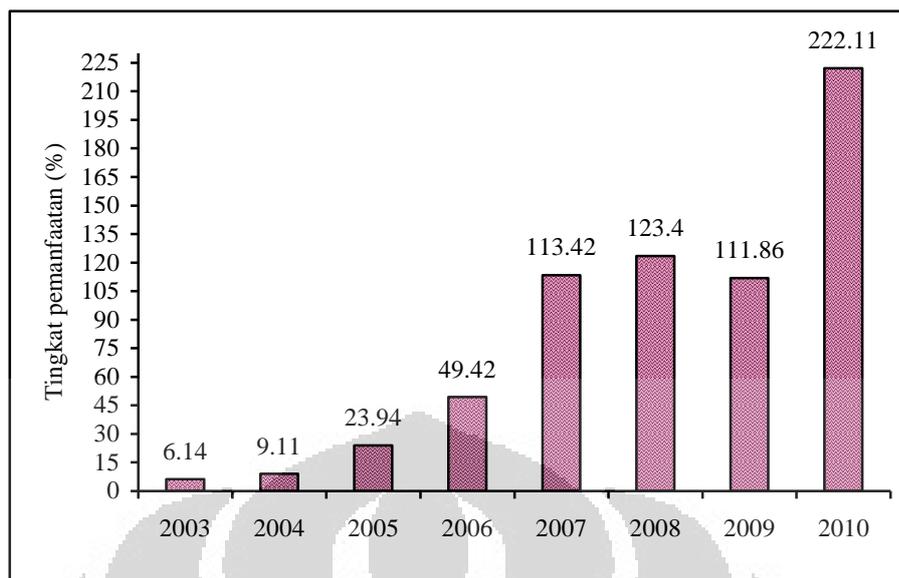
Tabel 4.12.

Tingkat pemanfaatan tuna mata besar selatan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (alat tangkap standar *longline*)

Tahun	Catch (kg)	Tingkat pemanfaatan (%)	Kriteria
2003	139730	6.14	Tahap Rendah
2004	207250	9.11	Tahap Rendah
2005	545424	23.98	Tahap Rendah
2006	1124070	49.42	Berkembang
2007	2579732	113.42	Lebih Tangkap
2008	2806590	123.40	Lebih Tangkap
2009	2544310	111.86	Lebih Tangkap
2010	5051914	222.11	Lebih Tangkap
Rata-rata		82.43	Padat Tangkap

Sumber : PPNP 2011 (diolah)

Tingkat pemanfaatan yang masih dibawah rata-rata terjadi tahun 2003 hingga 2006 dengan kategori pemanfaatan tuna mata besar yang masih tahap rendah hingga berkembang. Tingkat pemanfaatan termasuk kategori lebih tangkap terjadi pada tahun 2007 hingga 2009, hingga pada tahun 2010 tingkat pemanfaatan diduga mencapai titik puncak yaitu sebesar 222,11 % atau lebih tangkap. Hal ini terjadi setelah terjadi penurunan pemanfaatan satu tahun sebelumnya, hal memberikan indikasi bahwa tingkat upaya penangkapan dengan standar alat tangkap long line sudah melewati batas optimum (Gambar 4.23).



Gambar 4.23.

Tingkat pemanfaatan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu
Sumber : PPNP (diolah)

Menurut Sumadhiharga (2009) pemanfaatan tuna mata besar dengan menggunakan *longline* yang dioperasikan di perairan selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Laut Banda dan Laut Maluku. Selain tuna mata besar dapat tertangkap di laut, maka di beberapa lokasi dapat tertangkap di perairan pantai. Nelayan Palabuhanratu menangkap tuna mata besar dengan menggunakan *gillnet* ataupun payang pada tahun 1980. Akan tetapi setelah tahun 2003, tuna mata besar dapat ditangkap dengan menggunakan *longline* dan pancing tonda (Statistik Perikanan Tangkap PPN Palabuhanratu, 2010). Menurut Subani dan Barus (1989) salah satu alat tangkap *longline* dapat menangkap beberapa ikan pelagis besar, antara lain tuna mata besar.

Tingkat pemanfaatan tuna mata besar sudah mencapai kategori padat tangkap, dimana satu tahap lagi mencapai pada kategori lebih tangkap apabila tidak ada sistem pengelolaan sumberdaya ikan tersebut secara optimal. Hal ini ditunjukkan beberapa indikasi-indikasi, yaitu produktivitas semakin menurun dalam setiap tahunnya. Seharusnya dengan kenaikan jumlah upaya penangkapan standar alat tangkap *longline* akan meningkatkan nilai produktivitas alat tangkap tersebut.

Selain itu, dari 11 kali sampling pengukuran yang dilakukan, rata-rata panjang tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu cenderung semakin menurun. Menurut Suseno (2007) bahwa gejala *overfishing* ditandai dengan indikator-indikator sebagai berikut ; 1). Produktivitas hasil tangkapan menurun, 2). Terjadi ”*booming*” spesies tertentu, 3). Penurunan ukuran ikan hasil tangkapan, 4). Grafik penangkapan dalam satuan waktu berbentuk fluktuasi atau tidak menentu (*erratic*), 5). Penurunan produksi secara nyata/signifikan.

4.4.3. Tingkat Pengusahaan

Tingkat pengusahaan tuna mata besar di perairan selatan Palabuhanratu dan didaratkan di PPN Palabuhanratu dapat diketahui dengan membandingkan antara jumlah upaya penangkapan dengan standar alat tangkap *longline* setiap tahunnya dengan nilai upaya penangkapan optimum sebesar 254 unit upaya penangkapan alat tangkap standar longline.

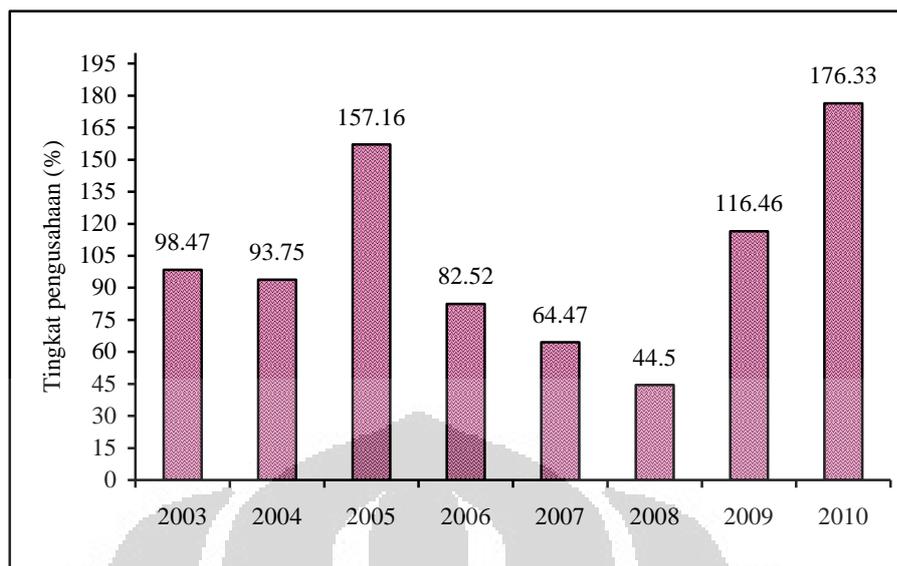
Tabel 4.13.

Tingkat pengusahaan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

Tahun	Effort (unit)	Tingkat pengusahaan (%)	Kriteria
2003	250	98.47	Tinggi
2004	238	93.75	Tinggi
2005	399	157.16	Lebih Tangkap
2006	209	82.52	Tinggi
2007	164	64.47	Sedang
2008	113	44.50	Sedang
2009	296	116.46	Lebih Tangkap
2010	448	176.33	Lebih Tangkap
Rata-rata		104.21	Lebih Tangkap

Sumber : PPNP 2011 (diolah)

Tingkat pengusahaan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu rata-rata sebesar 104,21 % dengan kategori pengusahaan yang lebih tangkap (Tabel 4.13). Tingkat pemanfaatan diatas rata-rata terjadi pada tahun 2005, 2009 dan 2010.



Gambar 4.24.

Tingkat pengusahaan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu
Sumber : PPNP (diolah)

Sedangkan tingkat pengusahaan tuna mata besar yang masih di bawah rata-rata terjadi pada tahun 2003 hingga 2004 dan tahun 2006 hingga 2008 dengan tingkat pengusahaan yang semakin menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada tahun tersebut sedang terjadi kenaikan harga BBM, sehingga dampak yang sangat terasa oleh perikanan tangkap dengan skala industri seperti *longline* (Gambar 4.24).

Pendugaan tuna mata besar yang dapat tertangkap dengan alat tangkap selain standar *longline* dikarenakan adanya keberadaan rumpon yang difasilitasi oleh pemerintah sesuai dengan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. Nomor 30 tahun 2004 tentang Pemanfaatan dan Pemasangan Rumpon. Sehingga tuna mata besar yang mempunyai *migration path* di perairan dalam dan mendekati menuju pantai karena keberadaan rumpon untuk memenuhi target tangkapan sesuai dengan *food chain*. Hal ini sesuai dengan teori Hochachka (1979 dalam Longhurst dan Pauly 1987), yang menyatakan secara universal ikan tertarik pada benda terapung dan berasosiasi dengan benda tersebut dalam hal ini rumpon sehingga membentuk *schooling* dan menjadikan *fishing ground* baru bagi nelayan (Monintja, 1995). Namun berdasarkan hasil penelitian Nahib (2007), harga ikan semakin meningkat maka cenderung *effort* penangkapan meningkat sehingga produksi meningkat, namun dampak jangka panjang keberadaan rumpon akan

menimbulkan produksi semakin meningkat sehingga mengakibatkan penurunan stok ikan dan pada titik tertentu akan menimbulkan keuntungan sumberdaya tidak lagi diperoleh.

Upaya penangkapan tuna mata besar di perairan selatan Palabuhanratu dapat dilakukan dengan alat tangkap pantai seperti *gillnet* walaupun hanya pada musim-musim tertentu. Upaya penangkapan yang sudah melewati f optimum akan berdampak pada penurunan hasil tangkapan dan keberlanjutan usaha perikanan tangkap tersebut akan terancam. Oleh karena itu, pendekatan pengendalian upaya penangkapan didasarkan pada hasil tangkapan maksimum agar dapat menjamin kelestarian sumberdaya ikan.

Pengendalian ini dapat dilakukan dengan membatasi jumlah alat tangkap, jumlah armada maupun jumlah trip penangkapan. Untuk menentukan batas upaya penangkapan perlu adanya data *time series* yang akurat tentang jumlah hasil tangkapan dan jumlah upaya penangkapan di suatu daerah penangkapan. Mekanisme pengendalian upaya penangkapan yang paling efektif yaitu dengan membatasi izin usaha penangkapan ikan pada suatu daerah.

Menurut Badrudin (1986) dalam Lembaga Penelitian UNDIP (2000) menyatakan bahwa prinsip pengelolaan sumberdaya ikan dapat dikategorikan antara lain sebagai berikut :

- 1) Pengendalian jumlah upaya penangkapan : tujuannya adalah mengatur jumlah alat tangkap sampai pada jumlah tertentu.
- 2) Pengendalian alat tangkap : tujuannya adalah agar usaha penangkapan ikan hanya ditujukan untuk menangkap ikan yang telah mencapai umur dan ukuran tertentu.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan Status Perikanan tuna mata besar adalah sebagai berikut :

1. Laju tangkap atau produktivitas *longline*, pancing tonda, *purse seine*, dan *gillnet* dengan hasil tangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu mengalami kecenderungan yang meningkat.
2. Pola pertumbuhan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu adalah penambahan panjang tuna mata besar lebih cepat daripada penambahan berat, sehingga bersifat allometrik negatif.
3. Umur tuna mata besar dari perairan Palabuhanratu yang didaratkan di PPN Palabuhanratu diperoleh umur rata-rata sekitar 2 tahun dan sudah mengalami proses pemijahan.
4. Tingkat pemanfaatan tuna mata besar sudah masuk katagori padat tangkap (82,43 %). Sedangkan tingkat pengusahaan tuna mata besar sudah masuk katagori lebih tangkap (104,21 %).

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka disarankan :

1. Perlu penelitian lanjutan mengenai model yang sesuai dan aplikatif untuk pengelolaan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu secara mikro dan perairan selatan pulau Jawa secara makro.
2. Dengan status tuna mata besar ini maka regulasi, kebijakan dan implementasi dari pemerintah daerah dan pusat merupakan hal yang penting dalam pengelolaan untuk menghindari penangkapan lebih (*over exploited*) di WPP RI 573 (Permen KP nomor PER. 01/MEN/2009 tentang wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP-RI).

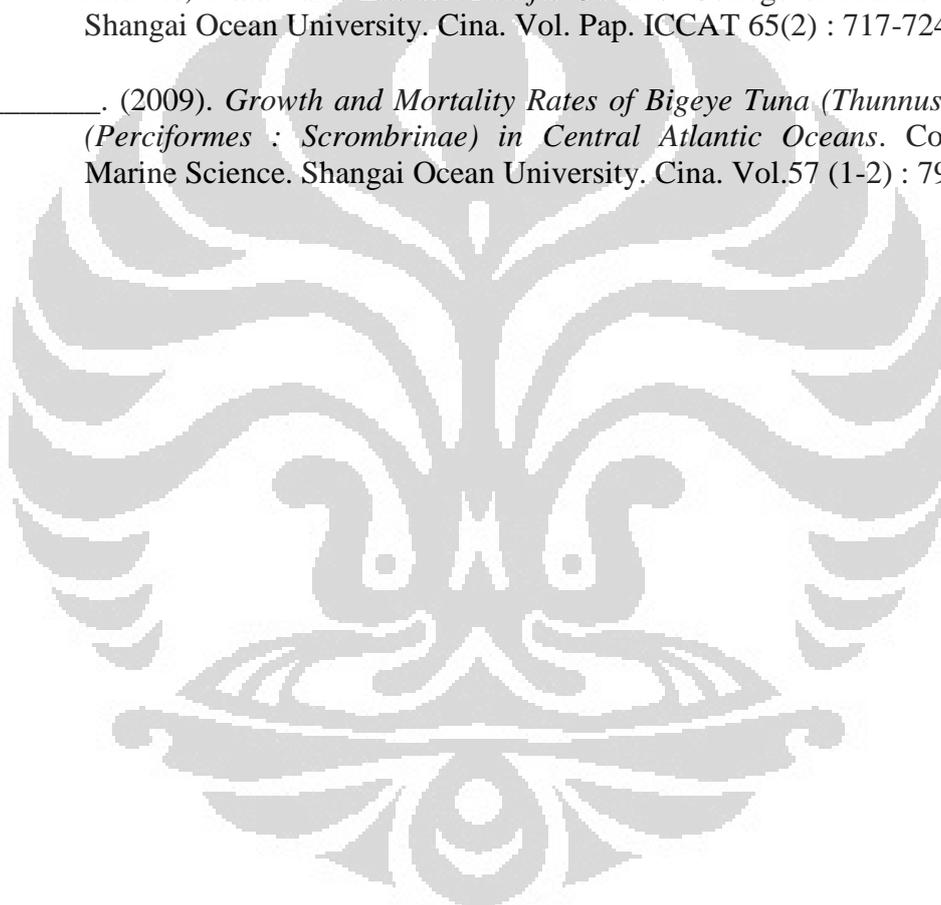
DAFTAR ACUAN

- Ayodhya, A.U. (1981). *Metode Penangkapan Ikan (Fishing Methods)*. Yayasan Dewi Sri. CV Gaya Teknik. Bogor.
- Badrudin dan Wudianto. (2004). *Biologi, Habitat, dan Sebaran Ikan Layur Serta Beberapa Aspek Perikanannya*. Balai Riset Perikanan Laut. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Besweni. (2009). *Kebijakan pekelolaan Rumpon yang Berkelanjutan di Barat daya Palabuhanratu*. Distertasi (tidak dipublikasikan). Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Chien, C.H. (2008). *Standardized Catch Per Unit Effort of Bigeye Tuna (Thunnus obesus) For the Taiwan Longline Fisheries in The Atlantic Ocean by General Additive Model*. Institute of Oceanography. National Taiwan University. Taiwan. Vol. Pap. ICCAT 62(2) : 372-396.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. (2006). *Potensi dan Analisis Usaha Kelautan dan Perikanan Kabupaten Sukabumi*. Sub Dinas Kelautan. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Sukabumi.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. (2001). *Definisi dan Klasifikasi Statistik Penangkapan Perikan Laut*. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. Hal 145.
- _____. (2010). *Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap*. Kementrian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Effendie, M.I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. Hal 97.
- Erwadi, W dan Wirman Syafri. (2003). *Strategi Agribisnis dan Kelautan Perikanan*. Alqaprint Jatinangor. Bandung. Hal 183 – 185.
- Faizah, R. (2010). *Biologi Reproduksi Ikan Tuna Mata Besar (Bigeye tuna) di Perairan Samudera Hindia*. Tesis (Tidak dipublikasikan). Buletin Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 15 – 16.
- Gayanilo, Jr., F.C. Sparred dan D. Paully. (2005). *FISAT II User's Guide*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Gunarso, W. dan E.S. Wiyono. (1994). *Studi Tentang Pengaruh Perubahan Pola Musim dan Teknologi Penangkapan Ikan Terhadap Hasil Tangkapan Ikan Layang (Decapterus sp) di Perairan Laut Jawa*. Buletin ITK Marite. Volume 4, nomor 1. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 55 – 58.

- Irianto, A. (2007). *Statistik Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Kencana Prenada Media Group. Jakarta. Hal 156.
- Itano, D.G. (2005). *Handbook For the Identification of Yellowfin and Bigeye Tunas in Fresh Condition*. Pelagic Fisheries Research Program. University of Hawaii. JIMAR. Honolulu. Version 2.
- King, M. (1995). *Fisheries Biology, Assessment and management*. Fishing News Books. Oxford. London. p. 117.
- Lehodey. P., Hampton, P., and Leroy. (1999). *Preliminary Results on Age and Growth of Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*) from Western and central Pacific Ocean as Indicated by Daily Growth Increments and Tagging Data*. Oceanic Fisheries Programme. Secretariat of The Pacific Community. Noumea, New Caledonia. p 79-88.
- Lubis, (2000). *Pengantar Pelabuhan Perikanan*. Laboratorium Pelabuhan Perikanan. Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan.. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal II-8.
- Nakamura, H. (1969). *Tuna Distribution and Migration*. Fishing News Books Ltd. London.
- Nishimura. (1963). *Investigation of Tuna Behavior by Fish Finder*. PFAO Fish Rep (6) vol:3.
- Nootmorn, P. (2004). 2011. *Reproductive Biology of Bigeye Tuna in The eastern Indian Ocean*. Indian Ocean Tuna Commision (IOTC) Proceedings 2004 : 7 : 1 – 5.
- Nontji, A. (2002). *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Nugroho, I. dan R. Dahuri. (2004). *Pembangunan Wilayah Perspektif Ekonomi, Sosial dan Lingkungan*. Pustaka LP3ES Indonesia. Anggota Ikapi. Jakarta.
- Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu. (2011). *Statistik Perikanan Tangkap Tahun 2011*. Direktorat Perikanan Tangkap. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Purwanto, (2003). *Makalah Pengelolaan Sumberdaya Ikan*. Disajikan Pada Workshop Pengkajian Sumberdaya Ikan, Jakarta 25 Maret 2003.
- Saanin, H. (1986). *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Bina Cipta Insani. Bandung.
- Sadhori, N. (1984). *Teknik Penangkapan Ikan*. Angkasa. Bandung.

- Sainsbury, J.C. (1996). *Commercial Fishing Methods. An Introduction to Vessels and Gears*. Fishing News Books. Third Edition. A Division of Blackwell Science Ltd. London. p. 286
- Sarwono, J. (2006). *Analisis Data Penelitian Menggunakan SPSS 13.0*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Soegiri, B. dan Budiman. (2010). *Uji Coba Penggunaan Ikan Nilai (*Oreochromis niloticus*) Sebagai Umpan Pengganti Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Pada Perikanan Tuna Longline*. Majalah Perikanan Tangkap ARIOMMA. Volume 27 nomor 1. Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan. Semarang. Hal 1 – 7.
- Sparre, P.E. Ursin dan V.C. Venema. (1989). *Introductory to Tropical fish Stock Assessment*. Part I Manual. FAO fish tech. Paper. 301.1 Rome. 337 hal.
- Subani, W. dan H.R. Barus. (1989). *Alat Penangkapan Ikan dan Udang Laut di Indonesia*. Jurnal Penelitian Perikanan laut. Volume 49 Edisi Khusus. Balai Penelitian Perikanan laut. Balitbang Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Subri, M. (2005). *Ekonomi Kelautan*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. hal 3.
- Sugama, K. (2008). *Perikanan Tuna, Penangkapan dan Budidaya*. Direktorat Perikanan Tangkap. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Sukmalana, S. (2008). *Metode dan Teknik Penulisan Karya Ilmiah (Tesis dan Distertasi)*. Penerbit Universitas Surydharma. Jakarta. Hal 93 – 115.
- Sumadhiharga, O.K. (2009). *Ikan Tuna*. Pusat Penelitian Oceanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. hal 1 – 34.
- Sun, CL., C.L. Chu, and S.Z. Yeh. (2001). *Age and Growth of The Bigeye Tuna (*Thunnus Obesus*) in Western Pacific Ocean*. *Fish Bull.* 99 : 502 – 509.
- Syarif, B., Suwardiyono, dan Gautama, S.D. (2010). *Penangkapan dan Penanganan Ikan Tuna Segar di Kapal Rawai Tuna*. Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan. Semarang. Hal 4 – 5.
- Usemahu, A.R. dan L.A. Tomasila. (2003). *Teknik Penangkapan Ikan*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.. Jakarta. Hal. 56.
- Usman, H. dan S.A. Purnomo. (2008). *Metode Penelitian Sosial*. Penerbit PT. Bumi Aksara. Jakarta. Hal. 59.

- Wang, SB., F.C. Chang, S.H. Wang, and C.L. Kuo. (2002). *Some Biological Parameters of Bigeye Tuna and Yellowfin Tuna Distributed in Surrounding Waters of Taiwan*. 15th meeting of standing Committee on Tuna and Billfish SCTB. Hawaii. July 22-27, 2002. SCTB 15 Working paper. 13p.
- Widodo, J. dan Suadi. (2006). *Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Laut*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 1 – 2.
- Zhu. G, L. Xu, Y. Zhou, L. Song, and X. Dai. (2008). *Length-Weight Relationship for Bigeye tuna (*Thunnus obesus*), Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and Albacora (*Thunnus alalunga*) (Perciformes : Scrombrinae) in the Atlantic, Indian and Eastern Pacific Oceans*. College of Marine Science. Shangai Ocean University. Cina. Vol. Pap. ICCAT 65(2) : 717-724.
- _____. (2009). *Growth and Mortality Rates of Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*) (Perciformes : Scrombrinae) in Central Atlantic Oceans*. College of Marine Science. Shangai Ocean University. Cina. Vol.57 (1-2) : 79-88.



Lampiran 1. Morfometri panjang dan berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

No	FL (cm)	W (kg)	W (gr)	Log W	Log L
1	148	16	16,000	4.2041	2.1703
2	115	18	18,000	4.2553	2.0607
3	131	35	35,000	4.5441	2.1173
4	102	16	16,000	4.2041	2.0086
5	152	19	19,000	4.2788	2.1818
6	145	29	29,000	4.4624	2.1614
7	117	16	16,000	4.2041	2.0682
8	117	26	26,000	4.4150	2.0682
9	124	29	29,000	4.4624	2.0934
10	125	31	31,000	4.4914	2.0969
11	117	32	32,000	4.5051	2.0682
12	162	34	34,000	4.5315	2.2095
13	126	19	19,000	4.2788	2.1004
14	116	33	33,000	4.5185	2.0645
15	116	34	34,000	4.5315	2.0645
16	144	61	61,000	4.7853	2.1584
17	107	29	29,000	4.4624	2.0294
18	127	41	41,000	4.6128	2.1038
19	102	21	21,000	4.3222	2.0086
20	164	95	95,000	4.9777	2.2148
21	129	43	43,000	4.6335	2.1106
22	117	34	34,000	4.5315	2.0682
23	143	64	64,000	4.8062	2.1553
24	113	30	30,000	4.4771	2.0531
25	122	39	39,000	4.5911	2.0864
26	109	28	28,000	4.4472	2.0374
27	116	34	34,000	4.5315	2.0645
28	111	29	29,000	4.4624	2.0453
29	140	54	54,000	4.7324	2.1461
30	110	29	29,000	4.4624	2.0414
31	108	26	26,000	4.4150	2.0334
32	123	39	39,000	4.5911	2.0899
33	143	61	61,000	4.7853	2.1553
34	136	53	53,000	4.7243	2.1335
35	112	28	28,000	4.4472	2.0492
36	140	57	57,000	4.7559	2.1461
37	115	29	29,000	4.4624	2.0607
38	112	28	28,000	4.4472	2.0492
39	136	53	53,000	4.7243	2.1335
40	133	52	52,000	4.7160	2.1239
41	111	27	27,000	4.4314	2.0453
42	110	29	29,000	4.4624	2.0414
43	110	29	29,000	4.4624	2.0414

44	122	42	42,000	4.6232	2.0864
45	124	45	45,000	4.6532	2.0934
46	106	26	26,000	4.4150	2.0253
47	104	23	23,000	4.3617	2.0170
48	105	25	25,000	4.3979	2.0212
49	111	28	28,000	4.4472	2.0453
50	105	25	25,000	4.3979	2.0212
51	107	27	27,000	4.4314	2.0294
52	119	35	35,000	4.5441	2.0755
53	125	42	42,000	4.6232	2.0969
54	122	31	31,000	4.4914	2.0864
55	122	39	39,000	4.5911	2.0864
56	138	57	57,000	4.7559	2.1399
57	124	42	42,000	4.6232	2.0934
58	129	46	46,000	4.6628	2.1106
59	128	44	44,000	4.6435	2.1072
60	112	28	28,000	4.4472	2.0492
61	121	42	42,000	4.6232	2.0828
62	139	53	53,000	4.7243	2.1430
63	110	29	29,000	4.4624	2.0414
64	107	27	27,000	4.4314	2.0294
65	114	32	32,000	4.5051	2.0569
66	114	31	31,000	4.4914	2.0569
67	120	35	35,000	4.5441	2.0792
68	121	37	37,000	4.5682	2.0828
69	132	53	53,000	4.7243	2.1206
70	132	44	44,000	4.6435	2.1206
71	125	41	41,000	4.6128	2.0969
72	139	56	56,000	4.7482	2.1430
73	124	38	38,000	4.5798	2.0934
74	119	39	39,000	4.5911	2.0755
75	132	50	50,000	4.6990	2.1206
76	110	28	28,000	4.4472	2.0414
77	102	21	21,000	4.3222	2.0086
78	135	50	50,000	4.6990	2.1303
79	151	73	73,000	4.8633	2.1790
80	147	69	69,000	4.8388	2.1673
81	100	21	21,000	4.3222	2.0000
82	136	49	49,000	4.6902	2.1335
83	102	23	23,000	4.3617	2.0086
84	142	58	58,000	4.7634	2.1523
85	109	28	28,000	4.4472	2.0374
86	120	38	38,000	4.5798	2.0792
87	117	32	32,000	4.5051	2.0682
88	118	30	30,000	4.4771	2.0719
89	133	49	49,000	4.6902	2.1239

90	125	35	35,000	4.5441	2.0969
91	125	37	37,000	4.5682	2.0969
92	150	70	70,000	4.8451	2.1761
93	137	51	51,000	4.7076	2.1367
94	122	38	38,000	4.5798	2.0864
95	124	39	39,000	4.5911	2.0934
96	134	53	53,000	4.7243	2.1271
97	110	27	27,000	4.4314	2.0414
98	105	22	22,000	4.3424	2.0212
99	110	26	26,000	4.4150	2.0414
100	107	23	23,000	4.3617	2.0294
101	124	43	43,000	4.6335	2.0934
102	107	23	23,000	4.3617	2.0294
103	109	26	26,000	4.4150	2.0374
104	110	27	27,000	4.4314	2.0414
105	144	56	56,000	4.7482	2.1584
106	137	51	51,000	4.7076	2.1367
107	100	22	22,000	4.3424	2.0000
108	108	27	27,000	4.4314	2.0334
109	140	58	58,000	4.7634	2.1461
110	100	20	20,000	4.3010	2.0000
111	106	27	27,000	4.4314	2.0253
112	149	69	69,000	4.8388	2.1732
113	120	35	35,000	4.5441	2.0792
114	137	52	52,000	4.7160	2.1367
115	136	44	44,000	4.6435	2.1335
116	140	58	58,000	4.7634	2.1461
117	119	38	38,000	4.5798	2.0755
118	100	21	21,000	4.3222	2.0000
119	145	62	62,000	4.7924	2.1614
120	164	90	90,000	4.9542	2.2148
121	151	73	73,000	4.8633	2.1790
122	126	45	45,000	4.6532	2.1004
123	99	20	20,000	4.3010	1.9956
124	138	53	53,000	4.7243	2.1399
125	120	39	39,000	4.5911	2.0792
126	120	35	35,000	4.5441	2.0792
127	125	41	41,000	4.6128	2.0969
128	141	59	59,000	4.7709	2.1492
129	149	67	67,000	4.8261	2.1732
130	153	74	74,000	4.8692	2.1847
131	138	61	61,000	4.7853	2.1399
132	141	59	59,000	4.7709	2.1492
133	119	34	34,000	4.5315	2.0755
134	135	51	51,000	4.7076	2.1303
135	118	35	35,000	4.5441	2.0719

136	140	58	58,000	4.7634	2.1461
137	120	33	33,000	4.5185	2.0792
138	150	67	67,000	4.8261	2.1761
139	116	31	31,000	4.4914	2.0645
140	111	26	26,000	4.4150	2.0453
141	143	64	64,000	4.8062	2.1553
142	145	64	64,000	4.8062	2.1614
143	150	73	73,000	4.8633	2.1761
144	114	28	28,000	4.4472	2.0569
145	125	38	38,000	4.5798	2.0969
146	110	29	29,000	4.4624	2.0414
147	142	58	58,000	4.7634	2.1523
148	127	39	39,000	4.5911	2.1038
149	118	32	32,000	4.5051	2.0719
150	140	54	54,000	4.7324	2.1461
151	115	30	30,000	4.4771	2.0607
152	125	37	37,000	4.5682	2.0969
153	145	61	61,000	4.7853	2.1614
154	147	65	65,000	4.8129	2.1673
155	113	29	29,000	4.4624	2.0531
156	148	69	69,000	4.8388	2.1703
157	147	70	70,000	4.8451	2.1673
158	140	56	56,000	4.7482	2.1461
159	141	56	56,000	4.7482	2.1492
160	130	35	35,000	4.5441	2.1139
161	108	26	26,000	4.4150	2.0334
162	143	62	62,000	4.7924	2.1553
163	157	87	87,000	4.9395	2.1959
164	115	30	30,000	4.4771	2.0607
165	126	28	28,000	4.4472	2.1004
166	126	39	39,000	4.5911	2.1004
167	142	61	61,000	4.7853	2.1523
168	146	61	61,000	4.7853	2.1644
169	138	51	51,000	4.7076	2.1399
170	108	25	25,000	4.3979	2.0334
171	136	51	51,000	4.7076	2.1335
172	126	41	41,000	4.6128	2.1004
173	123	39	39,000	4.5911	2.0899
174	139	53	53,000	4.7243	2.1430
175	126	41	41,000	4.6128	2.1004
176	124	39	39,000	4.5911	2.0934
177	110	26	26,000	4.4150	2.0414
178	98	22	22,000	4.3424	1.9912
179	113	28	28,000	4.4472	2.0531
180	117	29	29,000	4.4624	2.0682
181	119	32	32,000	4.5051	2.0755

182	110	26	26,000	4.4150	2.0414
183	112	27	27,000	4.4314	2.0492
184	130	45	45,000	4.6532	2.1139
185	120	39	39,000	4.5911	2.0792
186	156	83	83,000	4.9191	2.1931
187	140	61	61,000	4.7853	2.1461
188	107	28	28,000	4.4472	2.0294
189	106	26	26,000	4.4150	2.0253
190	147	67	67,000	4.8261	2.1673
191	139	61	61,000	4.7853	2.1430
192	111	27	27,000	4.4314	2.0453
193	121	34	34,000	4.5315	2.0828
194	137	55	55,000	4.7404	2.1367
195	139	64	64,000	4.8062	2.1430
196	115	29	29,000	4.4624	2.0607
197	125	39	39,000	4.5911	2.0969
198	115	30	30,000	4.4771	2.0607
199	134	47	47,000	4.6721	2.1271
200	110	26	26,000	4.4150	2.0414
201	146	64	64,000	4.8062	2.1644
202	125	38	38,000	4.5798	2.0969
203	129	43	43,000	4.6335	2.1106
204	124	37	37,000	4.5682	2.0934
205	113	29	29,000	4.4624	2.0531
206	109	25	25,000	4.3979	2.0374
207	149	68	68,000	4.8325	2.1732
208	165	94	94,000	4.9731	2.2175
209	107	23	23,000	4.3617	2.0294
210	110	27	27,000	4.4314	2.0414
211	154	69	69,000	4.8388	2.1875
212	109	26	26,000	4.4150	2.0374
213	134	50	50,000	4.6990	2.1271
214	111	26	26,000	4.4150	2.0453
215	127	41	41,000	4.6128	2.1038
216	124	37	37,000	4.5682	2.0934
217	137	51	51,000	4.7076	2.1367
218	114	29	29,000	4.4624	2.0569
219	131	42	42,000	4.6232	2.1173
220	124	73	73,000	4.8633	2.0934
221	137	52	52,000	4.7160	2.1367
222	134	28	28,000	4.4472	2.1271
223	116	31	31,000	4.4914	2.0645
224	143	62	62,000	4.7924	2.1553
225	127	45	45,000	4.6532	2.1038
226	125	39	39,000	4.5911	2.0969
227	148	70	70,000	4.8451	2.1703

228	110	28	28,000	4.4472	2.0414
229	110	25	25,000	4.3979	2.0414
230	125	38	38,000	4.5798	2.0969
231	128	40	40,000	4.6021	2.1072
232	124	37	37,000	4.5682	2.0934
233	114	28	28,000	4.4472	2.0569
234	133	49	49,000	4.6902	2.1239
235	124	38	38,000	4.5798	2.0934
236	106	25	25,000	4.3979	2.0253
237	117	30	30,000	4.4771	2.0682
238	124	35	35,000	4.5441	2.0934
239	110	26	26,000	4.4150	2.0414
240	127	40	40,000	4.6021	2.1038
241	108	25	25,000	4.3979	2.0334
242	110	26	26,000	4.4150	2.0414
243	126	40	40,000	4.6021	2.1004
244	133	45	45,000	4.6532	2.1239
245	124	38	38,000	4.5798	2.0934
246	145	66	66,000	4.8195	2.1614
247	108	27	27,000	4.4314	2.0334
248	112	30	30,000	4.4771	2.0492
249	117	31	31,000	4.4914	2.0682
250	125	38	38,000	4.5798	2.0969
251	135	54	54,000	4.7324	2.1303
252	107	29	29,000	4.4624	2.0294
253	111	34	34,000	4.5315	2.0453
254	134	54	54,000	4.7324	2.1271
255	123	37	37,000	4.5682	2.0899
256	109	28	28,000	4.4472	2.0374
257	135	50	50,000	4.6990	2.1303
258	111	28	28,000	4.4472	2.0453
259	108	25	25,000	4.3979	2.0334
260	124	35	35,000	4.5441	2.0934
261	126	40	40,000	4.6021	2.1004
262	107	25	25,000	4.3979	2.0294
263	108	26	26,000	4.4150	2.0334
264	110	26	26,000	4.4150	2.0414
265	125	43	43,000	4.6335	2.0969
266	115	28	28,000	4.4472	2.0607
267	130	50	50,000	4.6990	2.1139
268	141	58	58,000	4.7634	2.1492
269	129	42	42,000	4.6232	2.1106
270	112	28	28,000	4.4472	2.0492
271	111	27	27,000	4.4314	2.0453
272	147	74	74,000	4.8692	2.1673
273	118	32	32,000	4.5051	2.0719

274	120	32	32,000	4.5051	2.0792
275	151	80	80,000	4.9031	2.1790
276	145	64	64,000	4.8062	2.1614
277	141	62	62,000	4.7924	2.1492
278	128	41	41,000	4.6128	2.1072
279	139	52	52,000	4.7160	2.1430
280	132	53	53,000	4.7243	2.1206
281	104	21	21,000	4.3222	2.0170
282	132	47	47,000	4.6721	2.1206
283	110	27	27,000	4.4314	2.0414
284	105	26	26,000	4.4150	2.0212
285	121	37	37,000	4.5682	2.0828
286	93	15	15,000	4.1761	1.9685
287	109	26	26,000	4.4150	2.0374
288	134	50	50,000	4.6990	2.1271
289	114	29	29,000	4.4624	2.0569
290	122	40	40,000	4.6021	2.0864
291	135	53	53,000	4.7243	2.1303
292	122	41	41,000	4.6128	2.0864
293	133	53	53,000	4.7243	2.1239
294	138	47	47,000	4.6721	2.1399
295	136	56	56,000	4.7482	2.1335
296	116	34	34,000	4.5315	2.0645
297	141	57	57,000	4.7559	2.1492
298	137	51	51,000	4.7076	2.1367
299	122	37	37,000	4.5682	2.0864
300	128	44	44,000	4.6435	2.1072
301	114	29	29,000	4.4624	2.0569
302	107	23	23,000	4.3617	2.0294
303	154	76	76,000	4.8808	2.1875
304	142	53	53,000	4.7243	2.1523
305	120	38	38,000	4.5798	2.0792
306	109	26	26,000	4.4150	2.0374
307	150	67	67,000	4.8261	2.1761
308	110	26	26,000	4.4150	2.0414
309	143	58	58,000	4.7634	2.1553
310	110	27	27,000	4.4314	2.0414
311	109	25	25,000	4.3979	2.0374
312	137	53	53,000	4.7243	2.1367
313	111	27	27,000	4.4314	2.0453
314	119	35	35,000	4.5441	2.0755
315	107	23	23,000	4.3617	2.0294
316	110	26	26,000	4.4150	2.0414
317	148	64	64,000	4.8062	2.1703
318	154	73	73,000	4.8633	2.1875
319	159	77	77,000	4.8865	2.2014

320	165	92	92,000	4.9638	2.2175
321	152	66	66,000	4.8195	2.1818
322	138	57	57,000	4.7559	2.1399
323	123	37	37,000	4.5682	2.0899
324	104	27	27,000	4.4314	2.0170
325	129	43	43,000	4.6335	2.1106
326	122	35	35,000	4.5441	2.0864
327	125	39	39,000	4.5911	2.0969
328	131	45	45,000	4.6532	2.1173
329	140	62	62,000	4.7924	2.1461
330	153	69	69,000	4.8388	2.1847
331	145	67	67,000	4.8261	2.1614
332	107	23	23,000	4.3617	2.0294
333	121	35	35,000	4.5441	2.0828
334	114	33	33,000	4.5185	2.0569
335	120	37	37,000	4.5682	2.0792
336	137	51	51,000	4.7076	2.1367
337	133	47	47,000	4.6721	2.1239
338	120	40	40,000	4.6021	2.0792
339	112	31	31,000	4.4914	2.0492
340	134	51	51,000	4.7076	2.1271
341	116	33	33,000	4.5185	2.0645
342	131	46	46,000	4.6628	2.1173
343	130	47	47,000	4.6721	2.1139
344	113	32	32,000	4.5051	2.0531
345	116	32	32,000	4.5051	2.0645
346	108	27	27,000	4.4314	2.0334
347	116	33	33,000	4.5185	2.0645
348	121	39	39,000	4.5911	2.0828
349	110	28	28,000	4.4472	2.0414
350	129	45	45,000	4.6532	2.1106
351	128	44	44,000	4.6435	2.1072
352	109	27	27,000	4.4314	2.0374
353	133	50	50,000	4.6990	2.1239
354	115	29	29,000	4.4624	2.0607
355	131	46	46,000	4.6628	2.1173
356	107	27	27,000	4.4314	2.0294
357	112	30	30,000	4.4771	2.0492
358	117	32	32,000	4.5051	2.0682
359	115	32	32,000	4.5051	2.0607
360	102	21	21,000	4.3222	2.0086
361	113	32	32,000	4.5051	2.0531
362	123	39	39,000	4.5911	2.0899
363	118	34	34,000	4.5315	2.0719
364	127	43	43,000	4.6335	2.1038
365	113	29	29,000	4.4624	2.0531

366	100	21	21,000	4.3222	2.0000
367	113	31	31,000	4.4914	2.0531
368	113	30	30,000	4.4771	2.0531
369	112	31	31,000	4.4914	2.0492
370	126	41	41,000	4.6128	2.1004
371	136	55	55,000	4.7404	2.1335
372	115	33	33,000	4.5185	2.0607
373	111	28	28,000	4.4472	2.0453
374	131	43	43,000	4.6335	2.1173
375	109	26	26,000	4.4150	2.0374
376	114	29	29,000	4.4624	2.0569
377	116	33	33,000	4.5185	2.0645
378	119	37	37,000	4.5682	2.0755
379	133	49	49,000	4.6902	2.1239
380	114	30	30,000	4.4771	2.0569
381	116	32	32,000	4.5051	2.0645
382	122	40	40,000	4.6021	2.0864
383	112	29	29,000	4.4624	2.0492
384	120	35	35,000	4.5441	2.0792
385	129	47	47,000	4.6721	2.1106
386	126	49	49,000	4.6902	2.1004
387	121	35	35,000	4.5441	2.0828
388	119	34	34,000	4.5315	2.0755
389	112	27	27,000	4.4314	2.0492
390	116	33	33,000	4.5185	2.0645
391	125	43	43,000	4.6335	2.0969
392	127	44	44,000	4.6435	2.1038
393	118	32	32,000	4.5051	2.0719
394	140	59	59,000	4.7709	2.1461
395	128	45	45,000	4.6532	2.1072
396	117	31	31,000	4.4914	2.0682
397	114	30	30,000	4.4771	2.0569

Ket : Data dibulatkan

Lampiran 2. Perkembangan hasil tangkapan, upaya penangkapan dan CPUE tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

Alat Tgk ikan	Dimensi	Tahun							
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Long line	Catch (kg)	69865	103625	272712	547297	1221610	1366225	1183236	2465805
	Effort (unit)	205	238	399	204	155	110	275	437
	CPUE (kg/unit)	340.80	435.40	683.49	2682.83	7881.35	12420.23	4302.68	5642.57
Tonda	Catch (kg)	0	0	0	7399	53188	35488	88175	58594
	Effort (unit)	0	0	92	150	348	480	605	1065
	CPUE (kg/unit)	0.00	0.00	0.00	49.33	152.84	73.93	145.74	55.02
Purse seine	Catch (kg)	0	0	0	0	12522	0	0	1349
	Effort (unit)	33	96	17	6	9	2	18	12
	CPUE (kg/unit)	0.00	0.00	0.00	0.00	1391.33	0.00	0.00	112.42
Gillnet	Catch (kg)	0	0	0	7339	2546	1582	744	209
	Effort (unit)	1815	1700	264	581	384	336	369	118
	CPUE (kg/unit)	0.00	0.00	0.00	12.63	6.63	4.71	2.02	1.77

Lampiran 3. Analisis regresi perkembangan hasil tangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (2003-2010)

SUMMARY OUTPUT

Long line

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.930309
R Square	0.865475
AdjR Square	0.843054
Stand Error	324408.4
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	4.06243E+12	4.06E+12	38.60132	0.00080258
Residual	6	6.31445E+11	1.05E+11		
Total	7	4.69388E+12			

	<i>Coefficients</i>	<i>Stand. Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	-495729	252776.9736	-1.96113	0.097542	-1114252.1
X Variable 1	311005.8	50057.29986	6.21299	0.000803	188519.998

SUMMARY OUTPUT

Troll line

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.832497
R Square	0.693051
AdjR Square	0.616314
Stand Error	20585.63
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	3827252709	3.83E+09	9.031474	0.03973616
Residual	4	1695073385	4.24E+08		
Total	5	5522326094			

	<i>Coefficients</i>	<i>Stand Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	-11285.8	19164.18274	-0.5889	0.587578	-64494.101
X Variable 1	14788.51	4920.907851	3.005241	0.039736	1125.88377

Lanjutan Lampiran 3.

SUMMARY OUTPUT

Purse seine

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.146084
R Square	0.021341
Adj R Square	-0.14177
Stand Error	4685.046
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	2871793.006	2871793	0.130835	0.72996428
Residual	6	131697911.9	21949652		
Total	7	134569704.9			

	<i>Coefficients</i>	<i>Stand Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	557.1786	3650.558096	0.152628	0.883695	-8375.4152
X Variable 1	261.4881	722.9182259	0.361712	0.729964	-1507.4290

SUMMARY OUTPUT

Gill net

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.059628
R Square	0.003556
Adj R Square	-0.16252
Stand Error	2708.133
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	157014.8571	157014.9	0.021409	0.88846196
Residual	6	44003913.14	7333986		
Total	7	44160928			

	<i>Coefficients</i>	<i>Stand Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	1277.357	2110.160403	0.605337	0.567131	-3886.0193
X Variable 1	61.14286	417.8740276	0.146319	0.888462	-961.35805

Lampiran 4. Analisis regresi perkembangan upaya penangkapan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (2003-2010)

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>						<i>Long line</i>
Multiple R	0.22884					
R Square	0.05237					
Adj R Square	-0.1056					
StandError	119.647					
Observations	8					

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	4746.72	4746.72	0.33158	0.58566
Residual	6	85892.2	14315.4		
Total	7	90638.9			

	<i>Coefficients</i>	<i>Stand Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	205.036	93.228	2.19929	0.07017	-23.085
X Variable 1	10.631	18.4619	0.57583	0.58566	-34.544

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>						<i>Troll Line</i>
Multiple R	0.99063					
R Square	0.98135					
Adj R Square	0.97513					
Stand Error	34.1292					
Observations	5					

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	183874	183874	157.859	0.00109
Residual	3	3494.4	1164.8		
Total	4	187368			

	<i>Coefficients</i>	<i>StandError</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	-71.8	35.795	-2.0059	0.13854	-185.72
X Variable 1	135.6	10.7926	12.5642	0.00109	101.253

Lanjutan Lampiran 4.

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.80768
R Square	0.65234
Adj R Square	0.5944
Standard Error	425.73
Observations	8

Purse seine

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	2040507	2040507	11.2582	0.01532
Residual	6	1087476	181246		
Total	7	3127983			

	<i>Coefficients</i>	<i>StandError</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	1687.75	331.726	5.08778	0.00225	876.046
X Variable 1	-220.42	65.6915	-3.3553	0.01532	-381.16

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.55293
R Square	0.30573
Adj R Square	0.19002
Standard Error	27.4815
Observations	8

Gill net

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	1995.48	1995.48	2.64221	0.15518
Residual	6	4531.39	755.232		
Total	7	6526.88			

	<i>Coefficients</i>	<i>StandError</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	55.1429	21.4134	2.57516	0.04204	2.74615
X Variable 1	-6.8929	4.24049	-1.6255	0.15518	-17.269

Lampiran 5. Analisis regresi laju tangkap (CPUE) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (2003-2010)

SUMMARY OUTPUT

Long line

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.663432
R Square	0.440143
Adj R Square	0.346833
Stand Error	3440.686
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	55841536	55841536	4.717015	0.072874
Residual	6	71029919	11838320		
Total	7	1.27E+08			

	<i>Coefficients</i>	<i>StandError</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	-890.126	2680.961	-0.33202	0.751168	-7450.2
X Variable 1	1153.066	530.9094	2.171869	0.072874	-146.023

SUMMARY OUTPUT

Troll line

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.437
R Square	0.190969
Adj R Square	-0.01129
Standard Error	59.7108
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	3366.386	3366.386	0.944187	0.386227
Residual	4	14261.52	3565.379		
Total	5	17627.9			

	<i>Coefficients</i>	<i>StandError</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	30.9333	55.58773	0.556477	0.607546	-123.403
X Variable 1	13.86957	14.27361	0.971693	0.386227	-25.7603

Lanjutan Lampiran 5.

SUMMARY OUTPUT

Purse seine

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.13021
R Square	0.016955
Adj R Square	-0.14689
Standard Error	522.4215
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	28242.7	28242.7	0.103482	0.758602
Residual	6	1637545	272924.2		
Total	7	1665788			

	<i>Coefficients</i>	<i>StandError</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	71.27679	407.0675	0.175098	0.866762	-924.782
X Variable 1	25.93155	80.61139	0.321686	0.758602	-171.317

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.202032
R Square	0.040817
Adj R Square	-0.11905
Standard Error	4.672685
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance</i>
Regression	1	5.574717	5.574717	0.255323	0.631372
Residual	6	131.0039	21.83398		
Total	7	136.5786			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standrorr</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	1.830253	3.640926	0.502689	0.633097	-7.07877
X Variable 1	0.364323	0.721011	0.505295	0.631372	-1.39993

Lampiran 6. Analisis regresi model Schaefer tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (2003-2010)

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.46819
R Square	0.21921
Adjusted R Square	0.08907
Standard Error	8142.17
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	1.12E+08	1.1E+08	1.68448	0.241988897
Residual	6	3.98E+08	6.6E+07		
Total	7	5.09E+08			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	17918	7747.961	2.31261	0.06005	-1040.5375
X Variable 1	-35.289	27.18999	-1.2979	0.24199	-101.820694

Lampiran 7. Analisis regresi model Fox tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (2003-2010)

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.25903
R Square	0.0671
Adjusted R Square	-0.0884
Standard Error	1.48844
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0.956071	0.95607	0.43155	0.535599794
Residual	6	13.29266	2.21544		
Total	7	14.24873			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	9.24891	1.416374	6.53	0.00062	5.783172743
X Variable 1	-0.0033	0.00497	-0.6569	0.5356	-0.01542759

Lampiran 8. Analisis regresi hubungan panjang berat tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (2003-2010)

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.906971
R Square	0.822597
Adjusted R Square	0.822148
Standard Error	0.066093
Observations	397

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	8.000882	8.000882	1831.569	2.1E-150
Residual	395	1.725487	0.004368		
Total	396	9.726369			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	-1.40961	0.140001	-10.0686	2.24E-21	-1.68485
X Variable 1	2.863218	0.066903	42.79683	2.1E-150	2.731689

Lampiran 9. Perkembangan upaya penangkapan (f) dan hasil tangkapan (c) bulanan tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu (2003-2010)

2003	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet		JUMLAH	
	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)
Jan	0	29	0	0	0	0	0	168	0	197
Peb	0	29	0	0	0	0	0	168	0	197
Mar	0	23	0	0	0	0	0	168	0	191
Apr	0	23	0	0	0	0	0	148	0	171
Mei	4636	16	0	0	0	0	0	146	4636	162
Juni	43319	16	0	0	0	5	0	146	43319	167
Juli	4467	8	0	0	0	5	0	146	4467	159
Agust	3130	8	0	0	0	5	0	145	3130	158
Sept	5626	8	0	0	0	5	0	145	5626	158
Okt	922	21	0	0	0	6	0	145	922	172
Nop	2860	18	0	0	0	6	0	145	2860	169
Des	4905	6	0	0	0	1	0	145	4905	152
Jml	69865	205	0	0	0	33	0	1815	69865	2053

2004	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet		JUMLAH	
	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)
Jan	7826	23	0	0	0	8	0	145	7826	176
Peb	7486	23	0	0	0	8	0	145	7486	176
Mar	5621	23	0	0	0	8	0	145	5621	176
Apr	15437	25	0	0	0	8	0	145	15437	178
Mei	5616	12	0	0	0	8	0	147	5616	167
Juni	17287	12	0	0	0	8	0	147	17287	167
Juli	13490	12	0	0	0	8	0	147	13490	167
Agust	9561	12	0	0	0	8	0	147	9561	167
Sept	6810	12	0	0	0	8	0	133	6810	153
Okt	11428	12	0	0	0	8	0	133	11428	153
Nop	2960	36	0	0	0	8	0	133	2960	177
Des	103	36	0	0	0	8	0	133	103	177
Jml	103625	238	0	0	0	96	0	1700	103625	2034

Lanjutan Lampiran 9.

2005	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet		JUMLAH	
	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)
Jan	18699	44	0	9	0	0	0	26	18699	79
Peb	18699	71	0	9	0	0	0	18	18699	98
Mar	38330	38	0	9	0	0	0	18	38330	65
Apr	6010	55	0	9	0	0	0	12	6010	76
Mei	17290	46	0	8	0	1	0	26	17290	81
Juni	15495	45	0	8	0	1	0	27	15495	81
Juli	7000	20	0	9	0	1	0	28	7000	58
Agust	26890	26	0	8	0	2	0	40	26890	76
Sept	11440	12	0	4	0	5	0	21	11440	42
Okt	3680	14	0	3	0	7	0	22	3680	46
Nop	7045	8	0	8	0	0	0	12	7045	28
Des	102134	20	0	8	0	0	0	14	102134	42
Jml	272712	399	0	92	0	17	0	264	272712	772

2006	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet		JUMLAH	
	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)
Jan	75418	34	0	13	0	0	0	12	75418	59
Peb	29030	33	0	14	0	2	0	10	29030	59
Mar	20820	25	0	14	0	1	0	8	20820	48
Apr	19764	15	0	20	0	0	0	12	19764	47
Mei	44174	13	0	17	0	0	0	24	44174	54
Juni	82965	16	0	11	0	1	0	61	82965	89
Juli	26295	16	0	9	0	1	0	64	26295	90
Agust	22090	29	0	14	0	1	0	64	22090	108
Sept	26420	2	3657	10	0	0	7134	75	37211	87
Okt	7560	10	0	4	0	0	205	71	7765	85
Nop	23309	8	2023	10	0	0	0	86	25332	104
Des	169452	3	1719	14	0	0	0	94	171171	111
Jml	547297	204	7399	150	0	6	7339	581	562035	941

Lanjutan Lampiran 9.

2007	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet		JUMLAH	
	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)
Jan	339050	13	9528	29	0	0	1450	32	350028	74
Peb	195949	13	5773	29	11564	2	216	32	213502	76
Mar	124746	13	1964	29	958	1	0	32	127668	75
Apr	71175	13	12868	29	0	0	300	32	84343	74
Mei	13800	13	3365	29	0	1	200	32	17365	75
Juni	32159	13	6047	29	0	1	0	32	38206	75
Juli	51607	13	6701	29	0	1	0	32	58308	75
Agust	51959	13	2904	29	0	2	0	32	54863	76
Sept	29854	13	0	29	0	1	0	32	29854	75
Okt	33684	13	0	29	0	0	380	32	34064	74
Nop	63867	13	3242	29	0	0	0	32	67109	74
Des	213760	12	796	29	0	0	0	32	214556	73
Jml	1E+06	155	53188	348	12522	9	2546	384	1289866	896

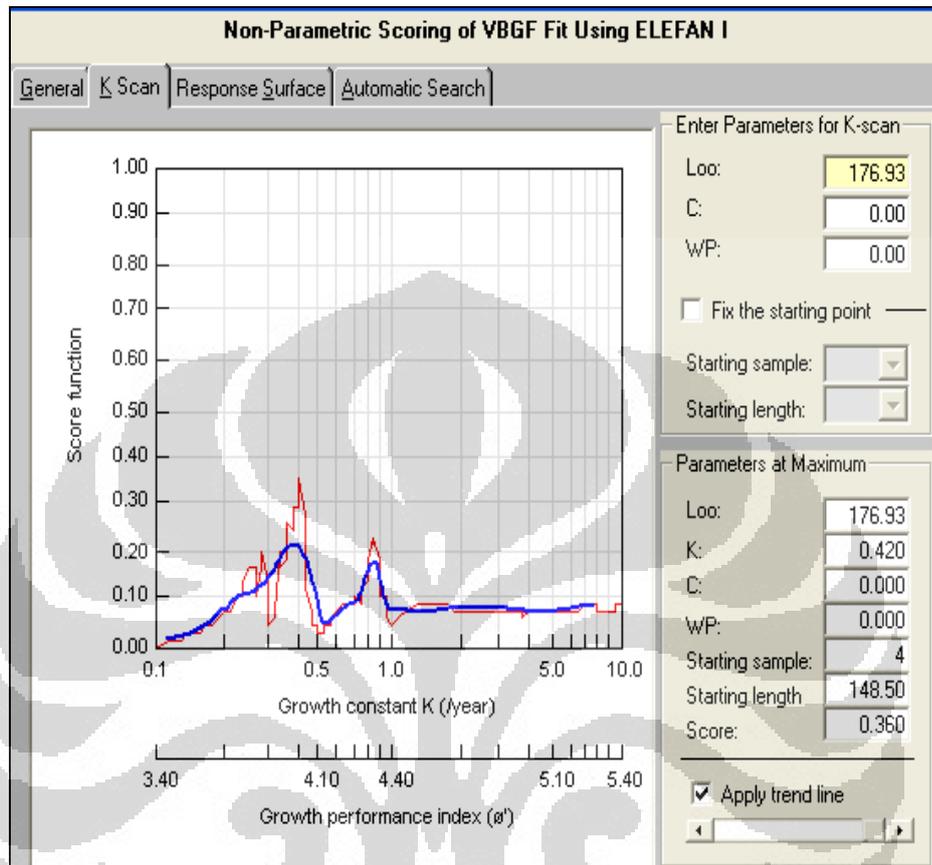
2008	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet		JUMLAH	
	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)
Jan	214778	9	77	40	0	0	154	28	215009	77
Peb	120633	9	0	40	0	0	0	28	120633	77
Mar	63722	9	1432	40	0	0	0	28	65154	77
Apr	66170	11	4159	40	0	0	0	28	70329	79
Mei	39534	9	5351	40	0	0	0	28	44885	77
Juni	144793	9	1796	40	0	0	209	28	146798	77
Juli	75791	9	7624	40	0	0	0	28	83415	77
Agust	44476	9	4832	40	0	1	0	28	49308	78
Sept	61913	9	3433	40	0	1	722	28	66068	78
Okt	130025	9	3746	40	0	0	388	28	134159	77
Nop	101483	9	2727	40	0	0	29	28	104239	77
Des	302907	9	311	40	0	0	80	28	303298	77
Jml	1366225	110	35488	480	0	2	1582	336	1403295	928

Lanjutan Lampiran 9.

2009	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet		JUMLAH	
	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)
Jan	101492	16	3973	38	0	0	0	24	105465	78
Peb	102161	23	4166	51	0	0	0	30	106327	104
Mar	48080	19	4237	42	0	1	0	38	52317	100
Apr	37099	17	9199	49	0	0	93	33	46391	99
Mei	48947	29	13125	49	0	0	0	31	62072	109
Juni	148462	24	8503	65	0	0	486	30	157451	119
Juli	161683	33	17119	54	0	0	66	38	178868	125
Agust	108848	22	20725	64	0	8	0	29	129573	123
Sept	84273	30	3667	60	0	4	0	32	87940	126
Okt	96708	17	222	54	0	5	99	30	97029	106
Nop	103292	25	890	47	0	0	0	32	104182	104
Des	142191	20	2349	32	0	0	0	22	144540	74
Jml	1183236	275	88175	605	0	18	744	369	1272155	1267

2010	Longline		Tonda		Purse seine		Gillnet		JUMLAH	
	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)	Catch (kg)	Effort (unit)
Jan	201426	47	5493	69	0	0	0	22	206919	138
Peb	136537	34	4599	80	0	0	0	10	141136	124
Mar	189342	34	19228	89	0	0	0	11	208570	134
Apr	108006	32	6754	90	0	0	0	11	114760	133
Mei	101872	40	4463	98	879	1	0	10	107214	149
Juni	243389	42	1709	97	0	3	0	11	245098	153
Juli	299797	38	2037	112	0	0	0	8	301834	158
Agust	163080	32	136	102	0	0	0	7	163216	141
Sept	122107	27	172	66	0	4	0	7	122279	104
Okt	251545	41	4247	95	0	1	0	6	255792	143
Nop	331475	43	3237	87	0	0	209	9	334921	139
Des	317229	27	6519	80	470	3	0	6	324218	116
Jml	2465805	437	58594	1065	1349	12	209	118	2525957	1632

Lampiran 10. Output FISAT II tentang parameter panjang asimtot (L_{∞}) dan koefisien pertumbuhan (K) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu



Lampiran 11. Output FISAT II untuk parameter kematian alami (*natural mortality*) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

<p>Function</p> <p>Pauly's M empirical equation for estimation of natural mortality (M) is :</p> $\log(M) = -0.0066 - 0.279 \log(L_{\infty}) + 0.6543 \log(K) + 0.4634 \log(T)$ <p>where:</p> <p>L_∞ is the asymptotic length measured in total length</p> <p>K is the VBGF growth constant</p> <p>T is the mean annual habitat</p>	<p>Option</p> <p>Please select the option to use:</p> <p><input checked="" type="radio"/> Use Loo</p> <p><input type="radio"/> Use Woo</p> <p>NOTE: The estimate may not apply to organisms other than fish (Pisces), especially not to bivalves and other sessile invertebrates. Moreover, it is valid only if Loo refers to total length.</p> <p>The acceptable temperature range is -2 to 31°C. For temperatures lower than 3.5°C, a transformation is used which is described in FISAT documentations.</p>						
<p>User Defined Inputs</p> <table border="1"> <tr> <td>Asymptotic length, L_∞ (cm):</td> <td>176.93</td> </tr> <tr> <td>VBGF growth constant K (1/year):</td> <td>0.42</td> </tr> <tr> <td>Mean habitat temperature (°C):</td> <td>28</td> </tr> </table>	Asymptotic length, L _∞ (cm):	176.93	VBGF growth constant K (1/year):	0.42	Mean habitat temperature (°C):	28	
Asymptotic length, L _∞ (cm):	176.93						
VBGF growth constant K (1/year):	0.42						
Mean habitat temperature (°C):	28						
<p>Estimate</p> <p>Estimated value of natural mortality (1/year):</p>	<p>0.61629</p>						

Lampiran 12. Output FISAT II untuk parameter kematian total (*total mortality*) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

The Beverton and Holt model, Z from mean length, is:

$$Z = K(L_{\infty} - L_{\text{mean}}) / (L_{\text{mean}} - L')$$

where L_{∞} is the asymptotic length, K is the curvature parameter of the VBGF, L_{mean} is the mean length of the fish in a sample representing a steady-state population, and L' is the cut-off length or the lower limit of the smallest length class included in the computation.

Parameters

Asymptotic length (L_{∞}):	176.93
Growth constant (K /year):	0.42
Mean length (L_{mean}):	124.42
Cut-off length (L'):	93
Computed total mortality (Z):	0.702/year

Lampiran 13. Output FISAT II untuk parameter *virtual population analysis* (VPA) tuna mata besar yang didaratkan di PPN Palabuhanratu

Length-Structured VPA...

Length-Structured Virtual Population Analysis (VPA)

Header

Filename: C:\Program Files\FISAT II\BIGEYE COY.lfq

Species name: Bigeye tuna

Other identifiers: Thunnus obesus

Data and Options Parameters & VPA Plot Tabular Results

	Mid-Length	Catch (in numbers)	Population (N)	Fishing mortality (F)	Steady-state Biomass (tonnes)
1	96.5	8.00	1227.17	0.0297	40.43
2	104.5	38.00	1052.96	0.1514	47.25
3	112.5	98.00	860.29	0.4487	50.78
4	120.5	73.00	627.68	0.4069	50.77
5	128.5	61.00	444.11	0.4248	48.84
6	136.5	58.00	294.61	0.5407	43.37
7	144.5	36.00	170.51	0.4866	35.20
8	152.5	18.00	88.91	0.3699	27.02
9	160.5	5.00	40.93	0.1577	20.38
10	168.5	2.00	16.38	0.0857	17.24

Lampiran 14. Dokumentasi hasil penelitian



Gambar 1.
Hasil tangkapan bigeye tuna di PPN Palabuhanratu
(Sumber : Dokumen penelitian, 2011)



Gambar 2.a.
Pengukuran panjang cagak tuna mata besar di PPN Palabuhanratu
(Sumber : Dokumen penelitian, 2011)



Gambar 2.b.
Pengukuran berat tuna mata besar
dengan timbangan digital di PPN Palabuhanratu
(Sumber : Dokumen penelitian, 2011)



Gambar 3.
Timbangan Digital
(Sumber : Dokumen penelitian, 2011)